

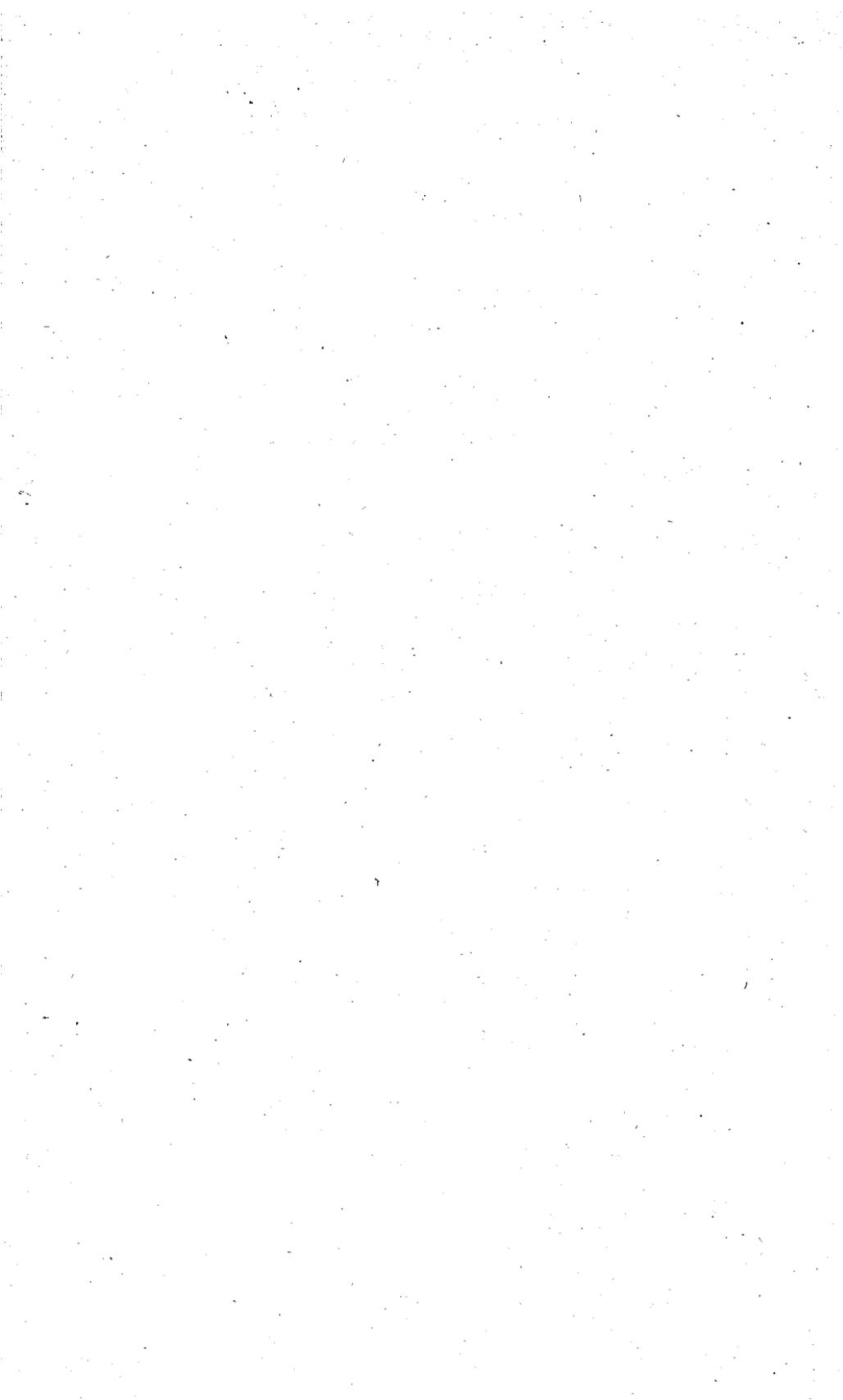
COMITÉ CONSULTATIF D'ÉLECTRICITÉ

RAPPORT,

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES DE 1928

ET

ANNEXES.



LISTE DES MEMBRES

DU

COMITÉ CONSULTATIF D'ÉLECTRICITÉ

Président :

M. le Sénateur V. VOLTERRA, Président du Comité international des Poids et Mesures.

Président délégué :

M. PAUL JANET, Directeur du Laboratoire central d'Électricité.

Membres :

Pour la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, *Berlin* :

M. le Professeur VON STEINWEHR, Membre de la Reichsanstalt.

Pour le Bureau of Standards, *Washington* : M. le

D^r GEORGE K. BURGESS, Directeur du Bureau of Standards.

Pour le National Physical Laboratory, *Teddington* : M. le

D^r D. W. DYE, Assistant au National Physical Laboratory.

Pour le Laboratoire central d'Électricité, *Paris* : M. R.

JOUAUST, Sous-Directeur du Laboratoire.

Pour le Laboratoire Électrotechnique de l'École Royale d'Ingénieurs, *Rome* : M. le Professeur L. LOMBARDI, Directeur du Laboratoire.

Pour le Laboratoire Électrotechnique, *Tokyo* : M. SEIKICHI JIMBO, Assistant au Laboratoire.

Pour la Chambre centrale des Poids et Mesures, *Lenin-grad* : M. le Professeur D. KONOVALOV, Président de la Chambre centrale.

Pour le Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres* : M. CH.-ÉD. GUILLAUME, Directeur du Bureau.

Experts :

M. F. MALIKOV, Sous-Directeur de la Chambre centrale, Adjoint au professeur Konovalov.

M^{me} A. FOEHRINGER, de l'Observatoire Géophysique de Leningrad, Adjoint au Professeur Konovalov.

Invités :

M. J. BLONDIN, Directeur de la *Revue générale de l'Électricité, Paris*.

M. A. PÉRARD, Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres*.

M. L. MAUDET, Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres*.

M. C. VOLET, Adjoint au Bureau international des Poids et Mesures, *Sèvres*.

COMITE CONSULTATIF D'ÉLECTRICITÉ

SESSION DE 1928

PREMIER RAPPORT

DU COMITÉ CONSULTATIF D'ÉLECTRICITÉ
AU COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES,

par M. George K. BURGESS, Rapporteur.

Le Comité international des Poids et Mesures a adopté, le 4 octobre 1927, la proposition suivante ratifiée par la Septième Conférence.

« 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 consultatif sera limité à dix 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 consultatif d'Électricité sera pris parmi les membres du Comité international, et désigné par lui.

» Les Mémoires présentés par la Délégation britannique et par la Délégation des États-Unis sont renvoyés à l'examen du Comité consultatif d'Électricité.

» Un rapport sur ce sujet devra être présenté au plus tard le 1^{er} mars 1929. »

En accord avec les termes de cette résolution, les six laboratoires nationaux désignés par le Comité international ont nommé les représentants suivants :

Pour la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Berlin :
M. le professeur von Steinwehr, Membre de la Reichsanstalt.

Pour le Bureau of Standards, Washington : M. le D^r George K. Burgess, Directeur du Bureau of Standards.

Pour le Laboratoire central d'Électricité, Paris : M. R. Jouaust, Sous-Directeur du Laboratoire.

Pour le National Physical Laboratory, Teddington :
M. le D^r W. Dye, Assistant au National Physical Laboratory.

Pour le Laboratoire électrotechnique, Tokyo : M. Seikichi Jimbo, assistant au Laboratoire.

Pour la Chambre centrale des Poids et Mesures, Leningrad :
M. le professeur D. Konovalov, Président de la Chambre centrale.

Deux membres ont été élus à titre nominatif : M. le professeur L. Lombardi, Directeur du Laboratoire électrotechnique de l'École royale d'Ingénieurs, Rome, et M. Ch.-Éd. Guillaume, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, Sèvres.

Aux termes de la résolution, il reste deux places à remplir par le Comité international. M. Volterra, comme Président de ce Comité, a gracieusement consenti à

présider nos séances, et il a rendu de grands services en dirigeant nos délibérations sur les questions générales; tandis que M. Paul Janet, comme Président délégué, a contribué, de la façon la plus efficace, au progrès des questions techniques présentées devant le Comité.

On verra, par les Procès-Verbaux ci-joints, que le Comité s'est réuni à Sévres le 20 novembre, et à Paris les 21 et 22 novembre 1928.

Le Comité désire exprimer sa gratitude pour l'hospitalité que lui ont offerte le Bureau international des Poids et Mesures et le Laboratoire central d'Électricité, ainsi que pour la coopération donnée par les membres de ces deux Institutions. Il ne peut omettre de mentionner les précieux services de M^{me} Foehringer, secrétaire du Comité.

Assistaient aussi aux séances du Comité M. Malikov, Sous-Directeur de la Chambre centrale des Poids et Mesures de l'U. R. S. S., à Leningrad; MM. Pérard, Maudet et Volet, Adjointes au Bureau international des Poids et Mesures, et M. Blondin, Directeur de la *Revue générale de l'Électricité*, à Paris.

Sur la proposition de M. Volterra, le Comité a été très heureux de prier MM. W. Jaeger et F. E. Smith, membres du Comité technique international qui s'est réuni à Washington en 1910, de prendre part aux travaux futurs du Comité, au titre de Membres d'honneur, assurant ainsi la liaison avec ceux projetés par la Conférence de Londres de 1908:

L'excellent compte rendu donné dans les Procès-Verbaux facilite la tâche du rapporteur pour les questions traitées dans les séances. De même, deux mémoires remarquables sur quelques problèmes techniques qu'avait à traiter le Comité, soumis d'avance par ses membres et distribués par les soins de M. Guillaume, rendent inutile ici la discussion de ces problèmes.

Les deux mémoires dont il est question ci-dessus ont été publiés en Annexes aux *Comptes rendus des Séances de la Septième Conférence générale des Poids et Mesures* réunie en 1927 (p. 90-93 et 102-108). D'autres, préparés pour la session du Comité consultatif, sont imprimés à la suite des Procès-Verbaux qui suivent ce rapport. Pour les questions de détail, on peut se référer à ces contributions, auxquelles le rapporteur n'a rien à ajouter. Son rapport est constitué par un résumé de la situation générale et des conclusions du Comité, avec mention des matières les plus importantes incluses dans les quelques mémoires qui lui ont été soumis.

L'opportunité et l'importance de ce projet du Comité international sont démontrées par le fait que les délégués ont bien voulu venir de pays lointains; tous les membres du Comité consultatif se sont trouvés réunis. Ses travaux ont été facilités par des réunions préliminaires des groupes nationaux intéressés aux problèmes électriques dans presque tous les pays représentés; les délégués se sont sentis de ce fait appuyés dans les positions qu'ils étaient préparés à maintenir.

Ajoutons que l'esprit cordial et les buts désintéressés du Comité sont nettement démontrés par cette circonstance heureuse que toutes les décisions à rapporter furent votées à l'unanimité.

Problèmes présentés au Comité consultatif. — L'étendue de la tâche assignée au Comité consultatif « de conseiller le Comité international des Poids et Mesures sur les questions relatives aux systèmes de mesure et aux étalons électriques » est si grande qu'elle ne pouvait évidemment pas être accomplie dans les quelques mois précédant la date fixée pour le premier rapport du Comité. Il parut certain qu'il faudrait des

années pour préciser tous les détails nécessaires à l'établissement initial d'un système satisfaisant de mesures.

En conséquence, le Comité consultatif est d'avis que ce premier rapport ne doit traiter que de deux problèmes généraux, savoir :

1° Les principes fondamentaux sur lesquels on peut baser le système des mesures électriques;

2° Un plan général pour l'emploi le plus efficace de l'outillage des établissements scientifiques adaptés à ce genre de travaux : Laboratoires nationaux de recherches et de vérification et Bureau international des Poids et Mesures.

Certaines propositions demandaient que les unités et étalons de lumière et de radio-fréquences fussent pris en considération. Sur l'avis de M. Volterra parlant comme Président du Comité international, on a estimé que la décision à prendre concernant ces sujets doit rester audit Comité, qui aura à décider si ces questions sont du domaine du Comité consultatif.

Systèmes d'unités. — Les valeurs des unités électriques internationales d'usage courant aujourd'hui, dérivées d'abord du système électromagnétique : centimètre-gramme-seconde, et actuellement définies par un système d'étalons arbitraires, sont indépendantes des unités fondamentales. Comme conséquence des erreurs expérimentales dans les dérivations originales, les unités électriques actuelles ne sont pas exactement d'accord avec lesdites unités.

Il est donc évident que dans les cas où la possibilité se présente de combiner les mesures électriques avec les mesures mécaniques et thermiques, on doit saisir l'occasion de faire disparaître les écarts qui existent entre les

deux systèmes. Un système unique est éminemment désirable.

Les raisons de cette unification des systèmes ont été clairement exprimées dans le rapport du *National Physical Laboratory Committee on Electrical Units and Standards*, signé de Sir Richard Glazebrook (pour les rapports cités, voir les Annexes). Les Comités analogues de la *Société française des Électriciens* et de l'*Associazione elettrotecnica italiana* sont arrivés aux mêmes conclusions que le Comité britannique. Aux États-Unis, non seulement un Comité consultatif spécial, constitué auprès du *Bureau of Standards*, a fortement appuyé la proposition que les unités électriques soient reliées aux unités absolues ou mécaniques, mais encore l'*American Institute of Electrical Engineers* a émis un vote formel en faveur de cette proposition. Le *Laboratoire électrotechnique* du Japon et la *Chambre centrale des Poids et Mesures de l'U. R. S. S.* sont également d'accord. Dans le rapport allemand on accepte la proposition de définir et contrôler les unités électriques par des mesures absolues, mais on y manifeste une préférence pour la conservation aussi exacte que possible des valeurs actuelles en usage pour les unités internationales, qu'il n'y a pas lieu de remplacer de façon à les mettre d'accord avec les unités mécaniques.

Le Comité se rend compte des perturbations qu'un changement, même minime, apporterait aux laboratoires se servant d'appareils ajustés avec une haute précision. Il a aussi reconnu les difficultés qui pourraient en résulter dans certains pays, où une base légale est établie pour les unités. Considérant, cependant, le fait que le système à adopter dès maintenant sera probablement conservé pendant une très longue durée, ou au moins que ce système devra être choisi dans ce but, le

Comité est d'avis que toute difficulté temporaire sera de peu de poids en comparaison des avantages permanents. Il a été ainsi amené à l'étude détaillée de l'état actuel du système international d'unités électriques en vigueur.

Les unités électriques actuelles. — Le système des unités et étalons électriques employés partout dans le monde aujourd'hui est le résultat d'un développement coordonné et logique, dans lequel on a combiné les contributions de plusieurs nations, de sorte que toutes emploient une base commune et toutes sont suffisamment d'accord. Une série de congrès internationaux ont pris part à ce développement, d'abord par l'établissement d'ententes sur les questions fondamentales, et en s'accordant sur des étalons pratiques que l'état de nos connaissances, à un moment donné, semblait désigner.

Il est remarquable que ces ententes internationales aient reconnu les unités fondamentales mécaniques comme base appropriée des unités électriques. Cependant, chaque congrès a senti la nécessité d'exprimer les valeurs des unités électriques en fonction d'étalons physiques, et chacun d'eux a pensé adopter des valeurs immuables.

La dernière de ces réunions était la Conférence internationale des Unités et Étalons électriques, tenue à Londres en 1908. Elle a institué un *Comité international des Unités et Étalons électriques*. On avait apparemment l'intention que ce Comité fût permanent, mais les circonstances mondiales l'ont rendu inactif pendant les dix années suivantes.

La Conférence de Londres a choisi comme base du système des unités, l'ohm et l'ampère; le premier a été défini par la résistance d'une colonne de mercure, le second par le courant qui déposerait de l'argent à une vitesse spécifiée, de façon que la colonne de mercure et

le voltamètre à argent (coulombmètre) devinssent la base du système international actuel.

Très sagement cependant, cette Conférence n'a pas compté sur ces décisions formelles comme suffisantes pour amener l'uniformité internationale des unités et étalons. Elle a pourvu aux étalons pratiques sous la forme de bobines de résistance en fils et de piles étalons pour lesquelles on pourrait établir des valeurs par entente internationale. De cette façon, la Conférence a inconsciemment préparé la voie à une méthode maintenant l'uniformité parmi les nations, méthode qu'on a trouvée supérieure à son propre plan, employant les ohms définis par des tubes à mercure et les voltamètres à argent.

Pour établir l'entente proposée sur les bobines de résistance et les éléments étalons, un Comité technique s'est réuni à Washington en 1910. Les représentants de la Physikalisch-Technische Reichsanstalt et du National Physical Laboratory y ont apporté des étalons de résistance, pour lesquels on avait obtenu des valeurs par comparaison avec des ohms à mercure. Ceux-ci se trouvaient presque d'accord, et leur valeur moyenne fut acceptée. Des voltamètres de ces deux laboratoires, ceux du Laboratoire central d'Électricité et du Bureau of Standards furent ensuite employés en commun afin de permettre de désigner par un nombre l'élément étalon moyen. Bien que ces voltamètres aient marqué des différences appréciables, les résultats furent suffisamment d'accord, et l'on adopta, comme valeur moyenne, 1,0183 volt pour la force électromotrice de l'élément normal Weston (saturé). Depuis cette époque, les valeurs ainsi établies pour l'ohm et le volt ont été maintenues par des méthodes diverses comme unités internationales, mais aucun pays n'a exécuté complètement le plan adopté formellement

par la Conférence de Londres. En particulier, tous les laboratoires nationaux se sont basés sur des bobines de résistance et des piles étalons pour conserver des valeurs constantes, au lieu de déterminer des valeurs précises de ces étalons par l'emploi des étalons primaires : la colonne de mercure et le voltamètre.

Conclusions sur le système des unités. — Depuis 1910, on a donc maintenu l'entente internationale par un système d'étalons secondaires. Ceux-ci n'ont pas été en réalité contrôlés par les étalons primaires nominalement adoptés. Ces derniers étaient supposés représenter les meilleures valeurs obtenues jusqu'à cette époque par des mesures absolues exprimées en unités de la longueur, de la masse et du temps. Depuis lors, on a accompli un tel progrès dans les mesures absolues, que leur exactitude pour la reproduction des valeurs semble rivaliser avec celle des étalons primaires arbitraires. Si, à l'avenir, des recherches confirment ce fait, il n'y aura plus de raison de conserver ces étalons arbitraires. La seule difficulté, en les rejetant pour accepter les unités absolues, est le fait que l'ohm et le volt, définis par ces étalons, ont une erreur de 1 sur 2000 environ. Il faudra par conséquent les modifier de cette quantité quand le système absolu sera mis en vigueur.

Eu égard à cette situation, le Comité consultatif a adopté les propositions suivantes :

« 1° Le Comité consultatif d'Électricité, institué auprès du Comité international des Poids et Mesures, considérant la grande importance qu'il y a à unifier les systèmes de mesures électriques sur une base dépourvue de tout caractère arbitraire, reconnaît dès sa première réunion que le système absolu, dérivé du système C. G. S., pourra être avec avantage substitué au système des unités

internationales pour toutes les déterminations scientifiques et industrielles, et décide d'en proposer l'adoption au Comité international des Poids et Mesures.

» 2° Le Comité consultatif d'Électricité, tout en reconnaissant les grands progrès déjà accomplis dans le domaine des mesures électriques de haute précision, ne croit cependant pas qu'il soit possible dès maintenant de fixer avec toute l'exactitude nécessaire, et dont ils sont susceptibles, les rapports qui existent entre les unités absolues dérivées du système C. G. S. et les unités internationales de courant, de force électromotrice et de résistance, telles qu'elles ont été définies par le Congrès international de Chicago en 1893 et la Conférence de Londres en 1908, et émet le vœu que des recherches soient poursuivies dans ce but dans les laboratoires convenablement outillés, suivant un programme préalablement étudié en accord avec le Comité consultatif d'Électricité. »

Rôle des laboratoires. — Le second problème, dont le Comité international est saisi, est de définir le rôle qui peut être le mieux rempli par les divers laboratoires dans l'exécution de son programme. Le Comité international ayant à diriger les travaux du Bureau international, le Comité consultatif a formulé et adopté la recommandation suivante concernant ce Bureau :

« Le Comité consultatif est d'avis que les fonctions qu'il est désirable de confier au Bureau international des Poids et Mesures en connexion avec les unités électriques soient d'établir :

» 1° Un secrétariat central pour organiser un échange systématique d'étalons et assurer la synthèse des résultats des comparaisons faites par les Laboratoires nationaux ;

» 2° Un laboratoire auquel les étalons matériels repré-

sentant les résultats obtenus dans divers pays pourront être apportés pour des comparaisons précises;

» 3° Un dépôt d'étalons de référence et d'étalons de travail, y compris les étalons d'inductance et de capacité, avec les installations nécessaires pour la comparaison d'autres étalons avec ceux du Bureau. »

Étant donné qu'il s'agit dans ces résolutions de trois fonctions distinctes du Bureau international, il en ressort pour les Laboratoires nationaux trois responsabilités définies comme suit :

1° Les Laboratoires nationaux doivent prendre part immédiatement à un échange des étalons afin de déterminer, de façon plus précise, les rapports existant parmi les étalons des différents pays. Il est désirable que ces comparaisons aient lieu dans un avenir rapproché, afin non seulement de favoriser l'uniformité des mesures pratiques, mais aussi de donner une base commune et précise pour les valeurs qui seront établies par le moyen des mesures absolues.

2° Chaque laboratoire possédant les moyens suffisants entreprendra des recherches sur quelque partie du programme nécessaire pour établir les unités en valeur absolue. Ce travail ne sera pas forcément limité aux Laboratoires nationaux puisque des déterminations faites dans d'autres laboratoires pourraient aussi être acceptées. Néanmoins, les ressources en personnel et en appareils, requises pour faire ce genre de recherches d'une façon satisfaisante, sont si considérables que la plus grande partie de ce travail doit être exécutée par les Laboratoires nationaux.

3° Les résultats de ces mesures absolues seront rassemblés pour servir de base à de nouvelles valeurs des étalons, et seront conservés dans les Laboratoires nationaux, aussi

bien qu'au Bureau international, jusqu'à l'époque éloignée où l'on pourrait se trouver encore dans la nécessité d'un ajustement nouveau par une entente générale.

Rôle du Comité international. — Si ce plan général est approuvé, le Comité international, sous l'autorité que lui donne la Conférence générale, aura la responsabilité de décider et de promulguer les valeurs à employer pour les étalons pratiques, et déterminera la date d'une révision nouvelle. A cet effet, et pour les dispositions des déterminations expérimentales et les analyses en résultant, le Comité consultatif pourra continuer à donner son avis au Comité international de par les fonctions que la Conférence générale lui a conférées.

On remarquera que le plan proposé n'envisage pas l'établissement, dans un seul laboratoire, d'étalons qu'on puisse considérer comme représentatifs des unités électriques ou comme ayant une autorité supérieure à celle des étalons d'autres laboratoires. Le point essentiel est que l'on considère les unités électriques comme secondaires, dans ce sens qu'elles dérivent des unités fondamentales de longueur, de masse et de temps. On sait que les étalons électriques changent plus ou moins dans le cours du temps. La déduction des valeurs exactes en partant des unités fondamentales, la conservation des étalons électriques au plus haut degré de précision possible, et le développement de moyens sûrs pour déterminer leur constance, sont des problèmes qui nécessitent les ressources combinées des meilleurs laboratoires du monde. Tandis qu'une partie de ce travail pourrait être entreprise sous les auspices du Comité international dans les laboratoires du Bureau international, le Comité et le Bureau pourront faire une œuvre plus utile en réunissant les résultats des travaux faits dans le monde entier. Par

suite de l'autorisation de coordonner les mesures électriques, le Comité international a pleins pouvoirs pour exécuter ce projet.

Échange des étalons. — Suivant le plan proposé, le transport fréquent des étalons électriques d'un pays à un autre joue un rôle important. Le transport est obligatoire pour la comparaison immédiate des valeurs des anciennes unités internationales aujourd'hui en vigueur. Cette condition existera aussi lorsque les résultats concernant les mesures absolues seront prêts pour leur comparaison; et celle-ci sera un élément permanent dans le maintien des valeurs uniformes. Il faudra transporter ces étalons non seulement au Bureau international et les ramener à leur origine, mais aussi d'un pays à l'autre. Le transport sans accident des étalons est dans tous les cas assez difficile; il a été rendu parfois plus malaisé par l'examen des appareils exigé par le Service des Douanes. Cet obstacle à l'échange des étalons est assez sérieux pour que le Comité consultatif ait eu à prendre la décision suivante dans l'espoir d'améliorer la situation :

« Le Comité consultatif d'Électricité, en raison des détériorations considérables que pourraient faire subir des visites douanières aux étalons de haute précision destinés aux comparaisons internationales, émet le vœu :

» 1° Que les différents États adhérents à la Convention du Mètre veuillent bien accorder des facilités particulières, pour le passage aux frontières, des colis accompagnés ou non, qui contiendraient des étalons;

» 2° Que le Comité international des Poids et Mesures fasse auprès des autorités compétentes les démarches nécessaires pour obtenir ces facilités. »

Conclusion. — Le Comité consultatif soumet à l'examen

du Comité international les trois propositions mentionnées ci-dessus, qui traitent respectivement :

- 1° du système des unités à adopter;
- 2° du rôle dévolu au Bureau international des Poids et Mesures;
- 3° de l'échange des étalons en vue des comparaisons internationales.

En même temps, il envisage avec plaisir le moment où le progrès des travaux proposés pour le Bureau international sera accéléré par l'heureuse combinaison d'un accroissement des fonds disponibles au Bureau, et d'une dotation de \$ 36 000 de l'*International Education Board* consacrée à la construction d'un nouveau bâtiment.

Le Comité consultatif est heureux de reconnaître l'entente cordiale qui s'est établie d'emblée parmi ses membres, ainsi que l'unanimité qui s'est révélée parmi les intérêts électriques du monde entier. Le Comité international est saisi du problème des unités et étalons électriques sous les auspices les plus favorables; le Comité consultatif espère que le plan général décrit ci-dessus, dont le détail est donné dans les annexes, sera approuvé, et il attend les décisions et les instructions du Comité international.

Ces jours derniers, nous avons appris la douloureuse nouvelle de la mort de notre très distingué Collègue, M. D. Konovalov, membre du Comité international. C'est avec le plus grand regret que nous enregistrons, dès le commencement de nos travaux, la perte d'un de nos membres les plus éminents qui a tant fait pour la métrologie et les sciences physiques. Il laisse vide une place difficile à remplir.

GEORGE K. BURGESS,
Rapporteur.

Washington, le 11 février 1929.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL,

Mardi 20 novembre 1928.

PRÉSIDENCE DE M. V. VOLTERRA, PUIS DE M. PAUL JANET.

Étaient présents :

MM. BURGESS, DYE, GUILLAUME, JIMBO, JOUAUST, KONOVALOV, LOMBARDI, VON STEINWEHR, membres du Comité consultatif.

Assistaient, en outre, à la séance, en qualité d'experts :
M. MALIKOV, M^{me} FOEHRINGER ;

En qualité d'invités : MM. BLONDIN, PÉRARD, MAUDET,
VOLET.

La séance est ouverte à 15^h 20^m.

M. V. VOLTERRA, Président du Comité international des Poids et Mesures, ouvre la séance en souhaitant la bienvenue aux membres présents et aux invités. Il exprime le désir que le Comité consultatif constitue une Commission permanente auprès du Comité international des Poids et Mesures. Il propose de nommer membres d'honneur deux travailleurs éminents dans le domaine des unités électriques, qui faisaient partie de la célèbre Commission Technique réunie à Washington en 1910 : M. W. Jaeger

et M. F. E. Smith. Il prie ensuite M. Janet de prendre la présidence des séances du Comité.

M. JANET, ayant accepté, rappelle l'origine du présent Comité. L'article 7 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, dit : « ... Elle (la Conférence générale) a pour mission de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du Système métrique, ainsi que de sanctionner les nouvelles déterminations métrologiques fondamentales qui auraient été faites dans l'intervalle de ses réunions. Elle reçoit le Rapport du Comité international sur les travaux accomplis... ». Deux rapports ont été présentés au Comité international : le *Memorandum de la Délégation britannique* et les *Recommandations soumises au nom du Bureau of Standards des États-Unis d'Amérique concernant les unités électriques*. Le Comité international, après une étude préliminaire, a transmis l'examen détaillé de ces documents à une réunion d'experts, qui a élaboré le projet suivant, présenté au Comité le 29 septembre 1927 par M. Janet, et adopté à l'unanimité :

« 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 consultatif sera limité à dix 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 consultatif d'Électricité sera pris parmi les membres du Comité international et désigné par lui.

« Les Mémoires présentés par la Délégation britannique et par la Délégation des États-Unis sont renvoyés à l'examen du Comité consultatif d'Électricité.

« Un rapport sur ce sujet devra être présenté au plus tard le 1^{er} mars 1929. »

Ces propositions ont été adoptées par la Septième Conférence générale dans sa quatrième séance de la session de 1927, tenue le mardi 4 octobre à Sèvres. Huit membres ont été élus : les représentants des Laboratoires nationaux et des Laboratoires électriques des États-Unis, d'Angleterre, d'Allemagne, de France, du Japon, de l'U. R. S. S.; deux à titre nominatif : M. Lombardi, Directeur du Laboratoire Électrotechnique de l'École d'Ingénieurs à Rome, et M. Ch.-Éd. Guillaume, Directeur du Bureau international. Deux places restent libres pour les nominations ultérieures.

M. V. Volterra, faisant partie du Comité *ex officio* comme Président du Comité international des Poids et Mesures, a délégué ses pouvoirs à M. Janet.

M. BURGESS appuie la proposition de M. Volterra, de nommer M. W. Jaeger et M. F. E. Smith Membres d'honneur du Comité actuel.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT propose de nommer M^{me} Foehringer Secrétaire des séances du Comité consultatif.

M^{me} FOEHRINGER accepte cette nomination.

M. le PRÉSIDENT, en résumant les communications qui ont été reçues des Laboratoires nationaux, soumet au Comité deux questions à étudier : 1^o les propositions des différents pays à propos des unités; 2^o le rôle du Bureau international dans l'exécution des projets. Il est nécessaire de décider quelles unités seront adoptées, internationales ou absolues, le volt et l'ohm internationaux étant un peu plus grands que les valeurs absolues.

La première question est mise en discussion.

M. BURGESS pense qu'il faudrait poursuivre les recherches et s'entendre pour passer aux unités absolues dès que la question sera suffisamment élucidée.

M. GUILLAUME fait une brève analyse des Rapports présentés au Comité; il constate que tous sont d'accord pour proposer le passage aux unités absolues aussitôt que possible, étant entendu que, par *unités absolues*, on désigne des unités toujours représentées par des étalons, mais qui seront, après une discussion approfondie des résultats, proposées à l'acceptation du Comité international, et qui, à toute époque, ou plus exactement pendant un certain nombre d'années, seront la représentation la plus parfaite que l'on connaisse des unités absolues théoriques.

Un seul Rapport, celui de la Reichsanstalt, émet quelques doutes à ce sujet, en raison de la confusion que le changement des étalons pourra faire naître, et qui pourra régner pendant quelque temps dans la science et la technique électriques.

M. JOUAUST trouve qu'au point de vue des législations une définition nette et invariable des unités est nécessaire, mais qu'au point de vue de la réalisation matérielle de ces unités pour les besoins de la pratique, il suffit d'une entente entre les divers organismes chargés de cette réalisation pour assurer entre ces unités pratiques et les unités théoriques et légales une concordance aussi parfaite que le permettent les progrès successifs de la technique.

M. BURGESS propose de ne pas envisager la question de législation. Le présent Comité doit discuter uniquement le point de vue scientifique.

M. VON STEINWEHR estime que les unités absolues doivent servir de base, mais qu'il serait suffisant de fixer le rapport entre les unités internationales et les unités abso-

lues, car l'adoption de ces dernières produirait un trouble assez considérable pendant les années de transition.

M. BURGESS rappelle que le changement de 1910 n'a produit aucune perturbation.

M. VON STEINWEHR se souvient, au contraire, qu'il a entraîné beaucoup d'inconvénients, même dans les travaux scientifiques.

M. LOMBARDI, tout en reconnaissant le bien-fondé de l'observation de M. Steinwehr, partage l'opinion de M. Burgess.

M. le PRÉSIDENT, résumant la discussion, constate que tous les membres du Comité sont d'accord pour ajourner le changement du système d'unités jusqu'à ce que l'on dispose de déterminations plus précises. Pour les détails techniques, le Comité consultatif aura à les envisager dans sa prochaine session.

La proposition est adoptée à l'unanimité.

M. GUILLAUME, à propos des étalons de résistance, rappelle de vieux souvenirs. En 1890, il a expérimenté sur des bobines en manganine, et, à cette époque, elles présentaient une hystérèse thermique bien observable. Il désire savoir si, aujourd'hui, on peut obtenir de la manganine parfaitement stable.

M. BURGESS répond par l'exemple des bobines du Bureau of Standards, qui existent depuis une vingtaine d'années. Dix bobines sur douze semblent ne pas avoir bougé.

M. le PRÉSIDENT passe à la deuxième question, concernant le rôle du Bureau international.

M. BURGESS, se basant sur les nombreuses comparaisons du Bureau of Standards et sur celles qui ont été faites

récemment avec les unités du Japon, insiste sur la nécessité d'exécuter autant d'opérations semblables que possible. Mais le transport si difficile des piles sera simplifié si les étalons sont apportés à Sèvres.

M. le PRÉSIDENT demande quelle est la meilleure méthode pour le transport des étalons.

M. BURGESS indique qu'il faut absolument les porter à la main, sans jamais abandonner le colis. Le transport provoque quelquefois des changements considérables, tandis que la précision relative de la conservation des résistances, par exemple, peut être, au laboratoire, d'un dix-millionième.

M. DYE demande si les échanges continueront quand il y aura un laboratoire à Sèvres.

M. BURGESS et M. JANET considèrent Sèvres comme un centre, mais les échanges entre les laboratoires pourront cependant continuer.

M. le PRÉSIDENT propose de prendre le rapport du Bureau of Standards comme base de la discussion sur les détails des comparaisons. Il prie M. Dye de présenter les résultats des comparaisons faites au National Physical Laboratory.

M. DYE n'a rien à ajouter; il peut confirmer le rapport du Bureau of Standards sur les valeurs obtenues des comparaisons, mais il estime qu'il est nécessaire d'établir aussi une circulation des étalons d'inductance et de capacité. Il remet à tous les membres de la Commission le texte du rapport du National Physical Laboratory contenant deux appendices sur la construction des piles étalons; le second appendice renferme des détails inédits sur les travaux de M. Smith.

M. LOMBARDI déclare qu'il est extrêmement difficile

d'établir un laboratoire de haute précision. Le Laboratoire de Sèvres ne pourra pas s'organiser très vite, mais il pourra effectuer les comparaisons internationales en se procurant les instruments et les étalons secondaires, et en engageant le personnel nécessaire. Ce dernier est la partie la plus difficile à obtenir, et il faut limiter le programme pour réussir.

M. GUILLAUME expose que les ressources financières du Bureau sont maintenant suffisantes pour permettre un accroissement du personnel; mais les nouveaux collaborateurs doivent être admis un à un pour s'adapter à l'esprit de la maison.

M. BURGESS attire l'attention du Comité sur la photométrie et la radiotélégraphie dont il était question l'année dernière.

M. JANET et M. VOLTERRA sont d'avis que ces deux questions sont en dehors de la compétence du présent Comité, au moins pour le moment.

M. LOMBARDI estime que la bougie internationale est maintenant représentée exclusivement par les unités électriques et qu'il serait très utile de s'en occuper.

M. VOLTERRA répond que cette question est du domaine du Comité international, et c'est à lui de décider si la photométrie doit entrer dans le ressort du nouveau Comité consultatif.

La séance est levée à 18^h 30^m.



PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

TENUE AU LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ

Mercredi 21 novembre 1928.

PRÉSIDENTICE DE M. P. JANET.

Étaient présents :

MM. BURGESS, DYE, GUILLAUME, JIMBO, JOUAUST, LOMBARDI, VON STEINWEHR, membres du Comité consultatif.

Assistaient en outre à la séance, en qualité d'experts :
M. MALIKOV, M^{me} FOEHRINGER.

En qualité d'invités : MM. PÉRARD, VOLET.

La séance est ouverte à 9^h 5^m.

Le procès-verbal de la première séance est lu et adopté après quelques remarques.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur le rôle du laboratoire international.

M. BURGESS prend la parole pour communiquer au Comité les propositions du Comité américain, qu'il avait convoqué pour examiner le statut actuel des mesures électriques. La première de ces propositions est la suivante :

« Que, dans l'opinion du Comité (américain), eu égard aux perfectionnements qui ont été obtenus dans les mesures absolues, les étalons électriques devraient, dans l'avenir, être basés sur le système absolu d'unités. »

Ce premier paragraphe des propositions américaines ramène l'assemblée à la discussion sur le système des unités électriques.

M. GUILLAUME se demande si l'on ne revient pas en arrière par rapport aux décisions de la Conférence de Londres.

M. BURGESS dit que la Conférence de Londres ne croyait pas qu'on pût faire les déterminations absolues avec la précision voulue. Depuis 1908, on a été surpris de constater que l'exactitude de ces déterminations est du même ordre que celle du maintien des unités du système international; or, les propositions de passer au système absolu ramènent au principe des décisions de la Conférence de 1908. M. Burgess pense que c'est au Comité consultatif de décider sur les écarts qui existent entre les étalons et les unités absolues.

M. VOLLET rappelle que les déterminations absolues demandent une quantité de mesures auxiliaires; elles seront rarement exécutées, et l'on sera forcé de se référer aux étalons, qui formeront un nouveau système.

M. BURGESS estime que les mesures absolues ont fait beaucoup de progrès, de sorte que, d'ici deux ou trois ans, on passera avec facilité à l'ohm et au volt absolus. Il n'y a pas à redouter la formation d'un nouveau système.

Les représentants du Japon et de l'U. R. S. S. demandent d'inclure leurs laboratoires nationaux dans la liste des laboratoires travaillant sur les unités absolues, la Chambre centrale ayant déjà commencé ses recherches, et le Japon ayant inscrit ces travaux à son programme.

M. JIMBO présente la proposition suivante :

« Pour obtenir l'uniformité des unités et l'acceptation des

unités absolues dans l'avenir, le Comité international des Poids et Mesures pourrait adopter ce qui suit :

» 1° Il est décidé d'organiser, dans les Laboratoires nationaux, des déterminations en valeur absolue des unités électriques et aussi la comparaison des étalons (bobines de résistance et pile au cadmium) représentant pour ces laboratoires les unités internationales.

» 2° A la suite de ces comparaisons, de prendre comme valeur légale celle des unités absolues au lieu de celle des unités internationales.

» 3° Le Bureau international des Poids et Mesures devra fonctionner comme un bureau central chargé de maintenir l'uniformité des unités entre les diverses nations par l'intercomparaison des étalons, d'établir des spécifications pour la reproduction des bobines de résistance et des éléments Weston au point de vue du matériel, de la forme, de la construction, de l'entretien et des conditions des mesures. »

M. LOMBARDI propose le texte d'une résolution, acceptant le système absolu.

M. le PRÉSIDENT fait remarquer qu'en se ralliant au texte de M. Lombardi, le Comité supprime les étalons matériels.

M. BURGESS répond que cette décision n'empêche pas d'utiliser les ohms à mercure comme étalons de travail, si on les préfère aux résistances métalliques.

M. le PRÉSIDENT est d'accord avec M. Burgess. Évidemment la question du passage aux unités absolues ne se poserait pas si l'ohm mercuriel était parfait.

M. GUILLAUME remarque que, cependant, le mercure a des isotopes et que, d'autre part, une couche d'humidité ou d'un gaz occlus d'un millième de micron, agirait sur la résistance d'une façon appréciable. Il faudrait nécessairement chauffer légèrement les tubes, qui seraient maintenus dans le vide ou dans l'air sec, et qui seraient remplis dans les mêmes conditions.

M. LOMBARDI propose le texte du second paragraphe de la résolution, concernant les rapports entre les unités absolues et les unités internationales.

MM. JOUAUST, BURGESS, GUILLAUME et PÉRARD discutent le texte du deuxième alinéa.

Le texte suivant des deux paragraphes est adopté à l'unanimité :

« 1^o Le Comité consultatif d'Électricité, institué auprès du Comité International des Poids et Mesures, considérant la grande importance qu'il y a à unifier les systèmes de mesures électriques sur une base dépourvue de tout caractère arbitraire, reconnaît dès sa première réunion que le système absolu, dérivé du système C. G. S., pourra être avec avantage substitué au système des unités internationales pour toutes les déterminations scientifiques et industrielles, et décide d'en proposer l'adoption au Comité international des Poids et Mesures.

» 2^o Le Comité consultatif d'Électricité, tout en reconnaissant les grands progrès déjà accomplis dans le domaine des mesures électriques de haute précision, ne croit cependant pas qu'il soit possible dès maintenant de fixer avec toute l'exactitude nécessaire, et dont ils sont susceptibles, les rapports qui existent entre les unités absolues dérivées du système C. G. S. et les unités internationales de courant, de force électromotrice et de résistance, telles qu'elles ont été définies par le Congrès international de Chicago en 1893 et la Conférence de Londres en 1908, et émet le vœu que des recherches soient poursuivies dans ce but dans les laboratoires convenablement outillés, suivant un programme préalablement étudié en accord avec le Comité consultatif d'Électricité.

M. DYE ajoute qu'il sera possible d'établir les relations en question dans un délai d'environ deux ans.

M. le PRÉSIDENT passe à la question concernant le rôle du laboratoire international.

M. BURGESS lit d'abord un extrait d'une lettre de M. Stratton, donnant son opinion :

« Je suis très satisfait de la résolution du Comité (américain)

relative aux unités absolues. C'est un point capital, et je crois qu'il obtiendra l'assentiment général.

» Dans la seconde résolution, le premier paragraphe comporte une clause très importante : le Bureau international doit servir de « station d'échange ». La clause du deuxième paragraphe concernant le laboratoire et son équipement comprend tout ce qui a été envisagé dans les règlements.

» Le troisième paragraphe concernant un dépôt est aussi une clause à mettre en conformité avec le paragraphe correspondant du Règlement.

» Il me semble que ces trois paragraphes répondent exactement aux desiderata. Nous avons toujours pensé que la plus grande partie des recherches fondamentales concernant les unités électriques sera faite dans les Laboratoires nationaux. »

Quant aux propositions du Comité américain concernant le rôle du Bureau international, elles sont énumérées ci-après :

« Dans l'opinion du Comité (américain) les fonctions qu'il est désirable de confier au Bureau international des Poids et Mesures en connexion avec les unités électriques; sont les suivantes :

» 1° Un secrétariat central pour organiser un échange systématique d'étalons et assurer la synthèse des résultats des comparaisons faites par les laboratoires nationaux;

» 2° Un laboratoire, auquel les étalons matériels représentant les résultats obtenus dans divers pays, pourront être apportés pour les comparaisons. »

M. GUILLAUME, à propos de la première proposition d'organiser la circulation des étalons, rappelle qu'en mars 1927, on avait essayé d'établir un roulement.

M. BURGESS confirme que la circulation doit être dans les mains du Bureau international, et que la plupart des comparaisons doivent être faites à Sèvres.

M. DYE répond qu'il est cependant nécessaire de continuer aussi l'échange entre les laboratoires; les échanges peuvent se faire par Sèvres, et les étalons doivent retourner par le même chemin. Telle était aussi l'opinion du Comité

anglais, dont le texte a été distribué aux membres. Voici l'extrait concernant la présente question :

« Les valeurs des unités électriques internationales ou absolues dérivent d'une définition et ne peuvent être réalisées et déterminées avec précision que par un laboratoire outillé spécialement dans ce but. Les valeurs ainsi obtenues par les différents laboratoires nationaux doivent cependant être comparées pour s'assurer de leur bonne concordance, et pour permettre de choisir une unité commune représentant la meilleure valeur moyenne résultant des différentes déterminations. Cette fonction de coordination et de comparaison a été dévolue, par la Septième Conférence, au Comité international et au Bureau international, appelés à agir suivant les suggestions du Comité consultatif. »

M. BURGESS précise que, s'il y a des recommandations à faire, on les transmettra au Comité consultatif. Les décisions importantes seront prises par le Comité international.

M. MALIKOV lit une proposition analogue de la Chambre centrale des Poids et Mesures :

« La conservation des étalons électriques internationaux, servant de base pour la comparaison des étalons nationaux, doit être confiée au Bureau international des Poids et Mesures.

» L'établissement de ces étalons internationaux doit être effectué par un travail de coopération du Bureau international des Poids et Mesures avec les Laboratoires métrologiques nationaux, où les recherches sur les unités et étalons électriques ont été faites. Les valeurs des unités électriques obtenues par ce travail seront attribuées aux étalons, qui doivent être déposés au Bureau international des Poids et Mesures comme étalons internationaux. Ceux-là garderont incontestablement leurs valeurs jusqu'au moment où le progrès de l'électrométrie exigera une révision de ces valeurs par une nouvelle coopération. »

M. LOMBARDI et M. BURGESS rappellent qu'il faut seulement maintenir la concordance entre les divers étalons, et qu'il ne faut pas qu'un nouvel étalon dérive des comparaisons.

M. MALIKOV demande quelles valeurs on donnera aux étalons des pays qui n'ont pas de laboratoire.

M. BURGESS estime qu'il faut donner une valeur moyenne entre celles des divers pays. Le Comité consultatif discutera de temps en temps les écarts des valeurs absolues.

M. VON STEINWEHR dit que, en ce qui concerne les valeurs pour les étalons des pays qui n'ont pas des unités de leurs propres laboratoires, il croit avoir compris que ces pays sont censés envoyer leurs étalons au Bureau international pour la détermination de leurs valeurs. Il considère qu'il serait préférable de donner au Bureau la possibilité de distribuer des étalons, parce qu'il s'agit non seulement des valeurs actuelles, mais d'une bonne constance, qui ne peut être garantie qu'après des observations prolongées.

M. GUILLAUME expose que, jusqu'ici, le Bureau international n'a pas distribué aux États d'étalons matériels, si l'on excepte la grande série des étalons de longueur et de masse qui leur ont été remis en 1889 et 1892. Mais ces étalons appartenaient jusqu'alors au Conservatoire national des Arts et Métiers, c'est-à-dire, en fait, au Gouvernement français. Assurément, depuis lors, le Bureau a fait une série de soixante-dix décimètres, qu'il a tenus à la disposition des Gouvernements qui voudraient en acquérir. Mais, pour les étalons électriques, il se demande si le Bureau peut être outillé pour les fournir, ou s'il ne ferait pas mieux de s'adresser à un constructeur.

M. JOUAST dit que, si l'on désire obtenir des étalons de force électromotrice invariables et bien concordants, il faut absolument les réaliser soi-même.

La séance est levée à 12^h.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

TENUE AU LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ

Jeu'di 22 novembre 1928.

PRÉSIDENCE DE M. P. JANET.

Étaient présents :

MM. VOLTERRA, BURGESS, DYE, GUILLAUME, JIMBO, JOUAUST, KONVALOV, LOMBARDI, VON STEINWEHR, membres du Comité consultatif.

Assistaient, en outre, à la séance, en qualité d'experts :
M. MALIKOV, M^{me} FOEHRINGER.

En qualité d'invités : MM. BLONDIN, PÉRARD, MAUDET, VOLET.

La séance est ouverte à 9^h 10^m.

Le procès-verbal de la séance du 21 novembre et le résumé de la discussion sur les questions techniques concernant les étalons électriques (p. 105), sont lus et adoptés après quelques modifications de forme.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur les propositions du Comité américain, consignées dans une lettre adressée par M. Burgess à M. Guillaume le 12 juillet 1928 et concernant les fonctions à confier au Bureau international.

« Que, dans l'opinion du Comité, les fonctions qu'il est dési-

nable de confier au Bureau international des Poids et Mesures en connexion avec les unités électriques, sont les suivantes :

» 1^o Un secrétariat central pour organiser un échange systématique d'étalons et assurer la synthèse des résultats des comparaisons faites par les laboratoires nationaux ;

» 2^o Un laboratoire auquel les étalons matériels représentant les résultats obtenus en divers pays pourront être apportés pour des comparaisons précises,

» 3^o Un dépôt pour les étalons de référence et des étalons de travail avec les installations nécessaires, de telle sorte que d'autres étalons puissent être comparés sur demande à ceux du Bureau. »

M. le PRÉSIDENT lit ensuite le paragraphe 6 de la lettre mentionnée ci-dessus, se référant à l'application possible aux unités électriques des articles 7 et 8 de la Convention du Mètre.

Il est évident que de semblables étalons et appareils, comme ils sont employés pour établir et conserver les valeurs des unités électriques, ont le caractère d'instruments de travail plutôt que de prototypes. Il serait tout à fait inutile de choisir certains d'entre eux et de les conserver dans un bureau central comme représentant en permanence les valeurs correctes. Même si les étalons actuels devaient être tellement perfectionnés que leurs valeurs soient constantes pendant une très longue durée, il serait mauvais en principe de les proposer comme prototypes indépendants des étalons fondamentaux. De plus, la confiance que l'on peut avoir dans les valeurs qui seront établies sur le statut international dépend forcément, dans une large mesure, des valeurs moyennes déduites de déterminations indépendantes faites dans divers Instituts plutôt que dans un seul. Tandis que ces conditions rendent impraticable l'exécution des termes littéraux de la Convention, le Comité international possède une autorité suffisante, donnée par l'article 7, pour répondre à tous les besoins dans un proche avenir.

Le travail de coordination par le Comité peut s'étendre sur une longue durée et obtenir pratiquement tous les résultats qui ont été prévus dans la révision de la Convention.

Dans cette œuvre, le Bureau international aura la possibilité de rendre des services d'une haute valeur.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion.

Au cours de cette discussion, la question a été posée de savoir comment il serait tenu compte des résultats, forcément différents, obtenus par divers laboratoires. M. BURGESS fait remarquer qu'un des rôles du Comité consultatif serait de discuter la précision des méthodes de mesure employées, et d'apprécier la valeur à attribuer à chaque résultat individuel.

M. LOMBARDI rédige un texte de propositions sur le rôle du Bureau international des Poids et Mesures, qu'il soumet à l'approbation du Comité.

M. DYE demande que les étalons d'inductance et de capacité soient visés dans cette proposition.

Finalement, le Comité adopte à l'unanimité les résolutions suivantes :

« Le Comité consultatif est d'avis que les fonctions qu'il est désirable de confier au Bureau international des Poids et Mesures en connexion avec les unités électriques, soient d'établir :

» 1° Un secrétariat central pour organiser un échange systématique d'étalons et assurer la synthèse des résultats des comparaisons faites par les Laboratoires nationaux;

» 2° Un laboratoire auquel les étalons matériels représentant les résultats obtenus dans divers pays pourront être apportés pour des comparaisons précises;

» 3° Un dépôt d'étalons de référence et d'étalons de travail, y compris les étalons d'inductance et de capacité, avec les installations nécessaires pour la comparaison d'autres étalons avec ceux du Bureau »

Le Comité consultatif d'Électricité adopte à l'unanimité les résolutions ci-dessus.

MM. BURGESS et DYE expriment le désir de fixer un programme de circulation des étalons de différents pays et émettent le vœu que le Bureau international commence les comparaisons dès maintenant.

M. GUILLAUME expose qu'un agrandissement considérable des laboratoires est prévu pour les travaux électriques. L'aide de l'*International Education Board* a été sollicitée pour cela; mais le Représentant du *Board* pour l'Europe, le D^r Augustus Trowbridge, a estimé qu'une subvention serait inutile tant que la dotation ne permettrait pas au Bureau de subsister et d'étendre son activité. Il a donc fallu attendre les décisions de la Conférence de 1927, qui ont relevé sensiblement la dotation du Bureau, et l'ont mis à même d'accroître le personnel et d'envisager de nouvelles dépenses.

Aussitôt que le Bureau a été mis en possession des ressources assurées par la nouvelle dotation, les plans d'un agrandissement ont été faits et un devis a été établi. Muni de ces documents, on a pu donner à l'*International Education Board* des indications précises sur la subvention qu'il conviendrait de prévoir. Mais le Conseil du *Board* ne se réunit qu'à la fin de novembre et la réponse ne parviendra au Bureau que dans quelques jours. Si elle est favorable, la nouvelle construction commencera immédiatement. En attendant, on ne pourrait faire que des installations de fortune dans les laboratoires existants, où la place est presque entièrement occupée par les appareils en service. De plus, le personnel du Bureau, qui compte en tout cinq techniciens, y compris le Directeur, est toujours très chargé par les demandes d'études d'instruments qui ne cessent d'affluer. Pour de nouveaux travaux, il

faudra nécessairement engager un personnel supplémentaire, dont on n'a pas cru devoir s'assurer, aussi longtemps que le Comité consultatif ne s'était pas réuni, et que la subvention de l'*International Education Board* n'était pas accordée.

On ne pensait entreprendre les déterminations électriques que lorsque le nouveau bâtiment serait construit, ce qui exigera probablement environ quinze mois. Mais, si l'on estime qu'il est urgent d'être à même de déterminer, soit des étalons de résistance électrique, soit la force électromotrice d'éléments, on pourrait probablement faire des installations provisoires et engager du personnel de façon à commencer ce travail dès le printemps.

M. le PRÉSIDENT pense qu'en tout cas le Bureau peut assumer l'œuvre de secrétariat qui lui a été confiée par la première des propositions votées. On évoque à ce sujet le résultat des comparaisons internationales faites par le Bureau of Standards, la Chambre Centrale des Poids et Mesures et le Laboratoire Électrotechnique de Tokyo.

Finalement, sur la proposition de M. BURGESS, on décide que, sans établir de programme régulier de comparaisons internationales, on devra profiter de tout voyage à l'étranger d'une personne attachée à un laboratoire, pour lui confier des étalons à comparer avec ceux du pays dans lequel elle se rend.

MM. DYE et JOUAUST expriment le désir que les résultats des comparaisons soient communiqués à tous les laboratoires intéressés.

M. le PRÉSIDENT fait remarquer que le procédé le plus simple consisterait à envoyer tous les résultats au Bureau international qui les répandrait et les publierait au besoin.

M. BURGESS demande que les divers laboratoires expriment leurs désirs et disent leurs possibilités; ainsi, on pourra organiser les échanges.

M. JOUAUST fait observer que le passage par les douanes crée des difficultés particulières, surtout si les étalons sont envoyés sans être accompagnés. Il demande si, étant donné son rôle officiel, le Comité international des Poids et Mesures ne pourrait obtenir que les colis contenant ces appareils ne soient pas visités aux frontières, comme cela se passe pour les valises diplomatiques.

M. GUILLAUME indique que, à la condition de solliciter des Gouvernements intéressés des décisions facilitant le passage aux douanes, on obtiendra probablement en tous pays un régime avantageux. Ainsi, pour les instruments de tous genres envoyés au Bureau international, il suffit, *dans chaque cas*, de faire une demande à la Direction générale des Douanes françaises pour que les colis soient exemptés de tout examen. Il désire savoir dans quels pays il y aurait lieu de faire des démarches.

M. BURGESS répond qu'il faudrait faire des démarches dans les pays ayant des laboratoires électriques et les pays que les étalons doivent nécessairement traverser.

M. le PRÉSIDENT propose que l'on recherche un signe distinctif par lequel les agents des douanes puissent immédiatement distinguer les étalons électriques.

Après un échange d'opinions, le texte suivant est adopté pour la résolution concernant la question de passage aux douanes :

« Le Comité consultatif d'Électricité, en raison des détériorations considérables que pourraient faire subir des visites douanières aux étalons de haute précision destinés aux comparaisons internationales, émet le vœu :

» 1^o Que les différents États adhérents à la Convention du Mètre

veuillent bien accorder des facilités particulières, pour le passage aux frontières, des colis, accompagnés ou non, qui contiendraient des étalons;

« 2^o Que le Comité international des Poids et Mesures fasse auprès des autorités compétentes les démarches nécessaires pour obtenir ces facilités; »

M. VON STEINWEHR revenant sur un point déjà effleuré, demande qu'il soit bien précisé qu'on ne considérera pas comme valeur la plus probable la moyenne entre les déterminations effectuées par les divers laboratoires. Ce sera l'un des rôles du Comité consultatif de fixer cette valeur par un examen approfondi des travaux effectués.

La discussion étant close, M. le PRÉSIDENT propose de nommer un rapporteur du Comité consultatif auprès du Comité international des Poids et Mesures.

M. BURGESS est prié par l'unanimité des membres de la Commission d'assumer cette charge.

M. Burgess accepte les fonctions de Rapporteur.

M. le PRÉSIDENT rappelle que le rapport doit être présenté au plus tard le 1^{er} mars 1929. Les résolutions du Comité consultatif n'entreront en vigueur qu'après approbation du Comité international. Celui-ci fixera aussi la date à laquelle se réunira de nouveau le Comité consultatif.

A la demande de M. BURGESS, il est décidé que, pour les sessions suivantes, les membres du Comité pourront s'adjoindre des experts, et, sur la proposition de M. LOMBARDI, la langue française est choisie comme langue officielle du Comité. M. LOMBARDI fait remarquer que, cette décision serait conforme aux usages adoptés par le Comité international des Poids et Mesures.

M. BURGESS prie M. Janet d'accepter les remerciements des membres du Comité pour l'hospitalité qu'il a bien

oulu donner dans les locaux du Laboratoire central d'Électricité au Comité consultatif.

M. le PRÉSIDENT remercie à son tour les membres du Comité, dont plusieurs ont entrepris de grands voyages pour assister à ses réunions; il remercie particulièrement M. Volterra, Président du Comité international, pour l'appui que sa présence a donné aux décisions qui viennent d'être prises. Il déclare close la première session du Comité consultatif d'Électricité.

La séance est levée à 12^h 15^m.



PROCÈS-VERBAL

DE LA SÉANCE TECHNIQUE,

TENUE AU LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ,

Mercredi 21 novembre 1928.

PRÉSIDENCE DE M. George K. BURGESS.

Étaient présents :

MM. DYE, GUILLAUME, JIMBO, JOUAUST, LOMBARDI, VON STEINWEHR, membres du Comité consultatif.

Assistaient, en outre, à la séance en qualité d'experts :
M. MALIKOV, M^{me} FOEHRINGER.

En qualité d'invité : M. VOLET.

La séance est ouverte à 14^h 15^m.

M. BURGESS prie les membres du Comité de donner leurs opinions sur la température qu'il est nécessaire de maintenir dans les bains d'huile contenant les éléments étalons. Au Bureau of Standards, cette température est maintenue à 25°; ne serait-il pas indiqué de la maintenir égale dans tous les laboratoires, surtout au point de vue des comparaisons?

M. VON STEINWEHR pense que les différences de température entre les limites de 15° à 30° ne jouent pas de rôle considérable. A la Reichsanstalt, les piles sont conservées dans une chambre ayant des murs assez épais, de sorte

que la température varie très lentement avec la saison; cependant, elle atteint 18° et 25°. Le plus important est qu'il n'y ait pas de changement brusque.

M. DYE dit qu'au National Physical Laboratory, les éléments sont dans des bains à 20° environ et descendent parfois à 18°. Ils ne sont jamais exposés à des changements de température considérables, mais on ne prend pas de précautions spéciales pour maintenir constante la température.

M. JOGAUST estime qu'il n'y a pas de raison pour fixer une température obligatoire pour les piles étalons de tous les laboratoires.

M. BURGESS propose alors de répéter encore les déterminations du coefficient de température des éléments.

Tous les membres sont d'accord avec cette proposition.

M. BURGESS passe à la question des bobines de résistance. Il demande si l'on peut se fier aux constructeurs de bobines, ou s'il faut leur donner des indications. Dans certains cas, le transport avait provoqué une diminution considérable de résistance. Chaque laboratoire devrait indiquer les dimensions géométriques désirables.

M. VON STEINWEHR a constaté que les bobines d'un dixième d'ohm sont plus stables, dans le transport, que les bobines d'un ohm, probablement en raison du fait que le fil est plus gros; de plus, les bobines d'un dixième d'ohm sont moins sensibles à l'humidité que les bobines d'un ohm.

M. DYE répond qu'on n'a pas encore assez d'expérience avec les bobines d'un dixième d'ohm; en général, la résistance varie au début de leur formation.

M. JOUAUST déclare que, certainement, les voyages font varier la résistance.

M. VON STEINWEHR dit que les soudures des connexions doivent être très bonnes; il faut souder avec ce qu'on appelle de la soudure dure : bronze ou argent.

M. GUILLAUME attire l'attention sur le traitement de la manganine; il est indispensable de l'étuver et de la laisser refroidir lentement.

M. BURGESS propose de faire échange de suggestions sur les conditions les plus favorables au point de vue de la circulation des bobines de divers laboratoires. Dans l'avenir, il serait commode que les dimensions fussent les mêmes pour tous les pays.

M. VON STEINWEHR fait part des travaux exécutés à la Reichsanstalt sur un nouveau modèle de bobines, à parois de cuivre, fermées à l'air. Ces parois sont de très bons conducteurs de la chaleur, de sorte qu'on est certain d'avoir, à l'intérieur, la même température qu'à l'extérieur.

M. BURGESS passe à la question du voltamètre à argent. C'est un étalon secondaire, et il est nécessaire de préciser si des spécifications doivent être données, ou s'il faut le considérer comme fournissant seulement une méthode de second ordre pour les comparaisons des piles étalons. Faut-il en préciser la forme?

M. DYE croit qu'il n'est pas possible, pour le moment, de choisir entre les formes.

M. BURGESS dit qu'au Bureau of Standards les travaux récents, avec la forme de M. Smith, ont donné exactement le même chiffre qu'en 1910, ce qui veut dire que les résistances sont invariables et que le voltamètre est constant. Mais il y a une différence entre les diverses

formes du voltamètre, et il est avantageux de préciser la façon de conduire l'expérience.

M. VON STEINWEHR pense que la forme est moins importante que les matériaux ; il est absolument nécessaire que le nitrate d'argent ne contienne pas de substances organiques ; c'est pourquoi il doit être fondu, et il est préférable de n'employer ni papier, ni soie.

M. BURGESS demande ensuite à M. Guillaume de donner quelques détails sur le programme des nouveaux laboratoires projetés à Sèvres.

M. GUILLAUME donne des explications sur ce programme. Il s'agira essentiellement de prolonger au Nord l'observatoire actuel, en empruntant au Parc une bande de terrain d'environ 5 mètres, qui, avec la surface déjà disponible, semble devoir permettre d'édifier un bâtiment suffisant pour loger les nouveaux services, en y comprenant un espace dont la destination sera analogue à celle des salles déjà occupées. En effet, certaines expériences, qui font partie du programme actuel du Bureau, deviennent difficiles faute de place.

Les salles seront à peu près du modèle déjà adopté pour les autres, qui ont fait leurs preuves par cinquante années d'existence ; mais elles ne seront pas éclairées toutes par des lanternes, qui occupent beaucoup d'espace et ne permettraient pas d'utiliser le second étage qu'on se propose de construire et qui doit comprendre des salles de travail, en même temps qu'un logement pour le garçon de laboratoire, qui assurera aussi l'office de gardien.

Les salles d'expériences elles-mêmes seront pourvues d'un système de captation ou de condensation de l'humidité.

La fouille sera assez importante, car le bâtiment empiètera sur la colline, qu'il faudra entamer largement. Il y

aura environ huit mètres de terre à enlever sur une largeur de quatre mètres et sur toute l'étendue du bâtiment. Le sous-sol est en partie rocheux et en partie sablonneux; il est probable qu'on y trouvera aussi quelques bancs de glaise.

Pour édifier le bâtiment, il faudra creuser environ trois mètres; on installera des caves qui pourront servir à certaines expériences.

Jusqu'ici, le Bureau s'est contenté d'un système de chauffage assez médiocre, qui utilise de petits poêles à gaz. Nous avons le projet d'installer un chauffage central, qui englobera les anciennes et des nouvelles constructions. L'emplacement de la chaudière est encore à déterminer.

Le nouveau bâtiment sera relié à l'ancien par le couloir antérieur, qui régnera tout du long. Les greniers actuels pourront aussi être atteints par un couloir qui y pénétrera en partant du nouveau bâtiment.

M. JOUAUST signale les inconvénients qui peuvent résulter du dépôt d'humidité sur les appareils de mesure et sur les étalons. Il faut se garder d'aérer les pièces en ouvrant des fenêtres et se contenter d'aérer par les portes.

M. BURGESS pense que, pour le contrôle des bains, la température extérieure n'a pas d'importance, mais que l'état d'humidité doit être surveillé.

M. DYE demande quelle est l'épaisseur des murs, et s'il y aura des piliers pour les galvanomètres.

M. GUILLAUME répond que les murs doubles ont 50 cm d'épaisseur. Il y aura encore un couloir autour des salles. Quant aux instruments, ils reposent tous, au Bureau, sur des piliers; les galvanomètres peuvent être, en outre, suspendus.

M. DYE exprime le désir que M. Guillaume fasse circu-

ler les détails sur les bâtiments pour que les membres du Comité puissent communiquer leurs suggestions.

M. GUILLAUME pense qu'il a le temps de le faire, car lorsque la somme nécessaire sera accordée, le terrassement occupera près de trois mois.

M. JOUAUST propose de commencer la préparation des étalons au Bureau international aussitôt que possible.

M. BURGESS rappelle qu'on ne peut rien faire sans la sanction du Comité international, qui se réunira probablement au printemps.

La séance est levée à 17^h 30^m.

	Pages.
Rapports du Comité consultatif d'Électricité avec le Comité international	62
Détail des nouveaux bâtiments	62-63
Étalons photométriques	64
Situation financière du Bureau et vote de la dotation pour 1930 et 1931	64-65
<i>Procès-verbal de la quatrième séance, du 12 juin 1929..</i>	<i>66-69</i>
Comité consultatif d'Électricité	66
Résolutions concernant les unités de lumière....	67
Deuxième Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, et vote du budget.....	67-69
Publication des décisions du Comité et des Conférences.....	69
<i>Procès-verbal de la cinquième séance, du 13 juin 1929.....</i>	<i>70-72</i>
M. Johansen, obligé de retourner à Copenhague, donne ses pouvoirs à M. Volterra. L'augmentation des traitements du personnel sera appliquée à partir du 1 ^{er} juillet 1929.....	70-71
M. Zeeman accepte sa nomination.....	71
Règlement fixant la composition et les fonctions du Comité consultatif d'Électricité.....	71
Divers.....	71-72
<i>Procès-verbal de la sixième séance, du 14 juin 1929 ..</i>	<i>73-75</i>
Les décisions du Comité consultatif d'Électricité seront publiées	73
Procès-verbal de la visite du dépôt des prototypes.	74
Réparation du caveau.....	75
Clôture de la session.....	75
Addition : valeur du mille marin acceptée par convention internationale.....	76
Comité consultatif d'Électricité : Rapports. Procès-verbaux des séances de 1928 et Annexes.....	77-122
Liste des membres du Comité consultatif et invités ...	79-80
<i>Premier Rapport du Comité consultatif d'Électricité au Comité international des Poids et Mesures, par M. George K. Burgess.....</i>	<i>81-94</i>
Composition du Comité consultatif. Distribution des Rapports	81-84
Problèmes présentés au Comité consultatif.....	84-85

	Pages.
Systèmes d'unités.....	85-87
Les unités électriques actuelles.....	87-89
Conclusions sur le système des unités.....	89-90
Rôle des laboratoires.....	90-92
Rôle du Comité international.....	92-93
Échange des étalons.....	93
Conclusion.....	93-94
<i>Procès-verbal de la première séance, du 20 novembre 1928.....</i>	<i>95-101</i>
Ouverture de la session par M. Volterra.....	95
Nomination de deux membres d'honneur. M. Janet accepte de présider les séances.....	95-96
Questions à étudier par le Comité consultatif....	97
Choix des unités absolues.....	98-100
Transport des étalons.....	100
<i>Procès-verbal de la deuxième séance, du 21 novembre 1928.....</i>	<i>102-108</i>
Propositions de M. George K. Burgess et de M. S. Jimbo.....	102-104
Vote du texte relatif aux unités absolues.....	105
Rôle du Bureau international.....	105-108
<i>Procès-verbal de la troisième séance, du 22 novembre 1928.....</i>	<i>109-116</i>
Propositions du Comité américain concernant les fonctions du Bureau international.....	109-111
Agrandissement des laboratoires du Bureau international.....	112-113
Passage des instruments aux douanes.....	114-115
Nomination d'un rapporteur.....	115
Adjonction d'experts.....	115
Choix du français comme langue officielle du Comité consultatif.....	115
Clôture de la session.....	116
<i>Procès-verbal de la séance technique, du 21 novembre 1928.....</i>	<i>117-123</i>
Température des bains d'huile contenant les étalons de force électromotrice.....	117-118
Spécifications concernant les unités de résistance.....	118-119
Voltmètre à argent.....	119-120
Bâtiments et laboratoires.....	120-123

PARIS — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET C^{ie}
84891 Quai des Grands-Augustins, 55
