

## ERRATUM.

---

*Procès-Verbaux*, 1954, 2<sup>e</sup> série, t. XXIV, p. 82.

Dans la seconde partie du tableau (ÉCHELLE THERMODYNAMIQUE.), *lire* :

Température  
thermodynamique Celsius  
 $t_{th} = T - 273,15$  (exactement)  
.....

---



COMITE INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

---

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES



COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

---

# PROCÈS-VERBAUX

## DES SÉANCES.

---

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XXV.

---

**SESSION DE 1956**

(1<sup>er</sup> - 6 octobre)



PARIS

GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR-IMPRIMEUR-LIBRAIRE

55, Quai des Grands-Augustins, 55

---

1957

© 1957 by Gauthier-Villars.

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation  
réservés pour tous pays.

---

## LISTE DES MEMBRES

DU

### COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1<sup>er</sup> OCTOBRE 1956.

---

*Président :*

1. A. DANJON, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris, 61 avenue de l'Observatoire, Paris (14<sup>e</sup>).

*Vice-Président :*

2. R. VIEWEG, Président, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, Braunschweig.

*Secrétaire :*

3. G. CASSINIS, Recteur, Politecnico Milan, Commissione Geodetica Italiana, Piazza Leonardo da Vinci 32, Milan.

*Membres :*

4. A. V. ASTIN, Directeur, National Bureau of Standards, Washington 25, D.C.
5. H. BARRELL, Superintendent, Division of Metrology, National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex.
6. J. DE BOER, Professeur à l'Université, Finsenstraat 28, Amsterdam-O.
7. G. D. BOURDON, Vice-Président, Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure, Bolchaia Kaloujskaia 9 b, Moscou V 49.
8. N. A. ESSERMAN, Chief, Division of Metrology, National Standards Laboratory, University Grounds, City Road, Chippendale.

9. L. E. HOWLETT, Directeur, Applied Physics Branch, National Research Council, Sussex Drive, *Ottawa 2, Ontario.*
10. T. ISNARDI, Professeur de Physique, Faculté des Sciences, Perú 222, *Buenos Aires.*
11. C. KARGATCHIN, Chef de Section honoraire, Ministère du Commerce, Martičeva 31, *Zagreb.*
12. J. NUSSBERGER, Institut des Recherches Géodésiques, Kosteční 42, *Praha VII.*
13. J. M. OTERO, Directeur, Instituto de Optica « Daza de Valdés », Serrano 119, *Madrid.*
14. M. SIEGBAHN, Directeur, Nobelinstitutet för Fysik, *Stockholm 50.*
15. C. STATESCU, Str. N. Ionescu 10, *Bucarest II.*
16. J. STULLA-GÖTZ, Oberrat, Bundesamt für Eich-und Vermessungswesen, Arltgasse 35, *Vienne XVI.*
17. Y. VÄISÄLÄ, Professeur à l'Université, Puolalanpuisto 1, *Turku.*
18. Z. YAMAUTI, Department of Applied Physics, Faculty of Engineering, University of Tokyo, Bunkyo-ku, *Tokyo.*

*Membres honoraires :*

1. L. DE BROGLIE, de l'Académie Française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, 94 rue Perronet, *Neuilly-sur-Seine.*
2. M. CHATELAIN, Professeur honoraire à l'Institut Polytechnique, *Leningrad 21.*
3. M. DEHALU, Administrateur-Inspecteur honoraire de l'Université de Liège, 3 Square Gramme, *Liège.*
4. W. J. DE HAAS, Directeur honoraire du Kamerlingh Onnes Laboratorium der Rijks-Universiteit, Huize Geijnzicht, *Loenersloot.*
5. M. ROŠ, Ancien Président de la Direction du Laboratoire fédéral d'essai des Matériaux et Institut de Recherches, 58 Asylstrasse, *Zurich 7/32.*



---

# LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1<sup>er</sup> OCTOBRE 1956.

---

Directeur.....	CH. VOLET.
Sous-Directeur.....	J. TERRIEN.
Adjoint.....	A. BONHOURE.
Archiviste-comptable.....	A. JEANNIN.
Assistants.....	H. MOREAU.
	M. GAUTIER.
	G. LECLERC.
	À. THULIN.
	J. HAMON.
	J. BONHOURE.
Secrétaires-dactylographes.	T. MASUI (stagiaire).
	M <sup>me</sup> C. BABOLAT.
	M <sup>me</sup> G. BROCHARD.
Calculateurs.....	G. GIRARD.
	F. LESUEUR (en congé).
	C. GARREAU.
	R. CZERWONKA.
Mécaniciens.....	R. HANOCQ.
	R. MICHARD.
Gardiens.....	J. DIAZ.
	L. SOURIMAN.

*Membre honoraire :*

Directeur honoraire..... A. PÉRARD.

---

## ORDRE DU JOUR DE LA SESSION

---

- Ouverture de la session. Quorum.
  - Rapport du Secrétaire du Comité.
  - Rapport du Directeur du Bureau International.
  - Nomination des Commissions.
  - Définition de l'unité de temps.
  - Système international d'unités.  
*g* normal.
  - Comparaisons périodiques de calibres.
  - Comités Consultatifs : prochaines réunions; rôle.
  - Caisse de retraites : Règlement.
  - Rapport de la Commission pour la révision de la Convention du Mètre.
  - Relations avec les autres Organisations internationales.
  - Budget pour 1957 et 1958.
  - Publications du Bureau International.
  - Questions diverses.
-

SESSION DE 1956

---

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL.

Lundi 1<sup>er</sup> octobre 1956.

PRÉSIDENTE DE Mr A. DANJON.

---

La séance est ouverte à 10<sup>h</sup>.

Sont présents : MM. DANJON, ASTIN, BARRELL, BOURDOUN, CASSINIS, ESSERMAN, HOWLETT, KARGATCHIN, OTERO, STULLA-GÖTZ, VÄISÄLÄ, VIEWEG, YAMAUTI et VOLET.

Assistent à la séance : MM. PÉRARD, Directeur honoraire et TERRIEN, Sous-Directeur du Bureau; Mr KARTACHEV, invité.

Excusés : Mr DE BOER, actuellement aux États-Unis d'Amérique, ainsi que Mr SIEGBAHN, souffrant; le Comité décide d'adresser à ce dernier un message de sympathie (1).

Mr le PRÉSIDENT évoque la mémoire de deux Membres honoraires du Comité récemment décédés : J. E. SEARS et E. C. CRITTENDEN. Il demande aux Membres présents d'observer une minute de silence.

---

(1) Mr NUSSBERGER a informé Mr le PRÉSIDENT du Comité, par lettre en date du 27 septembre 1956, qu'étant actuellement malade il ne pouvait assister à la session du Comité; cette lettre, transmise par voie officielle, n'est parvenue que le 24 octobre.

Mr le PRÉSIDENT rappelle le règlement des séances du Comité; le quorum, qui est de 9 Membres, est largement atteint. Il passe par conséquent à l'Ordre du Jour et donne la parole à Mr CASSINIS, Secrétaire du Comité, pour la lecture de son Rapport.

# RAPPORT

## DU SECRÉTAIRE DU COMITÉ

POUR LA PERIODE COMPRISE

ENTRE LE 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1954 ET LE 31 AOÛT 1956.

---

*Décès.* — Depuis notre dernière session, deux de nos Membres honoraires, parmi ceux qui ont porté le plus d'intérêt à notre Institution, sont décédés : J. E. SEARS, puis E. C. CRITTENDEN.

Notre ancien Président, J. E. SEARS, est mort le 21 décembre 1954 à Teddington, Angleterre. Il était entré dans notre Comité en octobre 1930, mais ses rapports avec notre Institution étaient plus anciens. C'est ainsi qu'il avait été délégué du Gouvernement britannique à l'importante Conférence Générale de 1927. Excellent métrologiste, J. E. SEARS laisse une œuvre importante qui sera rappelée dans une Notice spéciale. Son élection à la présidence de notre Comité avait donné lieu à quelques réserves parce que la Grande-Bretagne n'a pas encore rendu obligatoire l'emploi du Système Métrique. Néanmoins, le dévouement et le tact avec lesquels J. E. SEARS a rempli ses hautes fonctions ont rapidement fait l'unanimité à son sujet. Nous pouvons lui être reconnaissants des services qu'il a rendus à notre Bureau International, grâce à sa compétence et à sa haute probité. J. E. SEARS avait donné sa démission pour raison d'âge à l'issue de notre session de 1954.

L'intérêt témoigné par E. C. CRITTENDEN aux problèmes qui se posent au Comité International doit aussi être mentionné tout particulièrement. Dès 1933, notre ancien collègue fut un Membre très écouté du Comité Consultatif d'Électricité et de Photométrie. En juillet 1946, E. C. CRITTENDEN fut élu Membre de notre Comité et depuis lors il ne cessa de nous faire bénéficier de sa grande expérience, aussi bien dans les domaines administratif que scientifique. E. C. CRITTENDEN avait, lui aussi, donné sa démission en octobre 1954. Il est mort le 28 mars 1956.

*Démission.* — Ainsi que nous l'avons déjà annoncé à nos collègues, Mr R. H. FIELD ayant cessé ses fonctions auprès du National Research Council du Canada, a estimé qu'il devait prendre une retraite complète et donner sa démission de Membre de notre Comité. Mr FIELD avait été élu en 1951; il n'a par conséquent pu participer qu'à deux de nos sessions. Néanmoins, le grand intérêt qu'il porte à nos travaux l'avait fait choisir

comme Président du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, et l'on sait que la session tenue par ce Comité en 1953 a marqué un pas décisif vers le futur changement de la définition de l'unité de longueur.

*Élections.* — Le départ de Mr R. H. FIELD a laissé une place vacante que le Comité a comblée en élisant Mr L. E. HOWLETT. Notre nouveau collègue est né en 1904 et il est depuis 1950 Directeur de la Division de Physique Appliquée au National Research Council du Canada, à Ottawa. Ses travaux en optique, en spectroscopie et en thermométrie nous donnent l'assurance que la collaboration de Mr HOWLETT sera très utile au Comité International. Mr HOWLETT est responsable, dans son Pays, des étalons nationaux, y compris ceux d'électricité et de photométrie.

Mr L. E. HOWLETT a aussi été nommé Président du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, en remplacement de Mr FIELD. Ces deux élections ont eu lieu par correspondance et les procès-verbaux établis lors du dépouillement des votes seront, selon l'usage, présentés au Comité International.

*Comités Consultatifs.* — Aucune réunion des Comités Consultatifs n'a eu lieu au cours des deux dernières années. Les consultations auxquelles nous avons procédé auprès de nos collègues nous ont permis de conclure que l'année 1957 serait plus favorable pour la convocation des Comités Consultatifs d'Électricité d'une part et pour la Définition du Mètre d'autre part.

*Mètres du Bureau.* — Au cours de quelques réunions tenues à l'Observatoire de Paris, le bureau de notre Comité a examiné certaines questions dont la solution ne pouvait être différée. Ayant entendu un exposé du Directeur du Bureau International, nous avons décidé de faire retracer les Mètres N° 19 et T 3. Le N° 19 avait un tracé de 1938, mais qui n'avait pas donné entière satisfaction, et le Mètre T 3 avait été tracé en 1891 selon l'ancienne technique. Ces deux Mètres ont été rénovés avec un plein succès et vont être comparés au Prototype international. Le bureau du Comité n'a pas pris de décision définitive quant à la destination future des Mètres T 1 et T 2, dont la valeur métrologique est faible, ni du Mètre à bouts N° 5 qui, depuis 1892, n'a jamais été utilisé. On peut se demander si l'on doit conserver de tels étalons, représentant une si grande valeur intrinsèque, alors que des instruments modernes seraient plus utiles au Bureau International. Le Comité sera consulté sur cette question.

*Caveau des Prototypes.* — La rénovation du Mètre N° 19 a nécessité l'ouverture du caveau des prototypes, qui a eu lieu le 1<sup>er</sup> février 1956 en présence de Mr le Président A. DANJON. A cette occasion, on s'est rendu compte de la nécessité impérieuse de refaire l'installation électrique du caveau et de ses accès. Cette réfection a entraîné un ensemble d'autres travaux, que le Directeur du Bureau mentionnera dans son Rapport, et dont l'achèvement attend certaines décisions du Comité International.

*Logement du Petit Pavillon.* — La question de l'appartement mis à la disposition du personnel du Bureau dans le Petit Pavillon était restée en suspens lors de la dernière session du Comité au cours de laquelle

J. TERRIEN, Sous-Directeur, avait fait part de sa renonciation au droit qu'il avait d'occuper ledit appartement. Ultérieurement, nous avons offert cet appartement à A. BONHOURE, Adjoint, qui a lui-même décliné l'offre qui lui était faite. H. MOREAU, qui est le plus ancien Assistant du Bureau, a ensuite été pressenti et a accepté de loger au Pavillon de Breteuil. Il a été convenu que l'appartement resterait attribué à Mr MOREAU tant qu'il ferait partie de notre personnel.

*Versements des États.* — Malgré un petit nombre de défaillances dans le paiement des contributions, la situation générale reste satisfaisante. Lors de la publication de la Notification des parts contributives pour 1956, on a réparti la contribution du Chili, du Pérou et de l'Uruguay, qui avaient un arriéré de plus de trois années. Au début de l'année 1956, le Chili a d'ailleurs acquitté ses cotisations pour les exercices 1950, 1951, 1952 et une partie de 1953.

Selon l'usage, on a fait figurer dans le tableau des pages 10 et 11 les versements effectués par les États pendant la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 1951 au 31 août 1956.

*Don Unique.* — Au 31 août 1956 la liste, sans doute définitive, des versements effectués par les États s'établit comme suit :

	francs-or
Report de la liste arrêtée au 31 août 1954.....	66 750
Allemagne (Zone Est).....	3 014
Hongrie .....	1 250
Italie.....	6 453
Suisse.....	605
Yougoslavie.....	2 677
<b>TOTAL .....</b>	<b>80 749</b>

Les ressources procurées au Bureau International par le Don Unique auront été très précieuses. A concurrence de 40 230 francs-or, elles ont été utilisées à l'alimentation du Pavillon de Breteuil en courant électrique haute tension et à l'installation d'un poste de transformation. Le reliquat sera consacré à l'acquisition d'un comparateur longitudinal de très haute précision.

*Indications financières.* — Le tableau suivant permet une appréciation de la situation financière du Bureau :

	Actif du Bureau (francs-or).			
	1 <sup>er</sup> janvier 1953.	1 <sup>er</sup> janvier 1954.	1 <sup>er</sup> janvier 1955.	1 <sup>er</sup> janvier 1956.
Fonds disponibles.....	292 291,92	213 344,73	117 578,30	95 629,30
Fonds de réserve.....	32 637,74	32 637,74	—	—
Caisse de retraites .....	46 093,38	27 522,48	40 777,52	37 163,29
Don Unique .....	590,00	16 238,00	39 269,00	40 519,00
<b>TOTAUX.....</b>	<b>371 613,04</b>	<b>289 742,95</b>	<b>197 624,82</b>	<b>173 311,59</b>

VERSEMENTS DES ÉTATS (afférents aux exercices 1951 à 1955).

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS (en francs-or).					DATES DES VERSEMENTS.				
	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.
1. Allemagne { Est.....	3 926	3 926	4 581	4 761	7 713	XII 52	VIII 52	IV 53	VI 54	V 55
{ Ouest.....	7 966	10 821	12 624	13 119	21 590	II 51	III 52	VI 53	III 54	IV 55
2. Amérique (E.-U. d').	13 007	19 867	26 250	27 279	44 310	VIII 51	III 52	II 53	IV 54	IV 55
3. Argentine (Rép.)	2 113	3 066	4 050	4 050	6 578	XI 54	XI 54	V 55*	VII 55	VIII 55
4. Australie.....	1 266	1 409	1 862	1 935	3 581	V 51	I 52	I 53	I 54	—
5. Autriche.....	773	1 202	1 588	1 650	2 765	IV 51	II 52	III 53	II 54	XII 54
6. Belgique.....	1 054	1 599	2 113	2 196	3 489	IX 51	VIII 52	VII 53	XI 54	VI 55
7. Brésil.....				11 659	21 790				II 55	III 55
8. Bulgarie.....	799	1 334	1 762	1 831	2 777	IX 51	III 53	XI 53	III 54	IV 55
9. Canada.....	1 629	2 420	3 198	3 323	6 083	XII 50	XII 51	I 53	XI 53	XI 55
10. Chili.....	647	991	1 310	1 310	2 391	I 56	I 56	II 53	—	—
11. Danemark.....	530	770	1 018	1 058	1 705	II 51	I 52	I 56*	—	IV 55
12. Dominicaine (Rép.)				875	1 560				V 54	VI 55
13. Espagne.....	3 505	5 260	6 950	7 222	11 069	VIII 51	III 54	III 54	IX 54*	VI 55*
14. Finlande.....	500	737	973	1 011	1 596	I 51	I 52	IX 54	V 54	—
15. France et Algérie.....	6 149	9 371	12 383	12 868	20 629	VII 51	XI 52	III 53	IX 54	III 55
16. Hongrie.....	887	1 750	2 312	2 403	3 820	III 51	I 52	V 53	IX 54	XII 55
17. Irlande.....	433	662	875	909	1 478	VII 51	XII 52	XI 52	II 55	III 56*
										III 55
										XII 55

VERSEMENTS DES ÉTATS (afférents aux exercices 1951 à 1955) (suite).

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS (en francs-or).					DATES DES VERSEMENTS.				
	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.
18. Italie.....	5 624	8 547	11 293	11 736	18 524	III 51	VII 52	IV 53	V 54	VII 56
19. Japon.....	15 957	13 733	18 147	18 858	34 073	VIII 51	VII 52	VI 53	VIII 54	VII 55
20. Mexique.....	2 776	4 177	5 518	5 734	10 284	VIII 51	VIII 51 XI 52	I 54	XII 54	I 56
21. Norvège.....	433	662	875	909	1 478	XII 50	XI 51	X 52	XII 53	XI 54
22. Pays-Bas.....	1 226	1 833	2 421	2 516	3 860	XI 51	III 52	IX 53	V 55	V 55
23. Pérou.....	984	1 475	1 949	1 949	3 166	—	—	—	—	—
24. Pologne.....	2 931	4 495	5 940	6 173	9 909	XII 51	II 53	XII 53	IV 54	V 55
25. Portugal.....	937	1 451	1 917	1 992	3 633	III 51	XI 52	IV 53	II 54	II 55
26. Roumanie.....	1 906	2 982	3 940	4 034	6 292	IV 51	VII 52	I 54	IX 54	XI 55
27. Royaume-Uni.....	6 045	9 202	12 159	12 636	20 093	II 51	XII 51	XI 52	XII 53	XII 54
28. Suède.....	854	1 286	1 698	1 765	2 854	II 51	III 52	XII 52	X 53	XI 54
29. Suisse.....	520	801	1 059	1 101	1 876	I 51	IV 52	II 53	V 54	VII 55
30. Tchécoslovaquie.....	1 476	2 285	3 019	3 137	4 954	VIII 52	VIII 52	I 54	VII 54	V 55
31. Thaïlande.....	3 358	3 253	4 298	4 467	6 961	VII 51	VIII 52	XI 53	XI 54	I 56
32. Turquie.....	2 371	3 542	4 681	4 864	8 333	IX 51	VIII 52	VIII 53	VIII 54	X 55
33. U. R. S. S.....	13 007	19 867	26 250	27 279	44 310	IV 51	III 52	IV 53	III 54	III 55
34. Uruguay.....	433	662	875	909	1 500	—	—	—	—	—
35. Yougoslavie.....	1 924	2 959	3 910	4 063	6 726	II 51	VI 52	I 54	X 54	VII 55

\* L'astérisque signale que la contribution correspondante n'est pas soldée.

L'attention avait été attirée, dans les deux précédents Rapports, sur l'amointrissement de l'actif du Bureau, imputable à l'insuffisance de la dotation. Cette évolution défavorable s'est poursuivie jusqu'en 1955, époque à laquelle elle a été freinée par le relèvement, de 175 000 à 300 000 francs-or, de la partie principale de la dotation, conformément à la décision prise par la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures en 1954.

En raison de la situation préoccupante de la Caisse de retraites, le Comité International, dans sa session de 1954, s'est trouvé dans la nécessité de faire l'emprunt, au profit de cette Caisse, de la totalité de l'actif du Fonds de réserve. Cette mesure explique la disparition de ce compte à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1955.

Pour le proche avenir, une stabilisation de la situation financière du Bureau peut être escomptée, à un niveau malheureusement trop bas : six mois de ressources, y compris le portefeuille, en fin d'exercice. De nouvelles adhésions à la Convention du Mètre procureraient une amélioration, permettant du même coup un développement de l'activité scientifique du Bureau. A ce propos, le Comité espère recevoir prochainement la confirmation officielle d'une heureuse information relative à l'adhésion de l'Inde.

Après avoir remercié Mr CASSINIS, Mr le PRÉSIDENT propose de nommer Mr FIELD Membre honoraire du Comité International. Il propose également d'adresser un télégramme de sympathie aux familles de nos deux Membres honoraires décédés. Le Comité approuve ces propositions.

Mr VOLET présente les procès-verbaux du dépouillement des votes qui ont eu lieu par correspondance depuis la session de 1954.

Mr le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à Mr VOLET pour la lecture de son Rapport.

Vu le nombre de pages que comporte ce document, Mr VOLET demande au Comité qu'il lui soit permis de commenter les principaux passages de son Rapport plutôt que d'en faire une lecture complète. La discussion des divers points de détail contenus dans ce Rapport aura lieu au cours des séances des Commissions.

# RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU  
ENTRE LE 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1954 ET LE 31 AOÛT 1956.

---

## I. — PERSONNEL.

Kiyoshi YOSHIÉ, physicien de l'Electrotechnical Laboratory de Tokyo, nous a quittés le 31 mai 1955 après avoir effectué un stage de deux années au Bureau International. Le travail de K. YOSHIÉ, presque entièrement consacré à la photométrie, nous a donné toute satisfaction.

Un autre physicien japonais, Toshiro MASUI, de la Faculté des Sciences de Tokyo, est entré au Bureau le 8 décembre 1955; il est partiellement appointé grâce à une bourse du Gouvernement japonais. T. MASUI participera aux différentes activités du Bureau; il a déjà collaboré à d'intéressants travaux en interférométrie.

F. LESUEUR, calculateur, est en congé depuis le 11 juin 1955 pour lui permettre de remplir ses obligations militaires. Il est remplacé dans cette fonction par le jeune Richard CZERWONKA, qui a débuté le 7 novembre 1955 comme calculateur stagiaire et fait preuve d'application dans son travail.

## II. — BÂTIMENTS.

*Grand Pavillon.* — Après les aménagements importants mentionnés dans le précédent Rapport, on s'est limité à des travaux secondaires.

Il y a lieu toutefois de signaler, dans le sous-sol de ce bâtiment, un pilier de bois important pour la stabilité de quelques pièces de l'appartement du Directeur, et dont la base a dû être consolidée; cette base était pourrie et généralement dissimulée dans la réserve de charbon.

Dans le vestibule d'entrée des bureaux, les plâtres et les menuiseries ont été réparés en tous les points où l'humidité ancienne les avait endommagés. La suppression des coffrages d'un vieux système de chauffage à air a restitué aux murs leur alignement initial. L'installation électrique et la peinture ont été refaites.

En sous-sol, une buanderie a été installée à l'usage des familles habitant au Pavillon de Breteuil.

*Petit Pavillon.* — Des travaux ont été exécutés dans l'appartement de fonction, avant l'emménagement du nouveau titulaire. La fenêtre de la cuisine a été agrandie jusqu'à des dimensions normales. Les installations électriques et sanitaires ont été rénovées. Les peintures et tapisseries ont été refaites à neuf.

La cuisine du logement du gardien a été repeinte.

*Observatoire.* — Dans les deux caveaux abritant les prototypes du Système Métrique, les murs en béton, construits en 1942 pour établir une protection contre les bombardements aériens, avaient conservé leurs surfaces brutes. Afin d'améliorer l'aspect des caveaux, ces murs ont été lissés au ciment. En outre, l'éclairage électrique a été modernisé. Dans le but de combattre l'humidité excessive provenant des couches de terrain avoisinantes, un appareil déshumidificateur a été acquis et expérimenté depuis peu de temps. Il semble que son action doive être efficace. Dans les premiers jours de son fonctionnement, la quantité d'eau extraite de l'air a été de 4 l par jour. Il conviendra de trouver un emplacement définitif pour cet appareil.

Une meilleure apparence a aussi été donnée à l'escalier conduisant aux caveaux grâce à la pose, dans sa partie inférieure, d'un plafond. Les murs de la cage d'escalier ont été peints ou repeints sur toute leur superficie et ce travail a été prolongé jusqu'au faite de l'observatoire. Les accès au coffre-fort des Prototypes n'ont peut-être pas encore la solennité qu'on pourrait souhaiter, mais ils n'ont plus l'aspect délabré que les Membres du Comité International ont si souvent regretté.

En matière de chauffage, il a été nécessaire de remplacer une chaudière du chauffage central, devenue hors d'usage après plus de 20 ans de service. Il en a été de même pour les tuyaux d'évacuation des gaz des poêles auxiliaires de cinq salles d'observation. Une trappe à charbon, mieux située que l'ancienne, a été percée pour rendre plus aisé le déversement du combustible dans la soute de la chaufferie, depuis la cour extérieure.

La peinture a été refaite dans les salles 3 et 14. Dans ces salles, ainsi que dans la salle 4, la distribution électrique a été rénovée. Des éviers avec distribution d'eau ont été installés dans les salles 3 et 7. Cette dernière salle, qui était difficilement utilisable en raison des vestiges qui subsistaient d'installations ayant servi autrefois à P. CHAPPUIS, a été réaménagée. Son sol a été cimenté et revêtu de « gerflex ». Le sol de la salle 8, en parquet de chêne, a aussi été cimenté et a été revêtu de carrelage. Un linoléum a été mis sur le sol du cabinet de photographie. On a repeint les fenêtres du logement du gardien et de trois pièces voisines, en retour sur le Parc.

*Dépendances.* — La grille de clôture et les portes, côté Sèvres, ont été repeintes. Le bâtiment de la menuiserie et de la charbonnerie a été ravalé sur trois faces. Sa toiture a été réparée.

La serre du jardin, qui reste insuffisante pour l'importance des cultures actuelles, a été consolidée et sa verrière démontée et remise à neuf. Le jardin potager a été clôturé et son allée principale cimentée. Sur le côté aval, un mur de soutènement retient maintenant les terres.

Un grand nombre de travaux mentionnés ici ont pu être effectués grâce à la compétence de notre personnel, sans avoir recours à des entreprises étrangères au Bureau.

*Électricité et Téléphone.* — Le transformateur de la cabine haute tension installée en 1953 pour desservir le Pavillon de Breteuil, a été modifié pour abaisser la tension excessive dont souffraient les appareils et les lampes d'éclairage.

Le précédent Rapport signalait l'urgence du remplacement de l'installation téléphonique intérieure. Ce travail a été exécuté et le Bureau dispose maintenant d'un réseau neuf correspondant à ses besoins. Il existe actuellement 24 postes téléphoniques, tous reliés au réseau urbain par deux lignes.

### III. — MACHINES ET INSTRUMENTS.

#### Mètres prototypes.

Le Mètre N° 23 en platine iridié, appartenant à l'Allemagne, a été muni d'un nouveau tracé par les soins de la Société Genevoise et d'autres Mètres nationaux sont aussi à Genève sur le point d'être rénovés. Le succès de cette opération a conduit le bureau du Comité International à reconsidérer la question des Mètres du Bureau et, dans sa réunion du 21 mars 1955 à l'Observatoire de Paris, il a bien voulu approuver mon projet de faire retracer nos Mètres N° 19 et T 3. Le premier avait été retracé en 1938, mais sans grand succès. Quant au deuxième, il possédait encore les traits gravés par TRESCA en 1891. Les deux Mètres viennent de subir cette rénovation et leur étude va être entreprise aussitôt. Il apparaît dès maintenant que le N° 19 possède des traits d'une haute qualité. Ceux de T 3 sont très bons. Ces nouveaux étalons ont été munis d'un trait à l'une de leurs extrémités et de deux traits à l'autre de façon à définir l'unité de longueur, soit à 0° C, soit à 20° C.

Cet enrichissement de notre collection d'étalons était d'autant plus nécessaire qu'à mon avis il ne convient plus de se servir des Mètres T 1 et T 2. Leur forme rectangulaire en rend la manipulation malaisée; de plus, ce qui est grave, leurs traits ne sont pas uniformes. On peut le constater en les pointant avec un fort grossissement. On s'en rend compte aussi par les discordances fréquentes observées dans les comparaisons où intervient l'un de ces Mètres. Je pense que le capital que représentent ces étalons serait mieux utilisé s'il était converti en instruments modernes.

Un autre Mètre, désigné I 2, en platine iridié et en forme de X, est dans notre collection où il reste inutilisable. Son tracé défectueux (voir *figure*, p. 19), qui date de 1881, sur poli mat, a déjà fait retirer I 2 de nos Mètres d'usage. Il est considéré comme pièce historique par suite d'une décision du Comité (*Procès-Verbaux*, 1935, p. 54). Les dernières comparaisons importantes auxquelles il ait participé sont celles de 1936. C'est avec regret que l'on pouvait considérer cette pièce, d'une telle valeur intrinsèque, dormir dans nos coffres alors que le Bureau International arrive si facilement à rénover son équipement. J'avais envisagé de demander au Comité de revenir sur sa décision de 1935 de ne pas retracer I 2, lorsqu'une autre solution m'a paru possible.

Le Mètre I 2, qui fut déclaré « Mètre international provisoire » de 1882 à 1889, a été construit en 1878, par Johnson-Matthey, en même temps que deux autres Mètres I 1 et I 3 qui existent encore dans les collections du Conservatoire National des Arts et Métiers, à Paris, et qui n'ont, eux, aucune valeur historique. J'ai alors consulté Mr L. RAGEY, Directeur du Conservatoire, en vue de procéder à un échange éventuel du Mètre I 2 contre le Mètre I 1. Avec une grande bienveillance pour le Bureau International et une parfaite compréhension de nos besoins, Mr L. RAGEY s'est immédiatement montré favorable à ce projet. Ayant obtenu d'autre part l'autorisation du bureau de notre Comité, j'ai pu procéder, le 23 février 1956, à la remise du Mètre I 2 au Conservatoire National des Arts et Métiers, en échange du Mètre I 1 qui devient la propriété du Bureau International. Ce nouvel étalon a aussitôt été confié à la Société Genevoise afin de recevoir une division millimétrique sur toute sa longueur, ajustée à 20° C. Muni de cette graduation, il nous facilitera l'exécution des vérifications à 20° C qui nous sont presque toujours demandées, à l'exclusion de celles à 0° C. Comme première utilisation, I 1 servira aux expériences définitives pour la détermination de l'intensité de la pesanteur. Dans ce but, on a construit des abouts qui peuvent être fixés aux extrémités de la règle sur les côtés de laquelle on a dû pratiquer quatre petits trous.

La réussite du nouveau tracé de I 1 est à tous points de vue remarquable. La qualité du poli spéculaire et des traits est excellente. La régularité de la division, d'après nos premières mesures, est telle que tous les traits semblent être à leur place à moins d'un demi-micron près. L'ensemble de ces résultats constitue un progrès considérable. Je rappelle, en effet, qu'il y a quelques dizaines d'années, J.-R. BENOÎT estimait que la réalisation d'un Mètre en platine iridié divisé en millimètres devait être considérée comme une impossibilité.

Je signale que pour la rénovation des Mètres N° 19, T 3 et I 1, la Société Genevoise a consenti au Bureau International des conditions de prix très avantageuses dont nous lui sommes reconnaissants.

#### Masses.

Le Kilogramme prototype N° 57, en platine iridié, dont j'ai déjà parlé dans mon précédent Rapport, a été poli et ajusté comme les précédents au Bureau International, par R. HANOCQ sous le contrôle de A. BONHOURE.

Un nouveau Kilogramme en platine iridié a été commandé à Johnson-Matthey, à Londres. Après ajustage et détermination de sa masse par des comparaisons qui pourraient être effectuées avec les six témoins du Kilogramme international, ce prototype serait laissé à la disposition du Bureau International dans le caveau supérieur du dépôt des prototypes. Il ne serait pas utilisé pour les déterminations courantes d'étalons de masse, mais réservé pour des vérifications exceptionnelles ou périodiques à intervalles rapprochés (3 à 5 ans par exemple), des deux prototypes d'usage N°s 9 et 31 du Bureau. Ces vérifications pourraient ainsi être effectuées sans qu'il soit nécessaire de procéder à l'ouverture du caveau des prototypes internationaux (1).

---

(1) Voir : Note sur les prototypes de masse du Bureau International des Poids et Mesures, Annexe 11, p. 142.

### Comparateurs.

Le *comparateur normal* dont j'ai signalé l'installation, il y a deux ans, dans la Salle 4 est maintenant bien au point et donne entière satisfaction (\*). Le mécanisme à main qui permettait de substituer une règle à l'autre sous les microscopes a été remplacé, à titre gracieux, par la Société Genevoise. Ce mouvement s'effectue maintenant au moyen d'un moteur auxiliaire muni d'arrêts automatiques. Les mouvements micrométriques destinés à la mise au point des règles fonctionnent parfaitement. Nous avons demandé au constructeur que ces organes ne soient pas immergés dans l'eau, comme c'est le cas dans les anciens comparateurs. Il est en effet difficile, dans ces conditions, d'éviter quelques grippages des vis ou des glissières.

Une étude particulière a été faite de la circulation de l'eau dans le comparateur normal. Je rappelle que l'eau suit un seul circuit comprenant la pompe et les cuves extérieure et intérieure. La vitesse de l'eau a été augmentée afin que ce circuit s'effectue en 6 minutes environ, c'est-à-dire cinq ou six fois pendant la durée d'une série de mesures. Ceci a nécessité quelques légers changements dans le trajet de l'eau afin de diminuer des pertes de charge, et, surtout, cela nous a conduits à combattre l'élévation de la température de l'eau dont la circulation est, comme on sait, continue. Un serpentin dans lequel s'écoule l'eau de la ville a été placé dans la cuve de la pompe et élimine ainsi les calories fournies par cette dernière. Pour régler le débit de l'eau de refroidissement, on observe la différence de température de l'eau entre son entrée et sa sortie de la cuve de pompage. A cet effet, des thermocouples ont été placés en ces deux points du circuit.

Notre *comparateur à dilatation*, dans lequel les mesures sont plus difficiles, du fait qu'elles ont lieu à des températures éloignées de l'ambiante, pourrait bénéficier des expériences que nous avons faites sur le comparateur normal. La circulation permanente de l'eau et l'immersion des objectifs amélioreraient certainement les observations faites au moyen du comparateur à dilatation. Pour le moment, on s'est borné à remplacer le volumineux appareil servant à alimenter le comparateur en eau chaude, et qui se trouvait dans le couloir transversal de l'observatoire, par un petit chauffe-eau placé dans la salle même du comparateur. Cette salle a été débarrassée du vénérable et désuet dilatomètre de Fizeau qui, depuis plus de 30 ans, n'était plus utilisé.

Le *comparateur Bariquand*, toujours en service pour certaines mesures particulières, est en cours de transformation afin de rendre ses organes de réglage plus accessibles.

### Base géodésique.

Un ruban d'invar de 24 m de longueur nous a été fourni par la Société Métallurgique d'Imphy. Il a été poli près des extrémités et muni, à 0 m et à 24 m, d'une graduation fine effectuée à l'aide de la machine à diviser du Bureau International. Ce ruban est destiné à des mesures comparatives de dilatation qui seront faites dans les Laboratoires nationaux équipés pour ce genre de mesures.

---

(\*) La description de ce nouveau comparateur est donnée à l'Annexe 12, p. 146.

### Divers.

Le Bureau International possède maintenant un suiveur de spot SEFRAM, don de notre Assistant Å. THULIN, qui en est l'inventeur. Cet instrument aura de multiples applications et a déjà rendu des services appréciés en photométrie et en interférométrie.

Nous avons acquis également un galvanomètre SEFRAM, de sensibilité  $10^{-10}$  A/mm, d'une résistance critique de 300 000  $\Omega$ , ainsi qu'un enregistreur double actuellement utilisé dans nos expériences sur la pesanteur et dont les applications pourront aussi être nombreuses.

Deux petits interféromètres Michelson ont été construits dans notre atelier. L'un, destiné à des essais dans l'infrarouge, est en laiton et aluminium; l'autre, en invar, a été conçu spécialement en vue de mesures de l'indice de réfraction de l'air.

Plusieurs lampes à krypton 86, avec ou sans électrodes, nous ont été gracieusement offertes par la Physikalisch-Technische Bundesanstalt. D'autres, au cadmium 114, nous ont été données par l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. Nous devons aussi à la générosité du Professeur G. BOUTRY plusieurs photomultiplicateurs, qui sont d'une grande utilité pour nous.

Signalons encore l'achat d'un thermomètre enregistreur Richard, 0-150° C, à dilatation de liquide, qui permet de mieux suivre le traitement thermique que nous faisons subir aux fils géodésiques.

La batterie d'accumulateurs fixes, de 120 V, a été supprimée. Elle était très fatiguée et pratiquement sans grande-utilité, car tous nos instruments sont maintenant éclairés ou actionnés par le courant alternatif.

Notre consommation d'eau très pure devient de plus en plus importante (point zéro, point triple, densité par rapport à l'eau, métallisation de surfaces, etc.). En 1948, nous nous étions procuré un petit alambic, mais ce procédé lent et onéreux oblige à stocker l'eau distillée, qui, de ce fait, perd en partie sa pureté. Nous avons donc acheté un poste de déminéralisation (type Micron), qui nous permet d'obtenir l'eau dont nous avons besoin, par simple filtration sur un mélange intime de résine cation sulfonique et de résine anion fortement basique. L'appareil a un débit horaire de 20 l et une capacité par cycle d'environ 80 l. On régénère facilement les résines, après les avoir séparées, à l'aide d'acide chlorhydrique et de soude. La qualité de l'eau obtenue est supérieure à celle de l'eau bi-distillée (résistivité de l'ordre de 10<sup>8</sup>  $\Omega$ .cm à 20° C). Le système présente cependant une faiblesse : les bactéries et les éléments pyrogènes ne sont pas enlevés. Actuellement, les constructeurs expérimentent une nouvelle résine qui devrait supprimer ce défaut.

Pour compléter notre installation, nous avons acquis une cellule Philips pour mesurer la résistivité de l'eau en circulation. Associée au « Philoscope » que nous possédions déjà, elle permet de suivre la qualité de l'eau s'écoulant du déminéralisateur.

Une nouvelle installation pour la purification du mercure a été réalisée. Environ 45 kg de mercure ont été lavés et distillés.

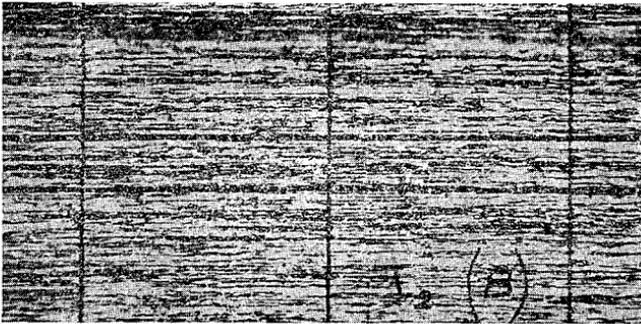
#### IV. — TRAVAUX.

##### Mètres prototypes.

Avant d'échanger le Mètre I 2 contre I 1, nous avons tenu à faire une ultime détermination de ce « Mètre international provisoire ». Il est intéressant de considérer le détail de ces mesures, effectuées par quatre observateurs utilisant chacun un de nos étalons d'usage différent :

CH. VOLET (avec N° 26).....	I 2 = 1 m + 6,24 $\mu$ à 0° C
A. BONHOURE (avec N° 13 C).....	+ 6,15
H. MOREAU (avec N° 19).....	+ 6,18
G. LECLERC (avec T 3).....	+ 6,17
Moyenne.....	I 2 = 1 m + 6,18 $\mu$ à 0° C

Ces résultats sont remarquablement concordants malgré la qualité très médiocre des traits de I 2 (voir *figure*). Il ne faut pas en conclure, comme



Traits du Mètre I 2 (extrémité B;  $\times 62$ ).

on a été tenté de le faire, que la précision des Mètres anciens est aussi bonne que celle des Mètres rénovés. Les Mètres anciens peuvent conduire, dans des conditions déterminées, et à un moment donné, à des résultats très concordants; mais ceux-ci sont souvent en désaccord avec d'autres, obtenus dans des conditions différentes. Ainsi, pour le Mètre I 2, on a successivement trouvé les valeurs suivantes, résultant chacune d'importantes moyennes :

Années.	I 2 à 0° C.
1888-1892.....	1 m + 6,01 $\mu$
1873-1908.....	+ 6,06
1920.....	+ 6,19
1936.....	+ 6,41
1956.....	+ 6,18

Ces variations peuvent être fortuites. Elles pourraient aussi être réelles.

car les traits anciens sont très peu profonds et mal ébarbés. Les examens que l'on a pu faire en prenant des empreintes sont concluants à cet égard. Il en résulte que les traits anciens sont très susceptibles de changer d'aspect, soit momentanément, par suite d'une éventuelle souillure, soit définitivement, si la rébarbe du trait vient à se modifier. A cela, des équations personnelles peuvent s'ajouter si le trait est susceptible d'être « interprété » par l'observateur. Des exemples particulièrement probants de ces diversés aberrations ont depuis longtemps été donnés par nous <sup>(3)</sup>, et nous avons confiance qu'une amélioration substantielle de cet état de choses résultera de la rénovation des prototypes anciens. Nous continuerons donc à recommander cette opération, au moins aux Instituts métrologiques qui désirent atteindre la limite extrême de la précision.

Nous avons déterminé le coefficient de dilatation de I 1 par la méthode relative en utilisant comme références nos Mètres N<sup>os</sup> 19, 13 C et T 3, appartenant à des coulées différentes. La moyenne des résultats très concordants obtenus par trois observateurs est  $\alpha = (8,615 + 0,001804) \cdot 10^{-6}$ . Ce coefficient est en excellent accord avec la valeur présumée, attendu que ce Mètre est formé du même alliage que I 2 et T 3 dont les dilatabilités à 0° C sont respectivement 8,614 et 8,613.  $10^{-6}$ .

Nous avons aussi déterminé l'équation de I 1, avant son retraçage, par comparaison avec les N<sup>os</sup> 19, 26, 13 C. et T 3. Nous avons trouvé :

$$I 1 = 1 m + 0,46 \mu \text{ à } 0^{\circ} C.$$

La mesure effectuée en 1889 avait donné :  $1 m + 0,67 \mu$ .

Au cours des deux années écoulées, nous avons procédé à la vérification de plusieurs prototypes nationaux.

Le Mètre N<sup>o</sup> 23, appartenant à l'Allemagne (zone Ouest), a été déterminé après retraçage. Il a été comparé à trois prototypes d'usage du Bureau. Quatre observateurs ont obtenu les résultats ci-dessous :

A. BONHOURS (avec N <sup>o</sup> 26).....	N <sup>o</sup> 23 = 1 m + 0,38 $\mu$	à 0° C
H. MOREAU (avec N <sup>o</sup> 26).....	+ 0,36	
G. LECLERC (avec T 3).....	+ 0,26	
J. BONHOURS (avec N <sup>o</sup> 13 C).....	+ 0,53	
Moyenne.....	N <sup>o</sup> 23 = 1 m + 0,38 $\mu$	à 0° C

On peut constater qu'un écart assez important (0,27  $\mu$ ) existe entre les valeurs trouvées par deux des observateurs. Une fois de plus, nous l'attribuons au fait que nous manquons de bons étalons d'usage. Le retraçage de certains d'entre eux, que j'ai mentionné ci-dessus, va remédier définitivement à cet état de choses.

Le Mètre N<sup>o</sup> 23 possède deux traits principaux dont la distance est ajustée à 0° C. Des traits auxiliaires, situés de part et d'autre des traits principaux, à la distance d'environ 173  $\mu$ , permettent de définir deux étalons du mètre ajustés à 20° C. Nous avons mesuré la valeur des intervalles auxiliaires correspondants et, compte tenu de la dilatation admise de la règle entre 0 et 20° C (173,14  $\mu$ ), nous en avons déduit que les Mètres ajustés à 20° C avaient respectivement les valeurs suivantes, en appe-

---

(<sup>3</sup>) Voir : Les Mètres prototypes du Bureau International, *Travaux et Mémoires B. I. P. M.*, t. 21, p. 83.

lant N° 23 A le Mètre dont l'une des extrémités est le trait principal à l'extrémité A de la règle :

$$\text{N}^{\circ} 23 \text{ A} = 1 \text{ m} + 0,76 \mu \text{ à } 20^{\circ} \text{ C}$$

$$\text{N}^{\circ} 23 \text{ B} = 1 \text{ m} + 0,50 \mu \text{ à } 20^{\circ} \text{ C}$$

Les prototypes nationaux N° 16 (Royaume-Uni) et N° 18 (Allemagne, zone Est) ont été mesurés au Bureau avant d'être retracés. Quatre observateurs, opérant chacun avec un de nos étalons d'usage, ont obtenu en moyenne :

$$\text{N}^{\circ} 16 = 1 \text{ m} - 0,67 \mu \text{ à } 0^{\circ} \text{ C}$$

$$\text{N}^{\circ} 18 = 1 \text{ m} - 1,72 \mu \text{ à } 0^{\circ} \text{ C}$$

Voici, à titre indicatif, le relevé des valeurs successives, à 0° C, de ces deux Mètres dont le tracé est maintenant effacé :

1889.....	N° 16 = 1 m - 0,59 μ	1889.....	N° 18 = 1 m - 1,17 μ
1922.....	— 0,66	1901.....	— 1,46
1932.....	— 0,79	1922.....	— 1,58
1933.....	— 0,70	1934.....	— 1,50
1934.....	— 0,64	1956.....	— 1,72
1949.....	— 0,56		
1956.....	— 0,67		

On remarque que le Mètre N° 16 a, dans l'ensemble, conduit à des résultats concordant d'une manière satisfaisante. Le Mètre N° 18, au contraire, semble avoir subi une évolution que l'on a attribuée, au début, à une chute qu'il avait faite. Il ne nous paraît pas impossible que la cause du raccourcissement observé soit plutôt une altération progressive de l'aspect des traits.

Je ne cite ici que pour mémoire les mesures effectuées par quatre observateurs sur le Mètre national américain N° 27. Ces comparaisons ne pourront être complètement réduites qu'après la détermination de nos Mètres N° 19 et T 3 par rapport au Prototype international. Dès maintenant, nous sommes assurés que le résultat final de cette nouvelle mesure sera très voisin des valeurs précédemment admises.

### Longueurs diverses.

(A. BONHOURE, G. LECLERC, G. GIRARD).

*Règles.* — L'équation de la règle N° 351 en acier à 58 % de nickel, appartenant à la Société Genevoise, a été redéterminée; le résultat obtenu : 1 m — 7,36 μ à 20° C confirme le raccourcissement régulier de cet étalon, dont la longueur était de 1 m — 3,26 μ en 1940, puis de 1 m — 5,87 μ en 1949.

La règle N° 122 R, également à 58 % de Ni, qui équipe notre machine à mesurer, a été comparée au prototype T 3; sa nouvelle valeur indique aussi un raccourcissement, mais assez faible, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

1912.....	N° 122 R = 1 m + 10,52 μ à 0° C
1934.....	+ 8,13
1941.....	+ 7,51
1955.....	+ 6,50

On a refait l'étalonnage des traits décimétriques de cette règle et obtenu des résultats en bon accord avec ceux de 1912. La mesure de son coefficient de dilatation, faite à trois reprises différentes, a conduit aux résultats suivants :

1912.....	$\alpha_{20} = 11,502 \cdot 10^{-6}$
1941.....	11,571
1956.....	11,554

La règle N° 128 R, en acier à 43 % de nickel, appartenant au Service des Poids et Mesures de Bulgarie, n'avait pas été vérifiée depuis 1909. Une nouvelle étude de cette règle a donné les résultats suivants, comparés à ceux de 1909 :

	N° 128 R à 0° C.	$\alpha_{20} \cdot 10^6$ .
1909.....	1 m — 7,10 $\mu$	8,048
1956.....	— 10,16	8,061

L'instabilité, une nouvelle fois constatée, de la longueur des règles en acier au nickel, même contenant une forte proportion de nickel, est un sujet de déception pour nous. Il avait en effet paru, d'après les premières recherches de Ch.-Éd. GUILLAUME, que les alliages de cette catégorie arriveraient progressivement à une stabilité relative. L'expérience montre au contraire, qu'après un demi-siècle, le taux de variation de nos étalons en acier-nickel s'est à peine atténué. Ceci ne manque pas de présenter quelques inconvénients et nous projetons de remplacer certaines de nos règles par d'autres, soit en nickel pur, soit en acier nickelé selon la technique mise au point par la Société Genevoise. En même temps, nous nous orienterions vers un emploi plus généralisé de l'ajustage à 20° C, au lieu de celui à 0° C.

Le Bureau a encore eu à étudier un groupe de deux réglettes (100 mm et 400 mm) destinées à équiper une machine à mesurer SIP à deux coordonnées, commandée par l'Autriche; cette étude a dû être répétée sur un second groupe, les deux réglettes du premier groupe ayant été malencontreusement détériorées au cours de leur transport de retour. Pour les étalons de 100 mm, on a seulement mesuré les longueurs totales, tandis que pour ceux de 400 mm on a effectué aussi l'étalonnage des traits décimétriques et déterminé les coefficients de dilatation. Ces réglettes sont en acier recouvert par galvanoplastie d'une couche relativement épaisse de nickel (0,4 à 0,8 mm), sur laquelle les traits de la division sont d'une qualité exceptionnelle.

A l'occasion de l'étude de ces réglettes, nous avons été conduits à redéterminer l'équation de notre double décimètre 1 R par comparaison avec le Mètre T 4.

*Étalons à bouts.* — Quelques étalons à bouts ont été soumis à notre contrôle :

Trois broches de 1 m, en acier, à faces terminales planes, pour la « Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée »;

Treize broches en invar, à faces terminales plane et sphérique, de longueurs comprises entre 0,83 et 2 m, pour le « Commissariat à l'Énergie Atomique » français.

A la demande de la Société « La Précision Mécanique », nous avons

vérifié à nouveau la longueur d'une broche en acier de 1 m, à bouts sphériques, qui avait été mesurée, à titre de contrôle, dans plusieurs établissements industriels français. Nous avons remesuré cette broche par la méthode « des abouts », par comparaison à notre règle à traits N° 112, puis par comparaison à l'une de nos broches étalons à l'aide de notre machine à mesurer; nous avons obtenu la valeur  $1\text{ m} - 0,9\ \mu$  à  $20^{\circ}\text{C}$ , à rapprocher de la valeur  $1\text{ m} + 0,5\ \mu$  obtenue en 1953.

*Règles et fils géodésiques.* — Une nouvelle détermination, effectuée en décembre 1954, de la règle de 4 m,  $I_5$ , en invar, qui est à la base de nos mesures de fils géodésiques, a confirmé sa lente évolution qui se traduit actuellement par un allongement d'environ  $1\ \mu$  par an. La règle de 1 m, N 1, également en invar, que nous utilisons pour étalonner la règle  $I_5$ , a été déterminée en décembre 1954 et en janvier 1956. Ces mesures ont confirmé la stabilité de N 1, qui a déjà été signalée maintes fois dans ces Rapports parce qu'elle présente un caractère exceptionnel et qu'elle reste inexplicée. Cependant, quoique l'allongement séculaire de l'invar se vérifie le plus souvent sur les fils géodésiques que nous mesurons, nous avons observé qu'une série de fils de 24 m (Carpentier N°s 1148, 1149, 1150) mesurés cinq fois de novembre 1938 à avril 1956, présentait aussi une stabilité inaccoutumée; les valeurs successives de ces fils ne s'écartent que de  $20\ \mu$  au maximum par rapport à leurs moyennes. En découvrant le rôle essentiel du carbone sur la stabilité des aciers au nickel, Ch.-Éd. GUILLAUME n'a certainement pas épuisé le sujet. Des études seraient encore nécessaires, qu'il n'est pas possible d'entreprendre actuellement au Bureau.

Les mesures de la première base qui fut installée dans le sous-sol de notre observatoire étaient faites à l'aide d'une règle de 4 m en invar,  $I_4$  (section en H de 4 cm de côté), qui fut abandonnée, à partir de 1925, à cause de sa trop grande flexibilité et remplacée par la règle  $I_5$  (section en H de 5 cm de côté). Cette règle  $I_4$ , dont la première détermination remonte à l'année 1904, n'avait pas été mesurée depuis plus de 30 ans. Nous avons effectué, en décembre 1955, une étude rapide de cette règle qui nous a permis de compléter sa courbe d'allongement. En 51 ans, la longueur de  $I_4$  a varié de  $+ 80\ \mu$ , tandis que la règle  $I_5$  s'est allongée de  $43\ \mu$  en 43 années.

J'ai donné dans mon précédent Rapport les résultats des premières mesures qui avaient été effectuées avec le nouveau dilatomètre de 24 m. Nous avons continué à utiliser cet instrument et son fonctionnement nous donne entière satisfaction.

Le ruban d'invar de 24 m dont j'ai parlé au début de ce Rapport a déjà été étudié au Bureau International à l'aide de ce dilatomètre et au National Bureau of Standards, à Washington, par une méthode tout à fait différente. Le ruban est maintenant au National Physical Laboratory, à Teddington, où il sera aussi étudié.

Je rappelle que notre appareil se compose d'une cuve de petite section, qui épouse la courbure du ruban tendu mais librement suspendu; la cuve comporte une double paroi dans laquelle on établit une circulation d'eau à température contrôlée (voir *Procès-Verbaux*, 1954, Annexe 10, p. 167); le ruban est étudié dans l'air. Au National Physical Laboratory, ce ruban est placé dans une cuve rectiligne, mais d'assez grandes dimensions transversales, et il baigne dans de l'eau en circulation dont on peut faire varier

la température. Au National Bureau of Standards, l'étude de la dilatation comprend deux opérations distinctes : dans la première, on détermine le coefficient de température de la résistance électrique du ruban enroulé et placé dans une étuve; dans la seconde opération, un courant électrique continu traverse le ruban tendu pour l'élever à la température voulue. Cette température est déduite de la résistance électrique du ruban mesurée par une méthode potentiométrique (voir *J. Research N. B. S.*, 50, 1953, p. 179). Dans les trois appareils, les variations de longueur du ruban sont observées avec des microscopes micrométriques.

Les résultats moyens obtenus jusqu'à présent sont les suivants :

		$\alpha_{25} \cdot 10^6$ .
B. I. P. M. ....	$\alpha = (0,325 + 0,00145 t) \cdot 10^{-6}$	+ 0,397
N. B. S. ....	$\alpha = (0,400 + 0,00022 t) \cdot 10^{-6}$	+ 0,412

Si l'on calcule l'allongement du ruban entre 10 et 40° C, on trouve respectivement :

B. I. P. M. ....	+ 286 $\mu$
N. B. S. ....	+ 297 $\mu$

ce qui nous semble tout à fait satisfaisant. Les observations ont été faites à Sèvres entre 5 et 40° C et à Washington entre 12 et 42° C.

On a aussi mesuré la longueur du ruban dans les deux Laboratoires. Après élimination des observations qui avaient été faites immédiatement avant et après les mesures de dilatation effectuées au Bureau International, on a obtenu les valeurs suivantes :

	B. I. P. M.	N. B. S.
6/18 juin 1955. ....	24 m + 237 $\mu$	
18/25 juillet 1955. ....		24 m + 207 $\mu$
6/7 mars 1956. ....		+ 187
9/15/18 mai 1956. ....	+ 212	
Moyennes .....	<u>24 m + 224 <math>\mu</math></u>	<u>24 m + 197 <math>\mu</math></u>

Ces moyennes sont à peu près comparables, même si le ruban n'est pas très stable, puisqu'elles se situent dans le temps à des époques moyennes très voisines (27 novembre 1955 pour le B. I. P. M. et 13 novembre 1955 pour le N. B. S.). On en déduit que les valeurs trouvées à Washington sont plus faibles que celles trouvées à Sèvres :

$$N. B. S. - B. I. P. M. = - 27 \mu,$$

soit un écart de  $1,1 \cdot 10^{-6}$  en valeur relative.

Je rappelle que des comparaisons internationales de bases géodésiques ont été faites dans le passé à l'aide de fils d'invar de 24 m de longueur et n'ont jamais donné entière satisfaction. Les plus récentes, effectuées en octobre/décembre 1951 avec un groupe de fils appartenant au Bureau International et à l'Institut Géodésique de Finlande, avaient conduit au résultat suivant (\*) :

$$I. G. F. - B. I. P. M. = + 29 \mu,$$

soit un écart de  $1,2 \cdot 10^{-6}$  en valeur relative.

(\*) *Procès-Verbaux du Comité International des Poids et Mesures, XXIII-A, 1952, p. 42.*

Après un examen approfondi des techniques utilisées de part et d'autre, on a conclu que cette différence devrait être ramenée à  $\pm 20 \mu$  pour tenir compte du fait que la traction avait été appliquée aux fils dans des conditions différentes à Sèvres et à Helsinki.

Les comparaisons de fils géodésiques faites de 1931 à 1935 entre le Bureau International, le National Physical Laboratory (Royaume-Uni), le Bureau National des Mesures (Pologne), le National Bureau of Standards (États-Unis d'Amérique), le National Research Council (Canada) et le Geodetic Survey (Canada), s'étaient étendues sur de longues périodes, ce qui avait rendu difficile l'interprétation des résultats. Il semble que le développement considérable de l'aviation commerciale permettrait aujourd'hui d'organiser de nouvelles comparaisons dans des conditions bien meilleures. Le transport des instruments étant beaucoup plus rapide, les mesures pourraient être effectuées à des époques très rapprochées dans les différents Laboratoires, ce qui éliminerait en grande partie l'incertitude provenant de l'instabilité des étalons. D'autre part, les instruments ne seraient pas exposés à des températures extrêmes, ni soumis à de multiples manipulations, comme au temps où ils empruntaient obligatoirement les voies maritime ou ferroviaire.

Nous pensons, d'autre part, que ces mesures devraient être faites sur des rubans plutôt que sur des fils, afin d'éviter les erreurs de torsion axiale auxquelles on s'expose avec ces derniers et que nous avons récemment mises en évidence (5).

Le nombre des déterminations d'étalons géodésiques marque une nette recrudescence. Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1954 nous avons étudié plus de 200 fils ou rubans de différentes longueurs (4, 6, 8, 12, 20, 24 m) appartenant à des institutions publiques ou privées de Belgique, Chine, France, Pologne, Portugal, Yougoslavie. Afin de satisfaire toutes les demandes, nous avons dû étuver successivement deux livraisons de fil d'invar (18° et 19°) représentant 143 kg d'alliage, et dès maintenant nous étudions des échantillons de fil en vue de l'étuvage prochain d'une 20<sup>e</sup> livraison.

Cette intense activité dans la mesure des fils géodésiques, qui se manifeste depuis le mois de novembre 1955, semble devoir se prolonger, autant qu'on peut le prévoir, jusqu'à la fin de l'année 1957. Quoique ces études apportent au Bureau International un supplément de ressources non négligeable sous la forme de taxes d'étude, elles nous causent cependant une gêne certaine dans l'exécution d'autres travaux que nous ne saurions remettre indéfiniment. Le seul moyen d'améliorer cet état de choses, s'il devait se prolonger, serait d'engager du personnel supplémentaire.

#### Masses et densités.

(A. BONHOURE, G. GIRARD).

*Kilogrammes prototypes.* — Nous avons déterminé d'avril à juin 1955 la masse de deux nouveaux Kilogrammes prototypes : le N° 56, construit par Oertling, à Londres, appartenant à l'Afrique du Sud, et le N° 57, ajusté au Bureau International et non encore attribué. Nous avons constitué à cet effet un petit groupe d'étalons en platine iridié comprenant, outre

---

(5) Voir : A. BONHOURE, *Bull. Géodésique*, mars 1956, n° 39, p. 74.

es prototypes ci-dessus, les Kilogrammes N<sup>os</sup> 9, 31 et C, appartenant au Bureau International, et le prototype N<sup>o</sup> 25 appartenant à l'Observatoire de Paris, actuellement en dépôt à Sèvres. Ces six Kilogrammes ont été comparés deux à deux dans toutes les combinaisons possibles à l'aide de la balance Rueprecht N<sup>o</sup> 1. Nous avons pris pour références les Kilogrammes N<sup>os</sup> 9, 25 et 31, qui ont été comparés ces dernières années à deux témoins du Prototype international et dont les valeurs sont les plus sûres. Nous en avons déduit la masse des autres Kilogrammes, à savoir :

N <sup>o</sup> 56.....	1 kg + 0,183 mg
N <sup>o</sup> 57.....	— 0,066
C.....	+ 0,195

*Étalons divers.* — Le Bureau International possède quelques Kilogrammes secondaires dont nous suivons l'évolution depuis plus ou moins longtemps. En septembre 1955, des comparaisons ont été faites entre les Kilogrammes suivants :

		Composition.
N2.....	Acier inoxydable	Cr 20 %, Ni 20 %
N3.....	» »	Cr 20 %, Ni 20 %
U.....	» »	Cr 20 %, Ni 10 %
U4.....	» »	Cr 20 %, Ni 10 %
B9.....	Baros (recuit sous vide)	Cr 9 %, Ni 86 %, Mn 3 %

Chacun de ces Kilogrammes a été, en outre, comparé aux étalons N<sup>os</sup> 9 et 31. Les valeurs issues de ce groupe de mesures et celles qui ont été obtenues précédemment sont reproduites ci-après :

*Kilogrammes secondaires du Bureau International*  
(excès sur la valeur nominale).

		N 2.	Δ.			N 3.	Δ.
Déc. 1950.....		+ 0,23 mg	— 0,03	Avril 1951.....		+ 0,16 mg	+ 0,02
Janv. 1952.....		+ 0,31	+ 0,05	Janv. 1952.....		+ 0,17	+ 0,03
Sept. 1955.....		+ 0,23	— 0,03	Sept. 1955.....		+ 0,08	— 0,06
	Moy.....	+ 0,26 mg			Moy.....	+ 0,14 mg	
		U.	Δ.			U 4.	Δ.
Déc. 1941.....		+ 0,17 mg	— 0,07	Nov. 1950.....		— 0,64 mg	0,00
Avril 1943.....		+ 0,25	+ 0,01	Janv. 1952.....		— 0,60	+ 0,04
Mai 1944.....		+ 0,26	+ 0,02	Sept. 1955.....		— 0,68	— 0,04
Oct. 1944.....		+ 0,24	0,00		Moy.....	— 0,64 mg	
Oct. 1945.....		+ 0,23	— 0,01				
Mai 1947.....		+ 0,32	+ 0,08				
Oct. 1947.....		+ 0,21	— 0,03				
Janv. 1949.....		+ 0,27	+ 0,03				
Juin 1951.....		+ 0,27	+ 0,03				
Sept. 1955.....		+ 0,21	— 0,03				
	Moy.....	+ 0,24 mg					

	B9.	Δ.
Sept. 1921.....	+ 2,28 mg	+ 0,11
Fév. 1924.....	+ 2,26	+ 0,09
Mars 1927.....	+ 2,14	- 0,03
Nov. 1930.....	+ 2,11	- 0,06
Mars 1934.....	+ 2,09	- 0,08
Nov. 1941.....	+ 2,13	- 0,04
Avril 1943.....	+ 2,16	- 0,01
Oct. 1944.....	+ 2,16	- 0,01
Mars 1949.....	+ 2,18	+ 0,01
Mars 1951.....	+ 2,23	+ 0,06
Sept. 1955.....	+ 2,15	- 0,02
Moy. ....	+ 2,17 mg	

Toutes ces valeurs n'ont pas la même précision; on peut dire cependant qu'aucune de ces pièces n'accuse une variation certaine dans le cours du temps. Nous pouvons donc continuer à conseiller ces alliages aux institutions qui désirent acquérir de bons étalons relativement peu coûteux.

Je signalerai enfin les déterminations courantes suivantes :

— masse et volume de deux Kilogrammes en acier inoxydable, l'un pour la « Shell Petroleum Co Ltd. », à Londres, l'autre pour le Gouvernement Yougoslave;

— masse d'un Kilogramme en laiton doré (Administration des Monnaies, à Stockholm) et d'une pièce de 1 g en platine iridié (École des Hautes Études Techniques de Delft);

— volume d'un corps en verre appartenant au Bureau Fédéral des Poids et Mesures, à Vienne.

*Comparaisons internationales de la densité d'un cylindre.* — J'ai signalé dans mes Rapports précédents (1952, p. 48 et 1954, p. 31) qu'un cylindre en acier inoxydable, d'une masse voisine d'un kilogramme, avait été envoyé dans différents Laboratoires nationaux pour que sa densité y soit déterminée. Le National Physical Laboratory, à Teddington, a bien voulu à son tour participer à cette confrontation internationale pendant l'été et l'automne 1955. Le cylindre est actuellement au National Bureau of Standards, à Washington, et sera envoyé ensuite au National Research Council, à Ottawa, avant de revenir à Sèvres.

Jusqu'à maintenant, les résultats suivants ont été obtenus. Ils sont calculés en utilisant les tables de densité de l'eau de Chappuis :

Dates.	Laboratoires.	Températures des mesures. (°C).	Densité à 20° C. (g/cm <sup>3</sup> ).
juin 1952...	B. I. P. M. (Sèvres)	19,4	7,832 44
été 1952...	P. T. R. (Berlin)	19,7 à 21,1	7,832 39
mars/mai 1953...	C. C. M. I. M. (Moscou)	21,0	7,832 49
octobre 1953...	B. I. P. M.	19,3	7,832 44
novembre 1954...	B. I. P. M.	18,9	7,832 41
été/automne 1955...	N. P. L. (Teddington)	19,8 à 20,9	7,832 43
avril 1956...	B. I. P. M.	20,6	7,832 49

*Densité relative du mercure et de l'eau.* — Le programme très chargé des déterminations demandées au Bureau International n'a pas permis d'achever la recherche dont j'ai exposé le but dans mon précédent Rapport. Des expériences préliminaires ont cependant été faites et une technique mise au point. Les premiers picnomètres que nous avons utilisés ont dû être remplacés par d'autres, plus robustes. Cette étude sera reprise aussitôt que possible.

### **Thermométrie.**

(H. MOREAU, M. GAUTIER, G. LECLERC, G. GIRARD).

*Thermomètres à mercure en quartz fondu.* — La vérification périodique de la position du point zéro de nos thermomètres en quartz fondu, dont certains ont déjà 20 ans d'âge, confirme la stabilité de l'échelle de ces thermomètres. Quelques-uns de ces thermomètres ont fait par ailleurs l'objet d'observations systématiques au National Physical Laboratory, à Teddington.

Il reste très difficile de réaliser des progrès dans la fabrication des tiges thermométriques en quartz fondu. Des essais sont actuellement effectués par une société anglaise en liaison avec le National Physical Laboratory. La mise en œuvre de nouvelles techniques permet d'espérer une prochaine amélioration de la qualité des tubes capillaires.

*Études diverses.* — Les études entreprises en vue de doter notre Bureau des installations qui doivent lui permettre de réaliser l'Échelle Internationale de Température, au moins dans le domaine des températures moyennes, ont été poursuivies. Une chaudière à soufre a été commandée après que nous eûmes procédé au choix d'un métal (« nical H » des Acieries d'Imphy) suffisamment inattaquable.

Nos essais de réalisation d'un nouveau manobaromètre n'ont pas encore abouti à un résultat satisfaisant.

Douze thermomètres à mercure ont été soumis au Bureau International pour étude complète ou partielle; dix de ces thermomètres appartiennent à des laboratoires français et deux à un laboratoire finlandais.

*Thermistances.* — J'avais déjà mentionné ces instruments assez nouveaux dans mon précédent Rapport. Depuis lors, nous avons acquis une vingtaine de ces thermistances, de provenances diverses, et nous avons contrôlé leur stabilité en mesurant périodiquement leurs résistances (tous les deux mois au début, puis tous les cinq mois). Nous utilisons pour cela de nombreuses cellules à point triple de l'eau, en pyrex; nous avons constaté à cette occasion que l'eau enfermée depuis deux ans dans ces cellules était demeurée suffisamment pure pour que la température d'équilibre obtenue soit restée constante à quelques dix-millièmes de degré près.

A titre documentaire, nous avons préparé en juin 1954 une cellule en pyrex, du type à point triple, contenant de l'eau pure et de l'air à la pression atmosphérique normale, et constituant ainsi un « point zéro » scellé; celui-ci a conservé depuis cette époque une stabilité comparable à celle d'un « point triple » classique.

L'étude de l'influence du courant électrique sur la valeur des thermi-

stances a été continuée, ainsi que celle de leur comportement après maintien à basse température. Nous estimons que ces études doivent être poursuivies avec régularité pendant quelque temps encore avant de pouvoir en tirer des conclusions utiles.

### Gravimétrie.

(Å. THULIN).

Diverses circonstances n'ont pas permis de terminer comme je l'espérais, avant cette session du Comité International, la mesure absolue de  $g$ , actuellement en cours. Les derniers perfectionnements apportés à notre installation semblent devoir nous donner toute satisfaction. Nous avons pu améliorer le vide en réduisant le volume de la cloche où se produit la chute de la règle; la pression peut maintenant être abaissée jusque vers  $5 \cdot 10^{-5}$  mm Hg.

Le déclenchement rythmé des éclairs a été réalisé avec succès. La durée des éclairs est d'environ 0,1 à 0,2  $\mu$ s et leur cadence est régulière à mieux que 0,1  $\mu$ s.

Comme je l'ai mentionné au début de ce Rapport, le Mètre I 1 en platine iridié va servir à effectuer les chutes définitives. L'emploi d'une règle de 1 m, au lieu des précédentes règles de 1,25 et 1,28 m, est une circonstance défavorable à la précision. Ce désavantage sera compensé par la plus grande perfection de la règle.

Un dispositif photoélectrique a été installé à l'intérieur de la cloche pour enregistrer les déviations éventuelles de la règle par rapport à la verticale, pendant la chute. Des thermocouples ont aussi été installés à l'intérieur de la cloche pour permettre de connaître la température de la règle au moment de sa chute.

Nous pensons maintenant que tout est prêt pour procéder aux expériences définitives. Quels que soient les résultats que nous obtiendrons, je crois que nos recherches ne devraient pas être abandonnées et qu'il serait intéressant de les poursuivre avec une autre méthode. Je me permets à ce sujet d'attirer l'attention sur la méthode balistique, que j'ai appelée « méthode des deux stations » (*Comptes Rendus Acad. Sc.*, 224, 1947, p. 1815). Une bille est lancée de bas en haut et l'on observe ses passages en deux stations. La mesure de la distance verticale de celles-ci et des temps de transit de la bille permet de calculer  $g$ . Le fait que le mouvement est observé dans le sens ascendant, puis descendant, confère à la méthode un intérêt exceptionnel. Il en résulte en effet une élimination, partielle ou totale, de nombreuses causes d'erreur. J'ajoute que l'expérience que nous avons acquise dans ce genre de recherches, ainsi que le matériel dont nous disposons déjà, nous permettraient d'aborder cette détermination avec les meilleures chances de succès.

### Électricité.

(M. GAUTIER, G. LECLERC).

*Comparaisons internationales.* — Les comparaisons périodiques des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice ont été effectuées

en juillet 1955. Neuf laboratoires étaient représentés :

D. A. M. G.	Berlin
P. T. B.	Braunschweig
N. B. S.	Washington
N. R. C.	Ottawa
L. C. I. E.	Fontenay-aux-Roses
E. T. L.	Tokyo
N. P. L.	Teddington
I. M.	Leningrad
B. I. P. M.	Sèvres

Les derniers étalons sont arrivés à la fin du mois de juin 1955 et nous avons pu commencer nos mesures le 27 juin; elles se sont poursuivies jusqu'au 12 août.

Comme par le passé, les piles étalons d'un même laboratoire ont été réunies pour former un groupe traité par la suite comme un tout; par exception, les piles envoyées par l'Institut de Métrologie Mendéléév ont été, vu leur nombre (12), réparties en deux groupes. Tous ces groupes ont été comparés entre eux suivant le schéma « en roue » adopté en 1953. La précision obtenue est de quelques dixièmes de microvolt, ce qui est très satisfaisant. Les détails des mesures et des calculs ont été communiqués aux Laboratoires intéressés (voir Annexe 9, p. 129). Les résultats obtenus sont les suivants :

*Écarts des unités nationales de force électromotrice par rapport à l'unité conservée au B. I. P. M.*

Allemagne	{ D. A. M. G. ....	+ 0,5 $\mu$ V
	{ P. T. B. ....	+ 0,6
Amérique (E.-U.)	.....	- 0,7
Canada	.....	- 2,4
France	.....	- 1,8
Japon	.....	- 2,0
Royaume-Uni	.....	+ 4,5
U. R. S. S. (*)	.....	-

(\*) Par suite de l'impossibilité de remporter le groupe de l'I. M. en temps voulu à Leningrad, les résultats de l'U. R. S. S. n'étaient pas encore connus à la date de l'établissement de ce Rapport. On trouvera à l'Annexe 9, Tableau V p. 137, la position de l'unité de l'U. R. S. S.

Les étalons de résistance ont également été comparés entre eux suivant le même schéma « en roue ». Pour les Laboratoires qui ont envoyé plus de deux bobines de résistance, des mesures préliminaires ont permis de sélectionner deux étalons principaux, qui ont participé directement aux comparaisons internationales proprement dites. Les étalons secondaires restants ont ensuite été soigneusement rattachés aux étalons principaux du même laboratoire, de telle sorte que leur valeur est également bien connue.

Tous les étalons étant munis de prises de potentiel, la précision obtenue est meilleure cette année que les années précédentes; elle est de l'ordre du dixième de microhm.

Ces comparaisons, qui ont également fait l'objet d'un Rapport adressé

aux Laboratoires intéressés (voir Annexe 8, p. 120), ont conduit aux résultats suivants :

*Écarts des unités nationales de résistance par rapport à l'unité conservée au B.I.P.M.*

Allemagne	{ D.A.M.G.....	+ 20,9 μΩ
	{ P.T.B.....	+ 2,0
Amérique (E.-U.).....		0,0
Canada.....		— 5,2
France.....		— 6,2
Japon.....		— 0,2
Royaume-Uni.....		— 3,4
U.R.S.S.....		+ 2,0

*Études diverses.* — La Section d'électricité a déterminé la valeur d'une résistance Tinsley N° 109 033, de  $1 \Omega$ , appartenant au Koninklijke-Shell Laboratorium, Amsterdam, ainsi que ses coefficients thermiques. Un potentiomètre « Leeds et Northrup » N° 1 034 972, appartenant au Directorate of Procurement, Central Air Material Area, à Châteauroux, a été étalonné.

Enfin, chaque année, la Section d'électricité assure l'entretien et l'étude de ses étalons et instruments, et de ceux utilisés par la Section de photométrie.

*Ohms étalons en métaux purs.* — Bien que la fabrication d'étalons matériels de l'ohm avec des métaux nobles très purs ait déjà été entreprise dans d'autres laboratoires sans avoir donné, semble-t-il, des résultats très satisfaisants, nous avons tenté de la reprendre, car nous sommes persuadés qu'elle garde tout son intérêt.

Pour réaliser des conditions thermiques bien définies, nous avons résolu d'enfermer les « ohms » dans une cellule pour point triple de l'eau, dont tous les éléments, supports et enveloppes, ont été fabriqués en verre pyrex.

Dans une première étape, nous avons essayé de construire un étalon à fil de platine et un étalon composé de mercure dans un tube de pyrex (en prévision de la réalisation ultérieure d'un ohm à mercure dans un tube de quartz).

Le fil de platine a été fourni par le Comptoir Lyon-Alemand, à Paris. Il est du type habituellement utilisé pour les thermomètres à résistance de premier ordre; son diamètre est de 0,5 mm et sa pureté répond au critère  $\frac{R_{100}}{R_0} > 1,391$ .

Le fil est bobiné sur une double hélice (afin de réduire la self-induction) entre deux manchons de pyrex, dont l'un porte les rainures dans lesquelles le fil est logé. Les deux manchons, soudés à leurs parties supérieures et inférieures, constituent un récipient hermétiquement clos rempli d'argon à la pression atmosphérique.

Notre étalon étant du type « à quatre conducteurs », quatre passages étanches en tungstène ont été ménagés pour les arrivées de courant et les prises de potentiel. Les fils de tungstène débouchent au fond de quatre tubes de pyrex par lesquels on établit les connexions avec le pont de mesure à l'aide de mercure et fils de cuivre.

Cet ensemble est placé à l'intérieur d'une enveloppe en pyrex scellée

après remplissage avec de l'eau très pure et élimination de l'air. Les tubes de sortie dont il a été question plus haut traversent cette enveloppe grâce à quatre soudures. La réalisation d'un tel instrument n'était pas chose aisée; la Société Prolabo, à Paris, a bien voulu s'en charger et nous tenons à l'en remercier.

Nous possédons actuellement un premier instrument qui nous a donné des résultats encourageants; cependant, l'ajustage nécessaire de la résistance à quelques dix-millièmes près reste un problème technique difficile à résoudre.

La construction de l'ohm à mercure n'est pas aussi avancée. Nous possédons cependant le tube principal et ses ampoules terminales traversées par les prises de courant (deux par ampoule). L'ajustage de cet ohm s'effectuera par approximations successives en modifiant les dimensions du tube (diamètre et longueur) par chauffage à la flamme.

### Photométrie.

(J. TERRIEN, H. MOREAU, J. BONHOURS).

*Comparaisons internationales.* — La troisième comparaison des étalons nationaux d'intensité (à 2 042 et 2 353° K) et de flux lumineux (à 2 353 et 2 788° K), décidée par le Comité International en 1954, a commencé au printemps 1956. Cent cinquante-deux lampes ont été envoyées au Bureau International par les sept Laboratoires nationaux d'Allemagne, du Canada, des États-Unis d'Amérique, de France, de Grande-Bretagne, du Japon et d'U. R. S. S.; à ces cent cinquante-deux lampes ont été jointes douze lampes du Bureau International servant d'étalons de référence.

Dans le cadre des suggestions et recommandations du Comité Consultatif de Photométrie de 1952 en vue d'accroître la précision des mesures, quelques Laboratoires nous ont remis des lampes du type unifié proposé par le Bureau International; les autres nous ont envoyé des lampes soit d'un type identique à celui des précédentes comparaisons, soit d'une construction améliorée, soit d'un type entièrement nouveau. Presque tous les étalons d'intensité et de flux ont été réglés en température de couleur d'après l'échelle *B. I. P. M.* 1951, fondée sur la moyenne des températures de couleur des étalons intervenus dans la deuxième comparaison internationale. Cette unification a réduit notablement les différences de couleur constatées antérieurement entre les lampes des différents Laboratoires nationaux.

Cette troisième comparaison, effectuée photoélectriquement par deux méthodes distinctes (d'une part, photomètre à photopile au sélénium avec application de la loi en  $\frac{1}{d^2}$  et, d'autre part, photomètre linéaire à cellule à vide), vient de s'achever pour ce qui concerne les mesures qui incombent au Bureau International; les réductions des observations sont en cours et les résultats définitifs feront l'objet d'un rapport spécial dès que les mesures de retour, effectuées par chaque Laboratoire national, nous auront été communiquées.

Avant d'entreprendre ces comparaisons, certains perfectionnements avaient été apportés à nos méthodes et instruments de mesure, en particulier en ce qui concerne notre sphère lumenmètre.

*Sphère (peinture, fenêtre, écran).* — Le revêtement intérieur blanc diffu-

sant de notre sphère de 1,54 m de diamètre a été renouvelé en décembre 1955, avec une peinture différant, par le liant, de celle employée auparavant. Divers essais nous ont en effet montré la supériorité du liant incolore carboxyméthylcellulose, préconisé par W. E. K. MIDDLETON et C. L. SANDERS.

La poudre blanche utilisée pour les premières couches est l'oxyde de titane, dont le pouvoir couvrant est meilleur que celui de l'oxyde de zinc. Pour une partie d'oxyde de titane, nous mettons cinq parties d'eau et 0,05 partie de carboxyméthylcellulose.

Les couches finales sont à base d'oxyde de zinc, moins sélectif que l'oxyde de titane; le sulfate de baryum dont nous disposions nous a donné de moins bons résultats. Pour une partie d'oxyde de zinc, nous mettons deux à cinq parties d'eau et 0,01 à 0,05 partie de carboxyméthylcellulose, la dernière couche étant celle qui contient la plus faible proportion de liant.

L'extrême pureté chimique requise pour une telle peinture n'étant pas toujours atteinte, il est nécessaire de mesurer le facteur de réflexion et la sélectivité de chaque couche; un montage pratique permettait d'effectuer ce contrôle avec précision (6).

Le revêtement final obtenu a les propriétés suivantes : il est à peu près insensible à l'humidité; son facteur de réflexion, légèrement supérieur à 0,9, est pratiquement constant pour les radiations comprises entre 0,45 et 0,75  $\mu$ . L'altération apparente du rayonnement d'une lampe allumée dans la sphère, altération qui se traduit par un jaunissement dû à la peinture, correspond à un abaissement de sa température de couleur d'environ 25 degrés, alors qu'il atteignait auparavant 250 degrés.

Les progrès réalisés sur la blancheur de la peinture sont tels que la coloration due à la fenêtre diffusante est devenue prépondérante. Pour remédier à ce dernier inconvénient, nous avons supprimé cette fenêtre, qui a été remplacée par une simple ouverture; un petit miroir sphérique aluminé ( $d = 40$  mm), fixé dans la sphère à 12 cm de l'ouverture, projette sur le photomètre l'image d'une petite région ( $d = 4$  mm) de la paroi de la sphère.

L'influence de l'écran a été étudiée; on a observé que son diamètre pouvait varier sensiblement, en masquant par exemple toute l'ampoule de la lampe ou seulement le filament, sans entraîner d'erreur systématique appréciable dans le cas de la comparaison de deux étalons présentant des répartitions lumineuses très différentes.

*Étalonnages photométriques.* — Quarante-cinq lampes d'intensité et de flux lumineux ont été étalonnées pour divers laboratoires de Pologne (20), d'Espagne (16), de Hongrie (3) et de la Sarre (6).

Quelques lampes neuves, construites sous notre contrôle, ont été cédées aux laboratoires suivants : Faculté des Sciences de Téhéran, Laboratoire National d'Essais (France), National Research Council (Canada).

*Intercomparaison d'étalons de flux entre le N. B. S., le N. P. L. et le B. I. P. M.* — J'ai signalé dans mon précédent Rapport (1954, p. 40)

---

(6) J. TERRIEN, La mesure du flux lumineux des sources de lumière : choix et propriétés des enduits blancs pour sphère photométrique, *Bull. Soc. Fr. Électriciens*, mai 1956, p 307-312.

qu'une intercomparaison de quatre étalons de flux à 2 788° K entre le N. B. S., le N. P. L. et le B. I. P. M., avait conduit à des résultats discordants.

La cause de cette anomalie a été décelée : un examen minutieux, effectué par le N. B. S., a permis de conclure que la différence d'environ 2 % constatée provenait de la représentation imparfaite de l'unité de flux N. B. S. à 2 788° K, par la valeur attribuée en 1951 au groupe de lampes de ce laboratoire ayant participé aux comparaisons photométriques internationales de 1950-1952 (cf. N. B. S., Report 3 484, october 1955).

*Projet de comparaisons internationales d'étalons de température de couleur.* — Mon Rapport au Comité de 1954 faisait état de l'enquête menée auprès des Laboratoires nationaux au sujet de ce projet de comparaisons. Les réponses à notre lettre-circulaire n° 2, du 16 juillet 1954, ont permis de préciser les conditions (type de lampe, températures de couleur, méthodes de mesure) dans lesquelles pourraient s'effectuer de telles comparaisons; l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S. a en outre demandé que ces comparaisons soient exécutées, si possible, par la méthode spectrophotométrique. Notre programme de travail ne nous permettra de mettre ce projet à exécution qu'après l'achèvement complet des comparaisons photométriques en cours.

*Récepteurs photoélectriques.* — On a mesuré la sensibilité spectrale de plusieurs tubes photoélectriques à vide; une nouvelle cellule au Cs-Bi, avec électrodes montées selon Gillod et Boutry de façon à assurer une parfaite linéarité, promet d'être particulièrement précieuse pour la photométrie de précision. Sa sensibilité spectrale dans la partie jaune-rouge du spectre visible se rapproche de celle de l'œil, alors que les cathodes au Cs-Sb sont déficientes dans le rouge, et que les cathodes au Cs-Ag ont un rendement quantique très inférieur. Ces tubes intéressants pourraient être mis en fabrication si des commandes assez nombreuses étaient réunies.

Plusieurs récepteurs pour l'infrarouge jusqu'à 1 et 1,5  $\mu$  ont été comparés, en vue de leur utilisation pour les interférences; ces comparaisons ont porté sur un tube photoélectrique au Cs-Ag et sur des cellules photoconductrices au CdS, au PbS et au Ge.

#### **Interférométrie.**

(J. TERRIEN, J. HAMON, T. MASUI).

*Étude de radiations monochromatiques du mercure 198.* — Les études du mercure 198 ont été faites avec le tube sans électrode que nous avons reçu du N. R. C. (Canada), excité dans le champ de haute fréquence de l'oscillateur mentionné dans le Rapport de 1954. Rappelons que ce tube à mercure contient de l'argon à une pression de 0,5 à 1 mm Hg.

Pour étudier la structure spectrale des radiations de cette lampe fonctionnant dans diverses conditions, mais toujours observée en travers, on a employé successivement deux méthodes : 1° l'observation photoélectrique de la visibilité des anneaux à l'infini à l'interféromètre de Michelson pour plusieurs différences de marche; 2° le tracé du profil spectral analysé par un étalon Perot-Fabry à haute résolution.

Au Michelson, on a constaté le renversement de plus en plus accentué de la radiation 0,546  $\mu$  lorsque la température du liquide de refroidis-

sement qui circule autour du tube sans électrode était portée de  $-2$  à  $+40^{\circ}$  C. Ainsi, en fonction de cette température, la visibilité à une différence de marche constante décroît, passe par un minimum quasi nul, puis les interférences réapparaissent, mais les anneaux lumineux se sont substitués aux anneaux sombres et inversement : la radiation se comporte comme un doublet dont l'écartement serait environ 10 mK à  $14^{\circ}$  C et 14 mK à  $22^{\circ}$  C (1 kayser =  $1 \text{ cm}^{-1}$ ; 10 mK équivalent en longueur d'onde à  $0,3 \cdot 10^{-8} \mu$  pour la radiation  $0,546 \mu$ ). Si l'extrapolation est légitime, le renversement est négligeable lorsque la lampe est refroidie à  $0^{\circ}$  C environ.

Pour la radiation  $0,546 \mu$ , le tube à mercure 198 étant maintenu au voisinage de  $0^{\circ}$  C, la visibilité, définie comme le faisait Michelson par  $V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$ , a été mesurée, avec une précision assez médiocre, aux différences de marche de 40, 45, 50 et 60 cm. Après des corrections dues aux défauts instrumentaux, on peut comparer les visibilités trouvées, à la formule théorique tenant compte de l'effet Doppler :

$$\log_{10} V = -0,8 \cdot 10^{-12} \frac{T}{M} p^2,$$

$p$  étant l'ordre d'interférence. On obtient en moyenne  $p^{-2} \log V = -1,6 \cdot 10^{-12}$ ; la valeur théorique étant  $-1,1 \cdot 10^{-12}$ , la visibilité observée correspond à une largeur qui serait environ 20 mK (au lieu de 15,5 mK calculé à  $0^{\circ}$  C), le profil spectral étant supposé du type Doppler.

Par les mêmes méthodes d'observation, on a constaté que la radiation  $0,436 \mu$  se renverse aussi, mais à un degré moindre; sa largeur spectrale paraît être voisine de la largeur Doppler théorique lorsque la lampe est à  $0^{\circ}$  C. La radiation  $0,579 \mu$  ne semble pas se renverser.

L'analyse du profil spectral de ces radiations avec un étalon Perot-Fabry nécessitait un fort pouvoir de résolution. On l'a obtenu avec des miroirs recouverts de sept couches diélectriques dont l'épaisseur optique était ajustée pour les longueurs d'onde voisines de  $0,58 \mu$ . On a limité la surface utile de ces miroirs à une région de  $2 \text{ cm}^2$  environ où les défauts de planéité étaient inférieurs à 0,03 frange. L'écartement des lames a été fixé à 62,5 mm, et l'étalon a été introduit dans une enceinte étanche où l'on pouvait faire varier lentement la pression de l'air. Le flux lumineux, isolé par un petit trou centré sur les anneaux, était reçu par un photomultiplicateur du Laboratoire d'Électronique et de Physique Appliquée (Prof. G. BOURRY). Le courant photoélectrique amplifié était enregistré par l'ensemble d'un galvanomètre et d'un suiveur de spot. La bande passante de l'installation, exprimée en millièmes de nombre d'ondes par centimètre, était de l'ordre de 2 mK.

Lorsque la lampe sans électrode à mercure 198 est refroidie à  $5^{\circ}$  C, la largeur des profils spectraux enregistrés, mesurée à mi-hauteur, est 20 mK pour  $\lambda = 0,579 \mu$ , 21,3 mK pour  $\lambda = 0,577$ , et 20,6 mK pour  $\lambda = 0,546$ . La forme de ces profils est très voisine de la courbe de Gauss qui correspondrait à un élargissement Doppler. Une légère déformation, bien reproductible, sur un pied du profil de la radiation verte, s'explique quantitativement par la superposition de deux composantes hyperfines du mercure 199, qui est présent dans le tube dans la proportion de 1,5 %.

La lampe étant à  $20^{\circ}$  C, le profil spectral de la raie verte n'est plus une courbe de Gauss, le maximum est aplati. A  $40^{\circ}$  C, le profil comporte deux

maxima séparés par un minimum, le renversement est alors bien évident; de plus, le profil devient dissymétrique, comme si la raie d'émission était déplacée vers le rouge par rapport à la raie d'absorption.

Le profil spectral des raies jaunes, même à 40° C, ressemble à une courbe de Gauss. Celui de la radiation 0,436  $\mu$ , observé seulement au cours d'expériences préliminaires avec miroirs aluminés, présente deux maxima à 40° C, signe d'un important renversement qui confirme les observations à l'interféromètre de Michelson. Le profil de cette raie renversée est dissymétrique, la raie d'émission étant déplacée vers les courtes longueurs d'onde, contrairement à ce qui se passait dans le cas de la raie verte.

La luminance monochromatique de ces radiations augmente lorsqu'on élève la température de l'eau de refroidissement, à peu près dans la même proportion que la tension de vapeur du mercure, par exemple dans un rapport 20 entre 1 et 32° C, exception faite pour la luminance de la radiation autoabsorbable 0,546  $\mu$  qui augmente moins rapidement, dans un rapport 10 dans le même intervalle.

Lorsque la raie verte n'est pas renversée, une variation de la puissance dépensée pour l'excitation change la luminosité, mais non le contraste des franges; la fréquence du champ oscillateur est sans influence nette entre 150 et 400 MHz.

L'excitation à la fréquence de 2 850 MHz a été essayée rapidement; dans la lumière émise par une partie du tube immergée dans de l'eau en circulation à 20° C, on a trouvé que la largeur des raies jaunes était 25 mK, et celle de la raie verte 30 mK. Avec refroidissement dans un jet d'air, la raie verte est fortement renversée.

Quelques essais d'une lampe à électrodes internes, à chemise d'eau à 20° C, contenant du mercure 198 et de l'argon à une pression de 10 mm Hg, ont montré que la raie verte et les raies jaunes ont une largeur d'environ 30 mK et sont moins lumineuses qu'avec les lampes précédentes.

*Étude de radiations monochromatiques du krypton 86.* — On a étudié les radiations émises par des lampes à cathode chaude de Engelhard, immergées dans de l'azote refroidi à son point triple et agité de temps en temps à la main; l'intensité du courant continu était 20 mA.

Par les mêmes méthodes expérimentales, l'observation à l'interféromètre de Michelson a montré que la radiation 0,6056  $\mu$  se comporte comme une radiation élargie par effet Doppler et émise à 90° K environ. En effet, de la visibilité des interférences on déduit une largeur de 12 mK; la largeur théorique à 63° K est 10 mK. L'étude de cette raie avec l'étalon Perot-Fabry, plus exacte, révèle un profil gaussien de largeur 13 mK. Cette radiation est la plus fine de celles que nous avons examinées dans le domaine visible du spectre. Aucune anomalie n'a été mise en évidence dans le profil spectral, ni dans les variations de la visibilité au Michelson lorsqu'on refroidit la lampe de 83 à 63° K, ni lorsqu'on augmente la différence de marche.

Les radiations 0,5650  $\mu$  et 0,5562  $\mu$  se comportent de façon analogue, mais leur largeur est plus grande : 15,5 et 16,7 mK, le tube étant toujours observé en bout du capillaire.

Les radiations intenses 0,5871  $\mu$  et 0,5570  $\mu$  sont moins fines; leur largeur est 22 et 25 mK. La visibilité de la raie verte 0,5570  $\mu$  passe par un minimum lorsqu'on augmente la différence de marche au Michelson, puis par un

maximum, et des interférences ont été vues à 900 mm. Son profil spectral est dissymétrique et change pendant que l'on refroidit la lampe.

Une autre lampe à krypton 86, simple tube sans électrode observé encore en bout et refroidi au point triple de l'azote (63° K), a fourni des radiations ayant à peu près les mêmes propriétés; les largeurs observées étaient, il est vrai, un peu plus grandes, 16 au lieu de 13 mK pour la radiation 0,6056  $\mu$  par exemple, mais le refroidissement de la lampe a peut-être été moins efficace, le dispositif d'agitation de l'azote liquide ayant dû être enlevé pour que le tube trouve sa place. Cette lampe émettait 1,5 à 2 fois plus de lumière que le tube à cathode chaude sous 20 mA.

Ces deux lampes ont été aussi observées en travers; la luminance est alors 10 à 40 fois moindre, mais toutes les raies mentionnées, même 0,5570  $\mu$  et 0,5871  $\mu$ , sont à peu près également fines, leur largeur est 13 à 14 mK dans la lampe à électrodes et 16 mK dans la lampe sans électrode; leur profil paraît alors bien symétrique.

*Mesure de longueurs d'onde du mercure 198.* — La longueur d'onde des principales radiations visibles a été mesurée par comparaison à la radiation rouge du cadmium de la lampe de Michelson, à la différence de marche de 125 mm, par plusieurs méthodes : 1° à l'interféromètre de Michelson, par pointé visuel du diamètre des anneaux; 2° à l'interféromètre de Michelson, par mesure photoélectrique du flux traversant un petit trou centré sur les anneaux lorsqu'on agit sur la lame compensatrice; 3° par pointé visuel du diamètre des anneaux d'un étalon Perot-Fabry de 62,5 mm, à miroirs aluminés, enfermé dans une enceinte étanche contenant de l'air à une pression constante voisine de la pression ambiante; 4° dans des conditions semblables, mais l'enceinte étant vide d'air. Les dispersions de phase ont été mesurées par les méthodes classiques : au Michelson comme le faisait A. PÉRARD, au Perot-Fabry par des mesures avec les mêmes miroirs espacés de 10 mm. Les longueurs d'onde ainsi trouvées, converties en longueurs dans le vide par la formule d'Edlén lorsqu'elles avaient été mesurées dans l'air, sont indiquées ci-après : la colonne *a* contient la moyenne des résultats concordants obtenus à l'interféromètre de Michelson (méthodes 1 et 2); la colonne *b* contient la moyenne des résultats concordants obtenus avec l'étalon Perot-Fabry (méthodes 3 et 4).

*Longueurs d'onde, dans le vide, des radiations du mercure 198.*

<i>a.</i>	<i>b.</i>	( <i>a-b</i> ). 10 <sup>8</sup>
0,579 226 81 $\mu$ .	0,579 226 83 $\mu$ .	— 2
0,577 119 82	0,577 119 84	— 2
0,546 227 04	0,546 227 06	— 2
0,435 956 22	0,435 956 28	— 6

On constate une différence systématique entre ces deux colonnes; sur la raie 0,436  $\mu$ , cette différence équivaut à un écart de 0,04 sur l'ordre d'interférence à la différence de marche de 125 mm. La recherche de la cause responsable de cette erreur sera reprise dès que possible. Les valeurs données ci-dessus ne sont pas considérées comme suffisamment exactes, mais nous avons préféré interrompre cette étude en faveur des travaux qui viennent d'être rapportés.

*Mesure de longueurs d'onde du krypton 86.* — Ces mesures ont été faites

dans l'air, par deux méthodes, sur les radiations émises par la lampe de Engelhard observée en bout. Nous donnons ci-après dans la colonne *a* les longueurs d'onde, réduites au vide par la formule d'Edlén, résultant de mesures au Michelson dans l'air, et dans la colonne *b* la moyenne des longueurs d'onde mesurées à l'étalon Perot-Fabry, réduites au vide.

*Longueurs d'onde, dans le vide, des radiations du krypton 86.*

<i>a.</i>	<i>b.</i>	( <i>a-b</i> ).10 <sup>8</sup>
0,645 807 24 μ	0,645 807 22 μ	+ 2
0,605 780 22	0,605 780 24	- 2
0,587 254 09	0,587 254 14	- 5
0,565 112 86	0,565 112 86	0
0,557 183 49	0,557 183 51	- 2
0,556 376 89	0,556 376 91	- 2

De nouvelles déterminations sont ici aussi nécessaires; les écarts entre méthodes différentes sont encore excessifs.

*Radiations du cadmium.* — Deux tubes sans électrode à cadmium 114 nous ont été donnés par l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S.; de très beaux anneaux d'interférence ont été observés au Michelson avec toutes les raies visibles. Malheureusement, n'étant plus capables d'allumer ces tubes, à cause en partie d'un appareillage mal adapté, nous les avons renvoyés en U. R. S. S. Depuis lors, un four plus convenable a été construit, et un tube analogue, sans électrode, contenant du cadmium ordinaire et de l'argon sous la pression de 5 mm de mercure, peut y être allumé facilement.

Ayant comparé la longueur d'onde de la raie rouge de ce tube sans électrode à celle de la lampe de Michelson, ces deux lampes contenant le même cadmium ordinaire, nous avons observé une variation de cette longueur d'onde en fonction de la température du four qui chauffe la lampe sans électrode. La longueur d'onde de la raie 0,6438 μ a été trouvée plus grande, en valeur relative, de 15.10<sup>-8</sup> à 270° C, de 11.10<sup>-8</sup> à 280° C et de 9.10<sup>-8</sup> à 290° C, par rapport à la longueur d'onde de la lampe de Michelson normale, soit une diminution de 0,000 4 Å entre 270 et 290° C.

Une troisième lampe expérimentale à cadmium 114, à double enveloppe de verre, contenant de l'argon à la pression de 3 mm Hg, offerte également par l'U. R. S. S., s'est détériorée après un certain temps d'utilisation; quelques études du profil spectral ont pu néanmoins être faites en chauffant dans un four le tube intérieur qui a été retiré de son enveloppe. La largeur de la raie rouge du cadmium 114 a été trouvée de 31 à 33 mK, son profil est symétrique; la longueur d'onde du maximum a été observée à 0,643 846 88 μ à 230° C et 0,643 846 85 μ à 250 et 270° C. On constate donc, comme dans le cas du cadmium naturel, une petite diminution de la longueur d'onde lorsqu'on élève la température du four.

La raie verte 0,508 5 μ a été trouvée nettement renversée, bien que le tube ait été utilisé en travers dans toutes ces observations.

*Essais de mesure de longueurs d'onde dans l'infrarouge.* — Un petit interféromètre de Michelson assez rudimentaire ayant été construit pour divers essais, on l'a utilisé pour mettre à l'épreuve, à échelle réduite, l'emploi de radiations du proche infrarouge en interférométrie. Les radiations ont été séparées par un petit réseau concave de Rowland, les fentes fixes étant

écartées du cercle de Rowland de façon qu'une rotation du réseau suffise pour faire défiler un spectre du premier ordre, sans qu'on ait à changer la mise au point. Deux lentilles cylindriques, ajoutant leur action à l'astigmatisme du réseau, focalisaient le flux monochromatique disponible sur l'interféromètre. Le récepteur était un tube photoélectrique à vide offert par Jobin et Yvon, associé à un amplificateur à tube électromètre. L'excédent fractionnaire des interférences à l'infini était déduit, à mieux que 0,01 près, de la variation du flux transmis par le trou d'exploration centré sur les anneaux, lorsqu'on inclinait la lame compensatrice. On pouvait observer dans le domaine des longueurs d'onde de 0,4 à 1  $\mu$ . Les longueurs d'onde étalons étaient celles de quatre radiations visibles du mercure, de quatre radiations infrarouges de l'argon et de quatre radiations infrarouges du krypton.

Les premiers résultats d'observation, à la différence de marche de 1 cm, ont confirmé plusieurs longueurs d'onde publiées par MEGGERS et HUMPHREYS en 1934 pour l'argon et le krypton ordinaires.

Nos observations ont fourni, pour la longueur d'onde de la raie  $6^1P_1 - 7^1S_0$  du mercure ordinaire, la valeur  $1,013\ 977\ 5 \pm 1 \cdot 10^{-6} \mu$  dans l'air normal, et pour la raie  $2p_6 - 3s''_1$  du krypton ordinaire, la valeur  $0,985\ 632\ 5 \pm 1 \cdot 10^{-6} \mu$ . La valeur obtenue par MEGGERS et HUMPHREYS en 1933, d'après un spectre de réseau, est  $0,985\ 624 \mu$ . Cette dernière radiation est celle qui nous a permis de photographier, en 1954, des interférences à la différence de marche de 1 mètre. C'est la première fois, semble-t-il, que sa longueur d'onde est mesurée par interférences.

Il est donc prouvé que des raies très fines situées dans le proche infrarouge sont utilisables, même avec un appareillage simple et peu coûteux.

*Étude de radiations infrarouges.* — Bien qu'ils soient encore assez incertains, je crois utile de mentionner des résultats récents concernant les qualités métrologiques de quelques radiations infrarouges. On a mesuré la visibilité des interférences à l'interféromètre de Michelson à plusieurs différences de marche avec un tube photoélectrique simple au césium-argent. La raie  $1,013\ 9 \mu$  du mercure 198, même lorsque la lampe est à 45° C, ne paraît pas se renverser; la lampe étant à 20° C, la visibilité des interférences est meilleure que celle de la raie  $0,605\ 6 \mu$  du krypton 86; la largeur serait donc 12 mK environ. Les raies de l'argon sont très intenses dans l'infrarouge; elles rendent plus difficile l'isolement de la raie du mercure lorsque le tube est à une température relativement basse, inférieure à 40° C.

Les radiations les plus intenses du krypton, du groupe  $1s - 2p$ , sont fortement élargies lorsque le tube est observé en bout. Mais si le tube est observé en travers, plusieurs de ces raies deviennent utilisables. Par exemple, la radiation  $0,975\ 2 \mu$  ( $1s_4 - 2p_{10}$ ) du krypton 86 au point triple de l'azote ne paraît pas renversée; sa largeur semble être de l'ordre de 10 mK; la radiation  $0,892\ 8 \mu$  ( $1s_5 - 2p_{10}$ ), renversée, fournit des franges dont la visibilité est 0,1 à la différence de marche de 1 mètre, et que l'on peut détecter très facilement, même avec un récepteur photoélectrique de sensibilité médiocre.

Ces études devront être reprises avec un photomultiplicateur refroidi comme récepteur; la dispersion de notre monochromateur à prisme est insuffisante dans l'infrarouge; nous espérons pouvoir le remplacer par un réseau moderne, que nous n'avons pas encore.

*Étude instrumentale de l'interféromètre de Michelson.* — Dans un interféromètre de Michelson, la face réfléchissante de la lame séparatrice réfléchit une fraction différente des deux composantes polarisées de la lumière incidente; chacune de ces composantes n'interfère qu'avec elle-même; il en résulte deux systèmes de franges n'ayant pas la même visibilité, ni même peut-être la même phase. De plus, les réflexions vitreuses sur l'autre face de la séparatrice donnent naissance à deux séries de franges parasites à l'infini; ces franges coïncident avec les franges principales dans l'une des séries, mais non dans l'autre; leur intensité est fort différente selon l'état de polarisation. Pour les mesures visuelles de longueurs d'onde relatives précédemment, ces franges parasites avaient été éliminées par un diaphragme, car elles sont une cause d'erreur.

Si l'on peut sacrifier la moitié de la lumière, il y a avantage à la polariser de façon à atténuer les franges parasites les plus intenses. Si, de plus, la séparatrice est inclinée à l'incidence brewstérienne, ces franges sont supprimées, car aucune réflexion parasite ne peut se produire. Enfin, si la couche semi-réfléchissante sur la séparatrice est un dépôt d'aluminium, les deux faisceaux interférents sont alors d'égale intensité pour l'angle d'incidence de Brewster. On obtient un système de franges pur et unique, de visibilité maximum. Les deux petits interféromètres que nous avons construits tiennent compte de ces données.

*Luminosité des interféromètres.* — Les radiations les mieux monochromatiques sont peu lumineuses; or les observations, qu'elles soient photo-électriques ou visuelles, ne sont précises que si la lumière est suffisante à la sortie de l'interféromètre. Une optique cylindrique a été employée avec succès pour que la fente de sortie du monochromateur soit utilisée sur une plus grande hauteur sans que le champ d'anneaux éclairé excède ce qui est indispensable. De plus, les mécanismes rétinien, aux faibles luminances, sont différents pour la partie rouge et pour la partie bleue du spectre; ils exigent en conséquence des grossissements différents de la lunette d'observation. C'est ce que nous avons réalisé, après étude, pour nos mesures visuelles de longueurs d'onde. Ces deux progrès ont rendu facile l'observation d'interférences autrefois invisibles, même à plus courte différence de marche, et mettent l'œil dans des conditions où sa sensibilité aux faibles contrastes est la meilleure.

Les miroirs de l'interféromètre sont alors éclairés sur une grande surface; on a veillé à délimiter nettement cette région éclairée de façon qu'elle reste identique pour les radiations dont on veut comparer les longueurs d'onde, car les défauts de planéité, d'environ 0,1 frange, doivent agir de la même façon à mieux que 0,01 frange près.

*Comparaison internationale de calibres à bouts plans.* — Le programme de ces comparaisons, dont j'ai déjà parlé dans mon précédent Rapport, a été achevé et enrichi par des échanges supplémentaires avec l'Allemagne, l'Australie et la Grande-Bretagne. La plupart des discordances entre les résultats s'expliquent par des défauts de stabilité, de planéité ou de parallélisme de certains des calibres échangés. Un jeu de calibres, offert par JOHANSSON, s'est montré d'une stabilité remarquable; il a circulé en Australie et en Grande-Bretagne, et les longueurs trouvées, tant au laboratoire national de ces pays qu'au Bureau International, sont en bon

accord, mieux que ne l'autoriserait la précision estimée de  $\pm 0,02 \mu$  sur 50, 75 et 100 mm.

De plus, un calibre en quartz de l'Institut de Métrologie de l'U. R. S. S., en adhérence optique permanente sur un plan de même matière, a été mesuré au Bureau International, puis de nouveau en U. R. S. S. Un étalon analogue a été envoyé par nous en Grande-Bretagne. Les résultats ont été incertains, dans les deux cas, soit que l'adhérence ait été imparfaite, soit que les mesures soient trop difficiles sur des surfaces peu réfléchissantes, soit encore que la température d'un tel étalon, peu conducteur, ne soit pas assez bien définie.

Il a semblé que la détermination de la correction de rugosité et de perte de phase sur les surfaces d'acier soit difficile à établir avec la précision qu'autoriserait les observations interférentielles. Parmi plusieurs incohérences constatées, citons une différence de longueur optique de  $0,03 \mu$  d'un même calibre, selon qu'il est en adhérence sur un plan de quartz ou sur un autre.

Bien que ces comparaisons de calibres n'aient pas conduit à des résultats aussi cohérents qu'on pouvait l'espérer, eu égard à la précision que les mesures interférométriques comportent, elles ont eu le mérite de susciter de nombreux et importants travaux qui ont amélioré l'exactitude de ces déterminations, et elles ont fait connaître à chacun les méthodes employées dans les différents Laboratoires.

*Divers.* — Nous avons effectué le contrôle d'un interféromètre pour l'étude de la radiation du ciel nocturne, apporté par Mr KARANDIKAR (Laboratoire du Prof. VASSY, Paris).

#### **Documentation.**

(H. MOREAU).

En dehors des travaux relatés ci-dessus, le Bureau International est fréquemment consulté sur des questions, tant historiques que scientifiques, concernant les unités de mesure. Dans ce domaine, nous avons répondu à de nombreuses demandes de renseignements, en particulier à celles émanant des Services Officiels d'Israël et de l'Inde, ce dernier État ayant décidé en 1955 d'adopter le Système Métrique comme seul système de mesures légal. Des informations générales ont été également fournies à l'Union Birmane, qui envisage l'unification de ses mesures. Nous nous efforçons en même temps de montrer aux États non membres de notre Organisation les avantages qui résulteraient pour eux de leur adhésion à la Convention du Mètre.

Afin de donner suite à une proposition présentée à la Dixième Conférence Générale par les Délégations espagnole et portugaise, nous avons établi la liste des Services des Poids et Mesures des États adhérents à la Convention du Mètre, ainsi que de quelques autres Pays; cette liste a été adressée à tous les Services métrologiques intéressés de notre Organisation.

#### **Voyages.**

J'ai assisté à la réunion de la « Commission des Données et des Étalons

physico-chimiques » de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, qui a eu lieu en juillet 1955 à Zurich. En mai 1956, j'ai visité la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, à Braunschweig, où j'ai été particulièrement intéressé par les recherches effectuées en interférométrie et en gravimétrie (mesure absolue de  $g$ ). En juillet de la même année, j'ai été invité à assister, à Belgrade, à la Commémoration du Centenaire de Nikola TESLA, qui a comporté la présentation de nombreuses communications scientifiques, ainsi que des visites de laboratoires, d'usines et de beautés naturelles de Yougoslavie.

Quelques visites à Genève m'ont permis de discuter avec les ingénieurs de la Société Genevoise les questions que pose la modernisation de notre équipement. J'ai également examiné sur place certains problèmes de métrologie qu'il est nécessaire de résoudre pour mettre en position les éléments du synchrotron de 200 m de diamètre en construction à Genève, problèmes pour lesquels le Bureau International a été consulté.

J'ai aussi assisté aux Assemblées générales des Sociétés de Chronométrie suisse (à Neuchâtel) et française (à Évian), ainsi qu'à une séance, tenue à Berne, du Comité national suisse de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale.

J. TERRIEN a participé en juin 1955, à Zurich, aux travaux de la Commission Internationale de l'Éclairage; il a pu être accompagné de H. MOREAU grâce à une subvention aimablement accordée par la Société Ciba, de Bâle. J. TERRIEN a aussi été à Dublin, en août 1955, où il a suivi les travaux concernant les longueurs d'onde étalons, la photométrie et l'unité de temps au sein de l'Assemblée générale de l'Union Astronomique Internationale.

M. GAUTIER s'est rendu à Teddington, en novembre 1954, pour assister au symposium « Precision Electrical Measurements » organisé par le National Physical Laboratory, et pour mettre définitivement au point le projet de pont de Smith que nous avons commandé à la Société Tinsley pour notre Section de thermométrie.

#### Visites et stages.

En plus des nombreuses visites de Mr le Président A. DANJON, le Bureau International a eu l'avantage de recevoir plusieurs Membres du Comité International : MM. DE BOER, BOURDOUN, CASSINIS, HOWLETT, SIEGBAHN et VIEWEG, dont certains sont venus plus d'une fois au Pavillon de Breteuil depuis notre dernière session. Les échanges de vues qui sont ainsi rendus possibles facilitent ma tâche, qui consiste à conduire le Bureau International dans la direction voulue par le Comité.

Le prestige dont bénéficie notre Bureau amène toujours jusqu'à nos portes des visiteurs venant de toutes les parties du Monde. Malgré le peu de temps dont nous disposons, nous nous efforçons de leur donner le plus de détails possibles sur nos installations et nos travaux.

Mr L. V. JUDSON, du National Bureau of Standards, qui avait déjà fait un stage prolongé au Bureau, vient d'y passer quelques jours pour expérimenter notre nouveau comparateur et nos Mètres rénovés (juillet 1956).

De même, MM. JOHNSON et BRADSELL, du National Physical Laboratory, ont effectué quelques mesures au moyen de notre comparateur normal (janvier 1956).

Un physicien de l'Institut d'Optique de Paris, Mr AXELRAD, a fait un court stage à notre Section de photométrie.

Mr R. BRUNS, de l'Institut de Géodésie de Munich, est venu à plusieurs reprises occuper notre station gravimétrique en vue de procéder à l'établissement d'un réseau reliant un certain nombre de stations européennes.

#### Publications du Bureau.

Dans le cours de ces deux dernières années, le Bureau a publié :

1° *Les Comptes Rendus des séances de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, réunie en 1954*;

2° *Le Rapport sur Les Récents Progrès du Système Métrique, établi à l'occasion de cette Conférence par H. MOREAU, Assistant*;

3° *Les Procès-Verbaux des séances tenues en 1954 par le Comité International et par le Comité Consultatif de Thermométrie.*

Ces publications totalisent environ 600 pages et une cinquantaine d'Annexes émanant d'un grand nombre de Laboratoires nationaux. Cette abondance est en partie la cause du retard avec lequel ces publications sont sorties de presse. L'enquête que nous avons faite dans le but de rechercher les moyens de diminuer nos frais d'impression a également eu pour effet de retarder l'achèvement de cet important travail. Avec le concours de notre éditeur habituel, nous avons envisagé un procédé d'impression plus moderne et plus économique, qui permettra néanmoins de conserver à nos publications une bonne présentation.

#### Publications extérieures.

CH. VOLET, La Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, *Rev. Gén. Électricité*, décembre 1954, p. 709.

A. BONHOURE, Kilogrammes prototypes, *Rev. Métrologie pratique et légale*, décembre 1954, p. 537-539.

CH. VOLET, Le Pavillon de Breteuil, siège du Bureau International des Poids et Mesures, *Les Amis de Saint-Cloud*, n° 1, 1955.

H. MOREAU, La Dixième session de la Conférence Générale des Poids et Mesures, *La Nature*, janvier 1955, n° 3237, p. 15-18.

J. TERRIEN, Rapports sur la photométrie et sur les grandeurs de base, définitions et symboles. Commission Internationale de l'Éclairage, Comptes rendus de la 13<sup>e</sup> session, Zurich, 1955, vol. I.

Å. THULIN, Un enregistreur de laboratoire : le suiveur de spot « Photodyne », *La Nature*, juillet 1955, n° 3243, p. 257-259.

J. TERRIEN, Les interférences lumineuses, *La Nature*, août 1955, n° 3244, p. 302; septembre 1955, n° 3245, p. 345; octobre 1955, n° 3246, p. 392.

- Å. THULIN, A simple 500 Mc/s oscillator for use with electrodeless mercury-198 lamps, *J. Sc. Instr.*, 32, 1955, p. 257-258.
- Å. THULIN, A photoelectric light-spot-displacement detector, *J. Sc. Instr.*, 32, 1955, p. 387-390.
- CH. VOLET, Le Système Métrique universel et intangible, *Rev. Métrologie pratique et légale*, octobre 1955, p. 455.
- CH. VOLET, La Métrologie au service de l'Industrie horlogère : Introduction, *La Suisse horlogère*, octobre 1955, p. 1.
- J. TERRIEN, Mesures de longueur par les interférences, *Rev. Optique*, 34, 1955, p. 498.
- A. PÉRARD et J. TERRIEN, Les Mesures; in *L'Encyclopédie Française*, t. II, La Physique, p. 2.08-1 à 12, Paris, 1956.
- Å. THULIN et J. COSSON, L'enregistreur suiveur de spot « Photodyne », *Mesures et Contrôle Industriel*, 21, 1956, p. 185-188.
- A. BONHOURE, Sur l'emploi des fils géodésiques. Erreurs dues à une torsion axiale, *Bull. Géodésique*, mars 1956, n° 39, p. 74-76.
- H. MOREAU, Le Système Métrique dans le Monde, *La Nature*, avril 1956, n° 3252, p. 152-154; *Rev. Métrologie pratique et légale*, mars 1956, p. 119-124.
- J. TERRIEN, La mesure du flux lumineux des sources de lumière : choix et propriétés des enduits blancs pour sphère photométrique, *Bull. Soc. Fr. Électriciens*, 6, 1956, p. 307-312.
- P. DEVAUX, Å. THULIN et J. TROGNON, Sur l'exactitude de la périodicité des éclairs utilisés pour la mesure de l'accélération due à la pesanteur, *Comptes Rendus Acad. Sc.*, 242, 1956, p. 2702.
- J. TERRIEN et J. HAMON, Sur la mesure interférentielle des longueurs par une méthode d'observation photoélectrique, *Comptes Rendus Acad. Sc.*, 243, 1956, p. 740.
- Å. THULIN et J. COSSON, Le nouveau scripteur asservi « Nanograph » pour l'enregistrement direct des instruments à miroir, *Mesures et Contrôle Industriel*, 21, 1956, p. 557.
- J. TERRIEN et T. MASUI, Mesure interférentielle de la longueur d'onde de quelques radiations du proche infrarouge, *Comptes Rendus Acad. Sc.*, 243, 1956, p. 776.

CERTIFICATS.  
NOTES D'ÉTUDE. RAPPORTS.

---

Pendant la période du 1<sup>er</sup> septembre 1954 au 31 août 1956, 103 Certificats, 14 Notes d'étude et 4 Rapports ont été délivrés; on en trouvera la liste ci-après :

CERTIFICATS.

1954.

- |     |  |  |
|-----|--|--|
| N°  |  |  |
| 20. | Kilogramme en acier inoxydable<br>n° B 31 S.....   | { Shell Petroleum Co Ltd,<br>Londres.          |
| 21. | Kilogramme prototype n° 55.....  | { Allemagne.                                   |
| 22. | Quatre Kilogrammes en nickel-<br>chrome n°s 1, 2, 3, 4.....  | { Afrique du Sud.                              |
| 23. | Dix étalons secondaires de flux lu-<br>mineux n°s 18, 20, 26, 29, 34 F<br>(Tc 2 353° K) et n°s 48, 49, 57,<br>63, 66 G (Tc 2 788° K).....  | { Bureau National des Mesures,<br>Varsovie.    |
| 24. | Dix étalons secondaires d'intensité<br>lumineuse n°s 1, 4, 9, 16, 26 C<br>(Tc 2 042° K) et n°s 26, 33, 82,<br>83, 102 W (Tc 2 353° K)..... | { Id.  |
| 25. | Cinq étalons secondaires de flux<br>lumineux n°s 23, 28, 30, 31, 44 F<br>(Tc 2 353° K).....  | { Repartição de Pesos e Medidas,<br>Lisboa.    |
| 26. | Cinq étalons secondaires d'intensité<br>lumineuse n°s 61, 74, 84, 114,<br>117 W (Tc 2 353° K).....   | { Id.  |
| 27. | Trois calibres étalons de 50, 75,<br>100 mm.....   | { National Bureau of Standards,<br>Washington. |

1955.

- |    |  |  |
|----|--|--|
| N° |  |  |
| 1. | Huit étalons secondaires d'intensité<br>lumineuse n°s 42, 44, 50, 74 C<br>(Tc 2 042° K) et n°s 9, 44, 109,<br>124 W (Tc 2 353° K)..... | { Instituto de Optica « Daza de<br>Valdés », Madrid. |

1955 (suite).

N°		
2.	Huit étalons secondaires de flux lumineux n°s 45, 55, 59, 60 F (Tc 2 353° K) et n°s 30, 39, 50, 64 G (Tc 2 788° K).....	Id.
3.	Trois étalons secondaires d'intensité lumineuse n°s 208 A, 208 B (Tc 2 042° K) et 182 A (Tc 2 353° K).	Office National des Mesures, Budapest.
4.	Quatre fils de 24 m, n°s 385 à 388, un fil de 8 m, n° 378 (addition)..	Ministère des Colonies, Belgique.
5.	Mètre prototype N° 23.....	Allemagne.
6.	Quatre fils de 24 m, n°s 778 à 781 (addition).....	Ministère d'Outre-Mer, Portugal.
7.	Quatre fils de 24 m, n°s 774 à 777, un fil de 8 m, n° 764 (addition)...	Id.
8.	Ruban de 4 m en invar n° 2518 F 6 (addition).....	Id.
9.	Un fil de 24 m.....	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
10.	Un corps en verre.....	Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Vienne.
11.	Six étalons d'intensité lumineuse n°s SC 5, SC 7, SV 7, SV 8, 168 W, 171 W.....	Institut de Physique, Université de Saarbrücken.
12.	Thermomètres Prolabo n°s 352 et 353.....	Laboratoire Central de la Compagnie Française de Raffinage, Paris.
13.	Étalon de résistance de 1 Ω Tinsley n° 109 033.....	Koninklijke/Shell Laboratorium, Amsterdam.
14.	Kilogramme prototype N° 56.....	Afrique du Sud.
15.	Ruban de 4 m en invar 1551 U n° 116.....	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
16.	Quatre fils de 24 m, n°s 50 à 53, un fil de 8 m, n° 49 (addition)...	Institut Géographique de l'Armée Populaire Yougoslave.
17.	Quatre fils de 24 m, n°s 676, 679, 680, 684, un fil de 8 m, n° 591 (addition).....	Id.
18.	Règle de 1 m, n° 351, en acier-nickel à 58 % (addition).....	Société Genevoise d'Instruments de Physique, Genève.
19.	Réglettes de 10 cm, n° 6597 et de 40 cm, n° 7024, en acier recouvert de nickel.....	Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Vienne.
20.	Thermomètres Prolabo n°s 354 et 355.....	Astronomia-Optika Instituto, Turku.
21.	Une masse de 1 g en platine iridié..	École des Hautes Études Techniques, Delft.

1955 (*suite*).

N°		
22.	Réglettes de 10 cm, n° 7006 et de 40 cm, n° 7264, en acier recouvert de nickel.....	Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Vienne.
23.	Deux fils de 24 m, n°s 1320 et 1321 (addition).....	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
24.	Quatre fils de 24 m, n°s 1330 à 1333, un fil de 8 m, n° 1227 (addition)..	Société Africaine de Travaux et d'Études Topographiques.
25.	Un kilogramme en laiton doré....	Administration des Monnaies et des Poids et Mesures, Stockholm.
26.	Trois fils de 20 m, n°s 1253, 1266, 1268 (addition).....	Institut Géographique National, Paris.
27.	Six thermomètres Prolabo n°s 344 à 349.....	Laboratoire Central de l'Armement, Paris.
28.	Trois étalons à bouts plans de 1 m..	Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, La Seyne.

1956.

N°		
1.	Quatre fils de 24 m, n°s 78 à 81, un fil de 8 m, n° 77.....	Chine.
2.	Quatre fils de 24 m, n°s 83 à 86, un fil de 8 m, n° 82.....	Id.
3.	Quatre fils de 24 m, n°s 91 à 94, un fil de 8 m, n° 90.....	Id.
4.	Ruban de 4 m en invar n° 7977..	Id.
5.	Ruban de 4 m en invar n° 7978..	Id.
6.	Deux étalons à bouts sphériques de 1 m.....	La Précision Mécanique, Paris.
7.	Un étalon à bouts sphériques de 1 m.	Id.
8.	Quatre fils de 24 m, n°s 96 à 99, un fil de 8 m, n° 95.....	Chine.
9.	Quatre fils de 24 m, n°s 101 à 104, un fil de 8 m, n° 100.....	Id.
10.	Quatre fils de 24 m, n°s 106 à 109, un fil de 8 m, n° 105.....	Id.
11.	Quatre fils de 24 m, n°s 111 à 114, un fil de 8 m, n° 110.....	Id.
12.	Quatre fils de 24 m, n°s 116 à 119, un fil de 8 m, n° 115.....	Id.
13.	Ruban de 4 m en invar n° 7979...	Id.
14.	Ruban de 4 m en invar n° 7980...	Pologne.
15.	Ruban de 4 m en invar n° 7982...	Chine.

1956 (suite).

N°		
16.	Ruban de 4 m en invar n° 7983...	Chine.
17.	Ruban de 4 m en invar n° 7984...	Id.
18.	Ruban de 4 m en invar n° 7985...	Id.
19.	Ruban de 4 m en invar n° 7986...	Id.
20.	Ruban de 4 m en invar n° 7987...	Id.
21.	Quatre fils de 24 m, n°s 121 à 124, } un fil de 8 m, n° 120..... }	Pologne.
22.	Kilogramme en « nicral D » n° 33... }	Bureau Fédéral des Mesures, Belgrade.
23.	Quatre fils de 24 m, n°s 50 à 53, } un fil de 8 m, n° 49 (addition)... }	Institut Géographique de l'Ar- mée Populaire Yougoslave, Belgrade.
24.	Quatre fils de 24 m, n°s 676, 679, } 680, 684, un fil de 8 m, n° 591 } (addition)..... }	Id.
25.	Trois fils de 24 m, n°s 1148 à 1150, } un fil de 8 m, n° 1151 (addition).. }	Service Central Hydrogra- phique, Paris.
26.	Ruban de 4 m en invar 1551 U n° 109 } (addition)..... }	Id.
27.	Quatre fils de 24 m, n°s 126 à 129, } un fil de 8 m, n° 125..... }	Chine.
28.	Quatre fils de 24 m, n°s 131 à 134, } un fil de 8 m, n° 130..... }	Id.
29.	Quatre fils de 24 m, n°s 136 à 139, } un fil de 8 m, n° 135..... }	Id.
30.	Quatre fils de 24 m, n°s 141 à 144, } un fil de 8 m, n° 140..... }	Id.
31.	Quatre fils de 24 m, n°s 146 à 149, } un fil de 8 m, n° 145..... }	Id.
32.	Quatre fils de 24 m, n°s 151 à 154, } un fil de 8 m, n° 150..... }	Id.
33.	Ruban de 4 m en invar n° 7981...	Id.
34.	Ruban de 4 m en invar n° 9061...	Id.
35.	Ruban de 4 m en invar n° 9062...	Id.
36.	Ruban de 4 m en invar n° 9063...	Id.
37.	Ruban de 4 m en invar n° 9064...	Id.
38.	Ruban de 4 m en invar n° 9065...	Id.
39.	Quatre fils de 24 m, n°s 161 à 164, } un fil de 8 m, n° 160..... }	Id.
40.	Quatre fils de 24 m, n°s 460 à 463, } un fil de 8 m, n° 471 (addition).. }	Ministère d'Outre-Mer, Por- tugal.
41.	Ruban de 4 m en invar 1204 N 3 } n° 58 (addition)..... }	Id.

1956 (suite).

N°		
42.	Quatre fils de 24 m, n°s 166 à 169, un fil de 8 m, n° 165..... }	Pologne.
43.	Quatre fils de 24 m, n°s 171 à 174, un fil de 8 m, n° 170..... }	Id.
44.	Quatre fils de 24 m, n°s 176 à 179, un fil de 8 m, n° 175..... }	Id.
45.	Ruban de 4 m en invar n° 9066...	Id.
46.	Ruban de 4 m en invar n° 9067...	Id.
47.	Ruban de 4 m en invar n° 9068...	Id.
48.	Quatre fils de 24 m, n°s 156 à 159, un fil de 8 m, n° 155..... }	Id.
49.	Quatre fils de 24 m, n°s 181 à 184, un fil de 8 m, n° 180..... }	Id.
50.	Quatre fils de 24 m, n°s 186 à 189, un fil de 8 m, n° 185..... }	Id.
51.	Quatre fils de 24 m, n°s 191 à 194, un fil de 8 m, n° 190..... }	Id.
52.	Quatre fils de 24 m, n°s 196 à 199, un fil de 8 m, n° 195..... }	Id.
53.	Quatre fils de 24 m, n°s 201 à 204, un fil de 8 m, n° 200..... }	Id.
54.	Ruban de 4 m en invar n° 9060...	Id.
55.	Ruban de 4 m en invar n° 9069...	Id.
56.	Ruban de 4 m en invar n° 9070...	Id.
57.	Ruban de 4 m en invar n° 9071...	Id.
58.	Ruban de 4 m en invar n° 9072...	Id.
59.	Ruban de 4 m en invar n° 9073...	Id.
60.	Quatre fils de 24 m, n°s 206 à 209, un fil de 8 m, n° 205..... }	Chine.
61.	Ruban de 4 m en invar n° 9074...	Id.
62.	Ruban de 4 m en invar n° 01.....	Id.
63.	Ruban de 4 m en invar n° 02.....	Id.
64.	Ruban de 4 m en invar n° 03.....	Id.
65.	Ruban de 4 m en invar n° 04.....	Id.
66.	Ruban de 4 m en invar n° 05.....	Id.
67.	Ruban de 4 m en invar n° 06.....	Id.

NOTES D'ÉTUDE.

1954.

- |    |   |  |
|----|---|--|
| N° |   |  |
| 6. | Deux fils de 24 m, n°s 1071 et 1321, un fil de 12 m, n° 1378..... | } Société Française de Stéréotopographie, Paris. |
| 7. | Deux éléments Weston.....   | } Office National des Mesures, Budapest.         |
| 8. | Baromètre Longuet n° 104.....                                     | } Air-France. Centre de Révision d'Orly.         |

1955.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| N° |   |   |
| 1. | Trois fils de 24 m, n°s 1207, 1314, 1320 (addition).....                      | } Société Française de Stéréotopographie, Paris.                      |
| 2. | Potentiomètre « L & N » type 8662 n° 1034972 et élément Weston incorporé..... | } Directorate of Procurement, Central Air Material Area, Châteauroux. |
| 3. | Baromètre Fortin n° 1465.....   | } Société Matra, Boulogne-sur-Seine.                                  |
| 4. | Un manobaromètre Beaudouin....  | } Observatoire Météorologique, Magny-les-Hameaux.                     |
| 5. | Élément Weston du potentiomètre « L & N » n° 1034972.....                     | } Directorate of Procurement, Central Air Material Area, Châteauroux. |
| 6. | Thermomètres S. R. P., n°s 134 et 135.....                                    | } Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison.                      |

1956.

- |    |   |   |
|----|---|---|
| N° |   |   |
| 1. | Un calibre étalon de 100 mm.....                          | } Laboratoire Central de l'Armement, Paris.                           |
| 2. | Fil de 20 m, n° SL 139.....                               | } Omnium Lyonnais, Paris.   |
| 3. | Élément Weston du potentiomètre « L & N » n° 1034972..... | } Directorate of Procurement, Central Air Material Area, Châteauroux. |
| 4. | Un ruban de 50 m en invar.....                            | } Technoimport, Bucarest.   |
| 5. | Treize broches en invar.....                              | } Commissariat à l'Énergie Atomique, Saclay.                          |

RAPPORTS.

1955.

- N°
- |  |   |
|--|---|
| 1. Comparaison des étalons secondaires d'intensité lumineuse, nos 5, 31, 35, 36, 39 C (Tc 2 042° K)..... | } National Research Council,<br>Ottawa. |
| 2. Étude de trois calibres étalons de 50, 75, 100 mm.....  |   |
| 3. Étude d'un étalon en silice fondue de 100 mm, N. B. S. n° 12.....                                     | } Id.                                   |

1956.

- N°
- |  |  |
|--|--|
| 1. Comparaison des étalons secondaires de flux lumineux, nos 254 A, B, C, D et 304 A, F, H, L, M, R. | } National Physical Laboratory,<br>Teddington. |
|--|--|

## V. — COMPTES.

Le compte rendu précédent, présenté au Comité International dans sa session de 1954, s'arrêtait au 31 décembre 1953. L'exposé qui suit comprend les mouvements des comptes du 1<sup>er</sup> janvier 1954 au 31 décembre 1955, date du dernier bilan.

### COMPTE I.

#### FONDS DISPONIBLES.

	francs-or.
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1954.....	213 344,73
Recettes du 1 <sup>er</sup> janvier 1954 au 31 décembre 1955 suivant détail donné au Tableau A (p. 55).....	622 380,80
Total.....	<u>835 725,53</u>
Dépenses du 1 <sup>er</sup> janvier 1954 au 31 décembre 1955 suivant détail donné au Tableau B (p. 56).....	740 096,23
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1955.....	<u>95 629,30</u>
Total.....	<u>835 725,53</u>

### COMPTE II.

#### FONDS DE RÉSERVE.

	francs-or.
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1954.....	<u>32 637,74</u>
<i>(Pour mémoire : Intérêts des titres, virés au Compte I : 413,43 francs-or).</i>	
Virement au Compte III, de l'actif disponible.....	32 637,74
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1955.....	-
Total.....	<u>32 637,74</u>

### COMPTE III.

#### CAISSE DE RETRAITES.

	francs-or.
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1954.....	27 522,48
Recettes du 1 <sup>er</sup> janvier 1954 au 31 décembre 1955 :	
Intérêts des titres.....	379,81
Retenues sur les traitements.....	9 858,31
Un tiers des taxes de vérification.....	2 769,58
Virement du Compte I.....	15 000,00
Virement du Compte II.....	32 637,74
Total.....	<u>88 167,92</u>

Dépenses du 1<sup>er</sup> janvier 1954 au 31 décembre 1955 :

Pensions de M <sup>mes</sup> GILLON et LEVEUGLE, de MM. PÉRARD et MINAULT et des mineurs ROUX.....	50 007,95
Remboursement des versements de Mr YOSHIÉ.....	431,53
Moins-value sur cession d'un titre.....	565,15
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1955.....	<u>37 163,29</u>
Total.....	<u><u>88 167,92</u></u>

COMPTE IV.

DON UNIQUE.

	francs-or.
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1954.....	16 238,00
Versements des États en 1954 et 1955.....	24 281,00
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1955.....	<u><u>40 519,00</u></u>

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1955.

	francs-or.
Compte I « Fonds disponibles ».....	95 629,30
Compte II « Fonds de réserve ».....	-
Compte III « Caisse de retraites ».....	37 163,29
Compte IV « Don unique ».....	<u>40 519,00</u>
ACTIF NET.....	<u><u>173 311,59</u></u>

Cet actif se décompose comme suit :

a. Les titres :

Valeur comptabilisée..... 61 033,04

b. L'or :

Un lingot..... 44 026,98  
Pièces d'or..... 820,00

c. Les fonds déposés en banque :

1° En francs français..... 23 115,37  
2° En dollars..... 25 688,52  
3° En francs suisses..... 19 164,56  
4° En livres sterling..... 663,86

d. Les espèces en caisse..... 2 849,26

Total..... 177 361,59

A déduire :

Provision pour remboursement aux États..... 4 050,00

ACTIF NET..... 173 311,59

Le portefeuille des titres a la composition suivante :

TITRES DU COMPTE I.

11 actions de jouissance Suez;	
3 parts de fondateur Suez;	
3 050 £ de capital War Loan 3,50 %;	
30 000 francs suisses obligations C. F. F. 3 % 1938;	
Valeur comptabilisée.....	francs-or. 57 981,23

TITRES DU COMPTE III.

3 actions de capital Suez;	
Valeur comptabilisée.....	3 051,81
Total.....	<u>61 033,04</u>

MOUVEMENT DES VALEURS.

Au Compte I, 25 000 francs suisses d'obligations C. F. F. 3 % 1938 ont été cédés en Bourse pour procurer des liquidités à la trésorerie du Bureau International.

Pour une raison identique concernant le Compte III (Caisse de retraites), on a vendu les titres suivants : 800 £ Consol. Anglais 2,50 % et 17 000 francs suisses C. F. F. 3 % 1938, dont 12 500 francs suisses qui avaient été transférés du Compte II.

TABLEAU A. — *Recettes du Compte I de 1949 à 1955 (francs-or).*

	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.
<b>CONTRIBUTIONS RÉGLEMENTAIRES :</b>							
Pour l'année en cause.....	168 065,50	147 203,48	96 305,00	116 163,18	144 215,00	162 190,00	262 109,00
Arriérées.....	136 848,11	120 016,69	18 034,56	108 832,05	9 841,00	57 386,00	22 200,00
Anticipées.....	18 712,00	2 062,00	14 950,82	18 062,00	22 835,00	32 397,00	32 706,00
<b>Total.....</b>	<b>323 625,61</b>	<b>269 282,17</b>	<b>129 290,38</b>	<b>243 057,23</b>	<b>176 891,00</b>	<b>251 973,00</b>	<b>317 015,00</b>
Contributions d'entrée.....	-	-	-	-	-	25 943,00	-
Intérêts des Titres et des Fonds.....	2 840,01	3 086,73	3 146,20	3 733,79	4 376,11	3 121,31	2 412,80
Deux tiers des taxes de vérification.....	1 583,98	576,25	3 266,75	2 104,35	4 077,03	2 073,89	3 465,28
Recettes diverses.....	1 306,79	1 373,36	880,77	2 575,15	2 116,38	3 673,08	1 049,44
Prélèvement sur le compte « Remboursement aux États ».....	-	-	62 093,00	9 229,50	-	-	11 654,00
<b>Total général.....</b>	<b>329 356,39</b>	<b>274 318,51</b>	<b>198 677,10</b>	<b>260 700,02</b>	<b>187 460,52</b>	<b>286 784,28</b>	<b>335 596,52</b>

TABLEAU B. — Dépenses du Compte I de 1949 à 1955 (francs-or).

CHAPITRES DE DÉPENSES.	1949.	1950.	1951.	1952.	1953.	1954.	1955.
<b>A. PERSONNEL :</b>							
Traitements et indemnités.....	111 747,79	118 792,10	142 655,48	150 487,55	168 547,50	197 393,94	215 523,39
<b>B. INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE.....</b>							
	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
<b>C. FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION :</b>							
Entretien des bâtiments et dépendances.....	12 330,33	18 275,44	18 027,95	38 539,70	24 216,59	74 188,20	65 074,46
Mobilier.....	564,80	1 029,66	2 989,45	1 533,85	2 183,63	7 645,35	-
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire.....	12 253,41	11 972,95	16 051,51	53 517,85	35 675,85	20 258,63	22 861,16
Chauffage, éclairage, force motrice.....	9 178,02	6 477,47	14 342,52	15 935,95	15 258,68	12 612,50	14 788,07
Primes d'assurances.....	565,33	1 061,81	684,92	1 794,83	1 221,66	1 220,63	1 190,63
Bibliothèque.....	1 902,61	1 946,10	2 550,13	3 273,14	2 396,82	2 226,90	2 415,40
Impressions et publications.....	5 659,24	2 480,38	1 429,96	4 892,68	1 895,07	20 270,16	9 222,08
Frais de bureau.....	3 247,29	4 332,91	5 518,60	5 957,64	5 764,95	7 054,04	4 690,46
Voyages.....	481,89	916,66	2 301,35	1 333,78	1 425,34	521,81	611,45
Frais divers et imprévus.....	2 724,15	1 743,42	3 976,95	6 007,70	4 821,62	7 271,05	3 168,42
Versements à la Caisse de retraites.....	13 000,00	13 000,00	15 000,00	15 000,00	-	-	15 000,00
<b>D. DÉPENSES OCCASIONNELLES :</b>							
Emploi de contributions d'entrée.....	-	-	-	-	-	25 943,00	-
Différences de change.....	11 116,90	-	-	-	-	-	-
Moins-value des titres.....	26 720,29	-	-	-	-	-	-
Provision pour remboursement aux États.....	72 860,00	11 222,00	-	-	-	2 944,50	-
<b>Total.....</b>	<b>287 352,05</b>	<b>196 250,90</b>	<b>228 528,82</b>	<b>301 274,67</b>	<b>266 407,71</b>	<b>382 550,71</b>	<b>357 545,52</b>

Mr le PRÉSIDENT remercie Mr VOLET de son exposé sur les travaux du Bureau International, et propose de procéder immédiatement à la constitution des Commissions.

La *Commission Administrative* comprendra MM. ESSERMAN, KARGATCHIN, STULLA-GÖTZ et YAMAUTI.

La *Commission des Travaux* comprendra MM. ASTIN, BARRELL, BOURDOUN, HOWLETT, OTERO et VÄISÄLÄ.

Mr le PRÉSIDENT invite ensuite les Membres du Comité à visiter le caveau des Prototypes, dans lequel différents aménagements ont été exécutés. Il est alors procédé à un échange de vues sur les moyens que l'on pourrait utiliser pour combattre l'humidité excessive qui règne dans ce local.

Les Membres du Comité constatent la présence du Kilo-gramme international dans le coffre du caveau supérieur. Ils examinent aussi le Mètre international, qui est actuellement utilisé dans le comparateur normal pour la détermination des Mètres du Bureau International nouvellement retracés.

Le programme des séances proposé par Mr le PRÉSIDENT est approuvé.

La séance est levée à 11<sup>h</sup>45<sup>m</sup>.

---

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

TENUE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS.

Vendredi 5 octobre 1956.

PRÉSIDENTENCE DE Mr A. DANJON.

---

La séance est ouverte à 15<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

Sont présents : MM. DANJON, ASTIN, BARRELL, BOURDOUN, CASSINIS, ESSERMAN, KARGATCHIN, OTERO, STULLA-GÖTZ, VÄISÄLÄ, VIEWEG, YAMAUTI et VOLET.

Assiste à la séance : Mr KARTACHEV, invité.

Excusé : Mr HOWLETT, qui a dû quitter Paris avant la fin de la session.

Mr le PRÉSIDENT donne la parole à Mr VOLET, qui fait part au Comité des remerciements adressés par M<sup>me</sup> SEARS à la suite du télégramme dont l'envoi avait été décidé au cours de la première séance du Comité. Il donne également des nouvelles de Mr ISNARDI, qui n'a malheureusement pas reçu sa première convocation, et de Mr SIEGBAHN dont l'état de santé s'améliore.

Mr le PRÉSIDENT passe ensuite la parole à Mr CASSINIS pour la lecture du procès-verbal de la première séance. Ce procès-verbal est adopté sans modification.

Mr VOLET demande au Comité de prendre une décision au sujet de l'assèchement de l'air dans le caveau des prototypes. Il propose un dispositif fonctionnant en circuit fermé et intéressant à la fois les caveaux inférieur et supérieur.

Le Comité déclare qu'il s'en rapporte au Directeur du Bureau pour prendre toutes mesures utiles à ce sujet.

Mr le PRÉSIDENT invite alors Mr VOLET, Rapporteur de la Commission pour la révision de la Convention du Mètre, à lire le Rapport de cette Commission.

**Rapport de la Commission  
pour la révision de la Convention du Mètre.**

La Commission nommée par le Comité International dans sa séance du 9 octobre 1954 en vue d'étudier une révision de la Convention du Mètre, dont le but serait, en particulier, d'établir une meilleure répartition des contributions et de faciliter ainsi l'accession de nouveaux États à notre Organisation, s'est réunie le 29 septembre 1956 à l'Observatoire de Paris. Les Membres présents étaient MM. CASSINIS, DANJON, VIEWEG et VOLET; elle s'est constituée en nommant Mr VIEWEG Président et Mr VOLET Rapporteur.

Ayant considéré que le mode de répartition des contributions ne pouvait être modifié avant la prochaine Conférence Générale des Poids et Mesures en 1960, la Commission a décidé de poursuivre son enquête afin de présenter des propositions concrètes lors de la prochaine session du Comité International des Poids et Mesures en 1958.

La Commission a, d'autre part, reconsidéré la question de la contribution d'entrée due par les États adhérant à la Convention. Cette contribution unique est justifiée, comme on sait, par le fait que tout nouvel État-membre devient copropriétaire des biens du Comité International. La Commission a jugé que ces biens, constitués par des métaux précieux, des instruments, un mobilier, une bibliothèque, etc., pouvaient être estimés actuellement à une somme équivalente à deux fois la dotation annuelle du Bureau International.

En conséquence, la Commission propose que le Comité International ramène de trois à deux annuités la contribution d'entrée d'un nouvel État.

*Le Rapporteur,*

Ch. VOLET.

*Le Président,*

R. VIEWEG.

Mr VIEWEG expose qu'à son avis la diminution du montant du droit d'entrée présente certains dangers. Il propose par ailleurs d'élargir la Commission pour la révision de la Convention du Mètre en nommant Mr ASTIN Président de cette Commission.

Mr VOLET explique que la diminution du droit d'entrée ne pourrait que faciliter l'adhésion à la Convention du Mètre de certains États. Toutefois, après une discussion à laquelle parti-

cipent MM. ASTIN et BARRELL, le Comité décide de ne pas modifier les conditions actuelles d'accession.

Mr ASTIN parle, d'autre part, de la nécessité d'élargir les tâches du Bureau, considérant par exemple les besoins d'étalons de radioactivité.

A la suite d'un large échange de vues sur ces questions, le Comité décide à l'unanimité :

1° d'adjoindre Mr ASTIN à la Commission pour la révision de la Convention du Mètre et de le nommer Président de cette Commission;

2° de charger cette Commission d'étudier :

a. les conditions d'une éventuelle extension du champ d'activité du Bureau;

b. les moyens susceptibles de faciliter les discussions en plusieurs langues au sein de notre Organisation.

Mr le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à Mr STULLA-GÖTZ pour la lecture des Rapports de la Commission Administrative.

### **Premier Rapport de la Commission Administrative.**

La Commission Administrative a tenu sa première séance le mardi 2 octobre 1956, à 16<sup>h</sup>, au Pavillon de Breteuil.

Étaient présents : MM. KARGATCHIN (Président), STULLA-GÖTZ (Rapporteur), ESSERMAN, YAMAUTI, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. ASTIN, CASSINIS, VOLET et JEANNIN.

Les Membres de la Commission prennent connaissance des livres comptables et des pièces justificatives pour les exercices 1954 et 1955. Des vérifications partielles sont effectuées au hasard. La comptabilité est reconnue en bon ordre et la Commission adresse ses félicitations au Directeur et à l'Archiviste-comptable.

Mr VOLET donne des détails concernant les travaux encore à effectuer aux bâtiments. Ces travaux s'avèrent nécessaires non seulement pour conserver les bâtiments en bon état, mais encore pour en améliorer certaines parties, par exemple, la salle des séances, le grand couloir de l'observatoire, etc., ainsi que l'exige la réputation du Bureau. Les études importantes confiées au Bureau nécessitent, par ailleurs, l'acquisition d'un comparateur photo-

électrique dont le prix atteindrait, d'après une offre de la Société Genevoise, 110 000 francs-or. La Commission est d'avis que cette acquisition est nécessaire, mais que la dépense qu'elle représente ne saurait être couverte par le budget normal.

Mr VOLET examine à ce sujet plusieurs possibilités de ressources exceptionnelles. D'une part, on pourrait employer le reste du « Don unique », se montant à environ 40 000 francs-or; d'autre part, les perspectives de nouvelles adhésions à la Convention du Mètre font prévoir une augmentation du total des contributions des États-membres, ainsi que des ressources nouvelles, constituées par les contributions d'entrée, qui doivent réglementairement être affectées à l'amélioration du matériel scientifique du Bureau International.

Au demeurant, la Société Genevoise, qui a déjà consenti un prix spécial pour ce comparateur, se déclare prête à accorder des facilités de paiement au Comité International. Le cas échéant, on pourrait obtenir une ressource supplémentaire par la vente d'anciens Mètres, tels que le N° 5 à bouts, inutilisé depuis 1895, et les Mètres T 1 et T 2, que l'on n'utilise plus en raison de leur forme ancienne et de leur tracé défectueux. Enfin, il est rappelé que l'on pourrait vendre le lingot d'or, ainsi que l'a autorisé le Comité International au cours de sa session de 1954.

Les Membres de la Commission prennent connaissance des remarques du Directeur du Bureau et approuvent le plan des travaux proposé par lui. Ils constatent avec beaucoup de satisfaction le résultat des efforts accomplis par Mr VOLET, non seulement pour donner un meilleur aspect à plusieurs pièces du Bureau et de l'observatoire (particulièrement au caveau des Prototypes métriques), mais encore pour moderniser, dans la mesure des moyens disponibles, les instruments les plus importants du Bureau International, et ils lui adressent leurs remerciements.

En outre, la Commission a discuté le projet de budget pour 1957 et 1958 et l'a approuvé sous réserve de la décision que le Comité doit prendre concernant l'affectation des taxes de vérification.

A l'occasion des discussions concernant l'amélioration de l'équipement scientifique du Bureau, Mr ASTIN fait savoir que le National Bureau of Standards serait prêt à mettre à la disposition du Bureau International des Poids et Mesures certains instruments nécessaires aux travaux de la section d'interférométrie. Cette offre précieuse est acceptée par la Commission, qui exprime ses vifs remerciements au Directeur du National Bureau of Standards.

En ce qui concerne la contribution d'entrée des nouveaux États-membres, Mr VOLET signale que la Commission pour la révision de la Convention du Mètre proposera au Comité International de réduire cette contribution d'entrée à deux fois la valeur de la contribution annuelle. La Commission se déclare d'accord avec cette proposition équitable, considérant que les facilités ainsi offertes aux nouveaux États pour accéder à la Convention du Mètre élargiraient la zone d'action de cette Convention destinée dès l'origine par ses créateurs « A tous les Peuples ».

*Le Rapporteur,*  
J. STULLA-GÖTZ.

*Le Président,*  
C. KARGATCHIN.

### **Deuxième Rapport de la Commission Administrative.**

La Commission Administrative a tenu sa deuxième séance le mercredi 3 octobre 1956, à 16<sup>h</sup>30<sup>m</sup>, à l'Observatoire de Paris.

Étaient présents : MM. KARGATCHIN (Président), STULLA-GÖTZ (Rapporteur), ESSERMAN, YAMAUTI, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. ASTIN, BARRELL, BOURDOUN, CASSINIS, DANJON, HOWLETT, OTERO, VIEWEG, VOLET.

Mr STULLA-GÖTZ donne lecture du Rapport de la première séance de la Commission, qui est approuvé après de petites modifications. Mr VIEWEG fait observer qu'il ne lui paraît pas convenable de réduire les frais budgétaires prévus pour les instruments scientifiques du Bureau, en considération des tâches qui vont continuellement en augmentant. Mr VOLET répond en précisant que la répartition qui figure au projet de budget est une conséquence de l'augmentation des dépenses du chapitre « Personnel » ; mais on cherchera à conserver le montant destiné aux instruments scientifiques au même niveau que dans le budget précédent, par des virements et par l'augmentation escomptée du revenu des taxes de vérification. Mr VOLET rappelle en outre que, d'après le Règlement, le montant des contributions d'entrée à payer par de nouveaux États-membres doit également être consacré à l'amélioration des instruments scientifiques.

Sur la remarque de Mr VIEWEG qu'il n'approuverait pas la vente de prototypes, Mr ASTIN mentionne que l'on ne devrait pas prendre une décision définitive à ce sujet avant d'avoir exploité toutes les autres possibilités de se procurer des ressources extra-budgétaires.

Mr VOLET présente le Rapport de la Commission de la Caisse de Retraites.

### Rapport de la Commission de la Caisse de Retraites.

Cette Commission (voir *Procès-Verbaux*, 1952, p. 104; 1954, p. 67-68), est formée de MM. DE BOER, CASSINIS, DANJON, VOLET.

La Commission s'est réunie le samedi 29 septembre 1956 à l'Observatoire de Paris, sous la présidence de Mr DANJON. Mr DE BOER, actuellement aux États-Unis d'Amérique, s'était excusé. Mr VIEWEG a bien voulu participer aux travaux de la Commission. Ces travaux, qui auraient dû être entrepris plus tôt, ont été retardés par l'éloignement de Mr DE BOER qui porte un intérêt particulier à l'étude de cette question. Néanmoins, la Commission a établi, avec l'aide d'un actuaire spécialisé, un premier projet de « Règlement de la Caisse de Prévoyance et de Retraites du Personnel », sur les principaux points duquel il serait désirable que la Commission Administrative donnât son avis avant qu'un texte semi-définitif fût présenté au Comité International.

*Le Rapporteur,*  
Ch. VOLET.

*Le Président,*  
A. DANJON.

Après une discussion à laquelle prend part la majorité des Membres, différentes modifications sont apportées au projet présenté par la Commission de la Caisse de Retraites. Mr VIEWEG exprime en particulier l'avis que les taxes de vérification ne devraient pas être affectées, même partiellement, au fonds de la Caisse de Prévoyance et de Retraites.

Le Règlement suivant est finalement adopté pour être soumis au Comité International qui a été autorisé, par la Conférence Générale en 1954, à s'occuper dorénavant de la réglementation de cette Caisse.

### RÈGLEMENT DE LA CAISSE DE PRÉVOYANCE ET DE RETRAITES DU PERSONNEL.

Le présent Règlement a pour but de fixer les conditions dans lesquelles le personnel titulaire bénéficie des différents avantages sociaux accordés par le Bureau International des Poids et Mesures.

#### I. — RETRAITE.

ARTICLE 1<sup>er</sup>. *Condition d'ancienneté.* — Tout fonctionnaire du Bureau a droit, après 15 années de service, à une allocation de retraite dont l'entrée en jouissance est fixée, au plus tôt, au premier jour du trimestre civil suivant son 60<sup>e</sup> anniversaire. Le paiement

de cette allocation est subordonné à la cessation d'activité de l'intéressé.

ART. 2. *Montant de la retraite.* — Le montant annuel de la retraite est égal à  $N \times 0,02 \times S$ ;

N, au plus égal à 30, représente le nombre d'années de service accomplies au Bureau depuis la date de titularisation;

S, représente le tiers de la somme des traitements perçus au cours des 36 derniers mois d'activité.

ART. 3. *Retraite différée.* — L'entrée en jouissance de la retraite peut être différée, les années de service accomplies après 60 ans étant prises en considération pour le calcul de la retraite et ce, toujours, dans la limite maximum des 30 années.

ART. 4. *Périodes d'invalidité.* — Les années pendant lesquelles un fonctionnaire bénéficie de la rente d'invalidité prévue à l'article 6 sont considérées pour le calcul de la retraite, ou de la pension de la veuve, comme des années de service actif.

ART. 5. *Droits de la veuve et des orphelins.* — En cas de décès d'un fonctionnaire en activité ou à la retraite, la veuve bénéficie d'une pension fixée à 50 % des droits que le mari avait acquis par son ancienneté de service. Elle ne peut toutefois percevoir cette pension avant l'âge de 50 ans, sauf si elle a au moins deux enfants mineurs à charge. Dans ce dernier cas, elle en bénéficie immédiatement et ce, jusqu'à ce que le plus jeune de ses enfants ait atteint l'âge de 21 ans.

Lorsque la mère est prédécédée, chacun des orphelins a droit jusqu'à 21 ans à une allocation fixée à 20 % des droits acquis par son père, sans que la somme totale répartie aux enfants puisse dépasser le montant de ces droits. En cas de dépassement, l'attribution de chacun des ayants-droit est réduite à due concurrence.

## II. — INVALIDITÉ.

ART. 6. — Si un fonctionnaire, après avoir interrompu son travail depuis un an, pour cause de maladie ou accident, voit sa capacité de retirer un revenu de sa profession, ou d'une profession socialement équivalente, réduite d'au moins deux tiers, il est réputé atteint d'invalidité. Dans ce cas, il a droit, à compter de la date anniversaire de l'interruption de travail et pendant la durée de celle-ci, à une pension fixée à 40 % de son traitement moyen au cours des 12 mois précédant sa cessation d'activité.

Cette pension est suspendue à l'âge de 60 ans. Ensuite le fonctionnaire passe éventuellement sous le régime de la retraite.

### III. — DÉCÈS.

ART. 7. — Les fonctionnaires en activité bénéficient de la garantie d'un capital-décès égal à la moitié de leur traitement annuel au moment du décès.

Cette garantie est également accordée aux fonctionnaires qui reçoivent une pension d'invalidité. Elle est alors calculée sur la même base que cette pension.

### IV. — RESSOURCES DE LA CAISSE DE PRÉVOYANCE.

ART. 8. — Les allocations définies ci-dessus sont servies par le Comité International des Poids et Mesures au moyen des ressources suivantes :

1° une cotisation obligatoire de 4 % prélevée sur les traitements du personnel (cette cotisation est réduite à 3 % pour le personnel féminin);

2° les intérêts des fonds placés;

3° les subventions accordées par le Comité sur le budget du Bureau International, pour maintenir l'équilibre financier de la Caisse.

Sous le contrôle du Comité, le Directeur du Bureau est chargé de veiller aux placements, dans les meilleures conditions possibles, des fonds affectés à la Caisse. Il peut, s'il le juge utile, souscrire auprès d'une Société d'Assurances un contrat assurant tout ou partie des prestations prévues.

### V. — DISPOSITIONS DIVERSES.

ART. 9. — Les pensions de retraite et d'invalidité sont payables par trimestre échu. Elles cessent à la date du décès du titulaire.

ART. 10. — Le fonctionnaire qui quitte volontairement le Bureau sans que les conditions d'ancienneté de service pour une pension de retraite soient remplies, a droit à la restitution sans intérêt des cotisations qu'il a versées.

ART. 11. — En cas de contestation, les parties choisiront un arbitre dont elles s'engagent à accepter la décision.

ART. 12. — Les prestations de la Caisse sont calculées en francs-or; la conversion en monnaie de paiement s'effectue suivant les taux en vigueur pour le décompte des traitements des fonctionnaires en activité.

ART. 13. — Le présent Règlement prendra effet au 1<sup>er</sup> janvier 1957. Il pourra être appliqué au personnel ayant pris sa retraite avant cette date.

Au sujet de l'invitation reçue par le Comité International d'adhérer comme Membre correspondant à la future Organisation internationale de Métrologie Légale, la Commission fait observer que la Convention du Mètre ne prévoit pas une telle possibilité et décide simplement de proposer au Comité de désigner le Directeur du Bureau pour assister, en qualité d'observateur, aux travaux de cette Organisation.

*Le Rapporteur,*  
J. STULLA-GÖTZ.

*Le Président,*  
C. KARGATCHIN.

Après discussion point par point des deux Rapports de la Commission Administrative, le Comité :

1<sup>o</sup> adopte, par 8 voix contre 3 et 1 abstention, le budget suivant :

BUDGET POUR 1957 ET 1958.

*Recettes.*

	francs-or
Contributions des États.....	355 000
Intérêts des Titres et des Fonds.....	1 000
Taxes de vérification.....	6 000
Total.....	<u>362 000</u>

*Dépenses.*

A. Personnel :	
Traitements, indemnités, charges de famille.....	225 000
B. Indemnité du Secrétaire.....	3 000
C. Frais généraux d'administration :	
Bâtiments, entretien.....	30 000
Mobilier.....	2 500
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire.....	42 000
Chauffage, éclairage, force motrice.....	18 000
Primes d'assurances.....	1 300
Bibliothèque.....	3 000
Impressions et publications.....	9 000
Frais de bureau et de secrétariat.....	5 000
Voyages.....	2 000
Frais divers et imprévus.....	4 200
Versement à la Caisse de retraites.....	17 000
Total.....	<u>362 000</u>

2<sup>o</sup> adopte à l'unanimité le Règlement de la Caisse de Prévoyance et de Retraites proposé par la Commission Administrative;

3<sup>o</sup> confirme sa décision (p. 60) de ne pas prendre en considération la proposition de réduire à deux années le montant du droit d'entrée des nouveaux États adhérant à la Convention du Mètre, des dispositions allégeant ce droit d'entrée ayant déjà été prises antérieurement (voir *Procès-Verbaux*, 1946, p. 114; 1954, p. 79);

4<sup>o</sup> charge Mr VOLET d'assister, en qualité d'observateur, à la première session de la nouvelle Organisation Internationale de Métrologie Légale.

Mr le PRÉSIDENT remercie MM. KARGATCHIN et STULLA-GÖTZ du travail accompli par la Commission Administrative.

Mr CASSINIS fait remarquer au Comité qu'au cours des travaux de la Commission Administrative, on n'a pas considéré certaines propositions d'augmentation de traitements. Ces propositions ont été examinées par MM. KARGATCHIN, STULLA-GÖTZ et lui-même, et ont été trouvées acceptables. Il demande donc au Comité de bien vouloir approuver les augmentations de traitements suivantes, applicables à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1957 :

Mr TERRIEN, Sous-Directeur, 1 000 francs-or par an;

Mr BONHOURS, Adjoint, 350 francs-or par an.

Le Comité approuve ces propositions à l'unanimité, et exprime sa satisfaction pour l'œuvre de ces deux collaborateurs du Bureau.

La séance est levée à 17<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

---

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL.

Samedi 6 octobre 1956.

PRÉSIDENCE DE Mr A. DANJON.

---

La séance est ouverte à 10<sup>h</sup>10<sup>m</sup>.

Sont présents : MM. DANJON, ASTIN, BARRELL, BOURDOUN, CASSINIS, ESSERMAN, KARGATCHIN, OTERO, STULLA-GÖTZ, VÄISÄLÄ, VIEWEG, YAMAUTI et VOLET.

Assistent à la séance : MM. PÉRARD, TERRIEN, KARTACHEV, A. BONHOURE, invités.

Le procès-verbal de la deuxième séance est lu et approuvé à l'unanimité. Toutefois, sur la proposition de Mr ASTIN, le Comité décide de nommer Mr BOURDOUN comme Membre de la Commission pour la révision de la Convention du Mètre. Cette Commission est donc composée comme suit : MM. ASTIN (Président), DE BOER, BOURDOUN, CASSINIS, DANJON, NUSSBERGER, VIEWEG, VOLET.

Le Comité prend ensuite connaissance des trois Rapports de la Commission des Travaux.

### **Premier Rapport de la Commission des Travaux.**

La Commission s'est réunie à l'Observatoire de Paris le mardi 2 octobre 1956, à 10<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

Étaient présents : MM. OTERO (Président), BARRELL (Rappor-

teur), ASTIN, BOURDOUN, HOWLETT, VÄISÄLÄ, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. CASSINIS, DANJON, ESSERMAN, KARGATCHIN, STULLA-GÖTZ, VIEWEG, VOLET; MM. PÉRARD, TERRIEN, KARTACHEV, MOREAU.

Mr DANJON, après avoir retracé rapidement l'histoire de l'unité de temps, rappelle qu'en 1954 la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures a donné au Comité International le pouvoir de décider absolument en cette matière. Or, la définition de l'unité de temps est une question qui s'impose aujourd'hui impérieusement.

Le jour solaire moyen n'a plus un sens précis pour les astronomes. Il faut donc préparer l'avenir et orienter les recherches en vue d'une définition physique de l'unité de temps. Mais il s'agit là de solutions futures. En attendant, il est impossible que le Comité International s'abstienne de définir l'unité de temps, alors que les grands laboratoires nationaux adoptent déjà des définitions différentes les unes des autres.

Mr DANJON propose donc de suivre la méthode pratique suivante :

1° Le Comité International établira une définition *astronomique* de la seconde, la seule qui soit possible aujourd'hui;

2° Le Comité International créera un Comité Consultatif qui sera chargé d'étudier les moyens de donner une définition *physique* à l'unité de temps.

Aux termes d'un document qui a été remis aux Membres de la Commission (Annexe 1, p. 89), Mr DANJON propose comme base de discussion la définition suivante :

« La seconde est la fraction  $1/31\ 556\ 925,975$  de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12<sup>h</sup> T. E. (Valeur conforme aux tables de Newcomb :  $1/31\ 556\ 925,974\ 741\ 5\dots$ ) »

Doit-on, dans ces conditions, dire « seconde » ou « seconde de temps des éphémérides » ? Il semble à Mr DANJON que l'origine astronomique de l'étalon est suffisamment précisée dans la définition.

Mr BARRELL souhaite que l'on réserve la dénomination « seconde » pour l'unité de temps lorsqu'elle aura reçu une définition physique.

Mr DANJON fait observer que le mètre ne changera pas de nom le jour où l'on substituera un nouvel étalon à la règle de platine devenue périmée.

Mr VIEWEG suggère que le caractère provisoire de l'unité de temps soit souligné dans sa dénomination elle-même. Tel doit être, en général, le vœu des physiciens.

Mr VOLET montre les dangers d'une telle proposition. « Seconde de temps des éphémérides », par exemple, peut laisser supposer qu'il y a plusieurs étalons de temps; il n'y a, en réalité, qu'une seconde comme il n'y a qu'un mètre.

Mr PÉRARD fait observer qu'il ne faut pas confondre « unité » et « étalon ». L'unité doit rester immuable, même si l'étalon change.

Mr ASTIN se déclare partisan de la dénomination « seconde astronomique ».

Mr VOLET souligne qu'il n'existe actuellement qu'une seule définition pour la seconde, qui est celle de la seconde astronomique; il faut donc éviter le pléonasma.

Mr OTERO note qu'il est dangereux, de toute manière, d'adjoindre au nom d'une unité une épithète qui risque de diminuer l'autorité de l'unité en question.

Mr VIEWEG se rallie à l'opinion de MM. DANJON, VOLET et OTERO, en souhaitant que cette dénomination ne crée pas de difficultés dans l'avenir.

Après consultation de Mr BARRELL, la Commission adopte, sous réserve de l'accord des grands laboratoires, la dénomination proposée par Mr DANJON, qui reprend la suite de son exposé :

L'approximation  $1/31\ 556\ 925,975$  serait très suffisante pour encore une certaine d'années si la précision des mesures astronomiques restait ce qu'elle est, mais elle s'améliore sans cesse. Deux questions se posent alors :

1° faut-il ajouter une quatrième décimale ?

2° faut-il modifier la fin de la définition proposée et donner la valeur rigoureuse sous forme de fraction ? On aurait alors :  
« Valeur rigoureuse conforme aux tables de Newcomb :

$$\frac{12\ 960\ 276\ 813}{408\ 986\ 496\ 000\ 000\ 000} ».$$

Mr VOLET demande si la parenthèse, qui alourdit la définition, est bien nécessaire.

La Commission adopte la définition proposée par Mr DANJON, sous réserve de deux amendements :

1° On ajoute une quatrième décimale à la valeur approchée qui devient :  $1/31\ 556\ 925,974\ 7$ ;

2° L'indication « (Valeur rigoureuse conforme aux tables de Newcomb) » est ajoutée comme un commentaire ne faisant pas partie de la définition.

En ce qui concerne le futur étalon physique, Mr DANJON déclare que les travaux en cours ont déjà conduit à des résultats très encourageants, mais que cet étalon devra remplir deux conditions : *a.* donner de fortes garanties de stabilité; *b.* avoir une valeur aussi proche que possible de celle de la seconde astronomique actuellement en usage.

Il paraît donc nécessaire de créer un Comité Consultatif qui aura pour tâche d'examiner les travaux concernant l'étalon physique de temps. Mr DANJON établit un projet de Résolution dans ce sens, que l'on décide, après correction, de soumettre au Comité International.

A l'unanimité, la Commission propose Mr DANJON pour assumer la présidence de ce Comité Consultatif. Mr DANJON remercie la Commission et émet le vœu que ce nouveau Comité rassemble physiciens et astronomes.

Mr VOLET fait ensuite un exposé sur la *mesure de g* et la question du *g normal*.

Après avoir rappelé qu'on procède actuellement dans divers laboratoires à des déterminations de la valeur absolue de *g*, et que les résultats provisoires, dans la mesure où ils sont connus, présentent des divergences appréciables, Mr VOLET propose que la Commission charge le Bureau International de poursuivre ses travaux sur la mesure absolue de *g* et de les étendre à la « méthode des deux stations » qu'il a lui-même décrite (*voir* Rapport du Directeur, p. 29). Cette méthode présente l'avantage d'éliminer la plupart des erreurs systématiques; l'équipement actuel du Bureau International et l'expérience que ce dernier a acquise permettent d'envisager l'application de cette méthode avec optimisme. D'ailleurs, le National Physical Laboratory de Teddington travaillé en ce moment dans le même sens.

Si, à la suite des expériences actuellement en cours, on décide à l'avenir de changer le système de Potsdam, Mr VOLET se demande s'il serait opportun de modifier la valeur conventionnelle attribuée au *g normal*. En effet, la valeur de l'accélération due à la pesanteur en un lieu donné étant jusqu'ici déterminée dans le système de Potsdam, toute modification à ce système entraînera un changement dans les mesures physiques où intervient cette accélération; notamment la grandeur de l'atmosphère normale, les points fixes thermométriques, la grandeur de l'ampère seront modifiés et, en toute rigueur, la longueur du mètre en platine, l'angström, etc.

Mr CASSINIS souligne le caractère conventionnel du *g normal* et propose de le garder comme base, puisqu'aussi bien des correc-

tions — d'ailleurs variables avec le temps — sont toujours nécessaires. Mr VIEWEG souligne que le but de la Convention du Mètre est de promouvoir la définition, la conservation et le développement des étalons, et qu'en aucun cas, elle ne doit avoir peur des conséquences de nouvelles recherches.

Mr OTERO propose de charger le Directeur du Bureau International de poursuivre ses travaux sur la mesure de l'accélération due à la pesanteur. Cette proposition est approuvée par la Commission.

Mr VOLET aborde ensuite la question des *comparaisons périodiques des calibres*. Il rappelle que, jusqu'à présent, les comparaisons effectuées ne concernaient que des calibres dont la longueur ne dépassait pas 100 mm.

Mr ASTIN propose d'inviter le Bureau à poursuivre ces comparaisons en liaison avec les autres laboratoires et Mr BOURDOUN suggère en outre d'étendre ces comparaisons à des calibres de plus grandes dimensions, jusqu'à 1 mètre.

Mr VOLET fait remarquer que le Bureau International n'est pas actuellement équipé pour de telles comparaisons, qui ne seront possibles qu'après l'acquisition d'un comparateur interférentiel de grande capacité. Au demeurant, ces comparaisons de grandes longueurs posent des problèmes techniques tels que la mesure de la température, l'étude des corrections de perte de phase, l'état de surface des calibres, qui ne sauraient recevoir de solution improvisée. Sur proposition de Mr OTERO, la Commission attire l'attention de la Commission Administrative sur l'opportunité de prévoir les moyens financiers nécessaires à l'équipement du Bureau International pour la comparaison des calibres de grande longueur.

*Le Rapporteur,*  
H. BARRELL.

*Le Président,*  
J. OTERO.

### **Deuxième Rapport de la Commission des Travaux.**

La Commission s'est réunie à l'Observatoire de Paris le mercredi 3 octobre 1956, à 10<sup>h</sup>5<sup>m</sup>.

Étaient présents : MM. OTERO (Président), BARRELL (Rapporteur), ASTIN, BOURDOUN, HOWLETT, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. CASSINIS, DANJON, ESSERMAN, KARGATCHIN, STULLA-GÖTZ, VIEWEG, YAMAUTI, VOLET; MM. PÉ-RARD, TERRIEN, KARTACHEV, A. BONHOURE, GAUTIER, THULIN, MASUI.

Mr TERRIEN rend compte de l'état actuel de ses travaux sur l'étude des radiations monochromatiques, travaux entrepris conformément à la Résolution 1 de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures.

Après avoir passé en revue les diverses méthodes déjà employées, notamment la méthode interférentielle de Michelson, il commente en détail les résultats obtenus grâce à une nouvelle méthode (interféromètre de Fabry-Perot de grande résolution) spécialement adaptée à l'examen du profil des raies spectrales. Ces résultats furent confirmés par des recherches parallèles concernant la visibilité des franges d'interférence au moyen de l'interféromètre de Michelson.

Parmi les éléments employés comme sources de radiations (cadmium 114, mercure 198 et krypton 86), les deux raies du krypton 86 : orange-rouge  $0,6056 \mu$  et jaune-vert  $0,5650 \mu$ , se distinguent par la supériorité de leurs qualités métrologiques.

Mr TERRIEN souligne, en conclusion, que ces expériences récentes constituent un premier travail d'exploration destiné à mettre à l'épreuve quelques méthodes d'étude, en vue de choisir une radiation peu sensible aux perturbations inévitables et de rechercher les modes d'excitation les plus convenables. Parallèlement aux études du Bureau International, quelques autres laboratoires travaillent dans le même sens. Il apparaît que, jusqu'ici, on n'a jamais réussi à produire une radiation dont la largeur soit la largeur Doppler théorique à la température de l'enceinte où est placée la lampe. Les causes de cet élargissement supplémentaire devraient être trouvées pour que l'on sache comment y remédier. Des perfectionnements aux méthodes mises en œuvre au Bureau International apporteront peut-être une solution à ce problème. Si l'on y parvient, la future définition du mètre, que la Conférence Générale des Poids et Mesures se propose d'établir en 1960, conférerait à l'étalon de longueur la précision et l'invariabilité indispensables en métrologie, en particulier pour fixer la valeur des constantes physiques fondamentales dans lesquelles intervient la mesure d'une longueur.

Mr le PRÉSIDENT remercie Mr TERRIEN et donne la parole à Mr VIEWEG qui, après avoir affirmé l'importance capitale de ces recherches et félicité Mr TERRIEN, annonce que la P. T. B. tient à la disposition de tous les laboratoires des lampes à krypton 84 et 86. La pureté est de 99,9 % pour le krypton 86. Quant à l'isotope 84, il est plus difficile à isoler. L'opinion de la P. T. B. est que la raie orange-rouge du krypton est un objet d'étude plus favorable.

Mr ASTIN félicite également Mr TERRIEN et regrette que l'activité du N. B. S. soit actuellement absorbée par des travaux

purement techniques de mesures de précision imposés par les besoins de l'industrie. Il attire l'attention de la Commission sur l'utilisation des jets atomiques pour l'élimination de l'effet Doppler-Fizeau.

MM. HOWLETT, BARRELL, KARTACHEV, YAMAUTI et ESSERMAN soulignent tour à tour la haute valeur des travaux accomplis par le Bureau International.

Mr HOWLETT signale qu'au cours d'expériences effectuées à Ottawa par K. M. BAIRD, l'effet Doppler-Fizeau sur les raies du mercure 198 excité par une décharge en cathode creuse réfrigérée à basse température, n'a pu être éliminé autant qu'on pouvait le prévoir. Ce résultat est analogue à ceux obtenus par Mr TERRIEN dans d'autres conditions expérimentales.

Tout en reconnaissant la possibilité d'améliorer les radiations monochromatiques grâce à l'emploi, par exemple, d'une raie d'absorption ou d'un jet atomique, Mr HOWLETT considère que les résultats obtenus par Mr TERRIEN doivent permettre au Comité Consultatif pour la Définition du Mètre de fixer sa ligne de conduite. Le choix d'une radiation étalon en vue de la définition du mètre est une tâche urgente puisqu'une nouvelle définition doit être établie en 1960.

Mr BARRELL appuie vivement les remarques de Mr HOWLETT et rappelle les travaux récents effectués au National Physical Laboratory, à Teddington (Annexe 3, p. 98). Mr KARTACHEV mentionne les travaux de l'Institut de Métrologie de Leningrad (Annexe 4, p. 104); il estime que la question la plus importante est de choisir les conditions optima de décharge dans les lampes, puisqu'aussi bien les trois éléments déjà mentionnés s'avèrent propres à l'étude entreprise, la largeur réelle des radiations émises pouvant s'approcher également de la largeur théorique.

Les travaux du Central Inspection Institute of Weights and Measures du Japon (Annexe 5, p. 108) et du National Standards Laboratory d'Australie (Annexe 6, p. 110) sont également mentionnés par MM. YAMAUTI et ESSERMAN, qui appuient à leur tour les remarques de Mr HOWLETT.

Après une discussion générale, la Commission est d'avis, sur proposition de Mr OTERO, de renvoyer l'examen de ces questions purement techniques à la prochaine session du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre.

Mr TERRIEN expose ensuite le projet du *comparateur photo-électrique*, qui serait construit par la Société Genevoise et dont l'acquisition est envisagée. Ce comparateur serait du type à

déplacement longitudinal et équipé de microscopes photoélectriques; il pourrait effectuer des comparaisons jusqu'à 1 m, et permettrait en outre des comparaisons interférométriques d'étalons à traits et d'étalons à bouts. Mr VOLET précise que le coût de cet appareil, avec tout son équipement optique, électronique et mécanique, serait de 150 000 francs suisses.

Un comparateur de ce genre étant indispensable pour les travaux futurs du Bureau, Mr OTERO exprime, au nom de la Commission, le désir de voir le Comité International donner une suite favorable à ce projet.

Mr A. BONHOURE rend compte des travaux de comparaisons d'étalons géodésiques et de *Kilogrammes étalons*. Des mesures portant sur la longueur et sur la dilatation d'un ruban géodésique de 24 m ont été faites au Bureau International, puis au N. B. S.; elles sont actuellement poursuivies au N. P. L. à Teddington. La Commission recommande de multiplier ces comparaisons internationales.

Mr BOURDOUN soulève alors la question de la mesure de la *densité de l'air* et demande si des travaux ont été faits sur ce sujet depuis LEDUC. Mr VOLET dit qu'il n'en connaît pas et que le Bureau International pourrait inscrire cette recherche à son programme, s'il y avait un réel intérêt à mieux connaître cette constante. La Commission décide d'encourager les travaux sur la mesure de la densité de l'air, ainsi que de nouvelles recherches sur la stabilité des alliages de fer, de nickel et de cobalt, et particulièrement de l'invar.

*Le Rapporteur,*  
H. BARRELL.

*Le Président,*  
J. OTERO.

### **Troisième Rapport de la Commission des Travaux.**

La Commission s'est réunie à l'Observatoire de Paris le jeudi 4 octobre 1956, à 10<sup>h</sup>.

Étaient présents : MM. OTERO (Président), BARRELL (Rapporteur), ASTIN, BOURDOUN, HOWLETT, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. CASSINIS, DANJON, ESSERMAN, KARGATCHIN, STULLA-GÖTZ, VIEWEG, YAMAUTI, VOLET; MM. PÉRRARD, TERRIEN, KARTACHEV, MOREAU, GAUTIER, LECLERC, THULIN, HAMON, J. BONHOURE, MASUI.

Mr TERRIEN aborde l'exposé des *travaux photométriques* du

Bureau. Il fait part de certains perfectionnements apportés à l'équipement du laboratoire photométrique du Bureau, et en particulier de l'emploi de nouvelles cellules photoélectriques pour la photométrie physique. Le National Research Council (Ottawa) participe pour la première fois à la comparaison internationale actuellement en cours.

Dans le cadre du projet de réalisation de l'*Échelle Internationale de Température* au Bureau International, Mr GAUTIER signale qu'un pont de Smith (du type N. P. L.) a été commandé à Tinsley and Co., Londres. On poursuit par ailleurs l'étude d'un projet d'équipement spécial en vue de l'obtention de certains points fixes thermométriques. Une cellule destinée à réaliser le point triple de l'iode (environ 113° C) est présentée à la Commission. La méthode électrique envisagée en 1954 pour le contrôle du niveau du mercure dans un manobaromètre ayant été abandonnée, quelques indications sont données sur un système optique susceptible d'être utilisé pour le pointé des surfaces de mercure.

Mr GAUTIER commente brièvement les travaux de la *Section d'Électricité* et les résultats des dernières comparaisons internationales des étalons de résistance et de force électromotrice (voir Annexes 8, p. 120 et 9, p. 129).

Mr LECLERC décrit le principe d'un nouvel *étalon de résistance de 1 Ω*, en métal pur, pour usage de laboratoire. Il s'agit d'un étalon constitué par un fil de platine bobiné sur un support en pyrex, scellé dans un tube, lui-même immergé dans une cellule à point triple de l'eau (voir p. 31). Un modèle de cet étalon est présenté à la Commission.

En réponse à des questions posées par des Membres de la Commission, Mr LECLERC précise que cet étalon a été réalisé en vue de constituer un étalon de résistance électrique stable permettant de contrôler le comportement des étalons en manganine.

Mr VIEWEG fait alors quelques remarques sur certains points des intéressants exposés de MM. GAUTIER et LECLERC, en soulignant l'importance de la stabilité et de l'uniformité de la température au cours des mesures. Aujourd'hui, une stabilité à 0,001 deg près est indispensable et il semble bien qu'on ne puisse l'obtenir qu'en faisant appel à des points triples, tels que celui de l'eau par exemple.

Mr THULIN expose les travaux du Bureau sur la *détermination absolue de g* par la méthode de la règle en chute libre. Il attire l'attention sur le fait, qu'à son avis, la plus grande source d'erreurs dans cette méthode balistique réside dans la mesure des longueurs. Des mesures définitives de *g* seront effectuées très prochainement

avec l'équipement perfectionné déjà mis en place. On pense que l'erreur moyenne d'une seule chute de la règle serait d'environ  $\pm 2,5$  mgal.

Mr DANJON présente un texte révisé du projet de Résolution concernant la définition de la seconde. La Commission prend connaissance de ce texte, qui sera soumis au Comité International.

*Le Rapporteur,*  
H. BARRELL.

*Le Président,*  
J. OTERO.

Mr le PRÉSIDENT remercie et félicite, au nom du Comité, MM. OTERO et BARRELL pour le travail accompli par cette Commission, et sollicite la discussion sur chaque point de ces Rapports.

**Unité de temps.**

La Résolution suivante, dont le texte reproduit celui de la Commission, à quelques petits changements près demandés par MM. DANJON, BARRELL, VOLET et TERRIEN, est adoptée à l'unanimité.

**RÉSOLUTION 1.**

*En vertu des pouvoirs que lui a conférés la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures par sa Résolution 5,*

*le Comité International des Poids et Mesures,*  
*considérant*

*1° que la Neuvième Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale (Dublin, 1955) a émis un avis favorable au rattachement de la seconde à l'année tropique;*

*2° que, selon les décisions de la Huitième Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale (Rome, 1952), la seconde de temps des éphémérides (T. E.) est la fraction*

$$\frac{12\ 960\ 276\ 813}{408\ 986\ 496} \cdot 10^{-9}$$

*de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12<sup>h</sup> T. E.,*

*décide :*

*« La seconde est la fraction*

$$1/31\ 556\ 925,974\ 7$$

*de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12 heures de temps des éphémérides ».*

Mr le PRÉSIDENT constate que l'accord sur cette Résolution a été obtenu avec satisfaction et sans arrière-pensée, tant par les physiciens que par les astronomes.

**Comité Consultatif  
pour la Définition de la Seconde.**

La création d'un Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde est sanctionnée par le vote à l'unanimité de la Résolution ci-après :

RÉSOLUTION 2.

*« Le Comité International des Poids et Mesures,  
considérant la Résolution 5 de la Dixième Conférence Générale  
des Poids et Mesures le chargeant de donner plus de précision à la  
définition de l'unité fondamentale de temps,  
considérant le grand intérêt des recherches actuellement en cours  
en vue de fonder l'unité de temps sur l'observation de phénomènes  
physiques,  
considérant la nécessité d'encourager et de coordonner sur le plan  
international les études ci-dessus mentionnées,  
décide de créer un Comité Consultatif pour la Définition de la  
Seconde, dont le rôle sera de le conseiller en vue des décisions qu'il  
aura à prendre pour le perfectionnement de l'étalon de temps ».*

Mr le PRÉSIDENT invite le Comité à désigner les Laboratoires, les Institutions et les spécialistes qui constitueront ce cinquième Comité Consultatif auprès du Comité International des Poids et Mesures. Il soumet une liste qui, complétée par les propositions des Membres du Comité, s'établit finalement comme suit :

*Laboratoires :*

Central Inspection Institute of Weights and Measures (Japon).  
Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques  
(U. R. S. S.).

Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin (Italie).

Laboratoire National de Radioélectricité, Bagnoux (France).

National Bureau of Standards (États-Unis d'Amérique).

National Physical Laboratory (Grande-Bretagne).

National Research Council (Canada).

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Allemagne).

*Organisations et Établissements astronomiques :*

Union Astronomique Internationale, Observatoire, Leiden.

Bureau International de l'Heure, Paris.

Nautical Almanac, U. S. Naval Observatory, Washington 25, D. C.

Astronomisches Rechen-Institut, Heidelberg (Allemagne).

Commonwealth Observatory, Mount Stromlo, Canberra (Australie).

Bureau des Longitudes, Paris.

Institut d'Astronomie Théorique, Leningrad (U. R. S. S.).

Nautical Almanac Office, Royal Greenwich Observatory, Herstmonceux Castle, Hailsham, Sussex (Angleterre).

Instituto y Observatorio de Marina, San Fernando (Espagne).

Observatoire Astronomique de Tokyo, Mitaka (Japon).

*Membres nominativement désignés :*

Sir Harold SPENCER JONES, 5 Broadwater Down, Tunbridge Wells, Kent (Angleterre).

Professeur Giovanni SILVA, Istituto di Geodesia e Geofisica, Università, Padoue (Italie).

Dr Josef FUCHS, Conseiller Supérieur au Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vienne, 107 (Autriche).

Mr le PRÉSIDENT remarque que cette liste est nécessairement assez longue afin qu'astronomes, physiciens, spécialistes de l'heure et des transmissions hertziennes soient convenablement représentés. Cette liste est approuvée à l'unanimité. Des désignations ultérieures pourront intervenir par correspondance, et d'autres personnalités pourront être invitées par le Président du Comité International, conformément au Règlement; il sera donc facile de satisfaire le désir exprimé par Mr KARGATCHIN de voir un spécialiste yougoslave participer aux travaux de ce nouveau Comité Consultatif.

Suivant la proposition de la Commission des Travaux (voir p. 71), Mr DANJON est désigné comme Président du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde.

**Travaux du Bureau International.**

Au sujet de la mesure absolue de  $g$ , le Comité demande au Directeur du Bureau de poursuivre ses expériences et de procéder

à une enquête sur la question : au cas où le système de Potsdam serait modifié, faudrait-il changer parallèlement la valeur conventionnelle du  $g$  normal ?

Le projet d'acquisition du comparateur longitudinal à microscopes photoélectriques reçoit l'adhésion complète du Comité.

Les divers travaux et recherches du Bureau International sont approuvés unanimement par le Comité, qui se joint à Mr OTERO pour remercier particulièrement le Bureau de ses importantes contributions à l'étude des radiations monochromatiques, étude qui devra se poursuivre d'urgence dans les divers Laboratoires.

A l'issue de la discussion des Rapports de la Commission des Travaux, Mr le PRÉSIDENT exprime sa satisfaction à Mr VOLET pour les travaux du Bureau; Mr VOLET le remercie et dit qu'il transmettra ces félicitations à ses collaborateurs, qui les méritent.

#### Commission du Système d'Unités.

Mr le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à Mr STULLA-GÖTZ pour la lecture du Rapport de la Commission du Système d'Unités.

#### RAPPORT DE LA COMMISSION DU SYSTÈME D'UNITÉS.

Cette Commission, constituée lors de la précédente session du Comité International (*Procès-Verbaux*, 1954, p. 113), s'est réunie à l'Observatoire de Paris le lundi 1<sup>er</sup> octobre 1956, à 16<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

Étaient présents : MM. BOURDOUN (Président), STULLA-GÖTZ (Rapporteur), BARRELL, CASSINIS, VIEWEG, VOLET, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. DANJON, KARGAT-CHIN, VÄISÄLÄ, YAMAUTI et PÉRARD.

Mr le PRÉSIDENT rappelle que le Bureau International a distribué, il y a quelques mois, un dossier réunissant les réponses remises par 21 Pays à l'enquête ouverte à la suite de la Résolution 6 adoptée par la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures en 1948, et portant sur l'établissement d'un système international d'unités de mesure; ces Pays sont les suivants : Allemagne, Amérique (États-Unis d'), Argentine (République), Autriche, Chili, Danemark, Espagne, Finlande, France, Italie,

Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Thaïlande, Turquie, U. R. S. S., Yougoslavie. A ce dossier était jointe une Note de synthèse, accompagnée de quelques commentaires, rédigée par Mr VOLET.

Une lettre adressée par Mr VIEWEG à Mr VOLET le 9 août 1956, et contenant des suggestions sur le travail de la Commission en général, est portée à la connaissance de tous les Membres.

La Commission décide de poursuivre le travail déjà entrepris par la Dixième Conférence Générale lorsqu'elle a adopté les unités de base du système. Elle se propose, en conséquence, d'établir une première liste d'unités dérivées. Deux projets de liste d'unités, présentés l'un par Mr BOURDOUN, l'autre par Mr STULLA-GÖTZ, sont alors examinés par la Commission.

Avant de prendre en considération le détail de ces listes, on met en discussion le nom à donner au système.

MM. BOURDOUN et VIEWEG proposent respectivement les dénominations « Système M. K. S. D. A. C. » et « Système M. K. S. A. °K. C. ». MM. STULLA-GÖTZ et CASSINIS se prononcent en faveur de « Système Giorgi ».

Après discussion, la Commission adopte la dénomination de « *Système International d'Unités* ».

La Commission examine ensuite en détail la liste présentée par Mr STULLA-GÖTZ et prise comme base de discussion (1); elle constate que toutes les unités de cette liste se trouvent dans la liste plus abondante soumise par Mr BOURDOUN (Annexe 7, p. 115).

---

(1) Le document présenté par Mr STULLA-GÖTZ notait en particulier :

1° que l'on ne devrait pas faire de distinction entre les unités de base et les unités dérivées; ce point de vue, adopté dans la loi autrichienne (Mass-und Eichgesetz) du 5 juillet 1950, éviterait à la Conférence Générale des Poids et Mesures d'avoir à classer les unités en unités de base, fondamentales, principales, secondaires, etc. La Conférence Générale n'aurait pas ainsi à s'occuper de questions législatives (choix des unités qui devraient faire l'objet d'un décret ou d'une loi par exemple), qui sont en dehors de sa compétence;

2° qu'en ce qui concerne les autres unités dérivées, secondaires, etc., ainsi que certaines unités encore utilisées à titre transitoire, la Conférence Générale ne devrait prendre une décision qu'après l'achèvement des travaux préparatoires entrepris par les organisations spécialisées, telles que l'Organisation Internationale de Normalisation (I. S. O.), l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (U.I.P.P.A.), l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (U.I.C.P.A.), la Commission Électrotechnique Internationale (C. E. I.), etc.

La Commission adopte un classement des unités qui distingue :  
a. Unités de base; b. Unités supplémentaires (mesures d'angles);  
c. Unités dérivées.

Après une longue discussion à laquelle participent presque tous les Membres, la Commission décide de confier à une Sous-Commission, composée de MM. BOURDOUN, STULLA-GÖTZ et CASSINIS, la mission de préparer une première liste d'unités qui sera soumise à l'approbation du Comité International. Pendant la discussion, Mr KARGATCHIN propose notamment la dénomination « tesla » (T) pour l'unité d'induction magnétique, en se référant à la décision déjà prise par la Commission Électrotechnique Internationale en 1956 à Munich; la Commission accepte unanimement cette proposition.

*Le Rapporteur,*  
J. STULLA-GÖTZ.

*Le Président,*  
G. BOURDOUN.

Mr STULLA-GÖTZ présente ensuite la liste établie par la Sous-Commission précitée.

Au cours de cette lecture, Mr le PRÉSIDENT sollicite l'avis du Comité sur chaque point.

La dénomination « Système International d'Unités » est approuvée unanimement.

Un échange de vues entre MM. BOURDOUN, CASSINIS, DANJON, VIEWEG et VOLET fait apparaître que, d'après les termes des Résolutions adoptées par les Neuvième et Dixième Conférences Générales, le Comité International a reçu mission de faire une enquête internationale — qui est achevée — puis d'émettre des recommandations; cette dernière tâche incombe donc maintenant au Comité International et non à la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures. La proposition de la Commission devra donc être précédée de considérants et mise sous la forme d'une Résolution du Comité.

Au sujet des unités dérivées, Mr PÉRARD rappelle qu'à la suite de discussions à l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (U. I. P. P. A.), l'expression *masse volumique* a remplacé en français « densité », le mot *density* restant l'équivalent anglais.

Mr TERRIEN craint que la nouvelle dénomination *tesla* pour l'unité d'induction magnétique ne soit pas adoptée sans objec-

tions, en particulier de la part de l'U. I. P. P. A.; cette crainte n'est pas partagée par MM. BARRELL, BOURDOUN, CASSINIS, VIEWEG, et le Comité, à l'unanimité, décide de maintenir le tesla.

Sur l'intervention de MM. OTERO et TERRIEN, « brillance » est remplacé par *luminance* et « nit » par *candela par mètre carré*, conformément aux recommandations de la Commission Internationale de l'Éclairage.

La liste des unités, amendée comme il vient d'être décidé, est soumise au vote et approuvée. Le Comité adopte en conclusion la Résolution suivante :

### RÉSOLUTION 3.

*Le Comité International des Poids et Mesures,*

*considérant la mission dont l'a chargé la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures par sa Résolution 6 concernant l'établissement d'un système pratique d'unités de mesure susceptible d'être adopté par tous les pays signataires de la Convention du Mètre,*

*considérant l'ensemble des documents envoyés par les vingt et un pays qui ont répondu à l'enquête prescrite par la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

*considérant la Résolution 6 de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures fixant le choix des unités de base du système à établir,*

*recommande :*

*1° que soit désigné comme Système International d'Unités le système fondé sur les unités de base adoptées par la Dixième Conférence Générale, qui sont :*

#### UNITÉS DE BASE.

Longueur.....	mètre	m
Masse.....	kilogramme	kg
Temps.....	seconde	s
Température thermodynamique.....	degré Kelvin	°K
Intensité de courant électrique.....	ampère	A
Intensité lumineuse.....	candela	cd

*2° que soient employées les unités de ce système énumérées au*

tableau suivant, sans préjudice d'autres unités qu'on pourrait ajouter à l'avenir :

UNITÉS SUPPLÉMENTAIRES.

Angle plan.....	radian	rad	
Angle solide.....	stéradian	sr	
UNITÉS DÉRIVÉES.			
Superficie.....	mètre carré	m <sup>2</sup>	
Volume.....	mètre cube	m <sup>3</sup>	
Fréquence.....	hertz	Hz	1/s
Masse volumique (densité).	{ kilogramme par mètre cube }	{ kg/m <sup>3</sup>	
Vitesse.....	mètre par seconde	m/s	
Vitesse angulaire.....	radian par seconde	rad/s	
Accélération.....	{ mètre par seconde carrée }	{ m/s <sup>2</sup>	
Accélération angulaire...	{ radian par seconde carrée }	{ rad/s <sup>2</sup>	
Force.....	newton	N	kg · m/s <sup>2</sup>
Pression (tension mécanique).....	{ newton par mètre carré }	{ N/m <sup>2</sup>	
Viscosité dynamique.....	{ newton-seconde par mètre carré }	{ N · s/m <sup>2</sup>	
Viscosité cinématique....	{ mètre carré par seconde }	{ m <sup>2</sup> /s	
Travail, énergie, quantité de chaleur.....	joule	J	N · m
Puissance.....	watt	W	J/s
Conductivité thermique..	{ watt par mètre et par degré Kelvin }	{ W/(m · °K)	
Quantité d'électricité....	coulomb	C	A · s
Tension électrique, diffé- rence de potentiel, force électromotrice.....	volt	V	W/A
Intensité de champ élec- trique.....	volt par mètre	V/m	
Résistance électrique....	ohm	Ω	V/A
Capacité électrique.....	farad	F	A · s/V
Flux d'induction magnétique.....	weber	Wb	V · s
Inductance.....	henry	H	V · s/A

Induction magnétique....	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
Intensité de champ magnétique.....	ampère par mètre	A/m	
Force magnétomotrice...	ampère	A	
Flux lumineux.....	lumen	lm	cd·sr
Luminance.....	{ candela par mètre carré	{	cd/m <sup>2</sup>
Éclairement.....	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>

Mr CASSINIS fait remarquer que la Commission du Système d'Unités pourra se remettre au travail lorsqu'elle le jugera utile. Mr STULLA-GÖTZ pense qu'une de ses tâches futures sera de limiter les préfixes des multiples et sous-multiples à ceux qui expriment les puissances de 10 dont l'exposant est 1, 2, 3, 6, 9 ou 12, à l'exclusion de tout autre.

Mr le PRÉSIDENT passe ensuite aux derniers points de l'Ordre du Jour.

#### Comités Consultatifs.

Le *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre* (Président, Mr HOWLETT) sera sans doute convoqué en septembre ou octobre 1957.

Mr VIEWEG, Président du *Comité Consultatif d'Électricité*, considère que ce Comité devrait tenir une session au début de juin 1957, et terminer ses travaux avant la réunion de la Commission Électrotechnique Internationale prévue pour la période du 1<sup>er</sup> au 12 juillet à Moscou.

Mr OTERO, Président du *Comité Consultatif de Photométrie*, signale en particulier, parmi les questions dont devra se saisir ce Comité, un changement éventuel des valeurs conventionnelles de l'efficacité lumineuse relative pour l'œil moyen ( $V_l$ ) adoptées par le Comité International en 1933 sous le nom de « courbe de visibilité ». Il provoquera des échanges de vues préparatoires sur cette question controversée, puis il fixera la date de convocation de ce Comité Consultatif, peut-être en octobre 1957, ou, si possible, en juin 1957 comme le préférerait Mr YAMAUTI.

Aux spécialistes du Comité Consultatif de Photométrie déjà désignés nominativement en 1952 pour six ans (MM. PERUCCA, PIRANI et ZWIKKER), Mr OTERO désire adjoindre quelques

autres personnalités; sur sa proposition, MM. WRIGHT et PLAZA sont nommés. Quant à Mr JUDD, s'il n'est pas le représentant du National Bureau of Standards auquel il appartient, on pourra cependant bénéficier de sa présence par une invitation du Président du Comité International.

En l'absence de Mr DE BOER, Président du *Comité Consultatif de Thermométrie*, il est difficile de prévoir la date de la prochaine réunion de ce Comité, où d'importantes questions seront à l'ordre du jour, en particulier les études récentes faites au Japon et en Allemagne sur la température thermodynamique du point de fusion de l'or.

Quant au *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, on vient d'en discuter la composition et sa réunion est prévue pour le printemps 1957.

#### Questions diverses.

Au sujet des *publications du Bureau International*, Mr VOLET rappelle que, vu l'importance des dépenses consacrées à ces publications, il a cherché, comme l'en avait chargé le Comité en 1954, les moyens de réaliser des économies. La composition manuelle sera remplacée par la monotypie; d'autre part, si les dimensions des volumes des Procès-Verbaux étaient légèrement augmentées, ils seraient moins coûteux.

Mr VIEWEG, approuvé par le Comité, préfère que l'on ne change pas les dimensions extérieures de cette publication.

En ce qui concerne les *relations* du Comité International des Poids et Mesures avec d'autres Organismes internationaux, Mr CASSINIS confirme que notre Organisation n'est habilitée à adhérer formellement à aucun groupement international. Le Comité a toutefois considéré unanimement qu'une liaison était souhaitable entre notre Organisation et l'Organisation de Métrologie Légale qui va se constituer incessamment. Les décisions prises par la Commission Administrative dans sa séance du 3 octobre (p. 66) et par le Comité dans sa séance du 5 octobre (p. 67), permettront d'assurer cette liaison en déléguant le Directeur du Bureau International, à titre d'observateur, à la Première Conférence Générale de Métrologie Légale. On doit noter par ailleurs que plusieurs Membres de notre Comité assis-

teront comme représentants de leurs Pays aux réunions de la Métrologie Légale.

L'Ordre du Jour étant épuisé, Mr le PRÉSIDENT remercie ses collègues dont le travail a été particulièrement efficace, puisque des décisions importantes et controversées ont été finalement acquises à l'unanimité.

Il se propose de faciliter la tâche des Membres au cours des réunions futures par l'organisation de traductions, sans toutefois allonger exagérément la durée des réunions.

Selon l'usage, il est convenu que le procès-verbal de cette dernière séance sera soumis à l'approbation du Président, du Vice-Président et du Secrétaire.

Mr le PRÉSIDENT déclare close la session du Comité International.

La séance est levée à 12<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.





ANNEXE 1.

---

RAPPORT  
SUR LA DÉFINITION DE L'UNITÉ DE TEMPS

Par A. DANJON,  
Directeur de l'Observatoire de Paris.

---

En vertu d'une convention adoptée en 1952 par l'Union Astronomique Internationale (U. A. I.), le Temps des Éphémérides, désigné ci-dessous par T ou par T. E., suivant le cas, est défini en fonction de la longitude moyenne du soleil par la relation suivante :

$$(1) \quad L = 279^{\circ}41'48",04 + 129\ 602\ 768",13 T + 1",089 T^2,$$

l'unité de temps étant ici le siècle julien de 36 525 jours, et l'époque origine, l'instant où la longitude du soleil était de  $279^{\circ}41'48",04$ , le 31 décembre 1899. C'est cette origine que les astronomes représentent conventionnellement par

1900 janvier 0 à 12<sup>h</sup> (T. E.).

Les valeurs numériques qui figurent dans la relation (1) sont empruntées aux Tables de Newcomb (1). Les deux premières ont été fournies par l'observation, la troisième par la théorie et l'observation.

Le facteur numérique qui multiplie T dans la relation (1) était donc, pour Newcomb, une donnée empirique. La décision de l'U. A. I. en a changé le caractère : désormais, c'est une constante arbitraire, conventionnelle, non sujette à révision. C'est elle, en effet, qui définit implicitement l'unité de temps. Le moyen mouvement séculaire du soleil est égal, par convention, à :

$$129\ 602\ 768",130\ 000 \dots + 2",178 T.$$

---

(1) *Astronomical Papers of the American Ephemeris and Nautical Almanac*, t. 6, 1898.

On en déduit la durée de l'année tropique en temps des éphémérides

$$31\ 556\ 925,974\ 741\ 5\ \dots \text{ — } 0,5303\ \dots\ T.$$

D'où une définition explicite de l'unité de temps des astronomes qu'on peut formuler ainsi :

- (2) « La seconde de temps des éphémérides est la fraction  $1/31\ 556\ 925,974\ 741\ 5\ \dots$  de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12<sup>h</sup> T. E. ».

Nous avons arrêté ici la division au septième chiffre décimal; on pourrait la pousser plus loin; de même, la variation de l'année tropique pourrait faire l'objet d'une étude théorique plus complète. La définition ci-dessus répondra donc longtemps encore aux besoins de l'astronomie.

Passons maintenant à la pratique, et cherchons à fixer les limites de précision de la mesure astronomique d'un grand intervalle de temps. S'il s'agit, par exemple, de l'étalonnage absolu d'un étalon de fréquence, les comparaisons doivent s'étendre sur une année au moins. Un tel intervalle peut être déterminé en temps des éphémérides avec une erreur probable de quelques centièmes de seconde, disons  $0,06$  pour fixer les idées; l'erreur relative est alors de  $2 \cdot 10^{-9}$ . La définition pratique suivante, rédigée il y a trois ans à l'intention des physiciens, paraissait donc suffisamment précise :

- (3) « La seconde est la fraction  $1/31\ 556\ 925,975$  de l'année tropique pour 1900,0 ».

Mais nous voyons les méthodes astronomiques se perfectionner rapidement, et c'est peut-être manquer de prévoyance que de limiter à  $10^{-10}$  l'exactitude de la définition. Le Rapporteur propose de conserver une décimale supplémentaire, la fraction négligée s'abaissant ainsi de  $-8,5 \cdot 10^{-12}$  à  $+1,3 \cdot 10^{-12}$ .

La définition (3) appelle une autre remarque. L'époque 1900,0 ne coïncidant pas avec l'époque  $T = 0$ , la seconde ainsi définie n'est pas théoriquement identique à la seconde des éphémérides. L'écart est petit, mais plusieurs physiciens ont fait observer qu'il n'y avait pas de quantités négligeables en matière de définitions ou de principes. Ce point mérite de retenir l'attention, car la nouvelle définition ne s'imposera que si l'unanimité des usagers en reconnaît la validité.

Par définition, la notation 1900,0 désigne l'instant où la longitude moyenne du soleil a atteint la valeur de  $280^\circ$ , tandis que la notation « 1900 janvier 0 à 12<sup>h</sup> » désigne l'instant où cette longitude était égale au terme constant de la relation (1),

à savoir  $279^{\circ}41'48,04$ . Ces deux origines diffèrent de  $7^{\text{h}} 23^{\text{m}} 9^{\text{s}}$ . Pendant ce temps, la durée de l'année tropique a déchu de  $1,416 \cdot 10^{-13}$ , quantité très petite si l'on se contente d'une définition approchée à  $10^{-11}$  près. En temps des éphémérides, elle est de  $31\ 556\ 925,974\ 737\ 0 \dots$

Mais, si petite que soit leur différence, et bien qu'elles soient pratiquement équivalentes, il n'en est pas moins vrai que les définitions (2) et (3) sont théoriquement incompatibles.

Les astronomes avaient cru devoir adopter l'origine 1900,0, début de l'année tropique au sens de Bessel, parce que la définition elle-même fait état de la durée de l'année tropique. Ils obéissaient encore à un autre souci, celui de ne pas mentionner le temps des éphémérides. L'Union Astronomique Internationale a adopté l'époque 1900,0 sans discussion, lors de son Assemblée Générale de 1955. Mais depuis lors, les spécialistes, saisis de l'objection formulée par certains physiciens, s'en sont entretenus par correspondance. Tout en exprimant des réserves, sinon des regrets, tous se déclarent prêts à accepter le remplacement de l'époque 1900,0 par l'époque 1900 janvier 0 à  $12^{\text{h}}$  T. E. si l'accord des physiciens en dépend. La définition serait alors rédigée comme il suit :

- (4) « La seconde est la fraction  $1/31\ 556\ 925,975$  (ou 9747) de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à  $12^{\text{h}}$  T. E. (valeur conforme aux tables de Newcomb  $1/31\ 556\ 925,974\ 741\ 5 \dots$ ) ».

Quelques-uns des correspondants, jugeant inutile la mention de la valeur exacte, en proposent la suppression, ce qui ne peut avoir d'inconvénients. Au contraire, si l'on décidait de conserver l'époque 1900,0, il conviendrait, pour supprimer toute ambiguïté, de mentionner la durée exacte de l'année tropique pour cette époque. La définition serait alors rédigée ainsi :

- (5) « La seconde est la fraction  $1/31\ 556\ 925,975$  (ou 9747) de l'année tropique pour 1900,0 (valeur conforme aux tables de Newcomb  $1/31\ 556\ 925,974\ 737\ 0 \dots$ ) ».

Même ainsi corrigée, cette dernière définition a le défaut de mentionner une origine du temps distincte de l'époque  $T = 0$ , ce qui peut être une source de confusions.

Le Comité International des Poids et Mesures, habilité par la Conférence Générale de 1954 à prendre une décision définitive, aura à choisir entre les deux formes (4) et (5), la première pouvant être amputée de sa parenthèse.

On peut invoquer en faveur de la rédaction (5) l'approbation qu'elle a reçue de l'U. A. I. en 1955; mais le Dr MARKOWITZ, Président de la Commission 31 de cette Union, écrit le

31 juillet 1956 que la définition (4) « makes precise the epoch for which the second is to be evaluated, and carries out the intend of Commission 31 of the International Astronomical Union in defining the new unit of time ». Le Comité International peut donc adopter sans scrupules la forme (4), aussi bien que la forme (5).

Personnellement, le Rapporteur préfère la rédaction (4), poussée jusqu'à la quatrième décimale, et amputée de la parenthèse finale. Mais si une majorité se dégageait au sein du Comité International en faveur de la rédaction (5) *avec la parenthèse finale*, il s'y rallierait.

\* \* \*

On sait que la comparaison des étalons de fréquence atomiques ou moléculaires est plus fidèle et plus précise que la comparaison de ces fréquences au temps astronomique. Les étalons physiques s'améliorant plus vite que les méthodes astronomiques, il est devenu indispensable de provoquer une entente internationale sur le choix d'un étalon physique de fréquence, mieux adapté que l'étalon astronomique aux travaux de laboratoire. Si cette entente était différée, les laboratoires intéressés ayant chacun leur étalon particulier, leurs résultats ne seraient pas rapportés à un système unique.

Un problème analogue s'est posé aux spectroscopistes, il y a une cinquantaine d'années. Dès que l'on sut comparer les longueurs d'onde entre elles avec plus de précision qu'on ne pouvait les comparer à un étalon à traits, il y eut autant d'échelles de longueurs d'onde que de laboratoires. L'unité angström fut alors créée pour mettre fin à cet état de choses préjudiciable : elle est définie par la relation  $\lambda_{\text{Cd rouge}} = 6438,4696 \text{ \AA}$ .

Cette longueur d'onde particulière avait fait l'objet de mesures absolues préalables très précises. L'angström est donc très voisin de  $10^{-10}$  m, mais il ne constitue pas une unité métrique. Son emploi offre cependant de tels avantages pour la normalisation des longueurs d'onde que la Septième Conférence Générale des Poids et Mesures décida de le sanctionner. Aujourd'hui les méthodes interférométriques étant de pratique courante, les physiciens vont encore plus loin ; ils proposent d'adopter comme étalon primaire de longueur une longueur d'onde, et tout laissé à penser qu'une décision interviendra bientôt dans ce sens.

Le Rapporteur a rappelé ces faits à Dublin, en septembre 1955, devant la Commission 31 de l'Union Astronomique Internationale, à la suite d'une intervention du Dr ESSEN, favorable à l'adoption immédiate d'un étalon physique de temps.

Je proposai au Dr ESSEN d'accepter provisoirement la seconde des éphémérides, ce qui ne l'empêcherait pas de choisir, avec les autres spécialistes, un étalon physique international de fréquence

susceptible de jouer pour eux le même rôle que l'angström pour les spectroscopistes. Le nouvel étalon devrait être reproductible à un très haut degré de précision. Il conviendrait de rapporter très exactement sa fréquence à la seconde des éphémérides, pour réduire le plus possible l'écart progressif des échelles de temps astronomique et physique. La valeur numérique trouvée pour la fréquence serait alors sanctionnée par une convention internationale, ce qui la mettrait à l'abri de toute révision ultérieure. Ainsi, serait établi un système international provisoire, destiné à devenir un jour définitif, lorsqu'il aurait subi pendant une durée suffisante le contrôle de l'expérience.

Remarquons cependant que l'échelle astronomique de temps ne perdra pas pour autant son utilité. La technique des étalons de fréquence nous fournira l'unité de temps à un degré de précision auquel les observations astronomiques ne peuvent prétendre; mais on ne voit pas encore comment cette technique pourrait donner avec toute la sécurité et la pérennité indispensables, une échelle de temps illimitée permettant de dater les phénomènes. Il y a là un aspect particulier de la chronologie sans analogue dans les autres branches de la métrologie, et qui requerra longtemps encore la coopération étroite des astronomes et des physiciens, les uns conservant l'origine de l'échelle, les autres son unité.

Le Dr ESSEN a renouvelé sa proposition en 1956<sup>(2)</sup>. Il ne saurait être question, et tel est certainement l'avis du Dr ESSEN lui-même, de prendre une décision avant d'avoir comparé entre eux les divers types d'étalons actuellement en expérience, et d'avoir contrôlé leur reproductibilité; mais le Comité International ferait œuvre utile en provoquant dès à présent ces comparaisons et ces contrôles. Deux voies s'offrent à lui :

1° instituer un Comité Consultatif sur le modèle du Comité pour la définition du mètre; mais le Comité International jugera peut-être inopportune cette nouvelle extension de ses activités.

2° dans cette éventualité, il lui appartiendrait de saisir conjointement l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée et l'Union Astronomique Internationale, en insistant sur l'importance fondamentale et sur l'urgence du problème posé.

\* \* \*

Les deux questions traitées dans le présent rapport : rédaction d'une nouvelle définition astronomique de l'unité de temps,

---

(2) Atomic time and the definition of the second, *Nature*, 178, 7 July 1956, p. 34.

choix d'un étalon physique de fréquence, doivent être étudiées parallèlement, sans que l'une fasse tort à l'autre. La technique des étalons de fréquence ouvre devant nous de brillantes perspectives, et l'avenir lui appartient; mais nous ne devons pas oublier que, *présentement*, le texte définissant la seconde des métrologistes ayant perdu toute signification, chacun peut se croire autorisé à utiliser arbitrairement une unité de son choix. Les astronomes ont perçu à temps ce danger, et, en 1955, ils ont pris les mesures nécessaires pour rétablir l'unité de leur échelle de temps. Si chaque constructeur d'horloge atomique ou moléculaire se considérait comme indépendant des autres, ainsi que des astronomes — il s'en faut de peu que nous n'en soyons déjà là — l'adoption d'un étalon international de fréquence en serait sérieusement compromise, puisqu'on se trouverait devant des positions prises.

(27 août 1956.)

---

ANNEXE 2.

National Physical Laboratory (Grande-Bretagne).

---

NOTE SUR L'ÉTALON ATOMIQUE DE TEMPS  
ET LA DÉFINITION DE LA SECONDE

Par L. ESSEN.

(Traduction.)

---

Un résonateur au césium a fonctionné au National Physical Laboratory depuis juin 1955 et a été soumis à un grand nombre d'essais en vue de contrôler ses possibilités en tant qu'étalon définitif de fréquence et d'intervalle de temps. Les résultats, actuellement en préparation pour la publication, n'ont révélé aucune limitation empêchant ce premier modèle expérimental d'être utilisé avec une exactitude de  $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ . On possède donc actuellement un étalon de forme entièrement nouvelle, fondé sur une constante physique fondamentale. Une unité d'intervalle de temps peut être obtenue à partir de l'atome à tout moment et la continuité de fonctionnement n'est requise que pour la durée d'une mesure particulière. L'incertitude provenant de la division des longues périodes de temps déterminées par des observations astronomiques est ainsi évitée.

Une continuité est cependant requise afin de déterminer la relation entre les unités atomique et astronomique; ceci est obtenu au N. P. L. au moyen d'un groupe d'horloges à quartz. La relation avec la seconde de temps des Éphémérides sera publiée prochainement, mais la précision sera limitée à  $\pm 50 \cdot 10^{-10}$  par suite surtout des erreurs des mesures astronomiques.

Le principe de l'étalon atomique repose sur la mesure de la séparation hyperfine du césium; c'est une particularité des expériences pouvant être effectuées actuellement dans une branche nouvelle et féconde de la physique, celle de la spectroscopie hertzienne. Si l'on veut exploiter complètement la précision expérimentale, les résultats doivent être exprimés en fonction

d'une unité atomique; il serait par suite utile que le Comité International des Poids et Mesures puisse donner quelques directives en ce qui concerne l'unité à employer.

On ne peut penser, d'un point de vue réaliste, que l'unité fournie par la résonance du césium puisse être adoptée sur la base d'une seule série d'expériences dont les détails n'ont pas encore été publiés; mais la confirmation par d'autres chercheurs demandera presque sûrement quelques années et il est par suite important que certaines recommandations provisoires soient faites pour assurer l'uniformité des pratiques. C'est pour cette raison que la suggestion a été faite <sup>(1)</sup> d'adopter, pendant cette période intérimaire, une unité de temps qui serait la durée de  $9\ 192\ 631\ 830$  cycles de résonance Fm,  $(4,0) \leftrightarrow (3,0)$  du césium dans un champ nul. Les résultats exprimés dans cette unité, laquelle est déjà disponible par les émissions MSF, seraient tous comparables et pourraient être convertis ultérieurement dans l'unité définitivement adoptée.

L'importance de l'unité atomique pour le physicien est suffisamment évidente et cette unité serait aussi de grande valeur pour l'astronome. Elle peut être intégrée, par l'intermédiaire des horloges à quartz, pour donner des intervalles de temps de plusieurs années et peut, par suite, être employée pour fournir un contrôle des intervalles périodiques utilisés pour l'établissement du temps astronomique. Mais l'étalon atomique ne peut pas être employé comme une horloge à fonctionnement continu donnant les époques aussi bien que les intervalles de temps. L'unité atomique sera tout d'abord mise à disposition par les horloges à quartz, les mêmes que l'on emploie pour diviser les intervalles astronomiques. Ces horloges peuvent être étalonnées en fonction de l'une et l'autre unité, l'unité atomique donnant une valeur précise immédiate et l'unité astronomique une valeur rétrospective dont la précision dépend d'observations accumulées pendant une longue période. En pratique, les deux étalonnages seront faits et ils fourniront une mesure, d'un grand intérêt scientifique, de toute divergence qui existerait entre les deux unités. Si l'étalonnage atomique était utilisé par les astronomes, quelques corrections pourraient finalement être nécessaires afin d'exprimer les époques sur une échelle astronomique se suffisant à elle-même; mais de telles corrections seraient probablement beaucoup plus petites que les corrections que l'on a déjà à appliquer.

En considération d'une divergence possible entre les unités, il pourrait être utile de conserver leurs identités séparées dans les

---

(<sup>1</sup>) L. ESSEN, *Nature*, 178, 7 juillet 1956, p. 34.

mesures les plus précises en les appelant la « seconde de temps atomique » et la « seconde de temps des Éphémérides », quoique pour tous les usages courants elles puissent être toutes deux appelées simplement la seconde. Si l'on juge opportun de désigner l'une d'elles par le nom de « seconde », il serait prudent de réserver cette désignation pour l'unité atomique qui peut être mesurée avec précision et immédiatement, plutôt que pour l'unité astronomique qui peut seulement être estimée d'une manière rétrospective comme une valeur moyenne sur plusieurs années.

(Août 1956.)



### ANNEXE 3.

National Physical Laboratory (Grande-Bretagne).

---

## DÉFINITION DU MÈTRE EN LONGUEURS D'ONDE (1)

(Traduction.)

---

Pour des raisons pratiques, les récents travaux interférométriques effectués au National Physical Laboratory ont eu principalement en vue les applications spéciales de l'interférométrie à la mesure des longueurs. Durant les deux prochaines années, on a cependant l'intention de porter son attention sur les recherches des raies spectrales qui offrent des bases possibles pour la nouvelle définition du mètre. En dépit des préoccupations relatives aux mesures pratiques de longueurs dont on donnera quelques indications au cours de cette Note, on a effectué quelques déterminations préliminaires des longueurs d'onde dans le vide de certaines radiations dans le spectre du mercure 198, du krypton 84 et du krypton 86; les résultats provisoires obtenus sont mentionnés dans le paragraphe suivant. Nous ajouterons enfin quelques remarques indiquant que, si une résolution pour établir la nouvelle définition du mètre doit être considérée à la Onzième Conférence Générale en 1960, il serait bientôt temps que le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre prenne une décision concernant la recommandation de l'isotope particulier et de la radiation qui paraissent les meilleurs pour les buts à atteindre.

#### MESURES PRÉLIMINAIRES DES LONGUEURS D'ONDE DE CERTAINES RADIATIONS ISOTOPIQUES.

En utilisant comme base de référence la longueur d'onde dans le vide de la raie rouge du cadmium ( $0,644\ 024\ 907\ \mu$ ) émise par

---

(1) Rapport établi à la demande du Comité International des Poids et Mesures.

une lampe de Michelson conforme aux spécifications internationales, les valeurs des longueurs d'onde d'autres raies ont été déterminées à l'aide d'un interféromètre de Fabry-Perot, du type à écartement variable des miroirs, enfermé dans une enceinte vide d'air <sup>(2)</sup>. La valeur ci-dessus de la longueur d'onde dans le vide de l'étalon de référence dérive de la valeur internationale 0,643 846 96  $\mu$ . dans l'air normal, et de l'emploi de la formule de dispersion pour l'air recommandée par le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre. Nous insistons sur le fait que toutes les valeurs indiquées ci-après doivent être considérées uniquement comme des valeurs provisoires.

*Mercur*e 198. — Lampes sans électrode du type Meggers contenant de l'argon ( $p = 0,25$  mm Hg), excitées par champ haute fréquence (100 MHz) et refroidies par eau (12° C-20° C); écartement des miroirs de l'interféromètre, 80 mm.

TABLEAU I.

Raie (1).	$\lambda_{\text{vide}}$ (2).	$\lambda_{\text{air}}$ (calculé). (3)
Jaune 1.....	0,579 226 80 $\mu$	0,579 069 30 $\mu$
Jaune 2.....	0,577 119 79	0,576 962 84
Verte.....	0,546 227 02	0,546 078 17
Violette 1.....	0,435 956 20	0,435 836 04
Violette 2.....	0,434 871 75	0,434 751 86
Violette 3.....	0,407 898 89	0,407 785 95
Violette 4.....	0,404 771 41	0,404 659 27

Les valeurs de la colonne (3) se rapportent aux longueurs d'onde dans l'air, à 20° C, sous  $p = 760$  mm Hg et contenant de la vapeur d'eau à une pression partielle de 10 mm Hg et une teneur en CO<sub>2</sub> de 0,003 % en volume. Elles sont déduites des longueurs d'onde dans le vide en utilisant la formule recommandée pour la dispersion de l'air.

*Krypton* 84 et *krypton* 86. — Lampes à krypton 84 et à krypton 86 à cathode chaude, du type Engelhard, refroidies à 63° K et excitées suivant les recommandations de la P. T. B.; écartement des miroirs de l'interféromètre, 62,5 mm.

TABLEAU II.

Raie.	Krypton 84.	Krypton 86.
Orange-rouge.....	0,605 780 29 $\mu$	0,605 780 14 $\mu$
Jaune-vert.....	0,565 112 95	0,565 112 82

(2) *Proc. Roy. Soc., A*, 209, 1951, p. 132.

Les valeurs ci-dessus sont les longueurs d'onde provisoires déterminées dans le vide.

#### MESURES PRATIQUES DE LONGUEURS.

1. *Détermination de la masse volumique du mercure.* — La masse volumique de quatre échantillons différents de mercure à 20° C a été déterminée à  $10^{-6}$  près par la pesée, dans l'air et dans les échantillons de mercure, d'un cube de volume connu (principe d'Archimède). La forme et le volume du cube (environ 702 cm<sup>3</sup>) ont été mesurés par les interférences. Par ce moyen on a déterminé, avec une erreur quadratique moyenne de l'ordre de  $2 \cdot 10^{-7}$ , le volume du cube à partir des mesures de ses dimensions linéaires en fonction des longueurs d'onde dans l'air des quatre premières raies du mercure 198 citées dans la colonne (3) du tableau I. Ces déterminations de masse volumique seront répétées en pesant le mercure contenu dans un cube creux (d'environ 7,5 cm de dimensions intérieures) construit par accolage optique de six plaques planes en silice fondue. La forme et le volume interne de ce cube creux seront également déterminés par des méthodes interférométriques.

2. *Détermination de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques.* — Une détermination de la vitesse de propagation dans le vide du rayonnement électromagnétique dans le domaine des microondes (fréquence 72 GHz, longueur d'onde 4 mm) a été effectuée récemment avec un interféromètre à microonde. La méthode consiste à mesurer dans l'air la longueur d'onde du rayonnement en cherchant le nombre d'ondes contenues dans un intervalle défini au moyen d'une combinaison connue d'étalons à bouts de longueur nominale égale à 2 m. Une fois cette longueur d'onde mesurée, la vitesse dans le vide est alors déduite en utilisant les informations obtenues à partir de mesures simultanées de la fréquence du rayonnement et de l'indice de réfraction de l'air correspondant à cette fréquence. Avant le commencement de ces travaux d'interférométrie en ondes ultra-courtes, on a déterminé la longueur de la combinaison d'étalons à bouts en fonction des longueurs d'onde dans le vide de la raie rouge du cadmium et de la raie verte du mercure 198, au moyen du comparateur interférentiel du N. P. L. (3); cette combinaison d'étalons est actuellement remesurée après achèvement des mesures interférométriques en microondes. L'exactitude de la détermination

---

(3) *Phil. Trans. Roy. Soc., A*, 231, 1932, p. 75.

de l'étalon de 2 m a été estimée meilleure que  $0,2 \mu$  dans la première mesure et l'on espère obtenir la vitesse *dans le vide* à  $10^{-6}$  près.

### 3. Mesures interférentielles d'étalons à traits et d'échelles linéaires.

— On est en train d'étudier le projet d'un interféromètre pour la mesure directe, en fonction des longueurs d'onde, des étalons à traits et des échelles linéaires de précision. Cet appareil repose sur l'emploi d'un microscope photoélectrique comme moyen d'observation impersonnel pour le pointé des traits fins gravés sur les étalons ou les échelles. En supportant l'étalon sur un chariot déplaçable longitudinalement sous le microscope fixé dans une position déterminée, les intervalles définis par les traits de l'étalon seront évalués par l'intermédiaire d'un miroir, fixé au chariot, et qui constitue l'un des éléments d'un interféromètre du type Michelson. Les premiers essais avec ce microscope photoélectrique (\*) indiquent que les pointés de traits d'une haute qualité peuvent être faits avec une erreur quadratique moyenne de  $0,03 \mu$ , sinon mieux. Dans quelques mesures préliminaires d'échelles linéaires avec un interféromètre expérimental, l'erreur quadratique moyenne d'une seule mesure de longueur a été de  $0,09 \mu$ ; on espère obtenir des résultats meilleurs avec l'appareil actuellement à l'étude.

Le Mètre N° 16 doit être repoli et retracé par la Société Genevoise. Un seul trait à l'une des extrémités de la règle et deux à l'autre extrémité, délimiteront deux longueurs nominales de 1 m, l'une à  $0^\circ \text{C}$ , l'autre à  $20^\circ \text{C}$ . Pour faciliter les mesures en longueurs d'onde des distances de 1 m définies par les intervalles entre les traits gravés sur le Mètre N° 16 en utilisant la méthode esquissée ci-dessus, un trait supplémentaire a été gravé à la position  $0,5 \text{ m}$  de l'intervalle de 1 m défini à  $20^\circ \text{C}$ .

### 4. Mesure absolue de l'accélération due à la pesanteur par une méthode balistique.

— Des préparatifs sont en cours pour la mesure absolue de  $g$  par une méthode comportant la lancée, de bas en haut, d'une bille entre deux stations distantes de 1 m dans une enceinte vide d'air et le chronométrage des quatre passages de la bille aux deux stations au cours de ses trajectoires ascendante et descendante. Le principe de cette méthode symétrique a déjà été exposé par CH. VOLET. La méthode du N. P. L. appliquera ce principe comme suit : les positions des deux stations seront déterminées au moyen de miroirs interférentiels semi-réfléchissants disposés comme dans un étalon Fabry-Perot de 1 m de longueur.

---

(\*) Voir la description dans : *J. Sc. Instrum.*, 33, 1956, p. 341.

La mesure de cet étalon sera effectuée par comparaison avec un étalon de 0,2 m en utilisant les franges de superposition en lumière blanche. La valeur de l'étalon de 0,2 m sera directement évaluée en fonction des longueurs d'onde lumineuse d'une source isotopique.

5. *Mesures courantes d'étalons à bouts.* — Depuis de nombreuses années, toutes les séries d'étalons à faces parallèles de haute qualité, comprenant les calibres jusqu'à 100 mm utilisés comme étalons de référence dans l'industrie de précision, sont étalonnées au N. P. L. directement par les interférences.

#### PROGRÈS EN VUE DE L'ÉTABLISSEMENT D'UNE NOUVELLE DÉFINITION DU MÈTRE.

Le projet d'établissement d'une nouvelle définition du mètre fondée sur la longueur d'onde d'une radiation optique ne peut pas trouver une conclusion avant que les recherches en cours dans de nombreux laboratoires aient permis de résoudre le problème du choix des meilleurs isotope et radiation disponibles pour servir de base à cette définition. La Résolution 1 adoptée par la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures insiste sur l'urgence de poursuivre ces recherches afin de pouvoir élaborer une nouvelle définition du mètre qui serait soumise à l'examen de la Onzième Conférence Générale en 1960. Une enquête récente auprès des Membres du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre a fait ressortir une opinion majoritaire en faveur d'une prochaine réunion du Comité en 1957 pour examiner tous les nouveaux résultats obtenus sur les radiations monochromatiques depuis la première réunion du Comité en 1953. On peut sérieusement escompter qu'une décision préliminaire pourra être prise en ce qui concerne l'isotope et la radiation qui apparaîtront comme étant les meilleurs pour le but final, et qu'un programme pourra être établi pour les études complémentaires à poursuivre sur les radiations, leur mode d'excitation et autres détails qui pourront être précisés si nécessaire. Une autre réunion du Comité Consultatif, précédant immédiatement la session du Comité International de 1958, serait nécessaire pour examiner les résultats de ces études et établir un projet de recommandation finale. Si ce projet est accepté par le Comité International, il pourrait ensuite être communiqué aux États-membres de la Convention du Mètre suffisamment à temps pour être étudié avant la prochaine session de la Conférence Générale en 1960.

Un examen des résultats spectroscopiques dont on dispose déjà apporte un appui non négligeable à l'opinion que, parmi les

radiations visibles proposées comme moyens pour redéfinir le mètre en longueurs d'onde, deux raies spectrales sont inégalées par leurs qualités monochromatiques : ce sont les raies émises dans des conditions convenables d'excitation par les isotopes 84 et 86 du krypton. Ces radiations — la raie orange-rouge (6 056 Å) et la raie jaune-vert (5 650 Å) — ont un ordre d'interférence limite correspondant à une différence de marche d'environ 80 cm. Les résultats récemment obtenus par J. TERRIEN d'après des études sur la visibilité au Michelson et les largeurs de ces raies et d'autres radiations isotopiques importantes, fournissent une preuve très convaincante de la supériorité des qualités monochromatiques des deux radiations du krypton. Il semble par suite raisonnable d'espérer que le Comité Consultatif, dans sa session proposée pour 1957, puisse être à même d'effectuer un pas décisif vers l'établissement de la nouvelle définition.

Les suggestions concernant la possibilité de choisir une radiation d'un isotope du krypton ou du mercure dans la région du proche infrarouge (0,8 à 1,5  $\mu$ ) devront faire l'objet d'un examen minutieux. Le seul avantage reconnu réside en ce que les phénomènes interférentiels deviennent ainsi observables à une différence de marche de l'ordre du mètre, ainsi que les expériences du Bureau International des Poids et Mesures l'ont montré avec la raie 9 856 Å du krypton 86. On doit cependant noter qu'un étalon primaire dans la région du proche infrarouge possède certains désavantages pour l'usage général en métrologie et en spectroscopie courantes, en comparaison d'un étalon primaire dans la région visible. L'adoption du premier ne conduirait à aucun accroissement sensible dans l'exactitude de reproduction de la définition fondamentale du mètre.

(Août 1956.)

ANNEXE 4.

Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (U. R. S. S.).

---

RAPPORT  
SUR L'ÉTAT D'AVANCEMENT DES TRAVAUX  
CONCERNANT LA DÉFINITION DU MÈTRE (1).

(Traduction remise.)

---

De 1954 à 1956, conformément à la Résolution 1 de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, les travaux suivants ont été effectués à l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev :

1. Continuation des recherches sur les raies extrêmement monochromatiques de mononuclides;
2. Détermination de la dispersion de l'air normal;
3. Construction de nouvelles lampes à Cd 114 et à Kr 86;
4. Continuation des travaux concernant la construction et le perfectionnement des appareils pour la mesure précise, en longueurs d'onde, des étalons à bouts et des étalons à traits.

1. Les recherches sur les raies extrêmement monochromatiques avaient pour but de mettre en lumière la reproductibilité des longueurs d'onde du Cd 114, du Kr 84 et du Kr 86. Dans une Note antérieure, nous avons déjà signalé provisoirement qu'il existait un déplacement, vers les ondes longues, du maximum de la raie rouge du Cd 114 avec la pression d'argon dans la lampe, mais que la grandeur de ce déplacement ne dépassait pas, dans tous les cas, 0,000 1 Å. En 1955, nous avons déterminé avec plus de précision ce déplacement dans la décharge sans électrode d'une lampe à Cd 114, en mesurant la longueur d'onde pour des pres-

---

(1) Rapport établi à la demande du Comité International des Poids et Mesures.

sions d'argon échelonnées de millimètre en millimètre, dans le domaine de 0 à 40 mm Hg [1]. L'excitation de la lampe était produite par un oscillateur à la fréquence de 60-75 MHz. La température de la lampe pendant l'expérience ne dépassait pas 290-300°C. L'interféromètre à haute résolution était un étalon Perot-Fabry d'une longueur de 100 mm. Les franges d'interférence ont été enregistrées sur un film en mouvement et les interférogrammes étaient mesurés avec un comparateur photoélectrique.

Le résultat obtenu est qu'une augmentation de 1 mm Hg de la pression d'argon dans la lampe à Cd 114 provoque une augmentation de 0,000 05 Å de la longueur d'onde de la raie rouge.

On a comparé la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium et les longueurs d'onde du Kr 84 et du Kr 86. Les résultats provisoires de ces comparaisons sont en bon accord avec les valeurs publiées par d'autres auteurs.

2. Conformément à la Proposition III du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre (1953), la longueur d'onde dans le vide que l'on choisira comme étalon doit être déterminée sur la base de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium dans l'air normal (air sec,  $p = 760$  mm Hg,  $t = 15^\circ$  C et 0,03 % de  $\text{CO}_2$ ). Le calcul de l'indice de réfraction de l'air normal ( $n_s$ ), fondé sur la formule d'Edlén recommandée par le Comité Consultatif conduit, pour la raie rouge du Cd, à la valeur  $n_s = 1,000\ 276\ 38$ .

Cette dernière valeur diffère de la valeur moyenne

$$n_s = 1,000\ 276\ 47$$

obtenue lors des comparaisons du mètre avec la longueur d'onde lumineuse.

En 1954-1955, nous avons mesuré la dispersion de l'air dans le spectre visible (0,4471 à 0,6678  $\mu$ ) [2]. On a employé pour cette mesure un interféromètre à deux ondes muni d'un double prisme de Kösters, et deux tubes en acier hermétiquement fermés par des lames de verre à faces planes et parallèles. L'un des tubes contenait de l'air sans  $\text{CO}_2$  à une pression voisine de la normale, l'autre était vide ( $2 \cdot 10^{-3}$  mm Hg). Après recombinaison des faisceaux interférents, la lumière blanche tombait sur un prisme d'Amici, puis sur une plaque photographique. On peut obtenir sur la plaque un spectre traversé par des franges d'interférence (spectre cannelé). Si l'on déplace la plaque en même temps que l'on fait varier la pression de l'air dans le tube, on peut avoir sur le spectrogramme un certain nombre de franges courbées. La courbure de ces franges montre comment l'indice de réfraction  $n$  dépend de la pression de l'air  $p$  et de la longueur d'onde  $\lambda$ . D'après ces franges, on peut déterminer, indépendamment de la tempé-

rature et de la pression, le rapport des coefficients  $\frac{B}{C}$  de la formule de dispersion du type Cauchy. La valeur de ce rapport était égale à 107,9, avec une erreur d'environ 0,4 %. Si la température et la pression sont connues, on peut calculer d'après ces franges la valeur de chacun des trois coefficients de la formule de dispersion. Pour l'air normal, nous avons obtenu la formule suivante :

$$(n_s - 1) \cdot 10^6 = 272,643 + \frac{1,5451}{\lambda^2} + \frac{0,01432}{\lambda^4},$$

où  $\lambda$  est la longueur d'onde dans le vide en microns.

Le calcul d'après cette nouvelle formule fournit, pour l'indice de réfraction à la longueur d'onde de la raie rouge du Cd, la valeur

$$n_s = 1,000\ 276\ 45_6$$

qui est en bon accord avec la valeur moyenne obtenue lors des comparaisons du mètre avec la longueur d'onde.

3. Pour la mesure précise des calibres à bouts au comparateur interférentiel, on a construit de nouvelles lampes à Cd 114 sans électrode et sans chauffage spécial, des lampes à Cd 114 à électrodes chaudes, et des lampes à Kr 86 sans électrode [3]. Le capillaire de ces dernières a une forme nouvelle. L'espace lumineux se trouve entre deux surfaces d'un cylindre hyperbolique. La pression du krypton dans ces lampes ne dépasse pas 0,1-0,2 mm Hg. Peut-être la basse pression et la forme spéciale de l'espace lumineux ont-elles permis d'obtenir des raies spectrales un peu plus fines.

4. Pour la mesure précise des étalons à bouts jusqu'à 1000 mm de longueur, on a étudié une nouvelle construction de l'interféromètre [4]. Avec cet appareil, on pourra mesurer aussi les étalons géodésiques à bouts en quartz fondu d'une longueur de 1200 mm. On a construit un nouveau comparateur universel pour la mesure en longueurs d'onde lumineuse des étalons à bouts et des étalons à traits jusqu'à 1 m de longueur [5].

Il nous semble qu'aux approches de la Onzième Conférence Générale, il faudra prendre une décision définitive concernant la valeur de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium dans le vide. Il faudra aussi effectuer les comparaisons les plus précises entre les longueurs d'onde des raies spectrales des mononuclides, et entre ces dernières et la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium. En se basant sur ces comparaisons, il faudra choisir définitivement une nouvelle raie spectrale pour remplacer la raie rouge du cadmium et fixer la valeur de sa longueur d'onde jusqu'à la précision du dernier chiffre inscrit.

En outre, il est nécessaire de continuer les travaux concernant la mise au point et le perfectionnement des méthodes et appareils pour la mesure précise des étalons à bouts et des étalons à traits en longueurs d'onde lumineuse.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] N. R. BATARCHOUKOVA, G. B. DOUBROWSKI, *Optika i Spektroskopia*, 1, n° 3, 1956, p. 380.
- [2] V. P. KORONKEVITCH, *Optika i Spektroskopia*, 1, n° 1, 1956, p. 85.
- [3] N. R. BATARCHOUKOVA, *Izmeritelnaia Tekhnika (Techniques de Mesure)*, n° 6, 1956, p. 26.
- [4] E. A. VOLKOVA, A. I. KARTACHEV, M. F. ROMANOVA et V. S. STEPANOV *Tryd. Inst. Metrol. D. I. Mendeleev*, n° 26 (86), 1955, p. 43.
- [5] M. L. BRJEZINSKI, *Tryd. Inst. Metrol. D. I. Mendeleev*, n° 26 (86), 1955, p. 37.

ANNEXE 5.

Central Inspection Institute of Weights and Measures (Japon).

---

NOTE SUR LES TRAVAUX  
CONCERNANT LA DÉFINITION DU MÈTRE (1)

---

Conformément aux propositions du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre réuni en septembre 1953, nous poursuivons des recherches sur les questions suivantes, mais aucune n'est achevée jusqu'à présent.

1. *Sur les mesures de la longueur d'onde et de la différence de marche maxima.* — Nous étudions, au moyen d'un interféromètre du type Perot-Fabry, dans les régions visible et infrarouge, la valeur de la longueur d'onde, la différence de marche maxima et les qualités métrologiques des principales radiations émises par une lampe à Hg 198 (présentée par le N. B. S.) et par une lampe à Kr 86 (présentée par la P. T. B.) sous diverses conditions d'émission.

2. *Sur la mesure d'une règle étalon à traits par une méthode interférentielle.* — Nous effectuons la mesure directe d'une règle étalon à traits d'après une méthode utilisant un compteur de franges interférentielles. Comme appareil le plus convenable, nous avons choisi un interféromètre muni d'un double prisme et de deux prismes trirectangles (« corner-cube »), un de ces derniers pouvant être lié photoélectriquement à une graduation quelconque de la règle. La méthode adoptée consiste à déplacer ce prisme mécaniquement de la longueur à mesurer, qui est définie par la distance entre deux graduations de la règle, et à compter électriquement le nombre de franges interférentielles qui résulte de ce déplacement.

Nous établissons actuellement un tel appareil utilisable pour

---

(1) Rapport établi à la demande du Comité International des Poids et Mesures.

la mesure d'une longueur jusqu'à un mètre; on pourra donc étalonner le prototype du mètre en fonction de longueurs d'onde au cours de l'année prochaine.

3. *Sur la mesure interférentielle d'un long étalon à bouts.* — Nous étudions la précision avec laquelle on pourrait mesurer, au moyen des interférences, des étalons à bouts de diverses longueurs, jusqu'à un mètre. Dans ce but, on utilise un comparateur muni d'un double prisme et de lampes à Hg 198 et Kr 86. Nous pouvons ainsi évaluer la longueur de tels étalons à bouts en fonction de la longueur d'onde dans le vide, par la mesure des étalons dans l'air et en appliquant la correction pour l'indice de réfraction de l'air déduite des mesures d'une même longueur dans l'air et dans le vide.

(26 juillet 1956.)

ANNEXE 6.

National Standards Laboratory (Australie).

---

RECHERCHES DIVERSES  
CONCERNANT LA DÉFINITION DU MÈTRE (1)

(Traduction.)

---

MESURES DE LONGUEURS ET DE LONGUEURS D'ONDE. — Un grand nombre de mesures de longueurs ont été effectuées dans l'air et dans le vide avec un interféromètre du type Kösters construit au National Standards Laboratory (N. S. L.), en utilisant des lampes à mercure 198 et à krypton 86. Ces mesures comprenaient également celles de la comparaison internationale de calibres organisée par le Bureau International des Poids et Mesures. On a déterminé aussi les valeurs relatives de longueurs d'onde dans l'air et dans le vide, afin de contrôler les conditions de fonctionnement sous vide de l'interféromètre. L'instrument est capable de mesurer avec une précision élevée, dans l'air ou dans le vide, des étalons de longueur jusqu'à 500 mm.

Les travaux sont en cours pour la mesure précise des longueurs d'onde des radiations du Hg 198 et du Kr 86 à l'aide d'un interféromètre Perot-Fabry. On a fabriqué une lampe à cadmium de Michelson conforme aux spécifications internationales, pour obtenir la raie de référence  $0,643\ 846\ 96\ \mu$ . En liaison avec ces travaux on étudie, en fonction de la longueur d'onde, la variation de la perte de phase qui se produit à la réflexion sur les diverses couches à facteur de réflexion élevé utilisées dans l'interféromètre. La variation de la perte de phase est mesurée à de très faibles différences de marche par une nouvelle méthode qui détermine l'ordre des franges avec grande précision et sans application de la méthode des excédents fractionnaires.

---

(1) Rapport établi à la demande du Comité International des Poids et Mesures.

SOURCES DE LUMIÈRE. — Les conditions de fonctionnement des lampes à Hg 198 des types sans électrode et à cathode froide, et de la lampe à Kr 86 à cathode chaude ont été étudiées à l'interféromètre de Kösters du N. S. L.

Des recherches sont en cours sur des lampes à cathodes creuses contenant du mercure ou du cadmium naturels, en vue de préparer des lampes de ce type contenant des isotopes. Ce travail est rendu possible par la mise à disposition du N. S. L. des isotopes Hg 198 et Kr 86.

PERTE DE PHASE A LA RÉFLEXION SUR LES SURFACES D'ACIER. — On a établi des courbes d'étalonnage de la perte de phase à la réflexion en fonction du rapport  $\frac{\text{réflexion spéculaire}}{\text{réflexion totale}}$  pour les surfaces d'acier polies.

On considère qu'il est nécessaire de disposer d'une méthode très précise pour mesurer la perte de phase à la réflexion; dans ce but, des essais se poursuivent pour trouver une méthode permettant de mesurer avec une précision élevée le déplacement des franges à deux ondes.

Une étude générale de l'influence de l'état de surface sur le déplacement des franges dû à la perte de phase est en cours d'achèvement.

CORRECTIONS D'OBLIQUITÉ DU FAISCEAU. — L'influence des rayons obliques, due à la position et aux dimensions des petites ouvertures utilisées dans les interféromètres des types Fizeau et Michelson, a été complètement étudiée et des formules exactes ont été établies pour calculer les déplacements des franges consécutifs à cette influence. On a pu montrer que les formules approchées utilisées jusqu'ici n'étaient pas applicables dans le cas le plus général. Cette nouvelle étude s'imposait d'autant plus qu'il est maintenant possible, par l'emploi de sources isotopiques, de mesurer des longueurs plus grandes.

MESURES DES ÉTALONS A BOUTS ET DES ÉTALONS A TRAITS PAR LES INTERFÉRENCES. — On construit actuellement un appareil qui permettra de mesurer par les interférences un étalon à bouts de 1 m.

On a commencé des études expérimentales pour la mesure directe par les interférences d'un étalon à traits. En liaison avec ce projet, on étudie également des méthodes précises de pointé des traits.

PROGRAMME DE RECHERCHES FUTUR. — Il est important de ne pas perdre de vue les exigences majeures qu'entraîne le choix

du nouvel étalon définitif de longueur. Cet étalon devra être reproductible avec la plus haute exactitude possible; il devra aussi pouvoir être comparé aux autres étalons de même espèce avec une exactitude également très élevée.

Les longueurs des ondes lumineuses émises par des sources isotopiques ont déjà montré qu'elles satisfaisaient à ces exigences, mieux que tout étalon matériel de longueur. En outre, ces longueurs d'onde résultent d'un phénomène naturel et indestructible pouvant être obtenu en tout lieu et en tout temps avec une installation relativement simple. Les seuls facteurs discutables sont le choix de la meilleure raie spectrale et celui du meilleur type de lampe.

La raie choisie devrait être intense et posséder en même temps la plus petite largeur possible; la lampe émettrice devrait pouvoir reproduire cette raie avec une complète régularité. Aucun doute ne doit subsister en ce qui concerne la longueur d'onde émise par une telle lampe dans des conditions données de température, pression et densité de courant. Tout élargissement ou déplacement de la raie émise, par effets Doppler, Stark, de pression, etc., doit être connu. Toutes ces conditions impliquent l'emploi des meilleures techniques de mesures interférentielles et spectroscopiques et la normalisation de ces techniques pour la reproduction de l'étalon longueur d'onde.

A notre avis, les travaux de recherches les plus importants à faire sont : *a.* la mise au point de sources de lumière émettant les raies les plus fines possibles et possédant les qualités indispensables de reproductibilité, robustesse et longue durée de vie; *b.* la mesure précise des longueurs d'onde de toutes les sources isotopiques et une connaissance exacte des facteurs qui influent sur les longueurs d'onde émises.

Les exigences secondaires à considérer se rapportent au passage d'un étalon longueur d'onde à un étalon matériel à bouts ou à traits. En examinant cet aspect pratique, on ne doit pas confondre l'exactitude avec laquelle un tel passage peut être effectué, avec l'exactitude réelle effectivement atteinte dans l'établissement de l'étalon longueur d'onde. Par exemple, il est incorrect de prendre l'exactitude avec laquelle un calibre industriel collé sur un plan peut être mesuré, en fonction des longueurs d'onde, comme critère pour juger de la confiance que l'on peut accorder à la longueur d'onde en tant qu'étalon. Un tel passage met en jeu de nombreux facteurs : contact par adhérence, planéité et parallélisme des surfaces, coefficient de dilatation de la substance, etc., facteurs qui n'ont aucun rapport avec la longueur d'onde. Le seul facteur qui dépende uniquement de la longueur d'onde est la perte de phase à la réflexion; l'erreur d'évaluation de ce facteur est toutefois plus faible que l'erreur totale que l'on peut craindre lors du

passage du Mètre international à l'étalon à bouts. On doit toutefois considérer qu'un sujet de recherches très important est celui de la mise au point de méthodes pour la mesure précise de la perte de phase sur les surfaces et couches réfléchissantes. Il y a un manque de connaissances fondamentales sur ce problème.

En conclusion, le N. S. L. considère que des travaux de recherches, fondés sur les exigences primaires et secondaires mentionnées ci-dessus, devraient être effectués; ces recherches seraient, par ordre d'importance :

1° Mise au point et réalisation de sources lumineuses donnant le plus faible élargissement possible par effet Doppler. L'intensité et la simplicité du spectre du mercure sont très séduisantes, et les possibilités des sources à Hg 198 des types à cathode creuse et à jet atomique devraient être complètement étudiées.

2° Les longueurs d'onde émises par toutes les sources isotopiques devraient être mesurées avec une grande précision dans divers laboratoires et un échange de lampes entre laboratoires serait très souhaitable.

3° L'évolution éventuelle des propriétés des sources au cours de leur vieillissement doit être établie et des efforts doivent être faits afin d'éliminer les effets parasites, tels que les changements de pression dans les lampes.

4° a. Mise au point de méthodes plus précises pour mesurer la perte de phase sur les surfaces réfléchissantes;

b. comparaisons internationales de perte de phase sur les surfaces.

5° Nouvelles études précises de la réfraction et de la dispersion de l'air, de la vapeur d'eau et du CO<sub>2</sub>.

6° Développement de la mesure interférentielle des étalons à traits en liaison avec de nouvelles méthodes permettant de pointer les traits avec précision.

7° Mise au point de techniques pour la mesure plus précise des déplacements des franges et des excédents fractionnaires, à l'aide par exemple de méthodes photoélectriques et électroniques.

8° Le fait qu'une raie infrarouge du krypton 86 a donné des interférences à une différence de marche de 1 m ne devrait pas être perdu de vue dans la recherche de la meilleure longueur

d'onde en tant qu'étalon primaire. Ce n'est pas un désavantage sérieux, pour les laboratoires bien équipés, de travailler avec un étalon primaire qui ne soit pas situé dans la région visible du spectre.

C. F. BRUCE,  
N. A. ESSERMAN.

## ANNEXE 7.

---

# SUR LE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS DE MESURE

### COMMENTAIRES ET PROPOSITIONS CONCERNANT L'ENQUÊTE EFFECTUÉE PAR LE COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par G. BOURDOUN,  
Président de la Commission du Système d'Unités.

---

1. SUR LE SYSTÈME D'UNITÉS. — Les recommandations du Comité International des Poids et Mesures doivent être données d'après le *système* comprenant les six unités adoptées par la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures et les unités les plus importantes dans le domaine des mesures mécaniques, thermiques, électriques et photométriques qui dérivent de ces unités fondamentales. Les questions sur les unités « hors système » et d'autres systèmes (par exemple *litre*, *kilogramme-force*, etc.) ne doivent pas être examinées actuellement; il n'est pas utile de former « une série » d'unités des divers systèmes.

2. SUR LA DÉNOMINATION DU SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS DE MESURE. — Conformément à la pratique actuelle, chaque système d'unités est dénommé d'après les lettres initiales des unités fondamentales. Étant donné que la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures a adopté, pour le système à établir, six unités fondamentales (mètre, kilogramme, seconde, degré Kelvin, ampère et candela), il conviendrait de désigner le nouveau système sous le nom de « système international d'unités M.K.S.D.A.C. ». Il n'est pas nécessaire d'introduire l'épithète « pratique » dans la dénomination du système.

3. SUR LES RAPPORTS DU COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES AVEC D'AUTRES INSTITUTIONS INTERNATIONALES QUI S'OCCUPENT DES UNITÉS DE MESURE. — Le Comité International établit le système international d'unités de mesure « M.K.S.D.A.C. », qui contient les unités fondamentales et les

unités de mesure dérivées *les plus importantes* de ce système harmonieux d'unités scientifiques, recommandé pour la science, la pratique et l'enseignement.

Le Comité Technique 12 de l'Organisation Internationale de Normalisation s'occupe de la normalisation des unités de mesure de tous les systèmes, en prenant pour base le système « M.K.S.D.A.C. ».

Les autres organisations (Commission Électrotechnique Internationale, Commission Internationale de l'Éclairage, Comité de Métrologie Légale, et autres) élaborent des normes détaillées ou des règlements sur les unités de mesure dans des domaines particuliers.

4. SUR LE PROJET DE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS « M.K.S.D.A.C. ». — Le projet ci-après de système international d'unités « M.K.S.D.A.C. », établi sur la base de la Résolution 6 de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, contient six unités fondamentales, deux unités supplémentaires (radian et stéradian), et les unités dérivées les plus importantes.

Ce projet présente la particularité de ne pas donner de définitions des unités, mais seulement des définitions de leurs valeurs.

Le rôle d'une organisation internationale métrologique est d'établir les définitions des valeurs des unités fondamentales et dérivées. Ainsi, par exemple, dans les documents de l'enquête sur les unités de mesure, est discutée la question de la définition du newton : est-ce « la force qui communique à la masse de 1 kg une accélération de 1 m/s<sup>2</sup> » ou « la force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kg une accélération de 1 m/s<sup>2</sup> » ? Il est évident que la discussion ne touche pas la définition de la valeur du newton égale à 1 kg  $\frac{1 \text{ m}}{\text{s}^2}$ .

5. SUR LA DÉNOMINATION DES UNITÉS DÉRIVÉES. — Il faut approuver la proposition qui vise à rejeter toute introduction de nouvelles dénominations pour les unités dérivées (par exemple « pascal » pour l'unité de pression).

6. SUR LA RATIONALISATION DANS LE DOMAINE DES UNITÉS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES. — Cette question est pratiquement résolue par l'emploi sur une grande échelle, pendant ces dix dernières années, du système M. K. S. A. dans les travaux sur l'électrotechnique et la radiotechnique, où l'on utilise exclusivement le système d'unités rationalisées.

Le projet de système international d'unités « M.K.S.D.A.C. » doit être basé sur les unités rationalisées pour le domaine des mesures électriques et magnétiques.

PROJET DE SYSTÈME D'UNITÉS « M. K. S. D. A. C. » (1).

Dénomination.			
Grandeur.	Unité.	Symbole.	Valeur de l'unité.
UNITÉS FONDAMENTALES.			
Longueur.....	mètre	m	<i>Voir les résolutions des Conférences Générales des Poids et Mesures</i>
Masse.....	kilogramme	kg	»
Temps.....	seconde	s	»
Température thermodynamique....	degré Kelvin	deg, ° K	»
Intensité de courant électrique.....	ampère	A	»
Intensité lumineuse.....	candela	cd	»

*Unités supplémentaires.*

Angle plan.....	radian	rad
Angle solide.....	stéradian	sr

UNITÉS DÉRIVÉES PRINCIPALES.

*a. Unités mécaniques.*

Fréquence.....	hertz	Hz	(1):(1 s)
Vitesse angulaire.....		rad/s	(1 rad):(1 s)
Accélération angulaire.....		rad/s <sup>2</sup>	(1 rad):(1 s) <sup>2</sup>
Vitesse.....		m/s	(1 m):(1 s)
Accélération.....		m/s <sup>2</sup>	(1 m):(1 s) <sup>2</sup>
Superficie.....		m <sup>2</sup>	(1 m) <sup>2</sup>
Volume.....		m <sup>3</sup>	(1 m) <sup>3</sup>
Densité.....		kg/m <sup>3</sup>	(1 kg):(1 m) <sup>3</sup>
Force.....	newton	N	(1 kg)·(1 m):(1 s) <sup>2</sup>
Poids spécifique.....		N/m <sup>3</sup>	(1 N):(1 m) <sup>3</sup>
Moment d'inertie (dynamique).....		kg·m <sup>2</sup>	(1 kg)·(1 m) <sup>2</sup>
Travail et énergie.....	joule	J	(1 N)·(1 m)
Moment de force.....		N·m	(1 N)·(1 m)
Puissance.....	watt	W	(1 J):(1 s)
Tension et pression.....		N/m <sup>2</sup>	(1 N):(1 m) <sup>2</sup>
Viscosité dynamique.....		N·s/m <sup>2</sup>	(1 N)·(1 s):(1 m) <sup>2</sup>
Viscosité cinématique.....		m <sup>2</sup> /s	(1 m) <sup>2</sup> :(1 s)

(1) Voir p. 83 la liste des unités finalement approuvée par le Comité International.

Dénomination.			
Grandeur.	Unité.	Symbole.	Valeur de l'unité.
<i>b. Unités thermiques.</i>			
Quantité de chaleur, potentiel thermodynamique, énergie interne, énergie libre, enthalpie, potentiel isobare-isotherme.....	joule		<i>Voir section des unités mécaniques</i>
Capacité thermique du système, entropie du système.....		J/deg	(1 J):(1 deg)
Capacité thermique spécifique, entropie spécifique.....		J/kg·deg	(1 J):[(1 kg)·(1 deg)]
Potentiel thermodynamique spécifique, chaleur spécifique de changement de phase, chaleur spécifique de réaction chimique.....		J/kg	(1 J):(1 kg)
Flux thermique.....	watt		<i>Voir section des unités mécaniques</i>
Densité du flux thermique.....		W/m <sup>2</sup>	(1 W):(1 m) <sup>2</sup>
Rendement thermique, transmission thermique.....		W/m <sup>2</sup> ·deg	(1 W):[(1 m) <sup>2</sup> ·(1 deg)]
Conductivité thermique.....		W/m·deg	(1 W):[(1 m)·(1 deg)]
Conductivité de la température.....		m <sup>2</sup> /s	(1 m) <sup>2</sup> :(1 s)

*c. Unités électriques et magnétiques.*

Quantité d'électricité, flux de déplacement électrique (flux d'induction électrique).....	coulomb	C	(1 A)·(1 s)
Déplacement électrique (induction électrique).....		C/m <sup>2</sup>	(1 C):(1 m) <sup>2</sup>
Différence de potentiel électrique, tension électrique, force électromotrice.....	volt	V	(1 W):(1 A)
Intensité de champ électrique.....		V/m	(1 V):(1 m)
Résistance électrique.....	ohm	Ω	(1 V):(1 A)
Capacité électrique.....	farad	F	(1 C):(1 V)
Flux magnétique.....	weber	Wb	(1 C)·(1 Ω)
Induction magnétique.....		Wb/m <sup>2</sup>	(1 Wb):(1 m) <sup>2</sup>
Inductance, inductance mutuelle...	henry	H	(1 Wb):(1 A)
Force magnétomotrice, différence de potentiel magnétique.....	ampère-tour	At	(1 A)·(1)
Intensité de champ magnétique....		At/m	(1 At):(1 m)

*d. Unités lumineuses.*

Flux lumineux.....	lumen	lm	(1 cd)·(sr)
Émittance.....		lm/m <sup>2</sup>	(1 lm):(1 m) <sup>2</sup>
Brillance.....	nit	nt	(1 cd):(1 m) <sup>2</sup>
Éclairement.....	lux	lx	(1 lm):(1 m) <sup>2</sup>

MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES DES UNITÉS.

Les multiples et sous-multiples des unités sont formés par multiplication ou division par les puissances du nombre 10. Leurs dénominations sont obtenues au moyen des préfixes ci-après, placés avant le nom des unités.

Multiples et sous-multiples.	Préfixes.	Symboles.
1 000 000 000 000 = $10^{12}$ .....	téra	T
1 000 000 000 = $10^9$ .....	giga	G
1 000 000 = $10^6$ .....	méga	M
1 000 = $10^3$ .....	kilo	k
100 = $10^2$ .....	hecto	h
10 = $10^1$ .....	déca	da
0,1 = $10^{-1}$ .....	déci	d
0,01 = $10^{-2}$ .....	centi	c
0,001 = $10^{-3}$ .....	milli	m
0,000 001 = $10^{-6}$ .....	micro	$\mu$
0,000 000 001 = $10^{-9}$ .....	nano	n
0,000 000 000 001 = $10^{-12}$ .....	pico	p

Si le nom de l'unité fondamentale ou dérivée comporte déjà un préfixe (« kilogramme » par exemple), les préfixes multiples et sous-multiples sont ajoutés à la dénomination simple (c'est-à-dire à la racine de la dénomination), prise sans le préfixe; par exemple : « milligramme », « mégagramme », pour la dénomination « gramme ».

(Septembre 1956.)



ANNEXE 8.

Bureau International des Poids et Mesures.

---

RAPPORT SUR LES COMPARAISONS  
DES ÉTALONS NATIONAUX  
DE RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE  
EFFECTUÉES EN 1955

Par M. GAUTIER.

---

Les comparaisons des étalons nationaux de résistance électrique ont pu avoir lieu, comme prévu, durant l'été de 1955. Les laboratoires intéressés, consultés par correspondance, avaient donné leur accord pour faire parvenir leurs étalons au Bureau International pour le 1<sup>er</sup> juin, en principe. En fait, il a fallu compter avec quelques retards, et les comparaisons proprement dites n'ont pu commencer qu'à la fin du mois de juin.

La plupart des laboratoires envoient au Bureau International deux résistances pour représenter l'unité qu'ils conservent; certains laboratoires nous ayant envoyé trois étalons, ou même quatre, on a, comme en 1953, sélectionné deux étalons pour participer aux comparaisons internationales; ainsi, tous les laboratoires ont été également représentés par deux résistances que nous appellerons « étalons principaux ». Cette sélection a été faite à la suite de mesures préliminaires qui ont permis de déterminer quels étaient les étalons qui avaient le mieux supporté le voyage. A l'issue des comparaisons principales, les étalons écartés (étalons secondaires) ont été rattachés aux étalons principaux du même laboratoire d'origine.

1. ÉTALONS REÇUS. MESURES PRÉLIMINAIRES. — Le tableau I donne la liste des étalons que nous avons reçus, avec : *a.* leurs caractéristiques et les valeurs déterminées par les Laboratoires d'origine « avant » et « après » les comparaisons effectuées au Bureau International; *b.* les valeurs interpolées de leur résistance

à la date moyenne de ces comparaisons, ainsi que les résultats de nos mesures préliminaires et de quelques mesures de contrôle rapides faites sur les étalons qui étaient arrivés au Bureau International quelque temps avant le début des comparaisons.

TABLEAU I.

Étalon N <sup>o</sup> .	$\alpha \cdot 10^6$ .	$\beta \cdot 10^6$ .	Résistance à 20° C, en $\Omega$ .		
			Avant. (1).	Après. (2).	Valeur au 3 juillet 1955. (3).

ALLEMAGNE.

*Deutsches Amt für Mass und Gewicht (D. A. M. G.), Berlin.*

			11 mai 1955.	7 novembre 1955.	
306-2*.....	+ 0,2	+ 0,03	0,999 901 0	0,999 917 5	-
306-8.....	- 2,1	+ 0,17	864 8	864 6	0,999 864 8

Une mesure rapide faite au B. I. P. M. le 25 mai a donné à 20° C :

$$(306-2)-(306-8) = + 34,9 \mu\Omega.$$

\* Cet étalon, qui a varié de 16,5  $\mu\Omega$  entre mai et novembre, n'a pas été retenu, à la demande du D. A. M. G., pour le calcul final des écarts des unités nationales.

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (P. T. B.), Braunschweig.*

			Avril-mai 1955.	Novembre- décembre 1955.	
88.....	+ 8,1	- 0,5	0,999 989 8	0,999 989 9	0,999 989 8
1 029 343.....	+ 8,9	- 0,5	979 4	980 5	979 7

AMÉRIQUE (ÉTATS-UNIS D').

*National Bureau of Standards (N. B. S.), Washington.*

			Mai 1955.	Février 1956.	
72*.....	+ 7,0	- 0,52	1,000 010 7	1,000 010 6	-
73.....	+ 3,9	- 0,46	012 8	012 9	1,000 012 8
83.....	+ 4,8	- 0,49	004 4	005 2	004 5

Une mesure rapide faite au B. I. P. M. le 14 juin a donné à 20° C :

$$(72)-(73) = - 3,1 \mu\Omega$$

$$(73)-(83) = + 8,1$$

\* L'examen des résultats obtenus au N. B. S. et au B. I. P. M. semble indiquer une légère instabilité de l'étalon N<sup>o</sup> 72 pendant ses transports. A la demande du N. B. S., il n'a pas été tenu compte de cet étalon pour le calcul final des écarts des unités nationales.

TABLEAU I (*suite*).

Étalon N <sup>o</sup> .	$\alpha \cdot 10^6$ .	$\beta \cdot 10^6$ .	Résistance à 20° C, en $\Omega$ .		Valeur au 3 juillet 1955. (3).
			Avant. (1).	Après. (2).	

CANADA.

*National Research Council (N. R. C.), Ottawa.*

			15 mai 1955.	15 octobre 1955.	
498 830.....	+18,4	-0,6	0,999 926 1	0,999 925 9	0,999 926 0
498 831.....	+19,4	-0,7	919 5	919 4	919 5
1 029 331.....	+ 9,5	-0,5	982 8	982 8	982 8
1 029 332.....	+ 9,0	-0,5	983 0	983 0	983 0

Une série de comparaisons faites au B. I. P. M. les 22 et 23 juin a donné à 20° C :

$$\begin{aligned} (498\ 850) &= m - 26,6\ \mu\Omega \\ (498\ 851) &= m - 32,2 \\ (1029\ 331) &= m + 29,2 \\ (1029\ 332) &= m + 29,6 \end{aligned}$$

où  $m$  = valeur moyenné des quatre étalons.

FRANCE.

*Laboratoire Central des Industries Électriques (L. C. I. E.),  
Fontenay-aux-Roses.*

			22 juin 1955.	27 octobre 1955.	
3 961.....	+15,2	-1,0	1,000 593 2	1,000 595 1	1,000 593 2
638 719.....	+18,1	-0,7	0,999 908 9	0,999 908 9	0,999 908 9

JAPON.

*Electrotechnical Laboratory (E. T. L.), Tokyo.*

			18 mai 1955.	27 septembre 1955.	
34 050.....	+31,47	-0,66	1,000 601 8	1,000 601 9	1,000 601 8
34 051.....	+12,20	-0,63	345 1	345 2	345 1
34 054.....	+14,16	-0,63	590 2	590 5	590 3

Une mesure rapide faite au B. I. P. M. le 25 juin a donné à 20° C :

$$\begin{aligned} (34\ 051)-(34\ 050) &= -257,35\ \mu\Omega \\ (34\ 054)-(34\ 050) &= -11,64 \end{aligned}$$

TABLEAU I (*suite et fin*).

Étalon N <sup>o</sup> .	$\alpha \cdot 10^6$ .	$\beta \cdot 10^6$ .	Résistance à 20° C, en $\Omega$ .		Valeur au 3 juillet 1955. (3).
			Avant. (1).	Après. (2).	

ROYAUME-UNI.

*National Physical Laboratory (N. P. L.), Teddington.*

			Mai 1955.	Septembre 1955.	
713.....	+ 9,85	-0,40	1,000 048 6	1,000 048 7	1,000 048 6
714.....	+ 9,90	-0,38	049 3	049 2	049 3

Les coefficients thermiques ont été calculés au B. I. P. M. à l'aide des valeurs d'étalonnage à 18, 19, 20, 21 et 22° C, communiquées par le N. P. L.

U. R. S. S.

*Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (I. M.), Leningrad.*

			Mai 1955.	Mars 1956.	
6.....	+17,0	-0,52	1,000 428 4	1,000 425 0	1,000 427 8
8.....	+17,7	-0,53	442 9	439 1	442 2

Une mesure rapide faite au B. I. P. M. le 10 juin a donné à 20° C :

$$(8)-(6) = + 13,05 \mu\Omega.$$

BUREAU INTERNATIONAL (B. I. P. M.).

			Avril-mai 1955.	Septembre 1955.	
723.....	+ 8,8	-0,40	0,999 999 7	0,999 999 8	0,999 999 8
87.....	+ 5,6	-0,48	1,000 005 5	1,000 005 3	1,000 005 4

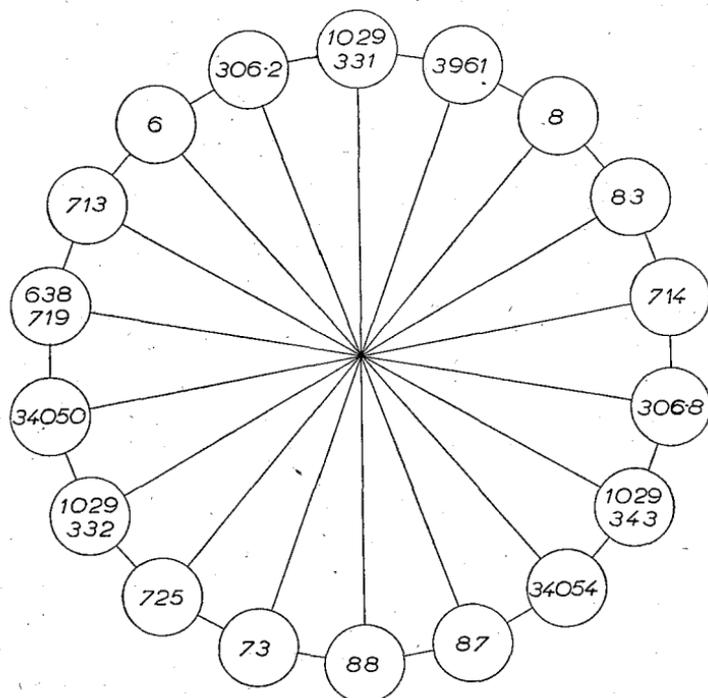
Tous ces étalons étaient munis de prises de potentiel; ils étaient constitués d'un fil de manganine (sauf les étalons du D. A. M. G. dont le fil est en alliage 306) enfermé dans un boîtier étanche (sauf l'étalon N<sup>o</sup> 3 961 du L. C. I. E. qui est du type Otto Wolff ouvert).

2. COMPARAISONS PRINCIPALES. — Dix-huit étalons de résistance (étalons principaux) ont participé aux comparaisons inter-

nationales proprement dites; ce sont :

D. A. M. G.....	Nos	306-2;	306-8
P. T. B.....		88;	1 029 343
N. B. S.....		73;	83
N. R. C.....		1 029 331;	1 029 332
L. C. I. E.....		3 961;	638 719
E. T. L.....		34 030;	34 034
N. P. L.....		713;	714
I. M.....		6;	8
B. I. P. M.....		723;	87

Le schéma de comparaisons adopté est reproduit ci-après.



Il a été effectué 27 séries « aller » et 27 séries « retour », du 27 juin au 9 juillet 1955, symétriquement par rapport à la date du 3 juillet, par un seul observateur. Les méthodes et les appareils employés sont décrits dans le tome XXI des *Travaux et Mémoires du Bureau International* <sup>(1)</sup>.

Les résultats observés, réduits à 20° C, sont les suivants :

<sup>(1)</sup> M. ROMANOWSKI, *Coordination des unités électriques au B. I. P. M.*, p. 23-34. M. GAUTIER, *Théorie de l'équilibrage du pont double.*

TABLEAU II.

Comparaisons.			Température (° C).		Résultats à 20° C ( $\mu\Omega$ ).		
			Aller.	Retour.	Aller.	Retour.	Moyenne.
1.	(1 029 331) —	(306-2).....	20,06	19,95	+ 56,05	+ 54,03	+ 55,04
2.	(6) —	(713).....	20,11	19,93	+384,72	+384,88	+384,80
3.	(638 719) —	(34 030).....	20,14	20,05	-699,27	-699,01	-699,14
4.	(1 029 332) —	(725).....	20,16	20,04	- 22,44	- 22,17	- 22,30
5.	(73) —	(88).....	20,18	20,03	+ 21,14	+ 21,02	+ 21,08
6.	(87) —	(34 034).....	19,94	20,03	-584,70	-584,72	-584,71
7.	(1 029 343) —	(306-8).....	19,96	20,01	+ 96,44	+ 96,33	+ 96,38
8.	(714) —	(83).....	19,99	20,13	+ 41,14	+ 41,06	+ 41,10
9.	(8) —	(3961).....	20,03	20,11	-142,70	-143,77	-143,24
10.	(306-2) —	(6).....	20,03	20,04	-508,84	-507,87	-508,36
11.	(713) —	(719).....	19,85	20,03	+142,53	+142,71	+142,62
12.	(34 030) —	(1 029 332).....	19,93	19,99	+624,92	+624,43	+624,68
13.	(725) —	(73).....	19,99	20,09	- 12,92	- 12,90	- 12,91
14.	(88) —	(87).....	20,02	20,07	- 13,77	- 13,81	- 13,79
15.	(34 034) —	(1 029 343).....	20,04	20,05	+608,45	+608,12	+608,28
16.	(306-8) —	(714).....	19,95	20,05	-160,05	-159,99	-160,02
17.	(83) —	(8).....	20,03	20,04	-439,04	-438,91	-438,98
18.	(3 961) —	(1 029 331).....	20,13	20,11	+609,97	+610,31	+610,14
19.	(306-2) —	(87).....	20,16	20,07	- 84,03	- 83,27	- 83,65
20.	(6) —	(34 034).....	20,19	20,05	-159,82	-159,66	-159,74
21.	(713) —	(1 029 343).....	19,99	20,04	+ 63,47	+ 63,35	+ 63,41
22.	(719) —	(306-8).....	20,02	20,02	+ 17,07	+ 17,07	+ 17,07
23.	(34 030) —	(714).....	20,03	20,07	+556,20	+556,03	+556,12
24.	(1 029 332) —	(83).....	20,04	20,04	- 27,17	- 27,24	- 27,20
25.	(725) —	(8).....	20,08	20,02	-443,96	-443,68	-443,82
26.	(73) —	(3 961).....	19,92	19,92	-573,76	-574,12	-573,94
27.	(88) —	(1 029 331).....	19,95	19,87	+ 14,46	+ 14,61	+ 14,54

A partir de ces résultats on a calculé, par la méthode des moindres carrés, la valeur à 20° C de chacun des 18 étalons, rapportée à leur valeur moyenne  $B_{18}$ .

TABLEAU III.

(306-2) = $B_{18} - 211,75 \mu\Omega$	(638 719) = $B_{18} - 230,80 \mu\Omega$
(306-8) = $-247,91$	(34 050) = $+468,36$
(88) = $-142,02$	(34 054) = $+456,54$
(1 029 343) = $-151,61$	(713) = $-88,17$
(73) = $-120,85$	(714) = $-87,84$
(83) = $-128,97$	(6) = $+296,68$
(1 029 331) = $-156,72$	(8) = $+310,00$
(1 029 332) = $-156,21$	(725) = $-133,83$
(3 961) = $+453,25$	(87) = $-128,17$

3. RATTACHEMENT DES ÉTALONS SECONDAIRES. — La valeur des étalons secondaires a été obtenue à l'aide de séries de rattachement dont les résultats sont donnés ci-après :

TABLEAU IV.

Laboratoire d'origine.	Date du rattachement.	Comparaisons.	Résultats à 20° C ( $\mu\Omega$ ).
N. B. S.....	12 août 1955	(72) — (73)	$-2,74$
		(72) — (83)	$+5,25$
N. R. C.....	8 août 1955	(1 029 331) — (498 850)	$+55,75$
		(1 029 332) — (498 851)	$+62,11$
		(498 850) — (498 851)	$+5,83$
E.T.L.....	11 août 1955	(34 050) — (34 051)	$+257,55$
		(34 051) — (34 054)	$-245,61$

D'où, à 20° C :

TABLEAU V.

(72) = $B_{18} - 123,66 \mu\Omega$
(498 850) = $-212,47$
(498 851) = $-218,32$
(34 051) = $+210,87$

4. CALCUL DES ÉCARTS RELATIFS DES UNITÉS NATIONALES. — Par interpolation linéaire entre les valeurs des étalons indiquées par les laboratoires d'origine avant leur venue au Bureau International et après leur retour au laboratoire, nous avons obtenu la valeur de la résistance de ces étalons au 3 juillet 1955, date centrale des comparaisons [cf. tableau I, colonne (3)]. En rapprochant ces dernières valeurs des résultats donnés aux tableaux III

et V, nous avons calculé les valeurs de la moyenne  $B_{18}$  à partir de la résistance de chaque étalon; ces valeurs sont données ci-après :

TABLEAU VI.

Laboratoire.	Étalon N°	Valeurs de $B_{18}$ à partir de chaque étalon.
D. A. M. G.....	306-8	1,000 112 7 $\Omega$
P. T. B.....	88	1,000 131 8
	1 029 343	<u>131 3</u>
	Moyenne...	1,000 131 6 $\Omega$
N. B. S.....	73	1,000 133 6
	83	<u>133 5</u>
	Moyenne...	1,000 133 6 $\Omega$
N. R. C.....	498 850	1,000 138 5
	498 851	137 8
	1 029 331	139 5
	1 029 332	<u>139 2</u>
	Moyenne...	1,000 138 8 $\Omega$
L. C. I. E.....	638 719	1,000 139 7
	3 961	<u>140 0</u>
	Moyenne...	1,000 139 8 $\Omega$
E. T. L.....	34 050	1,000 133 4
	34 051	134 2
	34 054	<u>133 8</u>
	Moyenne...	1,000 133 8 $\Omega$
N. P. L.....	713	1,000 136 8
	714	<u>137 1</u>
	Moyenne...	1,000 137 0 $\Omega$
I. M.....	6	1,000 131 1
	8	<u>132 2</u>
	Moyenne...	1,000 131 6 $\Omega$
B. I. P. M.....	725	1,000 133 6
	87	<u>133 6</u>
	Moyenne...	1,000 133 6 $\Omega$

Des différentes valeurs de  $B_{18}$  on a déduit les écarts entre les unités des Laboratoires nationaux, telles qu'elles sont représentées par leurs étalons, et l'unité conservée au Bureau International. Ces écarts sont les suivants :

TABLEAU VII.

Allemagne	{ [D. A. M. G.].....	+ 20,9 $\mu\Omega$
	{ [P. T. B.].....	+ 2,0
Amérique (États-Unis d')	[N. B. S.].....	0,0
Canada	[N. R. C.].....	- 5,2
France	[L. C. I. E.].....	- 6,2
Japon	[E. T. L.].....	- 0,2
Royaume-Uni	[N. P. L.].....	- 3,4
U. R. S. S.	[I. M.].....	+ 2,0

5. CONCLUSION. — Cette intercomparaison, la troisième depuis le passage aux unités absolues, a été effectuée dans de meilleures conditions que les précédentes. Tous les étalons étaient simultanément présents au Bureau International, et tous étaient du même type. Ils étaient donc définis avec une précision comparable, ce qui n'était pas le cas pour les comparaisons de 1953 où certains étalons étaient démunis de prises de potentiel. Il en résulte pour les présentes comparaisons une précision accrue des mesures : la moyenne quadratique des erreurs résiduelles est de 0,08  $\mu\Omega$  et la plus forte erreur résiduelle de 0,17  $\mu\Omega$ ; en 1953, les valeurs correspondantes étaient respectivement 0,4 et 1,1  $\mu\Omega$ . La comparaison des étalons au Bureau International a donc pu être effectuée en 1955 avec une précision de 0,1  $\mu\Omega$ , mais l'examen des valeurs de  $B_{18}$  obtenues d'après chaque étalon national montre que, sans doute par suite des fluctuations dues aux voyages, la résistance des bobines au 3 juillet 1955 n'est connue qu'avec une approximation de quelques dixièmes de microhm. C'est ce fait qui, actuellement, limite la précision des résultats de ces comparaisons.

Les légères différences entre les résultats du tableau VII et ceux de 1953 sont de l'ordre de grandeur des erreurs de mesure; il est, par suite, difficile d'affirmer que ces différences correspondent à une évolution réelle de la valeur des unités.

(Août 1956.)

ANNEXE 9.

Bureau International des Poids et Mesures.

---

RAPPORT SUR LES COMPARAISONS  
DES ÉTALONS NATIONAUX  
DE FORCE ÉLECTROMOTRICE  
EFFECTUÉES EN 1955

Par M. GAUTIER.

---

Les comparaisons des étalons nationaux de force électromotrice (éléments Weston) ont eu lieu au début de l'été 1955, en même temps que celles des étalons de résistance.

Comme par le passé, les différents éléments envoyés par un même laboratoire ont été considérés comme formant un ensemble, dénommé *groupe*; par exception, les étalons envoyés par l'Institut de Métrologie, au nombre de douze, ont été répartis en deux groupes de six. Au fur et à mesure de leur arrivée au Bureau International, ces groupes ont été portés sur notre registre d'éléments Weston et dotés d'un numéro servant à les désigner, conformément au procédé retenu pour nos étalons sédentaires.

1. ÉTALONS REÇUS. — Le tableau I donne, pour chaque étalon, les valeurs déterminées par les laboratoires d'origine « avant » et « après » les comparaisons effectuées au Bureau International, ainsi que les valeurs admises à la date moyenne de ces comparaisons.

TABLEAU I.

Force électromotrice à 20°C, en V.

Étalon n° (1).	Avant. (2).	Après. (3).	Valeur admise au 24 juillet 1955. (4).
-------------------	----------------	----------------	--

ALLEMAGNE.

*Deutsches Amt für Mass und Gewicht (D. A. M. G.), Berlin.*

Groupe n° 27.	7 mai 1955.	3 décembre 1955.	
§ 412.....	1,018 680	1,018 681	1,018 680 5
§ 413.....	659	657	658 0
§ 414.....	663	663	663 0
§ 415 *.....	632	65c	641 0
§ 416.....	655	655	655 0

\* Voir note (2), p. 136.

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (P. T. B.), Braunschweig.*

Groupe n° 30.	Mai-juin 1955.	Décembre 1955- janvier 1956.	
§1 217.....	1,018 655 5	1,018 655 7	1,018 655 6
§1 218.....	660 0	660 4	660 2
§1 219.....	656 6	656 0	656 3
§1 220.....	657 7	657 8	657 8
§1 221.....	659 2	659 2	659 2

AMÉRIQUE (ÉTATS-UNIS D').

*National Bureau of Standards (N. B. S.), Washington.*

Groupe n° 24.	Avril 1955.	Octobre 1955.	
1 058.....	1,018 597 0	1,018 598 0	1,018 597 5
1 056.....	596 4	597 9	597 2
1 063.....	596 0	597 9	597 0
1 077 *.....	590 5		
1 078 *.....	589 5		
1 079 *.....	584 4		

\* A leur retour au N. B. S., ces trois éléments ont montré un excès de gaz et une force électromotrice trop élevée; à la demande du N. B. S., on n'a pas tenu compte de ces éléments pour le calcul de la valeur de l'unité de ce Laboratoire.

TABLEAU I (suite).

Force électromotrice à 20°C, en V.

Étalon n° (1).	Avant. (2).	Après. (3).	Valeur admise au 24 juillet 1955. (4).
<b>CANADA.</b>			
<i>National Research Council (N. R. C.), Ottawa.</i>			
Groupe n° 31.	10 mai 1955.	28 octobre 1955.	
122 703.....	1,018 549 4	1,018 546 8	1,018 548 1
122 739.....	546 5	545 9	546 2
428 462.....	586 7	588 3	587 5
428 463.....	585 0	586 3	585 6
<b>FRANCE.</b>			
<i>Laboratoire Central des Industries Électriques (L. C. I. E.), Fontenay-aux-Roses.</i>			
Groupe n° 33.	20 juin 1955.	10 octobre 1955.	
7 034.....	1,018 647 2	1,018 647 0	1,018 647 1
7 033.....	646 4	646 3	646 4
7 036.....	650 3	649 8	650 0
<b>JAPON.</b>			
<i>Electrotechnical Laboratory (E. T. L.), Tokyo.</i>			
Groupe n° 29.	20 mai 1955.	7 octobre 1955.	
436.....	1,018 656 5	1,018 659 5	1,018 658 0
579.....	653 7	656 3	655 0
A 71.....	612 1	614 5	613 3
A 78.....	614 2	616 3	615 2
A 82.....	613 6	615 7	614 6
<b>ROYAUME-UNI.</b>			
<i>National Physical Laboratory (N. P. L.), Teddington.</i>			
Groupe n° 28.	Avril-mai 1955.	Septembre 1955.	
5 311.....	1,018 627 2	1,018 626 1	1,018 626 6
5 312.....	625 7	625 6	625 6
5 314.....	627 2	626 5	626 8
5 316.....	629 0	627 1	628 0
5 317.....	628 6	628 5	628 6
5 319.....	626 7	624 2	625 4

TABLEAU I (suite et fin).

Étalon n° (1).	Force électromotrice à 20° C, en V.		
	Avant. (2).	Après. (3).	Valeur admise au 24 juillet 1955. (4).

U. R. S. S.

*Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (I. M.), Leningrad.*

Groupe n° 25.	Avril 1955.	Novembre 1956.	
5 641.....	1,018 618 1	1,018 619 0	1,018 618 6
5 648.....	618 3	619 0	618 6
5 649.....	617 0	617 9	617 4
5 657 *.....	617 0		
5 661.....	618 4	619 1	618 8
5 670 **.....	619 4		

\* Dès sa première mesure au B. I. P. M. cet élément s'est montré inutilisable, le fil négatif étant rompu au ras de l'électrode.

\*\* Le même incident est arrivé à l'élément n° 5670 lors de son retour à l'I. M.

Groupe n° 26.	Avril 1955.	Novembre 1956.	
2 706.....	1,018 602 9	1,018 604 8	1,018 603 8
2 709.....	608 9	610 0	609 4
2 713.....	608 8	610 3	609 6
2 736.....	610 7	609 9	610 3
2 746.....	602 4	602 3	602 4
2 747.....	611 1	612 2	611 6

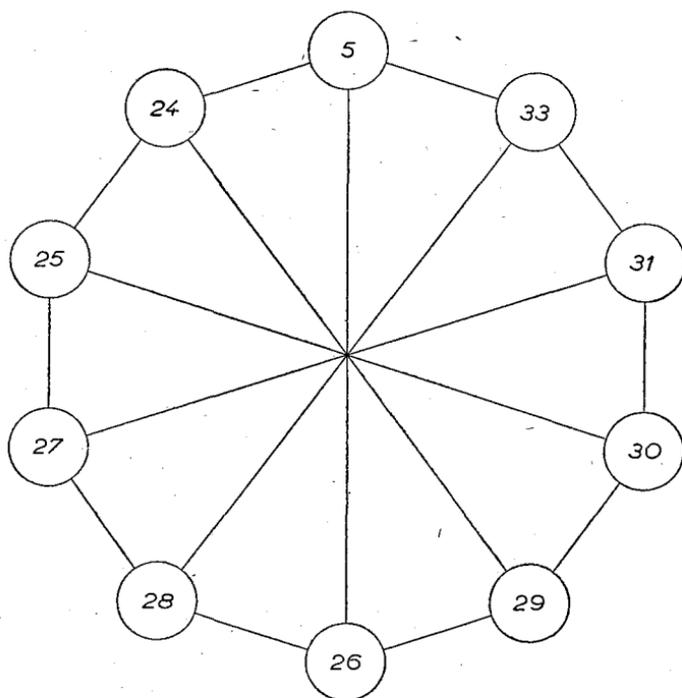
BUREAU INTERNATIONAL (B. I. P. M.).

Groupe n° 5.	Mai 1955.	Octobre 1955.	
2 983.....	1,018 580 0	1,018 579 8	1,018 579 9
2 986.....	584 5	584 2	584 4
2 987.....	580 2	580 6	580 4
2 988.....	579 4	579 6	579 5
2 989.....	580 3	580 1	580 2
2 990.....	580 5	580 5	580 5

2. COMPARAISONS. — Les dix groupes ci-dessus ont été comparés entre eux comme suit (voir figure).

Les quinze séries « aller » et les quinze séries « retour » ont été effectuées du 20 juillet au 27 juillet 1955, symétriquement par rapport à la date du 24 juillet, par un seul observateur, suivant nos méthodes de mesure habituelles (1).

(1) M. ROMANOWSKI, *Coordination des unités électriques au B. I. P. M. (Travaux et Mémoires du Bureau International, t. XXI, 1952, p. 43-65).*



Les résultats observés sont les suivants :

TABLEAU II.

Température (°C).

Résultats (μV).

Comparaisons.	Température (°C).			Résultats (μV).		
	Aller.	Retour.	Moyenne.	Aller.	Retour.	Moyenne.
1. (24) - (25)...	19,984	19,962	19,973	-36,38	-36,28	-36,33
2. (28) - (27)...	19,996	19,947	19,972	-27,23	-27,35	-27,29
3. (26) - (29)...	19,993	19,943	19,968	-11,82	-11,78	-11,80
4. (30) - (31)...	19,997	19,942	19,970	+94,56	+93,91	+94,24
5. (5) - (33)...	19,998	19,937	19,968	-65,41	-65,39	-65,40
6. (25) - (27)...	19,937	19,950	19,944	-31,06	-31,76	-31,41
7. (26) - (28)...	19,942	19,941	19,942	-13,64	-13,65	-13,64
8. (29) - (30)...	19,963	19,938	19,950	-28,90	-28,99	-28,95
9. (31) - (33)...	19,976	19,930	19,953	-81,28	-81,58	-81,43
10. (5) - (24)...	19,994	19,914	19,954	-9,99	-10,15	-10,07
11. (25) - (30)...	20,002	19,943	19,972	-30,52	-31,22	-30,87
12. (27) - (31)...	20,012	19,940	19,976	+94,02	+94,05	+94,04
13. (28) - (33)...	20,034	19,934	19,984	-14,65	-14,76	-14,70
14. (26) - (5)...	20,040	19,926	19,983	+36,78	+37,01	+36,90
15. (24) - (29)...	20,042	19,920	19,981	-36,66	-38,81	-37,74

A partir de ces résultats on a calculé, par la méthode des moindres carrés, la valeur à 20° C de chacun des dix groupes, rapportée à leur valeur moyenne  $A_{10}$ .

( 5) = $A_{10} - 39,69 \mu V$	(28) = $A_{10} + 10,80 \mu V$
(24) = $- 29,34$	(29) = $+ 8,74$
(23) = $+ 6,90$	(30) = $+ 37,88$
(26) = $- 2,90$	(31) = $- 56,05$
(27) = $+ 38,14$	(33) = $+ 25,54$

Le tableau III donne les valeurs individuelles des étalons, toujours rapportées à la valeur moyenne  $A_{10}$ . Ces valeurs individuelles ont été obtenues à partir des résultats précédents en tenant compte, dans chaque groupe, des écarts constatés au Bureau International entre la valeur de chaque étalon et la valeur moyenne du groupe.

TABLEAU III.

Laboratoire.	Étalon N°	Valeur de chaque étalon rapportée à $A_{10}$ .
D. A. M. G. (Groupe N° 27)	5 412.....	+ 61,20 $\mu V$
	5 413.....	+ 38,41
	5 414.....	+ 42,90
	5 415.....	+ 14,30
	5 416.....	+ 33,89
P. T. B. (Groupe N° 30)	51 217.....	+ 35,79
	51 218.....	+ 40,48
	51 219.....	+ 36,74
	51 220.....	+ 37,57
	51 221.....	+ 38,83
N. B. S. (Groupe N° 24)	1 035.....	- 23,43
	1 036.....	- 24,05
	1 063.....	- 24,60
	1 077.....	- 33,12
	1 078.....	- 33,41
	1 079.....	- 37,44
N. R. C. (Groupe N° 31)	422 705.....	- 74,47
	422 739.....	- 77,97
	428 462.....	- 35,47
	428 463.....	- 37,19
L. C. I. E. (Groupe N° 33)	7 034.....	+ 24,73
	7 033.....	+ 25,00
	7 036.....	+ 26,89

TABLEAU III (*suite*).

Laboratoire.	Étalon N°	Valeur de chaque étalon rapportée à A <sub>10</sub> .
E. T. L. (Groupe N° 29)	436.....	+ 35,24 $\mu$ V
	579.....	+ 32,65
	A 71.....	— 9,02
	A 78.....	— 7,27
	A 82.....	— 7,90
N. P. L. (Groupe N° 28)	5 311.....	+ 10,91
	5 312.....	+ 10,67
	5 314.....	+ 10,50
	5 316.....	+ 10,97
	5 317.....	+ 13,20
	5 319.....	+ 8,56
I. M. (Groupe N° 25)	5 641.....	+ 6,13
	5 648.....	+ 7,32
	5 649.....	+ 5,85
	5 661.....	+ 7,10
	5 670.....	+ 8,10
I. M. (Groupe N° 26)	2 706.....	— 6,69
	2 709.....	— 1,15
	2 715.....	— 1,57
	2 736.....	— 0,29
	2 746.....	— 7,92
	2 747.....	+ 0,23
B. I. P. M. (Groupe N° 5)	2 985.....	— 40,55
	2 986.....	— 36,34
	2 987.....	— 39,86
	2 988.....	— 40,97
	2 989.....	— 40,27
	2 990.....	— 40,16

3. CALCUL DES ÉCARTS RELATIFS DES UNITÉS NATIONALES. — Contrairement aux étalons de résistance, les éléments Weston n'évoluent pas régulièrement avec le temps; leur force électromotrice subit des variations fortuites dues, entre autres causes, aux voyages, aux changements de température, etc. C'est pourquoi, pour établir la valeur des piles au 24 juillet 1955, nous n'avons pas fait d'interpolation entre les valeurs « avant » et « après » communiquées par les laboratoires; nous avons simplement pris la moyenne de ces valeurs [*cf.* tableau I, colonne (4)]. Par rapprochement avec les résultats donnés au tableau III nous avons,

calculé les valeurs de la moyenne  $A_{10}$  à partir de la force électromotrice admise pour chaque étalon; ces valeurs sont données ci-après :

TABLEAU IV.

Laboratoire.	Étalon N°	Valeurs de $A_{10}$ à partir de chaque étalon.
D. A. M. G. (Groupe N° 27)	5 412.....	1,018 619 3
	5 413.....	619 6
	5 414.....	620 1
	5 415.....	(626 7) (2)
	5 416.....	621 1
	Moyenne.....	<u>1,018 620 0 V</u>
P. T. B. (Groupe N° 30)	51 217.....	1,018 619 8
	51 218.....	619 7
	51 219.....	619 6
	51 220.....	620 2
	51 221.....	620 4
	Moyenne.....	<u>1,018 619 9 V</u>
N. B. S. (Groupe N° 24)	1 055.....	1,018 620 9
	1 056.....	621 2
	1 063.....	621 6
	Moyenne.....	<u>1,018 621 2 V</u>
N. R. C. (Groupe N° 31)	422 705.....	1,018 622 6
	422 739.....	623 3
	428 462.....	623 0
	428 463.....	622 8
	Moyenne.....	<u>1,018 622 9 V</u>
L. C. I. E. (Groupe N° 33)	7 054.....	1,018 622 4
	7 055.....	621 4
	7 056.....	623 1
	Moyenne.....	<u>1,018 622 3 V</u>
E. T. L. (Groupe N° 29)	456.....	1,018 622 8
	579.....	622 4
	A 71.....	622 3
	A 78.....	622 5
	A 82.....	622 5
	Moyenne.....	<u>1,018 622 5 V</u>

(2) Cet élément, qui s'est avéré moins stable que les autres et conduit à un résultat aberrant, a été éliminé du calcul final.

TABLEAU IV (suite).

Laboratoire.	Étalon N°	Valeurs de $A_{10}$ à partir de chaque étalon.
N. P. L. (Groupe N° 28)	5 311.....	1,018 615 7
	5 312.....	614 9
	5 314.....	616 3
	5 316.....	617 0
	5 317.....	615 4
	5 319.....	616 8
	Moyenne.....	1,018 616 0 V
I. M. (Groupe N° 25)	5 641.....	1,018 612 5
	5 648.....	611 3
	5 649.....	611 6
	5 661.....	611 7
I. M. (Groupe N° 26)	2 706.....	1,018 610 5
	2 709.....	610 6
	2 715.....	611 2
	2 736.....	610 6
	2 746.....	610 3
	2 747.....	611 4
	Moyenne.....	1,018 611 2 V
B. I. P. M. (Groupe N° 5)	2 985.....	1,018 620 5
	2 986.....	620 7
	2 987.....	620 3
	2 988.....	620 5
	2 989.....	620 5
	2 990.....	620 7
	Moyenne.....	1,018 620 5 V

Des différentes valeurs obtenues pour  $A_{10}$  on a déduit les écarts entre les unités des Laboratoires nationaux, telles qu'elles sont représentées par leurs étalons, et l'unité conservée au Bureau International. Ces écarts sont les suivants :

TABLEAU V.

Allemagne	{ [D. A. M. G.].....	+ 0,5 $\mu$ V
	{ [P. T. B.].....	+ 0,6
Amérique (États-Unis d')	[N. B. S.].....	- 9,7
Canada	[N. R. C.].....	- 2,4
France	[L. C. I. E.].....	- 1,8
Japon	[E. T. L.].....	- 2,0
Royaume-Uni	[N. P. L.].....	+ 4,5
U. R. S. S.	[I. M.].....	+ 9,3

4. CONCLUSION. — Alors que pour les comparaisons de 1953 il avait fallu effectuer un rattachement, celui du groupe du D. A. M. G. arrivé trop tard au Bureau International, tous les groupes ont pu être étudiés simultanément en 1955. Il n'a donc pas été nécessaire de faire des hypothèses sur la stabilité des groupes. La précision obtenue est toujours de l'ordre de quelques dixièmes de microvolt : la moyenne quadratique des erreurs résiduelles est de  $0,2 \mu\text{V}$  et la plus forte erreur résiduelle est de  $0,34 \mu\text{V}$ ; ces erreurs sont comparables à celles de 1953.

La comparaison des résultats du tableau V. et de ceux des comparaisons de 1953 (cf. *Procès-Verbaux*, 1954, p. 145) indique : 1° une modification de l'unité de l'U. R. S. S., dont l'écart par rapport à l'unité conservée au B. I. P. M. passe de  $+22 \mu\text{V}$  à  $+9 \mu\text{V}$ ; 2° des écarts du même ordre de grandeur qu'en 1953 pour les autres unités nationales.

(Août-Décembre 1956.)

ANNEXE 10.

Electrotechnical Laboratory (Japon).

DÉTERMINATION DE L'OHM ABSOLU

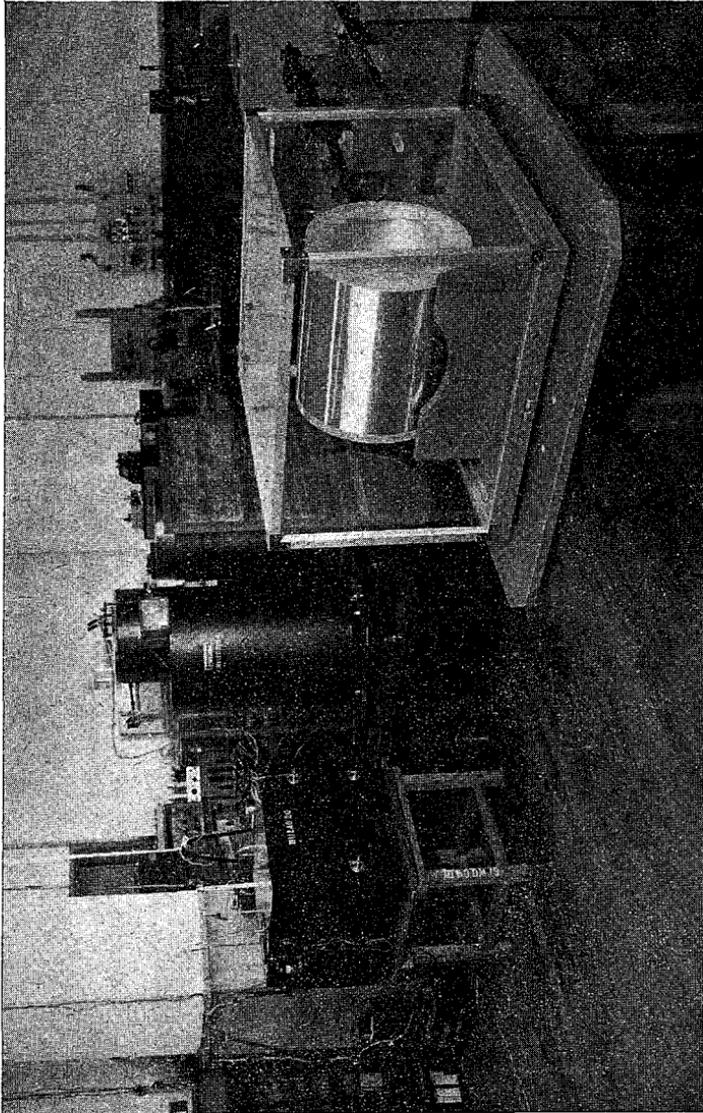
Nous avons commencé, au début de l'année 1952, des études pour une détermination de l'ohm absolu.

Les bobines d'inductance étalons, coulées à l'Institut Gouvernemental de Recherche Chimico-industrielle à Osaka, sont en verre boro-silicaté et ont environ 300 mm de diamètre et 370 mm de longueur. Ce verre est une substance stable dont la résistance spécifique de surface est environ  $10^{13}$  à  $10^{15}$   $\Omega$ .cm (pour une humidité de 10 à 50 %); son coefficient de dilatation est  $2 \cdot 10^{-6}$  par degré C, valeur la plus basse qui ait été obtenue parmi les verres de ce type.

Les bobines sont d'abord dégrossies et recuites. Le filetage est alors exécuté sur leur surface entière au pas de 1 mm, à l'aide de la molette en diamant d'une machine à fileter de précision. Notre but était de réduire les irrégularités du pas et du diamètre effectif des bobines à une valeur de  $\pm 1 \mu$  par rodage des filets.

Le fil, de diamètre 0,7 mm, est en cuivre pur et exempt d'oxygène. Nous avons réussi à fabriquer des inductances étalons par une technique d'enroulement satisfaisante, les erreurs de circularité du fil et d'irrégularité de son diamètre étant inférieures à  $0,2 \mu$ . Le tableau suivant indique les caractéristiques des bobines.

N° de la bobine.....	12.	15.	21.
Longueur de la bobine (mm).....	350	350	370
Diamètre » » .....	300	300	300
Irrégularité du diamètre effectif de la bobine ( $\mu$ ).....	$\pm 6$	$\pm 3$	$\pm 1$
Irrégularité du pas ( $\mu$ ).....	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$
» du diamètre du fil ( $\mu$ )...	$< \pm 0,1$	$< \pm 0,1$	$< \pm 0,1$
Erreur de circularité du fil ( $\mu$ ).....	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$
État de surface du fil.....	Bon	Assez bon	Très bon



Installation pour les mesures électriques dans la détermination absolue de l'ohm.

Les diamètres des bobines d'inductance étalons et du fil, ainsi que l'irrégularité du pas, sont mesurés avec une précision de  $0,1 \mu$  à l'aide d'un microscope interférentiel. La perméabilité du verre est déterminée par la méthode de Gouy.

L'inductance de chaque bobine étalon est d'environ 18 mH. Nous avons l'intention de faire des mesures électriques en utilisant deux ou trois inducteurs connectés en série et placés perpendiculairement l'un à l'autre. Les mesures électriques sont faites à l'aide d'un pont de Maxwell-Wien à courant alternatif et d'un pont de Maxwell à capacité en utilisant comme intermédiaires des condensateurs à air de  $0,1$ ,  $0,15$  et  $0,2 \mu\text{F}$ . Les fréquences de la source qui alimente le pont de Maxwell-Wien en courant alternatif sont 18, 90 et 450 Hz; la précision de la mesure est meilleure que  $10^{-6}$ . Le commutateur du pont de Maxwell à capacité est un relais polarisé actionné par des fréquences étalons; les fréquences utilisées dans ce cas sont 500, 250 et 125 Hz. Ici aussi, la précision de la mesure est meilleure que  $10^{-6}$ .

Tous les appareils de mesure et la machine à fileter sont placés dans une enceinte où sont maintenus une température ambiante constante de  $20 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  et un degré hygrométrique inférieur à 50 %.



ANNEXE 11.

Bureau International des Poids et Mesures.

---

NOTE SUR LES PROTOTYPES DE MASSE  
DU BUREAU INTERNATIONAL  
DES POIDS ET MESURES

Par A. BONHOURE.

---

Le Bureau International dispose en permanence des deux Kilogrammes prototypes N° 9 et N° 31, en platine iridié, pour effectuer par comparaison les déterminations de masse qui lui sont demandées par les Laboratoires nationaux ou privés, ainsi que pour procéder à ses propres mesures. Ces deux Kilogrammes sont soumis à peu près aux mêmes manipulations puisqu'il est de règle de les utiliser l'un et l'autre, à titre de contrôle, dans toutes les déterminations d'étalons de 1 kilogramme.

Lorsque les comparaisons auxquelles ils participent confirment la différence de leurs équations, dans les limites de la précision des mesures, l'observateur se trouve généralement satisfait. Cependant, une variation lente et de même sens de la masse de ces deux Kilogrammes peut ne pas être mise en évidence par de telles mesures. Cette variation éventuelle pourrait être due, par exemple, à la condensation sur leur surface de produits volatils contenus dans l'air et qu'un époussetage des Kilogrammes ne suffit pas à faire disparaître. La condensation possible de la soude qui se trouve toujours dans l'air avait aussi été signalée autrefois (1). Les deux prototypes N° 9 et N° 31 étant conservés dans la même armoire métallique de la salle 5 de l'observatoire, il est vraisemblable, s'ils subissent réellement une légère variation

---

(1) Hypothèse émise par J. S. Stas, chimiste éminent, qui fut Membre de l'Académie Royale de Belgique et du Comité International des Poids et Mesures (Voir *Procès-Verbaux du C. I. P. M.*, 1888, p. 94-95).

de leur masse dans le cours du temps, que cette variation est à peu près la même pour chaque Kilogramme.

On doit noter cependant que les prototypes sont conservés sous deux cloches concentriques dont les bords sont rodés sur le plateau qui les supporte et que, par conséquent, l'air qui baigne les Kilogrammes ne se renouvelle que très lentement. Mais la durée de leur séjour dans les balances, pendant les comparaisons auxquelles ils participent, n'est pas négligeable.

L'usure due aux manipulations, et plus particulièrement aux frottements qu'on ne peut éviter complètement lorsqu'on dépose les Kilogrammes sur les plateaux des balances et sur les supports de laboratoire, doit être aussi sensiblement la même pour chaque prototype. Elle est heureusement extrêmement faible lorsque ces manipulations sont faites avec le plus grand soin. Ainsi, le Kilogramme N° 9 qui a été utilisé constamment depuis les premières comparaisons des prototypes, il y a plus de 65 ans, n'accuse encore aucune diminution sensible de sa masse. Pourtant sa face inférieure présente de nombreuses plages dépolies; il semble donc qu'il y a eu refoulement du métal plutôt qu'usure.

La masse du Kilogramme N° 31, par contre, a diminué de quelques centièmes de milligramme dans le même temps. Mais ce Kilogramme, qui a servi à la détermination du volume du kilogramme d'eau, a été soumis à cette occasion, dans des conditions défavorables, à un usage intense. De plus, à la suite d'une chute dans la balance Bunge en février 1951, sa masse a encore diminué de 0,03 mg. Ses faces inférieure et supérieure portent de très nombreuses traces de frottements car, dans la détermination du volume du kilogramme d'eau, les masses étaient souvent superposées dans la balance (2).

En principe, la masse de ces deux prototypes d'usage est déterminée au cours de chaque vérification périodique des Kilogrammes nationaux organisée par le Bureau International; si un doute sur la valeur de leur masse apparaît entre-temps, le Bureau sollicite du Comité International l'autorisation d'extraire un témoin du dépôt des prototypes internationaux afin de lui comparer les Kilogrammes suspects.

Cette procédure n'est pas satisfaisante. Les vérifications périodiques des prototypes nationaux qui, à l'origine de notre Institution, devaient être organisées tous les dix ans, n'ont eu lieu, en fait, que deux fois en soixante années environ. La stabilité remarquable de presque tous les prototypes nationaux, que ces vérifications ont fait apparaître, montre d'ailleurs qu'une périodicité de l'ordre d'un quart de siècle est en effet suffisante pour

---

(2) Explication donnée autrefois par Ch.-Éd. Guillaume.

ces vérifications. Mais on admettra facilement que les prototypes d'usage du Bureau étant utilisés très souvent, il est désirable que leur contrôle soit plus fréquent.

D'autre part, le recours aux témoins du Kilogramme international, par le protocole qu'il entraîne, peut demander quelquefois des délais assez longs. Il nécessite de la correspondance, la présence d'un Membre du Comité International pour l'ouverture du caveau, en vertu de l'article 18 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, et le même cérémonial lorsque le ou les témoins sont replacés dans le caveau. C'est une opération qui ne peut être répétée fréquemment.

Il serait donc souhaitable que le Bureau eût à sa disposition un prototype d'usage exceptionnel pour vérifier les prototypes N° 9 et N° 31 lorsque le besoin s'en ferait sentir et de toute façon au moins une fois tous les cinq ans, par exemple. Bien entendu, dans le cas de variations anormales des prototypes, révélées par ces comparaisons, on devrait avoir recours aux témoins du Prototype international (K).

Encore faudrait-il que ce prototype d'usage exceptionnel soit conservé dans des conditions telles que l'on ne puisse craindre aussi une variation de sa masse par les condensations dont on a parlé, à moins que l'on se fixe pour règle de le soumettre à un lavage à la vapeur d'eau avant chaque série de comparaisons.

L'usage du déshumidificateur acquis récemment par le Bureau International laisse espérer qu'à l'avenir on pourra maintenir dans les deux caveaux du laboratoire un degré hygrométrique favorable à la bonne conservation des étalons de masse.

De deux à l'origine, le nombre des témoins de K a été d'abord porté à quatre (*Procès-Verbaux*, 1905, p. 110; *Quatrième Conférence Générale*, 1907, p. 37), puis à six (*Procès-Verbaux*, 1937, p. 22 et 1939, p. D 10) par le Comité International. Ces décisions répétées d'augmenter le nombre des témoins de K répondaient au désir du Comité d'assurer l'intégrité de l'unité de masse pendant plusieurs dizaines de siècles, malgré la relative vulnérabilité des étalons qui la représentent. Il ne nous paraît donc pas raisonnable de détourner maintenant de sa destination l'un des témoins en le mettant en permanence à la disposition du Bureau.

Profitant de l'expérience acquise ces cinq dernières années, au cours desquelles six Kilogrammes en platine iridié ont été polis et ajustés au Bureau International, nous préférierions établir un nouveau prototype; la masse de celui-ci pourrait être déterminée seulement par des comparaisons avec les six témoins de K, si l'on ne veut pas exposer ce dernier à de nouvelles manipulations. Les frais de cette acquisition pourraient être couverts

presque entièrement par la vente du Kilogramme N° 42, réformé après accident, et qui appartenait autrefois à la Turquie <sup>(3)</sup>.

Les prototypes de masse du Bureau International seraient ainsi répartis :

Dans le caveau des prototypes internationaux :

K 1, N°s 7, 8<sub>41</sub>, <sup>K</sup>32, 43, 47 (témoins).

Dans le caveau supérieur :

N° 58 (prototype d'usage exceptionnel).

Dans l'armoire de la salle 5 :

N°s 9 et 31 (prototypes d'usage).

Les prototypes d'usage restent en dépôt dans la salle 5 pour éviter des déplacements répétés entre le caveau supérieur et la salle des balances. Le transport d'un Kilogramme posé sur son support de laboratoire demande en effet des précautions spéciales pour éviter tout risque de rayures.

(Cette Note a été présentée au bureau du Comité International réuni à Sèvres le 27 novembre 1955, qui l'a approuvée. Le nouveau prototype d'usage exceptionnel est en cours d'élaboration.)

---

<sup>(3)</sup> Les frais d'affinage et de fabrication d'un Kilogramme en platine iridié, demandés par Johnson-Matthey en 1953, étaient de 70 £ (environ 70 000 francs français). Le Kilogramme N° 42 a été fondu par Lyon-Alemand en 1928-1929; il devrait être refondu.

ANNEXE 12.

Bureau International des Poids et Mesures.

---

LE NOUVEAU COMPAREUR  
DU BUREAU INTERNATIONAL  
POUR LES MÈTRES PROTOTYPES

Par G. LECLERC.

---

Les raisons pour lesquelles le Comité International décida, dans sa session de 1952, de remplacer le comparateur Brunner par un instrument plus moderne, ont été exposées à l'époque (1).

Le comparateur Brunner fut installé au Bureau International en 1879. Après trois quarts de siècle de fonctionnement et malgré un entretien constant et des réfections partielles, certains de ses organes étaient usés; c'était en particulier le cas des mécanismes commandant les réglages fins.

On avait entre-temps acquis des idées nouvelles sur les caractéristiques à exiger d'un comparateur. Quelques-unes de ces idées avaient d'ailleurs déjà été mises en application; le comparateur Brunner avait subi, à diverses reprises, des aménagements dont le dernier en date et le plus important, celui de 1938, avait été le remplacement des microscopes d'origine par des microscopes réversibles autour de leur axe optique.

En 1952, on jugeait utile d'immerger l'extrémité des microscopes de façon à éviter l'observation des règles à travers la surface libre de l'eau et pouvoir ainsi opérer dans un bain constamment en circulation. On souhaitait également pouvoir agir rapidement et facilement sur la température de cette eau.

Enfin, on pensait profiter de la mise en place du nouvel instrument pour refaire les fondations, la stabilité des anciens piliers ayant toujours laissé à désirer.

---

(1) *Procès-Verbaux du C. I. P. M.*, 1952, XXIII-A, p. 28.

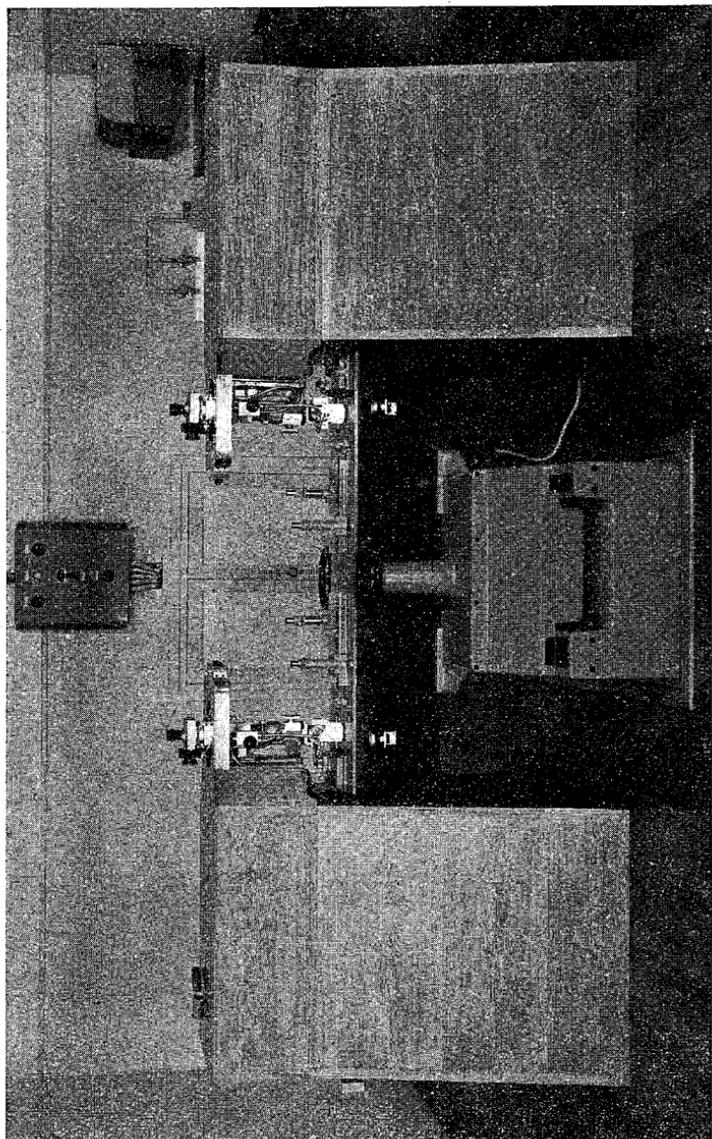


Fig. 1. — Vue générale du comparateur normal.

Ce fut à la Société Genevoise d'Instruments de Physique que l'on confia la construction du nouveau comparateur. Il fut achevé et monté en 1954, mais nous n'avons terminé sa mise au point qu'assez récemment; la figure 1 donne une vue générale de l'instrument, que nous appelons *comparateur normal*.

**FONDATEMENTS.** — Les piliers P qui supportent les microscopes et la dalle D sur laquelle repose le bâti du comparateur constituent un seul ensemble en béton armé. Cet ensemble repose lui-même sur un massif en pierres et ciment C dont il est isolé par une couche de sable d'environ 7 cm d'épaisseur (fig. 2).

Les piliers sont évidés, afin de les alléger, de favoriser l'établissement de leur équilibre thermique et de permettre éventuel-

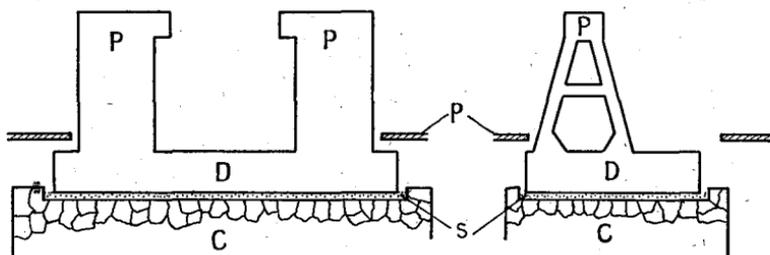


Fig. 2. — Fondations.

P, piliers; D, dalle; C, massif en pierres et ciment;  
S, couche de sable; p, parquet.

lement les montages optiques nécessaires pour mesurer des longueurs à traits par les interférences.

Toute liaison mécanique avec le parquet de la salle ou les coffres protecteurs en bois sur lesquels les observateurs s'appuient pendant les mesures, a été soigneusement évitée.

La dalle et les piliers ont été coulés en janvier 1954. Nous n'avons toutefois commencé à contrôler leur stabilité qu'à partir du mois d'août de la même année, époque à laquelle les microscopes furent mis en place et réglés. Après s'être rapprochés d'environ 300  $\mu$  en un an et demi, sans doute à cause du phénomène de la prise du ciment, les piliers semblent maintenant stabilisés.

**COMPARATEUR.** — Le comparateur normal est directement inspiré de l'ancien « Brunner ». C'est un instrument à déplacement transversal, les deux étalons à comparer étant placés côte à côte et amenés successivement sous les microscopes fixes, dont l'écartement est égal à 1 mètre, à quelques dixièmes de millimètre près. Il comporte donc un chariot pouvant se déplacer sur un bâti très stable; ces deux pièces sont en fonte de fer.

Le bâti (0,58 m de largeur, 0,48 m de hauteur et 2,13 m de longueur) repose en trois points, par l'intermédiaire de vis de réglage et de crapaudines, sur la dalle en béton armé; sa plus grande dimension est normale à la ligne joignant les microscopes. A la partie supérieure du bâti, dans le sens longitudinal, ont été ménagés deux chemins de roulement soigneusement rectifiés par grattage, où sont logés les galets cylindriques en acier sur lesquels roule le chariot. Le guidage du mouvement est assuré par la forme en V donnée à l'un des chemins de roulement. Une cage en bronze maintient à égale distance l'un de l'autre les galets qui baignent dans une huile neutre très fluide.

Le chariot supporte deux cuves en laiton : une cuve intérieure de  $1,230 \times 0,195 \times 0,165$  m et une cuve extérieure de  $1,280 \times 0,330 \times 0,220$  m. La cuve extérieure est elle-même protégée thermiquement par un coffre en bois et par la couche d'air, d'environ 2 cm d'épaisseur, que ce coffre laisse subsister entre ses parois et celles de la cuve. La cuve intérieure renferme deux bancs en bronze, facilement démontables, qui supportent les règles à comparer. Comme dans le comparateur Brunner, on peut donner à chacun des bancs les mouvements suivants :

- 1° un mouvement vertical pour la mise au point des traits;
- 2° un mouvement longitudinal pour amener les traits au milieu du champ des micromètres;
- 3° un mouvement de rotation dans un plan horizontal, à l'une des extrémités, pour amener les lignes de foi des règles sur l'axe joignant les deux microscopes.

Le principal perfectionnement apporté à ces mouvements réside en ce que tous les mécanismes de commande sont dans l'air. La Société Genevoise a trouvé une solution simple et efficace au problème délicat posé depuis longtemps — et jusqu'alors mal résolu — qui consiste à éviter la corrosion de ces organes essentiels par l'eau contenue dans les cuves.

Le déplacement du chariot est effectué électriquement par un double dispositif dont le schéma de principe est représenté à la figure 3.

Le moteur électrique M 1, l'arbre de transmission A et les pignons dentés  $p 1$  et  $p 2$  qu'il entraîne sont fixés sur le bâti du comparateur; le moteur M 2, la vis V et les manivelles  $m 1$  et  $m 2$  sont solidaires du chariot.

Le moteur M 1 est commandé par un interrupteur-inverseur mural. On l'utilise pour effectuer les déplacements importants du chariot qu'il faut dégager totalement des microscopes au moment du changement de position des règles. Le pignon  $p 2$  constitue un écrou qui, en tournant, provoque la translation de la vis V

et par conséquent celle du chariot dont la course totale est de 43 cm.

On utilise le moteur M 2 pendant les comparaisons pour substituer rapidement une règle à l'autre sous les microscopes. Le déplacement de 60 mm (distance entre axes des deux bancs) nécessaire pour ce changement est obtenu en vissant V dans l'écrou p 2 alors immobile; la commande de M 2 est placée à portée de l'observateur, sur le coffre du comparateur. Les manivelles à main m 1 et m 2, situées de part et d'autre des cuves, servent à terminer le réglage; comme M 2, ces manivelles agissent directement sur V.

Cette brève description ne donne qu'une idée générale d'un mécanisme en réalité plus complexe; c'est ainsi que la liaison

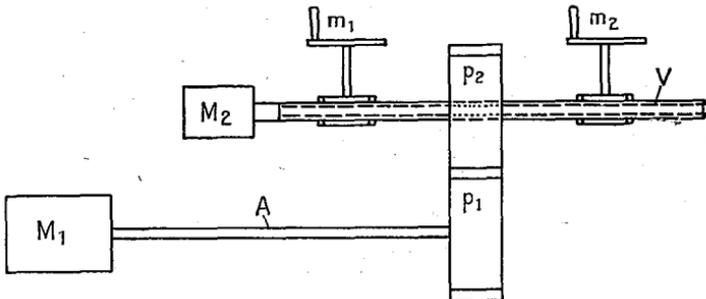


Fig. 3. — Dispositif de déplacement du chariot du comparateur.

M 1, moteur fixé sur le bâti; M 2, moteur solidaire du chariot; A, arbre de transmission; p 1, p 2, pignons dentés; m 1, m 2, manivelles de commande solidaires du chariot; V, vis d'entraînement.

entre le moteur M 2 et la vis V est obtenue par un embrayage magnétique pour éviter des démarrages et des arrêts trop brutaux du comparateur. L'efficacité de ce dispositif est d'ailleurs remarquable : lorsqu'on revient sur une règle après avoir observé la précédente, il n'y a pratiquement aucun dérèglement.

Enfin, des dispositifs de sécurité immobilisent automatiquement le chariot dans ses positions extrêmes ou en cas de fausse manœuvre.

**CIRCULATION DE L'EAU; CONTRÔLE ET RÉGLAGE DE SA TEMPÉRATURE.** — Comme dans l'ancien comparateur, les règles sont immergées dans l'eau pendant les mesures et leur température est repérée au moyen de quatre thermomètres à mercure disposés horizontalement. Cette eau, qui était stagnante dans le comparateur Brunner, circule maintenant en permanence grâce à une pompe qui l'aspire au centre de la cuve intérieure et la refoule

dans l'intervalle entre les deux cuves. Un cloisonnement judicieux de cet intervalle oblige l'eau à circuler autour de la cuve intérieure avant d'y pénétrer par deux orifices situés au fond, à chaque extrémité.

La pompe est simplement constituée par une hélice H tournant dans un cylindre C à la vitesse de 2 500 tours par minute. Le débit obtenu, 1000 l/h, est suffisant pour renouveler cinq fois le volume de l'eau contenue dans les cuves pendant la durée d'une série de mesures (environ une demi-heure).

Cette pompe est enfermée dans une cuve auxiliaire qui contient

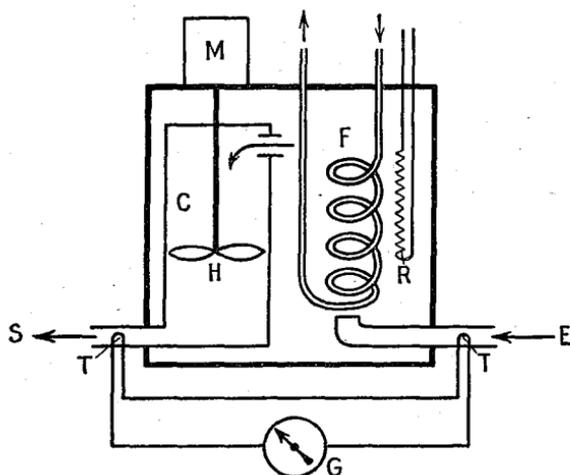


Fig. 4. — Dispositif de circulation de l'eau.

H, hélice entraînée par le moteur M; C, cylindre du corps de pompe; R, élément chauffant; F, serpentin réfrigérant; E, S, entrée et sortie de l'eau du comparateur; T, thermocouples; G, galvanomètre.

un élément chauffant R et un serpentin réfrigérant F que l'on peut alimenter avec l'eau de la ville (fig. 4).

Quatre couples thermoélectriques en cuivre-constantan, montés en série, contrôlent la différence de température de l'eau entre l'entrée et la sortie de la cuve auxiliaire. On règle cette différence pour que la température dans le comparateur soit celle que l'on désire et qu'elle demeure constante pendant les observations.

La pompe et ses accessoires sont en bronze et en laiton; cet ensemble est placé à proximité du comparateur, auquel il est relié par une tuyauterie en cuivre et en caoutchouc.

**MICROSCOPES.** — Nous avons conservé les derniers microscopes qui équipaient le comparateur Brunner et qui donnent entière

satisfaction; construits en 1938, ils sont décrits en détail dans le tome 21 des *Travaux et Mémoires du Bureau International* <sup>(2)</sup>. Ces microscopes peuvent tourner d'un demi-tour autour de leur axe optique et permettent ainsi d'éliminer les erreurs de mesure

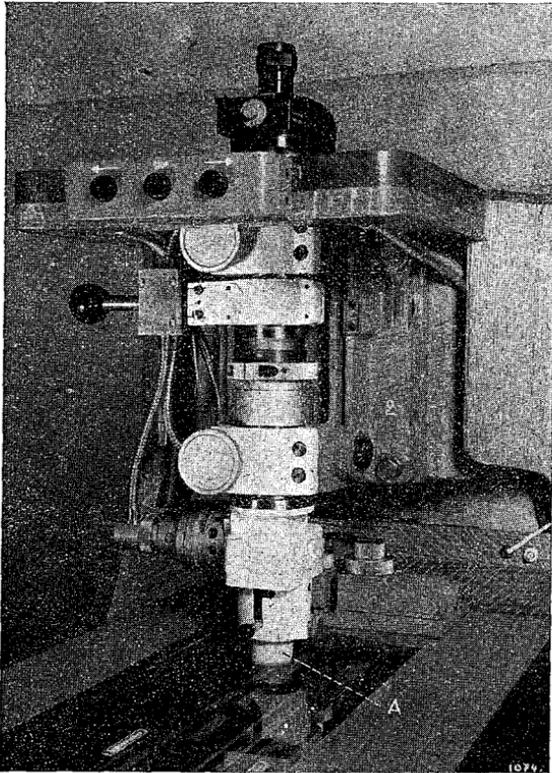


Fig. 5. — Microscope réversible.  
A, manchon coulissant pouvant être immergé.

dues à une dissymétrie quelconque de l'éclairage, des microscopes ou de l'observateur.

La seule modification apportée à ces microscopes est l'adjonction d'un dispositif permettant d'observer les règles tout en maintenant la circulation de l'eau pendant les mesures. Ce dispositif consiste en un manchon coulissant A dont l'extrémité, fermée par une glace à faces parallèles, peut être immergée lorsque le chariot est en place sous les microscopes (fig. 5).

---

<sup>(2)</sup> *Les Mètres prototypes du Bureau International*, p. 102.

**CONCLUSION.** — Depuis la mise au point du comparateur normal nous avons fait un certain nombre de mesures qui nous ont permis d'apprécier ses qualités. Tous les perfectionnements dont il a été doté se sont révélés efficaces.

Le Bureau International possède actuellement un appareil moderne, d'un maniement aisé et rapide, qui élimine certainement toute erreur d'origine instrumentale dans la comparaison des règles à traits de 1 m.

Nous pensons que les nouveaux progrès devront être maintenant recherchés dans l'amélioration des tracés (en particulier pour les prototypes) et dans la substitution à l'œil humain d'un œil physique, probablement plus sensible, voire plus fidèle.





## NOTICES NÉCROLOGIQUES



# JOHN EDWARD SEARS

(1883-1954).

Par H. BARRELL.

---

John Edward Sears, Membre honoraire du Comité International des Poids et Mesures et ancien « Superintendent » de la Division de Métrologie du National Physical Laboratory, est mort subitement au Memorial Hospital à Teddington (Angleterre), le 21 décembre 1954.

Deux mois auparavant, à la séance de clôture de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures, J. E. Sears donnait sa démission de Membre du Comité International, au sein duquel il fut élu en 1930 et dont il assumait la présidence de 1946 jusqu'à sa démission. Nombre de ceux qui étaient présents à cette séance d'adieux se rappelleront l'hommage sincère et émouvant dont J. E. Sears fut spontanément l'objet en reconnaissance des inestimables services qu'il a rendus comme délégué du Royaume-Uni à cinq Conférences Générales, et surtout au Comité International et au Bureau en tant que Membre puis Président de ce Comité, poste qui honorait non seulement sa personne mais aussi son pays natal.

Le premier contact de J. E. Sears avec l'organisation créée en 1875 par la Convention du Mètre eut lieu en 1921 lorsqu'il assista à la Sixième Conférence Générale comme membre de la délégation britannique; sa signature (aussi bien pour le Canada que pour la Grande-Bretagne et l'Irlande) est parmi celles qui figurent sur le document diplomatique portant modification de la Convention et qui fut approuvé en 1921 par les vingt-sept États-membres représentés à cette Conférence Générale. Il assista au même titre à la Conférence suivante, en 1927, au cours de laquelle fut sanctionnée formellement la longueur d'onde de la radiation rouge du cadmium ( $0,643\ 846\ 96 \cdot 10^{-6}$  m dans l'air normal) déterminée par Benoît, Fabry et Perot, cet étalon provi-

soire pouvant servir pour les mesures de longueur sans référence directe au Mètre international. Le domaine de la mesure interférentielle des longueurs, domaine dans lequel il publia diverses études importantes qui font autorité sur le plan international, resta toujours au tout premier plan de ses préoccupations. Ces préoccupations furent également celles de W. Kösters, l'un de ses distingués collègues au Comité International, avec lequel il collabora pour montrer qu'une longueur de 1 m, représentée par un étalon à bouts mesuré par les interférences lumineuses en utilisant la référence provisoire adoptée en 1927, pouvait être reproduite indépendamment à la Physikalisch-Technische Reichsanstalt et au National Physical Laboratory. Bien que les techniques interférométriques employées aient été différentes, une précision meilleure que  $\pm 0,03 \mu$  fut obtenue (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, t. XVII, 1935, p. 121). Ces deux métrologistes renommés étaient convaincus qu'un mètre *optique* serait finalement établi et ils espéraient en voir la réalisation avant de se retirer de la vie scientifique. Ils n'eurent malheureusement pas cette dernière satisfaction. J. E. Sears vit la création, en 1952, du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, et, en 1954, prit part aux discussions des premières recommandations faites en 1953 par ce Comité Consultatif, lesquelles, dans l'ensemble, furent acceptées par la Dixième Conférence Générale.

A partir de 1930, date à laquelle J. E. Sears fut élu membre du Comité International, en remplacement du Major P. A. MacMahon décédé, les rapports sur les travaux du Comité publiés dans les Procès-Verbaux et les Comptes Rendus des Conférences Générales de 1933, 1948 et 1954, fournissent une preuve incontestable de la sagesse des conseils et de la grande expérience métrologique dont il fit bénéficier le Comité International dans toutes les discussions et dans la rédaction des décisions prises par celui-ci. On ne peut oublier aussi ses efforts dévoués pour servir les intérêts scientifiques et administratifs du Bureau, particulièrement après la guerre de 1939-1945. Il fut également en diverses occasions Membre des Comités Consultatifs de Thermométrie, de Photométrie et d'Électricité, et il assumait la présidence de ce dernier de 1939 à 1952. Il fit partie aussi de diverses Commissions instituées par le Comité International pour l'étude de problèmes particuliers. Pendant qu'il était Président du Comité International se sont tenues les Neuvième et Dixième sessions de la Conférence Générale; cette période fut marquée par plusieurs Résolutions importantes qui établirent formellement des concepts métrologiques nouveaux ou améliorés, dont l'influence se fera sentir durant de nombreuses années dans le domaine général des unités et étalons de mesure.

John Edward Sears, dont le père fut autrefois membre de la

Chambre des Communes pour Cheltenham, fit ses études à la Mill Hill School et à St. John's College, Cambridge. Il obtint ses diplômes supérieurs en mathématiques et en sciences mécaniques et, en 1907, il reçut le prix universitaire John Winbolt pour ses études en génie civil. Après avoir effectué un stage dans une société de constructions navales sur la Tyne, il entra au National Physical Laboratory en 1910 pour s'occuper de la Section de Métrologie de la Division de Physique. Il devint ainsi responsable des étalons de mesure du Laboratoire dans les domaines suivants : longueur, masse, superficie, volume, densité, ainsi que de toutes les vérifications des étalons et instruments de mesure de ces domaines pour la science et l'industrie, y compris le contrôle des appareils de mesure industriels de précision et des calibres. En 1913, à la suite du transfert des travaux de contrôle de l'Observatoire de Kew au National Physical Laboratory à Teddington, le contrôle des montres, chronomètres, hydromètres et baromètres s'ajouta aux charges de sa Section. Pendant la guerre de 1914-1918, ces charges augmentèrent notablement, plus spécialement en raison du développement des étalons industriels et des techniques et appareils de mesure pour la vérification des calibres de tolérance; pour les services qu'il a rendus dans cette branche de la métrologie, J. E. Sears a reçu la distinction de Commandeur de l'Ordre de l'Empire Britannique (CBE) en 1920. Comme conséquence de ces développements, cette Section devint autonome en 1918 sous le nom de « Metrology Division », dont J. E. Sears fut le premier « superintendent » jusqu'à sa retraite en 1946. De 1921, à 1932, il fut en même temps Deputy Warden of the Standards au Board of Trade.

J. E. Sears fut dans le domaine métrologique un pionnier dont l'œuvre est sans précédent au Royaume-Uni. Il réunissait en sa personne des qualités éminentes de direction et d'organisation, une culture scientifique étendue, un don pour la conception des instruments de mesure et une claire perception des principes métrologiques de base. Toutes ces qualités, ainsi que de nombreux articles scientifiques, diverses recherches métrologiques d'importance fondamentale entreprises sur son initiative et sous sa direction, et les nombreux modèles d'appareils de mesure prototypes mis au point sous sa surveillance personnelle, donnèrent au National Physical Laboratory un renom international dans le domaine auquel J. E. Sears se consacra tout particulièrement.

J. E. Sears était membre de l'« Institution of Mechanical Engineers »; en 1948 il partagea le Prix Clayton, de cette Institution, pour sa contribution à la science technique et à l'industrie par ses recherches et réalisations dans les domaines de la métrologie et du contrôle. Sa présence dans les Comités de la British Standards Institution était toujours recherchée, particulièrement

en tant que Président, et il continua à apporter son concours à cet organisme de normalisation jusqu'à sa mort. Il fut également membre du Comité Hodgson auprès du Board of Trade; on sait que l'on doit à ce Comité le Rapport établi en 1951 pour la révision de la législation des poids et mesures au Royaume-Uni. Parmi les recommandations de ce Rapport, l'une d'elles proposait l'adoption obligatoire, par étapes, du Système Métrique; au cas où cette adoption s'avérerait inacceptable, on recommandait de définir le yard et le pound en fonction du mètre et du kilogramme.

Dans sa jeunesse, J. E. Sears fut un brillant protagoniste du style de patinage anglais; plus tard il porta un vif intérêt à l'horticulture et devint membre de la Royal Horticultural Society. En 1919 il épousa Kathleen Lucy Wadsworth, qui lui survit avec un fils et deux filles.

# EUGENE CASSON CRITTENDEN

(1880-1956).

Par A. V. ASTIN.

---

Le Dr Eugene Casson Crittenden, ancien Membre et Vice-Président du Comité International des Poids et Mesures, est mort le 28 mars 1956 à Washington D. C., à l'âge de 75 ans. E. C. Crittenden était surtout connu dans le monde entier comme l'un des promoteurs de la substitution des unités absolues aux unités internationales pour les mesures électriques et de l'adoption de la candela pour les mesures photométriques. Il était également connu de ses nombreux amis et collègues pour ses qualités de sagesse, de clairvoyance et de patience, qui lui permettaient de concilier les points de vue opposés afin de favoriser les progrès de la normalisation et de la coopération internationales.

E. C. Crittenden naquit à Oswayo, dans l'état de Pennsylvania, le 19 décembre 1880. Il reçut sa préparation scientifique à la Cornell University et peu de temps après, en 1909, il entra au National Bureau of Standards à Washington. C'est là qu'il fit toute sa carrière professionnelle, à part le temps qu'il consacra aux travaux de nombreuses sociétés et organisations scientifiques, tant américaines qu'internationales.

Au début de sa carrière scientifique, E. C. Crittenden s'orienta vers la photométrie, spécialité où il apporta d'importantes contributions personnelles et à laquelle il continua de s'intéresser jusqu'à la fin de sa vie. En 1921, à la mort de Edward B. Rosa, il devint Chef de la Division d'Électricité du National Bureau of Standards. C'est dans cette fonction qu'il s'occupa des aspects généraux des problèmes nationaux et internationaux des unités et étalons physiques, et il fut à l'origine de nombreux développements dans ces domaines. Sous sa direction, le programme de recherches poursuivi au Bureau sur les étalons de fréquence hertzienne et la propagation des ondes radio se développa rapidement. Devenu Sous-Directeur en 1933, il fut nommé Directeur-

adjoint en 1946. Il prit sa retraite en 1950, mais continua à rendre service au National Bureau of Standards, à titre de Conseiller, jusqu'à sa mort.

C'est à lui que l'on doit la préparation de la législation qui réglemente aux États-Unis les unités électriques et photométriques, conformément aux recommandations de la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures.

On aura une idée de la position qu'il avait acquise aux États-Unis par l'énumération des présidences qu'il assuma dans divers organismes scientifiques : Illuminating Engineering Society (1925), Optical Society of America (1932-1933), Comité National Américain de la Commission Internationale de l'Éclairage (1928-1935), Comité National Américain de la Commission Électrotechnique Internationale (1939-1946), Conseil des Normes de l'American Standards Association (1945-1948). Ses travaux furent récompensés par la médaille d'or de l'Illuminating Engineering Society en 1946. Le Case Institute of Technology lui conféra le titre de Docteur ès sciences *honoris causa* en 1946, et le Ministère du Commerce du Gouvernement des États-Unis lui attribua en 1949 sa médaille d'or pour services exceptionnels.

A Washington D. C., où il demeurait, il fut à diverses époques de sa carrière Président de la Philosophical Society de Washington, de l'Académie des Sciences de Washington, et du Cosmos Club.

Sur le plan international, E. C. Crittenden contribua activement aux travaux de la Commission Électrotechnique Internationale et de la Commission Internationale de l'Éclairage; il fut élu Vice-Président de celle-ci de 1939 à 1948 et en devint Membre honoraire à vie en 1950. Il assista à la première réunion constitutive du Comité International de Métrologie Légale et apporta une précieuse contribution à l'établissement des principes incorporés dans la charte définitive de cette organisation.

La participation directe du Dr E. C. Crittenden aux travaux du Comité International des Poids et Mesures débuta en 1933, lorsqu'il assista à la réunion du Comité Consultatif d'Électricité. A partir de cette date, il fut un des plus fervents promoteurs de l'application des décisions relatives aux unités électriques absolues et aux nouvelles unités photométriques adoptées internationalement en 1948. En 1935 et en 1937 il assista, comme invité, aux sessions du Comité International des Poids et Mesures. Il fut élu Membre du Comité en 1946 et en devint le Vice-Président en 1952; il fut le deuxième Membre du National Bureau of Standards à faire partie du Comité International, Samuel W. Stratton ayant été le premier. Il était Membre du Comité Consultatif de Photométrie et en fut le Président pendant un certain temps. E. C. Crittenden apporta également une contribution efficace

aux premiers travaux du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre. Lorsqu'il donna sa démission de Membre du Comité International des Poids et Mesures en 1954, le Comité lui adressa ses vifs remerciements pour l'œuvre qu'il avait accomplie dans son sein et le nomma Membre honoraire.

E. C. Crittenden laisse sa femme, Norma Snyder Crittenden, un fils physicien, une fille médecin, et cinq petits-enfants. M<sup>me</sup> Crittenden accompagna son mari à de nombreuses sessions du Comité International et de ses Comités Consultatifs. Leurs amis et leurs collègues étrangers se rappelleront d'eux avec affection comme de dignes représentants de leur pays.



# TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Liste des Membres du Comité International.....	1
Liste du personnel du Bureau.....	3

## PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE L'ANNÉE 1956.

Ordre du jour de la session.....	4
<b>Procès-verbal de la première séance</b> , lundi 1 <sup>er</sup> octobre 1956.....	5
Hommage rendu à la mémoire de J. E. Sears et E. C. Crittenden..	5
 RAPPORT DU SECRÉTAIRE DU COMITÉ POUR LA PÉRIODE COMPRISE ENTRE LE 1 <sup>er</sup> SEPTEMBRE 1954 ET LE 31 AOÛT 1956.....	7
<i>Décès.</i> — (J. E. Sears et E. C. Crittenden, Membres honoraires).....	7
<i>Démission.</i> — (Mr Field).....	7
<i>Élections.</i> — (Mr Howlett élu Membre du Comité et nommé Président du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre).....	8
<i>Comités Consultatifs.</i> — (Sessions prévues en 1957).....	8
<i>Mètres du Bureau.</i> — (Retraçage des Mètres N° 19 et T3. — Destina- tion future des Mètres T1 et T2 et du Mètre à bouts N° 5).....	8
<i>Caveau des prototypes.</i> — (Réfection).....	8
<i>Logement du Petit Pavillon.</i> — (Attribution).....	8
<i>Versements des États.</i> — (Paiement des contributions arriérées du Chili).	9
<i>Don unique.</i> — (Versements effectués; utilisation des fonds).....	9
<i>Indications financières.</i> — (Actif du Bureau. Caisse de Retraites)...	9
<i>Tableau des versements des États</i> .....	10
Nomination de Mr Field comme Membre honoraire du Comité....	12
Télégrammes de sympathie à Mmes Sears et Crittenden.....	12
Présentation des procès-verbaux du dépouillement des votes ayant eu lieu par correspondance.....	12
 RAPPORT DU DIRECTEUR SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU ENTRE LE 1 <sup>er</sup> SEPTEMBRE 1954 ET LE 31 AOÛT 1956.....	13
<i>I. Personnel.</i> — Départ de K. Yoshié. — Stage de T. Masui. — Enga- gement de R. Czerwonka.....	13

	Pages.
II. <i>Bâtiments</i> . — Grand Pavillon (Restauration du vestibule des bureaux). — Petit Pavillon (Travaux dans l'appartement de fonction et dans le logement du gardien). — Observatoire (Travaux de maçonnerie et de peinture, éclairage et installation d'un appareil déshumidificateur dans les caveaux des prototypes. Restauration de certaines salles. Remplacement d'une chaudière de chauffage central. Trappe à charbon). — Dépendances (Peinture de la grille de clôture. Ravalement du bâtiment de la menuiserie. Réfection de la serre). — Électricité et téléphone (Modification du transformateur de la cabine haute tension. Remplacement de l'installation téléphonique).....	13
III. <i>Machines et instruments</i> .....	15
Mètres prototypes (Retraçage des N <sup>os</sup> 17, 23 et T3. — Échange du « Mètre international provisoire » I2 contre I1; retraçage de I1).....	15
Masses (Kilogramme prototype N <sup>o</sup> 57. — Nouveau Kilogramme prototype pour le B. I. P. M.).....	16
Comparateurs (Normal, à dilatation, Bariquand).....	17
Base géodésique (Ruban de 24 m pour comparaisons internationales).....	17
Divers.....	18
IV. <i>Travaux</i> .....	19
Mètres prototypes (I1, I2, N <sup>os</sup> 16, 18, 23, 27).....	19
Longueurs diverses (Règles N <sup>os</sup> 122R, 128R, 351. — Étalons à bouts. — Règles et fils géodésiques; comparaisons internationales d'un ruban en invar de 24 m).....	21
Masses et densités (Kilogrammes prototypes N <sup>os</sup> 56, 57 et C. — Étalons divers. — Comparaisons internationales de la densité d'un cylindre. — Densité relative du mercure et de l'eau).....	25
Thermométrie (Thermomètres à mercure en quartz fondu. — Études diverses. — Thermistances).....	28
Gravimétrie (Mesure absolue de <i>g</i> ).....	29
Électricité (Comparaisons internationales. — Études diverses. — Ohms en métaux purs).....	29
Photométrie (Comparaisons internationales. — Sphère lumenmètre. — Étalonnages photométriques. — Intercomparaison d'étalons de flux entre le N. B. S., le N. P. L. et le B. I. P. M. — Projet de comparaisons internationales d'étalons de température de couleur. — Récepteurs photoélectriques).....	32
Interférométrie (Étude de radiations monochromatiques du mercure 198 et du krypton 86. — Longueurs d'onde du mercure 198 et du krypton 86. — Radiations du cadmium. — Essais de mesure de longueurs d'onde dans l'infrarouge. — Étude de radiations infrarouges. — Étude instrumentale de l'interféromètre de Michelson. — Luminosité des interféromètres. — Comparaison internationale de calibres à bouts plans).....	34
Documentation sur les mesures.....	41
Voyages.....	41
Visites et stages.....	42

	Pages.
Publications du Bureau.....	43
Publications extérieures.....	43
Liste des Certificats, Notes d'étude, Rapports.....	45
<b>V. Comptes.....</b>	<b>52</b>
I. Fonds disponibles. — II. Fonds de réserve. — III. Caisse de retraites. — IV. Don unique.....	52
Bilan.....	53
Mouvement des valeurs.....	54
Tableaux des recettes et dépenses.....	55
Constitution des Commissions Administrative et des Travaux.....	57
Visite du caveau des prototypes.....	57
<b>Procès-verbal de la deuxième séance, vendredi 5 octobre 1956.....</b>	<b>58</b>
Nouvelles reçues de Mr Isnardi.....	58
Décision relative à l'assèchement de l'air dans le caveau des prototypes.....	58
<i>Rapport de la Commission pour la Révision de la Convention du Mètre</i> (Répartition des contributions. — Droit d'entrée dans la Convention).....	59
Nomination de Mr Astin comme Président de la Commission pour la Révision de la Convention du Mètre. Études complémentaires confiées à cette Commission (Extension éventuelle des activités du Bureau International aux étalons de radioactivité. — Moyens propres à faciliter les discussions en séances).....	59
PREMIER RAPPORT DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE (Approbation des comptes. — Acquisition d'un comparateur photoélectrique. — Possibilités de ressources exceptionnelles. — Projet de budget. — Offre de certains appareils interférométriques par le National Bureau of Standards. — Question de la contribution d'entrée dans la Convention du Mètre).....	60
DEUXIÈME RAPPORT DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE (Budget consacré aux instruments scientifiques).....	62
<i>Rapport de la Commission de la Caisse de Retraites.....</i>	<i>63</i>
RÈGLEMENT DE LA CAISSE DE PRÉVOYANCE ET DE RETRAITES DU PERSONNEL.....	63
Budget pour 1957 et 1958.....	66
Rejet de la proposition tendant à réduire le montant du droit d'entrée dans la Convention du Mètre.....	67
Augmentation de certains traitements.....	67
<b>Procès-verbal de la troisième séance, samedi 6 octobre 1956.....</b>	<b>68</b>
Nomination de Mr Bourdoun comme Membre de la Commission pour la Révision de la Convention du Mètre et composition de cette Commission.....	68
PREMIER RAPPORT DE LA COMMISSION DES TRAVAUX (Dénomination et définition de l'unité de temps. — Projet de création d'un Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde. — Question de la mesure absolue de $g$ et du $g$ normal. — Projet de comparaisons périodiques de calibres de grande longueur).....	68

	Pages.
DEUXIÈME RAPPORT DE LA COMMISSION DES TRAVAUX (Étude des radiations monochromatiques. — Projet d'acquisition d'un comparateur photoélectrique. — Intérêt de nouvelles mesures de la densité de l'air et de recherches sur la stabilité des alliages).....	72
TROISIÈME RAPPORT DE LA COMMISSION DES TRAVAUX (Travaux photométriques. — Echelle Internationale de Température. — Comparaisons internationales des étalons électriques. — Nouvel étalon de résistance de 1 $\Omega$ . — Expériences en cours pour la détermination absolue de $g$ )..	75
Définition de l'unité de temps (Résolution 1).....	77
Création d'un Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (Résolution 2). Composition de ce Comité. Désignation de Mr Danjon comme Président.....	78
Travaux du Bureau International : Poursuite des expériences sur la mesure absolue de $g$ . Approbation de l'acquisition d'un comparateur photoélectrique.....	79
Rapport de la Commission du Système d'Unités (Dénomination du Système. — Établissement de la liste d'unités. — Proposition de la dénomination « tesla » pour l'unité d'induction magnétique).....	80
Approbation de la dénomination « Système International d'Unités ». Adoption du « tesla ».....	82
Système International d'Unités (Résolution 3).....	83
Comités Consultatifs : Réunions prévues en 1957. Adjonction de MM. Wright et Plaza aux spécialistes du Comité Consultatif de Photométrie; Mr Judd sera invité.....	85
Questions diverses : Publications du Bureau. Relations du Comité International avec d'autres Organismes internationaux.....	86
 <b>Annexes des Procès-Verbaux des séances de 1956 :</b>	
1. Rapport sur la définition de l'unité de temps; par A. Danjon..	89
2. NATIONAL PHYSICAL LABORATORY (Grande-Bretagne). — Note sur l'étalon atomique de temps et la définition de la seconde; par L. Essen.....	95
3. NATIONAL PHYSICAL LABORATORY (Grande-Bretagne). — Définition du mètre en longueurs d'onde.....	98
4. INSTITUT DE MÉTROLOGIE D. I. MENDÉLÉEV (U. R. S. S.). — Rapport sur l'état d'avancement des travaux concernant la définition du mètre.....	104
5. CENTRAL INSPECTION INSTITUTE OF WEIGHTS AND MEASURES (Japon). Note sur les travaux concernant la définition du mètre...	108
6. NATIONAL STANDARDS LABORATORY (Australie). — Recherches diverses concernant la définition du mètre.....	110
7. Sur le Système International d'Unités de mesure. Commentaires et propositions concernant l'enquête effectuée par le Comité International des Poids et Mesures; par G. Bourdoun..	115
8. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — Rapport sur les comparaisons des étalons nationaux de résistance électrique effectuées en 1955; par M. Gautier.....	120

	Pages.
9. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — <i>Rapport sur les comparaisons des étalons nationaux de force électromotrice effectuées en 1955</i> ; par M. Gautier.....	129
10. ELECTROTECHNICAL LABORATORY (Japon). — <i>Détermination de l'ohm absolu</i> .....	139
11. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — <i>Note sur les prototypes de masse du Bureau International des Poids et Mesures</i> ; par A. Bonhoure.....	142
12. BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — <i>Le nouveau comparateur du Bureau International pour les Mètres prototypes</i> ; par G. Leclerc.....	146
 <b>Notices nécrologiques :</b>	
John Edward Sears; par H. Barrell.....	157
Eugene Casson Crittenden; par A. V. Astin.....	161
TABLE DES MATIÈRES.....	165





---

PARIS. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS.

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS.

150717-57

---

Dépôt légal, Imprimeur, 1957, n° 1190.

Dépôt légal, Éditeur, 1957, n° 725.

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 3 MAI 1957.

