

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

---

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES.

---

DEUXIÈME SÉRIE. — TOME XII.

---

SESSION DE 1927.



PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

55, Quai des Grands-Augustins, 55

---

1927



---

# LISTE DES MEMBRES

DU

## COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1<sup>er</sup> OCTOBRE 1927.

---

*Président :*

1. M. V. VOLTERRA, Sénateur du Royaume d'Italie, Membre de l'Académie des Lincei, 17, via in Lucina, *Rome*.

*Secrétaire :*

2. M. D. ISAACHSEN, Directeur général du Service des Poids et Mesures de Norvège, 20, Nordal Brunsgate, *Oslo*.

*Membres :*

3. M. P. APPELL, Membre de l'Institut de France, 24 bis, rue de l'Abbé-Grégoire, *Paris* (VI<sup>e</sup>).
4. M. L. DE BODOLA, Professeur à l'École Polytechnique, 15, Pauler Utca, *Budapest*.
5. M. R. GAUTIER, Professeur à l'Université, Directeur de l'Observatoire de Genève, *Genève*.
6. M. C. KARGATCHIN, Inspecteur au Ministère du Commerce du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, 3, Obilitchev Venac, *Belgrade*.
7. M. D. KONOVALOV, Président de la Chambre Centrale des Poids et Mesures de l'U.R.S.S., 19 Persp. Mejdounarodny,

8. M. W. KÖSTERS, Membre de l'Institut des Poids et Mesures d'Allemagne, 27-28, Werner Siemensstrasse, *Berlin-Charlottenburg*.
9. M. le Major P.-A. MACMAHON, Membre de la Société Royale de Londres, 31, Hertford Street, *Cambridge*.
10. M. le D<sup>r</sup> S.-W. STRATTON, Président du Massachusetts Institute of Technology, *Cambridge, Mass. U. S. A.*
11. M. A. TANAKADATE, Membre de l'Académie des Sciences de Tokyo, 144, Zôsigayamati, Koisikawa-ku, *Tokyo*.
12. M. L. TORRES Y QUEVEDO, Membre de l'Académie des Sciences de Madrid, 3, Valgame Dios, *Madrid*.
13. M. CH.-ÉD. GUILLAUME, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres*.

*Membre honoraire :*

1. M. A.-A. MICHELSON, Professeur à l'Université, *Chicago*.



---

# LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

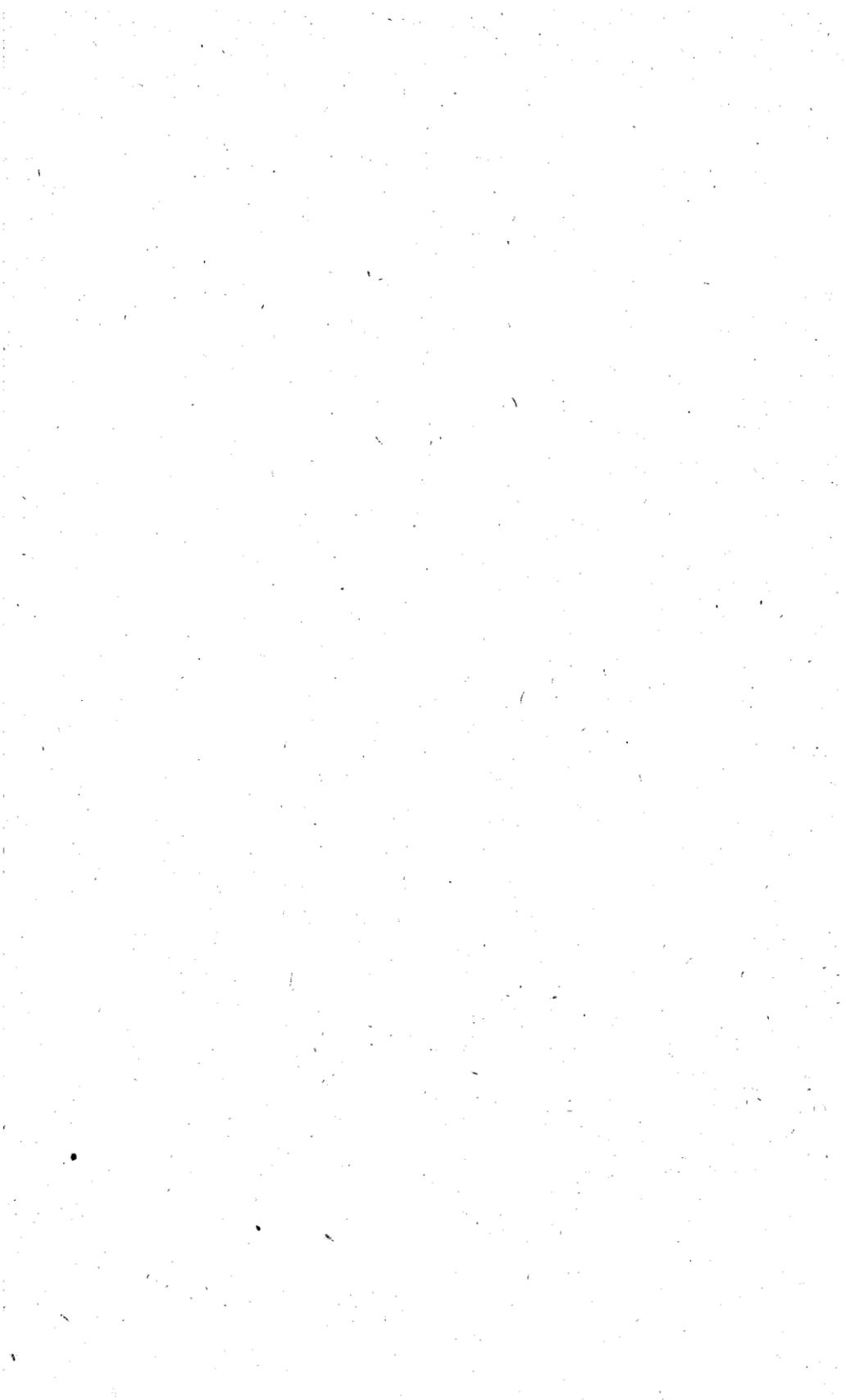
AU 1<sup>er</sup> OCTOBRE 1927.

---

MM.

Directeur.....	CH.-ÉD. GUILLAUME.
Adjoints.....	{ A. PÉRARD. L. MAUDET. C. VOLET.
Archiviste-comptable....	L. REVERCHON
Assistant.....	A. BONHOURE.
Secrétaire-dactylographe.	M <sup>me</sup> C. BABOLAT.
Calculateurs.....	{ M <sup>me</sup> G. BROCHARD. H. MOREAU.
Mécanicien.....	R. HANOCQ.

---



SESSION DE 1927.

---

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL,

Mardi 20 septembre 1927.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

---

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, KARGATCHIN, KÖSTERS, MACMAHON, STRATTON, TANAKADATE, TORRES Y QUEVEDO.

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

M. le PRÉSIDENT souhaite une cordiale bienvenue à ses collègues, qui sont venus de toutes les parties du monde, de l'Amérique à l'Asie, pour prendre part aux travaux du Comité. Il leur exprime son plaisir de se retrouver parmi eux.

Il annonce que leur nouveau Collègue, M. KONOVALOV, arrivera très prochainement.

Il rappelle que le secrétaire du Comité, M. DE BODOLA, ne garde pas la place qu'il occupait avec tant d'intelligence et de tact. Il a insisté pour se reposer. Le Président regrette beaucoup la détermination prise par M. de Bodola, mais il est en même temps heureux de constater

que le repos lui a été favorable, en le voyant aujourd'hui prendre part en meilleure santé aux travaux du Comité.

Son successeur, M. ISAACHSEN, qui est très au courant des travaux du Comité, n'est pas encore arrivé à Paris. Le Comité serait reconnaissant à M. DE BODOLA d'accepter, au moins provisoirement, son interim.

M. DE BODOLA accepte.

M. le PRÉSIDENT rappelle que le Comité a perdu, depuis sa dernière session, deux collègues éminents.

M. PASQUIER, le savant astronome, traducteur du célèbre *Traité d'Oppolzer*, et dont les beaux travaux sur la calorimétrie font toujours autorité, est mort à Louvain, peu après la brillante célébration de son jubilé, magnifique couronnement d'une noble vie;

M. FREDHOLM, l'illustre analyste suédois, dont les grands travaux sur la théorie des fonctions étaient admirés de tous les mathématiciens, est mort, jeune encore, alors que l'on pouvait espérer de lui des découvertes nouvelles.

L'Assemblée observe, en signe de deuil, une minute de recueillement.

Le PRÉSIDENT, avant de donner la parole à M. GUILLAUME, directeur du Bureau international, tient, au nom de tous ses collègues, à le féliciter chaleureusement de son parfait rétablissement après le grave accident du printemps dernier.

M. GUILLAUME remercie M. le Président des paroles si sympathiques qu'il a bien voulu lui adresser, et dont il est très touché.

Il donne lecture du rapport suivant :

# RAPPORT AU COMITÉ INTERNATIONAL

## SUR LA GESTION DU BUREAU

PENDANT LA PÉRIODE ÉCOULÉE

ENTRE LE 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1925 ET LE 31 AOUT 1927.

---

Dans les deux années écoulées, la situation a été encore dominée par les préoccupations qu'a occasionnées l'instabilité de la monnaie. Après une période de dépréciation rapide, pendant laquelle le franc français est tombé à un dixième environ de sa valeur nominale, il est remonté à un taux double, auquel il s'est maintenu depuis plusieurs mois. Mais l'indice de cherté de vie, qui avait subi une ascension tandis que la valeur du franc français baissait, s'est maintenu à peu près au même niveau lorsque celui-ci a reconquis une partie du terrain perdu.

Ces fluctuations du franc nous ont causé beaucoup d'inquiétudes pendant la majeure partie de la dernière période bisannuelle, et si, depuis quelques mois, nous pouvons voir l'avenir avec plus de confiance, il a été néanmoins impossible de prendre des engagements comme ceux, par exemple, qu'un accroissement du personnel, pourtant bien nécessaire, aurait imposés au Bureau.

Le Comité avait envisagé, parmi les tâches qu'aurait à assumer la Conférence générale, le rétablissement de la dotation du Bureau en valeur or; mais nous avons pu craindre un instant que ses ressources fussent complètement épuisées, avant qu'une semblable décision eût pu être prise. C'est alors que le Gouvernement français nous est venu en aide, en proposant par la voie diplomatique, aux autres Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, de faire partir du 1<sup>er</sup> janvier de l'année courante ce rétablissement de la dotation, et que prêchant d'exemple, il a, le premier, versé à notre crédit la somme correspondant à une dotation de 150 000 francs-or. Un grand nombre d'États ont bien voulu suivre la même indication, de telle sorte que la situation financière est maintenant en bonne voie de rétablissement.

Un large subside nous a, au moment le plus critique, apporté une aide précieuse. M. Samuel-W. Stratton et quelques-uns de

ses amis ont réuni une somme de 3500 \$, qui a été mise à notre disposition, et nous a permis, en particulier, d'achever des publications qui nous étaient réclamées depuis longtemps. Si nous n'avons pu encore accroître l'effectif du Bureau, c'est que, comme dans la période précédente, la sécurité de l'avenir s'est manifestée trop près de la période des vacances, que nous prenons par échelons, pour que nous ayons pu mettre au courant de leurs obligations, dans les conditions normales, de nouveaux collaborateurs.

## I. — PERSONNEL.

M. Huetz, qui avait rempli pendant quarante ans l'emploi de mécanicien au Bureau, a pris sa retraite en juillet de l'année dernière. Au cours de cette longue période, il a, non seulement exécuté avec un soin minutieux les travaux d'entretien et de réparation des instruments, mais il a encore pris des initiatives très heureuses, parmi lesquelles je citerai : la confection de nombreux échantillons pour l'appareil Fizeau, dont l'achèvement nécessitait une technique particulière, le polissage et le tracé de plus d'un millier de règles, surtout en vue des études poursuivies sur les alliages, le dressage et le polissage de nombreux décimètres étalons, qui ont été ensuite divisés sur la machine du Bureau par les soins de M. Benoit, et une foule de travaux du même ordre, qui, autrefois, nécessitaient l'intervention d'un constructeur. Ainsi, le Bureau s'est libéré d'une sujétion souvent coûteuse et qui entraînait de grandes pertes de temps.

Après avoir pris un repos bien nécessaire de près d'une année, M. Huetz a accepté de passer à l'atelier du Bureau une demi-journée par semaine, afin de faire bénéficié son successeur de sa longue expérience, pour l'exécution des travaux délicats, et qui ne font pas partie de l'apprentissage ordinaire dans les ateliers de mécanique.

M. Huetz a été remplacé par M. René Hanocq, dont le travail nous donne satisfaction.

M. Jeannot, qui a occupé l'emploi de calculateur, a quitté le Bureau après quatre années de bons services. Son départ est dû au fait que le Bureau n'était pas en état de lui assurer la rémunération à laquelle il pouvait prétendre. Il a été remplacé par M. Henri Moreau, qui s'initie peu à peu à nos méthodes.

Enfin, M<sup>lle</sup> Becker, que nous avons toujours regrettée, est rentrée au Bureau au début de l'année dernière; elle s'est mariée tout récemment, et porte maintenant le nom de M<sup>me</sup> Claude Babolat.

Dans le courant de l'année 1926, le Bureau des Poids et Mesures de Prague nous a demandé de recevoir M. Nussberger, et de l'initier à nos méthodes de travail; celui-ci nous a quittés au bout de trois mois, après avoir travaillé assidûment, et amassé une expérience qui lui sera très utile dans sa carrière.

## II. — BATIMENTS.

Les cheminées des deux calorifères étaient fêlées et occasionnaient, l'une des explosions, l'autre, qui traversait tout le bâtiment principal, des fuites se manifestant désagréablement par leur odeur de gaz comburés. Elles ont été remises en état.

A part cette réparation, assez importante, il n'a été fait que des dépenses ordinaires d'entretien.

J'ai déjà signalé, dans mon précédent Rapport, l'état de délabrement de la toiture du bâtiment principal, qui se manifeste par de fréquentes coulées d'eau dans les pièces situées directement sous le toit, et dont on s'est protégé jusqu'ici par des réparations partielles. Le devis d'une réfection totale de la toiture est assez élevé, et ne pouvait pas être compris dans les crédits annuels. Le travail ne saurait plus être différé sans que le Bureau coure le risque de dommages sérieux.

Les diverses façades rendent un ravalement de plus en plus nécessaire. Si le Pavillon de Breteuil était situé dans une agglomération, cette réfection serait depuis longtemps obligatoire. Mais il est une limite de vétusté au delà de laquelle les constructions ne sauraient arriver, sans devenir inhabitables. Les divers bâtiments qui constituent le Bureau international seront bientôt parvenus à cet état, si l'on ne se décide pas à une prompté réfection.

## III. — MACHINES ET INSTRUMENTS.

Mon dernier rapport signalait l'arrivée du nouvel instrument destiné à remplacer le comparateur à dilatation, complètement usé par quarante ans de travail intensif. Il n'avait pas encore été installé, parce que nous désirions faire quelques vérifications au moyen de l'ancien comparateur.

Après une réparation de fortune, nous avons pu, M. Maudet, M. Volet et moi, faire dans de bonnes conditions la mesure de la dilatation de deux règles étalons en platine iridié, prises comme types des barres faites avec l'alliage Johnson-Matthey et C<sup>ie</sup>. Ces mesures, dont je donnerai plus loin le détail, étant achevées, le comparateur a été démonté, et le nouvel instrument disposé en partie sur l'ancien socle, que l'on a d'abord agrandi. Le réglage, assez laborieux, a été fait en majeure partie par M. Volet.

Lorsque le comparateur eut été complètement installé, nous l'avons soumis à une épreuve suivie, et nous avons constaté, en exécutant les premières mesures, que la hauteur à laquelle avaient été placées les auges imposait à l'observateur une fatigue excessive. Nous avons alors remonté de 13 centimètres le socle de l'instrument, ainsi que la poutre portant les microscopes. Les cales pour les auges ont été ajustées par MM. Bariquand et Marre; pour la poutre, nous nous sommes bornés à faire élever le pilier. M. Volet a utilisé le temps où le comparateur était en transformation pour modifier la canalisation amenant l'eau chaude à l'auge principale; maintenant, cette canalisation est double, de telle sorte qu'il est possible de faire arriver l'eau en grande quantité, en vue de l'établissement d'une nouvelle température, ou, au contraire, d'en modérer beaucoup le débit lorsqu'il s'agit de la maintenir constante.

La manœuvre du comparateur se fait maintenant avec facilité, et les résultats qu'il fournit semblent ne donner lieu à aucune critique.

En vue des mesures interférentielles, nous avons acquis un grand nombre de radiateurs, soit sous forme de tubes que nous avons remplis nous-mêmes (tubes Hamy et tubes Michelson), soit sous forme de lampes toutes montées, fournies par les Établissements Georges Claude, la Maison Hilger et la Société Hewittic; enfin, des lampes au krypton nous ont été obligeamment remises par M. A. Lepape, chef du Laboratoire de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie au Collège de France.

En 1923 déjà, le Comité avait autorisé le Bureau à construire un appareil, dont M. Pérard avait établi les plans, et qui devait utiliser les procédés interférentiels pour la détermination des calibres. Nous n'avions pas immédiatement passé la commande, parce que, la situation financière s'étant subitement aggravée, nous avions jugé imprudent de prendre de nouveaux engagements;

dès avant la dernière session, nous avons pu toutefois donner l'ordre d'exécution à MM. Jobin et Yvon. L'instrument, dont la mise au point a été assez laborieuse, a été livré au Bureau tout récemment. Il est d'un maniement très commode et semble devoir donner pleine satisfaction.

Depuis que le Bureau est occupé à des mesures par les procédés interférentiels, nous avons fréquemment besoin d'exécuter des argentures semi-transparentes. Nous les avons obtenues d'abord par un procédé que nous a enseigné M. Albert-A. Michelson, et consistant à ne laisser les glaces dans le bain d'argenteure que le temps nécessaire au dépôt d'une couche très mince de métal. Mais, depuis quelques années, on emploie beaucoup, dans ce but, la pulvérisation, dans le vide, d'une cathode d'argent. Nous avons acquis les appareils permettant cette opération, notamment une pompe à vapeur de mercure, type Dunoyer, à double effet, puissante et rapide. Cette pompe fonctionne, et nous obtenons des argentures parfaites. C'est surtout pour l'étude approfondie des raies spectrales et pour la mesure des quartz-étalons que le procédé a été utilisé par M. Pérard.

Comme nous le verrons dans un instant, la première série des étalons de quartz a été complètement étudiée au Bureau; et, dès qu'elle eut été achevée et les méthodes de mesure parfaitement fixées, nous nous sommes préoccupés, conformément à une décision du Comité, d'obtenir un certain nombre de ces étalons qui seront proposés aux États intéressés afin que, dans les Instituts métrologiques nationaux, on puisse déterminer leur longueur par les procédés interférentiels; leur valeur sera aussi établie au Bureau. De cette manière, on obtiendra un contrôle mondial des procédés employés, ainsi que des longueurs d'onde sur lesquelles sont basées les mesures interférentielles.

Nous avons cherché, pendant des mois, à nous procurer des morceaux de quartz bien homogènes, et dont les dimensions fussent telles que l'on pût y prélever des étalons de 1 décimètre de longueur, ayant des dimensions transversales d'environ 25<sup>mm</sup>. Grâce à la sollicitude de M. A.-R. Conti, Ambassadeur de France au Brésil, un premier envoi de quartz nous a été fait récemment. Aussitôt examinées au point de vue optique, les principales pièces ont été mises en travail par MM. Jobin et Yvon, et je puis présenter au Comité trois étalons qui semblent irréprochables. Leur détermination sera entreprise dès que possible.

Jusqu'à ces derniers temps, le Bureau manquait d'un appareil photographique, et, lorsque nous voulions conserver un document au sujet d'un instrument ou d'un phénomène, nous nous servions de nos propres appareils, médiocrement adaptés, en général, aux usages très divers auxquels nous les destinions. Finalement, nous avons fait l'acquisition d'une chambre à laquelle s'adaptent un périgraphe et un eurygraphe, établis par la Société d'Optique et de Mécanique de Haute Précision, montée sur un pied permettant de donner à la plaque les directions diverses, avec une parfaite stabilité. Cet appareil nous rend les plus grands services.

Notre base géodésique, achevée peu avant la dernière session, a été régulièrement employée dans les deux années auxquelles se réfère le présent rapport. Elle n'a donné lieu à aucune critique, et les opérations, aussi bien de la mesure absolue de la longueur que les comparaisons sur la base secondaire, sont faites rapidement et sûrement. Cette dernière base permet la détermination de fils et rubans dont la longueur est donnée par un multiple de 4 mètres, jusqu'à 24 mètres. Il restait encore à installer la longueur de 25 mètres, que possèdent fréquemment les fils employés en Extrême-Orient : Japon et Siam.

Après une étude critique des divers systèmes proposés, nous nous sommes décidés finalement à installer, dans le prolongement de la base secondaire, deux équerres amovibles, à 1 mètre de distance des repères extrêmes, et qui donnent, en conjonction avec les repères opposés, deux longueurs de 25 mètres, offrant, par conséquent, un contrôle des mesures. La position des repères supplémentaires est déterminée, par rapport aux repères principaux, au moyen d'une règle de 1 mètre, entaillée à ses extrémités, et supportée par le mécanisme des poulies de tension, de manière à pouvoir être amenée, par un mouvement micrométrique, au niveau des surfaces qu'elle doit prolonger.

Je rappellerai que la Cinquième Conférence générale des Poids et Mesures avait décidé que le Bureau organiserait des comparaisons entre les bases murales édifiées en divers pays; mais, après quelques opérations conjointes à Teddington et à Sèvres, on avait provisoirement renoncé à poursuivre ces comparaisons, en attendant que la base du Bureau international eût été refaite, et ne donnât plus lieu à aucune critique; nous sommes prêts à reprendre cette circulation. Déjà, le Service topographique du Canada, à Ottawa, au vu de l'article correspondant inséré dans

le programme de la Septième Conférence, nous a demandé de recevoir les fils après qu'ils auront passé à Washington.

En vue des recherches de M. Pérard sur les radiations, nous avons acquis un transformateur, permettant d'obtenir un courant de 2000 volts et 0,1 ampère. Un autre transformateur, qui alimente une lampe à arc de tungstène, sert à M. Volet pour la microphotographie des traits des règles.

#### IV. — TRAVAUX.

Je dois tout d'abord signaler l'achèvement du tome XVII des Travaux et Mémoires, dont la parution était attendue depuis plusieurs années, et au retard de laquelle ne sont pas étrangères les difficultés de tous ordres que le Bureau a connues.

Ce volume débute par un mémoire dont je suis l'auteur, et qui, sous le titre *Recherches métrologiques sur les aciers au nickel*, résume le travail de trente années, consacrées à l'étude des propriétés de ces alliages.

Après avoir décrit les méthodes d'investigation employées dans ces recherches, ce mémoire donne une première classification des alliages par les propriétés magnétiques, puis reproduit la nomenclature de 345 alliages divers utilisés dans ces études, et qui nous ont été remis à titre gracieux par la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville. Puis on passe à l'étude de la transformation irréversible, complètement élucidée par celle de deux alliages, contenant respectivement 15 et 24 pour 100 de nickel, dont la dilatabilité est suivie en fonction du degré de transformation, caractérisé par l'allongement définitif des barres. Le changement du module d'élasticité consécutif à cet allongement donne lieu à une constatation intéressante, et sur laquelle on reviendra dans la suite.

Mais c'est surtout l'étude des alliages réversibles qui a conduit à la recherche de propriétés singulières, directement utilisables dans beaucoup de domaines de la métrologie ou même de l'industrie.

La courbe qui marque l'anomalie de dilatation des alliages binaires, c'est-à-dire ne contenant que les additions métallurgiques nécessaires à l'obtention d'échantillons forgeables, est jalonnée par 124 alliages. Celle qui est tracée dans le mémoire

correspond à des alliages tenant 0,4 pour 100 de manganèse et 0,1 de carbone. La courbe du coefficient  $\alpha$  de la formule  $(\alpha + \beta\theta)$  est celle qui a conduit à l'*invar*; la courbe qui représente les valeurs du coefficient  $\beta$  montre une anomalie non moins singulière, avec une région de coefficients négatifs, qu'on ne rencontre dans aucune autre série de métaux ou d'alliages, et qui a permis des applications intéressantes.

Ensuite vient la description des propriétés d'alliages contenant jusqu'à 8 pour 100 de manganèse, 10 de chrome, 0,4 de carbone ou 5 de cuivre. Les études sur les dilatations à température relativement élevée conduisent au théorème, souvent employé, des états correspondants.

Ce chapitre est suivi d'une étude approfondie de l'instabilité des aciers au nickel.

Lorsqu'une barre d'*invar*, après avoir été chauffée à la température de la forge, est conservée à la température ordinaire, elle s'allonge très régulièrement suivant une fonction logarithmique du temps. L'ascension est plus complète, si la barre est refroidie, non plus brusquement, mais au contraire très lentement, de manière à atteindre la température ordinaire en plusieurs mois. On peut, sur une barre ainsi traitée, chercher l'état final à toute température plus élevée; on trouve alors une courbe de dépression, qui, entre 0° et 120° environ, indique des variations proportionnelles au carré de la température vulgaire. Au delà, la courbe se redresse, puis sa courbure change de sens. La vitesse d'établissement des dépressions est une exponentielle de la température, suivant la loi énoncée par Arrhénius.

Ces faits, trouvés d'abord pour l'*invar*, sont ensuite étendus à une série d'aciers au nickel, et permettent l'énoncé de principes généraux.

Il restait à découvrir la cause de l'instabilité, la seule particularité des aciers au nickel qui oppose aux nécessités de la métrologie les changements de longueur d'un étalon fait avec ces alliages.

Après avoir défini un indice d'instabilité, l'auteur établit, au moyen de très nombreuses expériences, que cette instabilité est due tout entière au carbone contenu dans l'alliage. Comme on ne peut pas le libérer entièrement de ce constituant, on cherche à annuler son effet par des additions métallurgiques. Le chrome, le tungstène, le vanadium, en se combinant avec le carbone, en rendent une partie inactive, tandis que le manganèse ou le cuivre

ne diminuent l'instabilité que dans la mesure où ils réduisent l'anomalie ; ils sont donc inactifs.

Les changements des aciers au nickel ont leur répercussion sur les dilatations. Si l'on refroidit brusquement un invar, plus encore si on l'écroutit, on peut l'amener à une dilatabilité négative. Puis, reprenant l'alliage et le chauffant modérément, par une série d'opérations qui constituent l'étuvage, on arrive à la fois à le stabiliser et à ramener sa dilatabilité vers une valeur nulle. C'est ainsi que sont préparés aujourd'hui les fils, dont l'emploi est exclusif dans la mesure des bases géodésiques.

L'étude des propriétés élastiques, module et coefficient thermo-élastique, terminent cet exposé. Des diagrammes étendus donnent le module des aciers au nickel types, ainsi que des mêmes séries d'alliages dont la dilatabilité a été étudiée, c'est-à-dire avec des additions de manganèse, de chrome, de carbone et de cuivre. Puis, on indique la marche du coefficient thermo-élastique, qui, nouvelle anomalie, est positif pour une catégorie de ces alliages. Pour finir, on donne la composition de l'*élinvar*, alliage dont le module d'élasticité est indépendant de la température, et qui a trouvé son application en particulier dans le spiral des montres.

Ce mémoire est suivi d'une courte note de M. Charles Volet, consacrée à l'*Action du silicium sur la dilatabilité de l'invar*.

Le volume se poursuit par un mémoire de M. Pierre Chevenard, intitulé : *Recherches expérimentales sur les alliages de fer, de nickel et de chrome*. Tandis que, dans le mémoire qui précède, le point de vue métrologique occupe toujours le premier rang, on s'en éloigne parfois dans le travail actuel. Mais les méthodes employées, ainsi que les résultats rassemblés, donnent une telle généralité aux faits décrits et aux idées développées dans le précédent travail, que l'on ne pouvait les séparer sans faire perdre à l'ensemble de sa cohésion. C'est la principale raison, je le rappelle, qui a engagé le Comité à approuver l'insertion du mémoire de M. Chevenard dans le Recueil des travaux du Bureau, consacré à la métrologie.

M. Chevenard est depuis longtemps Chef du Service des Recherches Métallurgiques de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville ; il a été nommé, il y a quelques années, Professeur à l'École nationale supérieure des Mines de Saint-Étienne, mais a conservé son laboratoire d'Imphy, où il poursuit ses investigations.

Le caractère essentiel du travail de M. Chevenard est qu'il a

mis en œuvre des méthodes d'inscription directe des phénomènes, et construit une série d'ingénieux appareils dont la plupart se sont répandus dans les usines, pour le plus grand bien de la métallurgie.

Ses recherches, relatives à la dilatabilité des métaux, ont eu pour point de départ la construction d'un dilatomètre différentiel enregistreur, qui emploie de petites éprouvettes, de 50 millimètres de longueur, exposées, dans des tubes de silice, aux changements thermiques, couvrant ainsi l'intervalle qui va de l'air liquide à la température de 1000° environ. Son mémoire s'occupe d'abord des instruments et de la détermination de leurs constantes. Pour l'étude du module de Coulomb, auquel il consacre aussi de belles recherches, il a établi des appareils qui permettent de le déterminer en valeur absolue, et d'étudier sa variation avec la température.

M. Chevenard fait d'abord une étude sur les alliages fer-nickel ou nickel-chrome, au point de vue de l'apparition ou de la disparition du point de Curie. Pour donner dans une seule figure les propriétés magnétiques des alliages jusqu'à 15 pour 100 de chrome environ, il rassemble les données expérimentales dans un diagramme à trois dimensions, dont le seul aspect fait saisir immédiatement le caractère de tous les phénomènes.

Sur la dilatation, un diagramme rassemble des groupes espacés de 100 degrés pour tout le domaine des ferro-nickels; des alliages nickel-chrome, puis des alliages ternaires à 5, 10 et 15 pour 100 de chrome viennent ensuite. Là encore les diagrammes à trois dimensions rendent les phénomènes saisissants.

L'action de l'écroutissage est étudiée dans ses effets transversaux et longitudinaux, ce qui conduit à établir la théorie de certains phénomènes décrits dans le précédent mémoire.

Le module de Coulomb est déterminé dans un intervalle d'environ 400 degrés. Là, les diagrammes montrent l'allure de ses changements, d'abord pour les ferro-nickels, ensuite pour ces derniers auxquels on incorpore, comme pour les précédentes études, 5, 10 et 15 pour 100 de chrome. On voit alors les diagrammes du coefficient thermo-élastique abaisser peu à peu le maximum de changement du module, qui, à 15 pour 100, n'a plus de variation positive. Entre les deux, se trouve l'élinvar, dont les propriétés ressortent des nouvelles recherches. L'étude des diagrammes de M. Chevenard est très instructive.

Le volume se termine par un mémoire consacré, par MM. Pérard et Maudet, aux *Études sur les étalons à bouts plans*. Ils avaient

déjà traité la question dans un travail paru au tome XVI, mais en se limitant à des étalons cylindriques ou à des broches à bouts sphériques, tandis que le présent mémoire est consacré aux étalons du type Johansson.

Après avoir décrit les propriétés de ces remarquables étalons, dont la principale est que, grâce à la planéité parfaite de leurs bases, ils adhèrent les uns aux autres, les auteurs passent à leur détermination. Pour cela, ils ont employé deux méthodes; l'une, qui ne diffère pas essentiellement des procédés déjà connus, utilise des étalons auxiliaires tracés, dont les extrémités, comme celles des cales Johansson, peuvent leur être accolées, de telle sorte que l'on forme un ensemble cohérent, dont la partie moyenne est occupée par l'étalon à déterminer, tandis que les pièces auxiliaires sont aux extrémités.

La deuxième méthode consistait d'abord à utiliser les interférences, pour la détermination d'un étalon placé entre deux glaces de l'interféromètre, puis a été simplifiée en accolant le premier sur un plan d'acier, dont on détermine la distance à un plan de verre, en même temps que celle de l'étalon. Cette méthode permet de faire des mesures jusqu'à 50 millimètres.

Pour cela, il s'agit d'abord de déterminer le nombre entier de franges, parce que l'observation directe ne donne, en principe, que la fraction. Dans ce but, la distance cherchée est mesurée successivement au moyen de huit radiations de longueur d'onde différente, empruntées au spectre fourni par des tubes à néon et à mercure.

Une comparaison est faite ensuite entre les déterminations par la méthode des contacts et par la méthode optique. La concordance est satisfaisante.

Les auteurs se sont servis aussi du comparateur Hartmann. Ils plaçaient les étalons entre deux pièces planées d'un côté et se terminant de l'autre par des tiges de la forme des broches adaptées aux mesures au comparateur. Là encore, la comparaison a donné de bons résultats.

Le travail se termine par des notes de M. Pérard, concernant la perte de phase, l'écrasement, etc. La conclusion est que, pour les étalons Johansson, la couche lubrifiante est en apparence négative et égale, à  $0^{\mu},06$ . Une explication que l'on peut donner de ce fait singulier est que les rugosités de deux surfaces en regard s'interpénètrent, et que, sous l'action de la cohésion produite au contact par la couche lubrifiante extrêmement mince

interposée, il se produit un léger écrasement, dont la valeur explique ce paradoxe.

Le tome XVII a été mis en distribution au mois de mars de cette année.

Je mentionnerai aussi la rédaction d'une brève Notice sur le Bureau international, que j'ai écrite sur la proposition de M. Samuel-W. Stratton. Il a souvent déploré, en effet, de voir l'œuvre du Bureau si peu et si mal connue; sous sa direction, la Notice a été traduite, et sera répandue incessamment dans les contrées de langue anglaise.

Lors de la dernière session, le Comité avait décidé que l'on publierait, pour l'époque de la Conférence, un ouvrage relatant, d'une part, l'histoire des événements qui ont abouti à la conclusion de la Convention du Mètre; d'autre part, l'œuvre accomplie par le Bureau dans les cinquante années écoulées. Cet ouvrage vient de paraître. La première partie est due à la plume de M. Isaachsen, tandis que la rédaction de la seconde m'a été confiée par le Comité. Des notes de MM. Pérard, Maudet et Volet traitent de sujets spéciaux; des documents statistiques, rassemblés par M. Reverchon, terminent ce volume abondamment illustré et qui occupe 320 pages. Le début est consacré à l'histoire des faits qui ont amené à la conclusion de la Convention; il contient aussi celle du Pavillon de Breteuil. Partant du milieu du xvii<sup>e</sup> siècle, alors qu'il était dénommé le Trianon de Saint-Cloud, on le suit dans ses diverses transformations jusqu'à l'état actuel.

Les travaux du Bureau, qui forment la majeure partie du volume, sont exposés avec une ampleur qui marque bien la part de cet Établissement dans le développement de la science métrologique. Originellement fondé pour délivrer aux États signataires de la Convention du Mètre des prototypes de longueur et de masse, il s'est adapté aux exigences de la métrologie, même industrielle, et n'est resté étranger à aucun de ses progrès. Maintenant encore, son programme est en pleine évolution.

Ainsi que l'avait proposé M. Stratton, le Bureau a repris la question de l'échelle thermométrique; il s'est d'abord adressé aux principaux laboratoires, afin de recevoir d'eux les indications précises qui sont à la base de leurs mesures des températures; un résumé de ces documents sera publié incessamment. Mais, avant

tout, il était nécessaire de connaître les conséquences des recherches récentes concernant la représentation que l'on peut donner de l'échelle thermométrique par les thermomètres utilisant les gaz qui sont le plus voisins de l'état parfait.

Au Laboratoire Cryogène de Leyde, cette question est constamment à l'ordre du jour; aussi ai-je pensé que nul n'était mieux préparé que l'éminent directeur de la Section I de ce Laboratoire à entreprendre une étude d'ensemble de la question. En conséquence, je me suis adressé au professeur W.-H. Keesom, le priant de vouloir bien la traiter en détail. Secondé par M. W. Tuyn, il a fait un magistral exposé de toute la question. L'impression en a été assez longue, en raison de la complication du sujet et de l'éloignement des auteurs, avec lesquels un laborieux échange de lettres s'est établi. Le mémoire a paru à la fin de juillet; il a pu être distribué aux laboratoires intéressés, auprès desquels il est momentanément à l'étude. Aussitôt que nous aurons pu rassembler les opinions émises, dont plusieurs nous sont déjà parvenues, nous envisagerons la convocation de la Conférence Thermométrique internationale, qui avait été primitivement prévue par le Comité pour l'époque actuelle; les multiples travaux auxquels nous avons eu à faire face, n'ont pas permis, comme nous l'aurions vivement désiré, de maintenir cette date.

La perspective du rétablissement prochain de la dotation à un chiffre qui nous permette d'envisager l'avenir avec confiance, n'a pas été étrangère à l'achèvement, cette année, des publications exceptionnellement abondantes du Bureau. Si l'amélioration que nous espérons se réalise, nous pourrions procéder à l'impression de travaux déjà très avancés.

Nous avons donné encore une particulière attention à la détermination de la dilatabilité des mètres prototypes, sans cependant être arrivés à une formule que nous puissions considérer comme définitive pour l'époque présente.

Je rappellerai d'abord que nous avons mis en évidence un résultat important, et au sujet duquel il ne peut y avoir aucun doute, savoir que la même formule de dilatation est applicable à tous les étalons de la grande série, aussi loin que puisse aller la précision des mesures actuelles. Nous en trouverons de nouvelles preuves dans la suite. Pour les étalons de la coulée du Conservatoire, la différence est de  $-0,020.10^{-6}$  par rapport à la coulée Johnson-Matthey.

Mais c'est la valeur absolue de la dilatabilité qui ne peut pas encore être indiquée avec toute la sécurité désirable.

Considérons d'abord la détermination que nous avons faite, J.-R. Benoit et moi, en 1888.

M. Ch. Volet a soumis les expériences à une étude critique au cours de laquelle il a constaté le fait que, dans certaines séries de mesures, les microscopes, dont les supports étaient insuffisamment protégés contre le rayonnement des auges, se sont graduellement éloignés, de quantités atteignant jusqu'à  $3\mu$ , au cours d'une même opération; les changements étaient moindres vers la fin qu'au début des mesures. Il a donc repris le calcul, en groupant ensemble, pour chaque observateur, les vingt premières séries et les vingt dernières; il a trouvé ainsi :

<i>Observateurs</i>	$10^6 \alpha_0$	$10^9 \beta$	$10^6 \alpha_{15}$
Benoit	8,632	+ 0,54	8,648
Guillaume	8,620	+ 0,76	8,643
Moy.	8,626	+ 0,65	8,645
Benoit	8,644	+ 0,98	8,673
Guillaume	8,651	+ 0,43	8,664
Moy.	8,647	+ 0,70	8,668

La dilatabilité résultant des expériences du deuxième groupe est donc de  $0,023 \cdot 10^{-6}$  supérieure à celle à laquelle conduisent les observations du premier groupe. Cette différence correspond, pour l'intervalle de 38 degrés, dans lequel les mesures ont été faites, à une dilatation de  $0\mu,8$  environ.

Des incertitudes tout à fait du même ordre découlent des mesures faites par J.-R. Benoit à l'appareil Fizeau, en 1888 et 1913.

Avant de démonter l'ancien comparateur à dilatation, nous avons fait encore une mesure en utilisant les procédés qui se sont révélés les plus sûrs dans le cours du temps.

Je rappellerai en deux mots en quoi ils consistent. Tandis qu'autrefois, l'intervalle de température dans lequel nous opérons était jalonné de points à peu près équidistants, aujourd'hui, nous limitons les déterminations au voisinage de trois températures,  $0^\circ$ ,  $16^\circ$  à  $17^\circ$ , et  $34^\circ$  à  $36^\circ$ , auxquelles nous consacrons des observations nombreuses et bien symétriques.

Nous avons aussi apporté au comparateur tous les perfectionnements compatibles avec sa construction; nous avons isolé les auges par des plaques de liège, et employé une règle de comparaison en invar, de dilatation insensible; enfin, nous avons opéré sur deux règles, dont nous avons déterminé la dilatation absolue et la dilatation relative; ces règles étaient notre étalon d'usage n° 26 et le prototype n° 14. Les résultats ont été les suivants :

$$\alpha [14] - \alpha [26] = + 0,002.10^{-6}$$

$$\alpha [14] = (8608 + 1,89 \theta).10^{-9}$$

$$\alpha [26] = (8613 + 1,67 \theta).10^{-9}$$

$$\text{Moy.} = (8611 + 1,78 \theta).10^{-9}$$

Pour des échantillons prélevés sur quatre règles prises dans la grande coulée, M. Pérard avait trouvé, au moyen de l'appareil Fizeau :

$$(8633 + 1,77 \theta).10^{-9}$$

Les coefficients  $\beta$  sont les mêmes qu'au comparateur, mais les  $\alpha$  diffèrent encore.

Le nouveau comparateur étant installé et ayant été mis à l'épreuve, MM. Pérard et Maudet ont entrepris la mesure de la dilatation des règles n°s 20 et 26. Ils ont trouvé :

$$\alpha [20] - \alpha [26] = + 0,003.10^{-6}$$

$$\alpha [20] = (8617 + 2,08 \theta).10^{-9}$$

$$\alpha [26] = (8592 + 2,68 \theta).10^{-9}$$

$$\text{Moy.} = (8604 + 2,38 \theta).10^{-9}$$

Nous avions inscrit à notre programme une détermination semblable, que je comptais entreprendre avec M. Volet; mais un grave accident dont j'ai été victime, au printemps dernier, m'a empêché de participer à ces mesures, et la proximité de la Septième Conférence m'a forcé de remettre ce travail à plus tard.

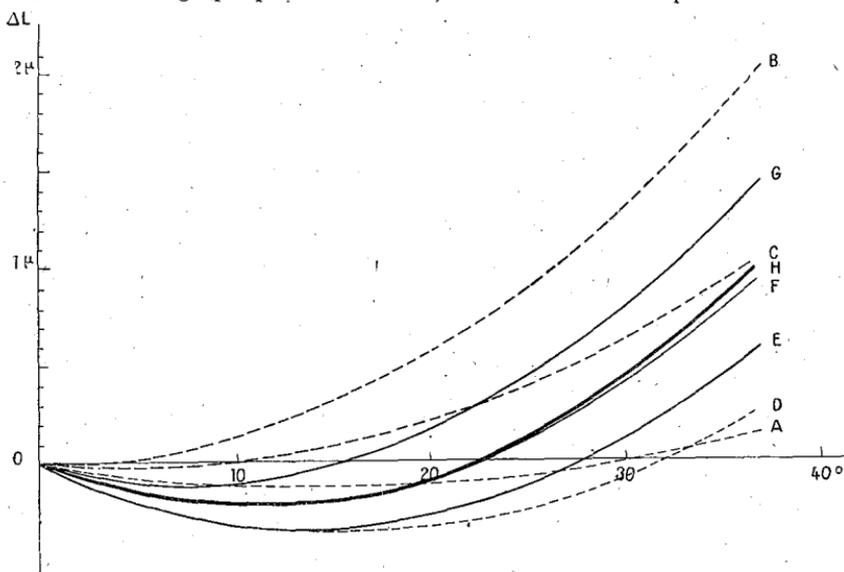
La valeur du coefficient  $\beta$  ayant été trouvée la même à l'appareil Fizeau et au comparateur, nous l'avons provisoirement admise. En transformant le résultat de MM. Pérard et Maudet suivant les méthodes ordinaires, nous trouvons :

$$(8620 + 1,77 \theta).10^{-9}$$

Pour se faire une idée de l'état actuel de la question, le plus simple est d'avoir recours à une représentation graphique; mais,

si l'on voulait porter les résultats eux-mêmes dans un diagramme, il ne serait possible qu'avec une échelle très étendue, de distinguer les résultats les uns des autres. C'est pourquoi nous avons eu recours à un artifice, consistant à ne figurer que les excès sur une grandeur déterminée, très voisine de celles qu'on se propose de représenter. Nous avons donc retranché de tous les résultats la quantité :  $8,660 \theta \cdot 10^{-6}$ .

Dans le graphique ainsi obtenu, les courbes A et B représentent



Représentation des excès sur  $8,660 \theta \cdot 10^{-6}$  des dilatations obtenues par diverses opérations exécutées au comparateur et à l'appareil Fizeau, sur les prototypes de la coulée principale.

les résultats trouvés au comparateur et à l'appareil Fizeau en 1888. La courbe C est leur moyenne, c'est-à-dire la valeur que l'on avait admise pour la règle  $\mathcal{M}$ . D figure la fonction déduite, pour  $\mathcal{M}$ , de la comparaison avec cinq règles du Bureau, qui avaient été déterminées indépendamment; E et F sont les courbes trouvées récemment à l'ancien et au nouveau comparateur; G représente les valeurs obtenues au moyen de l'appareil Fizeau en 1924. La moyenne des courbes EFG est figurée en H. Cette courbe se confond pratiquement avec F.

Il avait été décidé, dans la dernière session, que M. Pérard reprendrait des mesures à l'appareil Fizeau, en ne laissant émerger que les parties des vis nécessaires pour permettre une détermination. De cette façon, on aurait pu découvrir une erreur systématique, que l'on soupçonnait dans une courbure qu'aurait prise le plateau, et dont la cause pouvait être cherchée dans les tensions produites par les vis de serrage de l'appareil. Il n'est apparu aucune divergence supérieure aux erreurs possibles des observations. Nous avons donc considéré l'hypothèse d'une courbure comme démentie par les faits.

Les divergences constatées entre les deux méthodes sont encore inexplicables. Si nous ne pouvons pas, comme nous l'avions espéré, proposer à la Conférence de sanctionner un résultat qui soit considéré comme tout à fait sûr pour l'époque actuelle, au moins avons-nous, par les recherches des dernières années, réduit beaucoup les divergences, et mis hors de doute un certain nombre de faits importants, comme l'identité de dilatation entre les règles d'une même série. Nous espérons pouvoir, dans un avenir prochain, faire progresser la question, de manière à arriver bientôt à réduire encore l'incertitude qui règne sur les résultats.

Dans la dernière session, M. de Bodola avait proposé que l'on essayât, au Bureau, une méthode de pointé consistant à substituer aux fils des micromètres, des joues en métal limitées par des arcs de cercle, et que l'on amènerait à égale distance du trait dont on aurait à fixer la position; mais le mode de pointé dépendant essentiellement de l'équation personnelle, il devenait nécessaire de faire exécuter successivement, et de la même façon, chaque visée par plusieurs observateurs.

Ce système a été mis à l'épreuve, aussitôt après la dernière session, par MM. Pérard, Maudet, Volet et Bonhoure; il a donné d'assez bons résultats; mais, pour être généralisé, il aurait nécessité une transformation profonde des micromètres de nos comparateurs, précédée d'une étude préalable étendue. L'abondance des travaux que le Comité désire voir avancer ne nous a pas permis de nous y livrer.

Dans la période dont j'ai à rendre compte, M. Pérard a d'abord achevé les expériences et les calculs concernant la détermination des quartz-étalons qui ont été l'objet de 7 à 18 mesures complètes par chacune des deux méthodes, exécutées à des températures s'échelonnant entre 5° et 25°. Pour le quartz de 10<sup>mm</sup>, il a admis

sa formule de dilatation obtenue autrefois au dilatomètre Fizeau entre 0° et 100°; pour tous les autres quartz, le coefficient  $\beta$  a été seul emprunté à cette détermination, le coefficient  $\alpha$  étant déduit de l'ensemble des expériences.

Pour chaque quartz, deux formules ont été calculées, tirées indépendamment des résultats fournis par les deux méthodes. Les moyennes de ces deux formules sont les suivantes :

$$\begin{aligned} q_{10} &= 9998,795(1 + 7,144\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}), \\ q_{20} &= 19997,451(1 + 7,121\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}), \\ q_{30} &= 29997,465(1 + 7,138\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}), \\ q_{40} &= 39994,167(1 + 7,098\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}), \\ q_{50} &= 49996,889(1 + 7,133\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}), \\ q_{100} &= 99987,915(1 + 7,113\theta \cdot 10^{-6} + 8,202\theta^2 \cdot 10^{-9}). \end{aligned}$$

Elles donnent les valeurs les plus probables de chacun des quartz à toute température. Les erreurs probables calculées à titre d'indication varient, pour la longueur à 15°, entre 1<sup>m</sup> $\mu$ ,4 et 4<sup>m</sup> $\mu$ ,6, et pour  $\alpha$  entre 0,006 et 0,018. 10<sup>-6</sup>.

Les résultats trouvés par les deux méthodes à 15° sont portés au tableau suivant :

*Résultats à 15°.*

	Par la 1 <sup>re</sup> méthode.	Par la 2 <sup>e</sup> méthode.	Moyenne.	Écarts des résultats avec la moy.
$q_{10}$ ...	9999,8787	9999,8912	9999,885	0,006
$q_{20}$ ...	19999,6176	19999,6303	19999,624	0,006
$q_{30}$ ...	30000,7249	30000,7388	30000,732	0,007
$q_{40}$ ...	39998,4963	39998,5025	39998,499	0,003
$q_{50}$ ...	50002,3282	50002,3321	50002,330	0,002
$q_{100}$ ...		99998,7676	99998,768	

Tous les résultats qui précèdent ont été obtenus au centre des surfaces terminales. L'étude de la forme des surfaces a montré que leur planéité avait été très bien réalisée; et la recherche des erreurs de parallélisme de ces faces a fait ressortir une inclinaison maxima égale à 2,7. 10<sup>-6</sup> radian.

Par la première des méthodes décrites, on a trouvé que le coefficient de variation thermique  $h$  de l'indice absolu  $N$  (rayon ordinaire) pouvait, dans le spectre visible, être considéré

comme une fonction linéaire de l'inverse de la longueur d'onde  $\lambda$  dans l'air,

$$N_{\theta} = N_0 + h \theta \quad \text{avec} \quad h = a + \frac{b}{\lambda},$$

les coefficients numériques  $a$  et  $b$  étant peu différents d'un quartz à l'autre (valeurs moyennes  $a = -6,95 \cdot 10^{-6}$ ,  $b = +0,58 \cdot 10^{-6}$ ,  $\lambda$  exprimé en microns).

Au moyen des divers coefficients  $h$ , les résultats donnés dans toutes les radiations par une même expérience ont été ramenés à la température moyenne de  $15^{\circ}$ ; et, pour chaque étalon, on a calculé les valeurs les plus probables des indices à cette température. Dans le but de relier ensuite et de compenser entre elles les valeurs fournies par les diverses raies pour le même quartz, on a cherché une formule de dispersion en remarquant que, dans l'intervalle étudié, quatre termes suffisaient à représenter l'indice sous la forme utilisée déjà par Mouton et M. Carvallo :

$$\frac{1}{N^2} = A\lambda^2 + B + C\lambda^{-2} + D\lambda^{-4},$$

où  $\lambda_q$  est la longueur d'onde dans le quartz pour une raie déterminée; A, B, C, D sont des coefficients numériques, qui ont tout d'abord été calculés de façon indépendante pour les six étalons. Puis on a reconnu que, sans accroître les erreurs résiduelles au delà de la grandeur des erreurs possibles d'observation, on pouvait ramener à l'égalité trois de ces coefficients, et adopter pour tous les quartz les valeurs :

$$A = +4,73454 \cdot 10^{-3}, \quad C = -0,8192569 \cdot 10^{-3}, \quad D = 0,31483 \cdot 10^{-6},$$

ce qui a conduit à calculer pour B les excédents respectifs

$$q_{10} = +1,56, \quad q_{20} = +0,59, \quad q_{30} = +0,79, \quad q_{40} = +0,34, \\ q_{50} = +0,05, \quad q_{100} = -1,00.$$

qui représentent, en millionièmes, des quantités dont les valeurs individuelles diffèrent de 0,424064.

Enfin, M. Pérard a fait, au moyen de l'interféromètre Michelson, une recherche dont les résultats sont appelés à jouer un rôle important dans l'interprétation des mesures interférentielles. Bien qu'il doive faire au Comité une communication personnelle sur

les résultats de ce travail, il convient d'en dire ici quelques mots.

Les principales raies servant aux mesures (celles du cadmium, du mercure, du néon, du krypton et de l'hélium) possèdent des satellites très voisins des raies principales, et que l'on ne sépare pas de celles-ci. Mais à mesure que l'on augmente la différence de marche, les radiations émises par ces satellites interviennent dans le phénomène global, et modifient la longueur d'onde apparente de l'ensemble. Ainsi, en comparant ces diverses radiations à la raie rouge du cadmium pour des différences de marche progressives, on obtient un phénomène dont la période est d'autant plus grande que le satellite est plus voisin de la raie principale.

On ne peut se servir des déterminations faites avec de telles raies qu'en mesurant préalablement les longueurs d'onde pour une série de différences de marche permettant de caractériser exactement la période de la radiation globale; après cela seulement, on peut appliquer aux mesures la correction correspondante. Faute d'une connaissance suffisante de ce phénomène, plusieurs observateurs ont obtenu des résultats erronés.

Conformément à une suggestion de M. Hamy, des expériences ont été faites sur la conductibilité de certains verres nouveaux. Elles ont donné les résultats portés au tableau ci-dessous, qui doivent être considérés seulement comme des indications relatives (courant en microampères passant, sous 88 V continu, dans un cylindre de 10<sup>mm</sup> de long et 10<sup>mm</sup> de diamètre):

Température.	Verre Monpeurt.	Verre-vert.	Verre Appert.	Pyrex.	Cristal Martin.
15.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200.....	0,5	0,2	0,3	0,1	0,0
250.....	7	0,8	2	0,4	0,0
300.....	18	8	7	2	0,4
320.....		15	10	3,5	0,7
350.....		32		7	

Par là se trouvent expliquées les anomalies constatées sur certaines lampes en verre Monpeurt; ainsi, ni ce verre, ni le verre-vert ne doivent être utilisés dans l'établissement des lampes Hamy.

M. Maudet a eu, comme par le passé, la charge de tous les

travaux relatifs à la base et à la mesure des fils géodésiques et des rubans. M. Pérard a collaboré aux déterminations principales, M. Volet a participé à une mesure absolue; M. Bonhoure à quelques travaux accessoires.

Dans les deux années auxquelles se réfère ce Rapport, il a été fait trois mesures fondamentales de la base, et la concordance des résultats permet de garantir le chiffre du centième de millimètre sur les erreurs cumulées de la détermination à la règle et du report sur la base secondaire. C'est pourquoi nous avons pu inscrire à nouveau, au programme de la Conférence, la circulation d'un groupe de fils étudiés au Bureau.

On a pu recommencer aussi à calculer la dilatation de la base secondaire qu'on avait dû abandonner depuis qu'une fissure s'étant produite dans la muraille, la distance des repères extrêmes conduisait à des résultats irréguliers. La moyenne des nombres obtenus pour la longueur totale de 24<sup>m</sup> est 0<sup>mm</sup>,140 par degré, nombre très voisin de celui qui avait été trouvé autrefois sur le mur faisant face à celui qui porte les repères d'usage.

La détermination complète de la valeur de la base en y comprenant 40 comparaisons de chacun des 12 fils de contrôle, peut être faite maintenant en une journée, tandis qu'autrefois nous étions obligés d'y consacrer une semaine. L'organisation actuelle nous donne entière satisfaction.

M. Maudet a fait la détermination de divers étalons à traits, dont la règle géodésique construite autrefois sur les plans de O.-J. Broch, et appartenant au Service géodésique de Norvège. Pour ce dernier travail, il a été assisté par M. Bonhoure.

Dans le domaine des mesures à bouts, M. Maudet a étudié une série de broches au moyen de la machine à mesurer, fournie autrefois par la Société Genevoise; il a aussi exécuté la mesure interférentielle de très nombreux calibres Johansson. Il a fait des calculs délicats des expériences de M. Pérard, afin de permettre à celui-ci de se consacrer à des expériences très astreignantes.

Dans la section des pesées, après avoir fait les vérifications nécessaires pour l'ajustage des plateaux légèrement creux de quartz substitués aux anciens, M. Maudet a fait des comparaisons soignées des kilogrammes en baros nos 7, 8, 9 et 9 bis, le kilogramme 9 ayant été recuit dans le vide en 1919. Les deux premiers kilogrammes, que nous suivons depuis 1910, ont encore

perdu, dans les trois dernières années,  $0^{\text{mg}},1$  en moyenne, quantité légèrement plus faible que les pertes du début, mais qui ne laisse pas encore prévoir une limite. Il en est à peu près de même pour le kilogramme non recuit de la deuxième série; quant au kilogramme recuit, qui avait montré au début une constance remarquable, il a manifesté pour la première fois une tendance bien nette à une diminution de sa masse, qui a atteint, en trois ans, un peu plus de  $0^{\text{mg}},1$ .

On pourrait s'expliquer la tenue singulière de ce kilogramme par l'hypothèse suivante : pendant le recuit à haute température, les gaz s'échappent des couches superficielles, mais diminuent très peu dans les couches profondes du baros; arrivant en quelques années, par migration, au voisinage de la surface, ils peuvent alors s'échapper et occasionnent une diminution de la masse à peine inférieure à celle que l'on constate dans les pièces non recuites.

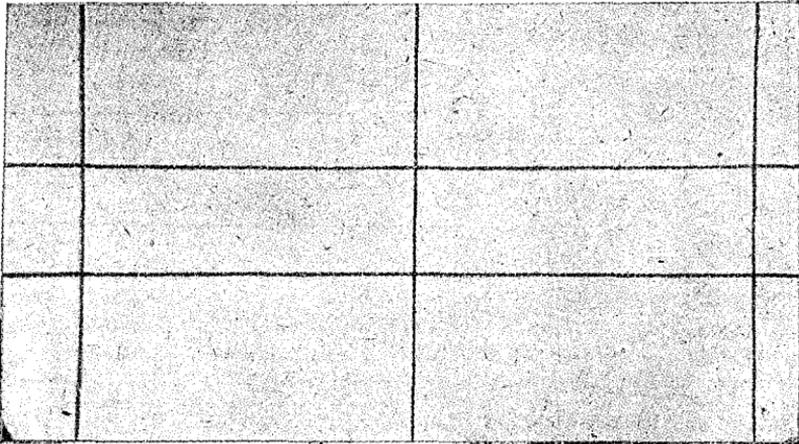
Une recherche du même domaine a été faite encore par M. Maudet. On se souvient que le kilogramme prototype en platine n° 1 avait subi un accident qui ne permettait plus dorénavant de le considérer comme un étalon de premier ordre. En conséquence, le Comité, dans sa dernière session, avait décidé son remplacement par le kilogramme n° 7, qui restait seul disponible parmi ceux qui avaient été déterminés en 1889. Le Gouvernement français auquel il appartenait, ayant donné son agrément à ce que le Bureau, où il était demeuré, en prit possession et en acquittât la valeur par la restitution, au Conservatoire national des Arts et Métiers, du kilogramme n° 1, nous avons obtenu du Directeur de cet établissement de pouvoir conserver ce kilogramme encore pendant quelque temps, pour exécuter sur lui des expériences destinées à nous renseigner sur la possibilité d'une sublimation à la température ordinaire, susceptible de lui faire perdre, dans le cours du temps, une fraction appréciable de sa masse.

Dans ce but, le kilogramme a été placé dans une enveloppe de quartz où il était soumis à l'action continue d'un courant d'air chauffé à  $100^{\circ}$ . Le kilogramme a été pesé après une chauffe d'une semaine, puis d'un mois, enfin par intervalles de deux mois. La totalité de l'exposition au courant d'air a été de 13 mois. A part quelques irrégularités constatées au début, on n'a pas pu déceler la moindre trace de changement dans la masse du kilogramme en expérience. On peut en conclure, *a fortiori*, que les étalons,

conservés dans des cloches concentriques et soigneusement



Plage polie à l'extrémité A de la Règle n° 26, avec le trait principal et les deux traits auxiliaires distants du premier de  $0^{\text{mm}}, 5$  (Grossissement : 85 fois).



Le trait principal et les deux traits auxiliaires tracés à l'extrémité A de la Règle TYPE II, grossis 85 fois.

garantis des courants d'air, n'éprouvent pas de variation appréciable dans le cours du temps. Ce travail a fait l'objet d'un

exposé détaillé dans l'ouvrage consacré au Cinquantenaire du Bureau.

M. Volet a consacré la majeure partie de son temps, à la fin de l'année 1925 et au début de 1926, au montage et au réglage du nouveau comparateur à dilatation, puis au relèvement dont j'ai parlé. Il a déterminé ensuite la dilatabilité d'une barre pour la Section technique de l'Artillerie et d'une autre pour le Service géographique de l'Armée française, enfin celle de nombreuses tiges d'invar, afin de permettre de choisir les coulées qui doivent être réservées à divers usages, notamment à la confection des fils géodésiques. Pour ces tiges, qui nous sont livrées brutes de forge, il assure, depuis le départ de M. Huëtz, le tracé sur la machine à diviser du Bureau.

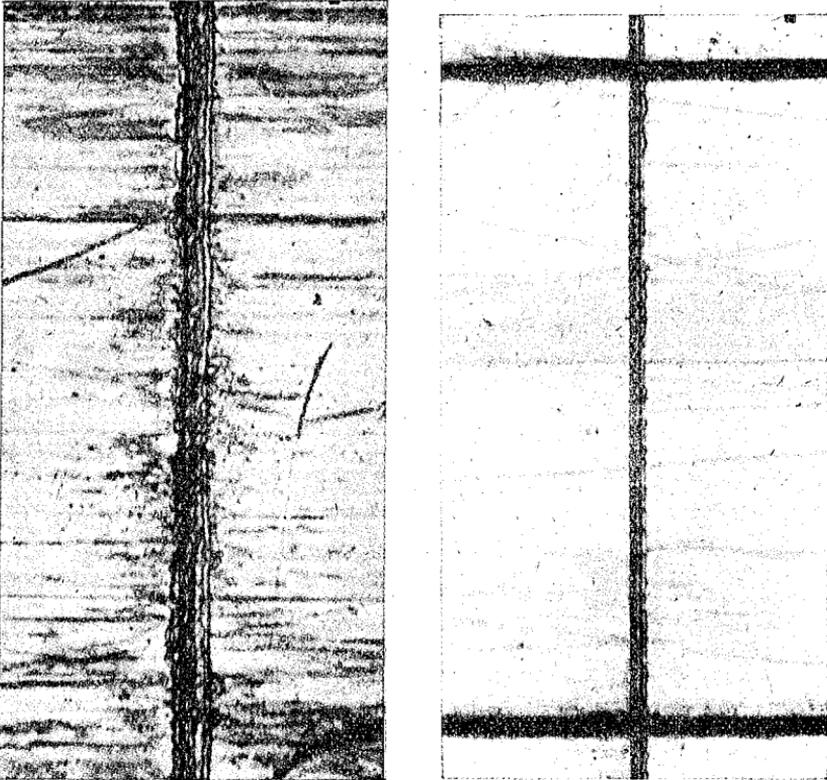
Pour la photographie, M. Volet ayant achevé la mise en service de l'appareil, a pu commencer à relever l'image des mouches de nos règles principales. Il est intéressant de reproduire ici les résultats obtenus avec la Règle n° 26 et la Règle Type II. On voit, par la comparaison des traits, grossis 500 fois, quels progrès ont été réalisés depuis qu'ont été tracés les mètres prototypes. Cependant, avec un grossissement de 85, les pointés sont parfaitement sûrs; mais il n'en serait pas de même si l'on passait à un grossissement cinq ou six fois supérieur.

Dans un tout autre domaine, M. Volet a poursuivi les expériences dont j'ai parlé dans mon dernier rapport sur la stabilité des laitons. Il est arrivé ainsi à des conclusions qu'il a exposées dans une note insérée au Livre du Cinquantenaire. Il a aussi dépouillé minutieusement les nombreuses expériences faites sur des coulées d'invar contenant des quantités de silicium inférieures au centième et déterminé l'action de ce métalloïde sur la dilatabilité de l'invar.

Pendant que j'étais occupé à rédiger mes *Recherches métrologiques sur les aciers au nickel*, il a tracé la majeure partie des diagrammes qui accompagnent cette publication.

M. Bonhoure a partagé son temps essentiellement entre des mesures faites au comparateur et des études thermométriques. C'est ainsi qu'il a déterminé les erreurs de division de plusieurs règles étalons, travail minutieux et qui demande beaucoup d'attention, mesuré plus de 100 broches, cylindres et calibres pour la Section technique de l'Artillerie et pour le Gouvernement japo-

nais, étudié de nombreux thermomètres, notamment pour la Société du Gaz de Paris. Il a fait aussi des recherches préliminaires pour déterminer les propriétés d'un verre industriel, proposé pour la thermométrie.



Traits principaux des règles n° 26, et TYPE II, grossis 500 fois.

Je dirai, à ce propos, que la solution poursuivie avec un constructeur, des questions relatives aux thermomètres de précision, semble devoir bientôt être acquise.

M. Bonhoure a été occupé par la surveillance et l'entretien de notre batterie d'accumulateurs; enfin il a assisté M. Pérard avec beaucoup d'habileté et de dévouement dans la question de l'argenteure par pulvérisation cathodique.

## CERTIFICATS

DÉLIVRÉS DU 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1925 AU 31 AOUT 1927.

1.	1925 Sept. 15.	Deux fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 724 et 725.....	{ Institut hydrographique, Gênes.
2.	» » 21.	Comparateur de moyenne précision .....	{ Ministère de l'Agriculture de la République Argentine.
3.	», Déc. 30.	Cinq fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 760, 726, 727, 728, un fil de 8 <sup>m</sup> , n <sup>o</sup> 708, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n <sup>o</sup> 2604 B5.....	{ Buenos-Aires and Pacific Railway C <sup>r</sup> L <sup>d</sup> , Buenos-Aires.
4.	» » 30.	Deux règles en invar.....	{ Service géographique de Pologne.
5.	1926 Janvier 5.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 739, 740, 741, 742, et un de 8 <sup>m</sup> , n <sup>o</sup> 731.....	{ Établissements Finsterwald et Schaich, Montevideo.
6.	» » 14.	Échelle divisée n <sup>o</sup> 551 .....	{ Institut de Physique de l'Université, Sofia.
7.	» Fév. 24.	Sept broches à bouts sphériques	{ Section technique de l'Artillerie, Paris.
8.	» Mars 3.	Une règle géodésique en fer (suite du certificat du 3 nov. 1892).....	{ Institut géographique de Norvège.
9.	» » 25.	Quatre fils géodésiques de 25 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 753, 756, 757, 758, un fil de 8 <sup>m</sup> , n <sup>o</sup> 707, un ruban de 4 <sup>m</sup> 910 C 1.....	{ Service géographique du Siam.
10.	» » 26.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 586, 589, 659, 661 (addition) .....	{ Institut géographique et statistique d'Espagne.
11.	» » 28.	Un ruban de 50 <sup>m</sup> .....	{ Survey Department, Khar-toum.
12.	» Avril 12.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 46, 48, 619 et 620 (addition).....	{ Institut géographique de Norvège.
13.	» Mai 5.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 306, 307, 308 et 564 (addition).....	{ Service géographique de l'Armée française.
14.	» » 28.	Une pièce de 5 grammes en baros.....	{ Laboratoire de Chimie organique du Collège de France.

15.	1926	Juin	5.	Un fil géodésique en invar, n° 3.	{ Société d'Héraclée, Zougouldak.
16.	»	»	30.	Une règle de 1 <sup>m</sup> , 10 en invar, n° 549.....	{ Department of Communications, Tokyo.
17.	»	Juillet	10.	Une règle de 1 <sup>m</sup> en invar, n° 558.	{ Monnaie Royale de Suède.
18.	»	»	20.	Une règle de 1 <sup>m</sup> en invar, n° 555.	{ Université d'Amsterdam.
19.	»	»	20.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 621 à 624 (addition)....	{ Institut militaire géographique, Sofia.
20.	»	»	22.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 565 à 568 (addition)....	{ Service géographique de l'Armée française.
21.	»	»	30.	Un fil géodésique de 24 <sup>m</sup> , n° 4, un de 8 <sup>m</sup> , n° 5, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n° 1.....	{ Légation de Finlande, Paris.
22.	»	»	31.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 743 à 746, et un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 732.....	{ Institut géographique, Lwow.
23.	»	Août	28.	Un calibre plan de 3 <sup>mm</sup> .....	{ Hommelwerke, Mannheim
24.	»	Sept.	24.	Trois fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 747 à 749, et un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 733.....	{ Ateliers J. Carpentier, Paris.
25.	»	Oct.	18.	Trois fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 750 à 752 et un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 761.....	{ Service géographique de l'Armée du Pérou.
26.	»	»	20.	Cent trois calibres Johansson..	{ Gouvernement japonais.
27.	»	Nov.	4.	Cinq fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 6, 7, 8, 9, un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 10, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n° 402.	{ Service géographique de l'Armée grecque, Athènes.
28.	»	Nov.	27.	Deux calibres Johansson de 100 <sup>mm</sup> .....	{ Aktiebolaget Johansson, Eskilstuna.
29.	»	Déc.	10.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 768 à 771, un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 762, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n° 910 C 2.....	{ Représentation Commerciale de l'U. R. S. S., Paris.
30.	»	»	22.	Quatre fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 306, 307, 308, 564, et un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 509 (addition)..	{ Service géographique de l'Armée française.
31.	1927	Janv.	22.	Cinq broches à bouts sphériques	{ Section technique de l'Artillerie, Paris.
32.	»	Fév.	1 <sup>er</sup> .	Deux fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n°s 772 et 773.....	{ M. Rosenberg, Berlin.
33.	»	»	25.	Un fil de 8 <sup>m</sup> , n° 763, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n° 5170 C <sub>4</sub> .....	{ Service de la Réfection du Cadastre, Paris.
34.	»	Mars	5.	Deux thermomètres calorimétriques.....	{ Institut chimique militaire, Varsovie.

35.	1927	Avril	8.	Cinq calibres cylindriques de 0,1 à 0,4 <sup>mm</sup> .....	{ Assortiments Gallay, Le Sentier (Suisse).
36.	»	»	16.	Six fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 279 à 282, 512 et 513 (addition).....	{ État-Major général de l'Armée danoise.
37.	»	Mai	4.	Deux calibres étalons à bouts plans de 100 <sup>mm</sup> .....	{ Aktiebolaget Johansson, Eskilstuna.
38.	»	»	14.	Trois fils géodésiques de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 621, 622, 623 (addition).	{ Institut géographique de l'Armée bulgare, Sofia.
39.	»	»	24.	Une échelle divisée de 20 <sup>cm</sup> , n <sup>o</sup> 552.....	{ Institut central royal hongrois des Poids et Mesures, Budapest.
40.	»	»	30.	Un calibre Johansson-Ford de 101 <sup>mm</sup> ,6.....	{ Ford-Motor Company, Dearborn.
41.	»	Juin	21.	Quatre rubans de 4 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 2518 F <sub>1</sub> , 2518 F <sub>2</sub> , 2518 F <sub>3</sub> , 5170 C <sub>5</sub> .	{ Ministère des Colonies néerlandaises, La Haye.
42.	»	Juillet	5.	Quatorze broches à bouts sphériques.....	{ Section technique de l'Artillerie, Paris.
43.	»	»	20.	Quatre fils de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 592, 596, 601, 602 (addition).....	{ Institut cartographique, Bruxelles.
44.	»	»	26.	Quatre fils de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 560, 561, 562, 563 (addition).....	{ Survey Department, Giza.
45.	»	Août	1 <sup>er</sup> .	Quatre fils de 24 <sup>m</sup> , n <sup>os</sup> 565 à 568, et un ruban de 4 <sup>m</sup> , n <sup>o</sup> 1410 K 2 n <sup>o</sup> 40 (addition).....	{ Service géographique de l'Armée française.

NOTES D'ÉTUDE.

1.	1925	Oct.	26.	Zéros de neuf thermomètres ...	Observatoire de Trappes.
2.	1925	Oct.	à	Étude de vingt-huit thermo-	} Société du Gaz de Paris.
	1927	Janv.		mètres .....	
3.	1925	Oct.	à	Zéros de quarante-sept thermo-	} Société du Gaz de Paris.
	1927	Mars		mètres .....	
4.	»	»	7.	Étude de six thermomètres Thurneyssen.....	} Société du Gaz de Paris.
5.	»	Juin	15.	Un thermomètre Poulenc.....	{ Institut d'Hydrologie et de Climatologie, Paris.
6.	»	»		Étude d'une tige spéciale destinée à mesurer la distance des ménisques d'un manomètre...	{ Institut d'Hydrologie et de Climatologie, Paris.

## V. — COMPTES.

Dans le cours des deux années écoulées, la dépréciation, d'abord continue, du franc français, nous a engagés à transformer en francs-or une partie de notre avoir. C'est ainsi que, en avril 1926, 200000 francs français ont été retirés de la Caisse des Dépôts et Consignations, et placés dans une banque suisse. Nous avons fait de même pour la contribution de l'U. R. S. S. La somme placée s'est donc augmentée de 45000 francs. Il en résulte que nos comptes ne peuvent plus être libellés entièrement en francs français, comme ils l'ont été jusqu'à présent, mais qu'une partie doit être exprimée en francs-or. D'un autre côté, la somme que nous avons reçue, grâce à la généreuse initiative de M. Samuel-W. Stratton et de plusieurs de ses collègues, a mis à notre disposition un avoir qui, déposé à Paris dans une banque américaine, reste évalué en dollars, et n'est transformé en francs français qu'au fur et à mesure de son utilisation. Ces indications étaient nécessaires pour que les comptes du Bureau apparussent avec clarté.

Nous donnerons d'abord le bilan de chacun des chapitres de la comptabilité, en renvoyant, pour le détail des Comptes III, IV et V, à des tableaux annexes; comme précédemment, ces tableaux couvriront sept exercices, afin de faciliter les comparaisons

### COMPTE I.

#### FRAIS D'ÉTABLISSEMENT ET D'AMÉLIORATION DU MATÉRIEL SCIENTIFIQUE.

D'après les <i>Procès-Verbaux</i> relatifs à la session de 1925 (p. 34), le Compte I possédait, au début de l'exercice de 1925, un actif disponible de.....	31 602 <sup>fr</sup> ,18
Il s'est augmenté, au cours des exercices de 1925 et 1926, d'un versement du Fonds Stratton (paiement d'une machine à calculer).....	9 900,00
de la contribution d'entrée de la Pologne dans la Convention du Mètre .....	45 791,00
et des sommes provenant des taxes de vérification.	15 223,50
Total.....	<u>102 516,68</u>

Il a été débité des sommes énumérées ci après :

A la Société d'Optique pour un appareil photographique .....	fr 1 884,70
A divers entrepreneurs pour l'installation du nouveau comparateur .....	19 860,00
Acquisition d'une machine à calculer .....	<u>9 900,00</u>
Total .....	31 644,70
Solde actif au 31 décembre 1926 .....	<u><u>70 871,98</u></u>

### COMPTE II.

#### FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

Le Compte II possédait au début de 1925, un actif disponible de .....	fr 10 076,80
Il a été porté à son débit, versés au Conservatoire des Arts et Métiers .....	1 500,00
Il lui reste donc au 31 décembre 1926 .....	<u><u>8 576,80</u></u>

### COMPTE III.

#### FRAIS-ANNUELS.

Au début de l'exercice 1925, le Compte III possédait un actif disponible de .....	fr 135 954,12
Au cours des deux exercices de 1925 et 1926, ses recettes ont été de .....	884 366,42
suyvant le détail donné au Tableau III <sub>a</sub> .	
Total .....	<u>1 020 320,54</u>
Les dépenses inscrites à ce compte au cours de ces exercices se sont élevées à .....	fr 599 856,30
suyvant détail du Tableau III <sub>b</sub> .	
On le trouve donc, à la fin de l'exercice de 1926, avec un actif disponible de .....	<u><u>420 464,24</u></u>

Les États retardataires ne lui doivent plus, à cette date, que 61 600<sup>fr</sup>,55, au lieu de 217 634<sup>fr</sup> comme au 31 décembre 1924.

### COMPTE IV.

#### CAISSE DE SECOURS ET DE RETRAITES.

La Caisse de secours et de retraites possédait, au commencement de 1925, un actif de.....	77 415,85 <sup>fr</sup>
dont 74 244 <sup>fr</sup> ,70 en rente française 3 % (valeur d'achat) et 3 171 <sup>fr</sup> ,15 en espèces en caisse.	
Au cours des exercices 1925 et 1926, elle a reçu les sommes portées au Tableau IV <sub>a</sub> , formant ensemble..	<u>21 974,30</u>
Total.....	99 390,15
Les sommes payées par elle et détaillées au Tableau IV <sub>b</sub> , se montent à .....	<u>22 441,75</u>
Il résulte de là que, à la fin de l'exercice de 1926, il figure à son actif une somme de.....	<u>76 948,40</u>
se décomposant comme suit :	
2309 <sup>fr</sup> de rente 3 % représentant, valeur d'achat.....	74 244 <sup>fr</sup> ,70
Espèces en caisse .....	2 703 <sup>fr</sup> ,70
Les avances du Compte III à la Caisse de retraites se montaient, le 31 décembre 1924, à.....	36 340,00
Au cours des exercices 1925 et 1926, la Caisse a remboursé au Compte III.....	<u>17 900,00</u>
Elle reste donc débitrice seulement de.....	18 440,00

Si l'on évaluait l'avoir du Compte III au cours de 57<sup>fr</sup> pour les 2309<sup>fr</sup> de rente qu'il possède, on obtiendrait 43 871<sup>fr</sup>, lesquels, joints à l'encaisse de 2703<sup>fr</sup>,70 représenteraient un actif de 46 574<sup>fr</sup>,70, contre un passif de 18 440<sup>fr</sup>, soit un solde net de 28 134<sup>fr</sup>,70.

### COMPTE V.

#### FONDS DE RÉSERVE.

Au commencement de 1925, le Compte V possédait	
2247 <sup>fr</sup> de rente 3 % ancienne,	
1085 de rente 5 %,	
284 de rente 4 % 1917,	
1512 de rente 6 %,	
200 en obligations du Crédit National,	

24 obligations communales du Crédit Foncier et 11500 <sup>fr</sup> de Bons du Trésor, le tout représen- tant, valeur d'achat .....	146 148,35 <sup>fr</sup>
et, en espèces .....	2 134,60
<b>Total.....</b>	<b>148 282,95</b>

Ses intérêts, au cours des exercices 1925 et 1926,  
forment un total de..... 12 146,20

Il possédait, en conséquence, à la fin de 1926..... 160 429,15

Au cours de ces deux exercices il a encaissé les  
11500<sup>fr</sup> de Bons de la Défense Nationale, et avancé au  
Compte III la somme de 15000<sup>fr</sup>, dont ce compte lui  
est redevable.

Son actif se décompose, en conséquence, de la façon  
suivante :

Titres divers.....	134 648,35
Créance sur le Compte III .....	15 000,00
Espèces en caisse.....	10 780,80
<b>Total.....</b>	<b>160 429,15</b>

TABLEAU III<sub>a</sub>. — Recettes du Compte III.

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
CONTRIBUTIONS DES ÉTATS :							
	fr	fr	fr	fr	fr	fr	fr
Réglementaires de l'année.....	26285,00	45698,44	111147,40	116037,75	137918,00	193430,00	302414,00
Arriérées.....	60991,00	128477,05	75739,28	65270,00	121886,40	215258,00	—6281,00
Anticipées.....	3084,55	2222,05	1199,25	—	—	56046,00	49643,45
Remboursement par la Caisse des retraites.....	—	—	2818,45	8237,15	6750,00	3400,00	50,00
<i>Totaux.....</i>	90360,55	176397,54	190904,38	189544,90	266554,40	468134,00	360323,45
INTÉRÊTS BONIFIÉS :							
Par Caisse des Dépôts.....	1759,01	1436,22	1169,37	1234,22	1321,36	1740,42	899,85
Par Banquiers et divers.....	932,81	1139,64	1604,34	1206,25	1497,77	5546,30	9070,40
<i>Totaux.....</i>	2691,82	2575,86	2773,71	2440,47	2819,13	7286,72	9970,25
Avances de divers comptes.....	—	—	—	—	—	—	38652,00
<i>Totaux.....</i>	93052,37	178973,40	193678,09	191985,37	269373,53	475420,72	408945,70

TABLEAU III<sub>B</sub>. — Dépenses du Compte III.

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
<b>PERSONNEL :</b>							
Directeur, Adjoint, Assistants, Cal- culateurs, Mécanicien, Personnel auxiliaire.....	fr 89918,55	fr 120389,85	fr 127780,20	fr 137615,05	fr 149549,05	fr 168023,35	fr 241027,95
Avance à la Caisse des retraites...	8708,40	4948,40	—	—	—	—	—
INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE....	6000,00	6000,00	8000,00	8000,00	8000,00	8000,00	8000,00
<b>FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION :</b>							
Entretien des bâtiments, dépendances et mobilier.....	13996,55	11427,80	20401,20	13496,65	20142,45	23948,30	18075,80
Machines et instruments, frais d'ate- lier et de laboratoire.....	6129,00	5202,95	5070,75	4555,95	7762,15	7342,30	17397,55
Frais de chauffage et d'éclairage, gaz pour laboratoire et moteur.....	20807,25	8634,70	12728,87	15261,05	16443,00	16000,45	19839,70
Concession d'eau.....	249,30	—	199,20	118,90	164,40	—	—
Primes d'assurance.....	1502,85	1418,10	1331,85	1258,05	1066,70	1879,15	1960,55
Bibliothèque.....	543,50	981,80	3530,50	2428,55	5362,20	1810,20	8559,90
Frais d'impressions et publications.	5665,60	22814,95	7583,35	4986,80	8434,80	11352,55	16583,40
Frais de bureau et de secrétariat...	3616,55	3995,35	3287,35	3175,00	3199,00	4412,45	4358,30
Frais divers et imprévus.....	4792,95	7195,85	6459,86	5473,13	5506,12	8900,00	12784,40
Installations nouvelles.....	1976,05	1523,00	629,00	2317,65	4946,15	—	—
Réserve.....	10000,00	—	—	—	—	—	—
<b>Totaux.....</b>	<b>173906,55</b>	<b>194532,75</b>	<b>196998,13</b>	<b>199386,78</b>	<b>230876,02</b>	<b>251268,75</b>	<b>348587,55</b>

TABLEAU IVa.  
*Recettes du Compte IV.*

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
Retenues sur les traitements ..	fr 1303,70	fr 2099,00	fr 3835,10	fr 4261,50	fr 4368,00	fr 4371,60	fr 5241,20
Intérêts du capital .....	2291,60	2291,60	2300,30	2301,35	2335,60	2396,80	2352,95
Part sur les taxes .....	540,00	519,35	1326,65	2758,50	3361,45	1692,00	5919,75
Avances du Compte III...	8708,40	4948,40	—	—	—	—	—
Remboursement des Banquiers.	—	—	1018,15	—	—	—	—
<i>Totaux..</i>	12843,70	9858,35	8480,20	9321,35	10065,05	8460,40	13513,90

TABLEAU IVb.  
*Dépenses du Compte IV.*

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
Pensions .....	fr 11500,05	fr 11500,00	fr 6000,00	fr 575,00	fr 800,00	fr 820,00	fr 3721,75
Remboursement de retenues ..	148,00	—	—	—	—	—	—
Remboursement au Compte III.			2818,45	8237,15	6750,00	3400,00	14500,00
<i>Totaux..</i>	11648,05	11500,00	8818,45	8812,15	7550,00	4220,00	18221,75

TABLEAU Va.  
Recettes du Compte V.

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
Intérêts du capital.....	fr 4359,70	fr 5322,95	fr 5319,30	fr 5621,30	fr 6645,90	fr 5965,65	fr 6180,55
Reçu du Compte III...	10000,00	—	—	—	—	—	—
Titres échus...	—	—	—	—	—	11500,00	—
<b>Totaux..</b>	<b>14359,70</b>	<b>5322,95</b>	<b>5319,30</b>	<b>5621,30</b>	<b>6645,90</b>	<b>17465,65</b>	<b>6180,55</b>

TABLEAU Vb.  
Dépenses du Compte V.

	1920.	1921.	1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
	+1512fr6% — 706fr4% fr	6500fr Bons du Trésor. fr	—	—6500fr Bons + 24 Com- munales fr	11500fr de Bons. fr	—11500fr de Bons.	
Achats de Rente.	12601,80	6184,75	—	11784,00	11500,00	—	—
Avance au Compte III...	—	—	—	—	—	—	15000 fr

En mettant à part les Comptes IV et V, nous pouvons, pour les deux années écoulées, présenter comme suit les dépenses du Bureau :

Payé pour le Compte I.....	fr 31644,70
»           »        II.....	1500,00
»           »        III.....	599856,30
<b>Total.....</b>	<b>633001,00</b>

La vérification générale de la comptabilité du Bureau résulte de l'égalité entre la somme des actifs disponibles indiqués par les

Comptes I, II, III, et la somme des soldes restant effectivement, au même moment, à la Caisse des Dépôts et Consignations, dans les banques et dans la Caisse du Bureau.

Or, en récapitulant les résultats donnés plus haut, nous trouvons les actifs disponibles suivants :

Compte I.....	70 871,98 <sup>fr</sup>
» II.....	8 576,80
» III.....	420 464,24
Total.....	<u>499 913,02</u>

Nous avons, à la même date :

A la Caisse des Dépôts et Consignations....	96 908,82 <sup>fr</sup>
Au Crédit Commercial de France, en francs français.....	146 056,80
Au Crédit Commercial de France, en francs suisses.....	245 000,00
Au Bankers Trust Company.....	12 808,00
	<u>500 773,62</u>
Mais la Caisse du Bureau doit.....	860,60
Total.....	<u>499 913,02</u>

Il convient de noter que cet actif, relativement considérable, comprend :

50 701,00 <sup>fr</sup> supplément de contribution de la France pour 1926.
19 475,00 versés d'avance par le Japon pour 1927.
9 900,00 prélevés sur le fonds Stratton pour la machine à calculer.
8 115,85 avancés par le même pour Gauthier-Villars et Chauvin et Arnoux.
15 000,00 avancés par le Compte V.
31 846,30 restant à payer à Gauthier-Villars pour le tome XVII.
<u>135 036,15</u>

Il reste donc, en réalité, à peu près 365 000 francs comme avoir normal.

Il convient aussi de noter que, depuis 1921 inclus, il n'a été fait aucun versement au compte V (Fonds de Réserve), qui aurait

dû recevoir 30000 francs pour ces six exercices. Il y aurait à tenir compte de 30000 francs destinés au Livre du Cinquantenaire, non encore versés à Gauthier-Villars. Enfin, il faudrait prévoir une somme d'au moins 50000 francs pour les réparations qui ont été différées, faute de ressources, jusqu'à l'extrême limite tolérable.

En réalité, notre actif vraiment disponible est réduit de près de moitié, équivalant à 50,000 francs-or environ, alors qu'en 1915, il dépassait 340000 francs-or.

Le PRÉSIDENT remercie M. GUILLAUME, au nom de tous ses collègues, de son très remarquable rapport.

L'ordre du jour appelle la nomination des Commissions. Le PRÉSIDENT propose de les constituer ainsi :

*Commission des Comptes et des Finances* : MM. KAR-GATCHIN, MAC MAHON, TANAKADATE.

*Commission des Instruments et des Travaux* : MM. APPELL, DE BODOLA, GAUTIER, KÖSTERS, KONOVALOV, TORRES Y QUEVEDO.

Ces Commissions sont élues à l'unanimité. Elles se réuniront le lendemain, 21 septembre, à la Sorbonne, la première de 15 à 16 heures, la seconde de 16 à 18 heures. Le PRÉSIDENT rappelle que tous les membres du Comité peuvent assister aux séances des deux Commissions.

La date de la prochaine séance du Comité international est fixée au vendredi 23 septembre à 15 heures.

Séance levée à 17<sup>h</sup>50<sup>m</sup>.

---

---

**PROCÈS-VERBAL**  
DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

Vendredi 23 septembre 1927.

PRÉSIDENCE DE M. VOLTERRA.

---

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, ISAACHSEN,  
KARGATCHIN, KONOVALOV, KÖSTERS, MACMAHON, STRATTON,  
TANAKADATE, TORRES Y QUEVEDO.

La séance est ouverte à 15<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. le Secrétaire pour la lecture de son Rapport sur la gestion du bureau du Comité depuis sa réunion de 1925.

M. ISAACHSEN donne lecture du Rapport suivant :

## RAPPORT

### SUR LA GESTION DU BUREAU DU COMITÉ

POUR LA PÉRIODE COMPRISE

ENTRE LE 1<sup>er</sup> SEPTEMBRE 1925 ET LE 31 AOUT 1927.

---

#### I.

Chargé par la confiance du Comité de prendre la place laissée vacante par la démission de notre éminent collègue, M. L. de Bodola, je commencerai par adresser à mon très distingué prédécesseur un hommage qu'il mérite doublement pour les services dévoués rendus par lui à notre Institution, l'amabilité et la bonne grâce avec lesquelles il ne cessa de remplir des fonctions qu'au regret de tous il exerça trop peu de temps.

Suivant l'usage, je commencerai par reproduire les considérations générales formulées dans les deux Rapports financiers adressés en 1925 et 1926 aux Gouvernements adhérents à la Convention du Mètre.

## RAPPORT

### SUR LES EXERCICES DE 1925 ET DE 1926

#### I. — Session du Comité international.

Le Comité international des Poids et Mesures s'est réuni en session bisannuelle du 22 septembre au 2 octobre de cette année. Plusieurs de ses membres ont été empêchés, par la maladie, de se rendre à Paris; cependant, le quorum a été atteint, et les délibérations ont pu être valables.

#### I.

Le Comité a d'abord constaté qu'un grand et fructueux effort a été fait par le Bureau, dans les deux dernières années, en vue de perfectionner son outillage. Le plus important des nouveaux instruments, le comparateur à dilatation livré par la Société Genevoise d'Instruments de Physique, se trouve maintenant prêt à être monté.

Ainsi que nous l'avons dit dans notre dernier Rapport, un don généreux de l'*International Education Board* a libéré la somme qui était primitivement destinée à payer ce comparateur, de telle sorte que nous avons pu entreprendre immédiatement la construction de la base murale, dont le remplacement devenait urgent.

La base primitive, qui avait été installée il y a près de vingt-cinq ans, avait toujours constitué, dans l'esprit du Comité, un appareil provisoire; elle a néanmoins fourni les principaux résultats sur lesquels s'appuie le procédé de mesure par les fils, mais ne permettait d'atteindre la précision nécessaire qu'au prix d'un labeur considérable et de minutieuses précautions; elle a été remplacée par un instrument parfaitement étudié, et qui, bénéficiant de l'expérience acquise, donnera, avec beaucoup moins de peine, des résultats plus sûrs.

Les mesurés faites à l'aide des fils ont reçu la sanction de l'expérience dans les Services géodésiques de tous les pays. Depuis qu'il existe une organisation internationale pour leur étude, le Bureau a effectué la détermination de plus de 800 fils, dont certains sont revenus cinq ou six fois pour un nouvel examen, après qu'ils avaient servi en campagne. La nouvelle base répond à un programme déjà très chargé, dont elle facilitera beaucoup l'accomplissement. Rappelons à ce propos que la dilatabilité de toute les coulées d'invar au moyen desquelles les fils ont été confectionnés a été déterminée au Bureau international.

Le Bureau a acquis des appareils de moindre importance, tels qu'un four électrique à recuire, un appareil microphotographique, et des tubes à gaz rares tels que krypton, xénon et hélium mis à sa disposition par M. Lepape, Chef des Travaux de Chimie au Collège de France; ces tubes ont été étudiés en même temps qu'une lampe du système Nagaoka-Sugiura, permettant d'obtenir avec une grande intensité les radiations du cadmium. On a enfin commandé une installation pour l'argenture par pulvérisation cathodique, ainsi qu'un appareil pour la détermination des calibres par les procédés interférentiels.

Depuis quelques années la fabrication des thermomètres de précision était complètement désorganisée. D'une part, on n'obtenait pas du verre possédant de bonnes qualités thermiques, et, d'autre part, les principaux constructeurs avaient disparu. Le Bureau a été heureux de réaliser la collaboration des Glaceries de Saint-Gobain et des Établissements Poulenc, grâce à laquelle

il espère obtenir, à une date très prochaine, des instruments irréprochables.

Une tentative de cambriolage, heureusement avortée, a conduit à réviser et à renforcer les installations de protection du Bureau, telles aujourd'hui qu'un concours extraordinaire de circonstances fâcheuses pourrait seul mettre en danger l'un quelconque de nos instruments de précision.

## II.

Le Bureau a poursuivi les études entreprises en vue de connaître de façon plus parfaite l'équation des mètres d'usage et des mètres témoins. Ce travail est maintenant achevé, au moins pour ce qui concerne la valeur de ces diverses règles à l'époque actuelle.

La détermination périodique des mètres prototypes s'est poursuivie, et nous avons encore mesuré l'équation du mètre n° 5, de Finlande, qui n'a pas montré une variation appréciable depuis 1889. Il nous reste maintenant, pour que ce travail soit complet, à déterminer les mètres de Bavière (n° 7), du Portugal (n° 10), de Russie (n° 11 ou n° 28), d'Autriche (n° 15 ou n° 19); les mètres n° 21 et n° 23, appartenant respectivement aux États-Unis et à la Belgique, constituent seulement des témoins de l'unité de longueur, qui est déjà représentée, dans ces pays, par les prototypes n° 12 et n° 27, étudiés récemment. Nous espérons en outre recevoir bientôt le mètre n° 6 de la coulée de 1874, qui constitue le prototype de la Roumanie.

Les kilogrammes n° 18 et n° 23 du Royaume-Uni et de Finlande ont été aussi récemment déterminés; le premier servira à établir à nouveau la relation entre la livre britannique et l'unité métrique de masse. On a vérifié, de plus, le kilogramme appartenant au Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, qui, en compagnie du Mètre n° 11, a suivi toute la retraite de l'Armée serbe, de Belgrade à Corfou. Malgré le traitement insolite qu'ils ont subi pendant cet exode, les deux étalons n'ont éprouvé aucune variation appréciable, témoignant ainsi, à la fois, de leur robustesse et de l'excellence des précautions prises pour leur transport. D'autre part, de nouvelles comparaisons ont été faites au Bureau en vue de déterminer certaines données essentielles pour connaître la relation entre le Yard et le Mètre, déjà établie, en 1895, par la collaboration du Bureau avec le Standards Office,

mais que l'on peut obtenir avec une précision plus élevée; il reste encore à mesurer les dilatations avec le nouveau comparateur, lorsque celui-ci aura été mis en service, pour qu'on puisse considérer ce travail comme achevé.

Pour les prototypes faits au moyen du platine iridié pur, livré par la Maison Johnson Matthey, on n'a pas trouvé de différences appréciables dans les dilatations, fait qui avait déjà été mis en lumière par les déterminations exécutées au moyen du comparateur; la coulée du Conservatoire, en revanche, possède une dilatabilité légèrement inférieure. Ces faits ont été encore vérifiés au moyen du comparateur et de l'appareil Fizeau.

Un progrès marqué a été obtenu dans l'étude des quartz étalons, qui, mesurés par les procédés interférentiels, doivent donner une nouvelle série de témoins de la valeur du Mètre. On se souvient que les plus grands étalons en quartz ayant pu être exécutés et mesurés avec facilité possèdent une longueur de 1<sup>m</sup>. Les expériences sont maintenant assez avancées pour que l'on puisse procéder à la détermination d'étalons décimétriques appartenant à d'autres Institutions.

Les nouvelles recherches sur les aciers au nickel ont révélé quelques particularités des changements avec le temps et en fonction de la température; on possède maintenant à peu près tous les matériaux nécessaires pour achever la rédaction du Mémoire en cours sur cette question. Des recherches analogues ont été poursuivies sur divers laitons.

Suivant la recommandation qui avait été donnée dans la précédente session, le Bureau s'est mis en relations avec les Instituts spécialement intéressés, en vue de préparer une Conférence internationale pour la fixation d'une échelle thermométrique absolue en fonction du thermomètre à gaz et sa représentation par un certain nombre de points de repère, puis de décider des procédés qui seront employés pour l'interpolation. Le travail suit son cours, et l'on peut espérer que, dans deux ans environ, le problème sera assez élucidé pour que l'on puisse préparer une entente internationale.

### III.

La question des ressources du Bureau a reçu toute l'attention du Comité. La dépréciation continue du franc français, qui rend l'avenir très incertain, a conduit à préparer des propositions, qui seront présentées aux Hauts Gouvernements, en vue de

stabiliser la dotation par l'adoption du franc-or comme étalon monétaire. Actuellement, le Bureau reçoit environ 260 000 francs français, par an, équivalant à peine à 50 000 francs-or, alors qu'en 1914, la dotation de 100 000 francs-or était juste suffisante pour en assurer le service régulier et constituer une réserve très modeste destinée à parer aux dépenses extraordinaires.

Tout d'abord, le Comité, usant des prérogatives que lui confère la Convention signée le 6 octobre 1921, a décidé à l'unanimité, de fixer, pour les deux années à venir, la dotation à 300 000 francs français. Cette décision n'est valable provisoirement que pour les États ayant ratifié la Convention, conformément à son article 4, qui prévoit : « La présente Convention entrera en vigueur, pour chaque pays signataire, le jour même du dépôt de son acte de ratification ».

Il convient donc de faire une distinction entre les États, suivant leur situation vis-à-vis de la Convention de 1921. Le Tableau des parts contributives, inséré à la fin de ce Rapport, comporte en conséquence deux colonnes : la première est calculée sur une dotation de 250 000 francs, la seconde sur une dotation de 300 000 francs. Mais le Comité espère que les Gouvernements qui n'ont pas pu déposer leur acte de ratification tiendront à verser les contributions suivant le même facteur que les autres États. C'est dans cette idée qu'il a inscrit dans la dernière colonne tous les États contractants.

Le Comité a l'intention de soumettre à la Septième Conférence générale, qui se réunira en 1927, la proposition d'inscrire la dotation en francs-or, aussi près que possible du taux qui avait été arrêté par la Sixième Conférence. Lorsque les décisions de cette dernière furent prises, le franc-or valait en effet à peu près deux francs français; on restera donc dans les intentions de la Conférence, en arrêtant la dotation ordinaire à 125 000 fr.-or; la fixation de la dotation à 150 000 francs-or sera réservée à une décision unanime du Comité, ainsi qu'il est stipulé dans la Convention de 1921, pour la dotation de 300 000 francs. Cette proposition devra être examinée par les Gouvernements, afin qu'ils donnent leurs instructions à leurs délégués à la prochaine Conférence, pour qu'une décision intervienne dans ce sens.

#### IV.

Dans le courant de cette année, la Pologne a adhéré à la Convention du Mètre, ce qui porte à trente le nombre des États

que lie cet acte international. De nouvelles adhésions sont prévues.

La Convention additionnelle, signée à Sèvres le 6 octobre 1921, a reçu la ratification des pays suivants dans l'ordre chronologique : Bulgarie, Suisse, Danemark, Suède, Grande-Bretagne et Irlande, Canada, Belgique, Norvège, Finlande, États-Unis, Italie, Japon, Hongrie, Russie. En outre la ratification de la Tchécoslovaquie et de la Pologne résulte de leur adhésion à la Convention du Mètre.

Le Comité prend la liberté d'insister auprès des Gouvernements qui n'ont pas encore déposé leur acte de ratification, pour qu'il y soit procédé le plus tôt possible. Nous venons seulement d'atteindre la majorité; il est indispensable que, lors de la prochaine Conférence, qui se réunira dans deux ans, ladite Convention représente l'accord unanime des États.

## V.

La Convention du Mètre, charte de fondation du Bureau international, a accompli, le 20 mai 1925, la cinquantième année de son existence. La question avait été agitée au sein du Comité, de l'opportunité de réunir, cette année, la Conférence générale des Poids et Mesures, et de célébrer solennellement l'anniversaire de la Convention, d'où sont résultés de si grands progrès pour l'unification du Système métrique et la métrologie en général. Mais le Comité a estimé qu'il ne convenait pas, pendant la période de pleine évolution dans laquelle le Bureau est engagé, d'abréger le délai de deux Conférences successives, et il a décidé de remettre à l'année 1927 la célébration projetée. A cette occasion, un ouvrage sera publié, rappelant les principaux événements dans lesquels le Comité et le Bureau ont joué un rôle décisif.

## II. — Versement des parts contributives.

Le tableau qui donne l'état des versements pendant les années 1923, 1924 et 1925 appelle les explications suivantes.

Le Comité avait sollicité, des États à change très apprécié, qu'ils consentissent à verser leurs contributions telles qu'elles résultaient pour eux du calcul suivant le taux de 1914. Cet appel a été entendu, et le Canada, la Grande-Bretagne, la Suède et la

Suisse ont fait leurs versements, conformément à ce mode de calcul. Le Japon même a versé la somme de 93 410 francs, ayant interprété la demande du Comité dans le sens le plus large possible, c'est-à-dire en adoptant le rapport du yen au franc pour une dotation de 250 000 francs-or; nous avons inscrit l'excédent comme versement anticipé pour les années futures. Plusieurs États, ayant considéré la contribution extraordinaire comme provisoire, ont fait connaître qu'ils admettraient cette manière de calculer pour l'année 1924, mais qu'en 1925 et dans les années suivantes, jusqu'à la prochaine Conférence, ils verseraient seulement la somme régulièrement inscrite au tableau de répartition de la dotation. Le Comité a donc renoncé, pour l'avenir, au bénéfice de cette mesure.

L'Espagne et le Siam ont versé des sommes qui ont été portées comme acomptes respectivement sur les années 1924 et 1925.

Dans l'exercice courant, la dotation totale prévue est majorée des contributions de la Tchécoslovaquie et de la Pologne, qui, en conformité avec l'article 6 du règlement annexé à la Convention, doivent constituer un excédent de la dotation régulière.

La contribution de l'Autriche et de la Hongrie pour l'année 1919 a été définitivement liquidée par le versement du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes et par l'adhésion de la Pologne, à laquelle on a imputé la somme correspondante. Nous avons enfin la satisfaction de mentionner les versements de sommes importantes qui étaient restés en suspens, de telle sorte que le Bureau a maintenant la vie assurée pendant quelques mois au moins.

.....

Pour le Comité international des Poids et Mesures :

*Le Secrétaire,*

L. DE BODOLA.

*Le Président,*

VITO VOLTERRA.

Rome et Budapest, le 1<sup>er</sup> décembre 1925.

## RAPPORT

SUR LES EXERCICES DE 1926 ET DE 1927.

### I. — Considérations générales.

Nous avons eu, cette année, la satisfaction d'enregistrer l'accession de l'État libre d'Irlande à la Convention du Mètre. Par le fait de cette adhésion, la population du Royaume-Uni se trouve réduite; mais, en conformité avec les stipulations de la Convention du Mètre, le chiffre de la population sur lequel est fondé le calcul des parts contributives ne doit être modifié qu'au moment d'une Conférence générale. Ce ne sera donc que dans les prochains Rapports financiers que nous aurons à en tenir compte. Le Haut Gouvernement britannique a bien voulu nous faire connaître qu'il partageait cette manière de voir.

Cependant, lorsque nous avons eu connaissance des bienveillantes intentions du Gouvernement français à l'égard du Bureau, mentionnées dans la Section VII de ce Rapport, nous avons pensé devoir modifier certaines données employées jusqu'ici dans le calcul concernant les dotations anciennes, comme on le verra plus loin.

La Convention additionnelle, signée à Sèvres le 6 octobre 1921, a reçu la ratification des pays suivants dans l'ordre chronologique : Bulgarie, Suisse, Danemark, Suède, Grande-Bretagne et Irlande, Canada, Belgique, Norvège, Finlande, États-Unis, Italie, Japon, Hongrie, Union des Républiques Soviétistes Socialistes, Uruguay, Roumanie, Portugal. En outre la ratification de la Tchécoslovaquie, de la Pologne et de l'État libre d'Irlande résulte de leur adhésion à la Convention du Mètre.

Nous tenons à signaler la généreuse initiative prise par quelques hautes personnalités des États-Unis, amis du Bureau, qui ont réuni une somme de 3500 dollars pour lui venir en aide dans les circonstances difficiles qu'il traverse. Qu'ils veuillent bien agréer l'expression de notre sincère gratitude.

Le budget du Bureau avait été arrêté par le Comité international dans sa session de 1925; on en trouvera plus loin l'exposé. Mais la dépréciation du franc et le renchérissement de la vie obligent à dépasser l'ensemble des crédits adoptés, qui ont besoin d'un réajustement. Le D<sup>r</sup> S.-W. Stratton ayant, en septembre

dernier, fait une visite au Bureau au cours d'un voyage en Europe, on a pu arrêter l'emploi d'une partie de la somme mise à sa disposition. Ainsi, on a décidé l'achat d'appareils dont la nécessité s'imposait, notamment pour le progrès des mesures par les procédés interférentiels; on a aussi complété les séries de publications dont on avait été obligé de suspendre l'abonnement depuis quelques années; enfin on a pu donner une vigoureuse impulsion aux publications du Bureau, et achever le tome XVII des Travaux et Mémoires, qui sera mis en distribution très prochainement. Le Bureau a aussi publié une courte notice sur ses travaux; il a fait imprimer un rapport de MM. Keesom et Tuyn destiné à préparer la conférence thermométrique internationale, dont il a été parlé dans notre dernier Rapport; enfin, il a commencé la publication d'un mémorial consacré au cinquanteaire du Bureau.

Celui-ci, qui vient d'accomplir le premier demi-siècle de son existence, a été en effet créé par la Convention du Mètre, signée à Paris le 20 mai 1875; mais le Comité a décidé d'en reporter la commémoration à l'année 1927, où se réunira la Conférence générale, à laquelle assisteront les Représentants de tous les États qui y ont adhéré. Dans l'ouvrage dont nous parlons, seront réunis les principaux faits concernant la vie et les travaux du Comité et du Bureau.

Afin que les fonds appartenant au Bureau ne participent pas en totalité aux risques auxquels ils sont exposés par les fluctuations du franc français, nous avons, au mois d'avril dernier, transformé sur le solde en caisse, 245000<sup>fr</sup> papier en francs-or.

Depuis cette époque, les changes ont subi des fluctuations, qui ont atteint leur maximum en juillet. Dans ces derniers temps la valeur du franc papier s'est à peu près rétablie comme à l'époque où nous avions acquis des francs-or; mais, au moment où l'on pouvait craindre une dévalorisation beaucoup plus forte, ils ont constitué pour le Bureau une sécurité indispensable.

## II. — Versement des contributions.

Nous avons signalé à diverses reprises des retards de versement qui commençaient à créer une situation inquiétante. Cette année, la plupart des arriérés ont été couverts, de telle sorte que l'existence du Bureau a été à peu près normalement assurée.

On se souvient que, dans notre Rapport relatif aux exercices

1924-1925, nous mentionnions une proposition de la Commission des Comptes et des Finances, tendant à soumettre aux Gouvernements des Pays à change très apprécié, une mesure bienveillante qui consistait à verser au Bureau, sur une dotation totale de 100000<sup>fr</sup>, leurs contributions respectives, calculées d'après la devise nationale. Cette proposition revenait en somme à ramener les contributions au taux de 1914.

Mais comme elle n'a pas reçu l'approbation unanime des États auxquels elle était soumise, le Bureau n'a pas pu en bénéficier intégralement. Nous avons modifié en conséquence le relevé des versements faits dans ces dernières années.

Nous rappelons que le Gouvernement du Japon, interprétant dans le sens le plus large possible, la signification de cette contribution volontaire, avait versé sa quote-part en la comptant au prorata d'une dotation de 250000 francs-or. La somme excédant considérablement celle qu'il avait à verser, nous lui en avons tenu compte pour les annuités futures.

Dans l'établissement des parts contributives, nous avons fait, l'an dernier déjà, parmi les États contractants, deux catégories, suivant leur situation vis-à-vis de la Convention du 6 octobre 1921. Néanmoins, plusieurs des États qui ne l'avaient pas encore ratifiée (l'Allemagne, l'Autriche, la Serbie-Croatie-Slovénie) ont tenu à verser leurs contributions sur le taux de la dotation de 300000<sup>fr</sup>.

Quant à la France, elle a pris immédiatement en considération le projet du Comité international, mentionné dans notre dernier Rapport, et consistant à proposer à la Septième Conférence générale de fixer la dotation en francs-or, au plus près des intentions de la Sixième Conférence. Estimant qu'en raison de l'ascension continuelle des prix de toutes choses, il n'était pas prudent de laisser le Bureau à la merci d'une crise financière possible, le Gouvernement français, comme il l'avait fait en faveur de l'Office international d'Hygiène publique, a pris l'initiative de proposer aux autres Gouvernements l'adoption immédiate de cette mesure, et a, dès l'année courante, versé à notre crédit sa contribution sur la base d'une dotation de 150000 francs-or. Nous tenons à exprimer notre vive gratitude au Gouvernement français pour sa généreuse intervention.

.....

## VII. — Parts contributives.

Le tableau ci-après (1) contient, avec les noms des États et les documents que nous possédons sur les populations, le chiffre de la contribution de chaque État, établie sur trois hypothèses distinctes :

1° Pour le petit nombre des États qui n'ont pas encore ratifié la Convention du 6 octobre 1921, la contribution est calculée sur le chiffre de 250 000<sup>fr</sup> (part contributive par 1000 habitants : 0<sup>fr</sup>, 39 143);

2° Pour les États qui ont ratifié la Convention ou qui ont bien voulu acquitter la contribution de 1926 au même taux que s'ils l'avaient ratifiée, la contribution est calculée sur 300 000<sup>fr</sup> (part contributive par 1000 habitants : 0<sup>fr</sup>, 46 972);

3° Enfin, la part contributive est calculée sur le taux de 150 000 francs-or, suivant la proposition soumise aux États contractants par les soins du Gouvernement français (part contributive par 1000 habitants : 0, 23 797 franc-or.

Pour ces trois modes de calcul, on a supposé le chiffre indiqué pour la dotation réparti entre les vingt-huit États ayant adhéré à la Convention du 20 mai 1875 avant la Sixième Conférence générale. Pour l'État libre d'Irlande, la Pologne et la Tchécoslovaquie, les parts contributives viennent en supplément de la dotation fixée par la Convention de 1921.

L'article 20 du Règlement annexé à la Convention du Mètre prévoit que « les parts contributives sont valables pour toute la période comprise entre deux Conférences générales consécutives », sauf dans certains cas où une révision est obligatoire. On a estimé que la proposition incorporée dans la dernière colonne du tableau ci-dessous rentre dans l'esprit du Règlement comme entraînant la révision indiquée; c'est pourquoi on a retranché de la population de la Grande-Bretagne et Irlande celle de l'État libre d'Irlande; de même, un recensement initial du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes a révélé un chiffre inférieur à celui que nous avons admis; nous en avons tenu compte. En

---

(1) On n'a pas jugé utile de reproduire ici ce tableau.

conséquence, ces deux populations ont été ramenées respectivement à 42 926 et 12 017 mille habitants.

.....

Pour le Comité international des Poids et Mesures :

*Le Secrétaire :*

L. DE BODOLA.

*Le Président :*

VITO VOLTERRA.

Rome et Budapest, le 1<sup>er</sup> décembre 1926.

Depuis la dernière réunion du Comité, la Convention du Mètre a enregistré l'adhésion de l'État libre d'Irlande. Cette adhésion a donné lieu à l'échange des communications suivantes :

Le Bureau international a reçu du Ministère des Affaires étrangères de France la lettre suivante, datée du 9 décembre 1925.

« MONSIEUR LE DIRECTEUR,

» J'ai l'honneur de vous faire parvenir sous ce pli la copie d'une lettre de M. l'Ambassadeur de la Grande-Bretagne m'informant de l'adhésion de l'État libre d'Irlande à la Convention du Mètre de 1921.

» Je vous serais obligé de vouloir bien prendre note de cette communication et de me faire connaître le montant de la cotisation que devra payer annuellement l'État libre d'Irlande.

» Agrérez, Monsieur le Directeur, ..... »

Voici la traduction de la copie à laquelle fait allusion la lettre précédente :

« 29 octobre 1925

» MONSIEUR LE MINISTRE,

» J'ai l'honneur, en conformité des instructions du Secrétaire d'État principal pour les Affaires étrangères de Sa Majesté, d'informer Votre Excellence que le Gouvernement de l'État libre d'Irlande a accédé à la Convention internationale du Mètre du 6 octobre 1921.

» Je serai reconnaissant à votre Excellence de vouloir bien

m'indiquer le montant de la souscription de l'État libre d'Irlande.

» J'ai l'honneur d'être..... »

A la suite de cette communication, M. le Directeur du Bureau a adressé la lettre suivante à M. l'Agent général de l'État libre d'Irlande.

« 15 décembre 1925.

» MONSIEUR L'AGENT GÉNÉRAL,

» J'ai l'honneur de vous informer que j'ai reçu du Ministère des Affaires étrangères la copie de deux lettres de l'Ambassade d'Angleterre, me faisant connaître l'adhésion de l'État libre d'Irlande à la Convention du Mètre.

» Je ne veux pas tarder à vous exprimer la vive satisfaction que nous éprouvons à la pensée que les démarches entreprises par vous il y a plus de deux ans viennent d'aboutir à un résultat qui nous réjouit infiniment.

» Les lettres reçues demandent quelle devra être la contribution de l'État libre d'Irlande à l'entretien du Bureau international. J'ai répondu déjà en donnant le nombre provisoire approximatif de 1550 francs français, basé sur une population évaluée à 3 300 000 habitants. Si vous voulez avoir l'obligeance de me renseigner plus exactement sur le chiffre de la population, je pourrai en échange indiquer la valeur définitive de la contribution.

» Avec la présente, j'ai l'honneur de vous envoyer deux exemplaires du Rapport financier que le Bureau du Comité international vient d'adresser aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes pour leur faire connaître les événements récents survenus au Bureau, et leur indiquer le montant de leur cotisation pour l'année prochaine. Dans ce document, le Comité international indique notamment que, la dotation étant calculée en francs français, elle se trouve considérablement dépréciée à l'heure actuelle et réduite à environ 50 000 francs-or, alors qu'en 1914, 100 000 francs semblaient nécessaires pour assurer ses diverses fonctions; qu'en conséquence, le Comité a formé le projet de proposer à la Septième Conférence générale d'évaluer la dotation du Bureau en francs-or, et de la fixer au plus près de la somme votée par la Sixième Conférence, qui serait, pour la

partie fixe de la dotation de 125 000 fr.-or ou de 150 000 fr.-or.

» L'année 1925 étant près de se terminer, nous pensons que l'État libre d'Irlande commencera à contribuer à l'entretien du Bureau international seulement en 1926. Je vous serais très obligé, Monsieur l'Agent général, de me faire connaître quelles sont à cet égard les intentions de Votre Gouvernement.

» Nous vous ferons parvenir très prochainement les documents et publications issues du Bureau international, en vous priant de vouloir bien les transmettre à Dublin.

» Veuillez agréer, Monsieur l'Agent général, ..... »

Une correspondance très active a été échangée au sujet de l'accession des Pays-Bas qui semble très probable.

Le Gouvernement esthonien a également manifesté l'intention d'adhérer à la Convention, et votre Bureau suit avec attention ces progrès probables de notre Institution internationale.

Le tableau ci-après donne l'indication du montant des contributions pour les années 1922-1925 et 1926, ainsi que l'état des paiements effectués à l'heure actuelle pour les récents exercices.

Il reste très peu de contributions arriérées : le Pérou, pour les trois exercices 1924, 1925 et 1926; le Chili, pour 1925 et 1926, la Belgique pour 1926 seulement.

Il convient de noter que le Gouvernement français, ayant pris l'initiative de demander aux autres gouvernements d'accepter déjà pour 1927 le chiffre de 150 000 francs-or pour la dotation du Bureau, a effectué lui-même sur ce taux son versement déjà pour 1926. Nous avons, de ce fait, encaissé un supplément de 51 038 francs-papier. Nous exprimons au Gouvernement français notre vive reconnaissance pour cette mesure bienveillante.

Les États suivants ont déjà accepté la proposition française et fait en francs-or leur versements pour l'année courante :

Allemagne, Argentine, Autriche, Danemark, Finlande, Hongrie, Irlande, Italie, Pologne, Suède, Suisse, Japon, U. R. S. S.

La Grande-Bretagne, dont la population a diminué de celle de l'État libre d'Irlande, a contribué sur le taux de 100 000 francs-or.

Il a été d'autre part fait ristourne, en 1926, à la Grande-Bretagne, d'une somme de 6281 francs encaissée en 1924 comme boni de change et réclamée par lettre du 20 mars 1926.

Voici quelle est actuellement la situation des États relativement à la ratification de la Convention du Mètre modifiée par la Dixième Conférence générale.

ÉTATS.	CONTRIBUTIONS		1922.	1923.	1924.	1925.	1926.
	1922-1925.	1926.					
1. Allemagne.....	23838	28606	VII 24	VII 24	VII 24	V 25	VIII 26
2. Etats-Unis.....	37500	45000	XI 22	II 24	V 25	V 25	I 26
3. République Argentine.....	3087	3704	VII 24	VII 24	VII 24	V 26	—
4. Autriche.....	2400	2880	X 22	IV 23	IV 24	IV 25	V 26
5. Belgique.....	2963	3555	III 23	X 23	XI 25	XII 26	—
6. Brésil.....	102-6	12331	III 22	VI 27	VI 27	VI 27	VI 27
7. Bulgarie.....	1903	2284	III 23	IV 23	VII 24	III 25	—
8. Canada.....	3273	3928	VII 22	XI 23	VIII 24	VII 25	XII 26
9. Chili.....	1570	1884	XI 23	XI 23	VIII 25	—	—
10. Danemark.....	1250	1500	II 22	II 23	II 24	II 25	I 26
11. Espagne.....	8122	9746	XII 23	IV 25	XII 25	I 26	II 26
12. Finlande.....	1305	1566	I 22	VII 23	II 24	II 25	II 26
13. France.....	17760	21312	III 23	VII 23	II 24	VIII 25	XII 26
14. Grande-Bretagne.....	18041	21649	II 23	VII 23	V 24	III 26	III 26
15. Hongrie.....	2740	3288	V 23	III 24	XI 24	VII 25	III 26
16. Irlande.....	»	1500	—	—	—	—	II 26
17. Italie.....	14305	17166	IV 22	IV 23	IV 24	III 25	III 26
18. Japon.....	30476	36571	VII 22	IV 23	IV 24	IV 25	IV 25
19. Mexique.....	5917	7100	VIII 22	III 25	III 25	III 25	VI 26
20. Norvège.....	1250	1500	IX 22	VIII 23	II 25	VIII 25	VIII 26
21. Pérou.....	1785	2142	XI 23	XI 23	—	—	—
22. Pologne.....	»	12773	—	—	—	XI 25	IX 26
23. Portugal.....	2332	2798	VII 23	X 22	IV 25	X 25	—
24. Roumanie.....	6365	7638	VI 24	VI 24	VI 24	XII 25	VIII 26
25. Serbie.....	5630	6756	IV 22	III 23	IV 24	V 25	VIII 26
26. Siam.....	3381	4057	XII 24	XII 24	XII 25	XII 26	XII 26
27. Suède.....	2262	2714	III 22	VII 23	V 25	V 25	V 26
28. Suisse.....	1519	1823	III 22	IV 23	I 24	II 25	II 26
29. Tchécoslovaquie.....	5089	6107	II 23	VI 23	III 24	III 25	IV 26
30. U. R. S. S.....	37500	45000	VI 25	VI 25	VI 25	VI 25	V 26
31. Uruguay.....	1250	1500	XI 25	III 26	III 26	III 26	XI 26

Les États suivants ont déjà déposé leur instrument de ratification : Je les cite dans l'ordre chronologique :

Bulgarie, Suisse, Danemark, Suède, Grande-Bretagne, Canada, Belgique, Norvège, Finlande, États-Unis, Italie, Japon, Hongrie, U. R. S. S., Uruguay, Roumanie, Portugal, Autriche, Espagne, Allemagne, Mexique. En outre, la ratification par la Pologne, la Tchécoslovaquie, et l'État libre d'Irlande; résulte de leur adhésion à la Convention du Mètre.

La ratification de la République Argentine nous a été récemment annoncée comme très prochaine.

La ratification de la France n'a pas encore été donnée; mais la Convention de 1921 a déjà été sanctionnée par la Chambre des Députés, et le fait que le Gouvernement français a, dès l'exercice 1926, mis en pratique les propositions financières qui vont être soumises à la Conférence, permet d'envisager comme prochaine une solution définitive.

Si nous considérons comme acquises ces deux adhésions de la France et de la République Argentine, il reste seulement à recueillir les ratifications du Brésil, du Chili, du Pérou, de la Serbie et du Siam.

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Secrétaire de son très intéressant rapport. Il croit devoir insister sur le fait que, ce rapport étant, suivant l'usage, arrêté au 31 décembre 1926, il convient de relater, dans le tableau des versements effectués par les États, le fait qu'à l'heure actuelle plusieurs de ceux qui avaient laissé s'accumuler les retards dans le versement des contributions sont maintenant à jour. Aujourd'hui, toutes les lacunes sont comblées dans le tableau, à l'exception de celles qui concernent le Chili et le Pérou.

M. le PRÉSIDENT prie la Commission des Comptes et des Finances de présenter son premier Rapport. Sur l'invitation de M. MacMahon, président de la Commission, M. Kargatchin, rapporteur, donne lecture du texte suivant :

**Premier Rapport de la Commission des Comptes  
et des Finances.**

La Commission, composée de MM. Kargatchin, MacMahon et Tanakadate, s'est réunie une première fois, le 20 septembre, au Pavillon de Breteuil, pour se constituer. Elle a nommé M. MacMahon président et M. Kargatchin rapporteur.

Elle a ensuite examiné les comptes du Bureau, ainsi que les documents originaux, et a trouvé que tout est dans un ordre parfait; elle propose donc au Comité de donner décharge au Directeur, M. Guillaume, pour sa gestion de 1925 et 1926.

*Le Rapporteur,*  
C. KARGATCHIN.

*Le Président,*  
P.-A. MACMAHON.

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Rapporteur et met aux voix la conclusion de ce Rapport. *Le Comité approuve à l'unanimité les comptes du Bureau international des Poids et Mesures pour les exercices 1925 et 1926, et en donne décharge pleine et entière à M. le Directeur.*

M. le PRÉSIDENT invite alors la Commission des Instruments et des Travaux à présenter son rapport. M. Gautier, président de cette Commission, donne lecture du Rapport suivant :

**Rapport de la Commission des Instruments  
et des Travaux.**

La Commission est composée de MM. de Bodola, Gautier, Kösters, Stratton, Tanakadate et Torres y Quevedo. Elle s'est réunie une première fois le 20 septembre, au Pavillon de Breteuil, pour se constituer. Elle a nommé M. Gautier, président, et M. Kösters, rapporteur.

Elle a tenu ensuite, les 21, 22 et 23 septembre, trois longues séances auxquelles assistaient aussi tous les autres membres du

Comité présents à Paris, ainsi que MM. Pérard, Maudet et Volet, adjoints, invités.

Au nom de la Commission, le Président a remercié M. le Directeur du Bureau et ses collaborateurs pour les travaux exécutés à Sèvres durant les deux dernières années avec un zèle ininterrompu.

1° En ce qui concerne les publications, il salue avec un vif intérêt l'apparition, au cours de l'année 1927, de l'important tome XVII des « Travaux et Mémoires », ainsi que celle imminente du Livre du Cinquantenaire, dus tous deux en majeure partie au labeur infatigable de M. Guillaume.

2° Le premier devoir de la Commission a été d'examiner les propositions et les vœux très nombreux adressés à la Conférence et récemment parvenus au Bureau.

A ce propos, elle adopte la proposition suivante du Président du Comité, M. Volterra :

« Lors des Conférences ultérieures, il sera fixé un délai minimum de six mois pour le dépôt des vœux ou propositions à la Conférence générale, afin que le Comité ait le temps matériel de les examiner avant le moment de la Conférence. »

En ce qui concerne la Conférence actuelle, le Comité a dû décider de ne pas tenir compte des propositions qui lui sont arrivées après les premiers jours de sa session de 1927.

3° Après avoir pris connaissance des détails fournis par le Directeur du Bureau dans son rapport au Comité et dans son rapport spécial à la Conférence, intitulé : *La dilatation des mètres prototypes en platine iridié*, le Comité proposera à la Conférence la formule suivante :

« Les conclusions auxquelles le Bureau international des Poids et Mesures est déjà parvenu présentent un grand intérêt scientifique, mais exigent encore quelques études complémentaires qui, faute de temps, n'ont pu être terminées avant la réunion de la Conférence. En conséquence, la Conférence est invitée à charger le Comité de faire procéder aux études en question au cours des deux années à venir, et à donner au Comité pleins pouvoirs pour prendre éventuellement, dans sa session de 1929, la décision de faire, aux anciens certificats, toutes corrections utiles, conformément aux résultats obtenus dans les expériences qui sont en cours d'exécution. »

Le Comité fait observer qu'il résulte sans aucun doute possible,

des recherches faites au Bureau, l'égalité de dilatation des prototypes de la même coulée, au moins aussi loin que les expériences déjà exécutées permettent de l'affirmer; et qu'en conséquence toute bonne détermination de la dilatation absolue d'un prototype de la coulée Johnson-Matthey et C<sup>ie</sup> ou de la coulée du Conservatoire pourra fournir au Bureau des documents utiles pour ses conclusions définitives.

A ce propos, la Commission se rallie aussi à une proposition de M. Stratton, appuyée par M. Guillaume, de recommander officieusement aux instituts nationaux de déterminer directement en valeur absolue la dilatation des prototypes nationaux.

4<sup>o</sup> M. Tanakadate a présenté les suggestions suivantes relatives à la cause de la différence des valeurs du coefficient de dilatation du prototype N suivant les deux méthodes de détermination : celle des interférences et celle du comparateur, en outre des causes dépendant des particularités des appareils employés.

Voici la teneur de la Note lue à la Commission par M. Tanakadate :

« *a*. Nous pouvons considérer les conditions moléculaires comme Poisson l'a fait dans ses théories de l'élasticité. En admettant que les molécules situées à l'intérieur d'un corps sont en équilibre à l'égard des forces moléculaires, tandis qu'au voisinage de la surface, elles ne le sont pas, on conclura que ces dernières auront plus de liberté que les premières pour se dilater.

» Le coefficient de dilatation peut donc être considéré comme constitué par deux facteurs, dont l'un, plus grand que l'autre, s'appliquera à une faible épaisseur voisine de la surface. La dilatabilité globale sera donc d'autant plus forte que l'échantillon sera plus court.

» La question est probablement susceptible d'être traitée, au moins en première approximation, en se fondant sur les théories modernes de la matière.

» *b*. Quant à la méthode du comparateur, la barre est supportée en deux points; lorsque la température s'élève, le module d'élasticité diminue, et la flexion s'accroît, causant une diminution apparente de la distance entre deux traits marqués au voisinage de ses extrémités. »

La dilatation déterminée par la méthode du comparateur est par conséquent trop faible.

« Les actions *a* et *b* entraînent donc des effets de sens contraire.

Pour la mesure actuelle, je préférerais la valeur obtenue par la méthode du comparateur à celle que fournissent les interférences.»

La Commission estime que ces effets, tout en étant théoriquement possibles, sont trop petits pour exercer une influence appréciable.

5° Au sujet des fils d'invar, MM. Gautier et Tanakadate transmettent au Bureau les desiderata de la Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, présentés à la récente Assemblée de Prague et relatifs à l'enquête faite par cette Section à la suite de l'Assemblée de Madrid en 1924, résultats transcrits dans le n° 13 du *Bulletin géodésique*, récemment paru.

Le premier vœu est d'indiquer plus explicitement sur les certificats la précision avec laquelle les étalonnages ont été exécutés. Le second est de recommander aux constructeurs des appareils de mesure par les fils d'invar de soigner davantage l'exactitude des poids tenseurs des fils à 10<sup>kg</sup>.

A propos de la *nouvelle base murale*, la Commission, rappelant un vote émis par la Cinquième Conférence générale, réunie en 1913 (1), savoir : « La Conférence générale recommande au Comité international d'autoriser le Bureau à organiser, entre les établissements possédant une base d'étalonnage, la circulation, en groupe, de fils d'invar bien déterminés, en vue de permettre la réalisation d'un accord sur la méthode de détermination de ces bases, ainsi que sur le procédé d'emploi des fils », exprime au Comité le vœu que la comparaison entre cette base et celles qui se trouvent dans les grands instituts nationaux, soit poursuivie.

6° La Légation de la République d'Autriche à Paris a transmis récemment au Bureau une proposition relative à la définition du Mètre, dont le texte est donné ci-après :

« Le Bureau fédéral estime nécessaire d'attirer l'attention de la Septième Conférence générale sur le fait que, tenant compte de l'exactitude actuelle des mesures de longueur, la définition du Mètre a besoin d'être complétée de sorte qu'à la détermination à la température de 0° vienne s'ajouter la détermination en position horizontale.

---

(1) *Comptes rendus*, p 48.

» Il va sans dire qu'une règle selon sa position horizontale ou verticale, suspendue ou posée sur son extrémité, accuse des longueurs différentes ; il ne s'agit cependant que de la grandeur de la différence et de sa proportion avec les erreurs possibles des mesures qui peuvent être obtenues dans chaque cas.

» D'après la formule de Hooke, qui s'applique évidemment à une règle aussi peu chargée que possible, ce qui a apparemment lieu si elle ne supporte que son propre poids, un mètre droit en platine, s'il est suspendu verticalement ou posé sur son extrémité, accuse vis-à-vis de la position horizontale un allongement ou un raccourcissement de 0<sup>m</sup>,65, nombre qui n'est nullement négligeable. Un travail accompli dans le laboratoire de la Commission du Jaugeage normal à Vienne, et publié dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, a montré que la valeur de cet allongement ou de ce raccourcissement est mesurable, et qu'il répond parfaitement à la formule de Hooke.

» Pour prévenir l'objection possible qu'une modification de la définition du Mètre devrait également porter sur l'influence exercée par le support du prototype, il y a lieu de faire remarquer que la grandeur du changement résultant, pour la longueur d'une règle, de l'action du support, ne saurait être comparée au changement de sa longueur provenant de sa position (horizontale ou verticale, suspendue ou sur son extrémité). La définition du Mètre, qui ne prévoit pas le support du prototype, est incomplète, au point de vue de la pratique, qui doit seule être prise en considération ; aussi importe-t'il d'y introduire désormais cette indication. »

En conséquence, la Commission recommande au Comité la définition suivante :

L'unité de longueur est le Mètre, défini par la distance, à la température de la glace fondante, des axes des deux traits médians tracés sur la barre de platine iridié déposée au Bureau international des Poids et Mesures, et déclarée Prototype du Mètre par la Première Conférence générale des Poids et Mesures, cette règle étant soumise à la pression atmosphérique normale, et supportée par deux rouleaux situés symétriquement dans un même plan horizontal, et à la distance de 571<sup>mm</sup> l'un de l'autre.

*Commentaires.* — L'action de la pression sur la longueur d'une règle en platine iridié est égale à 0,46 millionième pour

une atmosphère. Une règle en platine iridié de 1 mètre de longueur et de section uniforme varie, entre la position horizontale définie ci-dessus et la position verticale, de  $+0^{\mu},65$  et de  $-0^{\mu},65$ , suivant que la règle est suspendue par l'une de ses extrémités ou portée par l'autre extrémité.

La longueur d'une règle de 1 mètre en platine iridié de la section adoptée pour les prototypes métriques, mesurée sur sa fibre neutre, diffère, lorsqu'elle est portée comme il est dit ci-dessus, de moins  $0^{\mu},001$  de sa projection horizontale.

Les bords des traits apparaissant, sous un fort grossissement, légèrement irréguliers, on est convenu de ne considérer que leur fraction limitée par les deux traits longitudinaux, dont la position moyenne marque l'axe de la règle. L'axe du trait doit être entendu comme étant la position moyenne de ce trait, observé à l'aide d'un micromètre à réticule, de manière à rendre égales entre elles les deux aires lumineuses comprises entre ce trait et les fils d'araignée du micromètre.

7° La délégation mexicaine, de son côté, a soumis à l'examen du Comité les propositions suivantes, destinées à être présentées à la Conférence générale :

*a. Clause 10 du Programme provisoire.* — Le Mexique serait désireux de voir s'étendre les fonctions du Bureau international en ce qui touche le choix et la comparaison des étalons internationaux représentant les unités électriques, cette manière de résoudre la question étant la plus simple et la moins coûteuse.

*b. Clause 12 du Programme provisoire.* — Le Mexique propose l'institution de législations établissant clairement et explicitement la fiscalisation officielle des instruments à mesurer, employés par l'industrie, pour déterminer quantitativement les composés de produits dont les prix et la qualité sont établis par ces instruments, ou pour pratiquer des mesures servant de base à l'estimation ou à la rémunération du travail du personnel ouvrier, l'action officielle se limitant aujourd'hui à des transactions d'ordre proprement commercial.

*c. Clause 13 du Programme provisoire.* — Le Gouvernement mexicain demande que le Bureau international use de son influence auprès des Gouvernements américain et anglais pour que leurs nations adoptent le système international d'unités, spécialement dans les transactions avec les autres pays, ce qui donnera

une nouvelle impulsion au resserrement des relations commerciales avec ces pays.

d. Le Mexique propose que le Bureau international étudie et recommande les méthodes les plus appropriées pour pratiquer la mesure du pétrole dans les importantes transactions effectuées par des pays producteurs, en comparant spécialement les résultats obtenus par la mesure directe des volumes avec de grands réservoirs fixes, comme cela se pratique actuellement, et avec des mètres automatiques destinés à enregistrer jusqu'à 1000 mètres cubes par heure, étant donné qu'il existe à ce sujet des opinions diverses et contradictoires.

La Commission propose au Comité de ne pas formuler un avis concernant ces propositions, dont la première viendra en discussion ultérieurement; les autres paraissent, à la Commission, ressortir aux autorités commerciales et diplomatiques plutôt qu'à une Conférence générale des Poids et Mesures.

8° La Commission s'est occupée ensuite des propositions du Bureau of Standards des États-Unis d'Amérique. La première est énoncée ci-après :

« On recommande que la Conférence adopte la longueur d'onde de la radiation rouge émise par la vapeur de cadmium, déterminée par Benoît, Fabry et Perot, comme étalon fondamental pour la longueur des ondes lumineuses.

» La longueur de cette onde est  $6438,4696 \cdot 10^{-10}$  mètre lorsque la lumière se propage dans l'air sec à  $15^{\circ}$  C. (échelle de l'hydrogène), à la pression de  $760^{\text{mm}}$  de mercure,  $g$  équivalant à  $980,67 \text{ cm/sec}^2$  ( $45^{\circ}$  latitude septentrionale). La lumière doit être produite par un courant électrique de haut voltage dans un tube à vide ayant des électrodes intérieures. La lampe doit être maintenue à une température inférieure à  $320^{\circ}$  C. et avoir un volume ne dépassant pas  $25^{\text{cm}^3}$ . La valeur du courant qui la traverse ne doit pas excéder 0,05 ampère. A la température ambiante, le tube ne doit pas être lumineux lorsque le circuit à haute tension y est établi.

» Le mètre doit être défini par la relation :

» 1 mètre = 1553164,13 longueurs d'onde du rayonnement rouge du cadmium, dans les conditions normales spécifiées.

» Les considérations théoriques suivantes militent en faveur de l'aptitude, comme unité de longueur permanente et fondamen-

tale, de la radiation rouge du cadmium qui peut être engendrée à volonté, dans un laboratoire quelconque, avec le maximum de précision possible dans les mesures optiques.

» La structure des raies du cadmium a été étudiée, entre autres, par Michelson, Fabry, Perot, Hamy, Janicki, Wali-Mohammad, Takamine, Wood, McNair, Pérard. On a toujours observé que la raie rouge 6438,4696 Å est simple, étroite et symétrique. La notation de la série spectrale pour cette raie est  $2^1P_1 - 3^1D_2$ . Des analyses de la structure hyperfine des raies du cadmium, dans lesquelles entre  $2^1P_1$ , ont démontré que ce terme est simple; sa valeur absolue est 28846,60. La valeur de  $3^1D_2$  est 13319,24, mais on n'a pas établi positivement que ce terme soit simple. Au cas où on le trouverait complexe, le fait que  $2^1P_1 - 3^1D_2$  a été observé comme une raie simple signifie qu'une règle stricte de sélection limite l'émission à un composant.

» L'état normal de l'atome de cadmium est représenté par le terme  $1^1S_0 = 72538,81$ , soit de 43692,21 unités (presque 5 volts) plus basse dans le diagramme d'énergie que  $2^1P_1$ , état définitif pour le rayonnement de la raie 6438 Å. Cette relation entre les états définitifs est en faveur de la production de l'étalon primaire comme raie d'émission non renversée; seuls, les atomes qui ont été excités par des électrons de 5 volts sont capables d'absorber ce rayonnement, et  $2^1P_1$  n'étant pas un état métastable, c'est seulement dans des conditions extraordinaires que l'on peut observer un renversement spontané de cette raie.

» Les états d'énergie atomique entrant dans la production de Cd 6438 Å se trouvent dans la partie supérieure du diagramme d'énergie Cd I; il est, par suite, probable que cette raie sera déplacée par la pression; on l'a donc observée élargie et déplacée vers le rouge dans les lampes en quartz qui contiennent des alliages, lorsque la pression de la vapeur est élevée; mais de tels effets ne sont pas appréciables quand la raie est produite dans un tube de Michelson contenant du cadmium pur à 320°C.

» La demi-épaisseur théorique de cette raie, si l'on considère la largeur comme due entièrement à l'effet Doppler-Fizeau, est 0,005 Å, ce qui s'accorde de très près avec 0,006 Å mesuré par Michelson.

» En ce qui concerne le côté pratique de la question, on peut signaler que cette raie a été acceptée comme étalon fondamental pour les mesures spectroscopiques; elle définit l'unité internationale angström, et constitue la base du système d'étalons

secondaires pour tout le spectre. Les décisions sur ce point ont été prises par le Congrès solaire, réuni à Paris en 1907, et sont réellement entrées dans l'usage international.

» Actuellement, on se sert d'un nombre énorme de calibres étalons (étalons à bouts) pour les mesures précises. On les a déterminés directement par le moyen d'ondes lumineuses ou en les comparant à des étalons dérivés de celles-ci. Pendant les dix dernières années, on a déterminé, au Bureau of Standards, plus de 40 000 jauges de ce système. Dans ce nombre figurent des calibres pour le Bureau, des étalons pour les fabricants de jauges, et des jauges destinées à être employées dans l'industrie. Les résultats sur une jauge d'un *inch* sont caractéristiques de ceux qui ont été obtenus pour toutes les autres jauges calibrées. Pour les mesures optiques, sur sept longueurs d'onde différentes,

La différence maxima pour deux longueurs d'onde est...	$\frac{11}{50\,000\,000}$
La différence maxima de la moyenne est.....	$\frac{7}{50\,000\,000}$
La différence moyenne de la moyenne est.....	$\frac{4}{50\,000\,000}$

» L'expérience montre que les longueurs d'onde étalons donneront en général la distance entre deux plans à 0,005 micron près. En transposant cette longueur sur la jauge, l'erreur dépend de la qualité de celle-ci. Les meilleures jauges qu'on pouvait choisir en 1919 sur une vingtaine de trousse de jauges Johansson à faces planes avaient des erreurs de parallélisme et de planéité de 0,07 à 0,2 micron. Ces erreurs constituent une incertitude de 0,07 micron dans la longueur de ces jauges. Depuis 1919, les jauges du Bureau of Standards ont été maintenues dans ces limites de variation. Cette année, M. Johansson a soumis à l'examen du Bureau une trousse de 81 jauges, presque toutes planes et parallèles à 0,02 micron près, et différant de leur valeur nominale de moins de 0,05 micron. Avec des jauges de cette qualité, les résultats de deux mesures devraient être d'accord jusqu'à 0,02 micron. On a trouvé, cependant, que des jauges d'un ou 2 inches venant de la température de 23°, lorsqu'on les mettait dans un espace à température constante de 20° à moins de 0,01 degré près, variaient pendant environ 100 minutes. On a donc reconnu nécessaire de maintenir les jauges à la température étalon, pendant deux heures, avant de les mesurer.

» Des échelles précises, divisées en douzièmes d'inch, ont été construites en calibrant, avec un interféromètre de Michelson, des intervalles mesurés en fonction des ondes lumineuses. Ainsi, la Compagnie Brown et Sharpe utilise, dans ses appareils à mesurer, douze échelles construites à ce Bureau et divisées en douzièmes d'inch, calculées en fonction des longueurs d'onde. On a construit des échelles, subdivisées en millimètres, au moyen d'ondes lumineuses, par intervalles de 10 microns, pour le calibrage des microscopes à micromètres. L'erreur pour un intervalle quelconque est inférieure à 0,02 micron. Tous les hémacytomètres mesurés à ce Bureau le sont en partant d'un étalon évalué en ondes lumineuses. »

La proposition américaine pourrait donner à penser qu'on adopte, pour le Mètre, une nouvelle définition, déduite des longueurs d'onde, alors qu'il s'agit seulement d'exprimer la valeur de ces dernières, pour l'époque actuelle, par un nombre déterminé, et accepté d'un commun accord. Afin de bien marquer le caractère de la définition adoptée, la Commission propose la rédaction suivante :

« Dans l'état actuel de nos connaissances, il est recommandé que la Conférence adopte, comme étalon fondamental pour la longueur des ondes lumineuses, la longueur d'onde de la radiation rouge émise par la vapeur de cadmium, déterminée par les expériences de MM. Benoît, Fabry et Perot.

» D'après ces expériences, la longueur d'onde de cette radiation est  $6438,4696.10^{-10}$  mètre, lorsque la lumière se propage dans l'air sec à  $15^{\circ}$  (échelle de l'hydrogène), à la pression de  $760^{\text{mm}}$  de mercure,  $g$  équivalant à  $980,665 \text{ cm/sec}^2$ , valeur normale de la pesanteur. La lumière doit être produite par un courant électrique de haute tension, continu, ou alternatif de fréquence industrielle (à l'exclusion de la haute fréquence), dans un tube à vide ayant des électrodes intérieures. La lampe doit avoir un volume ne dépassant pas  $25 \text{ cm}^3$  et un tube capillaire dont le diamètre ne soit pas inférieur à  $2^{\text{mm}}$ ; elle doit être maintenue à une température voisine de  $320^{\circ}$ , et la valeur du courant qui la traverse ne doit pas excéder 0,02 ampère. A la température ambiante, le tube ne doit pas être lumineux lorsque le circuit à haute tension y est établi.

» La valeur du mètre exprimée en longueurs d'onde de la raie rouge du cadmium dans les conditions spécifiées est donc l'inverse

du nombre ci-dessus, soit 1553164,13. (jusqu'à la précision du dernier chiffre inscrit). »

M. Kösters désire qu'il soit tenu compte de la remarque ci-après :

« Il est recommandé que la raie vert jaune du krypton  $560^{m\mu}$ , plus fine que la raie rouge du cadmium, soit étudiée dans les laboratoires spécialement outillés dans ce but, afin de préparer sa substitution éventuelle à cette dernière.

» La raie du krypton donne, lorsque le tube est maintenu à la température ambiante, des interférences bien visibles jusqu'au delà de  $250^{mm}$ ; et, si le tube est amené aux limites de température que l'on peut obtenir dans les laboratoires, les interférences seront observables pour une différence de marche d'environ  $500^{mm}$ . Le resserrement de la raie s'effectue symétriquement; et, autant qu'on ait pu le constater, elle est dépourvue de satellites. »

En second lieu, « le Bureau of Standards recommande que la Conférence accepte la relation suivante entre le Yard et le Mètre :

$$1 \text{ Yard} = 0,9144 \text{ Mètre,}$$

et

$$1 \text{ inch} = 25,4 \text{ millimètres,}$$

d'où

$$39,370078 \text{ inches} = 1 \text{ Mètre.}$$

» La valeur actuelle reconnue officiellement aux États-Unis de 39,37 Inches = 1 Mètre diffère de la valeur légale dans le Royaume-Uni (39,370113 Inches = 1 Mètre) d'environ 2,5 millièmes. Avec des longueurs aussi petites que l'inch, cette différence est encore bien mesurable; la nécessité d'uniformité dans tous les pays est donc évidente.

» L'avantage de la valeur proposée sur celles qui ont été mentionnées est de réduire sensiblement le nombre de chiffres décimaux dans les valeurs proportionnelles entre le Yard et le Mètre, et entre l'inch et le millimètre. Elle a aussi celle de se trouver entre les valeurs reconnues officiellement par le Royaume-Uni et les États-Unis.

» Un autre argument en faveur de l'adoption de la recommandation ci-dessus réside dans le fait que, dans tous les passages mécaniques d'un système d'unités à l'autre, c'est-à-dire des inches aux millimètres, ou réciproquement, par un train d'engrenages

et vis mères, la relation proposée est déjà universellement employée. »

La Commission avait adopté le texte suivant :

« En présence de la proposition n° 2 du Bureau of Standards, la Conférence serait heureuse de voir les Gouvernements de Grande-Bretagne et des États-Unis d'Amérique s'entendre sur une valeur unique du Yard en fonction du mètre, et transmet cette suggestion aux délégués de ces deux Pays. »

La troisième proposition du Bureau of Standards est formulée comme il suit :

« On recommande que la Conférence adopte 20°C. (68° F.) comme la température normale à laquelle les étalons de longueur industriels auront leur valeur nominale, et que, dans tout calibrage, l'étalon de longueur soit maintenu pendant deux heures à la température-étalon, à  $\pm 0,01$  degré près, avant l'exécution des mesures.

» Deux raisons importantes militant en faveur de l'adoption de 20° C. sont les suivantes : la première est que cette température convient à l'usage des étalons industriels; la seconde, c'est qu'elle est presque universellement employée aux États-Unis, et aussi très répandue dans les pays d'Europe. Les seules exceptions importantes sont l'Angleterre et la France. En Angleterre, 62° F. (16  $\frac{2}{3}$ ° C.) et en France 0° C. (32° F.) sont en usage. On considère ces deux températures comme trop basses en pratique, et leur emploi est trop restreint pour justifier leur adoption universelle.

» En ce qui concerne les étalons industriels, l'usage d'une température normale différant beaucoup de celle à laquelle on emploie généralement les étalons, prête surtout le flanc à cette objection qu'elle exige l'adoption d'un coefficient de dilatation déterminé, pour l'étalon et pour toute matière mesurée au moyen de cet étalon. Où l'on exige des dimensions précises, comme dans les calibres étalons, cet usage conduirait probablement à une confusion, à des erreurs et à une impossibilité d'échanger entre elles les pièces mesurées. »

La question a paru trop grosse de conséquences et trop peu élucidée pour qu'on puisse prendre une décision. La Commission fait remarquer que le Comité avait déjà pris position en 1901, sur un rapport de M. Foerster, pour la définition à 0°, mais que,

depuis cette époque, la question des étalons à bouts s'est considérablement modifiée. Tandis que les premiers étalons à bouts de précision étaient ceux de la Section Technique de l'Artillerie, on a vu surgir, depuis lors, les étalons Johansson, ajustés avec une précision extrême, mais dont la dilatation est variable de l'un à l'autre. La Commission reconnaît qu'il résulte de là un nouvel élément pour juger de la question.

Le Bureau of Standards transmet encore les propositions suivantes :

« On recommande que la Conférence examine s'il est désirable que les certificats délivrés par le Bureau international des Poids et Mesures contiennent toutes les données dont il a été tenu compte, afin de permettre que les conditions de comparaison soient connues et reproduites, et que la réduction aux conditions normales, par les laboratoires nationaux, pour l'établissement d'étalons, puisse être faite le plus exactement possible.

» En ce qui concerne les étalons de longueur, ces données devraient comprendre les températures de comparaison, le coefficient de dilatation, le mode d'appui, la façon d'éclairer l'étalon dont il est question dans le certificat, l'indication de l'étalon de comparaison, l'équation représentant la dilatation, et toutes les autres conditions susceptibles d'influencer la possibilité de reproduction de l'étalon.

» En raison des nécessités toujours croissantes d'une connaissance des longueurs exactes du Mètre prototype national, on recommande que la Conférence prie le Bureau international des Poids et Mesures d'accélérer l'étude des longueurs et des coefficients de dilatation thermiques de ces étalons, afin que tous les changements aux certificats soient autorisés par la Huitième Conférence générale. »

La Commission fait remarquer que, en ce qui concerne la première, de nombreuses copies des certificats ont été examinées, et elle a constaté que ces derniers correspondent aussi complètement que possible au désir exprimé par le Bureau of Standards. Elle estime qu'il suffit de recommander au Bureau de faire le nécessaire pour le cas où il semblerait utile d'entrer dans plus de détails encore.

La dernière proposition a déjà été traitée ci-dessus (3°).

A la suite de la décision prise par le Comité (et ratifiée par la

Conférence dans la séance du 28 septembre), la proposition n° 5 a reçu une solution acceptée à l'unanimité.

La Commission a encore étudié la question des unités électriques et celle de l'échelle des températures, et a proposé de renvoyer leur étude définitive au Comité dans son ensemble.

*Le Rapporteur,*  
W. KÖSTERS.

*Le Président,*  
R. GAUTIER.

M. le PRÉSIDENT remercie les membres de la Commission des Instruments et des Travaux, et particulièrement son Président et son Rapporteur, pour l'effort considérable qu'ils ont fourni, afin d'examiner les questions nombreuses dont le Comité a eu à s'occuper dans la présente session, et du volumineux rapport qu'elle a rédigé dans le temps très court dont elle disposait.

En raison de l'heure avancée, il remet sa discussion à une prochaine réunion plénière.

La séance est levée à 18<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

---

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Jeudi 29 septembre 1927.

PRÉSIDENCE DE M. VOLTERRA.

---

Sont présents :

MM. DE BODOLA, GAUTIER, GUILLAUME, KARGATCHIN, KONOVALOV, KÖSTERS, MACMAHON, STRATTON, TANAKADATE, TORRES Y QUEVEDO, membres du Comité.

MM. BURGESS, GARBASSO, SEARS, délégués à la Conférence.

MM. PÉRARD, VOLET, invités.

M. le PRÉSIDENT annonce au Comité que M. ISAACHSEN est empêché, par l'état de sa santé, d'assister à la séance de ce jour; il prie, en conséquence, M. DE BODOLA de vouloir bien remplir les fonctions de secrétaire.

M. DE BODOLA ayant accepté, le procès-verbal de la présente séance sera rédigé par ses soins.

Ainsi qu'il avait été entendu, les délégués des États-Unis et de la Grande-Bretagne se sont réunis afin d'examiner la proposition n° 2 contenue dans le memorandum (1) soumis à l'examen de la Conférence par le Bureau of Standards, et dont le Comité s'est déjà occupé. La réunion s'est tenue ainsi qu'il était prévu. Elle a donné lieu au procès-verbal ci-après :

---

(1) Voir ci-dessus, p. 68.

« Les délégués américains et britanniques reconnaissent qu'ils ne peuvent arriver, quant à présent, à recommander une relation unique entre le Yard et le Mètre ; en d'autres termes, ils déclarent qu'il est impossible d'unifier actuellement la valeur du Yard entre leurs pays.

» D'un commun accord, la proposition est retirée du programme de la Conférence. »

L'ordre du jour appelle la discussion sur les étalons à bouts et calibres industriels, traités déjà dans le Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

Après des débats assez longs la majorité du Comité se rallie au texte suivant, proposé par M. DE BODOLA, mais il estime que la discussion devra être reprise en détail au sein du Comité, qui s'entourera des lumières de quelques membres de la Conférence.

« Le Comité reconnaît que la question de la température d'ajustage des étalons industriels de longueur est d'une importance capitale pour la technique et que seuls ses intérêts et ses nécessités doivent prévaloir pour sa solution. Elle regrette en conséquence que cette proposition ait été faite si tardivement.

» En effet, puisqu'elle intéresse l'industrie de tous les pays, il aurait fallu la communiquer en temps utile aux Gouvernements, pour qu'ils pussent donner à leurs délégués leurs instructions en conséquence.

» C'est seulement après une semblable préparation que la décision de la Conférence pourrait avoir le poids nécessaire pour s'imposer à l'industrie des différents pays.

» Le Comité propose donc de renvoyer cette décision à la prochaine Conférence générale. D'ici là, une Conférence internationale industrielle pourrait éventuellement faire des suggestions et faciliterait ainsi la solution définitive de cette question. »

Après un remarquable exposé de M. BURGESS, les délégués américains et britanniques proposent le texte suivant :

« Le Comité nomme une Commission de trois membres qui, en commun avec le Directeur du Bureau, étudiera la question de la

température de définition des étalons à bouts. Cette Commission doit présenter un rapport avant le 1<sup>er</sup> mars 1929. »

M. BURGESS expose qu'un effort est nécessaire, sinon pour parvenir à une détermination absolue, au moins pour avoir une base de travail unique, qui est fortement réclamée par l'industrie.

M. DE BODOLA rappelle que les délégués n'ont pas de pouvoir de leurs Gouvernements pour résoudre la question.

M. PÉRARD informe le Comité que les industriels français réclament eux aussi une fixation internationale de la température d'ajustage des étalons.

M. GUILLAUME propose que la Commission compte cinq membres, ce qui est adopté. La proposition est donc définitivement libellée comme suit :

Le Comité nomme une Commission de cinq membres, qui, en commun avec le Directeur du Bureau, étudiera la question de la température de définition des étalons à bouts. Cette Commission doit présenter un rapport avant le 1<sup>er</sup> mars 1929.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

L'ordre du jour appelle la discussion sur la dotation du Bureau international.

M. GUILLAUME résume les propositions déjà faites pour le relèvement de la dotation, et que les prévisions de dépenses motivent largement. En 1921, le franc français semblait stabilisé au voisinage de 0,5 franc-or, et c'est la raison pour laquelle la dotation de 250 000 francs, pouvant être portée, en cas de nécessité, à 300 000 francs, a été acceptée par la précédente Conférence. Mais le franc papier a subi des fluctuations qui sont à peu près dans le rapport de 5 à 1, et il en est résulté, pour le Bureau, une instabilité financière éminemment préjudiciable à son bon fonctionnement. C'est donc pour répondre à l'opinion

unanime du Comité que la proposition a été faite d'exprimer dorénavant la dotation en francs-or. Il n'y aurait donc rien de changé, mais seulement une modification dans l'interprétation des textes déjà admis à l'unanimité, de remplacer 250 000 francs-papier par 125 000 francs-or, et 300 000 francs-papier par 150 000 francs-or. Les nécessités scientifiques du Bureau, l'accroissement désiré du chiffre du personnel, surtout en vue de l'attribution des unités électriques au Bureau, l'augmentation des appointements, les publications, le matériel scientifique, les réparations aux bâtiments, ajournées depuis nombre d'années, donc devenues plus urgentes et qui seront très onéreuses, justifient l'emploi de la somme demandée.

La proposition est votée à l'unanimité.

L'ordre du jour appelle la discussion sur l'attribution, au Bureau, de l'étude des étalons électriques.

M. JANET expose què, dans une réunion officielle tenue le 27 septembre, réunion à laquelle ont pris part MM. KÜSTERS, STRATTON, BURGESS, SEARS, TANAKADATE, GUILLAUME et lui-même, il a été décidé de présenter au Comité la proposition suivante :

« Le Comité international des Poids et Mesures approuve l'organisation d'un Comité consultatif d'Électricité ayant pour objet de conseiller le Comité international des Poids et Mesures sur les questions relatives aux systèmes de mesure et aux étalons électriques.

» Ce Comité scientifique sera limité à 10 membres et composé :

» 1° d'un représentant de chacun des Laboratoires nationaux désignés par le Comité international;

» 2° des spécialistes nominativement désignés par le Comité international.

» Le Président du Comité scientifique d'Électricité sera pris parmi les membres du Comité international et désigné par lui. »

M. JANET ajoute que diverses assemblées internationales de savants, ayant une grande autorité en la matière, s'occupent de la question des mesures électriques. Il serait équitable et utile que les principales de ces assemblées fussent représentées au Comité Consultatif.

MM. BURGESS et SEARS appuient ce conseil.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

L'ordre du jour appelle la discussion sur l'adoption d'une échelle internationale de température.

M. BURGESS expose comment, après de longues études et des discussions approfondies, les trois laboratoires nationaux d'Allemagne, de Grande-Bretagne et des États-Unis sont convenus d'adopter une échelle commune, aussi voisine que possible de l'échelle thermodynamique, et dont la représentation est liée à certains phénomènes naturels, notamment à des points fixes dont la valeur est donnée. Cette échelle n'est pas immuable; les points de repère peuvent en tous temps être modifiés ou remplacés par d'autres, afin de tenir compte des progrès de la science, et notamment des déterminations dignes de confiance qui tendraient à les modifier. Cette échelle est basée aussi sur certains phénomènes faciles à reproduire, et adaptés particulièrement aux diverses régions de températures.

Le domaine des températures est divisé en trois parties. Dans la première, qui s'étend depuis les plus basses températures jusqu'à  $660^{\circ}$ , l'interpolation sera faite au moyen du thermomètre à résistance de platine. Dans la seconde, qui comprend l'intervalle de  $660^{\circ}$  à  $1200^{\circ}$  environ, on se servira d'un thermocouple de platine et de platine rhodié à 10 pour 100. La troisième enfin, qui va de  $1200^{\circ}$  jusqu'aux températures les plus élevées que l'on ait à

mesurer, sera basée sur les lois du rayonnement. La note dans laquelle cette échelle est décrite a été discutée en commun avec M. KEESOM, directeur du Laboratoire Cryogène de Leyde (1) et dans la rédaction définitive, on a tenu compte, autant que possible, de ses observations. Notamment, le point d'ébullition de l'oxygène sous la pression atmosphérique normale, qui avait été admis, dans la première rédaction, comme étant  $-183^{\circ},00$ , a été accepté comme égal à  $-182^{\circ},97$ , afin d'établir une moyenne avec la détermination du Laboratoire de Leyde, qui l'indique à  $-182^{\circ},95$ .

M. GAUTIER rappelle que le Comité a décidé de renvoyer cette étude à une Conférence internationale de Thermométrie.

M. GUILLAUME fait un exposé historique et scientifique de la question. A Leyde, on emploie l'échelle de l'hélium, qui est, parmi les gaz connus, celui qui se rapproche le plus de l'état parfait. Des repères précis ont déjà été obtenus; mais des études assez longues sont encore nécessaires.

Ce n'est donc qu'à titre provisoire que la proposition présentée par M. BURGESS peut être acceptée.

M. BURGESS s'attache en effet, avant tout, à l'utilité *pratique* de cette proposition.

MM. GAUTIER et GUILLAUME pensent que la proposition doit être libellée de manière à ne pas soulever la critique des laboratoires thermométriques. Ils présentent le texte suivant :

« Le Comité, reconnaissant l'importance pratique de la représentation d'une échelle thermométrique internationale,

---

(1) L'exposé complet des résolutions prises en commun se trouve en annexe aux *Comptes rendus de la Septième Conférence générale des Poids et Mesures*.

recommande à la Conférence d'accepter, à titre provisoire, les repères de température, les formules d'interpolation et les méthodes de mesure, proposés d'un commun accord par les trois laboratoires nationaux d'Allemagne, des États-Unis d'Amérique et de Grande-Bretagne.

» Le Comité recommande aussi que le texte annexé soit maintenu à l'étude comme programme des Conférences spéciales thermométriques qui seront tenues sous ses auspices. »

Ce texte est adopté à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. KARGATCHIN, rapporteur de la Commission des Comptes et des Finances, afin qu'il présente au Comité son deuxième rapport.

M. KARGATCHIN donne lecture du document suivant :

#### **Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.**

« La Commission a tenu une seconde séance le 21 septembre, Tous ses membres étaient présents, ainsi que les autres membres du Comité actuellement à Paris.

» La Commission propose au Comité :

» 1° que les appointements des membres du personnel du Bureau soient fixés en valeur-or, dès que sa dotation aura été établie en francs-or; elle pense que l'augmentation des traitements doit devenir effective à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1928, mais avec effet rétroactif à partir du 1<sup>er</sup> octobre 1927.

» 2° que, pour les dames employées au Bureau, le Règlement pour la Caisse de Secours et de Retraites doit s'appliquer avec la modification suivante : comme il n'y a pas à prévoir de retraite en faveur du conjoint, le taux de la retenue pour la Caisse des Retraites est abaissé à 3 pour 100. La pension éventuelle en faveur des enfants est maintenue conformément au Règlement. »

Après échange de vues, les conclusions de ce rapport sont adoptées à l'unanimité.

La séance est levée à 17<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

---

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

Lundi 3 octobre 1927.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA.

---

Sont présents :

MM. GAUTIER, GUILLAUME, KARGATCHIN, KONOVALOV, KÖSTERS, MACMAHON, STRATTON, TANAKADATE, TORRES Y QUEVEDO ;

MM. SEARS, STATESCU, délégués à la Conférence.

M. DE BODOLA remplit les fonctions de Secrétaire.

La séance est ouverte à 16<sup>h</sup>.

Le procès-verbal de la précédente séance est lu et adopté, avec quelques corrections, qui sont faites séance tenante.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Statescu, délégué de la Roumanie, qui est obligé de rentrer dans son pays par suite d'une très grave maladie de son père.

M. STATESCU rappelle que le Trésor roumain contenant le Mètre et le Kilogramme en platine, étalons nationaux délivrés par le Bureau international, fut envoyé en Angleterre pendant la dernière guerre. Mais le convoi fut arrêté à Moscou.

La Roumanie se trouve donc actuellement dépourvue

de ses étalons métriques. Le Bureau international ne pourrait-il intervenir pour obtenir le retour des deux étalons ?

M. GUILLAUME dit qu'il a tenté amiablement, mais vainement, d'obtenir ce retour. La Chambre Centrale des Poids et Mesures de l'U. R. S. S. lui a fait connaître, au surplus, qu'on retrouvait seulement le Mètre roumain.

M. KONOVALOV déclare que de nouvelles recherches de la Chambre Centrale lui ont permis de retrouver aussi le Kilogramme. Les deux étalons sont conservés avec grand soin par cette Chambre. Peut-être une négociation directe entre les deux Gouvernements intéressés réussirait-elle ?

M. STATESCU insiste en montrant que la question n'est pas d'ordre diplomatique, mais uniquement d'ordre scientifique, et qu'il la pose devant le Comité international parce qu'il croit qu'elle est de sa compétence. C'est lui qui a délivré les étalons et en conserve le contrôle. Il a donc le droit d'en demander le retour.

M. GUILLAUME est d'avis que la demande soit faite par le Comité, pour la vérification des étalons et le rétablissement de la situation normale. Toutefois, si l'U. R. S. S. imposait la condition que les étalons ne soient pas rendus à la Roumanie, ils resteraient en dépôt au Bureau international.

MM. TANAKADATE et KARGATCHIN posent la question de savoir s'ils ont pouvoir de faire cette démarche.

La question sera résolue ultérieurement.

L'ordre du jour appelle la discussion sur la dotation du Bureau international.

M. le PRÉSIDENT rappelle l'état actuel de la question ; il insiste sur la situation critique des bâtiments du Pavillon de Breteuil, qui ne peuvent rester sans de grosses réparations, sous peine de ruine complète.

M. GUILLAUME ajoute qu'il pleut en diverses pièces. L'aspect extérieur du beau Pavillon de Breteuil, avec ses façades en mauvais état, est indigne du Bureau international.

Le personnel lui-même est insuffisant et insuffisamment rémunéré. De bons collaborateurs, après quelques années de dévouement, sans aucune récompense, quittent le Bureau, ne pouvant supporter une existence aussi précaire que celle qui lui est imposée.

M. MACMAHON dit que le Directeur pourrait présenter un rapport sur cette situation. Le Gouvernement britannique est bien disposé en faveur du Bureau, mais il a besoin de chiffres. Il faudrait d'ailleurs, dans ces chiffres, prévoir des sommes pour des missions, au moins auprès des grands Bureaux nationaux d'Allemagne, d'Angleterre et des États-Unis, dont les méthodes, les outillages et les travaux peuvent être très utiles au progrès du Bureau international.

M. GUILLAUME pense qu'il pourra établir rapidement un projet de budget bien qu'il doive comporter des aléas à cause des variations incessantes dans les prix de toutes les matières.

M. GAUTIER demande si, sur le vu de ce projet de budget, le délégué britannique pourra voter la proposition du Comité international concernant l'augmentation à 150 000 francs-or.

M. SEARS répond qu'il comprend très bien personnellement les besoins du Bureau, qui sont d'ailleurs

modestes. Mais il ne peut que suivre les instructions de son Gouvernement. Il a mission de voter ce qui est proposé par le Comité, c'est-à-dire la dotation de 125000 francs-or, avec faculté de la porter à 150000 francs-or par vote unanime du Comité.

La séance est levée à 17<sup>h</sup>.



---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE

Samedi 8 Octobre 1927.

PRÉSIDENCE DE M. VOLTERRA.

---

Sont présents :

MM. de BODOLA, GUILLAUME, KARGATCHIN, KONOVALOV,  
KÖSTERS, TANAKADATE.

M. JANET, invité, assiste à la séance.

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

M. le PRÉSIDENT a le regret d'informer le Comité que M. Gautier, déjà empêché d'assister à la dernière réunion de la Conférence générale, a dû subir une opération, qui le retiendra plusieurs jours à la maison de santé, où il a été transporté. Il a la satisfaction d'ajouter que l'opération a parfaitement réussi, et que, selon toutes prévisions, M. Gautier sera bientôt sur pied.

M. le PRÉSIDENT déclare que, par suite du renouvellement par moitié qui a lieu dans la dernière séance de la Conférence, le Comité doit, à son tour, pour être constitué régulièrement, procéder au renouvellement de son bureau. Il y a donc lieu d'élire le nouveau président et le nouveau secrétaire.

Le nombre des votants étant de 7, le dépouillement du scrutin donne comme résultat :

Pour le Président, M. Volterra..... 6 voix

Pour le Secrétaire, M. Isaachsen..... 7 »

L'ordre du jour appelle la nomination du Comité

Consultatif d'Électricité, institué par décision de la Conférence (1).

M. le PRÉSIDENT rappelle que ce Comité doit comprendre les délégués des principaux laboratoires qui s'occupent des mesures électriques, et les savants ou techniciens qui peuvent être désignés directement par le Comité. Il propose que le Comité international s'adresse aux directeurs des Établissements suivants, afin qu'ils désignent celui de leurs collaborateurs qui devra participer à ses travaux préparatoires.

Bureau of Standards, Washington;  
Chambre Centrale des Poids et Mesures, Leningrad;  
Laboratoire central d'Électricité, Paris;  
Laboratoire Électrotechnique, Tokyo;  
National Physical Laboratory, Teddington;  
Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Charlottenburg.

On peut, dès maintenant, nommer M. Lombardi, à Rome, et M. Guillaume, à Sèvres.

Deux places sont à réserver.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le Comité est chargé de désigner aussi les laboratoires qui enverront des délégués à la Commission de cinq membres chargée de discuter la question et de fixer, si possible, la température d'ajustage des étalons à bouts.

M. VOLTERRA propose de procéder comme pour le Comité Consultatif d'Électricité, et de désigner :

Le Bureau of Standards, Washington;  
Le National Physical Laboratory, Teddington;  
La Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Charlottenburg;

---

(1) *Comptes rendus de la Septième Conférence générale des Poids et Mesures*, p. 59.

et le Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers ou la Section Technique de l'Artillerie; en outre, M. Guillaume est désigné personnellement par le Comité.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le Comité doit élire dans son sein une Commission spéciale pour présenter au Comité des suggestions administratives ou techniques, ou même proposer que le Comité se réunisse dans les années intercalaires.

Sont élus à l'unanimité :

le Président du Comité,  
le Secrétaire du Comité,  
M. L. Gautier, membre du Comité,  
le Directeur du Bureau.

Ils pourront s'agréger tous ceux dont ils désireront la coopération.

M. le PRÉSIDENT rappelle l'exposé qui a été fait dans la troisième séance du Comité au sujet des étalons roumains, actuellement conservés par la Chambre Centrale des Poids et Mesures de l'U. R. S. S., et ouvre la discussion.

M. GUILLAUME pense que les deux prototypes, remis par le Bureau à la Roumanie en 1889 et 1892, peuvent être réclamés comme faisant partie de la grande série des étalons. En effet, le kilogramme est un de ceux dont l'équation a été sanctionnée par la Première Conférence générale; celle du mètre, déterminée en 1892, a été de même sanctionnée par la Deuxième Conférence générale.

M. DE BODOLA croit que c'est le seul point de vue auquel puisse se placer le Comité; il rappelle que le mètre roumain, faisant partie de la série d'étalons devant prendre part aux comparaisons, est nécessaire pour les travaux en cours.

Après mûre délibération, le Comité charge le Directeur du Bureau de suivre les négociations, après s'être entendu avec M. Konovalov.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

L'ordre du jour appelle la discussion du budget du Bureau pour les deux années 1928 et 1929.

M. DE BODOLA pense qu'avant d'entrer dans la discussion détaillée du budget, il faut s'occuper de la base même de ce budget, c'est-à-dire de la dotation annuelle du Bureau.

Il est certain qu'à la suite des différents débats qui se sont développés dans les séances des deux Commissions, les membres du Comité ont tous acquis la conviction que la dotation de 125 000 francs-or, dont on dispose actuellement, est insuffisante pour satisfaire aux besoins du Bureau, et qu'il est absolument nécessaire de l'augmenter à 150 000 francs-or.

L'existence matérielle du Bureau rend ces dispositions indispensables; elle impose de plus impérieusement l'augmentation des appointements et l'accroissement du personnel lui-même.

Les décisions de la Septième Conférence générale, qui vient de se clore, donnent au Comité la prérogative de procéder à cette augmentation de la dotation, à la seule condition d'un vote unanime; mais M. de Bodola ne jugerait pas convenable d'effectuer ce vote dans cette dernière séance, à laquelle n'assistent qu'un nombre très restreint de membres du Comité, plusieurs d'entre eux étant empêchés d'y prendre part, par leur état de santé qui les retient chez eux, ou par d'autres obligations qui les ont forcés à rentrer dans leur pays. Il s'agit notamment d'une décision très importante, qui intéresse financièrement tous les États contractants, et pour toute la période de six années qui nous séparent de la prochaine Confé-

rence; il lui semblerait désirable, en conséquence, de faire participer au vote tous les membres du Comité.

Guidé par toutes ces considérations, M. de Bodola fait les propositions suivantes :

1° Le Comité charge son bureau de faire voter, après la clôture de la session et par correspondance, tous ses membres sur l'augmentation de la dotation annuelle à 150000 francs-or.

2° En ce qui concerne le budget du Bureau, le Comité étant d'avis qu'une augmentation équitable des appointements et aussi du chiffre du personnel ne sera possible que lorsqu'on connaîtra le résultat de ce vote, décide de maintenir provisoirement, sans aucune modification, l'état actuel des appointements et du personnel, en autorisant son bureau à effectuer lui-même les augmentations après le vote, en adoptant éventuellement pour base des nouveaux appointements ceux de l'année 1914, et prenant aussi en considération le fait que, pendant les treize années qui se sont écoulées depuis lors, les membres du personnel auraient en général droit à un avancement. Toutes les augmentations d'appointements devront avoir l'effet rétroactif déjà décidé par le Comité sur la proposition de la Commission des Comptes et des Finances.

M. le PRÉSIDENT propose d'ajouter que, pour certaines catégories d'appointements, l'augmentation devra être faite, comme il est d'usage, par paliers successifs, en tenant compte de l'ancienneté.

Toutes ces propositions, soumises au vote, sont adoptées à l'unanimité.

L'heure étant avancée, la séance est interrompue à 12<sup>h</sup>30<sup>m</sup> et reprise à 16<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Guillaume pour

la lecture de son rapport sur les besoins du Bureau international.

M. GUILLAUME s'exprime en ces termes :

Je commencerai par la question des appointements du personnel et comparerai la situation de 1914 à celle d'aujourd'hui.

	Appointements en 1914.	Francs-or.
Directeur.....	18 000	
Directeur adjoint.....	12 000	
2 Adjoints.....	14 500	
1 Assistant.....	3 600	
1 Calculateur.....	1 800	
1 Garçon de bureau.....	2 400	
	<hr/>	
	52 300	

Des différences importantes existent entre l'effectif du bureau alors et maintenant. Le poste de directeur adjoint a été supprimé; en revanche, on a créé un troisième poste d'adjoint. Afin de concentrer en une seule fonction des emplois autrefois disséminés, on a nommé un archiviste-bibliothécaire, auquel sont confiées également la comptabilité du Bureau, et, en raison de la belle écriture de son titulaire actuel, la copie des pièces officielles, notamment des certificats. Le Bureau a engagé un calculateur et une secrétaire-dactylographe, absolument nécessaire à son fonctionnement. En réalité, il devrait avoir encore deux assistants scientifiques. Il lui faudrait aussi un garçon de laboratoire, le garçon de bureau actuel étant chargé de la garde des bâtiments, de leur nettoyage, du service de la poste et de tous les petits ouvrages de menuiserie et de serrurerie, ce qui est excessif.

Avec l'accumulation actuelle des travaux, il est presque impossible, malgré un surmenage continu, qu'ils soient tous exécutés en temps utile. Bien que les heures de travail soient de 48 par semaine, souvent dépassées, ce qui amène fréquemment le directeur et ses collaborateurs jusqu'aux extrêmes limites de la fatigue, beaucoup de déterminations ne peuvent être exécutées avec la rapidité désirable. Je considère donc l'effectif ci-après comme absolument indispensable :

- Directeur.
- 3 Adjointe,
- 1 Archiviste-comptable,
- 3 Assistants,
- 1 Secrétaire-dactylographe,
- 2 Calculateurs,
- 1 Mécanicien
- 2 Garçons de Bureau.

Pour le personnel actuellement existant, les appointements ont été cette année, les suivants, en francs-or, calculés en adoptant le rapport 5 à 1.

Directeur .....	12 274
3 Adjointe.....	20 336
1 Archiviste-comptable.....	4 444
1 Assistant.....	3 966
1 Secrétaire-dactylographe.....	2 132
2 Calculateurs.....	3 362
1 Mécanicien.....	1 490
1 Garçon de bureau.....	2 266
Total.....	50 270

Il faut remarquer que les appointements sont, depuis le mois de juillet 1924, adaptés au coût de la vie, avec un décalage de trois mois, c'est-à-dire que, pour chaque trimestre, on établit l'indice de cherté de vie, qui sert automatiquement à déterminer les appointements pour le trimestre suivant (1).

Pour les deux adjoints non logés au bureau, il y a, en plus des appointements, pour chacun d'eux, une indemnité de logement de 6000 francs-papier, soit au total de 2400 francs-or. En outre, les indemnités pour charges de famille, devenues d'une application générale, ont atteint au total la somme de 6274 francs-papier, soit 1255 francs-or. Il faut donc ajouter, aux sommes portées ci-dessus, 3655 francs-or. On aura par suite, au total, 53925 francs-

---

(1) Les indices pour les quatre trimestres de 1927 sont respectivement, rapportés à celui du mois de juin 1924 : 66,75, 58,38 57,57, 46,76. Dans le rapport qui précède, n'ayant pas encore toutes les données pour calculer l'indice moyen qui devait être appliqué au quatrième trimestre, on l'a supposé égal à celui du troisième. Il en est résulté une majoration de 4,5 pour 100 dans le montant supposé des appointements.

or (1), soit à très peu près la somme dépensée en 1914 avec un personnel moindre.

Mais il faut remarquer que les situations ne sont plus du tout les mêmes qu'en 1914. Treize années se sont écoulées depuis lors, pendant lesquelles les adjoints, dont deux étaient déjà en fonctions, auraient eu droit à un avancement régulier, de telle sorte que les appointements des trois adjoints devraient comporter au moins 25 000 à 27 000 francs-or. De plus, les assistants nouveaux, pour lesquels nous exigeons des titres universitaires, n'accepteraient pas les situations prévues, et nous serions toujours réduits à travailler avec le même effectif; les tentatives que nous avons faites pour engager au moins un assistant sont restées infructueuses, les avantages pécuniaires que pouvait offrir le Bureau étant jugés insuffisants.

En adaptant de même les autres appointements aux situations actuelles, et en maintenant, pour le directeur, les appointements de 1914, on arrive au tableau :

	Appointements.
	Francs-or
Directeur.....	18 000
3 Adjoints .....	25 000 à 27 000
1 Archiviste-comptable .....	5 000
3 Assistants.....	15 000
1 Secrétaire-dactylographe ....	3 000
2 Calculateurs.....	4 500 à 5 500
1 Mécanicien .....	4 000
2 Garçons de bureau.....	4 800
Indemnités diverses.....	3 655
	<hr/>
Total.....	82 955 à 85 955

Nous avons donc besoin d'une somme minima de 82 955 francs-or, pour les seuls appointements du personnel

La suite du budget est donnée ci-après :

(1) Même remarque que ci-dessus.

	frs-papier
Supplément pour les retraites.....	2 000
Indemnité du Secrétaire.....	8 000
Bâtiments et dépendances.....	25 000
Machines et instruments.....	20 000
Chauffage et éclairage.....	25 000
Primes d'assurance.....	3 000
Bibliothèque.....	8 000
Installations et travaux préliminaires.....	25 000
Impressions et publications.....	30 000
Bureau et Secrétariat.....	5 000
Divers et imprévus.....	25 000
Réserve.....	20 000
Déplacements.....	25 000
Travaux exceptionnels pour les bâtiments.....	40 000
<b>Total.....</b>	<b>261 000</b>
	= 52 200 frs-or.

Cette énumération nécessite les explications suivantes :

La Caisse de Retraites, qui s'est trouvée à peu près épuisée par les versements faits à M. Benoit, s'est remontée dans ces dernières années, mais aura de nouveau un déficit annuel que nous estimons à 2000 francs-papier à partir de la date actuelle <sup>(1)</sup>. En effet, le mécanicien du Bureau a pris sa retraite dans le courant de l'année dernière, après quarante ans de services; de plus, nous avons à payer la pension de la veuve de l'ancien gardien du Bureau. Les engagements pris à l'égard du mécanicien et de la veuve du gardien étaient respectivement de 2320 et de 500 francs-or; mais il y aura lieu de prévoir, d'ici quelques années, des retraites beaucoup plus importantes.

L'assurance comporte un Chapitre spécial pour le platine des étalons conservés au Bureau. Cette assurance a été contractée à une époque où ce métal valait à peu près 9000<sup>fr</sup> le kilogramme. Elle a été à peine modifiée depuis lors, bien que le platine soit monté à 176000<sup>fr</sup> le kilogramme, et qu'il soit encore à 58 000 francs-papier. L'assurance était, dans ces conditions, tout à fait illusoire; c'est pour cela que le taux en a été relevé.

---

<sup>(1)</sup> Les revenus de la Caisse de Retraites sont : l'intérêt de son capital, les contributions du personnel et un tiers des taxes de vérification, ce qui fait, au total, à peu près 2000 francs-or.

Il y aurait lieu d'augmenter un peu le budget de la bibliothèque, surtout à cause des reliures, extrêmement coûteuses à l'heure actuelle. En fait, la somme prévue est à peu près celle que nous avons dépensée l'an dernier.

On voit reparaître le poste « Réserve », qui a été porté pour 20000<sup>fr.</sup>. Il était autrefois de 5000 francs-or, mais il ne lui a rien été attribué à partir de l'exercice de 1921. Il a paru nécessaire de prévoir de nouveau des versements à ce compte, qui peut être appelé à venir en aide au Compte III, si, comme cela a eu lieu déjà, des États contractants laissent accumuler les retards de contributions.

Nous avons prévu une indemnité de déplacement, qui était inscrite autrefois au budget du Bureau sous le titre *Indemnité pour services et travaux extraordinaires*. Faute d'une somme indiquée à ce Chapitre, les fonctionnaires du Bureau international ne visitent pas les laboratoires nationaux, avec lesquels le Bureau ne peut avoir que des contacts occasionnels; et la récente Conférence a montré, de façon évidente, que cet isolement a de graves inconvénients.

Depuis longtemps, nous n'avons fait aux bâtiments que les petites réparations absolument indispensables. On a systématiquement laissé de côté les réfections coûteuses, et il en est résulté la nécessité inéluctable d'entreprendre des réparations importantes, à défaut desquelles les bâtiments du Bureau deviendraient en peu d'années tout à fait misérables; c'est pourquoi nous avons inscrit, pour les deux années à venir, une somme de 40000 francs-papier, comme subvention extraordinaire pour les bâtiments (*voir le Rapport sur la gestion du Bureau, ce Volume, p. 5*).

Enfin, nous avons prévu une somme annuelle de 25000 francs-papier pour les travaux préliminaires des comparaisons électriques. Mais, lorsque le Comité spécial aura remis son rapport, soit au plus tard le 1<sup>er</sup> mars 1929, il faudra, sans tarder, engager des dépenses pour l'installation définitive. Les dépenses de 1929 seront donc sensiblement majorées.

D'autres réfections seraient à envisager. Par exemple, notre observatoire n'est chauffé que par de petits poêles à gaz, ce qui est tout à fait insuffisant. En plus, le chauffage, par leur moyen, n'assure pas l'uniformité de la température, bien nécessaire pour les recherches de précision. Si l'on voulait installer un chauffage rationnel, il y aurait une grosse dépense à engager. Nous ne la

prévoyons pas encore maintenant, mais il est nécessaire de la préparer pour l'exécuter au moment où, les réparations urgentes étant effectuées, on pourra songer à l'entreprendre.

En somme, nous arrivons à une prévision de dépenses de 135 155 à 138 155 francs-or par an, qu'il faut nécessairement envisager, si l'on ne veut pas courir le risque de voir le Bureau privé peu à peu du personnel excellent qu'il occupe aujourd'hui, ses bâtiments se dégrader de plus en plus, et ses installations vieillir sans qu'il soit possible de les renouveler.

Dans la somme prévue, on n'a pas encore envisagé les appareils nouveaux, qui ne rentrent pas dans le budget ordinaire, mais, dont l'achat est nécessaire, si l'on veut que le Bureau reste constamment à la hauteur de sa tâche. Dans ces dernières années, il a été obligé d'acquérir un nouveau comparateur à dilatation pour remplacer celui que quarante-cinq années de travail continu avaient amené au dernier degré de l'usure; d'installer une nouvelle base, car celle qui avait été montée autrefois ne correspondait plus du tout au problème actuel de la mesure des fils; d'acquérir de nombreux appareils auxiliaires pour la photographie, pour les mesures interférentielles, pour l'argenture, etc.. D'autres instruments sont envisagés déjà, et, si l'on ne les a pas encore acquis, c'était, dans les années difficiles que nous avons traversées, pour ne pas entamer des réserves qui pouvaient être nécessaires à la vie même du Bureau.

Le Comité, conformément à la décision prise dans la première partie de la séance, n'ouvre pas de discussion sur les propositions relatives aux appointements, et se borne à examiner les autres propositions concernant le supplément pour les retraites, l'indemnité du secrétaire, les bâtiments et dépendances, etc., jusqu'aux travaux urgents, et les accepte avec les conditions suivantes :

La pension de retraite de M<sup>me</sup> Besson est portée à 2000 francs-papier, et celle de M. Huetz à 10 000 francs-papier.

Pour l'indemnité du secrétaire, M. DE BODOLA propose qu'elle soit portée de 8000 à 15 000 francs-papier.

M. GUILLAUME fait remarquer qu'en effet cette indemnité a été fixée à 8000<sup>fr</sup> en 1920, alors que le franc français valait la moitié du franc-or. L'indemnité était donc, en fait, d'environ 4000 francs-or, qui correspondent à 20000 francs-papier. D'autre part, au début des travaux du Bureau, l'indemnité du secrétaire était de 6000<sup>fr</sup>. Mais alors tout était à organiser, et la charge du secrétaire était très lourde; beaucoup de travaux qui incombaient à ce dernier sont entrés depuis lors dans les obligations normales du Bureau. En fait, l'indemnité est diminuée de moitié depuis qu'a été signée la Convention, puisque 15000 francs-papier correspondent à 3000 francs-or.

Après cette explication, le chiffre de l'indemnité proposée par M. de Bodola est adopté à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. de Bodola pour la lecture du procès-verbal de la cinquième séance de la Conférence générale.

Ce procès-verbal est adopté à l'unanimité, après quelques retouches de forme.

M. le PRÉSIDENT demande au Comité de vouloir bien autoriser son bureau à approuver le procès-verbal de la séance de ce jour.

M. le PRÉSIDENT déclare close la session du Comité international des Poids et Mesures pour 1927.

La séance est levée à 18<sup>h</sup> 30.

*Le Secrétaire, ad interim,*

LOUIS DE BODOLA.

*Le Président,*

VITO VOLTERRA.



---

## ÉTUDE DE DIVERSES RADIATIONS LUMINEUSES EN VUE DE LEURS APPLICATIONS MÉTROLOGIQUES

Par **Albert PÉRARD**,

Premier Adjoint du Bureau.

---

Une mesure par les interférences lumineuses est la détermination du nombre des ondes lumineuses comprises dans certains intervalles des surfaces qui participent à la production de phénomènes d'interférences; ce nombre est « l'ordre d'interférence » en un point particulier du phénomène observé. Or, dans une position donnée, et sauf pour les intervalles exceptionnellement petits, l'observation ne fournit directement que la partie fractionnaire de cet ordre d'interférence. Il faut pouvoir en retrouver par ailleurs la partie entière.

A l'occasion de ses comparaisons des longueurs d'onde avec le Mètre, M. Michelson avait déjà montré que l'utilisation simultanée de trois ou quatre radiations lumineuses, pour la même mesure, permettait d'éviter le dénombrement, toujours fort laborieux et souvent impossible, du nombre entier des franges comprises dans l'intervalle à mesurer, et de ramener à la précision, relativement facile à atteindre, de quelques microns, l'approximation nécessaire de la mesure préliminaire approchée de cet intervalle. En élargissant l'ingénieux procédé de Michelson, par l'emploi d'un plus grand nombre de radiations monochromatiques (8 à 10), j'ai pu supprimer la mesure annexe, ou plutôt la réduire à une simple évaluation immédiate, à 1 ou 2 millimètres près seulement.

Ce procédé avait été appliqué à de nombreuses déterminations de calibres industriels. Au moment de la mesure des quartz-témoins, il avait, de même, assuré sans difficulté la mesure des quartz de 10<sup>mm</sup> et de 20<sup>mm</sup>. L'insuccès de son application à de plus grandes dimensions fit rechercher si les rapports des longueurs d'onde que j'avais adoptées ne se trouvaient pas entachés d'erreur. C'est ainsi que je fus amené à entreprendre des comparaisons entre les longueurs d'ondes des radiations employées,

et celle de la raie rouge du cadmium prise comme référence. Ces comparaisons montrèrent non seulement que quelques-unes des valeurs des longueurs d'onde étaient sensiblement erronées, mais encore que la plupart d'entre elles semblaient varier, de façon plus ou moins visiblement périodique, avec la différence de marche.

La règle de composition graphique de Fresnel explique facilement ces variations par la complexité des raies spectrales, puisque le phénomène d'interférence résultant de plusieurs radiations élémentaires, à une différence de marche donnée, présente non seulement une amplitude (visibilité des interférences), mais aussi une phase (excédent fractionnaire observé), qui dépend à la fois des amplitudes et des phases de toutes les composantes, à cette différence de marche <sup>(1)</sup>. Cette particularité ne devait pas être un obstacle à l'application de la méthode qui vient d'être rappelée; seulement elle obligeait à exécuter au préalable une étude minutieuse de toutes les raies pour fixer les corrections nécessaires à leur emploi. Les résultats de cette étude ont conduit à l'établissement de courbes de correction telles que celles des figures 1 à 4 (p. 108 et 109), donnant, pour chacune, en abscisse la différence de marche, et en ordonnée l'écart, changé de signe, entre l'excédent fractionnaire *observé*, et l'excédent fractionnaire *calculé* au moyen de la longueur d'onde fixe admise jusqu'alors pour cette raie.

#### EXPÉRIENCES.

En 1922, une première étude avait porté seulement sur les raies que j'utilisais alors; la raie verte du cadmium (5086) de la lampe Michelson, les quatre raies les plus intenses du mercure (4358, 5461, 5770, 5791), cinq raies choisies parmi celles du néon (5852, 5882, 5945, 6096, 6402) dans une lampe observée « en bout » du tube capillaire, et deux raies verte et jaune du krypton (5570, 5871).

---

(1) Le remarquable observateur qu'est M. Michelson avait pu, rien que par l'estimation oculaire des variations du premier phénomène (visibilité des franges); tirer, sur la structure fine de quelques raies, des conclusions qui se sont trouvées bien vérifiées par la suite. Le second phénomène (écart de l'excédent fractionnaire), auquel je me suis adressé, est beaucoup plus laborieux à étudier; mais les résultats qu'il fournit sont issus de véritables mesures, et non pas seulement d'une appréciation, toujours un peu arbitraire.

En 1926, j'ai repris des expériences semblables. Outre les mêmes raies que la première fois, examinées plus en détail et avec plus de précision, j'ai étudié encore quelques raies du cadmium dans la lampe Hamy sans électrodes (4662, 5086, 5155, 6438), la raie bleue du mercure (4916), les raies les plus intenses de l'hélium (4471, 5016, 5876, 6678), observées tantôt « en bout » du tube capillaire, tantôt « en travers » de ce tube, trois raies du xénon (4624, 4671, 4734); de plus les mêmes raies du néon ont été observées non seulement « en bout », mais encore « en travers » du tube capillaire.

Ces études devant normalement faire intervenir la résultante totale de chaque raie complexe, j'ai renoncé aux interférences des lames semi-argentées Fabry-Perot, dont le pouvoir séparateur élevé, et d'ailleurs variable avec l'épaisseur d'argent, aurait distingué de façon un peu arbitraire telle ou telle composante plus ou moins écartée; et j'ai eu recours à l'interféromètre installé au Bureau international, en 1892, par M. A. A. Michelson, légèrement modifié en vue de la mesure des quartz-témoins. Les expériences ont donc consisté en des comparaisons exécutées entre les longueurs d'onde apparentes ou résultantes de chacune des raies étudiées, et celle de la raie rouge du cadmium de la lampe Michelson, admise comme simple et symétrique. Les deux miroirs de l'appareil étaient réglés au parallélisme optique; la mesure angulaire des anneaux, tels qu'ils apparaissaient dans une lunette à micromètre, tarée, visant à l'infini, donnait pour chaque radiation la valeur de l'excédent fractionnaire observé au centre, correspondant à la distance optique des miroirs. Les légères erreurs pouvant provenir, soit d'une différence de perte de phase avec dispersion résiduelle des couleurs, soit d'une variation de la distance des miroirs au cours d'une même expérience, ou encore des défauts de planitude ou de parallélisme de ces miroirs, étaient soigneusement éliminées par le mode opératoire. Les résultats étaient en outre affectés des légères corrections nécessaires pour la réduction aux conditions normales (air sec à 15° pression 760 mm):

*Sources lumineuses.* — Le courant à haute tension, utilisé pour l'alimentation des lampes à cadmium et à gaz rares, était un courant alternatif 50 périodes, donné par un transformateur branché sur le secteur, et capable de fournir une tension de 1000 à 3000 volts. Une résistance liquide, réglable entre 60 et 1200 mil-

liers d'ohms, permettait de modérer à volonté l'intensité du débit.

Pour la lampe à cadmium de référence, dont la raie rouge établissait l'étalon fondamental des longueurs d'ondes lumineuses, je me suis imposé de ne pas m'écarter des conditions d'émission observées par MM. Benoit-Fabry-Pérot, lors de leurs comparaisons avec le Mètre : lampe Michelson à électrodes d'aluminium, telle qu'elle est décrite par son auteur (1), chauffée vers 300°, dans une étuve électrique, illuminée par courant alternatif à haute tension, de fréquence industrielle, et observée « en bout » du tube capillaire, sélection de la raie rouge obtenue par des filtres absorbants.

En vue de parer à la courte durée de fonctionnement habituelle des lampes Michelson, celles-ci étaient reliées, par un tube à robinet, avec une pompe à mercure ancienne du type Alvergniat à soupape, munie d'un dispositif spécial composé d'un réservoir dont le volume était réglé par un niveau de mercure et d'une jauge de Mac Leod. J'ai tout d'abord recherché pour la raie rouge les conditions de visibilité les plus favorables à la différence de marche de 200<sup>mm</sup>; j'ai trouvé qu'elles sont voisines des suivantes : température 320°, pression 1<sup>mm</sup> de mercure, intensité du courant 3 milliampères, avec de larges limites de tolérance. La tension aux bornes de la lampe, mesurée à l'électromètre, est alors de 400 à 600 volts.

Les lampes à cadmium du type Hamy étaient conformes aux indications données en détail par leur auteur (2); pendant leur fonctionnement, elles restaient à une température comprise entre 295° et 300°; l'intensité du courant était maintenue à 3 ou 4 milliampères. Au cours de leur formation, elles avaient été soigneusement purgées d'air par un séjour d'une demi-heure sous le vide entre 350° et 450°. Un certain nombre de lampes faites d'un verre de composition récente ont donné lieu à des anomalies par suite de la conductibilité électrique trop grande de ce verre à haute température; les autres, après quelques instants de formation sous la décharge, ont pu s'établir à un régime assez stable sous

---

(1) MICHELSON (A. A.), *Détermination expérimentale de la valeur du Mètre en longueurs d'ondes lumineuses* (*Travaux et Mémoires du Bureau international*, t. XI, 1894, p. 34).

(2) HAMY, *Les radiations du cadmium émises par des tubes à vide sans électrodes intérieures* (*Revue d'Optique*, t. III, 1924, p. 488).

la tension de 1800 à 2000 V aux bornes; elles étaient observées en bout de leur tube capillaire.

Les lampes à néon et celles à hélium, construites par les Établissements Georges Claude, étaient semblables, composées de deux ampoules sphériques de 6<sup>cm</sup> de diamètre reliées par un tube axial de 3 à 4<sup>mm</sup> de diamètre intérieur et de 8<sup>cm</sup> de longueur avec grosses électrodes creuses de cuivre rouge, disposées latéralement; le gaz y était renfermé sous la pression de 5<sup>mm</sup>; l'intensité du courant et la tension aux bornes étaient de 20 à 30 mA, 700 V pour le néon, 15 à 25 mA, 1100 V pour l'hélium.

Les lampes à krypton et à xénon, de forme identique, avaient été établies spécialement par M. Lepape; elles étaient composées d'un tube capillaire d'une longueur de 6<sup>cm</sup> et d'un diamètre intérieur de 2<sup>mm</sup> environ, reliant les deux ampoules cylindriques qui contenaient les électrodes latérales en tube de cuivre; la pression du gaz était de 4<sup>mm</sup>; l'intensité et la tension aux bornes de 1 à 2 mA, 850 V pour le krypton, 2 à 3 mA, 1100 V pour le xénon. Les lampes à krypton et à xénon s'observaient en bout du tube capillaire (1).

Les lampes à mercure Cooper Hewitt, formées d'un tube de verre de 50<sup>cm</sup> de long et de 25<sup>mm</sup> de diamètre intérieur environ, émettaient le faisceau lumineux en travers de ce tube vers le milieu de sa longueur; elles marchaient à l'intensité de 3 à 3,5 A, sur un courant continu de 85 V, avec interposition d'une résistance.

#### RÉSULTATS.

*Cadmium.* — Dans les lampes Hamy, j'ai pu observer, lorsqu'elles sont parfaitement purgées d'air et, que la tension aux bornes s'élève, par suite, vers 1800 et 2000 V, un renversement faible, mais net, de la raie rouge, ainsi que l'établit la courbe de correction de la figure 1 (p. 108); on voit que l'écart des composantes est de 0,013 UA. Je suis d'ailleurs arrivé à obtenir le même phénomène de renversement, quoique à un degré moindre, dans une lampe Michelson, dont le vide a été poussé, puis constam-

---

(1) Quelques comparaisons exécutées, à diverses différences de marche, entre une lampe à krypton observée « en bout » et une autre semblable observée « en travers », n'ont fait ressortir aucune divergence; on peut employer ces lampes indifféremment dans n'importe quelle position.

ment entretenu par la pompe; à mesure que la pression a baissé, la tension aux bornes s'élevant, le spectre s'est transformé en celui de la lampe Hamy; et, à une pression inférieure à celle qui était mesurable à la jauge, évaluée à quelques centièmes de millimètres, j'ai pu observer, à 240<sup>mm</sup> de différence de marche, un dédoublement, net encore, mais un peu moins accentué que celui de la lampe Hamy. D'ailleurs, dans les deux lampes, le renversement est à peu près symétrique; quelles que soient les conditions de l'émission, le centre de gravité de la raie demeure sensiblement le même, et, au-dessous de 140<sup>mm</sup>, il semble impossible de déceler le dédoublement.

La valeur 5085,8220 UA que j'avais attribuée en 1922 à la *raie verte* de la lampe Michelson a été confirmée récemment, à très peu près, par des expériences faites à la Reichsanstalt, qui ont donné 5085,8222; un satellite très faible connu donne à la courbe de correction une légère et lente oscillation à différence de marche croissante, de part et d'autre de la droite correspondant à cette valeur de la longueur d'onde; l'écart de l'ordre d'interférence observé ne dépasse jamais 0,05.

Cette même raie dans la lampe Hamy est plus complexe, ainsi que l'avait déjà montré, en 1904, l'analyse détaillée de M. Ch. Fabry (1). Elle n'est utilisable en métrologie que jusqu'à 60<sup>mm</sup>, et avec des écarts qui atteignent 0,07.

Pour la *raie verte* 5155, assez intense dans la lampe Hamy, la longueur d'onde 5154,6589 donnée par son auteur, s'est trouvée confirmée, jusqu'aux plus grandes différences de marche observées (202<sup>mm</sup>). Cette raie est une des mieux monochromatiques qui aient été étudiées. Toutefois on pourrait, dans la répartition des points autour de la droite correspondant à cette valeur, remarquer une vague allure sinusoïdale, qui serait peut-être l'indice d'un satellite extrêmement faible situé à + 0,05 UA; l'existence en demeure d'ailleurs incertaine, les écarts des points par rapport à la droite restant toujours au-dessous des erreurs possibles d'observation. Cette raie n'est pas renversée comme la raie rouge.

La longueur d'onde 4662,3512 UA de la *raie indigo* de la

---

(1) FABRY (Ch.), *Sur les raies satellites dans le spectre du cadmium* (Comptes rendus, t. CXXXVIII, 1904, p. 854).

lampe Hamy est également confirmée, mais avec une précision peu élevée à cause de la faible sensibilité de l'œil dans cette région du spectre.

*Mercure.* — En raison de leur complexité, les raies du mercure verte et jaunes sont négligées par les métrologistes. C'est bien à tort; elles ont au plus haut degré des qualités très importantes : leur commodité de production, leur intensité, et surtout la finesse de leurs radiations élémentaires (1), qui leur assure, à des différences de marche très élevées, une visibilité supérieure à celle du rouge du cadmium. Leur emploi exige seulement une étude préalable, comme celle dont il est rendu compte ici, donnant, à toute différence de marche, la correction qui doit leur être appliquée.

La raie verte 5461, spécialement intense et bien isolée dans le spectre, est aussi tout particulièrement complexe, ainsi que le met en évidence le graphique de la figure 3 (p. 109). Le nombre des composantes est sans doute trop considérable pour que cette courbe seule permette de distinguer chacune d'elles; elles ont d'ailleurs été déterminées par de nombreux physiciens. On voit du moins sur cette courbe qu'aucune des composantes ne domine fortement toutes les autres; et si j'ai été amené à admettre comme longueur d'onde la valeur 5460,7430 UA plutôt qu'une autre (par exemple, 5460,746 admise auparavant), c'est qu'avec cette nouvelle valeur les corrections restent négligeables (inférieures à 0,05) jusqu'à la différence de marche de 45<sup>mm</sup>. La courbe, très contournée, est néanmoins continue, sauf en un point, entre 186,5 et 188<sup>mm</sup>,5, où les interférences sont invisibles. Elle est utilisable à toute différence de marche, avec une précision un peu moindre seulement, lorsque sa tangente est très inclinée; d'ailleurs, à une forte pente de la courbe correspond une visibilité faible des interférences.

La raie jaune 5791 donne une courbe caractéristique, représentée sur la figure 3 (p. 109). On y reconnaît que la longueur d'onde admise précédemment 5790,6600 UA est trop faible, et que celle

---

(1) Cette dernière qualité n'existe, bien entendu, que dans les lampes à régime peu poussé, comme celles qui ont été utilisées à ces expériences. Toutes les lampes à mercure à grand éclat, en particulier les lampes en quartz à forte pression, ont des raies très larges.

de la radiation principale doit être 5790,6638 UA, droite autour de laquelle la courbe serpente en des oscillations légèrement irrégulières et d'amplitude croissante, dues aux deux satellites connus les plus intenses, à peu près symétriques  $+0,13$  et  $-0,12$  UA; la courbe de correction est indispensable dans l'emploi de cette raie; car, même en admettant la nouvelle valeur de la longueur d'onde, les écarts dépassent parfois 0,1.

Avec la seconde *raie jaune* 5770, qui a une constitution analogue, les oscillations plus longues et beaucoup moins accentuées sont aussi dues à deux satellites d'amplitude voisine et disposés à peu près symétriquement, dont les effets se neutralisent approximativement jusqu'à 90<sup>mm</sup>. La longueur d'onde de la composante principale est encore un peu plus forte que celle qui était considérée antérieurement comme la plus probable: 5769,5996 au lieu de 5769,5980 UA.

La *raie indigo* 4358, bien plus complexe encore que la précédente, ne laisse plus d'interférences visibles au-dessus de 95<sup>mm</sup>; elle est utilisable en métrologie jusqu'à 50<sup>mm</sup>, et encore avec des écarts qui approchent de 0,1 par rapport à l'excédent fractionnaire de l'ordre d'interférence calculé avec la longueur d'onde 4358,325 UA, donnée autrefois par Michelson, et qui est la plus favorable.

La *raie bleue* 4916, moins intense que la précédente, est beaucoup mieux monochromatique; la longueur d'onde admise jusqu'ici, 4916,051, est trop courte d'une quantité notable; l'inclinaison de la courbe de correction, sensiblement rectiligne (satellites très faibles), qu'elle donne, conduit à la valeur 4916,0686 UA. Avec cette longueur d'onde, les écarts ne dépassent qu'exceptionnellement 0,05 dans tout l'intervalle de 0 à 200<sup>mm</sup>.

*Hélium.* — Dans l'hélium, en raison de la faible masse atomique de ce gaz, les radiations sont larges, au point de ne donner des interférences visibles qu'au-dessous de 70<sup>mm</sup>. Les quatre raies que j'ai étudiées sont fortement renversées quand elles sont observées « en bout » du tube capillaire.

La *raie jaune* très intense 5876 peut, lorsqu'elle est observée *en travers*, être à la rigueur employée en métrologie jusqu'à 40<sup>mm</sup> avec la longueur d'onde moyenne 5875,623 UA, qui est approxi-

mativement celle de la radiation principale; mais des écarts atteignant 0,15 sont causés par la présence de la deuxième composante assez éloignée. A 50<sup>mm</sup>, saut brusque de la courbe de correction (0,5), dénotant un dédoublement à peu près symétrique de la composante principale, à l'intervalle de 0,03 UA; j'ai indiqué que ce n'était pas là le triplet, qui, avant les expériences récentes de M. Hansen (1) et de M. Houston (2) dans l'air liquide, avait été recherché par analogie avec les alcalino-terreux, mais seulement un renversement spontané, variable avec l'intensité du courant.

Prise dans le faisceau émis *en bout* du tube capillaire, cette même raie est tout à fait impropre aux usages métrologiques; il n'a guère été possible d'établir une courbe de correction continue, qui aurait exigé un nombre d'expériences trop considérable.

La raie verte 5016 émise *en travers* paraît simple et non renversée; elle peut être utilisée en métrologie jusqu'à 70<sup>mm</sup> sans correction, avec la valeur 5015,679 UA plutôt que 5015,675 donnée en 1918 par le Bureau of Standards (3).

Émise *en bout*, elle est renversée à peu près symétriquement avec l'intervalle de 0,03 UA entre les composantes du dédoublement.

De même, la raie rouge 6678, observée *en travers*, est assez bien monochromatique et, avec la longueur d'onde 6678,152 UA (plutôt que 6678,149), elle est utilisable sans correction jusqu'à 50<sup>mm</sup>.

Observée *en bout*, elle est aussi renversée symétriquement; et l'intervalle du dédoublement a été trouvé égal à 0,06 UA.

Peu intense pour l'œil, la raie indigo 4471 est utilisable cependant pour les mesures jusqu'à 30<sup>mm</sup>; avec la longueur d'onde 4471,477 UA (valeur proposée précédemment par M. Merrill), les corrections ne dépassent pas 0,06 lorsqu'elle est observée *en travers*. Mais lorsqu'elle est prise *en bout*, il y a des écarts

(1) HANSEN (G.), *Hyperfine structure in the neon spectrum* (*Nature*, t. CXIX, 1927, p. 237).

(2) HOUSTON (W. V.), *The fine structure of the helium arc spectrum* (*Proc. Nat. Acad. Sciences U. S. A.*, t. XIII, 1927, p. 91).

(3) MERRILL (P. W.), *Wave lengths of the stronger lines in the helium spectrum* (*Bull. Bur. Standards*, t. XIV, 1918, p. 162).

considérables, vraisemblablement dus à des phénomènes de renversement.

*Néon.* — Dans le néon, les radiations sont plus fines, et donnent des interférences jusqu'au delà de  $200^{\text{mm}}$ . Les courbes des cinq raies étudiées font encore ressortir une différence considérable suivant que la lampe est observée « en bout » du tube axial ou « en travers ». Dans le premier cas, ces raies sont fortement renversées, l'une des composantes du dédoublement, celle de plus courte longueur d'onde, étant elle-même complexe, ou du moins plus étalée, ainsi que l'ont montré de façon détaillée les expériences de MM. Buisson et Jausseran <sup>(1)</sup>. Dans le deuxième cas, contrairement à l'opinion exprimée par différents auteurs, toutes ces raies, sauf peut-être la raie 5852, présentent un minimum d'intensité vers la région centrale, vraisemblablement attribuable à un très faible renversement spontané; au-dessus de  $70^{\text{mm}}$ , l'allure que prennent ces courbes, nettement différentes de droites, est le signe d'une variation de la longueur d'onde apparente avec la différence de marche. Le graphique de la figure 4 est un exemple concluant à ce double point de vue.

La raie rouge 6402 est connue pour l'ampleur particulière de son renversement; la distance des maxima s'élève, pour la lampe observée *en bout*, à 0,058 UA, et pour la lampe observée *en travers* à 0,03 UA. La longueur d'onde initiale est dans le premier cas 6402,246 UA, valeur qu'elle conserve seulement jusqu'à  $20^{\text{mm}}$ ; de zéro la correction passe brusquement à la valeur  $+ 0,46$ , qu'elle garde jusqu'à  $100^{\text{mm}}$ ; elle est ensuite de  $- 0,17$  entre 110 et  $160^{\text{mm}}$ , et enfin de  $+ 0,27$  entre 180 et  $202^{\text{mm}}$ . Dans le deuxième cas, la longueur d'onde apparente initiale 6402,244 UA reste admissible, sans correction appréciable, jusqu'à  $45^{\text{mm}}$ .

La courbe de correction de la raie rouge 6096 émise *en travers* est donnée (*fig. 2*, p. 108) comme exemple des raies du néon. Au saut brusque de la correction vers  $150^{\text{mm}}$ , on reconnaît un très faible renversement, les maxima étant à l'intervalle de 0,013 UA; et la courbure vers le haut de la première branche montre une modification lente de la longueur d'onde résultant

---

(1) BUISSON (H.) et JAUSSERAN (C.), *Sur le renversement spontané des raies du néon* (*Revue d'Optique*, t. V, 1926, p. 149).

tante, de 6096,161 UA à très petite différence de marche jusqu'à 6096,169 UA au moment de la disparition des franges.

Vue *en bout*, elle présente un renversement très accusé, la distance des maxima atteignant 0,036 UA.

Il est à remarquer que le renversement de cette raie ( $s_4 p_1$ ) est beaucoup plus accentué que ne le ferait prévoir son absorption d'après M. Meissner.

Les raies *orangée* 5945 et *jaune* 5882 donnent des courbes tout à fait analogues à la précédente, mais avec un renversement un peu moins sensible. Les longueurs d'onde apparentes à très petites différences de marche sont respectivement : pour l'observation *en travers*, 5944,833 et 5881,895 UA, et pour l'observation *en bout*, 5944,830 et 5881,891 UA.

Pour la raie *jaune* la plus intense 5852, la courbe de correction, dans le cas de l'observation *en bout*, est peu différente encore de celle des précédentes dans les mêmes conditions; elle indique seulement un renversement beaucoup moindre; la longueur d'onde de départ est 5852,484 UA. Par contre, dans le cas de l'observation *en travers*, on ne remarque qu'une légère oscillation autour de la droite correspondant à la longueur d'onde 5852,4888 UA, qui est très voisine de la valeur donnée autrefois par M. Merrill; cette oscillation indiquerait un satellite très faible accompagnant cette radiation principale à la distance de — 0,026 UA, sans indication de renversement, autre que la disparition des interférences dès 160<sup>mm</sup>.

*Krypton.* — Pour les longueurs d'onde des raies *verte* 5570 et *jaune* 5871, j'avais donné en 1922 les valeurs 5570,2892 et 5870,9154 UA; la longueur d'onde de la raie *jaune*, mesurée récemment à la Reichsanstalt, s'est trouvée bien confirmée, à deux unités près du dernier chiffre inscrit. J'avais signalé, outre les raies déjà connues 5562 et 5880, deux autres raies très faibles et également très voisines des raies ci-dessus; une nouvelle détermination rapide des longueurs d'onde de toutes ces raies parasites, exécutée par l'observation, à l'interféromètre Fabry-Perot, des discordances avec leurs voisines plus intenses, a donné

5562,220,    5580,34,    5866,76,    5879,87 UA.

*Xénon.* — Par sa forte masse atomique, le xénon faisait

espérer une finesse très grande dans ses radiations. Les quelques raies que j'ai choisies, parmi les plus favorables à première vue, n'ont pas répondu à l'attente; elles sont ou complexes ou trop rapprochées d'autres raies, et peu intenses, se trouvant situées dans une région du spectre à laquelle l'œil n'est plus bien sensible. Les observations n'ont pu dépasser la différence de marche de  $100^{\text{mm}}$ . Elles ont seulement confirmé, sans grande précision, les longueurs d'onde

4624,275,    4671,225,    4734,154 UA

données par M. Meggers (1).

#### QUELQUES EXPÉRIENCES ANNEXES SUR LA RAIE ÉTALON.

*Intensité du courant d'excitation.* — J'ai exécuté, en mars 1927, quelques expériences visant l'influence de l'intensité du courant, entre 1 et 5 milliampères, sur la longueur d'onde de la raie rouge de la lampe Michelson. Dans ce cas particulièrement favorable, des mêmes anneaux, produits par la même radiation émanée de la même source lumineuse, et pointés alternativement aussitôt dans les deux conditions à étudier, les comparaisons de longueurs d'onde peuvent atteindre un très haut degré de précision (de l'ordre de  $1 \cdot 10^{-8}$  dans la moyenne). Elles n'ont, somme toute, donné qu'un résultat négatif. Les écarts  $dp$  toujours très petits, des ordres d'interférence  $p$  ont été observés dans les deux sens, pour des différences de marche comprises entre 160 et  $208^{\text{mm}}$ ; et l'écart relatif moyen  $\frac{dp}{p} = 5 \cdot 10^{-9}$ , qui indiquerait une longueur d'onde plus grande pour l'intensité de 5 milliampères, est en réalité très inférieur à l'erreur possible finale d'observation (erreur probable  $1 \cdot 10^{-8}$ ).

*Courant d'excitation continu ou alternatif.* — Ayant appris que la Reichsanstalt illuminait ses lampes Michelson par courant continu, j'ai voulu vérifier que ce mode d'excitation ne pouvait

---

(1) MEGGERS (W. F.), *Interference measurements in the spectra of argon, krypton and xenon* (Bull. Bur. Standards, t. XVII, 1921, p. 202).

pas modifier de façon dangereuse la longueur d'onde. Les comparaisons entreprises à cet effet, en août 1927, à des différences de marche comprises entre 170 et 200<sup>mm</sup>, ont donné des écarts dans les deux sens, toujours très faibles, et comme résultats moyens, par rapport à l'excitation en courant alternatif habituel :

$\frac{dp}{p} = + 13.10^{-9}$  pour la lampe en courant continu observée du côté de l'électrode positive (le signe + indiquerait une longueur d'onde plus grande);

$\frac{dp}{p} = - 3.10^{-9}$  pour la lampe à courant continu observée du côté de l'électrode négative.

Dans les trois cas l'intensité efficace du courant était maintenue à 3 mA.

*Filtre sélectif.* — Toute raie ayant une largeur finie, la pente de la courbe du pouvoir transmissif, en fonction de la longueur d'onde, du filtre employé à sélectionner cette raie, a une influence sur la longueur d'onde résultante. Mais il est facile de se rendre compte par les chiffres, qu'avec une raie fine, comme la raie rouge du cadmium, et avec les filtres courants, l'influence doit être d'un ordre beaucoup plus petit que toute quantité mesurable. Il faudrait, pour exercer un effet appréciable, une sorte de discontinuité brusque, bien improbable dans le pouvoir transmissif du filtre. Il n'était pas mauvais de vérifier, à ce point de vue, le filtre employé dans toutes les opérations métrologiques.

Les expériences ont consisté encore en des comparaisons de longueur d'onde exécutées avec trois combinaisons différentes de filtres, dont le pouvoir transmissif  $t$  était variable avec la longueur d'onde  $\lambda$ , de telle sorte que le rapport  $\frac{dt}{d\lambda}$  était, pour la première — 0,0002 par angström, pour la deuxième 0,0000, et, pour la troisième (qui n'était autre que le filtre habituellement utilisé) + 0,0013.

Les écarts moyens par rapport à la seconde combinaison ont été bien inférieurs à l'erreur possible d'observation; pour la troisième combinaison même, l'écart moyen s'est trouvé en sens inverse de l'influence prévue.

*Exemples de courbes de correction.* — En abscisse, différence de marche dans l'air; en ordonnée, correction nécessaire pour réduire un excédent fractionnaire observé, à la valeur calculée au moyen de la longueur d'onde notée sur l'axe des  $x$ . Les chiffres inscrits au-dessus des points figuratifs des résultats expriment la visibilité des interférences évaluée arbitrairement de 0 à 10; tout chiffre inférieur à 3 indique des observations plus ou moins douteuses.

○ Résultats 1922. ● Résultats 1926, un peu plus précis.

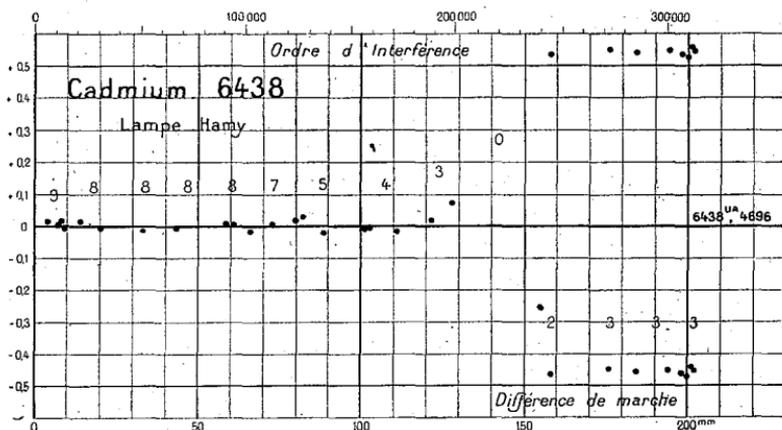


Fig. 1. — Cadmium rouge 6438, dans la lampe Hamy.

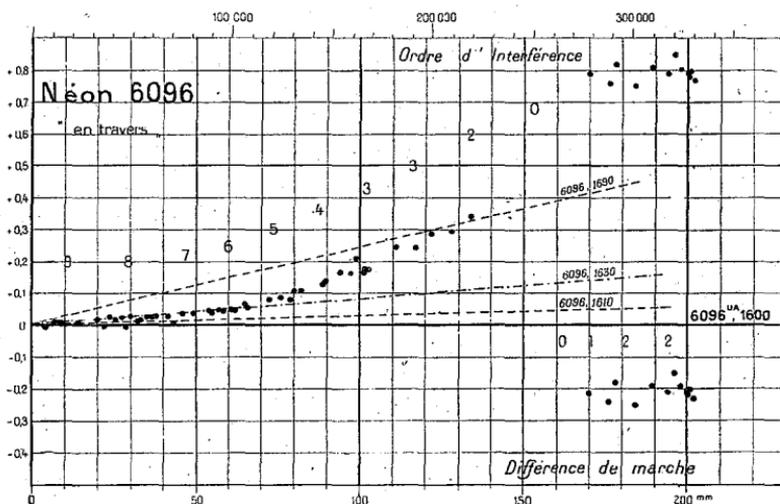


Fig. 2. — Néon rouge 6096, observé « en travers » du tube capillaire.

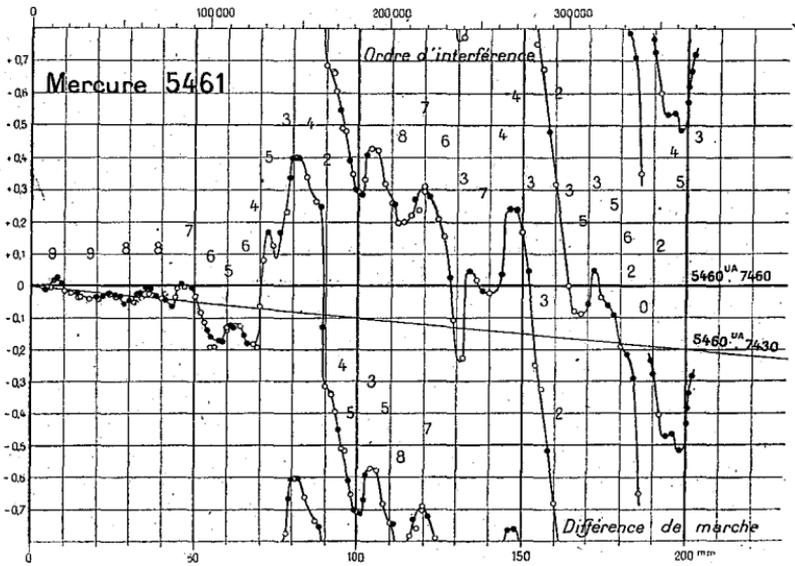


Fig. 3. — Mercure vert 5461.

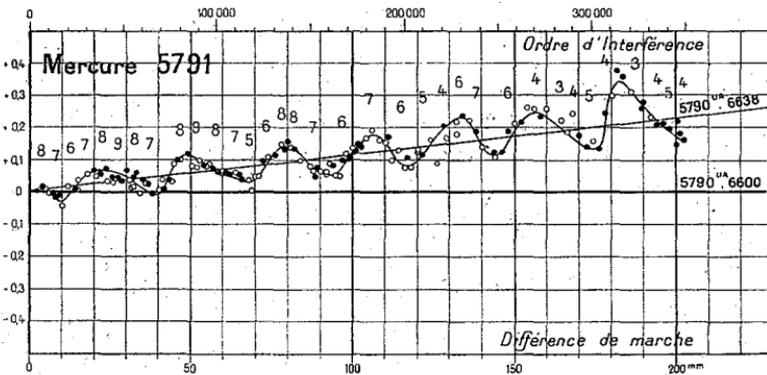


Fig. 4. — Mercure jaune 5791.

# NOTICE NÉCROLOGIQUE

---

## ERNEST PASQUIER<sup>(1)</sup>

Le 6 avril 1926, Ernest Pasquier mourait à Louvain. Au commencement de 1924, avait été solennellement célébré dans cette ville le cinquantenaire de son professorat à l'Université catholique, où il avait été chargé de l'enseignement de la Mécanique appliquée, à l'âge de 24 ans.

Né à Fleurus en Belgique, le 20 octobre 1849, il fit de brillantes études universitaires, et fréquenta l'École Normale des Sciences, annexée à l'Université de Gand, et qui représentait en Belgique à peu près l'équivalent de l'École Normale supérieure de Paris. Gradué en lettres, Pasquier couronna le cycle de son instruction par le diplôme de docteur ès sciences physiques et mathématiques.

Durant les hivers de 1871 à 1873, il suivit à la Sorbonne et au Collège de France les cours de Serret, Briot, Hermite, Puiseux. L'été de 1872, il fut à Göttingen l'élève de Clebsch et de Klein. Enfin, il passa l'été de 1873 à Giessen, où il travailla avec P. Gordan, le collaborateur de Clebsch.

C'est à son retour que les autorités de l'Université catholique de Louvain lui confièrent, dans les Écoles spéciales nouvellement créées, l'enseignement de la Mécanique appliquée, de l'Astronomie et de la Géodésie.

Plus tard, il échangea ces cours contre ceux de la Mécanique céleste et de l'Astronomie, sciences vers lesquelles l'inclinait plutôt la tournure de son esprit, naturellement attiré vers les spéculations théoriques.

C'est surtout à l'Astronomie qu'il devait consacrer le persévérant effort de son inlassable activité. On ne lui doit pas moins d'une soixantaine de travaux concernant cette science et la Mécanique.

---

(1) Cette Notice a été rédigée en majeure partie en utilisant la documentation rassemblée par M. G. Lecoïnte, directeur de l'Observatoire d'Uccle.

Dès le début de sa carrière de professeur, Ernest Pasquier eut l'occasion de faire apprécier sa perspicacité.

Après avoir, pendant les années 1874-1876, suivi spécialement G. Zeuner dans la partie de son cours de Mécanique appliquée relative à la Thermodynamique, il constata que les expériences, particulièrement celles des deux Alsaciens Hirn et Hallauer, ne confirment pas l'hypothèse de Zeuner et celle de beaucoup d'autres auteurs, d'après laquelle on peut toujours, dans les cylindres de machines à vapeur réelles, calculer le travail de la détente en admettant que celle-ci soit adiabatique. Les expériences fournissant des résultats en contradiction avec cette hypothèse théorique généralement admise jusqu'à cette époque, Ernest Pasquier a publié de 1879 à 1882 une série d'articles sur cette question fondamentale au point de vue technique. Piqué au vif, Zeuner fit une réponse qui elle-même, amena des ripostes de Hirn et de Pasquier.

Enseignant l'Astronomie mathématique en même temps que la Mécanique appliquée, Ernest Pasquier s'attacha ensuite à la traduction française de l'ouvrage d'Astronomie le plus important de l'époque, le tome I du *Lehrbuch der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten*, d'Oppolzer, ouvrage dont la seconde édition venait de paraître. Cette traduction, qui l'emporte sur l'édition allemande à divers points de vue, fut présentée en 1886, à peu près en même temps à l'Institut de France par Tisserand, à l'Académie des Sciences de Vienne par Oppolzer, et à l'Académie royale de Belgique par Folie.

De son côté, Radau publia dans le *Bulletin astronomique* une analyse détaillée et très élogieuse de la publication de Pasquier, et Vicaire en fit autant dans la *Revue des Questions scientifiques*. Radau fit cependant des réserves, et Vicaire exprima des regrets au sujet de l'empressement avec lequel Pasquier, d'accord avec Oppolzer et conformément aux vœux du Congrès de Washington, avait adopté le méridien initial. Il est permis de croire que, si Vicaire et Radau avait vécu jusqu'en 1911, au lieu d'exprimer des réserves ou des regrets à Pasquier, ils l'auraient plutôt félicité d'avoir, sous ce rapport, précédé de vingt ans les décisions de la Conférence des Éphémérides.

Ernest Pasquier ne se borna pas à prôner le méridien de Greenwich dans les calculs astronomiques; il estima que, dans l'intérêt de la facilité des relations des peuples, il y avait lieu de

l'adopter aussi dans la vie civile par l'introduction du système des fuseaux horaires. En conséquence, à partir de 1889, il publia brochure sur brochure en faveur de ce système, qui devint légal en Belgique en 1892 et en France en 1911.

En 1900, Ernest Pasquier reçut du Gouvernement belge la mission de se rendre à Munich à une réunion de savants allemands qui devaient discuter la délicate question de la décimalisation du temps et de la circonférence. Le résultat de sa mission et de ses études personnelles fut consigné dans un rapport, qu'il publia sous forme d'un article, avec l'en-tête : *De la décimalisation du temps et de la circonférence*. Dans ce travail, Pasquier exprime l'avis que si, dans les calculs, on veut à la fois bénéficier des avantages de la décimalisation et faciliter la comparaison avec des résultats anciens ou nouveaux, établis dans le système duodécimal (comparaison qui doit se présenter par exemple en Astronomie), le mieux est de conserver le degré et le diviser décimalement. Comme il l'a fait remarquer, ce procédé a été préconisé par divers savants, et l'on possède des tables logarithmiques basées sur cette division.

Dans le but de réduire au minimum la besogne mécanique de cette nombreuse classe de travailleurs qui ont à faire des calculs longs et fastidieux et ne comportant pas une très grande précision, comme c'est souvent le cas dans l'art de l'ingénieur, Pasquier se fit le propagateur des procédés nomographiques, qui doivent tant à M. Maurice d'Ocagne.

En 1899, il publia un article intitulé *De la Nomographie et de la nécessité de l'introduire dans l'enseignement*, et, sur sa demande, un cours sur cette matière, le premier du monde, fut la même année professé à l'Université de Louvain.

Peu de temps après, en 1902, les expériences du pendule de Foucault étaient reprises au Panthéon. A cette occasion, dans une séance solennelle, Camille Flammarion fit un discours où il exprima l'avis ordinaire au sujet de ces expériences, à savoir qu'elles prouvent incontestablement la rotation de la terre. Tout en reconnaissant que l'hypothèse de l'existence simultanée de la gravitation universelle et de la rotation terrestre est de beaucoup la plus simple, et que cette hypothèse doit en conséquence être maintenue, Pasquier estime que, si l'on se place au point de vue de la rigueur, il y a lieu d'être d'une opinion différente; après Mach, Poincaré, Duhem et d'autres autorités scientifiques, il

estime que, des seules expériences du pendule de Foucault, on n'est pas en droit de conclure rigoureusement à la rotation de notre globe, pas même à la rotation relative (par rapport aux étoiles). Cette manière de voir amena une polémique entre Pasquier d'une part, Anspach, Stevart et Flammarion d'autre part.

On sait que les passages de Vénus sur le Soleil constituaient encore il y a quarante-cinq ans et moins, l'un des phénomènes célestes les plus précieux pour une détermination précise de la parallaxe solaire, et par suite, grâce aux lois de Kepler, pour une détermination des distances des diverses planètes au Soleil. Seulement ces phénomènes sont très rares, puisque les deux derniers ont eu lieu en 1874 et 1882, et qu'il n'y en aura plus avant l'an 2004. Ernest Pasquier s'est occupé entre 1874 et 1882 de ces passages, puis plus tard, de travaux relatifs au calcul des éclipses et à la chronologie.

Ernest Pasquier a publié en deux volumes son cours de Mécanique analytique. Dans ce cours, l'auteur s'attache surtout à préciser le sens des notions fondamentales, de manière que les définitions données à l'origine soient suffisamment générales pour pouvoir ultérieurement être maintenues, ou aisément étendues à des cas plus complexes. A ce point de vue, le *Traité de Physique* de Chwolson constate que Pasquier a été l'un des premiers à donner de la masse une définition suffisamment générale pour qu'elle puisse être appliquée aux cas considérés en physique moderne, où la masse est fonction de la vitesse.

Professeur de Mécanique céleste, Ernest Pasquier publia en 1911 un important travail, dans lequel il a fait un exposé très complet du phénomène de la variation de la latitude et des déviations journalières de la verticale, sous l'action attractive de la Lune et du Soleil. Il a donné un historique de la question et l'indication des résultats acquis à la fin de l'année 1911.

Les études d'Ernest Pasquier, sa situation de Président de la Commission consultative belge des Poids et Mesures et du Conseil scientifique de l'Observatoire de Belgique, le désignaient tout naturellement pour remplir la fonction de membre du Comité international des Poids et Mesures, lorsque le roulement admis permit d'offrir dans ce Comité un siège à la Belgique.

Élu en 1919, Pasquier manifesta toujours le plus vif intérêt pour les travaux du Bureau. L'extension des attributions de

notre Institution lui tenait grandement à cœur. Il fut un fervent partisan de l'introduction des unités électriques dans le domaine de nos recherches. Malgré le mauvais état de sa santé, en particulier de sa vue, son énergie ne se démentit pas un instant, et, très peu de temps avant sa mort, il donnait encore, en intervenant auprès de son Gouvernement d'une façon efficace, un témoignage du souci qu'il avait de la prospérité du Bureau. Le Comité international perd en lui plus qu'un Collègue érudit, sympathique et cordial : un ami dévoué et agissant de notre œuvre.

C'est qu'Ernest Pasquier se donnait complètement aux tâches qu'il avait accepté de remplir.

Lors de la célébration de son cinquantenaire universitaire, ses anciens élèves lui apportèrent avec ferveur le témoignage de leur reconnaissance. Comme l'a remarqué éloquemment son Collègue, M. de la Vallée Poussin, dans un discours prononcé à ses obsèques, « Ernest Pasquier avait été un *maître* dans toute la plénitude de ce beau mot. Il consacrait à ses fonctions, non seulement son temps et son intelligence, mais son cœur avec un infatigable dévouement. Jamais il n'oubliait ses élèves. Il les suivait dans leur carrière, longtemps après leur sortie de l'Université, s'intéressant à leurs succès, s'attristant de leurs ennuis, et saisissant avec bonheur l'occasion de leur être utile ».

Ces solides qualités qui faisaient apprécier Ernest Pasquier dans toutes les fonctions qu'il remplit au cours de sa longue et consciencieuse carrière, scientifique et pédagogique, rendent plus amers les regrets qu'éprouve le Comité international d'avoir conservé si peu de temps dans son sein un Collègue aussi activement dévoué et d'un aussi agréable commerce. Pendant sept ans seulement, il fut des nôtres ; mais ces sept ans lui ont permis de marquer profondément sa place, et de tracer un large sillon dans le champ de la métrologie. Son souvenir défie l'oubli.

---

### ADDITION.

Le Comité, dans sa dernière séance, ayant chargé son bureau de faire voter après la clôture de la session et par correspondance tous ses membres sur l'augmentation de 125 000 à 150 000 francs-or de la dotation annuelle du Bureau, M. le Président les invita par circulaire à y procéder.

Les votes ainsi obtenus, de tous les membres, autorisent unanimement à établir les contributions des États et le budget du Bureau, pour les deux années 1928 et 1929, qui nous séparent de la prochaine session du Comité, sur la base de 150 000 francs-or par an. Le budget a donc été fixé comme suit :

#### *Budget pour 1928 et 1929.*

	Francs-or.
<b>A. Personnel.</b>	
Directeur.....	18 000
3 adjoints.....	25 000
3 assistants.....	15 000
1 archiviste-comptable.....	5 000
1 secrétaire-dactylographe.....	3 000
2 calculateurs.....	4 500
1 mécanicien.....	3 000
2 garçons de bureau.....	4 800
Indemnités diverses.....	3 655
<b>B. Indemnité du Secrétaire.....</b>	<b>3 000</b>
<b>C. Frais généraux d'administration.</b>	
Supplément pour les retraites.....	400
Entretien des bâtiments.....	5 000
Machines et instruments, frais d'atelier et de laboratoire.....	4 000
Frais de chauffage et d'éclairage.....	5 000
Primes d'assurance.....	600
Bibliothèque.....	1 600
Frais d'impression et de publications.....	6 000
	8.

Frais de bureau et secrétariat.....	1 000
Installations et travaux.....	5 000
Divers et imprévus.....	5 000
Déplacements.....	5 000
Travaux urgents de réparation.....	8 000
Somme réservée.....	<u>18 445</u>
Total.....	150 000

La somme réservée de 18 445<sup>fr</sup> renferme en soi, non seulement la réserve réglementaire du Bureau, mais aussi la réserve extraordinaire destinée à faire face à une partie des dépenses exceptionnelles résultant de l'entrée en activité des nouvelles attributions du Bureau.

*Le Secrétaire ad interim,*  
LOUIS DE BODOLA.

*Le Président,*  
VITO VOLTERRA.

M. Isaachsen, à cause de sa santé, n'ayant pas pu assister aux séances du Comité, le Président a prié M. de Bodola de fonctionner comme Secrétaire pendant la session du Comité, et ultérieurement pour la rédaction du Rapport financier et pour ses travaux préparatoires.

*Le Président,*  
VITO VOLTERRA.

---

# TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Liste des Membres du Comité.....	V
Liste du personnel du Bureau.....	VII
<b>Procès-verbaux des séances de l'année 1927.....</b>	<b>1-94</b>
<i>Procès-verbal de la première séance, du 20 septembre 1927.....</i>	<i>1-40</i>
Ouverture de la session.....	1
M. Isaachsen a été nommé secrétaire intérimaire du Comité; comme il n'est pas encore arrivé à Paris, M. de Bodola le remplace.....	2
Commémoration d'Ernest Pasquier et d'Ivar Fredholm.....	2
<i>Rapport au Comité international sur la gestion du Bureau pendant la période comprise entre le 1<sup>er</sup> septembre 1925 et le 31 août 1927.....</i>	<i>3-40</i>
Généralités; don fait par M. Samuel-W. Stratton et quelques amis.....	3
<b>I. — Personnel.....</b>	<b>4-5</b>
M. Huetz a pris sa retraite, et a été remplacé par M. René Hanocq. M. Julien Jeannot remplacé par M. Henri Moreau. M <sup>lle</sup> Becker, aujourd'hui M <sup>me</sup> Claude Babolat, a repris son service. M. Nussberger participe temporairement aux travaux du Bureau.....	4-5
<b>II. — Bâtiments.....</b>	<b>5</b>
Réfection des cheminées; réparations nécessaires.	5
<b>III. — Machines et Instruments.....</b>	<b>5-9</b>
Modifications au comparateur à dilatation.....	5-6
Lampes pour mesures interférentielles; emploi du krypton. Appareil pour la détermination des calibres. Appareil pour l'argenture par pulvérisation cathodique. Quartz envoyé par M. A.-R. Conti,	

	Pages.
ambassadeur de France au Brésil. Appareil photographique.....	6-8.
Achèvement de la base murale. Comparaison des bases de divers pays.....	8-9
Transformateurs.....	9
IV. — <i>Travaux</i> .....	9-30
Publications : Achèvement du Tome XVII des Travaux et Mémoires, contenant : <i>Recherches métrologiques sur les aciers au nickel</i> , par Ch.-Éd. Guillaume; <i>Action du silicium sur la dilatabilité de l'invar</i> , par Ch. Volet; <i>Recherches expérimentales sur les alliages de fer, de nickel et de chrome</i> , par P. Chevenard; <i>Études sur les étalons à bouts plans</i> , par A. Pérard et L. Maudet.....	9-14
<i>Notice sur le Bureau international</i> .....	14
<i>La Création du Bureau international des Poids et Mesures et son œuvre</i> , comprenant : <i>Introduction historique</i> , par D. Isaachsen; <i>L'Œuvre du Bureau international</i> , par Ch.-Éd. Guillaume; <i>Les idées actuelles sur la définition de l'unité de longueur</i> , par A. Pérard; <i>L'invariabilité de l'unité de masse assurée par le kilogramme prototype</i> , par L. Maudet; <i>Quelques propriétés métrologiques des laitons</i> , par Ch. Volet; <i>Documents divers</i> , par L. Reverchon.....	14
Préparation d'une Conférence Thermométrique par l'exposé de MM. W.-H. Keesom et W. Tuyn : <i>L'échelle du thermomètre à gaz</i> .....	14-15
Dilatabilité des prototypes. Tous les prototypes de la même coulée possèdent la même dilatabilité.....	15-19
Mesure des quartz-étalons au moyen de diverses radiations. Indice de réfraction du quartz. Détermination de la valeur apparente des longueurs d'onde des raies ayant des satellites. Conductibilité de certains verres employés pour les lampes.	19-22
Mesure de la base; sa dilatation. Mesure de diverses règles et broches. Pesée de kilogrammes en baros. Recherches sur la variabilité de masse du baros, et expériences sur un kilogramme en platine iridié.....	22-26

	Pages.
Montage et réglage du nouveau comparateur à dilatation, et dilatabilité de diverses règles. Photographie des mouches des règles principales. Stabilité des laitons.....	26
Mesures au comparateur et études thermométriques.	26-27
Certificats, rapports et notes d'étude.....	28-30
V. — <i>Comptes</i> .....	31-40
1. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.....	31-32
2. — Frais des étalons et témoins internationaux.	32
3. — Frais annuels.....	32
4. — Caisse de Secours et de Retraites.....	33
5. — Fonds de réserve.....	33-34
Tableaux résumant les divers comptes...	35-38
Examen de ces tableaux et bilan.....	38-40
Nomination de deux Commissions... ..	40
<i>Procès-verbal de la deuxième séance, du 23 septembre 1927</i> .....	41-71
<i>Rapport sur la gestion du Bureau du Comité pour la période comprise entre le 1<sup>er</sup> septembre 1925 et le 31 août 1927</i> .....	42-57
Rapports financiers sur les exercices de 1925 et 1926 et sur les exercices de 1926 et 1927.....	42-53
Adhésion de l'État libre d'Irlande à la Convention du Mètre.....	53-55
Initiative prise par le Gouvernement français pour obtenir le versement des contributions en francs-or.....	55
Tableau des versements effectués de 1922 à 1926..	56
Ratification de la Convention du 6 octobre 1921.	57
Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, et approbation.....	58
Premier Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux. Publications. Délai de six mois pour le dépôt des vœux à présenter aux Conférences générales. Dilatabilité des mètres prototypes en platine iridié. Remarques de M. Tanakadate sur le même sujet. Appareil pour la mesure des bases, et organisation de la	

comparaison des bases murales. Définition du Mètre proposée par la Légation de la République d'Autriche à Paris. Propositions de la délégation mexicaine. Propositions du Bureau of Standards concernant les longueurs d'onde étalons; proposition tendant à unifier la valeur relative du Yard et du Mètre dans tous les pays anglo-saxons; recommandations concernant la température de définition des étalons à bouts. Certificats du Bureau.....	58-71
<i>Procès-verbal de la troisième séance, du 29 septembre 1927</i> .....	72-78
M. de Bodola remplit les fonctions de secrétaire. Les délégués des États-Unis et de la Grande-Bretagne reconnaissent qu'ils ne peuvent pas s'entendre sur une valeur commune du Yard. Température d'ajustage des étalons à bouts, et nomination d'une Commission de cinq membres.	72-74
Dotation du Bureau.....	74-75
Institution d'un Comité Consultatif d'Électricité..	75-76
Discussion sur l'adoption d'une échelle internationale de température.....	76-78
Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances.....	78
<i>Procès-verbal de la quatrième séance, du 3 octobre 1927</i> .....	79-82
Prototypes de Roumanie restés dans l'U. R. S. S....	79-80
Dotation du Bureau.....	80-82
<i>Procès-verbal de la cinquième séance, du 8 octobre 1927</i> .....	83-94
M. Volterra est élu président du Comité; M. Isaachsen est élu secrétaire.....	83
Constitution du Comité Consultatif d'Électricité; de la Commission chargée de discuter la question de la température d'ajustage des étalons; d'une Commission chargée de présenter au Comité des suggestions administratives ou techniques.....	84-85
Reprise de la discussion concernant les étalons roumains.....	85-86
Dotation du Bureau et budget.....	86-87
Examen détaillé des besoins du Bureau.....	88-93

	Pages.
Décision concernant les retraités.....	93
Décision concernant l'indemnité du secrétaire....	93-94
Approbation du procès-verbal de la cinquième séance de la Conférence générale.....	94
Clôture de la session.....	94
<i>Annexes aux Procès-verbaux</i> .....	95-114
Étude de diverses radiations lumineuses en vue de leurs applications métrologiques, par A. Pérard.	95-109
<i>Notice nécrologique</i> : Ernest Pasquier.....	109-114
<i>Addition</i> .....	115-116
Vote par correspondance et Budget du Bureau pour 1928 et 1929.....	115-116

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

