

**COMPTES RENDUS DES SÉANCES**

**DE LA**

**CINQUIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE**

**DES POIDS ET MESURES,**

**RÉUNIE A PARIS EN 1913.**



**COMPTES RENDUS DES SÉANCES**

DE LA

**CINQUIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE**

**DES POIDS ET MESURES,**

RÉUNIE A PARIS EN 1913.



**PARIS,**

**GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE**

**DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,**

Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1913



**COMPTES RENDUS DES SÉANCES**  
DE LA  
**CINQUIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE**  
**DES POIDS ET MESURES,**  
RÉUNIE A PARIS EN 1913.

---

**PREMIÈRE SÉANCE**

TENUE AU MINISTÈRE DU COMMERCE,

LE JEUDI 9 OCTOBRE 1913,

Sous la Présidence de M. Paul APPELL,  
Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

---

**Délégués des États signataires de la Convention du Mètre.**

(Les noms des Membres du Comité international sont précédés du signe \*.)

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <i>Allemagne</i> .....            | *M. W. FÖRSTER, Professeur à l'Université de Berlin, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Charlottenbourg-Berlin.<br>M. C. VON JECKLIN, Consul général de l'Empire d'Allemagne. |
| <i>République Argentine</i> ..... | S. Exc. M. E.-R. LARRETA, Ministre plénipotentiaire.   |
| <i>Autriche</i> .....             | *M. V. VON LANG, Membre de la Chambre des Seigneurs. Vice-Président de l'Académie des Sciences, à Vienne.<br>M. L. KUSMINSKY, Conseiller Aulique, à Vienne.  |
| <i>Hongrie</i> .....              | *M. L. DE BODOLA, Conseiller aulique, Membre de l'Académie Royale des Sciences, à Budapest.<br>M. M. DE GHYCZY, Conseiller technique supérieur.  |

<i>Belgique</i> .....	M. E.-L.-J. PASQUIER, Professeur à l'Université de Louvain.
<i>Bulgarie</i> .....	M. SIMÉON SPASSOFF, Inspecteur des Poids et Mesures au Ministère du Commerce à Sofia.
<i>Canada</i> .....	N.
<i>Chili</i> .....	N.
<i>Danemark</i> .....	M. K. PRYTZ, Professeur à l'École Polytechnique de Copenhague.
<i>Espagne</i> .....	*M. F. DE P. ARRILLAGA, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, 26, Valverde, Madrid.
<i>États-Unis d'Amérique</i> .....	*M. SAMUEL W. STRATTON, Directeur du Bureau of Standards, Washington D. C. M. ROBERT-WOODS BLISS, Secrétaire d'Ambassade.
<i>France</i> .....	*M. G. DARBOUX, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Palais de l'Institut. M. TIRMAN, Maître des requêtes au Conseil d'État, Directeur au Ministère du Commerce. M. J. VIOLLE, Membre de l'Institut de France, Président du Bureau national des Poids et Mesures.
<i>Grande-Bretagne et Irlande</i> .	MAJOR MAC-MAHON, Membre de la Société Royale, Deputy Warden of Standards, à Londres. *SIR DAVID GILL, Membre de la Société Royale, à Londres.
<i>Italie</i> .....	*M. P. BLASERNA, Sénateur du Royaume d'Italie, Président de l'Académie des Lincei, Secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, à Rome. M. G. BATTISTELLA, Inspecteur du Commerce et de l'Industrie au Ministère du Commerce et de l'Industrie, à Rome.
<i>Japon</i> .....	*M. A. TANAKADATE, Professeur à l'Université impériale de Tokyo.

<i>Japon</i> .....	M. K. HIJOSHI, Membre du Bureau central d'Inspection des Poids et Mesures au Ministère de l'Agriculture et du Commerce, à Tokyo.
<i>Mexique</i> .....	M. I. DE MENDIZABAL Y TAMBORREL, Professeur d'Astronomie à Mexico.
<i>Norvège</i> .....	M. HERMANN FOSS REIMERS, Conseiller de Légation.
<i>Pérou</i> .....	M. IGNACIO RAMOS, Ingénieur.
<i>Portugal</i> .....	M. J.-M. DE OLIVIERA SIMOËS, Inspecteur des Poids et Mesures, à Lisbonne.
<i>Roumanie</i> .....	*M. ST.-C. HÉPITÈS, Membre de l'Académie roumaine, à Bucarest. M. I.-ST. MURAT, Directeur du Service des Poids et Mesures, à Bucarest.
<i>Russie</i> .....	*M. N. ÉGOROFF, Conseiller privé, Directeur de la Chambre centrale des Poids et Mesures, à Saint-Petersbourg. M. F. BLUMBACH, Conseiller d'État, Inspecteur de la Chambre centrale des Poids et Mesures, à Saint-Petersbourg.
<i>Serbie</i> .....	S. Exc. M. M. VESNITCH, Ministre plénipotentiaire.
<i>Siam</i> .....	
<i>Suède</i> .....	*M. K.-B. HASSELBERG, Membre de l'Académie des Sciences, à Stockholm. M. WALLROTH, Directeur de la Monnaie, Stockholm.
<i>Suisse</i> .....	M. Lardy, Ministre plénipotentiaire. *M. R. GAUTIER, Professeur à l'Université, Directeur de l'Observatoire de Genève.
<i>Uruguay</i> .....	N.

## Assistent à la Conférence :

- M. J.-RENÉ BENOÎT, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.  
M. CH.-ÉD. GUILLAUME, Directeur-Adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

## Assistent comme invités :

- MM. B. BAILLAUD, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris.  
G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut, Astronome à l'Observatoire de Paris.  
Général BOURGEOIS, Directeur du Service géographique de l'Armée.  
A. CARNOT, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines.  
J. CARPENTIER, Membre de l'Institut.  
F. CELLERIER, Directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.  
P. CHAPPUIS, Membre honoraire du Bureau international des Poids et Mesures, à Bâle.  
C.-S. CHEN, Chef de Bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie, à Pékin.  
H. DESLANDRES, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Meudon.  
L. FAVÉ, Chef de la Section des Instruments au Service hydrographique de la Marine.  
GUILLEMOT, Vérificateur en chef des Poids et Mesures, à Châlons-sur-Marne.  
P. JANET, Directeur du Laboratoire central d'Électricité.  
EDW. JOHNSON, Secrétaire honoraire de la Decimal Association, à Londres.  
C. LALLEMAND, Membre de l'Institut, Directeur du Service du Nivellement général.  
J. MARCADET, Sous-Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce.  
L. MAUDET, Adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.  
MOREAUX, Vérificateur en chef des Poids et Mesures.  
A. PÉRARD, Adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.  
A. PEROT, Professeur à l'École Polytechnique.  
Sir JOHN PILTER, Vice-Président de la Decimal Association, à Paris.  
G. TRESCA, Conservateur honoraire des Collections du Conservatoire des Arts et Métiers.  
L.-M. TSEING, Ingénieur du Ministère du Commerce et de l'Industrie, à Pékin.

Sur la prière de M. le PRÉSIDENT de la Conférence, SON EXCELLENCE M. MASSÉ, Ministre du Commerce de la République française, qui a bien voulu inviter la Conférence à se réunir à l'Hôtel de son Ministère pour la séance d'inauguration, prend le fauteuil de la Présidence.

M. le MINISTRE ouvre la séance en prononçant le discours suivant :

« MESSIEURS,

» Suivant une tradition déjà longue, c'est au Ministre des Affaires étrangères que revient le privilège d'ouvrir les travaux des assises périodiques de la Conférence générale des Poids et Mesures. M. Stephen Pichon, à l'exemple de ses prédécesseurs, MM. Spuller, Hanotaux et Delcassé, aurait été heureux de pouvoir, comme en 1907, présider aujourd'hui à l'ouverture de la Cinquième Conférence générale, si les devoirs de sa charge ne l'avaient appelé à accompagner en Espagne M. le Président de la République.

» Le Ministre du Commerce, qui a dans ses attributions la législation des Poids et Mesures, et qui sait l'importance de vos recherches et de vos délibérations, est particulièrement honoré de vous recevoir et de vous souhaiter la bienvenue au nom du Gouvernement de la République. Le Gouvernement français est heureux d'accueillir les savants illustres et les administrateurs éminents qui apportent à la Conférence, avec l'appui des pays dont ils sont les mandataires, l'autorité de leurs connaissances. Je suis son interprète, Messieurs, en vous remerciant de mettre votre science au service de la civilisation.

» Malheureusement, je constate que, parmi les membres qui suivaient assidûment vos séances, d'illustres savants manquent à l'appel. J'ai le pénible devoir d'adresser un suprême salut à ceux que la mort nous a enlevés depuis la dernière Conférence.

» M. Mascart, ce grand physicien, dont la science, la clarté d'esprit et les qualités d'organisateur étaient si précieuses à la Conférence, et qui, déjà très gravement malade, prenait cependant une part si active aux travaux de la dernière réunion.

» M. Henri Becquerel, à qui l'humanité doit la découverte du principe de la radioactivité, si fertile en prodigieuses conséquences, et qui présidait, avec tant d'autorité, votre dernière Conférence.

» M. Bouquet de la Grye qui, dans ses remarquables travaux sur les océans, a tant contribué au progrès de l'hydrographie, et qui dirigeait, avec son affabilité coutumière, votre troisième Conférence.

» M. Lœwy, qui avait été membre de la Section française de la Commission internationale du Mètre, et qui reçut, dans sa patrie d'adoption, les honneurs auxquels lui donnait droit sa haute science astronomique.

» M. Troost, qui collabora aux remarquables travaux de Henry Sainte-Claire Deville sur la dissociation et sur les métaux purs, et assista à la réalisation du platine iridié, dont les pièces disséminées dans le monde entier assurent avec une exactitude inespérée la complète homogénéité du Système métrique.

» Le Comte de Macedo, enfin, qui, joignant à sa haute valeur technique, affirmée par un remarquable professorat, le sens avisé des affaires publiques, apportait ce double ensemble de qualités à vos réunions, où s'allie si heureusement à la science la plus élevée la connaissance profonde des relations internationales.

» Les traditions de ces hommes d'élite, qui se sont dévoués à la Science, inspirent vos décisions. Ces décisions servent aujourd'hui de règle à vingt-six États et guident la Science elle-même dans son incessant progrès.

» Sous vos auspices, et grâce à l'intelligente et active propagande du Bureau international des Poids et Mesures, dirigé avec tant de science par M. Benoit et son éminent collaborateur M. Guillaume, le Système métrique conquiert chaque année de nouveaux droits de cité, comme le constate la suite des bilans dressés à l'occasion de chacune de vos Conférences. Depuis votre dernière réunion, il a gagné les peuples antiques de l'Asie, qui, par une merveilleuse évolution, s'aménagent dans la civilisation occidentale, et nous savons que déjà des instruments portant en mystérieux caractères idéographiques le signe de leur valeur, témoignent en Extrême-Orient de votre féconde activité. Et, pendant ce temps, de nouvelles adhésions à la Convention du Mètre ont été enregistrées : le Chili et l'Uruguay en 1908, la Bulgarie en 1911, le Siam en 1912. Ainsi, depuis 1875, le nombre des Gouvernements contractants a presque doublé.

» Si la France a été l'inspiratrice du Système métrique, elle suit avec une attention soutenue les travaux des savants qui, sur tous les continents, s'efforcent d'apporter une plus grande précision dans la détermination des unités métriques et de dégager les formules des unités nouvelles.

» Le Ministre du Commerce, en particulier, a le souci de tenir compte des remarquables travaux des illustres physiciens de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, des électriciens du monde entier réunis en Congrès ou en Conférences et enfin des adeptes de la jeune Science du Froid.

» C'est en m'inspirant des délibérations de vos Conférences et des vœux exprimés dans les Congrès, que je me préoccupe d'adapter notre législation intérieure à l'état de la Science, et je me propose de fixer par voie législative et réglementaire non seulement les unités fondamentales consacrées jusqu'à ce jour, mais encore les unités dérivées et notamment l'unité de force et les grandeurs qui en découlent.

» Une Commission constituée dans mes services et dont les travaux ont été dirigés par M. Perot avec tant de distinction, a déjà élaboré un texte qui met au point, pour l'époque actuelle, l'œuvre du 18 germinal, an III.

» J'espère que ce projet, que réalise l'intime collaboration des savants et des législateurs, répondra au sentiment de la Conférence générale des Poids et Mesures, la plus haute autorité mondiale investie par le consentement unanime des Gouvernements contractants du soin de veiller aux progrès du Système métrique dans le monde.

» Messieurs, je déclare ouverte la Cinquième Conférence générale des Poids et Mesures. »

M. W. FOERSTER, Président du Comité international des Poids et Mesures, répond à M. le Ministre dans les termes suivants :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» En ma qualité de Président du Comité international dont une des missions est de convoquer la Conférence générale, je remplis l'agréable devoir de vous exprimer tout d'abord notre profonde reconnaissance pour l'accueil plein de sympathie dont vous honorez la réunion de la Cinquième Conférence générale des Poids et Mesures.

» Nous vous remercions aussi de l'appréciation si bienveillante et si éclairée que l'activité exercée par notre Institution dans le cours des six dernières années a trouvée dans votre discours.

» Chacune des périodes qui s'établissent par la succession des Conférences générales porte la marque d'une préoccupation dominante. La dernière Conférence avait à constater le grand succès remporté dans deux opérations métrologiques fondamentales : le renouvellement perfectionné de la mesure des ondes lumineuses et la détermination du volume du kilogramme d'eau, à laquelle, dans le siècle écoulé, de grands métrologistes avaient déjà consacré de multiples efforts.

» De tels résultats ne peuvent être suivis de continuations équivalentes en peu d'années. Mais les méthodes demeurent, et leur application permet de nouvelles conquêtes.

» Avant tout, cependant, il faut assurer la diffusion des résultats obtenus, et comme, dans la recherche métrologique, la connaissance des détails peut seule donner une entière sécurité, les publications doivent entrer dans l'intimité des opérations. Deux Volumes du Bureau international, dont le dernier voit le jour en ce moment, contiennent l'histoire de ce labeur considérable, qui fait honneur aux savants réunis dans notre Bureau et à ceux qui ont bien voulu contribuer à la grandeur de son œuvre.

» Si nous passons à l'application des méthodes, nous enrégistrons, d'une part, le prochain espoir de la connaissance parfaite d'étalons en quartz, destinés, grâce au repos complet et certain de la matière qui les constitue, à servir un jour de témoins pour nos admirables prototypes en platine iridié, et, d'autre part, la mesure d'étalons d'acier qui rendent aujourd'hui de si grands services dans les opérations précises de la construction mécanique.

» Depuis la Conférence générale précédente, une des attributions les plus essentielles de notre Service international, c'est-à-dire la comparaison périodique des prototypes nationaux, a reçu une première réalisation par l'exécution du contrôle des Kilogrammes prototypes nationaux, qui devait précéder la nouvelle comparaison des Mètres prototypes, laquelle, selon une décision de la Quatrième Conférence générale, commencera dans l'année 1914. Nous pouvons constater aujourd'hui que les résultats de cette comparaison des Kilogrammes prototypes nationaux ont été très satisfaisants au point de vue, aussi bien d'une confirmation des premières déterminations, que de l'invariabilité des masses et de leur bonne conservation après un intervalle de plus de vingt années.

» En ce qui concerne les travaux exécutés par le Bureau international dans l'intérêt de la Géodésie, travaux déjà mentionnés dans le discours d'ouverture de la Conférence précédente, avec un chaleureux éloge très mérité pour notre Bureau, je suis heureux de pouvoir témoigner aujourd'hui de la grande satisfaction du Comité en présence du succès toujours croissant du système de la mesure des bases au moyen des fils d'invar. Et ce succès, qui a été constaté le plus rapidement dans les pays neufs, par exemple dans les colonies, mais qui ne s'est fait jour que fort lentement parmi les institutions géodésiques accoutumées aux anciens procédés de mesurer la Terre, a été récemment couronné par une appréciation pleinement favorable de la part de l'État-major de l'Armée française.

» Celui-ci vient, en effet, de déterminer, avec des soins minutieux, non loin de Lyon, une base de premier ordre, d'abord par le procédé ancien, longuement éprouvé, des règles rigides et des microscopes, puis par les fils minces et flexibles, faits en ce curieux alliage presque dépourvu de dilatation. La méthode nouvelle a vaillamment soutenu la comparaison. Les résultats sont pratiquement identiques, mais les appareils actuels y conduisent avec un effort incomparablement moindre. Cette épreuve décisive était nécessaire. Comme tant d'autres progrès antérieurs, nous la devons à cet incomparable Service géographique dont la France se glorifie à bon droit.

» Pour toutes ces questions, la Conférence aura encore à s'occuper des commencements d'une coopération internationale.

» Il y a un instant, vous faisiez allusion, Monsieur le Ministre, au développement donné en ce moment par votre Département à la notion légale de certaines

unités restées jusqu'ici en marge des textes officiels. Nous avons appris avec une joie intime que les distingués directeurs de notre Bureau étaient appelés par Votre Excellence à coopérer au travail préparatoire de la Commission que vous avez instituée.

» La Conférence en délibérera à son tour, ainsi que vous avez bien voulu l'y inviter. Elle devra, dès cette session, soumettre également à de nouvelles discussions des décisions qui étaient restées à l'étude durant le dernier quart de siècle. Il s'agit, d'une part, de l'échelle des températures, et, d'autre part, de l'intensité de la pesanteur.

» Mes derniers mots, Monsieur le Ministre, seront destinés à vous exprimer notre profonde gratitude : les barrières douanières que les peuples élèvent entre eux causent aux savants de cruels soucis à la pensée des dangers que courent, dans des mains inexpérimentées, ces appareils délicats dont nous attendons tant de résultats précieux. En faveur de notre Institution, vous avez obtenu une mesure de haute bienveillance, dont l'efficacité nous délivre d'une lourde sujétion.

» Permettez-moi de conclure, Monsieur le Ministre, en exprimant une fois de plus l'espoir que nos travaux contribueront à amener la pleine communauté métrologique entre toutes les nations. »

M. P. APPELL, Président de la Conférence, prononce ensuite le discours suivant :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

» MESSIEURS,

» Au nom de l'Académie des Sciences, je vous souhaite, à mon tour, la bienvenue. Plusieurs des membres présents ont pris part à la Première Conférence générale de 1889; d'autres sont venus remplir les vides, malheureusement trop nombreux, causés par la mort; d'autres enfin représentent de nouveaux États adhérents au Système métrique; tous peuvent être fiers de l'œuvre commune : elle a progressé plus vite qu'on l'avait espéré au début.

» Les sciences pures et leurs applications à l'industrie ont fait des pas de géants. Les nouveaux procédés de communications instantanées à distance et de transports à grande vitesse ont grandi l'homme et rapetissé la terre : le besoin d'unités communes et précises, dans les travaux scientifiques, comme dans les mesures industrielles, est devenu de plus en plus impérieux. Les Conférences et le Comité ont su répondre à toutes les exigences, par les résolutions qu'ils ont prises, par les lois qu'ils ont inspirées; le Bureau international a su réaliser les perfectionnements nécessaires, par des travaux de haute précision, dont les résultats ont dépassé les espérances les plus optimistes.

» De nouveaux pays ont adhéré à la Convention du Mètre : la Bulgarie, le

Chili, le Siam, l'Uruguay; nous sommes heureux de souhaiter la bienvenue à leurs délégués.

» Le Système métrique est en constant progrès. La Chine avait conservé, depuis 4000 ans, avec quelques variantes, un système d'unités d'origine agricole et artistique; l'unité de longueur était le tche formé par 100 grains de blé placés bout à bout; l'unité de masse était la masse des grains de blé que pouvait contenir un instrument de musique analogue à une flûte. Ce système poétique manquait de la précision sèche et brutale qu'exigent la science et l'industrie modernes. Peu après la dernière Conférence, le Gouvernement impérial décida d'établir un rapport simple entre les unités traditionnelles et le Système métrique, en convenant que le tchi serait égal à 32 centimètres; il s'adressa au Bureau international, qui construisit les étalons de longueur et de masse en platine iridié et les remit au Ministre, représentant le Gouvernement chinois, dans une cérémonie pleine de grandeur symbolique. Mais un pas nouveau vient d'être fait: la République chinoise, la plus jeune et la plus peuplée du monde, a envoyé au Bureau international deux fonctionnaires, dont la présence est pour nous un sûr garant de l'adhésion de leur grande patrie au Système métrique.

» Il y a six ans, notre regretté Secrétaire perpétuel, Henri Becquerel, président de la Conférence, rappelait comment le développement presque subit des applications de l'électricité avait, en 1881, imposé au monde entier, pour les mesures électromagnétiques, le système d'unités C. G. S., créé par l'Association britannique. Mais ce système n'a pas pénétré dans la grande industrie: d'une part, les unités C. G. S. sont trop petites; d'autre part, de nombreux ingénieurs persistent à employer, comme unité de force, le kilogramme-force, qui est mal relié aux autres unités. Aussi un système nouveau, dit M. K. S. (mètre, kilogramme, seconde), a-t-il été proposé à la suite de vœux émis par plusieurs réunions internationales. M. le Ministre, en rappelant ces vœux, a fait allusion au projet formé par son Département, d'inscrire les unités fondamentales ou primaires dans un texte de loi, et les unités dérivées ou secondaires dans un décret; suivant le désir qu'il vient d'exprimer, la Conférence ne manquera pas d'étudier la question.

» M. Foerster a rappelé comment la Conférence précédente avait assuré le succès de deux grands travaux métrologiques: la mesure des longueurs d'onde et la détermination du volume du kilogramme d'eau. La Conférence actuelle va cueillir les fruits d'un long travail d'élaboration, qui a réalisé des progrès d'ordre général, constituant les bienfaits pratiques du Système métrique.

» L'un de ces progrès se rattache au rôle que jouent en Géodésie les alliages très peu dilatables. On sait que la nécessité de l'unification des mesures

géodésiques a été l'un des facteurs principaux de la création du Bureau international. Déjà, en 1867, l'Association pour la mesure du degré dans l'Europe centrale, réunie à Berlin, demandait l'établissement d'une station de comparaison des étalons géodésiques. Quand la création du Bureau international fut décidée, grâce à l'action conjointe des Académies de Saint-Petersbourg et de Paris, le Bureau des Longitudes renouvela le vœu relatif à l'étude des étalons géodésiques. Les membres du Bureau international n'ont jamais perdu de vue cette partie si importante de leur tâche. Depuis la dernière Conférence, la construction des fils de mesures géodésiques a pris une extension nouvelle, qu'on peut caractériser par trois nombres : l'étude des fils a nécessité 500 000 observations ; le prix actuel de la mesure de 30 kilomètres est égal à celui de 1 kilomètre il y a quinze ans ; l'approximation des mesures dépasse le millionième. L'exemple donné par le Bureau international a été suivi dans de nombreux instituts géodésiques ; l'échange, entre ces divers instituts, de fils ou de rubans bien étudiés, s'imposera prochainement pour l'établissement d'un contrôle mutuel.

» Les dernières années ont vu s'achever la comparaison des Kilogrammes nationaux avec les témoins conservés au Bureau international : ce grand travail a donné la certitude que l'unité de masse est connue avec une approximation dépassant le cent-millionième.

» La question des étalons à bouts, si importante pour la fabrication des machines et des pièces interchangeables, a fait également l'objet d'études approfondies. Le Comité international a proposé de les définir à la température zéro ; cette proposition a été acceptée par les principaux constructeurs d'Europe ; pour en assurer l'application générale, il suffirait qu'elle fût approuvée par la Conférence.

» La création d'une échelle thermométrique normale a été sanctionnée par la Première Conférence, mais le moment est venu d'étendre et d'unifier cette échelle : ce sera l'objet d'une de vos délibérations ; et, dans un domaine tout voisin, il conviendra de définir exactement ce qu'il faut entendre par « intensité normale de la pesanteur ».

» Mais je dois m'arrêter dans cet examen rapide des questions qui vous seront soumises.

» M. le Ministre vous a parlé des progrès accomplis et des projets en préparation dans le domaine des sanctions légales nécessaires au développement du Système métrique. Comme représentant de l'Académie des Sciences, je suis heureux de voir que le Ministre du Commerce de la République française a pris une initiative appelée à un grand retentissement international.

» En terminant, Messieurs, je félicite le Comité international de la grande

entreprise qu'il poursuit, sous le contrôle de la Conférence, pour le bien de l'humanité, avec une rectitude de vues et une perfection de méthodes qui ne sauraient être surpassées. »

M. le PRÉSIDENT informe MM. les Délégués que les séances ultérieures de la Conférence auront lieu dans la grande salle du Bureau international des Poids et Mesures, au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, avec l'ordre du jour suivant :

PREMIÈRE SÉANCE.

LE JEUDI 9 OCTOBRE 1913, A 14 HEURES ET DEMIE.

Séance d'inauguration au Ministère du Commerce et de l'Industrie, à Paris.

Discours de M. le Ministre du Commerce de la République Française.  
Réponse de M. le Président du Comité international des Poids et Mesures.  
Discours d'ouverture de M. Appell, Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, Président de la Conférence.

---

DEUXIÈME SÉANCE.

LE SAMEDI 11 OCTOBRE 1913, A 15 HEURES,

au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, dans la salle du Comité international des Poids et Mesures.

1. Présentation des titres accréditant les Délégués.
  2. Nomination du Secrétaire de la Conférence.
  3. Établissement de la liste des États adhérents à la Convention et représentés à la Conférence; fixation du nombre des voix, et indication des noms des Délégués chargés du vote pour chacun des États.
  4. Rapport de M. le Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis l'époque de la dernière Conférence.
  5. Propositions du Comité international concernant les modifications à introduire dans les Articles 6 et 20 du Règlement de la Convention du Mètre.
  6. Renouvellement par moitié du Comité international.
-

TROISIÈME SÉANCE.

LE MARDI 14 OCTOBRE 1913, A 15 HEURES,

au Pavillon de Breteuil.

1. Décisions concernant le sanctionnement de quelques kilogrammes prototypes nationaux qui ont été soumis à la première vérification périodique.
2. Décision relative à la première vérification périodique des mètres prototypes nationaux.
3. Étalons à bouts.
4. Contrôle international des bases d'étalonnage des fils géodésiques.
5. Questions relatives à l'échelle thermométrique et à l'intensité de la pesanteur.

QUATRIÈME SÉANCE.

LE VENDREDI 17 OCTOBRE 1913, A 15 HEURES,

au Pavillon de Breteuil.

1. Questions de législation.
2. Exposé des progrès du Système métrique et discussion sur les mesures à provoquer ou à prendre pour sa propagation ultérieure et son perfectionnement.
3. Propositions éventuelles de MM. les Délégués ou du Comité international.

M. le PRÉSIDENT déclare levée la séance d'inauguration.

---

## DEUXIÈME SÉANCE,

DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES,

RÉUNIE AU BUREAU INTERNATIONAL, AU PAVILLON DE BRETEUIL,

LE SAMEDI 11 OCTOBRE 1913,

Présidence de M. P. ARPELL,

Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

---

Sont présents :

A. *Les délégués* : MM. D'ARRILLAGA, BATTISTELLA, BLASERNA, BLUMBACH, DE BODOLA, DARBOUX, ÉGOROFF, FOERSTER, REIMERS, GAUTIER, GILL, DE GHYCZY, HASSELBERG, HÉPITÉS, HJÓSHI, VON JECKLIN, KUSMINSKY, VON LANG, MAC-MAHON, MURAT, DE MENDIZABAL Y TAMBORREL, DE OLIVEIRA SIMOËS, PASQUIER, PRYTZ, RAMOS, SPASSOFF, STRATTON, TANAKADATE, TIRMAN, VESNITCH, VIOLLE, WALLROTH.

M. LARDY se fait excuser.

B. *Le Directeur et le Directeur-adjoint du Bureau international* : MM. BENOÎT et GUILLAUME.

C. *Les invités* : MM. CARPENTIER, CELLERIER, CHAPPUIS, CHEN, FAVÉ, JANET, MAUDET, PÉRARD, TSEING.

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

M. le PRÉSIDENT prie le Secrétaire du Comité, M. BLASERNA, de prendre temporairement place au bureau, et lui donne la parole pour la lecture du compte rendu de la séance d'inauguration.

Ce compte rendu est lu et adopté.

M. PASQUIER, délégué de la Belgique, désire rappeler qu'il n'a pas pu assister à la séance d'inauguration, et il renouvelle ses excuses.

M. BLASERNA déclare que le bureau du Comité a examiné soigneusement les documents officiels accreditant les Délégués des divers Gouvernements à la cinquième Conférence générale. Ces titres sont déposés aux Archives du Bureau. Il en résulte que les pouvoirs de MM. les Délégués sont tout à fait réguliers. Les États-Unis d'Amérique avaient désigné deux Délégués, mais l'un d'eux, M. ROBERT WOODS BLISS, Secrétaire d'Ambassade, ayant dû retourner en Amérique, M. STRATTON reste seul délégué.

Quatre États, le Canada, le Chili, le Siam et l'Uruguay ne se sont pas fait représenter jusqu'à présent.

M. BLASERNA rappelle ensuite que, dans son article 7, le Règlement annexé à la Convention du Mètre stipule que chaque État a une voix.

M. le PRÉSIDENT fait, en conséquence, procéder à l'appel nominal de MM. les Délégués des États représentés, et il les prie de bien vouloir indiquer celui d'entre eux qui sera chargé de voter pour son pays.

Il en résulte les désignations suivantes :

- Pour l'Allemagne, M. VON JECKLIN,
- Pour la République Argentine, M. LARRETA,
- Pour l'Autriche, M. VON LANG,
- Pour la Hongrie, M. DE BODOLA,
- Pour la Belgique, M. PASQUIER,
- Pour la Bulgarie, M. SPASSOFF,
- Pour le Danemark, M. PRYTZ,
- Pour l'Espagne, M. D'ARRILLAGA,
- Pour les États-Unis d'Amérique, M. STRATTON,
- Pour la France, M. VIOLLE,
- Pour la Grande-Bretagne et l'Irlande, M. MAC-MAHON,
- Pour l'Italie, M. BATTISTELLA,
- Pour le Japon, M. HIJOSHI,
- Pour le Mexique, M. MENDIZABAL Y TAMBORREL,
- Pour la Norvège, M. REIMERS,
- Pour le Pérou, M. RAMOS,
- Pour le Portugal, M. DE OLIVEIRA SIMOËS,
- Pour la Roumanie, M. MURAT,
- Pour la Russie, M. ÉGOROFF,
- Pour la Serbie, M. VESNITCH,
- Pour la Suède, M. HASSELBERG,
- Pour la Suisse, M. LARDY.

Vingt-deux pays sont donc représentés. Il est bien entendu que, si un Délégué, chargé du vote, ne peut assister à une séance, son vote passe à son Collègue du même État.

M. le PRÉSIDENT communique ensuite à la Conférence la lettre suivante, qu'il a eu l'honneur de recevoir de la part du Haut Gouvernement de la Bulgarie :

*« A Monsieur le Président de la cinquième Conférence générale des Poids et Mesures, Paris.*

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai l'honneur de vous communiquer que je suis chargé par le Gouvernement bulgare, qui prend part aujourd'hui pour la première fois aux Conférences générales périodiques des Poids et Mesures, de faire connaître devant les honorables Délégués de la présente Conférence son admiration envers l'œuvre internationale de l'unification des Poids et Mesures, si bien et si solidement créée.

» En s'inclinant devant la glorieuse mémoire des grands savants aujourd'hui disparus, créateurs de l'admirable Système métrique, et envers leurs aussi grands successeurs, le Gouvernement bulgare leur adresse ses sincères et chaleureuses salutations.

» J'exprime aussi le désir du Gouvernement bulgare de travailler à l'avenir de concert avec les pays adhérents à la Convention, pour l'extrême succès de l'œuvre entreprise : poids et mesures uniques pour tous les peuples et à tous les temps.

» Je suis également chargé de transmettre les grâces du Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Travail de Bulgarie, envers le Bureau international des Poids et Mesures, ainsi qu'à son très estimé directeur M. René Benoît, pour les grands secours scientifiques et pratiques donnés par lui au Ministère lors de l'introduction chez nous du Système métrique.

» Je prends la liberté d'ajouter aussi mes considérations personnelles à l'honorable personnel du Bureau, pour les mêmes services rendus au Ministère auquel j'ai l'honneur d'appartenir.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression de ma haute considération.

» Paris, le 11 octobre 1913.

*» Le Délégué du Gouvernement royal de Bulgarie,*

*» S. SPASSOFF. »*

M. le PRÉSIDENT exprime les remerciements de la Conférence; et prie M. SPASSOFF de bien vouloir transmettre ces remerciements au Haut Gouvernement de Bulgarie.

M. le PRÉSIDENT indique que le moment est venu de procéder à l'élection du Secrétaire définitif de la Conférence.

M. BLASERNA, Secrétaire du Comité international, est nommé, par acclamation, Secrétaire de la cinquième Conférence générale. Il remercie la Conférence de l'honneur qu'elle a bien voulu lui faire, et qui est pour lui un encouragement pour l'accomplissement de sa tâche.

L'ordre du jour appelant le Rapport du Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis la dernière Conférence, M. le Président donne la parole à M. FOERSTER, qui présente le Rapport suivant :

**Rapport du Président du Comité international sur les travaux accomplis  
depuis la dernière Conférence.**

« D'après l'article 19 du Règlement de la Convention, le Président du Comité doit rendre compte, à la Conférence générale, des travaux accomplis depuis l'époque de sa dernière réunion.

» Au sujet des travaux scientifiques consacrés au perfectionnement et à la consolidation toujours plus complète des bases du Système métrique et de la Métrologie en général, je me suis déjà permis, dans ma réponse au discours de M. le Ministre, de signaler, en quelques aperçus généraux, les travaux achevés depuis la dernière Conférence. Parmi ces travaux, j'ai mentionné, en premier lieu, deux publications importantes : celle de la détermination du volume du Kilogramme d'eau et celle de la nouvelle détermination du rapport des longueurs d'onde fondamentales avec l'unité métrique.

» Le Tome XV de nos *Travaux et Mémoires*, qui sera très prochainement dans vos mains, contiendra, outre cette dernière publication, l'exposé, fait par M. Guillaume, des premières déterminations d'étalons à bouts exécutées au Bureau international et un premier Mémoire de M. Pérard contenant les études qu'il a exécutées sur les étalons à bouts.

» Des rapports détaillés prévus dans l'ordre du jour, pour la troisième séance, concernant les étalons à bouts et la mesure des bases géodésiques, seront présentés par les savants les plus compétents eux-mêmes, auxquels nous

sommes si profondément reconnaissants pour les résultats déjà obtenus dans ces importantes questions.

» Il appartiendra à mon Rapport d'aujourd'hui de vous donner une information statistique *sommaire* au sujet des travaux de vérification qui ont été exécutés depuis l'époque de la quatrième Conférence générale.

» Dans ces six années, le Bureau a accompli un total de 949 vérifications, toujours de haute précision, dont 269 appartiennent à des étalons de *longueur*; 64 à des étalons de *masse*; 169 à des *thermomètres-étalons*; 447 à des  *fils et rubans*, pour la plupart en acier-nickel.

» Quant aux travaux du Bureau concernant la comparaison périodique des Kilogrammes prototypes et des Mètres prototypes, j'en ai déjà parlé dans ma réponse au discours de M. le Ministre, en formulant le résultat général, si satisfaisant, des comparaisons des Kilogrammes prototypes nationaux.

» Le nouveau Rapport de M. Guillaume sur les récents progrès du Système métrique, qui vous a été remis, donne, dans sa première Partie, aux Chapitres intitulés *Étalons de longueur* et *Étalons de masse*, les détails de tous ces travaux exécutés depuis la dernière Conférence.

» D'après la résolution de cette Conférence, la première comparaison périodique des Mètres prototypes nationaux commencera dans l'année 1914.

» Je crois, Messieurs, pouvoir me dispenser de donner des détails sur les discussions et études du Comité concernant les modifications du Règlement de la Convention, qui ont été récemment proposées aux Gouvernements signataires, et devront être soumises au vote formel de cette Conférence générale. Les circulaires du Bureau du Comité vous en auront donné, et le Rapport de M. le Secrétaire du Comité vous donnera encore toutes les informations nécessaires à cet égard.

» Vous me comprendrez, Messieurs, et vous l'approuverez, si, au nom du Comité et au mien, je cède en terminant au désir de rendre hommage à la grande sagesse et à l'habileté consommée que M. Blaserna a déployée, cette fois encore, dans toutes ces délicates négociations. »

M. le PRÉSIDENT remercie M. Foerster de son intéressant Rapport, et, passant au point suivant de l'ordre du jour, il donne la parole à M. le Secrétaire pour exposer les propositions du Comité international concernant les modifications aux articles 6 et 20 du Règlement annexé à la Convention.

M. le SECRÉTAIRE s'exprime dans les termes suivants :

» La quatrième Conférence générale, qui eut lieu en 1907, tenant compte du mouvement très étendu qui se manifestait dans le monde en faveur du Système

métrique, s'est attachée à faciliter les nouvelles adhésions, par des modifications apportées au Règlement annexé à la Convention du Mètre. En conséquence, les accessions, se succédant rapidement, des Hauts Gouvernements du Chili, de l'Uruguay, de la Bulgarie et du Siam se sont produites depuis lors, et il y a lieu d'espérer de nouvelles adhésions dans un avenir prochain.

» Mais l'expérience a prouvé que ce mouvement, s'il a été favorable à l'Institution au point de vue de l'étendue de son action et de son autorité dans le monde, est plutôt défavorable aux intérêts matériels du Bureau, et se fait en partie à leurs dépens. En effet, l'entrée d'un nouvel État dans la Convention ne modifie en rien le budget annuel du Bureau, puisque celui-ci, conformément au Règlement actuel, reste invariablement fixé à la même somme, quel que soit le nombre des États adhérents ; tandis qu'elle impose au Bureau des obligations et, par suite, des charges nouvelles, tout en supprimant la ressource supplémentaire pouvant provenir des taxes que cet État devait acquitter, jusqu'à ce moment, pour les études ou travaux exécutés à sa demande.

» En recherchant les moyens de remédier, sans peser en aucune manière sur les États qui ont déjà adhéré à la Convention, à des inconvénients qui pourraient devenir de plus en plus fâcheux dans l'avenir pour le fonctionnement du Bureau, le Comité a pensé trouver une solution dans la formule suivante : Il propose que les contributions de tous les États qui font dès à présent partie de la Convention continuent dans l'avenir à être fixées sur la base actuelle de la dotation de 100000<sup>fr</sup>, et selon le mode de répartition établi par la quatrième Conférence générale ; tandis que les contributions des nouveaux États ou Colonies autonomes qui feront ultérieurement adhésion à ladite Convention s'ajoutent aux précédentes, en constituant ainsi une ressource supplémentaire pour le Bureau, tout en étant calculées conformément aux règles qui servent à établir les contributions des anciens États. Cette disposition, proposée par le Comité, aurait son effet à partir de son approbation par la présente Conférence.

» Le Comité international est donc unanime à proposer à la Conférence l'adoption de cette solution qui sauvegarde tous les droits des anciens États, et ne change en rien leur situation actuelle vis-à-vis de l'Institution internationale, tout en modifiant légèrement et d'une façon équitable les conditions relatives aux nouveaux États qui déclareraient leur accession après la décision conforme de la présente Conférence.

» Cette proposition ne modifie que le seul Règlement annexé à la Convention dans ses articles 6 et 20. »

M. le Secrétaire donne ensuite lecture des articles 6 et 20, modifiés conformément aux propositions du Comité. Il fait remarquer que, sur ce texte, qui

est sous les yeux de MM. les Délégués, les changements proposés sont imprimés en italiques.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur ces propositions.

M. VESNITCH, Délégué de la Serbie, déclare que son Gouvernement a déjà annoncé au Comité son intention d'accepter ces propositions. Néanmoins, il estime que quelques éclaircissements complémentaires seraient utiles pour provoquer une discussion générale avant de passer au vote. Par exemple, on peut se demander pourquoi le Comité, s'il avait besoin d'un accroissement de ses ressources, n'a pas proposé directement une augmentation du budget. Il demande encore si tous les États de la Convention ont été avertis de la nouvelle proposition.

M. le SECRÉTAIRE répond que le Comité se trouvait dans cette double situation au point de vue des ressources du Bureau : d'une part, il y avait un budget fixe de 100000<sup>fr</sup>, et, d'autre part, chaque fois que les États ne faisant pas partie de la Convention demandaient au Bureau des travaux de comparaisons ou autres, ils payaient une taxe qui compensait en quelque sorte les frais occasionnés au Bureau par ces travaux. Si maintenant ces États entrent dans la Convention, tous les travaux que leurs Gouvernements demanderont devront être effectués gratuitement, ce qui constituera une diminution des ressources actuelles du Bureau.

Il fallait donc songer à rétablir cet équilibre par une compensation, chaque fois qu'un nouvel État entrerait dans la Convention. La proposition que le Comité fait à la Conférence répond exactement à cette nécessité.

M. le PRÉSIDENT appuie chaleureusement les paroles de M. le Secrétaire. Il fait remarquer que la proposition du Comité n'aggraverait en rien les charges actuelles des États adhérents, tout en sauvegardant le Bureau contre le danger éventuel d'un véritable déficit. Si, par exemple, la Chine adhérerait, elle provoquerait par ses demandes de travaux une augmentation considérable de frais. Il en serait de même, bien que dans une mesure moindre, lors de l'adhésion de tout nouvel État. Il est donc tout à fait justifié que ces nouvelles adhésions apportent à l'Institution des ressources nouvelles.

M. le SECRÉTAIRE remercie vivement M. le Président de son précieux appui, qui a mathématiquement démontré la convenance du procédé proposé par le Comité. Il répond ensuite à la seconde préoccupation de M. Vesnitch, en infor-

mant la Conférence que les propositions du Comité ont été antérieurement communiquées, par une circulaire détaillée, à tous les Hauts Gouvernements des États adhérents; que 18 d'entre eux ont déjà bien voulu annoncer directement leur adhésion, et qu'aucun des autres États n'a soulevé d'objections.

M. DARBOUX se déclare vivement partisan de la proposition, justifiée encore par l'échange de vues qui vient d'avoir lieu. Il constate que les États ayant déjà répondu ont été unanimes pour l'acceptation, et il exprime l'espoir que les autres États représentés à la Conférence donneront aussi leur vote favorable.

M. VESNITCH est reconnaissant des explications qui viennent d'être fournies, et qui ont servi à éclairer davantage encore la Conférence.

M. le PRÉSIDENT prononce la clôture de la discussion. Il donne lecture des nouveaux textes suivants proposés pour les articles 6 et 20 :

ARTICLE 6, MODIFIÉ.

*La dotation annuelle du Bureau international est composée de deux parties : l'une fixe, l'autre complémentaire.*

*La partie fixe est de 100000<sup>fr</sup>. Elle est à la charge de tous les États et des Colonies autonomes qui ont adhéré à la Convention du Mètre avant la cinquième Conférence générale.*

*La partie complémentaire est formée des contributions des États et des Colonies autonomes qui sont entrés dans la Convention après ladite Conférence générale.*

Le Comité est chargé d'établir, sur la proposition du Directeur, le budget annuel, mais sans dépasser la somme *calculée conformément aux stipulations des deux alinéas ci-dessus*. Ce budget est porté, chaque année, dans un Rapport spécial financier, à la connaissance des Gouvernements des Hautes Parties contractantes.

Dans le cas où le Comité jugerait nécessaire d'apporter une modification, soit à la dotation annuelle, soit au mode de calcul des contributions déterminé par l'Article 20 du présent Règlement, il devrait soumettre ce projet de modification aux Gouvernements, de façon à leur permettre de donner, en temps utile, les instructions nécessaires à leurs Délégués à la Conférence suivante, afin que celle-ci puisse délibérer valablement. La décision sera valable seulement dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé, ou n'exprimera, dans la Conférence, un avis contraire.

ARTICLE 20, MODIFIÉ.

L'échelle des contributions, dont il est question à l'Article 9 de la Convention, est établie, *pour la partie fixe*, sur la base de la dotation de 100000<sup>fr</sup>, indiquée par

l'Article 6 du présent Règlement et sur celle de la population; la contribution normale de chaque État ne peut pas être inférieure à 500<sup>fr</sup>, ni supérieure à 15000<sup>fr</sup>, quel que soit le chiffre de la population.

Pour établir cette échelle, on détermine d'abord quels sont les États qui se trouvent dans les conditions voulues pour ce minimum et ce maximum; et l'on répartit le reste de la somme contributive entre les autres États, en raison directe du chiffre de leur population.

Les parts contributives ainsi calculées sont valables pour toute la période de temps comprise entre deux Conférences générales consécutives, et ne peuvent être modifiées, dans l'intervalle, que dans les cas suivants :

a. Si l'un des États adhérents a laissé passer trois années successives sans faire ses versements.

b. Si, au contraire, un État antérieurement retardataire de plus de trois ans ayant versé ses contributions arriérées, il y a lieu de restituer aux autres Gouvernements les avances faites par eux.

*(L'alinéa c est supprimé.)*

*La contribution complémentaire est calculée sur la même base de la population, et est égale à celle que les États anciennement entrés dans la Convention payent dans les mêmes conditions.*

Si un État ayant adhéré à la Convention déclare en vouloir étendre le bénéfice à une ou plusieurs de ses Colonies non autonomes, le chiffre de la population desdites Colonies sera ajouté à celui de l'État pour le calcul de l'échelle des contributions.

Lorsqu'une Colonie reconnue autonome désirera adhérer à la Convention, elle sera considérée, en ce qui concerne son entrée dans cette Convention, suivant la décision de la Métropole, soit comme une dépendance de celle-ci, soit comme un État contractant.

M. le PRÉSIDENT met aux voix séparément ces deux articles.

L'article 6 est adopté par 21 voix sur 21 votants,

L'article 20 est également adopté par 21 voix sur 21 votants.

Ont voté *oui* : Allemagne, Autriche, Hongrie, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Grande-Bretagne et Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pérou, Portugal, Roumanie, Russie, Serbie, Suède, Suisse.

M. le PRÉSIDENT constate que la proposition du Comité a été approuvée par l'*unanimité* des votants.

Comme l'article 6 du Règlement, dans son dernier alinéa, porte que la décision sera valable dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé ou n'exprimera dans la Conférence un avis contraire, et que c'est précisément le cas qui vient de se produire, M. le PRÉSIDENT proclame *définitivement*

*adoptés les nouveaux articles 6 et 20 du Règlement annexé à la Convention du Mètre.* Il déclare que cette décision entre en vigueur dès maintenant.

M. le **SECRETARE** informe la Conférence que, conformément à ce vote, le bureau du Comité présentera aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, dans son Rapport spécial financier, le tableau des contributions, pour l'année 1914, calculé sur la base du nouveau mode de répartition, qui vient d'être adopté.

M. le **PRÉSIDENT**, passant au dernier point de l'ordre du jour, qui stipule le renouvellement par moitié du Comité international, rappelle que l'article 7 du Règlement porte :

« La Conférence générale procède, au scrutin secret, au renouvellement par moitié du Comité international. »

Et l'article 8 :

« Lors du renouvellement, par moitié, du Comité international, les Membres sortants seront d'abord ceux qui, en cas de vacance, auront été élus provisoirement dans l'intervalle entre deux sessions de la Conférence; les autres seront désignés par le sort.

» Les Membres sortants seront rééligibles. »

Comme, pour cette fois, il n'y a qu'un seul membre du Comité élu depuis la dernière Conférence en la personne de M. **DARBOUX**, qui a succédé en 1909 au regretté M. **Mascart**, décédé, le tirage au sort doit se faire pour six parmi les treize anciens membres du Comité, qui sont :

**MM. ARNDTSEN, d'ARRILLAGA, BLASERNA, DE BODOLA, ÉGOROFF, FOERSTER, GAUTIER, GILL, HASSELBERG, HÉPITÉS, VON LANG, STRATTON, TANAKADATE.**

M. le **PRÉSIDENT** procède au tirage au sort, et les membres sortants, ainsi désignés, sont :

**MM. BLASERNA, FOERSTER, GAUTIER, GILL, HASSELBERG, TANAKADATE.**

M. le **PRÉSIDENT** fait observer que tous les membres sortants sont rééligibles, et il invite **MM. les Délégués** à préparer leur bulletin de vote. Il fait procéder à l'appel nominal, et chaque Délégué votant dépose son bulletin dans l'urne.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

M. BLASERNA . . . . .	21	voix sur 21 votants.
M. DARBOUX . . . . .	19	»
M. FOERSTER . . . . .	21	»
M. GAUTIER . . . . .	20	»
Sir D. GILL . . . . .	20	»
M. HASSELBERG . . . . .	20	»
M. TANAKADATE . . . . .	20	»

M. le PRÉSIDENT proclame élus comme membres du Comité international :

MM. BLASERNA, DARBOUX, FOERSTER, GAUTIER, GILL, HASSELBERG, TANAKADATE.

M. le PRÉSIDENT prie le nouveau Comité de se réunir après la séance pour se constituer.

La séance est levée à 17<sup>h</sup>.



---

# TROISIÈME SÉANCE

DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES,

RÉUNIE AU BUREAU INTERNATIONAL, AU PAVILLON DE BRETEUIL,

LE MARDI 14 OCTOBRE 1913.

Présidence de M. P. APPELL,  
Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

---

Sont présents :

A. *Les Délégués* : MM. D'ARRILLAGA, BATTISTELLA, BLASERNA, BLUMBACH, DE BODOLA, DARBOUX, ÉGOROFF, FOERSTER, REIMERS, GAUTIER, SIR DAVID GILL, DE GHYCZY, HASSELBERG, HÉPITÈS, HIJOSHI, VON JECKLIN, KUSMINSKY, VON LANG, MAC-MAHON, MURAT, DE MENDIZABAL, DE OLIVEIRA SIMOËS, PASQUIER, PRYTZ, RAMOS, SPASSOFF, STRATTON, TANAKADATE, TIRMAN, VESNITCH, VIOLLE, WALLROTH.

M. LARDY se fait excuser.

B. *Le Directeur et le Directeur adjoint du Bureau international* : MM. BENOÎT et GUILLAUME.

C. *Les invités* : MM. BIGOURDAN, CARPENTIER, CELLERIER, CHAPPUIS, CHEN, DESLANDRES, FAVÉ, JOHNSON, MAUDET, PÉRARD, PEROT, PILTER, TRESCA, TSEING.

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

Le compte rendu de la dernière séance est lu et adopté.

M. le PRÉSIDENT mentionne que l'ordre du jour appelle les décisions concernant le sanctionnement de quelques kilogrammes prototypes nationaux, qui ont été soumis à la première vérification périodique. Il prie M. le Président du Comité de faire présenter le Rapport sur ce projet.

M. BENOÎT donne lecture du Rapport suivant :

« L'une des attributions de la Conférence générale des Poids et Mesures est, aux termes de l'article 7 du Règlement annexé à la Convention du Mètre du 20 mai 1875, de « sanctionner les nouvelles déterminations métrologiques fondamentales qui auraient été faites dans l'intervalle de ses réunions ».

» Conformément à cette disposition, le Comité et le Bureau international ont à proposer aujourd'hui à la Conférence générale le sanctionnement des *équations*, c'est-à-dire des valeurs par rapport au Prototype fondamental, résultant, pour quelques-uns des Prototypes nationaux, de la *première vérification périodique* des Kilogrammes, qui a été exécutée, et dont les dernières années viennent de voir l'achèvement.

» Ces vérifications périodiques des Prototypes distribués, après une première étude générale, par le Bureau international, aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, constituent l'une des tâches assignées au Bureau par cette Convention ; leur but est, comme on le sait, d'assurer la permanence avec le temps, dans tous les pays du monde, du système de mesures dont ils définissent les unités fondamentales. Il est éminemment désirable que ces opérations soient faites, non pas d'une façon isolée et en quelque sorte au hasard des circonstances, mais suivant un programme établi d'avance, de manière à les faire porter simultanément sur un nombre suffisant de pièces, permettant ainsi des contrôles assez nombreux pour garantir aux résultats des nouvelles mesures un degré de précision et de certitude à très peu près équivalent à celui des mesures anciennes. Le Comité et les Conférences précédentes avaient décidé de faire passer en premier lieu, pour les soumettre à la première vérification périodique, les étalons de masse, qui, par leur nature, sont beaucoup plus exposés que les étalons de longueur à subir avec le temps des altérations.

» Les études furent commencées en 1899-1900, et poursuivies depuis, à mesure que le renvoi au Bureau d'un certain nombre d'étalons, par les Gouvernements de divers pays, en permit la continuation. Déjà, lors des deux Conférences précédentes, il fut rendu compte d'une partie de ces opérations et de leurs résultats. Je me propose de les rappeler très rapidement, de les compléter, et d'indiquer les conclusions générales de tout l'ensemble du travail.

» Après l'invitation qui fut adressée par le Comité aux Gouvernements possesseurs de Prototypes du Kilogramme, et qui en désireraient une vérification, de renvoyer ces Kilogrammes, dans ce but, au Bureau international, sept États seulement répondirent d'abord, et firent parvenir au Bureau huit Prototypes; ces États furent : l'Allemagne, l'Italie, la Suède, la Norvège, la Roumanie, la Suisse, chacun pour 1 étalon, et la Belgique pour 2 étalons. Ces Kilogrammes furent com-

parés entre eux, avec les deux Prototypes principaux du Bureau international, dans toutes les combinaisons possibles. Les observations furent faites par M. Chappuis et par moi. Parmi les équations nouvelles résultant de ces mesures, quelques-unes présentaient, par rapport aux anciennes équations, des écarts qui atteignaient et même dépassaient un peu  $0^{\text{ms}},02$ . Bien que ces quantités n'excèdent certainement que peu les limites des incertitudes inévitables dans de telles mesures, le Comité ne jugea point à propos de provoquer, dans la troisième Conférence, une décision quant à un changement des valeurs précédemment inscrites sur les certificats. Il parut, en effet, que les nouveaux résultats avaient été obtenus dans des conditions qui ne présentaient pas le maximum de garanties désirables. D'une part, l'un des Prototypes du Bureau, qui avait été précédemment employé pour un très grand nombre d'expériences et de déterminations diverses, était précisément l'un de ceux qui paraissaient accuser l'une des variations les plus grandes; la base sur laquelle on s'appuyait pour fixer les nouvelles équations pouvait donc passer pour un peu incertaine. D'autre part, la balance dont on s'était servi, après de longues années d'usage continu, paraissait avoir perdu un peu de ses qualités premières. Le Comité décida, en conséquence, de surseoir à toute décision, et avant tout de faire remettre à neuf la balance par son constructeur, la maison Rueprecht, de Vienne. Lorsque l'instrument nous revint, après avoir été, non seulement revisé, mais transformé dans un certain nombre de ses organes, de manière à présenter tous les perfectionnements de la construction la plus moderne des appareils de ce genre, les mesures furent reprises. Comme contrôle, on ajouta aux deux Prototypes du Bureau précédemment cités 4 Kilogrammes qui, restés non attribués et encore disponibles après la distribution générale de 1889, n'avaient jamais été touchés depuis cette époque; et, en plus, l'un des Kilogrammes témoins du Prototype international, conservé avec lui dans le dépôt du Bureau, retiré et mis momentanément à notre disposition, par le Comité international. A ces Kilogrammes, on ajouta encore le Kilogramme d'Allemagne, qui avait été déjà compris dans la première série de comparaisons; le Prototype, nouvellement reçu, du Mexique; et enfin deux autres Kilogrammes en platine iridié, appartenant au Bureau, en forme, l'un de cylindre, l'autre de sphère tronquée.

» Les comparaisons, faites par moi, dans toutes les combinaisons possibles entre ces onze pièces, conduisirent aux résultats qui furent communiqués à la dernière Conférence, et donnèrent lieu au sanctionnement des équations nouvelles trouvées pour les Kilogrammes n<sup>os</sup> 22 et 31, appartenant respectivement à l'Allemagne et au Bureau international.

» Depuis lors, sur un nouvel appel adressé aux Gouvernements intéressés,

un certain nombre d'autres Prototypes nous sont venus, et une nouvelle série d'opérations a été exécutée par M. Maudet, Adjoint du Bureau.

» Les Kilogrammes nouveaux devant être ainsi soumis à vérification étaient ceux des pays suivants : Autriche (1), Danemark (1), Japon (1), Hongrie (1), Espagne (2), France (2).

» En ajoutant à ces Prototypes les 4 Prototypes du Bureau et 2 Kilogrammes restant alors non attribués, on réunissait un total de 15 pièces qui, comparées les unes aux autres, deux à deux, de toutes les manières possibles, auraient pu fournir un total de 120 combinaisons. Comme l'exécution d'un tel travail aurait exigé, sans bénéfice réel sensible, un temps extrêmement considérable, les étalons sur lesquels il devait porter ont été subdivisés en plusieurs groupes. Tout d'abord, le Prototype du Danemark, dont le retour rapide à Copenhague était demandé, en vue des applications des nouvelles lois danoises relatives à l'introduction du Système métrique, a été l'objet d'une détermination très soignée, mais isolée. Ensuite, on a formé un groupe des étalons du Japon, de la Serbie, de l'Autriche et de la Hongrie, qui ont été comparés entre eux et avec les 4 étalons du Bureau et les 2 Kilogrammes disponibles. Enfin, les 4 étalons de l'Espagne et de la France ont été de même réunis avec ces mêmes Kilogrammes du Bureau et les Kilogrammes disponibles, formant ainsi un troisième groupe ; les comparaisons faites entre ces derniers Kilogrammes, communs aux deux groupes, rentrant dans le calcul de l'un et de l'autre. Le total de ces opérations représentait donc 30 séries de comparaisons, dans des combinaisons toutes différentes et se contrôlant les unes les autres.

» Enfin, pour assurer d'une façon encore plus parfaite la base sur laquelle devait être fondé tout le calcul des valeurs à attribuer aux Prototypes à la suite de cette longue série d'études, menées d'une façon aussi systématique et régulière que les circonstances l'avaient permis, le Comité, dans sa session tenue en 1911, décida d'achever cette importante opération de vérification en faisant une nouvelle série fermée de comparaisons, dans laquelle entrerait celui des témoins du Prototype international qui avait été introduit dans la précédente série.

» Ce nouveau travail, qui devait comprendre 10 séries de comparaisons, a été en effet exécuté depuis par M. Maudet ; il n'a fait, d'ailleurs, que confirmer, en les garantissant davantage, les résultats précédemment acquis.

» Si l'on récapitule l'ensemble de ces travaux de comparaison ou vérification, on voit qu'ils ont porté sur 18 Prototypes nationaux appartenant à 15 États différents : Allemagne (1), Autriche (1), Belgique (2), Danemark (1), Espagne (2), France (2), Hongrie (1), Italie (1), Japon (1), Mexique (1), Norvège (1), Roumanie (1), Serbie (1), Suède (1), Suisse (1).

» Les résultats définitifs, après achèvement de tous les calculs, sont contenus

dans le Tableau suivant, qui donne, à côté des anciennes valeurs, les valeurs nouvellement obtenues et les différences.

N <sup>os</sup> .	Valeurs anciennes.	Valeurs nouvelles.	Diff. N — A.	N <sup>os</sup> .	Valeurs anciennes.	Valeurs nouvelles.	Diff. N — A.
1...	<sup>mg</sup> +0,002	<sup>mg</sup> +0,003	<sup>mg</sup> +0,001	27...	<sup>mg</sup> +0,145	<sup>mg</sup> +0,107	<sup>mg</sup> -0,038
2...	-0,953	-0,966	-0,013	28...	+0,210	+0,183	-0,027
3...	+0,021	+0,024	+0,003	29...	-0,949	-0,921	+0,028
5...	+0,018	+0,024	+0,006	31...	+0,162	+0,141	-0,021
6...	+0,169	+0,149	-0,020	32...	+0,070	+0,071	+0,001
7...	-0,530	-0,508	+0,022	35...	+0,191	+0,183	-0,008
9...	+0,282	+0,277	-0,005	36...	+0,157	+0,156	-0,001
11...	+0,008	-1,109	-1,117	37...	+0,244	+0,257	+0,013
13...	-0,154	-0,169	-0,015	38...	+0,183	+0,190	+0,007
14...	+0,247	+0,234	-0,013	40...	-0,037	-0,044	-0,007
16...	+0,056	-0,019	-0,075	41...	+0,260	+0,257	-0,003
21...	+0,063	+0,061	-0,002	C....		+0,167	
22...	+0,053	+0,002	-0,051	S....		+0,328	
24...	-0,191	-0,187	+0,004				

On voit que, pour la très grande majorité des Prototypes étudiés, les différences ne dépassent pas quelques millièmes de milligramme, c'est-à-dire qu'elles sont d'un ordre de grandeur qu'il est absolument impossible de garantir. Quelques-unes arrivent au centième de milligramme, quantité qui est encore sans aucun doute de l'ordre des incertitudes inévitables des observations. Quelques pièces seules font exception, et présentent des différences, dont les unes sont dues à l'usure, au dépolissage provenant de l'emploi dans de très nombreuses expériences : tels sont, par exemple, le Prototype de l'Allemagne et l'un des Étalons du Bureau international. Déjà dans la précédente Conférence, sur la proposition du Comité, les nouvelles équations trouvées pour ces deux Kilogrammes avaient été sanctionnées. Pour d'autres, les variations sont dues à des accidents qui leur sont arrivés et ont laissé sur leurs surfaces des empreintes plus ou moins graves. Ce sont les Kilogrammes n<sup>o</sup> 11 (Serbie), n<sup>o</sup> 16 (Hongrie) et n<sup>o</sup> 27 (Danemark), pour lesquels les nouvelles mesures ont indiqué des diminutions de masse respectivement égales à 1<sup>mg</sup>, 117, 0<sup>mg</sup>, 075 et 0<sup>mg</sup>, 038.

» D'après des décisions antérieures, toute variation qui excède 0<sup>mg</sup>, 05 est considérée comme indiquant une altération réelle de la pièce, et par conséquent entraîne l'annulation du Certificat précédemment délivré, pour la partie de ce Certificat qui concerne l'équation du Prototype. En outre, une décision de la première Conférence de 1889 avait stipulé que ne seraient soumises à la sanction de la Conférence que les valeurs des étalons dont l'équation ne dépasserait pas 1<sup>mg</sup>. Conformément à ces précédents, il n'y aurait donc lieu actuellement de demander à la Conférence que le sanctionnement de deux des Kilogrammes

précédemment indiqués, ceux du Danemark et de la Hongrie, dont les équations actuelles sont :

$$16. . . . . 1^{\text{kg}} - 0^{\text{mg}}, 019,$$

$$27. . . . . 1^{\text{kg}} + 0^{\text{mg}}, 107.$$

» La présence au Bureau des trois Kilogrammes dont il vient d'être question a permis d'entreprendre une étude sur l'intérêt de laquelle M. Violle, Délégué de la France, avait insisté au cours de la quatrième Conférence, et à laquelle nous avons renoncé à regret dans la crainte d'exposer à des causes d'altération des Prototypes restés intacts : il s'agissait d'une mesure nouvelle de leur densité, destinée à renseigner sur les variations possibles de leur volume, non au point de vue de l'usage des Kilogrammes eux-mêmes, pour lesquels de tels changements étaient, *a priori*, certainement insignifiants, mais au point de vue des conclusions auxquelles cette étude devait conduire relativement à la conservation des Prototypes de longueur. Les mêmes craintes n'existant plus pour des étalons qui portaient déjà de petites détériorations, on a soumis ces trois pièces à une nouvelle détermination. Les résultats de ces mesures, faites par M. Maudet, sont reproduites ci-après :

Numéro du Kilogramme.	Volume admis en 1889.	Volume trouvé en 1910. Réduction par les Tables	
		anciennes.	nouvelles.
11.....	46,4111 <sup>ml</sup>	46,4108 <sup>ml</sup>	46,4110 <sup>ml</sup>
16.....	46,4080	46,4099	46,4102
27.....	46,4126	46,4128	46,4132
Moy...	46,4206	46,4212	46,4210

» Les nouvelles déterminations ont été ramenées aux conditions normales en utilisant, pour permettre les comparaisons avec les anciennes valeurs, les Tables adoptées à l'époque de la première étude des Prototypes; les mêmes réductions ont été faites ensuite comparativement par d'autres Tables fondées sur des déterminations plus récentes des éléments du calcul, de manière à fournir les valeurs des volumes que nous considérons actuellement comme plus exactes.

» On voit que, dans les limites de précision de la détermination du volume des Prototypes, les différences entre les valeurs anciennes et nouvelles ne présentent aucun caractère systématique. L'écart le plus grand, très petit encore, a été fourni par celui des trois Kilogrammes pour lequel les mesures anciennes paraissent avoir présenté une infériorité sensible. Ces résultats, s'ajoutant à beaucoup d'autres, sont donc absolument rassurants quant aux qualités de la matière dont sont faits les Prototypes de longueur.

» Comme conséquence des résultats qui sont consignés dans le présent Rapport, nous proposons à la Conférence, au nom du Comité international, d'adopter le projet de déclaration ci-après, dont les termes reproduisent identiquement ceux de la déclaration qui fut adoptée, dans des circonstances semblables, par la quatrième Conférence :

**Déclaration relative aux équations des Kilogrammes n° 16 et 27.**

« Considérant le sanctionnement des nouveaux Prototypes métriques par la première Conférence générale des Poids et Mesures;

» Considérant la décision, prise par la deuxième Conférence des Poids et Mesures, de faire procéder à la première vérification périodique des Prototypes nationaux du Kilogramme;

» Entendu le Rapport du Directeur du Bureau international des Poids et Mesures relatif à ladite vérification;

» Entendue la déclaration du Président du Comité international des Poids et Mesures approuvant, au nom du Comité, les termes de ce Rapport;

» La Conférence générale :

» Déclare n'être plus conformes à la réalité les équations sanctionnées par la première Conférence générale pour les Kilogrammes prototypes n°s 16 et 27; elle annule, en conséquence, les Certificats y relatifs en ce qui concerne l'équation, et en prolonge la validité pour le reste;

» Autorise le Comité international à faire, aux dits Certificats, une addition portant la valeur de la masse des Kilogrammes n°s 16 et 27, telle qu'elle résulte des nouvelles déterminations faites au Bureau international. »

M. VIOLLE est heureux des résultats que M. le Directeur du Bureau international vient de communiquer à la Conférence, au sujet de l'invariabilité constatée dans la densité de l'étalon de masse. Cette constatation est d'une très haute importance.

M. le PRÉSIDENT résume la question en disant qu'il s'agit de voter une proposition se rapportant aux Kilogrammes prototypes de la Hongrie et du Danemark, c'est-à-dire d'autoriser le Comité à faire une addition aux Certificats concernant ces Kilogrammes.

La proposition, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT passe ensuite au second point de l'ordre du jour, touchant la décision relative à la première vérification périodique des Mètres prototypes nationaux.

M. FOERSTER explique que la quatrième Conférence générale a déjà décidé que cette vérification devrait commencer en 1914. Il y a donc simplement lieu de renouveler cette résolution.

M. le PRÉSIDENT met aux voix cette proposition du Comité, qui est adoptée à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. GUILLAUME pour exposer les questions se rapportant à la suite de l'ordre du jour, que le Comité l'a chargé de présenter à la Conférence.

M. GUILLAUME rappelle que, tandis que l'on possède sur la conservation des Kilogrammes une abondante documentation, grâce à la première comparaison périodique dont il vient d'être question, les renseignements se limitent, pour les Mètres, à ceux qu'ont fournis les comparaisons des étalons d'usage du Bureau international.

Les deux étalons principaux, n° 26 et Type III, directement déterminés en fonction du Prototype international, ont participé à diverses opérations faites en série fermée, à l'occasion de la détermination précise d'autres étalons. Les écarts trouvés n'ont jamais dépassé les incertitudes des observations, extrêmement faibles pour des étalons possédant des tracés aussi parfaits. Les comparaisons les plus récentes, celles qu'ont faites MM. Benoît et Maudet, ont confirmé l'ancienne équation relative à moins d'un vingtième de micron près.

D'autre part, les anciennes règles, Type I et Type II, munies de traits larges sur poli mat, ont été retracées récemment avec une grande perfection. Mais, avant cette opération, M. Guillaume les a encore comparées entre elles et avec les deux étalons sus-nommés. Là encore, la conservation relative est confirmée dans les limites des erreurs d'observation. Mais l'incertitude des comparaisons est ici sensiblement plus forte que pour les étalons munis de tracés plus parfaits.

Bien que les étalons dont il vient d'être question aient subi des traitements très différents, leur conservation mutuelle ne permet pas encore de conclure *définitivement* à leur conservation absolue. C'est pour s'assurer de cette dernière, que les longueurs d'onde des radiations fondamentales ont été déterminées avec une précision très élevée, d'abord par MM. Michelson et Benoît, en 1892, puis par MM. Benoît, Fabry et Perot, en 1906. L'accord est absolu; mais étant donnée la possibilité de variations très faibles des longueurs d'onde, dues aux particularités du mode d'excitation des tubes producteurs des radiations mesurées, cet accord ne fournit pas encore une preuve décisive. La mesure en longueurs d'onde, déjà commencée par M. Benoît, d'étalons taillés dans un seul cristal de quartz, donnera un troisième repère, indépendant des deux premiers, et qui, en connexion avec eux, permettra, dans la suite des années, des conclusions d'une certitude presque absolue.

On avait fondé un grand espoir sur les étalons en quartz vitreux; mais les

expériences poursuivies au National Physical Laboratory ont révélé, dans cette substance, des variations rapidement mesurables.

Au sujet du contrôle international des bases d'étalonnage des fils géodésiques, M. GUILLAUME s'exprime dans les termes suivants :

« Ce sont les géodésiens qui réclamèrent pour la première fois la création d'un Institut international pour la comparaison des étalons de longueur; il était donc naturel que l'étude des étalons géodésiques tint une grande place dans les travaux du Bureau international.

» Pendant bien des années, il s'agit uniquement de règles rigides, telles qu'on les employait exclusivement autrefois pour toutes les mesures géodésiques de précision. Mais l'invar a permis de donner à la méthode des fils, élaborée par M. Jäderin, une exactitude réellement inespérée.

» La précision des mesures faites par les fils dépend de leur dilatabilité, leur conservation de leur écouissage. Ces propriétés et leurs variations ont été étudiées sur de nombreux fils. Les méthodes d'examen ont permis de guider la fabrication, de manière à obtenir des fils bien élastiques et dont la dilatabilité, après stabilisation par l'étuvage, est presque toujours comprise entre  $\pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ , avec un écart moyen de  $\pm 0,03 \cdot 10^{-6}$ . Il suffit donc, pour que l'erreur de dilatation ne dépasse pas le millionième, que la température soit connue avec une précision de l'ordre d'une dizaine de degrés; et il faudrait, en moyenne, une trentaine de degrés d'écart entre la température de la détermination des fils et celle de leur emploi, pour fausser également de 1 millionième la longueur calculée, si l'on appliquait la même formule de dilatation aux fils issus d'une même coulée.

» Des expériences d'enroulage, dont les résultats ont été présentés déjà à la quatrième Conférence, ainsi que des essais de transport, ont montré que ces opérations ne modifient pas de façon appréciable la longueur de fils bien conditionnés, et les nombreuses bases mesurées successivement avec plusieurs fils ont établi ce fait, qu'ils fournissent des valeurs concordantes.

» Une expérience récente, faite par le Service géographique de l'Armée française, en vue de répondre à quelques doutes exprimés par les géodésiens, a conduit à cette conclusion que, dans les limites du millionième, la valeur des fils déterminés sur une base murale correspond à celle qui s'établit dans les conditions de leur emploi sur le terrain.

» Il ne reste plus, pour assurer une parfaite homogénéité aux mesures faites par les fils, qu'à comparer entre elles les bases murales, à l'aide d'un lot de fils, que l'on ferait passer de l'une à l'autre. Il ne semble pas y avoir de difficultés sérieuses à instituer ce contrôle mutuel. »

M. le PRÉSIDENT prie M. Foerster de bien vouloir présenter, de la part du Comité, dans la prochaine séance, un texte de résolution qui puisse conduire à un vote formel.

M. FOERSTER déclare que la Commission des Instruments et des Travaux sera prête pour la prochaine séance.

Sur le point de l'ordre du jour relatif aux étalons à bouts, M. GUILLAUME présente les considérations suivantes :

« Les étalons à bouts répondent à un besoin métrologique relativement récent, celui de l'ajustage précis, dans la construction mécanique, de pièces en série.

» Ces pièces sont le plus souvent en acier ; pour n'avoir pas à tenir compte de la température à laquelle elles sont copiées sur les dimensions d'un étalon donné, celui-ci doit être fait également en acier. La trempe partielle ou totale de ces étalons leur confère une dureté assurant leur bonne conservation.

» Le Bureau international a entrepris, dès l'année 1896, en commun avec la Section technique de l'Artillerie de l'Armée française, l'étude des étalons à bouts. M. Guillaume s'est occupé d'abord des déterminations absolues, tandis que M. Benoît exécutait les comparaisons relatives ; plus tard, M. Pérard a été chargé de poursuivre ces deux ordres de travaux. Les publications insérées au Tome XV des *Travaux et Mémoires* rendront compte de ces multiples recherches.

» Pour que divers étalons à bouts employés au réglage de fabrications connexes permettent d'assurer la concordance des pièces qu'ils servent à ajuster, il est nécessaire qu'eux-mêmes possèdent leur valeur nominale à une température unique, qui est leur température d'ajustage.

» Au sujet de cette dernière, deux courants d'opinion se sont formés ; les uns veulent que cette température d'ajustage soit une température usuelle, d'autres préfèrent celle de la glace fondante. On peut donner de bonnes raisons à l'appui de ces deux opinions. Cependant, une discussion minutieuse de la question a conduit le Comité international à préférer l'ajustage à 0°. La proposition qu'il a formulée dans ce sens en 1909 a poursuivi l'unification commencée par la diffusion des étalons issus de la Section technique de l'Artillerie. Une résolution de la Conférence achèverait cette unification. »

M. le PRÉSIDENT, avant de mettre en discussion cette importante question, donne la parole à M. PÉRARD, pour communiquer les résultats auxquels ont abouti les travaux qu'il a exécutés.

M. PÉRARD s'exprime dans les termes suivants :

« Trois formes d'étalons à bouts ont été préconisées par le Bureau international dans sa circulaire de juillet 1911 : la forme de calibres cylindriques, la forme de broches à bouts sphériques, la forme d'étalons à faces planes et parallèles.

» La mesure des *calibres* a été faite par la méthode des palpeurs, exposée en détail dans le Mémoire de M. Guillaume sur le volume du Kilogramme d'eau; j'ai seulement cherché à préciser encore les réglages par l'emploi de quelques instruments nouveaux acquis par le Bureau depuis cette époque, et par l'adjonction d'un support intermédiaire d'un maniement commode.

» Les *broches* ont été étudiées par une méthode toute différente, celle d'Airy.

» Cette méthode consiste, étant donné un certain nombre d'étalons à étudier, à tracer sur chacun d'eux un trait, à les abouter deux à deux de toutes les façons possibles et à mesurer chaque fois la distance entre les deux traits, c'est-à-dire la somme des distances comprises, sur chaque étalon, entre le trait et l'extrémité en contact.

» On voit immédiatement l'avantage que présenterait une telle méthode, si l'on pouvait tracer le trait sur chaque étalon au centre de la sphère dont les deux extrémités font partie : aucun réglage ne serait alors nécessaire entre les étalons, et leurs surfaces pourraient se toucher par un point quelconque. Dans l'impossibilité d'atteindre ce centre à l'intérieur de la broche, je lui ai substitué deux points symétriquement placés par rapport à lui, et dont la moyenne pour ainsi dire représentait ce centre inaccessible. Sur chaque broche était fixée une pièce porte-traits comportant un plan, dont le prolongement idéal contenait l'axe de la broche, avec deux fractions d'un même trait; et l'on mesurait, en avant et en arrière des étalons en contact, les deux longueurs dont la moyenne faisait ressortir le nombre à introduire dans les calculs de compensation de la méthode d'Airy. J'ai déterminé ainsi des étalons de toutes grandeurs s'échelonnant depuis 20<sup>mm</sup> jusqu'à 1<sup>m</sup>; et la compensation exécutée ensuite au moyen de notre comparateur automatique Hartmann entre les valeurs trouvées permet d'estimer à 4 ou 5 dixièmes de micron la précision obtenue.

» Pour les *étalons à bouts plans*, dont le premier modèle nous a été donné en étude par la maison C.-E. Johansson, d'Eskestuna, nous avons voulu, mon Collègue, M. Maudet et moi, déterminer surtout une valeur conforme à leur mode d'emploi particulier. Ces étalons, en effet, sont destinés à être utilisés, non pas seuls, mais toujours accolés soit à d'autres semblables, soit à des becs qui les transforment en pieds à becs de haute précision. Le bon contact ne peut s'obtenir qu'en présence d'une légère couche de lubrifiant, qui permet de glisser progressivement les surfaces l'une sur l'autre. Dans l'ignorance complète où nous étions

de l'épaisseur réelle de cette couche grasse, nous avons cherché à déterminer la *valeur pratique* des étalons accompagnés des deux demi-lamelles lubrifiantes qui en sont inséparables dans l'emploi. Nous avons alors adjoint à l'étalon à étudier deux autres étalons auxiliaires portant chacun un tracé, et qui lui ont été accolés par le procédé habituel. On a mesuré successivement la distance de deux traits choisis sur l'un et l'autre étalon auxiliaire comprenant entre eux l'étalon à étudier, puis la distance des deux mêmes traits sur les étalons auxiliaires mis directement en contact; on a eu ainsi par différence la valeur pratique cherchée.

» La concordance des diverses valeurs obtenues par deux observateurs différents, dans des conditions de réglage absolument indépendantes, a permis d'estimer à 2 ou 3 dixièmes de micron l'exactitude probable des nombres fournis par cette méthode.

» Enfin, pour les plus petits étalons (jusqu'à  $10^{\text{mm}}$ ), j'ai contrôlé les mesures précédentes par une méthode d'une précision plus élevée encore, au moyen des interférences lumineuses.

» La méthode consiste à disposer l'étalon entre deux glaces, celles d'un interféromètre, de dimensions suffisantes pour le déborder de chaque côté, et à mesurer, par les franges d'interférence des lames minces en lumière monochromatique, la distance des glaces et les deux distances comprises entre chaque face de l'étalon et la glace qui lui fait vis-à-vis. Ce procédé est dérivé de celui qu'avait proposé M. J.-R. Benoit pour la détermination d'une lame transparente.

» On avait en outre un contrôle immédiat et très précis de la construction de chaque pièce : la rectitude et la régularité des franges produites entre les faces de l'étalon et les plans de verre très parfaits de l'interféromètre donnaient la mesure exacte de la planitude de celles-là; et, entre les glaces, amenées au parallélisme par l'uniformité de teinte, il était facile de juger du parallélisme des surfaces métalliques, par la possibilité d'obtenir aussi sur elles simultanément l'uniformité de teinte avec un réglage convenable.

» J'ai étudié ainsi et mesuré cinq étalons de  $5^{\text{mm}}$  et cinq de  $1^{\text{mm}}$ . Leur excellente construction a été mise en évidence par ce fait que les mesures exécutées sur une même pièce, dans des conditions aussi différentes que possible, n'ont jamais donné que des écarts de 1 à 2 centièmes de micron par rapport à la moyenne.

» Mais les nombres trouvés doivent être affectés d'une double correction provenant : 1° de la position des plans de réflexion; 2° du mode d'emploi des étalons.

Les surfaces optiques où se produisent, en moyenne, les réflexions

de diverses radiations, ne coïncident pas rigoureusement avec les surfaces mécaniques ou réelles. Ce phénomène est bien connu pour les surfaces métalliques; il s'exprime plus exactement en disant que la perte de phase par réflexion n'est pas rigoureusement  $\frac{1}{2}$ .

2° Par suite de l'épaisseur inconnue des deux demi-lamelles lubrifiantes dont il a été question tout à l'heure, la *valeur pratique* d'un étalon est légèrement différente de sa valeur théorique.

Pour établir en bloc la valeur de cette double correction, j'ai effectué la mesure de sommes de plusieurs étalons, au nombre de deux, trois ou cinq, accolés les uns aux autres de la manière indiquée par le constructeur, en procédant par glissement progressif des surfaces laissées enduites à peine de quelques traces résiduelles de vaseline, en quantité tout juste suffisante pour permettre le glissement sans grippage. Ces expériences montrèrent que, pour faire concorder les nouveaux résultats avec les sommes des résultats individuels, il suffisait d'ajouter en moyenne, pour chaque raccord, la quantité  $0^{\mu},08$ . Avec cette correction globale, les résultats ne présentèrent jamais que des écarts peu supérieurs aux erreurs possibles d'observation, et atteignant au plus  $0^{\mu},03$ ; ces expériences permettaient donc d'établir la constance du contact des étalons Johansson, avec une approximation bien plus élevée que les mesures exécutées par la méthode des étalons auxiliaires tracés. Pour l'usage des étalons, la seule question à élucider était la grandeur maxima des variations à craindre dans l'aboutage de deux pièces. Dans ce but, j'ai laissé parfois intentionnellement sur les surfaces à accoler une quantité de vaseline nettement trop forte, et j'ai reconnu que l'excédent de  $0^{\mu},1$  est certainement la limite supérieure de l'erreur que pourrait redouter un opérateur, même tout à fait inexercé; car, bien avant cette limite, le défaut d'adhérence des surfaces et leur trop grande tendance à glisser l'une sur l'autre éveillerait sa méfiance.

» Il est intéressant de signaler que la fluidité du lubrifiant utilisé semble sans influence au point de vue métrologique, puisque j'ai obtenu des résultats tout à fait semblables avec la vaseline, l'huile de vaseline et l'essence de pétrole, même quand, pour cette dernière, les mesures étaient faites après évaporation.

» Enfin, quoique cette question n'ait aucune importance pour l'emploi des étalons mêmes, il était intéressant de rechercher quelle pouvait être la part respective de chacune des causes d'erreur nécessitant la correction globale indiquée précédemment. Je signale seulement les expériences que j'ai entreprises à cet effet, et dont les relevés et calculs ne sont pas entièrement terminés. Ces expériences utilisent simplement le phénomène des anneaux de Newton, produits en lumière monochromatique entre un plan d'acier horizontal et une lentille plan-convexe reposant sur lui par sa face courbe. Avec des précautions

suffisantes pour éliminer toute trace de poussières interposées, on peut admettre que les surfaces sont en contact mécanique, et il est facile de mesurer leur distance optique. En effet, si l'on détermine les diamètres d'un certain nombre d'anneaux consécutifs, on obtient le même nombre de relations entre deux inconnues, qui sont la différence des courbures des surfaces et leur distance optique au point de contact mécanique. On peut opérer soit par comparaison, en posant la lentille alternativement sur un plan de verre et sur un plan d'acier, soit en valeur absolue, en corrigeant chaque expérience de l'écrasement au contact, calculé par la formule théorique de Hertz; et l'on voit que, par surcroît, en faisant varier systématiquement la charge portée par la lentille, on aura une vérification expérimentale de cette formule.

» Sans accorder plus de confiance qu'il ne convient aux premiers résultats d'une étude qui, je le répète, n'est pas encore achevée, je me permettrai seulement de signaler les premières indications qui paraissent en résulter : d'une part, sur cette erreur de  $0^{\mu},08$  dont il avait fallu corriger les résultats interférentiels pour obtenir les valeurs pratiques des étalons, la plus grande part serait imputable à la discordance des surfaces optiques et mécaniques, la couche grasse n'intervenant donc que fort peu par son épaisseur; et, d'autre part, la formule de Hertz se vérifierait mal, et indiquerait un écrasement sensiblement trop fort, du moins avec les coefficients d'élasticité actuellement admis. »

M. le PRÉSIDENT remercie M. Pérard de son exposé si précis et si intéressant, qui montre avec quelle conscience les savants du Bureau s'acquittent de leur mission, et ouvre la discussion sur l'ensemble de cette question des étalons à bouts.

M. BLUMBACH fait remarquer que la température à laquelle doivent se rapporter les étalons à bouts n'est pas une question simple. En Angleterre, on ajuste encore ces étalons à  $62^{\circ}$  de Fahrenheit, c'est-à-dire à  $16^{\circ}\frac{2}{3}$  centigrades, et en Russie on emploie jusqu'à présent ces étalons anglais. Il estime donc qu'il serait difficile d'introduire l'obligation de recourir immédiatement à la température de la glace fondante. D'autre part, il y a lieu de considérer que les différentes espèces d'acier ont des coefficients de dilatation très différents. Faudrait-il donc alors décider l'uniformité des aciers? Il estime cependant qu'une température uniforme de définition s'impose pour les étalons à bouts. Mais, en tout cas, il conviendra d'accorder un certain laps de temps, avant de soumettre à une règle uniforme tous les étalons employés.

M. FOERSTER est vivement frappé des observations de M. Blumbach. Il propose, en conséquence, de renvoyer la question à une Commission spéciale pour

être soumise ensuite à la délibération de la Conférence dans la prochaine séance.

La proposition de M. Foerster est adoptée.

M. GUILLAUME présente ensuite à la Conférence deux instruments de mesure destinés au Service central de la vérification qu'on institue à Bangkok, et qui doivent servir à étudier les étalons à traits ou à bouts des vérificateurs. Ces instruments ont été combinés de manière à permettre des mesures rapides, avec une précision de l'ordre de 1 à 2 centièmes de millimètre. Ils se composent essentiellement d'une règle divisée sur un bord, et accompagnée d'un support réglable, présentant la règle à traits en regard de la règle étalon, ou la règle à bouts entre des curseurs dont la position est déterminée en fonction de la division de la règle étalon. L'un de ces instruments possède une règle divisée de 1<sup>m</sup>; l'autre, de construction plus simple, permet des mesures jusqu'à 2<sup>m</sup>.

M. GUILLAUME aborde ensuite la partie de son Rapport ayant trait à la valeur de la pesanteur, et fait l'exposé suivant :

« La célèbre expérience de Richer enseigna pour la première fois l'inégalité de l'intensité de la pesanteur dans les divers points de la surface terrestre. Les physiciens surent dès lors qu'il fallait, dans les recherches précises sur les poids ou sur les pressions, fixer le lieu de la Terre auquel se rapportait la valeur de la pesanteur. Pendant longtemps, on adopta comme pesanteur normale celle qui est réalisée à Paris. Puis on proposa la pesanteur moyenne, telle qu'elle existe au niveau de la mer, sous la latitude de 45°. C'est à cette pesanteur normale qu'ont été réduites jusqu'ici les déterminations de pression faites au Bureau international, à l'aide du facteur numérique calculé par Broch, en utilisant la formule de Clairaut rectifiée.

» Or on sait aujourd'hui que la pesanteur normale ainsi définie ne possède pas une valeur unique ; les perturbations locales la font varier entre des limites étroites il est vrai, mais cependant assez distantes pour qu'on soit obligé de choisir, entre les extrêmes, une valeur numérique fixe.

» Le nombre déjà sanctionné par les Conférences précédentes et inséré dans plusieurs législations est 9,80665 m. sec<sup>-2</sup>. Ce nombre est le quotient, par le facteur de réduction que Broch a calculé, de la pesanteur au Bureau international, 9,80991 m. sec<sup>-2</sup>, déterminé par le général Defforges.

» Or, les corrections récemment apportées à ce nombre, ainsi que la discussion d'ensemble des résultats obtenus en tous pays, a conduit à considérer le nombre 9,80615 m. sec<sup>-2</sup> comme représentant assez exactement la valeur moyenne à 45° et au niveau de la mer. Au Pavillon de Breteuil, la

perturbation locale est sensiblement nulle. C'est donc, en fait, à ce dernier nombre que sont réduites nos pressions, et non à la pesanteur normale conventionnelle, lorsque nous leur appliquons le dénominateur de Broch. Il en résulte que, tout en continuant à utiliser ce mode de calcul qui avait conduit à fixer la valeur normale conventionnelle, nous réduisons en fait nos pressions à une valeur plus faible. Pour sortir de cette ambiguïté, il y aurait donc lieu de préciser le mode de calcul qui devra être employé non seulement au Bureau international, mais en tout lieu de la Terre. »

M. le PRÉSIDENT donne lecture de la proposition suivante, faite par le Comité :

Considérant la nécessité, universellement reconnue, de ramener les valeurs diverses de l'accélération de la pesanteur à une valeur unique, dite *valeur normale* ;

Considérant qu'en raison des perturbations locales, il est insuffisant, dans les mesures de haute précision, de fixer cette valeur normale, comme on le faisait autrefois, par la condition qu'elle corresponde à la pesanteur régnant à la latitude de 45° et au niveau de la mer ;

Considérant que, pour éviter toute indétermination, les Conférences générales ont déjà admis, comme valeur normale, 9,00665 m. sec<sup>-2</sup>, valeur qui s'écarte, il est vrai, très légèrement du nombre moyen le plus probable dans la région de la Terre ci-dessus indiquée, mais est cependant comprise entre les limites extrêmes des nombres correspondant à l'ancienne définition ; que, depuis lors, la valeur normale ci-dessus a été insérée dans diverses législations ;

Considérant la nécessité d'éviter toute équivoque sur le mode de calcul à adopter pour atteindre cette valeur ;

La Conférence déclare :

1° Affirmer à nouveau que la valeur conventionnelle de référence, dite *valeur normale*, de l'accélération de la pesanteur est représentée par le nombre 9,80665 m. sec<sup>-2</sup> ;

2° Qu'en conséquence, la réduction à la pesanteur normale des observations exécutées en un lieu donné de la Terre doit être faite, non point à l'aide du facteur théorique donné par la formule de Clairaut rectifié, mais par le facteur numérique ramenant à la valeur ci-dessus la pesanteur locale, si possible directement déterminée.

Aucune observation ne se produisant, M. le PRÉSIDENT met aux voix cette proposition, qui est adoptée à l'unanimité.

M. GUILLAUME, reprenant la suite de son Rapport, donne, sur la question de l'ordre du jour concernant l'échelle thermométrique, les explications suivantes :

« Jusqu'au début du siècle écoulé, les échelles thermométriques étaient fondées sur la dilatation d'un corps arbitrairement choisi : air, huile, alcool, mercure. Elles différaient donc entre elles de notables quantités.

» Gay-Lussac, le premier, proposa de rapporter toutes les températures au

thermomètre à gaz. Le choix du gaz semblait indifférent; car Gay-Lussac croyait avoir découvert que tous les gaz possèdent la même dilatabilité.

» Regnault lui-même ne put mettre en évidence les écarts des indications des thermomètres à air et à hydrogène. Cette démonstration était réservée à M. Chappuis. Le Comité international, voulant préciser, choisit le thermomètre à hydrogène, sous une pression initiale déterminée; et sa décision, sanctionnée par la première Conférence générale, entraîna l'adhésion de tous les physiciens.

» Or, le thermomètre à hydrogène ne donne plus aucune indication aux températures très basses, où ce corps est liquide, puis solide; d'autre part, aux températures élevées, il s'échappe de tous les réservoirs. Ce thermomètre ne peut donc fournir aucune matérialisation utile, dans les domaines extrêmes, aujourd'hui très importants.

» Lorsque le Comité choisit le thermomètre à hydrogène, il voulut, non seulement préciser une notion restée vague, par le choix d'une matérialisation unique, mais encore adopter une matérialisation telle, qu'elle se rapprochât autant que possible de l'échelle thermodynamique. C'est vers cette dernière que tendent aujourd'hui tous les physiciens. Ils attendent seulement, pour l'adopter, à la fois une décision de la Conférence générale et l'achèvement de quelques travaux permettant de rapporter à cette échelle les indications des divers thermomètres à gaz, constituant, dans les régions de températures susceptibles d'être explorées, des matérialisations pratiques: thermomètres à hélium, à néon, à argon. Il y aurait donc lieu de prendre une décision de principe, puis d'organiser une coopération internationale pour l'étude de ces divers thermomètres et la détermination de leurs réductions à l'échelle thermodynamique.

» En outre, dans un but d'uniformisation, et pour faciliter la graduation des thermomètres, sans avoir toujours recours aux deux points fondamentaux, il y aurait une grande utilité à fixer, par une entente internationale, la position d'un certain nombre de repères répartis dans toute l'étendue de l'échelle accessible à l'expérience. »

M. le PRÉSIDENT exprime à M. Guillaume ses vives félicitations pour l'ensemble des exposés si remarquables que la Conférence vient d'entendre avec tant d'intérêt; et il met en discussion les termes de la résolution proposée par le Comité sur l'échelle thermométrique.

Avec quelques amendements suggérés par MM. ÉGOROFF et DE BODOLA, M. le PRÉSIDENT donne lecture du projet de déclaration suivant :

Considérant la décision prise par le Comité international des Poids et Mesures,

dans sa session de 1887, et sanctionnée par la Première Conférence générale, d'adopter comme *échelle normale des températures, pour le Service international des Poids et Mesures*, l'échelle du thermomètre à hydrogène sous volume constant;

Considérant que cette échelle a été généralement acceptée pour les travaux scientifiques de tous ordres, et qu'ainsi la décision ci-dessus a pris une portée plus générale qu'il n'avait été prévu dans sa forme primitive;

Considérant que, dans le domaine des températures très basses, autrefois inaccessibles, mais que les travaux récents permettent aujourd'hui d'atteindre et d'explorer, l'échelle normale est inapplicable, en raison de la liquéfaction, puis de la solidification de l'hydrogène; que, d'autre part, aux températures élevées, les thermomètres à hydrogène perdent toute constance et toute précision, en raison de la facile diffusion de ce gaz à travers les enveloppes;

Considérant le désir légitime d'un grand nombre de physiciens, de rapporter l'expression des températures à l'échelle thermodynamique ou absolue, fondée sur des données de théorie pure, et, par conséquent, indépendante de toute propriété d'une matière particulière, mais dont la représentation la plus parfaite réalisée jusqu'à ces derniers temps était celle que fournit l'échelle normale;

Considérant que les progrès de la Science ont permis, tout récemment, de réaliser une matérialisation plus étendue et encore plus parfaite de l'échelle thermométrique par l'emploi du gaz hélium;

Considérant enfin que les incertitudes de la graduation des divers thermomètres seraient réduites, dans la pratique des mesures, par l'adoption de valeurs déterminées pour un certain nombre de points de repère fournis par la fusion ou l'ébullition de substances convenablement choisies, et qu'ainsi, pour les températures extrêmes, la concordance des résultats obtenus par divers observateurs en serait améliorée;

La Conférence déclare :

1° Affirmer la grande utilité de tous les travaux expérimentaux ou théoriques, tendant à perfectionner notre connaissance des échelles thermométriques, notamment de l'échelle des gaz susceptibles d'applications pratiques, en vue de leur réduction à l'échelle absolue, et exprimer le désir que le Comité international charge le Bureau dont il a la haute direction, et qui a pris une si large part dans l'établissement de l'échelle normale, de participer à ces nouvelles recherches;

2° Approuver les matérialisations que les études expérimentales auront montrées indubitablement supérieures à celle qui constitue l'échelle normale, à la fois pour son étendue et pour son approximation à l'échelle absolue;

3° Être prête à substituer, pour le Service international des Poids et Mesures, l'échelle absolue à l'échelle normale, aussitôt que le tableau de réduction d'une échelle à l'autre aura pris, grâce aux travaux mentionnés ci-dessus, un caractère de suffisante stabilité;

4° Approuver la fixation d'un certain nombre de repères thermométriques convenablement choisis, et dont la position sera déterminée aussi bien que possible.

En vue des mesures d'exécution nécessitées par la quatrième résolution ci-dessus, la Conférence invite en outre le Comité international à organiser, le plus tôt possible, au Bureau international, une réunion des Directeurs des laboratoires nationaux directement intéressés au développement des études thermométriques, réunion au sein de

laquelle seront arrêtées les bases d'une coopération internationale pour le choix et la détermination de ces repères thermométriques, ainsi que pour leur adoption générale.

M. le PRÉSIDENT constatant que la parole n'est plus demandée, met aux voix ce projet de déclaration, qui est adopté à l'unanimité.

M. BLASERNA communique à la Conférence la triste nouvelle, survenue au moment même où elle se réunissait pour la première fois, de la mort de M. le comte DE MACÉDO, ancien professeur à l'École Polytechnique de Lisbonne. M. DE MACÉDO a longtemps appartenu au Comité international, et a pris une part très active à ses délibérations. Une maladie, qui malheureusement ne pardonne pas, l'avait obligé à se retirer; et, en souvenir de sa précieuse collaboration, le Comité l'avait nommé membre honoraire. Bien qu'il n'ait pu, depuis lors, se tenir en rapports avec le Comité, celui-ci n'a pas oublié les grands services rendus, et il considère comme un devoir d'exprimer ses regrets au sein de la Conférence, d'autant plus que M. DE MACÉDO avait lui-même fait partie des Conférences antérieures.

M. le PRÉSIDENT s'associe, au nom de la Conférence tout entière, au souvenir et aux regrets que M. le Secrétaire vient d'exprimer, et propose qu'une lettre de condoléance soit adressée à la famille.

Cette proposition est adoptée.

M. DE OLIVEIRA SIMOËS, en sa qualité de Délégué du Portugal et d'ancien élève à l'École Polytechnique et ensuite collègue dans le professorat du regretté comte de Macédo, se déclare très touché de la manifestation de sympathie que la Conférence vient de consacrer au distingué savant et diplomate que son pays a perdu. Il remercie M. le Président d'avoir eu la pensée d'exprimer à la famille du défunt les regrets de la Conférence. Cette lettre sera certainement accueillie avec reconnaissance par son frère, M. Manoel de Macédo, professeur à l'Institut industriel de Lisbonne.

M. BENOÎT propose que la visite habituelle des Prototypes conservés dans le dépôt ait lieu à la fin de la prochaine séance de la Conférence. Il informe que les trois clefs conservées, l'une par le Président du Comité, l'autre aux Archives de France et la troisième au Bureau international ont été réunies pour cette occasion.

La proposition est adoptée.

La séance est levée à 18<sup>h</sup>.

---

---

# QUATRIÈME SÉANCE.

DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES,

RÉUNIE AU BUREAU INTERNATIONAL AU PAVILLON DE BRETEUIL,

LE VENDREDI 17 OCTOBRE 1913.

Présidence de M. P. APPELL,

Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

---

Sont présents :

A. *Les Délégués* : MM. D'ARRILAGA, BATTISTELLA, BLASERNA, BLUMBACH, DE BODOLA, DARBOUX, ÉGOROFF, FOERSTER, REIMERS, GAUTIER, SIR DAVID GILL, DE GHICZY, HASSELBERG, HÉPITÉS, HIJOSHI, VON JECKLIN, KUSMINSKI, VON LANG, MACMAHON, MURAT, DE MENDIZABAL, DE OLIVEIRA SIMOËS, PASQUIER, PRYTZ, RAMOS, SPASSOFF, STRATTON, TANAKADATE, VIOLLE, WALLROTH.

MM. LARDY et VESTNITCH se sont fait excuser.

B. *Le Directeur et le Directeur adjoint du Bureau international* : MM. BENOÎT et GUILLAUME.

C. *Les invités* : MM. CARPENTIER, P. CHAPPUIS, CHEN, DESLANDRES, JOHNSON, LALLEMAND, MAUDET, PÉRARD, TSEING.

Le compte rendu de la troisième séance est lu et adopté.

M. le PRÉSIDENT annonce que M. POINCARÉ, Président de la République, recevra les membres de la Conférence demain, samedi, à 17<sup>h</sup>30, au Palais de l'Élysée.

M. le PRÉSIDENT rappelle que, dans la précédente Séance, deux questions ont été renvoyées pour que les Commissions désignées puissent présenter les textes définitifs de résolution.

M. FOERSTER expose, en ce qui concerne les étalons à bouts, que la Commission spéciale, composée de MM. Blumbach, Égoroff, Guillaume et lui-même, et à laquelle a été adjoint M. Pérard, a reconnu que les difficultés signalées dans la précédente séance par M. Blumbach nécessitaient des études supplémentaires, et étaient de nature à conseiller de réserver la décision définitive. Il s'agit, par conséquent, non pas d'abandonner la perspective d'aboutir dans le sens de la délibération du Comité, mais de continuer les travaux nécessaires pour arriver à une solution définitive. Il donne lecture de la proposition suivante :

**Déclaration relative aux étalons à bouts.**

« Considérant que la précision des ajustages est devenue un facteur indispensable, à la fois du bon fonctionnement des machines et de la fabrication en série, élément essentiel de la construction industrielle;

» Considérant que l'ajustage des pièces de machines est généralement obtenu en rapportant leurs dimensions à des étalons à bouts;

» Considérant la complexité de la question, surtout en raison de la diversité de dilatation des aciers employés à la construction de ces étalons;

» La Conférence :

» Invite le Comité international à faire poursuivre les travaux de tous ordres destinés à assurer les perfectionnements possibles dans la connaissance des propriétés métrologiques des aciers, ainsi que dans la construction, la détermination et l'emploi des étalons à bouts. »

M. le PRÉSIDENT met en discussion cette proposition de la Commission spéciale.

Sir DAVID GILL reconnaît la difficulté réelle de la question. La fixation de la température d'ajustage à celle de la glace fondante reste absolument désirable, pourvu que l'on connaisse en même temps le coefficient de dilatation de l'acier employé. Toutefois, il accepte le texte proposé, qui réserve la décision jusqu'à la fin des études recommandées.

A la demande de M. Foerster, M. GUILLAUME donne quelques explications sur un point délicat concernant la définition de la valeur nominale des étalons à bouts.

Ainsi qu'il a été indiqué dans le Rapport *Sur les récents progrès du système métrique*, les divers aciers employés à la confection de ces étalons ne possèdent pas une dilatabilité identique, et les craintes exprimées par M. Blumbach dans la précédente séance au sujet des dangers d'une interprétation défectueuse et trop rigide d'une prescription déterminée semblent bien fondées. Il serait

donc très utile d'accompagner d'un texte explicatif, afin d'éviter tout malentendu, la résolution étudiée par le Comité.

Au surplus, pour connaître à fond les conditions d'emploi des étalons à bouts, il serait tout d'abord nécessaire de procéder à une enquête sur les pièces en différents métaux : fer, fonte, acier, qui, dans les machines de précision, ont besoin d'un ajustage très rigoureux. Car il est clair que les difficultés rencontrées dans les résolutions à prendre existent ou n'existent pas dans la pratique, si, dans les machines elles-mêmes, les tolérances dans les ajustages sont, ou ne sont pas assez grandes pour permettre le jeu des dilatations des pièces associées faites en divers métaux ferriques. Si l'on avait besoin d'ajustages se conservant à toute température, on serait nécessairement conduit à construire des machines en métal homogène; et c'est à la même solution que l'on serait amené, pour les étalons à bouts, si l'on voulait réaliser l'égalité à toute température.

Mais il y aurait possibilité de résoudre la question en donnant à la résolution qu'avait primitivement adopté le Comité, moins de rigidité par l'addition des mots *en principe*. L'ajustage aussi parfait que possible à 0° serait toujours réalisé pour des étalons appartenant à ce qu'on pourrait appeler la *série normale*; pour les étalons de dilatabilité très différente, une instruction donnerait les indications nécessaires à un ajustage les mettant en concordance, dans les conditions de la pratique, avec la série normale.

M. FOERSTER est d'avis que le projet de résolution qu'il a présenté au nom de la Commission répond suffisamment à l'état actuel de la question, et il prie la Conférence de bien vouloir le prendre en considération.

Après un échange d'observations, auxquels prennent part MM. DE BODOLA, MAC-MAHON, HÉPITÉS, BLUMBACH, ÉGOROFF, M. le PRÉSIDENT appuie, de son côté, la proposition qui réserve l'avenir, sans abandonner le principe qui a guidé le Comité; et il met aux voix le texte proposé par M. Foerster, au nom de la Commission.

Cette proposition est adoptée par 13 voix contre 4.

M. le PRÉSIDENT prie ensuite M. Foerster de donner lecture du projet du texte définitif concernant les fils géodésiques.

M. FOERSTER expose que la Commission s'est arrêtée au texte suivant :

« 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 reali-

sation d'un accord sur la méthode de détermination de ces bases, ainsi que sur le procédé d'emploi des fils. »

Aucune observation ne se produisant, M. le PRÉSIDENT met aux voix cette proposition, qui est adoptée à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT rappelle que la première question de l'ordre du jour concerne le progrès des législations à l'égard du Système métrique, et donne la parole à M. Guillaume.

M. GUILLAUME expose les progrès réalisés dans les législations depuis la réunion de la dernière Conférence. Ces progrès peuvent être rangés sous quatre chefs principaux : sanction des prototypes, rédaction nouvelle et plus précise des définitions fondamentales, extension à des unités non encore incorporées à la loi, enfin progrès dans le régime légal du Système métrique.

« Pour la sanction des prototypes, la Bulgarie, le Portugal et l'Uruguay y ont procédé, la première en l'incorporant dans une loi nouvelle sur les Poids et Mesures, le second par une loi spéciale, le troisième enfin par un décret rendu quelques jours avant la Conférence.

« L'Allemagne, le Japon, le Mexique, la Roumanie, ont révisé leur loi en donnant plus de précision à certaines rédactions.

» Les lois bulgare, mexicaine, suisse, ont procédé, d'autre part, à une extension de la notion légale de Poids et Mesures, ainsi que l'avait fait la loi hongroise de 1907, qui a constitué un point de départ nouveau d'extension du régime légal des unités.

» Quant aux progrès et à l'expansion du Système métrique, ils doivent être exposés à propos du deuxième point de l'ordre du jour.

» L'extension des lois a porté essentiellement sur la clarification de la notion des unités dynamiques. On a voulu, en particulier, faire disparaître le dualisme existant entre les unités *rationnelles* et les unités *usuelles*; et établir les premières de façon à correspondre à l'ordre de grandeur des quantités dont s'occupe la technique.

» De façon analogue au Système C. G. S., on a développé un Système M. K. S., dont l'unité fondamentale de force est la force qui communique à 1 kg une accélération de  $1 \text{ m. sec}^{-2}$ . Suivant une proposition faite par la Commission constituée par l'Association internationale du Froid, cette unité de force serait nommée le *newton*: Le déplacement du point d'application de cette force sur un espace de  $1^{\text{m}}$  engendre 1 *joule*, qui, divisé par 1 seconde, produit 1 *watt*. Ainsi, par un hasard extrêmement heureux, les unités fondamentales du travail et de la puissance dans le Système M. K. S. sont précisément celles auxquelles a conduit le Système des électriciens, dit *pour la pratique*, et qui sont universelle-

ment adoptées. On réalise pratiquement le newton par le poids d'une masse de 102<sup>g</sup> environ; c'est donc une force de grandeur très maniable.

» Le Système du kilogramme-force que, par une fautive interprétation des textes, beaucoup d'ingénieurs nomment l'*unité métrique de force*, devient alors un système secondaire, dont chaque unité a sa valeur exprimée par rapport aux unités de même espèce du Système M. K. S.

» Cette façon d'exposer l'ensemble des unités dynamiques a été incorporée à un projet de loi que M. Guillaume a élaboré à la demande du Gouvernement de la République Argentine, et qui, rédigé définitivement par M. Carlos Aubone, a été adopté par le Gouvernement argentin pour être soumis à la sanction du Pouvoir législatif. Cette sanction allait se produire, lorsque le Gouvernement français institua une Commission chargée de préparer la révision et l'extension de la loi, et le Gouvernement argentin, pensant que les travaux de cette Commission apporteraient à la question de nouvelles clartés, a provisoirement suspendu la révision projetée.

» La Commission française a introduit dans son plan de travail deux idées nouvelles : distinction entre les unités principales et les unités secondaires, qui seront incorporées respectivement à une loi et à un règlement d'administration publique; abandon de la notion du kilogramme-force normal.

» La valeur normale de la pesanteur étant représentée par un nombre compliqué, il a paru peu pratique de l'insérer dans une loi. L'unité principale de force est le newton, tandis que le kilogramme-force est un simple repère des forces, d'ordre peu précis, indiqué dans le projet comme étant pratiquement égal à 9,8 newton. Si l'on veut réaliser avec précision une force, on fera intervenir la valeur locale de la pesanteur, et l'on traduira les résultats en newtons ».

M. le PRÉSIDENT remercie M. Guillaume de ces détails intéressants; il est heureux d'annoncer que M. le Ministre du Commerce ayant exprimé le désir que la Conférence fût mise au courant du projet auquel M. Guillaume vient de faire allusion, il a la satisfaction de donner la parole à M. Violle, Président du Bureau national des Poids et Mesures et Délégué français à la Conférence.

M. VIOLLE fait la Communication suivante :

MESSIEURS,

» Dans la première séance de la cinquième Conférence générale, M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie vous a parlé de son projet « de fixer par voie législative et réglementaire, non seulement les unités fondamentales consacrées jusqu'à ce jour, mais encore les unités dérivées et notamment l'unité de force et les grandeurs qui en découlent ».

» M. le Président Foerster a bien voulu assurer M. le Ministre de l'intérêt avec lequel la Conférence examinerait son projet de consacrer légalement certaines unités restées en marge des textes officiels. »

» M. le Président de la Conférence a confirmé les paroles de M. Foerster, en spécifiant que le projet soumis à votre examen consiste essentiellement dans la codification du « système M. K. S. (Mètre, Kilogramme, Seconde), proposé déjà par plusieurs réunions internationales. »

» Je demande à la Conférence la permission de lui exposer en quelques mots l'origine et la nature de la question dont elle est saisie.

» Dans son désir d'adapter notre législation intérieure à l'état actuel de la Science et de l'Industrie, M. le Ministre a consulté les Chambres de Commerce, les Syndicats professionnels, les Sociétés techniques, les ingénieurs et les savants. Il s'est particulièrement adressé au Bureau international des Poids et Mesures, le plus compétent en la matière.

» Une Commission spéciale, constituée auprès du Ministère sous la présidence de M. le Professeur Perot, a réuni tous ces documents; et, après une discussion approfondie, elle a dressé une liste méthodique des unités qu'il importe de définir et d'imposer légalement, en y comprenant, pour ordre, les unités établies par les lois antérieures et les Conférences internationales.

» Son point de départ dans cette œuvre délicate a nécessairement été le *Système métrique décimal* (1), tel qu'il fut établi par ses glorieux fondateurs et régularisé par les admirables travaux du Bureau international des Poids et Mesures, sanctionnés par la Conférence générale de 1889, d'où sont sortis les étalons prototypes des unités fondamentales, le *Mètre* et le *Kilogramme*. Mais, suivant l'exemple donné par les savants physiciens anglais, elle élargit le système par l'adjonction d'une troisième unité fondamentale, la *Seconde* de temps moyen, de façon à pouvoir définir toutes les unités réclamées par la Mécanique.

» Ces trois unités fondamentales, Mètre, Kilogramme, Seconde, définissent le système M. K. S.

» Pourquoi la Commission n'a-t-elle pas suivi le système C. G. S., si harmonieusement constitué? Uniquement, parce que les unités de ce système sont trop petites pour la pratique. Elles ne conviennent en fait que pour les mesures magnétiques, que Gauss avait précisément en vue quand il posa les bases de ce système, en proclamant la nécessité de remplacer comme unité fondamentale le poids, variable d'un point à l'autre du globe, par la masse, quantité invariable. Il importe de remarquer, suivant M. J.-R. Benoît dans son très intéressant Rapport de 1903 sur les unités fondamentales du Système métrique (note I),

---

(1) Cf. DELAMBRE, *Base du Système métrique décimal*.

que l'on n'a fait ainsi que revenir à l'idée des créateurs du système, obscurcie dans le cours des années. Le Rapport de Trallès, en 1899, sur le Kilogramme, le désigne en effet comme un « étalon de la quantité de matière »; et, dans son Rapport à l'Académie des Sciences le 29 prairial an VII (même année 1899), van Swinden écrit textuellement : « Qu'est-ce qu'une masse de métal qu'on nomme *Kilogramme*? C'est le représentatif d'une masse d'eau prise à son maximum de condensation, contenue dans le cube du décimètre et pesée dans le vide. » Cette notion essentielle, le système M. K. S. n'a garde de l'oublier : l'unité fondamentale K est le Kilogramme-masse, de même que dans le système de l'Association britannique G est le Gramme-masse.

» En adoptant le système M. K. S., ne suit-t-on pas, d'ailleurs, exactement l'exemple des illustres fondateurs, la Seconde dont ils n'avaient que faire laissée de côté? Ne sont-ce pas le Mètre et le Kilogramme qui reposent triomphalement l'un à côté de l'autre dans le trésor du Pavillon de Breteuil? Et, si les savants à qui nous devons cet admirable Système métrique décimal n'ont pas pris comme unité fondamentale le Décimètre à côté du Kilogramme, c'est qu'ils voulaient avant tout établir un système pratique, et que par la décimalité, perfection trop souvent oubliée de leur système, ils assuraient le passage le plus simple possible d'une unité quelconque à ses multiples ou sous-multiples.

» La même raison qui a guidé la Commission dans le choix du Système M. K. S. avait déjà conduit les électriciens à édifier leur système pratique ohm, ampère, volt, de façon à avoir des unités de l'ordre de grandeur le plus convenable, sans chercher à en conserver comme bases le centimètre et le gramme mêmes. On sait qu'en fait, ce système cohérent a pour bases  $10^9$  centimètres (le quart de méridien terrestre),  $10^{-11}$  gramme, 1 seconde.

» Pour les unités électriques, la Commission ministérielle n'a eu naturellement qu'à transcrire les résolutions adoptées par les différentes Conférences internationales et spécialement par la Conférence de Londres en 1908.

» De même, pour l'unité d'intensité lumineuse, elle a suivi les Conférences internationales de 1884 et 1889, et enregistré la Convention de 1909 entre les électriciens et gaziers d'Amérique, d'Angleterre et de France, auxquels se sont joints récemment les gaziers italiens et belges.

» Pour les températures, elle s'est conformée aux prescriptions du Bureau international des Poids et Mesures.

» Mais, avant d'examiner en détail les unités spécifiées dans le projet de la Commission (*voir* le Projet ci-après), il convient de remarquer que ce projet partage les unités en deux catégories :

1° Les unités fondamentales, à fixer par voix législative, d'une façon immuable (autant qu'une chose peut être immuable en ce monde);

» 2° Les unités dérivées, à fixer par voie réglementaire, susceptibles, par conséquent, d'être modifiées au besoin.

» Les unités fondamentales sont au nombre de six :

- » L'unité de longueur, le Mètre ;
- » L'unité de masse, le Kilogramme ;
- » L'unité de temps, la Seconde ;
- » L'unité d'intervalle de température, le Degré centésimal ;
- » L'unité d'intensité lumineuse, la Bougie décimale ;
- » L'unité de résistance électrique, l'Ohm international.

» Sur le choix de cette dernière unité, quelques explications sont nécessaires. Dans un système purement électrique, deux unités fondamentales sont indispensables, la loi de Ohm donnant une relation entre les trois quantités : résistance, intensité, force électromotrice. Dans le système actuel, où le joule et le watt sont des unités dérivées définies comme unités mécaniques, la loi de Joule constitue un nouveau lien : une seule des trois principales unités électriques sera considérée comme fondamentale. Il n'y a dès lors pas de doute, l'unité de résistance étant la seule qui ait une représentation matérielle parfaitement définie.

» Passons maintenant aux unités dérivées.

» Peu de choses à dire des unités géométriques. L'unité d'angle est l'angle droit. Tout en adoptant la division de l'angle droit en grades et sous-multiples décimaux du grade, la Commission laisse subsister l'ancienne division en degrés, minutes et secondes, qu'un règlement d'administration publique fera aisément disparaître quand elle sera devenue désuète.

» Les unités de superficie et de volume dérivent nécessairement de l'unité fondamentale de longueur. Toutefois, le projet conserve l'appellation d'*are* pour le décamètre carré dans les mesures agraires et celle de *litre* pour le décimètre cube dans les mesures de capacité : datant de l'origine même du Système métrique décimal, ces dénominations sont consacrées par un usage séculaire et ont été sanctionnées par toutes les lois et ordonnances.

» Le projet de règlement rappelle aussi à propos de la masse les définitions de la *tonne* et du *quintal métrique*, couramment employées, et celle du *carat*, nouvellement adoptée par une entente internationale.

» A la question de masse se rattache naturellement celle de densité. Sans entrer dans le détail des procédés que l'on peut employer pour mesurer les densités, le Projet exige que les aréomètres, si souvent employés pour définir la valeur marchande des liquides, soient exclusivement des densimètres. Par

exception, toutefois, il conserve l'alcoomètre de Gay-Lussac pour mesurer la richesse alcoolique d'un mélange d'eau et d'alcool, conformément à la réglementation actuelle.

» Viennent maintenant les unités mécaniques dérivées, constituant la partie la plus intéressante du système.

» L'unité de force est la force qui, en 1 seconde, communique à une masse de 1 kilogramme un accroissement de vitesse de 1 mètre par seconde. Le rapport donne à cette unité le nom glorieux de *Newton*, si intimement lié à l'idée de force.

» L'unité d'énergie ou de travail, qui résulte immédiatement de l'unité de force et de l'unité de longueur, est alors précisément le *Joule*. Par suite, l'unité de puissance est le *Watt*.

» Ainsi se trouvent mécaniquement définies ces unités que la pratique électrique a déjà rendues familières, et qui remplaceront évidemment, à bref délai, les vieilles unités entachées d'une dépendance originelle de la pesanteur au lieu considéré.

» L'unité de pression proposée est le *Pascal*, défini comme étant la pression uniforme qui, répartie sur une surface de 1 centimètre carré, produit un effort total de 10 newtons. Le grand nom de Pascal, qui a si bien mis en évidence la pression atmosphérique, s'imposait pour désigner la nouvelle unité de pression. D'autre part, la grandeur de cette unité reste du même ordre que celle des unités pratiquement adoptées jusqu'à ce jour, mais en présentant encore ici l'avantage d'être indépendante de l'intensité de la pesanteur.

» Pour la mesure des températures, le Projet utilise, comme le Bureau international, le thermomètre à hydrogène dans les limites où ce gaz peut être employé, réserve faite d'adopter l'hélium pour les températures basses et l'argon pour les températures élevées, quand les recherches en cours auront fixé les conditions d'emploi de ces gaz. De même, lorsqu'un accord se sera fait sur une échelle de points fixes, la Commission s'empressera d'enregistrer ces données précieuses, dont j'avais jadis essayé de déterminer quelques-unes sur les conseils de mon illustre maître, Henri Sainte-Claire Deville.

» La définition de l'unité de quantité de chaleur découle immédiatement de ce qui précède : c'est la *grande calorie* des physiciens.

» Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit plus haut touchant les unités d'intensité électrique et de quantité d'électricité, ainsi que celle de potentiel ou de force électromotrice.

» Rien non plus relativement à la représentation pratique de l'unité d'intensité lumineuse. Les unités de flux lumineux (lumen) et d'éclairement (lux), en procèdent immédiatement suivant les définitions données par M. Blondel et consacrées par les Congrès internationaux.

» Vous voudrez bien, Messieurs, excuser l'aridité de ces détails.

» Mais j'ai pensé que, sur cette terre, où la solidarité se fait chaque jour plus étroite, ce qui intéresse l'activité d'un peuple importe à tous les autres, et que, par conséquent, le projet de codifier les unités présentement nécessaires à notre vie économique ne saurait vous laisser indifférents. »

## PROJET DE DÉFINITION DES UNITÉS FONDAMENTALES.

(A FIXER PAR VOIE LÉGISLATIVE).

### Longueur.

L'unité de longueur est le *Mètre*.

Le Mètre est représenté par l'étalon prototype international qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, et qui a été sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures, tenue à Paris en 1889.

L'étalon légal pour la France est la copie du Prototype international déposée au Conservatoire national des Arts et Métiers.

### Masse.

L'unité de masse est le *Kilogramme*.

Le Kilogramme est représenté par l'étalon prototype international qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, et qui a été sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures, tenue à Paris en 1889.

L'étalon légal pour la France est la copie du Prototype international déposée au Conservatoire des Arts et Métiers.

### Temps.

L'unité de temps est la *Seconde* de temps moyen.

La Seconde de temps moyen est la fraction  $\frac{1}{86400}$  du *Jour solaire moyen*.

### Température.

L'unité d'intervalle de température est le *Degré centésimal*.

Le Degré centésimal est la variation de température qui produit la centième partie de l'accroissement de pression que subit une masse d'un gaz parfait quand, le volume étant constant, la température passe du point 0° au point 100°, ces points fixes étant définis par les Conférences générales des Poids et Mesures de 1889 et 1913.

### Résistance électrique.

L'unité de résistance électrique est l'*Ohm international*.

L'Ohm international est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure de section uniforme, prise à la température de 0°, ayant une longueur de 106,300 centimètres et une masse de 14,4521 grammes.

**Intensité lumineuse.**

L'unité d'intensité lumineuse est la *Bougie décimale*.

La valeur de la Bougie décimale est le vingtième de celle de l'*étalon Violle*.

L'*étalon Violle* est la source lumineuse constituée par une aire égale à celle d'un carré d'un centimètre de côté prise à la surface d'un bain de platine rayonnant normalement, à la température de la solidification.

**PROJET DE DÉFINITION DES UNITÉS DÉRIVÉES.**

(A FIXER PAR VOIE RÉGLEMENTAIRE.)

**Superficie.**

L'unité de superficie est le *Mètre carré*.

Le *Mètre carré* est la superficie contenue dans un carré de 1<sup>r</sup> mètre de côté.

Dans les mesures agraires le *Décamètre carré* peut être appelé *Are*.

**Volume.**

L'unité de volume est le *Mètre cube*.

Le *Mètre cube* est le volume contenu dans un cube de 1 mètre de côté.

Le *Litre*, couramment employé comme unité de capacité, est pratiquement égal au *Décimètre cube*.

Pour le mesurage des bois, le *Mètre cube* peut être appelé *Stère*.

Pour le mesurage de la jauge des navires, le *Mètre cube* peut être appelé *Tonneau*.

**Angle.**

L'unité d'angle est l'*Angle droit*.

La centième partie de l'*Angle droit* s'appelle *Grade*.

Outre le *Grade* et ses sous-multiples décimaux, on peut employer les sous-multiples suivants de l'*Angle droit* : le *Degré*, qui est la quatre-vingt-dixième partie de l'*Angle droit*, la *Minute* d'angle, qui est la soixantième partie du *Degré*, et la *Seconde* d'angle, qui est la soixantième partie de la *Minute*.

**Masse.**

Dans les transactions relatives aux marchandises, les dénominations *Tonne* et *Quintal métrique* peuvent être données respectivement à 1000 kilogrammes et 100 kilogrammes.

Dans les transactions relatives aux diamants, perles fines et pierres précieuses, la dénomination *Carat* peut être donnée au double-décigramme.

**Densimétrie.**

La *densité* d'un corps est le rapport de la masse de ce corps à celle d'un égal volume d'eau privée d'air à 4° centésimaux, sous la pression d'une colonne de mercure de 76 centimètres.

La densité des liquides peut se mesurer au moyen d'aréomètres gradués en degrés densimétriques.

Par exception, la proportion d'alcool pur dans un mélange d'eau et d'alcool se mesure en degrés de l'échelle centésimale volumétrique de Gay-Lussac. Le point 0 correspond à l'eau pure et le point 100 à l'alcool pur. A la température de 15°, le nombre de degrés centésimaux correspond au titre volumétrique d'un mélange d'alcool et d'eau pure. La graduation des alcoomètres a pour base le tableau des densités des mélanges d'alcool absolu et d'eau pure dressé par le Bureau national des Poids et Mesures et annexé au présent décret.

#### Force.

L'unité de force est le *Newton*.

Le Newton est la force qui en une seconde communique à 1 kilogramme un accroissement de vitesse de 1 mètre par seconde.

A titre transitoire, on peut employer comme unité de force le Kilogramme-force ou Kilogramme-poids. Le Kilogramme-force est pratiquement égal à 9,8 newtons.

#### Énergie ou travail.

L'unité d'énergie ou de travail est le *Joule*.

Le Joule est le travail produit par 1 Newton dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.

A titre transitoire on peut employer comme unité d'énergie le Kilogrammètre, qui est le travail produit par 1 Kilogramme-force dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force. Le Kilogrammètre est pratiquement égal à 9,8 joules.

#### Puissance.

L'unité de puissance est le *Watt*.

Le Watt est la puissance qui produit un joule par seconde.

A titre transitoire, on peut employer comme unité le Poncelet, puissance qui produit 100 kilogrammètres par seconde, et le Cheval, puissance qui produit 75 kilogrammètres par seconde.

Le Poncelet et le Cheval sont pratiquement égaux respectivement à 0,98 et 0,735 kilowatt.

#### Pression.

L'unité de pression est le *Pascal*.

Le Pascal est la pression uniforme qui, répartie sur une surface de 1 centimètre carré produit un effort total de 10 newtons.

A titre transitoire, on peut employer le Kilogramme-force par unité de surface.

Le Kilogramme-force par centimètre carré est pratiquement égal à 0,98 pascal.

#### Température.

L'unité pratique de température pour les températures supérieures à  $-240^{\circ}$  est le *Degré centésimal* de l'échelle du thermomètre à hydrogène sous volume constant, la pression initiale de ce gaz étant 1 mètre de mercure.

Le Degré centésimal de l'échelle du thermomètre à hydrogène sous volume constant est la variation de température qui produit la centième partie de l'accroissement de

pression que subit une masse d'hydrogène quand, le volume étant constant, la température passe de 0° à 100°, ces points fixes étant définis dans le tableau annexé à la loi.

#### Quantité de chaleur.

L'unité de quantité de chaleur est la *Calorie*.

La Calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température d'une masse de 1 kilogramme d'un corps dont la chaleur spécifique est égale à celle de l'eau à 15° sous la pression de 1,02 pascal ou d'une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur.

#### Unité d'intensité électrique.

L'unité d'intensité de courant est l'*Ampère international*.

L'Ampère international est le courant uniforme qui, conformément à la spécification donnée, dépose 0,00111800 gramme d'argent par seconde, par électrolyse d'une solution aqueuse de nitrate d'argent.

Cette unité représente pratiquement le courant invariable qui, passant dans un conducteur dont la résistance est 1 ohm international, dissipe sous forme de chaleur la puissance de 1 watt.

#### Différence de potentiel et force électromotrice.

L'unité de différence de potentiel et de force électromotrice est le *Volt international*.

Le Volt international est la différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est 1 ohm international, traversé par un courant invariable égal à 1 ampère international.

Le Volt international est représenté par la fraction  $\frac{1}{1,0183}$  de la force électromotrice de la pile Weston au sulfate de cadmium à la température de 20° centésimaux, construite suivant la spécification annexée au présent décret.

#### Quantité d'électricité.

L'unité de quantité d'électricité est le *Coulomb international*.

Le Coulomb international est la quantité d'électricité transportée par un courant invariable de 1 ampère international pendant une seconde.

Il correspond au dépôt électrolytique de 0,00111800 gramme d'argent, suivant la spécification relative à l'ampère.

#### Photométrie.

La *Bougie décimale* est représentée pratiquement et d'une manière permanente par une fraction déterminée de la moyenne des intensités moyennes, mesurées perpendiculairement à l'axe, de lampes à incandescence, déposées au Conservatoire national des Arts et Métiers.

#### Flux lumineux.

L'unité de flux lumineux s'appelle le *Lumen*.

Le Lumen est la quantité de lumière rayonnée par seconde par une source uniforme égale à une bougie décimale, dans un angle solide égal à 1, c'est-à-dire découpant sur la sphère de rayon égal à 1 mètre une aire égale à 1 mètre carré.

## Éclairément.

L'unité d'éclairément s'appelle le *Lux*.

Le *Lux* est l'éclairément d'une surface de 1 mètre carré recevant un flux de 1 Lumen, uniformément réparti.

On peut encore employer comme unité d'éclairément le *Phot*.

Le *Phot* est l'éclairément d'une surface de 1 centimètre carré recevant un flux de 1 Lumen uniformément réparti. Le *Phot* vaut 10000 *Lux*.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Violle de son importante Communication, et serait heureux que des observations fussent présentées au sein de la Conférence.

M. PASQUIER, au nom de M. Mendizabal, Délégué du Mexique, et au sien, attire l'attention sur l'importance qu'aurait la division centésimale du cercle et des cadrans. Les transactions commerciales trouveraient le plus grand intérêt, tandis que les astronomes pourraient continuer les méthodes actuelles de calcul.

M. VIOLLE répond que, relativement à la division du cercle, la Commission n'a pas pris parti, mais que pour le moment il paraît impossible de changer la définition actuelle de la seconde de temps. Il faudrait revenir sur tous les Congrès et sur toutes les définitions.

M. LALLEMAND signale, en qualité de membre de la Commission pour ce projet de loi, la convenance de conserver dans la loi, pour unité fondamentale du temps, le jour solaire moyen, en réservant l'avenir en ce qui regarde la division du jour en 86400 secondes.

M. VIOLLE insiste sur la nécessité de conserver, présentement, l'unité de temps universellement admise, la seconde de temps moyen.

M. APPELL, en sa qualité de mathématicien, fait remarquer qu'au point de vue purement scientifique, l'unité de longueur étant le Mètre, l'unité de masse devrait être le Mètre cube d'eau. Il suppose que les fondateurs du Système métrique ont été amenés par des considérations pratiques à choisir le Décimètre cube.

M. VIOLLE répond qu'en effet ils ont choisi le Kilogramme comme s'adaptant le mieux au plus grand nombre de cas pratiques, tout en respectant le principe de la décimalité.

M. DE BODOLA propose, comme suite à cette intéressante discussion, d'inviter

le Comité et le Bureau à continuer l'étude de toutes les questions ayant trait aux législations métriques.

MM. APPELL et FOERSTER appuient la proposition, qui est adoptée.

M. le SECRÉTAIRE déclare que la Communication de M. Violle sera intégralement insérée dans le Compte rendu de la séance. Considérant, en outre, que le projet de loi français présente manifestement un grand intérêt pour tout le développement ultérieur des législations sur la matière, il propose que, de son côté, le Comité international en fasse l'objet d'une étude approfondie.

La proposition est adoptée.

M. le PRÉSIDENT prie M. Guillaume de continuer son exposé en ce qui concerne les récents progrès dans l'expansion du Système métrique.

M. GUILLAUME informe que, dans la période écoulée depuis la dernière Conférence générale, le Système métrique a été définitivement adopté par le Danemark, le Siam, le Congo belge, l'Union des Républiques de l'Amérique centrale, qu'il a été introduit en Bosnie-Herzégovine et qu'enfin une loi de l'île de Malte prévoit l'obligation de son emploi pour le 1<sup>er</sup> juillet 1914.

En Chine, deux étapes ont été très rapidement franchies. La loi du 29 août 1908 a établi un système presque entièrement décimal, et dont l'unité de longueur est égale à 32<sup>cm</sup>. L'acheminement vers le Système métrique était donc manifeste. Une autre loi, complètement élaborée, sera présentée très prochainement au Pouvoir législatif; elle prévoit l'adoption intégrale du Système métrique, en marquant le programme de son introduction progressive, et en fixant un délai de 10 ans pour l'accomplissement de la réforme.

L'article 4 de la loi dispose que deux fonctionnaires du Gouvernement chinois seront envoyés en Europe pour étudier les conditions d'accession à la Convention du Mètre et les conditions pratiques de la réforme. Cet article a déjà subi un commencement d'exécution, puisque M. C.-S. Chen, chef de bureau au Ministère de l'Industrie et du Commerce de Pékin, et M. L. Tseing, ingénieur au même Ministère, qui assistent à la séance, ont été admis depuis quelques semaines à étudier au Bureau les méthodes de la recherche métrologique.

Le carat métrique, sanctionné par la quatrième Conférence, a été légalisé dans seize pays.

L'ordre du jour appelant les propositions diverses éventuelles de MM. les Délégués, M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. BATTISTELLA, Délégué de l'Italie, qui donne lecture de l'exposé suivant :

« Un des buts essentiels que se proposent d'atteindre les Institutions inter-

nationales ayant leur siège à Paris est celui d'encourager et de réaliser la diffusion du Système métrique. C'est pourquoi, j'espère que la Communication que j'ai l'honneur de faire ne sera pas dépourvue d'intérêt. Cette Communication concerne le Décret royal du 6 avril 1913, en vertu duquel l'Italie vient d'introduire un régime légal de poids et mesures en Tripolitaine et en Cyrénaïque. C'est par ce décret que sont désormais réglées la fabrication et l'importation des instruments métriques, au moyen de l'établissement de bureaux de vérification à Tripoli et à Benghazi, et de la publication des tables de réduction officielles des poids et des mesures locales en unités du Système métrique. Ces tables combleront une lacune grave, existant même à l'égard des rapports internationaux, pour lesquels on manquait de données officielles assurées. Il y a donc une vive satisfaction à constater que, dans peu d'années, sur toutes les vastes régions de l'Afrique du Nord, par l'action de la France et de l'Italie, le système légal des poids et mesures sera le Système métrique.

» Cela dit, j'ai l'honneur d'exposer le point de vue de mon Gouvernement en ce qui concerne la législation métrique en général.

» On sait que la création et la diffusion du Système métrique ont procuré des avantages inestimables dans le champ de la science expérimentale et dans les échanges internationaux. Un système rigoureux, pratique, facile, uniforme de poids et mesures, connu, répandu et adopté partout, est à la fois une affirmation de progrès considérable dans la civilisation, et une preuve de fraternité humaine et de loyauté commerciale. La plupart des États ont adopté le Système métrique *obligatoire*, et ceux qui, pour des raisons particulières, ne l'ont pas encore adopté comme système obligatoire, l'ont toutefois admis comme système légal, lui donnant un caractère facultatif. Tous les États civilisés, et notamment ceux qui ont adhéré à la Convention du Mètre, ont créé un service pour la vérification des poids et des mesures et pour la conservation des unités matérielles légales du Système métrique. On a atteint de la sorte l'uniformité dans l'application de ce qu'il y avait de fondamental dans cette importante réforme.

» Cependant, la même uniformité n'a pas été obtenue dans les diverses législations, en ce qui tient aux modalités de l'application, et cela, même dans les États où le Système métrique est obligatoire. C'est précisément en raison de cette disparité que j'ai l'honneur d'entretenir la Conférence afin que l'on puisse examiner si, en cette matière, dans laquelle les États partent d'un même principe, en vue d'atteindre un but identique, dont la répercussion va au delà des limites de chaque État, on ne pourrait ou l'on ne devrait pas trouver la manière de faire pénétrer, dans chacune des diverses législations, le critérium d'uniformité.

» Cette question renferme un double ordre de faits :

» 1° La nécessité d'une définition légale, par suite d'un accord international, des diverses unités de poids et de mesures, non seulement de celles qui sont déjà définies, mais en outre des unités de lumière, de chaleur, de force, des unités électriques et autres analogues, enfin la spécification des instruments propres à les mesurer, qui doivent être soumis à la vérification de la part de l'État ;

» 2° La *standardisation* des types les plus courants d'instruments pour peser et pour mesurer, et, par conséquent, l'uniformité dans les règlements techniques, en vue de faciliter l'échange de ces instruments entre les États ayant un même système de poids et de mesures.

» En ce qui concerne la première partie de la question, il est utile de rappeler que, tandis que quelques États ont défini ou sont en train de définir les unités principales de mesure (abstraction faite du Mètre et du Kilogramme), d'autres n'ont pas encore légiféré en cette matière.

» Il paraît donc qu'il serait opportun d'atteindre, au moyen d'un accord international, l'uniformité en cette question, non seulement en vue de l'utilité pratique qu'en tireraient les rapports commerciaux, mais encore et surtout de l'avantage qui en résulterait pour l'industrie et pour la science expérimentale.

» Une telle nécessité, qui pour une part résulte aussi de la multiplicité des rapports techniques, industriels et commerciaux, est encore rendue plus manifeste par suite des hésitations actuelles pour établir l'intervention de l'État dans le contrôle, et cela au préjudice de l'uniformité et des rapports internationaux. En effet, le cas n'est pas rare de voir demander, même par voie diplomatique, par certains États, des renseignements, des données et des instructions qui, si l'on remonte à l'origine de la Convention du Mètre et aux fins qu'elle se propose d'atteindre, devraient être, du moins, universellement connus.

» Par exemple : Quelques États ont fixé l'obligation de la vérification des compteurs pour le gaz d'éclairage, l'énergie électrique ou l'eau potable ; d'autres n'ont pas du tout légiféré à cet égard ; d'autres enfin sont sur le point de le faire, témoignant par là du besoin d'uniformité qui est inhérent à la matière ; mais il faut reconnaître qu'ils se heurtent à bien des incertitudes.

» Certains États ont rendu obligatoire la vérification et la légalisation pour les récipients fermés et pour les fûts destinés à l'importation du vin, de la bière, de l'huile, etc. ; tandis que, dans quelques-uns des pays d'origine de ces produits, une telle obligation n'est pas en vigueur ; c'est la cause de graves embarras dans le commerce avec les pays étrangers.

» Un échange d'idées qui puisse prélude à un accord international paraît donc tout à fait opportun.

» La deuxième partie de la question, renfermant un problème essentiellement technique, est aussi d'une importance vitale, surtout pour les États les plus avancés dans l'industrie de la fabrication des instruments métriques.

» On sait qu'en général, et partout où il existe un Service de vérification, les instruments de mesure doivent être construits sur la base de données techniques déterminées, fixées par des Règlements spéciaux ; ils ne sont admis à la légalisation, pour les usages du commerce, que dans le cas où ils satisfont aux conditions requises, et ont le degré d'exactitude et de sensibilité fixé par les mêmes Règlements. Il est aussi connu que ces Règlements diffèrent d'un État à l'autre ; certains contiennent des règles de construction rigoureuses et strictes, d'autres sont moins sévères et laissent des tolérances beaucoup plus larges.

» Lorsque les instruments de cette sorte, construits d'une manière si différente, sont vendus et employés dans le territoire d'un même État, aucun inconvénient ne peut en résulter ; mais, lorsque de tels instruments, comme il arrive très fréquemment aujourd'hui, sont destinés à être exportés dans un autre État, les inconvénients qui en résultent sont très graves, et cela au préjudice, à la fois de l'acheteur, qui ne peut s'en servir, et du marchand qui ne peut les vendre.

» Par suite des dispositions qui sont en vigueur dans divers États, lorsqu'un instrument de mesure vient de l'étranger, une longue procédure est imposée pour établir si cet instrument (tout en satisfaisant aux dispositions techniques de construction du pays d'origine) répond aux conditions requises par les Règlements de l'État de destination. Ce qui, dans la plupart des cas, ne se produit pas. Par conséquent, après une longue attente en douane, l'instrument, pour être admis à la légalisation, doit être modifié, quand la chose est possible ; mais bien souvent il est renvoyé à l'étranger, parce qu'il est incompatible avec les prescriptions techniques réglementaires du pays de destination.

» Tout le monde voit aisément quelle simplification on obtiendrait, s'il existait un seul et même Règlement technique, *tout au moins pour les instruments métriques qui sont les plus aptes à être exportés*, et si les divers États intéressés, après avoir collaboré à ce Règlement, donnaient leur adhésion *avec l'engagement de la réciprocité de traitement*, abstraction faite des droits de vérification et des dispositions administratives en vigueur dans les divers pays.

» Il n'est pas superflu de mettre en évidence que l'Italie ne peut être actuellement soupçonnée au sujet d'une telle proposition, puisque, quoique son

industrie se soit perfectionnée dans ces dernières années, elle n'est pas encore à même de satisfaire à tous les besoins locaux, particulièrement pour ce qui concerne les instruments de précision et les instruments automatiques, qui sont importés en grande quantité de l'étranger, et surtout de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la France, et des États-Unis de l'Amérique du Nord. De même qu'une Commission internationale étudie la *standardisation* du matériel électrique, qui n'a qu'un intérêt industriel, il paraît encore bien plus indiqué de commencer les études pour la *standardisation* des instruments métriques, ou du moins pour l'élimination des difficultés s'opposant actuellement au libre échange des poids et des mesures.

» J'ai donc l'honneur de faire à la Conférence la proposition suivante :

« La Conférence générale donne au Comité international le mandat d'examiner la proposition du Gouvernement italien, en vue de provoquer, entre les États intéressés, une entente sur le choix des instruments à soumettre à la vérification officielle et sur les prescriptions à édicter relativement à cette vérification, dans le but de permettre les échanges ultérieurs de ces instruments entre les divers pays. »

M. FOERSTER, au nom du Comité, se déclare, en principe, très favorable à la proposition de M. Battistella ; mais il fait observer que, dans l'exécution, il y aurait forcément deux phases : celle de la documentation et celle de la propagation. Pour la première de ces phases, le Comité ne posséderait pas les éléments nécessaires ; mais il est à espérer que le Gouvernement italien se chargerait volontiers de rassembler cette documentation. Le Comité s'empresserait ensuite d'en communiquer les résultats aux Gouvernements intéressés.

M. MURAT reconnaît la nécessité d'avoir de bons instruments. Il se demande seulement si la proposition de M. Battistella rentrerait bien dans les attributions du Comité. A son avis, elle serait plutôt du ressort d'une réunion des directeurs des Poids et Mesures des différents pays, qui pourrait préparer une entente sur ces questions.

M. BATTISTELLA répond à M. Foerster qu'il y a, en effet, tout lieu d'espérer que le Haut Gouvernement d'Italie voudra bien se charger de procurer la documentation. Le Comité pourra ensuite délibérer en vue de l'application.

M. le PRÉSIDENT prend acte de la déclaration du Comité et met aux voix la proposition du Délégué italien.

Cette proposition est adoptée.

M. RAMOS fait la proposition suivante :

« La Conférence générale recommande qu'il soit créé, dans chacun des pays qui

n'en possèdent pas encore, un Bureau national, destiné à assurer le fonctionnement et la propagation du Système métrique. »

Cette proposition est adoptée.

M. le PRÉSIDENT rappelle qu'à l'issue de la séance aura lieu la visite du Dépôt des Prototypes.

M. GAUTIER, avant la clôture de la Conférence, tient, au nom de MM. les Délégués et en son nom personnel, à exprimer à M. le Président toute la gratitude et les vifs remerciements de la Conférence pour la haute compétence et la sympathique bienveillance avec lesquelles il a dirigé les travaux et les délibérations de cette Assemblée. M. Gautier constate, une fois de plus, combien a été heureuse l'inspiration de la Convention du Mètre, de placer ces délibérations sous la présidence de l'Académie des Sciences. La Conférence se rappelle encore l'amabilité avec laquelle elle a été dirigée dans ses précédentes sessions par des hommes tels que Descloiseaux, Marey, Bouquet de la Grye, Becquerel, et elle n'oubliera pas non plus l'éminent Doyen de la Faculté des Sciences, qui vient de la présider avec tant d'élévation.

M. GAUTIER est également l'interprète des sentiments de MM. les Délégués, en remerciant M. le Secrétaire de la Conférence pour les soins qu'il a mis à l'accomplissement de sa tâche.

M. APPELL se déclare très touché des sentiments qui viennent d'être exprimés. Il se préparait lui-même à remercier MM. les Délégués de la bienveillance avec laquelle ils lui ont facilité l'accomplissement de sa mission. Il tient, en outre, à remercier de son côté M. le Secrétaire de la Conférence et M. le Président du Comité, ainsi que MM. les Directeurs du Bureau international et leurs collaborateurs.

M. le SECRÉTAIRE demande que le Compte rendu de cette séance soit soumis à l'approbation du Comité.

Cette proposition est adoptée.

M. le PRÉSIDENT déclare close la Cinquième Conférence générale des Poids et Mesures.

La séance est levée à 18<sup>h</sup>.



ANNEXE AU COMPTE RENDU DE LA QUATRIÈME SÉANCE  
DE LA CONFÉRENCE.

Procès-verbal de la visite du Dépôt des Prototypes.

Le 17 octobre, à 18<sup>h</sup>, en présence des Délégués à la Conférence générale présents à la séance de ce jour et du personnel scientifique du Bureau, il a été procédé à la visite du Dépôt des Prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil.

Conformément à une décision prise dans une précédente séance de la Conférence, on avait réuni les trois clefs qui ouvrent le Dépôt, et dont l'une reste confiée au Bureau, tandis que la deuxième est déposée aux Archives nationales et la troisième aux mains du Président du Comité international.

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

Sur les instruments météorologiques enfermés dans le coffre-fort, on a relevé les indications suivantes :

Thermomètre Tonnelot à mercure et alcool maxima et minima :

Température actuelle.....	10,6
» maxima.....	12,5
» minima.....	9,4
Hygromètre à cheveu.....	89 pour 100

On a constaté que la pression de l'air, dans le tube de laiton fermé contenant le témoin n° 13 était de 743<sup>mm</sup> inférieure à la pression atmosphérique de ce jour, c'est-à-dire qu'elle n'a pas sensiblement changé depuis que le témoin n° 13 a été réintégré dans le coffre-fort.

Le kilogramme n° 1, témoin du Prototype international, retiré du coffre-fort lors de la dernière visite du Dépôt, a été remis à la place qu'il occupait antérieurement.

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

Pour l'approbation des Comptes rendus :

*Le Secrétaire de la Conférence  
et du Comité,*

P. BLASERNA.

*Le Président  
de la Conférence,*

P. APPELL.

*Le Président du Comité,*

W. FOERSTER.

---

## TABLE DES MATIÈRES.

---

	Pages.
<b>COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA CINQUIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES, RÉUNIE A PARIS EN 1913 :</b>	
<i>Première séance, du 9 octobre 1913.....</i>	5-17
Liste des délégués et des invités.....	5
Discours d'ouverture de son Excellence M. Massé, Ministre du Commerce de la République française.....	9
Réponse de M. Foerster, Président du Comité international des Poids et Mesures.....	11
Discours de M. Appell, Président de la Conférence.....	13
Ordre du jour de la Conférence.....	16
 <i>Deuxième séance, du 12 octobre 1913.....</i>	 18-28
Liste des délégués et des invités.....	18
Établissement de la liste des votants.....	19
Lettre de M. Spassoff, délégué du Gouvernement royal de Bulgarie.....	20
Rapport du Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis la dernière Conférence.....	21
Rapport de M. le Secrétaire sur la modification des articles 6 et 20 du Règlement annexé à la Convention.....	22
Texte des articles et vote.....	23
 <i>Troisième séance, du 14 octobre 1913.....</i>	 29-47
Liste des délégués et invités présents.....	28
Rapport de M. le Directeur du Bureau sur les comparaisons des kilogrammes prototypes nationaux.....	30
Déclaration de la Conférence relative aux équations des kilogrammes n <sup>os</sup> 16 et 27, et vote.....	35
Communications de M. Guillaume sur les étalons de longueur et sur les fils géodésiques.....	36
Communications de MM. Guillaume et Pérard sur les étalons à bouts et discussion.....	38
Communications relatives à l'intensité normale de la pesanteur et à l'échelle thermométrique, discussion et vote.....	43

	Pages.
<i>Quatrième séance, du 17 octobre 1913</i> .....	48-69
Liste des délégués et invités présents.....	48
Déclaration relative aux étalons à bouts, discussion et vote.....	49
Contrôle des bases d'étalonnage par la circulation des fils d'invar.....	50
Exposé, par M. Guillaume, des progrès des législations.....	51
Communication de M. Violle, Délégué de la France, relative au projet de revision de la législation française sur les Poids et Mesures.....	52
Communication de M. Battistella, Délégué de l'Italie, relative à l'introduction du Système métrique en Tripolitaine et en Cyrénaïque, et proposition du Gouvernement italien sur l'unification des types d'instruments de mesure..	62
Proposition de M. Ramos, Délégué du Pérou, relative à la création de bureaux nationaux de Poids et Mesures.....	66
Clôture de la Conférence.....	67
<i>Annexe</i> : Procès-verbal de la visite du Dépôt des Prototypes.....	68

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.