

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX

DES

SÉANCES DE 1892.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—
1893

COMMISSIONER GENERAL

THE PORT OF NEW YORK

NEW YORK

1870

NEW YORK



THE PORT OF NEW YORK
NEW YORK

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

PROCÈS-VERBAUX
DES SÉANCES DE L'ANNÉE 1892.

PROCÈS-VERBAL

DE LA PREMIÈRE SÉANCE,

TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL

Samedi 10 septembre 1892.

PRÉSIDENCE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH.

La séance est ouverte à deux heures un quart.

M. le PRÉSIDENT déclare ouverte la session de 1892. Il regrette que des circonstances particulières aient retenu, contre l'attente du bureau, quelques collègues qui avaient

d'abord manifesté l'intention de venir à Paris. Il en résulte que le quorum exigé par l'art. 12 du règlement de la Convention ne se trouve pas atteint aujourd'hui, puisque le nombre de douze membres dont se compose actuellement le Comité exigerait la présence de sept membres.

Toutefois, comme M. von Lang a annoncé son arrivée pour mardi prochain et que la première séance, étant comme d'ordinaire destinée essentiellement à la communication des rapports réglementaires, ne comporte pas de résolution à prendre, M. le Président estime que l'on peut aujourd'hui procéder à la lecture de ces rapports, en fixant à mardi la prochaine séance, où le Comité sera en nombre pour délibérer.

En conséquence, il invite le Secrétaire à prononcer d'abord l'éloge du regretté collègue Stas, que le Comité a eu la douleur de perdre depuis la dernière session.

M. HIRSCH prononce le discours suivant :

« La tâche que le Comité international a réservée à son Secrétaire, de prononcer devant lui l'éloge de ses membres décédés, est sans doute un privilège dont il est honoré, mais elle est en même temps douloureuse et pénible, surtout lorsqu'il est appelé trop souvent à remplir ce triste devoir, comme c'est le cas, hélas! cette fois-ci. En effet, dans la même année, la mort nous a enlevé, le 28 janvier, notre inoubliable Président Ibañez, et, le 13 décembre, notre vénéré doyen, l'un des membres les plus influents et les plus actifs du Comité international des Poids et Mesures, qui, grâce à sa science incomparable d'analyse quantitative et à son caractère énergique et indépendant, compte non seulement parmi les fondateurs du Bureau international, mais auquel on doit en première ligne, avec son ami Henri Sainte-Claire Deville, la réussite complète de la réforme des Poids et Mesures métriques, au point de vue chimique.

» Lorsqu'il y a un an, j'ai lu dans cette enceinte l'éloge du

Général Ibañez, ma tâche était facilitée par la circonstance que les travaux principaux d'Ibañez se rapportent à des sciences qui me sont plus ou moins familières. Il n'en est plus de même cette fois, où je suis appelé à parler d'un des plus grands chimistes de notre époque, qui s'est rendu immortel par des travaux de premier ordre dans les branches les plus ardues de la Chimie, qui, si elles ne sont pas inaccessibles à un astronome géodésien, appartiennent du moins aux régions lointaines de l'horizon scientifique qu'il embrasse.

» Aussi, si j'ose résumer devant vous les recherches de Chimie pure du grand savant disparu, et hasarder une appréciation de ses travaux célèbres dans ce domaine, c'est grâce à l'appui qu'a bien voulu me prêter un de mes collègues, M. Billeter, professeur de Chimie à l'Académie de Neuchâtel. Je me sens plus à l'aise pour retracer brièvement les remarquables études des métaux platiniques et de leur alliage qui a servi à la confection des prototypes nouveaux.

» Jean-Servais Stas est né à Louvain le 12 août 1813. Après s'être voué aux études médicales, qu'il poussa jusqu'au doctorat, il se consacra définitivement à la Chimie, à laquelle il avait pris goût dans une première recherche sur la phlorizine, entreprise en commun avec L. de Koninck.

» Ayant réussi, après des démarches répétées, à être reçu dans le laboratoire de Jean-Baptiste Dumas, il continua d'abord l'étude de son premier sujet. Il en a rendu compte dans une publication très remarquable, dont le maître Berzelius prit occasion pour augurer de la manière la plus favorable de l'avenir du jeune savant belge. Dumas lui-même apprécia les qualités de son élève au point d'en faire bientôt son collaborateur.

» Les premiers travaux entrepris en commun concernaient des recherches de Chimie organique et avaient trait notamment à l'étude de la nature des alcools et à leur rapport avec les acides gras. Dans le cours de ce travail, les deux savants furent amenés à un sujet qui décida de

la direction que devaient prendre les études futures de Stas.

» Ayant reconnu dans de nombreuses analyses que la somme des données centésimales était supérieure à 100, ils en conclurent que la valeur attribuée alors au poids atomique du carbone devait être trop élevée.

» On raconte que c'est Stas qui aurait dit un jour à Dumas : le poids atomique du carbone est faux. D'une nouvelle détermination de cette valeur il résulta un nombre qui, dans les très faibles limites des erreurs d'observation, était égal aux trois quarts du poids atomique de l'oxygène. Ce résultat surprenant les engagea à soumettre à une vérification serrée les poids atomiques d'un certain nombre d'autres éléments, dans le but d'examiner s'il en sortirait peut-être aussi des rapports rationnels avec le poids atomique de l'oxygène, et de vérifier l'hypothèse de Prout, tant discutée alors, d'après laquelle les poids atomiques de tous les éléments seraient des multiples de celui de l'hydrogène. En effet, les résultats de plusieurs déterminations les firent pencher pour l'affirmative, si bien que Stas se décida à consacrer son temps et ses forces à fournir la preuve définitive de l'exactitude de l'hypothèse de Prout, de laquelle il était alors, d'après son propre aveu, entièrement convaincu. Ce travail prit une extension telle qu'il constitua l'œuvre principale de la vie de Stas. Il comporta non seulement la détermination du poids atomique de dix corps simples, mais encore une vérification de la loi sur la constance de la composition quantitative des combinaisons chimiques, et la constatation définitive de l'invariabilité des poids atomiques. Ces recherches vraiment classiques resteront un modèle inimitable de travail approfondi et consciencieux; elles ont valu à Stas la qualification bien méritée de premier analyste du siècle.

» On sait que, de ses longues recherches, Stas tira cependant la conclusion définitive que l'hypothèse de Prout n'était qu'une pure illusion. Par contre, la conviction s'affermait chez lui que les éléments représentent, par rapport

aux forces dont nous disposons, la matière dans sa plus simple expression et sous une forme irréductible.

» L'évolution des opinions de Stas, par rapport à l'unité de la matière, que nous venons d'esquisser, est bien caractéristique pour la direction et la tournure de l'esprit scientifique et philosophique du grand chimiste. Cartésien dans l'âme, Stas a considéré l'expérience et l'observation comme juges suprêmes de toute théorie et de toute hypothèse. Adversaire convaincu de toute opinion préconçue, Stas n'hésitait pas à modifier ou même à abandonner le point de vue d'où il était parti dans une recherche, lorsque le résultat des expériences le contredisait. Cette docilité absolue à l'égard du fait observé et ce principe inflexible de soumettre toute hypothèse à l'épreuve rigoureuse de l'expérience et du calcul rappellent la grande figure de Kepler. Avouons cependant que Kepler joignit à cette souveraine critique des nombres une imagination puissante et inventive, qui n'a pas moins contribué que ses calculs infatigables à la découverte des lois des mouvements planétaires. Peut-être Stas a-t-il méconnu un peu le rôle important de cet élément pour le progrès scientifique.

» Signalons à ce propos son dernier travail, qui n'est pas le moins remarquable qu'il ait produit, et dans lequel il a essayé de défendre la théorie de l'inaltérabilité des éléments contre les conclusions auxquelles Lockyer avait été conduit par ses observations spectroscopiques. Lockyer crut avoir constaté par l'analyse spectrale que certains de nos éléments sont dissociés, sous l'influence d'une très haute température ou de décharges électriques, en produisant soit deux ou plusieurs autres éléments connus, soit de nouveaux éléments encore inconnus.

» A un âge déjà très avancé, Stas s'est lancé dans ce domaine nouveau pour lui, avec un courage digne de toute notre admiration. En y apportant sa profondeur et sa précision habituelles, il réussit à confirmer encore par cette voie l'immutabilité de nos corps simples. Il constata de nouveau la différence entre le spectre calorifique des élé-

ments et celui produit par la lumière des décharges électriques disruptives et, ayant observé que les raies du spectre solaire coïncident pour plusieurs éléments avec leur spectre électrique, il en tira la conclusion remarquable que la lumière de l'astre du jour est de la lumière électrique. Nous ne connaissons encore ce travail que par un discours que Stas a prononcé l'année dernière dans la séance publique de l'Académie de Belgique. Il faudra attendre la publication complète de ce grand travail avec tous ses détails, avant de pouvoir émettre un jugement définitif.

» Si nous avons relevé dans ce qui précède, parmi les grands travaux que Stas a accomplis au service de la science pure, du moins les plus importants qu'il ait produits dans ce domaine, il nous reste à parler de tout un côté de son activité, où il a mis ses riches talents et sa grande force de travail à la disposition de la vie pratique. Ici encore on doit admirer les qualités qui distinguent Stas comme homme de science. Il a entrepris les questions pratiques avec le même dévouement, les a approfondies avec autant d'ardeur et les a résolues avec non moins d'autorité que les questions purement scientifiques, si bien que la science en a tiré souvent le plus grand profit.

» Nous en citerons les plus importants : c'est ainsi que l'analyse toxicologique dont il fut chargé en 1850 dans le fameux procès Bocarmé devint pour lui l'occasion de créer une méthode complète pour la recherche des alcaloïdes dans des cas d'empoisonnement, méthode qui, encore aujourd'hui, est la base des procédés employés généralement en pareil cas.

» Le rapport qu'il avait à présenter sur l'industrie des matières grasses, à l'exposition de Londres en 1862, contenait un procédé industriel élaboré par lui pour la saponification des graisses qui, avec quelques modifications, est encore aujourd'hui en usage.

» Nous avons enfin à parler des éminents services que Stas a rendus à notre Comité, dont il a fait partie dès l'ori-

gine. Loin de moi d'ailleurs l'idée de faire revivre, dans cette occasion où nous rendons un hommage solennel à l'un de nos amis, le conflit pénible que le Comité a dû soutenir pendant quelques années pour assurer la pureté chimique de l'alliage choisi pour les prototypes nouveaux, afin d'obtenir, par l'exclusion complète des éléments attaquables par l'air et par l'eau, tels que le fer, l'inaltérabilité chimique de ces étalons, et d'un autre côté l'identité des propriétés chimiques et physiques des différents prototypes à livrer aux divers pays, enfin la possibilité de refaire en tout temps des prototypes absolument conformes, qualités sans lesquelles la plus parfaite exactitude dans la détermination de leurs équations aurait été inutile.

» Puisque ces efforts ont été couronnés finalement d'un succès parfait, grâce surtout à l'infatigable travail et à la persévérance inébranlable de Stas, je puis me borner à relever ici brièvement l'étendue et la précision des longs et remarquables travaux par lesquels Stas nous a permis d'atteindre ce but.

» Stas avait été chargé, conjointement avec Sainte-Claire Deville et, pour la partie physique du travail, avec Broch et Govi, de vérifier la composition des prototypes du mètre et du kilogramme en platine iridié, et d'examiner avec la plus grande rigueur la composition chimique et les propriétés physiques de l'alliage. C'est Stas qui avait à présenter les rapports sur les travaux de cette Commission. La tâche, telle que Stas la comprenait, était très considérable. Elle comportait l'analyse des premiers alliages fabriqués par les soins de la Section française, la préparation du platine et de l'iridium pur, ainsi que de l'alliage des deux métaux en petit, mais sur une échelle suffisante pour fournir la preuve de la possibilité de sa fabrication industrielle, la surveillance de l'exécution en grand, confiée par le Comité international à la maison Johnson, Matthey et C^{ie} à Londres qui, s'étant spécialement occupée depuis longtemps de la fabrication du platine, était riche en expériences techniques et pourvue de toutes les installations

nécessaires; enfin l'examen des produits de cette fabrication, ainsi laborieusement préparée et contrôlée.

» Les méthodes analytiques avaient été créées en grande partie par Sainte-Claire Deville, mais elles furent éprouvées et complétées par Stas qui y consacra un travail de dix-huit mois. Les résultats de toutes ces recherches sont consignés dans les Annexes aux Procès-Verbaux du Comité international de 1877 à 1879.

» Autant la lecture des méthodes et des opérations analytiques est en général fastidieuse, même pour un homme de la spécialité, autant l'étude de ces rapports, monuments classiques de travail méthodique et approfondi, est captivante, par la perfection étonnante des méthodes et par le degré de précision incomparable atteint par Stas dans l'une des parties les plus difficiles de la Chimie analytique.

» Il est permis d'affirmer que, sans le concours inappréciable de Stas et de Sainte-Claire Deville, notre Comité n'aurait pas pu mener à bien sa tâche de confectionner des prototypes du mètre et du kilogramme avec le degré de perfection chimique et physique qu'il a atteint, et qu'il doit au dévouement et aux talents de ces savants hors ligne.

» Les grands mérites de Stas, que nous venons d'esquisser bien imparfaitement, s'ils ont été appréciés à leur juste valeur par les savants non seulement de sa patrie, mais du monde entier, témoin les brillantes ovations qu'il a reçues de tous les côtés, quelques mois avant sa mort, à l'occasion de son jubilé académique, ont été récompensés plutôt par des honneurs de toute espèce que par des avantages matériels. Né dans des conditions de fortune modestes, on est étonné de voir tout ce que Stas a pu accomplir avec les faibles ressources mises à sa disposition.

» Suivant les renseignements fournis par un de ses confrères de Bruxelles, Stas, qui même en présence de ses amis intimes ne s'est jamais plaint de la position matérielle rien moins que brillante qu'on lui a faite, a pendant une trentaine d'années rempli les fonctions de professeur de

Chimie à l'École militaire de Bruxelles avec des honoraires assez insignifiants. Ayant dû quitter ce poste par suite d'une maladie du larynx qui lui interdisait de professer, il fut appelé aux fonctions de commissaire des monnaies au Ministère des finances. Il donna sa démission de ce second poste par suite d'une mesure prise par le Ministère au sujet du monnayage d'une grande quantité d'argent, à laquelle il avait cru devoir refuser son approbation.

» Dans bien d'autres occasions, et pendant toute sa vie, Stas a fait preuve de cette même indépendance fière et rigide vis-à-vis des grands, unie à une touchante bonté pour les petits et les faibles, et à une grande simplicité d'habitudes et d'allures.

» Le caractère de Stas possédait les qualités des nobles métaux qu'il a si profondément étudiés; comme l'alliage du platine iridié que nous lui devons, il était d'une homogénéité parfaite, pur de tout élément vulgaire, inattaquable par les influences du dehors, et résistant au poids dont il était chargé. Dans ce petit corps, miné par les souffrances, habitait un esprit supérieur d'une rare clarté, et une âme noble, douée d'une puissance de volonté extraordinaire. Ses travaux lui assurent l'immortalité; son caractère, le pieux souvenir de tous ceux qui ont eu le privilège de connaître de près ce grand savant et cet homme d'élite. »

Neuchâtel, août 1892.

A. HIRSCH.

Le **SECRETARE** présente ensuite son rapport sur la gestion du bureau pendant le dernier exercice, en commençant par rendre compte de la correspondance échangée au sujet de la convocation pour la session actuelle, et des lettres envoyées par quelques collègues pour excuser leur absence.

Le bureau a adressé le 9 mai, aux membres du Comité, la circulaire suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

(Circulaire)

Berlin et Neuchâtel, le 9 mai 1892.

MESSIEURS ET TRÈS HONORÉS COLLÈGUES,

Il résulte de la correspondance que nous avons échangée avec plusieurs de nos collègues, que la majorité préfère le mois de septembre à celui d'octobre pour la session de notre Comité, et comme on doit avoir égard aussi à la Conférence géodésique, à laquelle plusieurs d'entre nous sont obligés d'assister, nous avons l'honneur de vous proposer

Samedi, 10 septembre,

pour jour d'ouverture de la session de cette année.

Veuillez faire connaître au Secrétaire soussigné, jusqu'à la fin de ce mois, si vous êtes d'accord, afin que nous puissions expédier la circulaire de convocation définitive au commencement de juin, c'est-à-dire trois mois avant l'ouverture de la session.

Agréez, Messieurs et très honorés collègues, l'assurance de nos sentiments très dévoués.

Le Secrétaire,

D^r AD. HIRSCH.

Le Président,

FOERSTER.

Tous ont admis la date proposée, sauf M. Brioschi, lequel a trouvé d'abord la date un peu rapprochée pour les professeurs qui sont occupés jusqu'à la fin d'août, et a déclaré avoir l'intention de se rendre au Congrès des chemins de fer à Saint-Petersbourg. Ce Congrès étant terminé depuis un certain temps, on aurait pu espérer recevoir encore l'annonce de l'arrivée de M. Brioschi; mais aucune lettre n'est parvenue jusqu'ici au Comité.

Le Secrétaire, en rappelant que, depuis sa nomination, M. Brioschi n'est jamais venu assister aux sessions du Comité, croit devoir attirer l'attention des collègues sur les mesures à prendre pour remédier à une situation aussi anormale.

M. von Kruspér a écrit le 6 juin qu'il serait retenu au moins jusqu'au 20 septembre à Budapest par les examens de l'École Polytechnique.

M. Wild a télégraphié le 3 juin que ses autres occupations l'empêcheraient cette fois de venir à Breteuil.

M. de Macedo a informé le Secrétaire dès le 12 mai qu'il n'était pas encore sûr de pouvoir assister cette année à la session; mais que dans le cas affirmatif la date du 10 septembre lui conviendrait parfaitement.

La présence de M. Thalén semblait être assurée jusqu'au dernier moment; car, après avoir d'abord prévu des empêchements par suite d'affaires urgentes de son Université, il avait, sur les instances réitérées du bureau, écrit le 20 août qu'il venait de recevoir le congé nécessaire et qu'il se trouverait à Breteuil au jour indiqué. Mais le Secrétaire vient de recevoir une nouvelle lettre, écrite le 6 septembre, dans laquelle M. Thalén déclare que, étant données les difficultés créées par l'état sanitaire des pays à traverser, son médecin lui a déconseillé d'entreprendre le voyage.

Enfin M. von Lang, pour ne pas exposer le Comité à ne pouvoir délibérer, a bien voulu, malgré des circonstances de famille qui lui rendaient difficile son voyage, s'engager à venir à Paris. Seulement son arrivée se trouve retardée de trois jours.

Comme la majorité avait ainsi adopté la date proposée, le bureau a envoyé, le 13 juin, la convocation définitive par la circulaire suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

(Circulaire)

Berlin et Neuchâtel, le 13 juin 1892.

MONSIEUR ET TRÈS HONORÉ COLLÈGUE,

Comme un seul membre du Comité s'est déclaré contre la date proposée dans notre circulaire du 9 mai pour l'ouverture de la session de cette année, et que ce collègue déclare du reste ne pas pouvoir assister à la session du Comité, nous avons l'honneur de vous convoquer définitivement pour

Samedi, 10 septembre, à deux heures de l'après-midi,

au Bureau international des Poids et Mesures, à Breteuil, pour l'ouverture de la session de cette année.

Vu l'importance des sujets à l'ordre du jour, qui, outre les affaires courantes du Comité, comprend entre autres la détermination, qui sera en voie d'exécution, du rapport entre le mètre et la longueur d'ondes lumineuses, le projet pour la détermination du poids d'un décimètre cube d'eau, le rapport sur les mesures des prototypes à traits qui doivent encore être livrés, etc., nous espérons que vous ne voudrez pas priver le Comité de votre précieux concours.

Veillez agréer, Monsieur et très honoré collègue, l'expression de nos sentiments les plus dévoués.

Le Secrétaire,
D^r AD. HIRSCH.

Le Président,
FOERSTER.

Au sujet des publications du Comité, le Secrétaire rappelle que la Nécrologie du général Ibañez, publiée à part suivant la décision du Comité, a paru au mois de novembre; que le Rapport spécial financier a été adressé aux Gouvernements le 9 décembre 1891; que les Procès-Verbaux de la dernière session ont été distribués le 28 mai 1892,

et que le quinzième Rapport aux Gouvernements vient d'être présenté aux Ambassades et Légations le 31 août.

Ce rapport, qui est sous les yeux du Comité, rend compte de la correspondance avec les Gouvernements presque jusqu'au moment actuel. Le Secrétaire se bornera donc à mentionner ceux de ces documents qui ne sont pas encore venus directement à la connaissance du Comité et à les compléter par quelques lettres récentes.

Ici encore, le Secrétaire a le triste devoir de commencer avec la correspondance occasionnée par le décès du regretté collègue Stas. Outre la lettre de faire part adressée par la famille à tous les membres du Comité, M. le Président a reçu la dépêche officielle suivante :

LÉGATION DE BELGIQUE.

Paris, le 4 janvier 1892.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai été chargé de vous faire part de la mort de M. Stas, membre du Comité international des Poids et Mesures.

La Belgique perd en lui un de ses savants illustres, et le Gouvernement du Roi ne doute pas que le Comité international ne s'associe en cette triste circonstance au deuil de notre pays.

Agrérez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

Le Ministre de Belgique,

BARON BEYENS.

A Monsieur le Professeur Foerster, Président du Comité international des Poids et Mesures.

Le bureau, de son côté, a adressé à tous les membres du Comité, le 18 décembre, une circulaire dont voici le texte :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berlin et Neuchâtel, le 18 décembre 1891.

MONSIEUR ET TRÈS HONORÉ COLLÈGUE,

Nous avons le pénible devoir de vous annoncer la mort de notre cher et illustre collègue

MONSIEUR JEAN-SERVAIS STAS,

décédé à Bruxelles le 13 décembre 1891, après une courte maladie, dans sa 79^e année.

A la douleur qu'éprouvent tous les savants par la disparition de l'un des chimistes les plus éminents de notre siècle, se joint pour nous le profond regret de perdre un de nos plus anciens collègues qui, dès la convocation, en 1872, de la Commission internationale du Mètre jusqu'à la Conférence générale des Poids et Mesures en 1889, a contribué le plus efficacement à la fondation du Bureau international, à son organisation et à la réussite de notre œuvre commune, à laquelle le grand savant et fidèle confrère n'a cessé de vouer le plus vif intérêt et de consacrer toutes les ressources de son profond savoir et de son noble et ferme caractère.

Frappé dans le courant de la même année par la mort de deux de ses plus anciens membres qui, à des titres différents, comptent parmi les véritables créateurs de notre institution internationale, le Comité s'efforcera d'honorer leur mémoire en continuant leur œuvre dans le même esprit et avec le même dévouement dont ils nous ont légué l'exemple.

Le Secrétaire,

D^r AD. HIRSCH.

Le Président,

FOERSTER.

Le bureau a inséré dans son Rapport aux Gouvernements les dépêches qui concernent l'entrée définitive du Mexique dans la Convention et le versement total de ses différentes contributions.

Au sujet de la ratification du budget pour la seconde

période et de la communication des données statistiques, le quinzième Rapport contient la correspondance échangée avec la Belgique et l'Autriche-Hongrie. A l'égard de ce dernier pays, le Secrétaire doit ajouter les documents échangés tout récemment :

La dépêche de l'Autriche, datée du 16 juillet, tout en exprimant l'approbation, par le Gouvernement Impérial et Royal, du budget de 75 000^{fr}, annonçait qu'il soumettrait désormais annuellement aux parlements de la Monarchie la dépense représentant les parts contributives de l'Autriche-Hongrie.

Voici cette dépêche :

AMBASSADE D'AUTRICHE-HONGRIE.

(N° 1592)

Paris, le 16 juillet 1892.

MONSIEUR,

Je n'ai pas manqué de soumettre au Gouvernement Impérial et Royal la communication que vous avez bien voulu me faire parvenir en date du 1^{er} avril.

Vu l'adhésion des autres puissances intéressées à la résolution portant à 75 000^{fr} le budget de la seconde période du Bureau international, le Gouvernement Impérial et Royal de son côté ne soulève aucune objection. Toutefois, comme il ne s'agit pas d'un nouvel arrangement international, mon Gouvernement a décidé de faire figurer le montant des frais d'entretien du Bureau en question dans le Budget des deux parties de la Monarchie pour l'exercice courant, lorsque celui-ci sera soumis aux pouvoirs législatifs, lesquels aux termes de la constitution sont en droit de modifier ultérieurement les chiffres des dépenses figurant sur le Budget.

Veuillez recevoir, Monsieur, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

ZICHY.

Monsieur le Dr Hirsch, Secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, Neuchâtel.

Le bureau a cru de son devoir de répondre en maintenant le caractère d'engagement conventionnel à cette contribution de l'Empire, qui ne saurait être modifiée par des décisions budgétaires.

Cette réponse est conçue dans les termes suivants :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berlin et Neuchâtel, le 12 août 1892.

MONSIEUR LE CHARGÉ D'AFFAIRES,

Nous avons l'honneur de vous remercier de la communication contenue dans votre dépêche du 16 juillet dernier, d'après laquelle le Gouvernement Impérial et Royal, vu l'adhésion des autres puissances intéressées à la résolution portant à 75 000^{fr} le budget de la seconde période du Bureau international, ne soulève de son côté aucune objection.

Dans votre dépêche, vous voulez bien ajouter que, comme il ne s'agit pas d'un nouvel arrangement international, votre Gouvernement a décidé de faire figurer le montant des frais d'entretien du Bureau en question dans le budget des deux parties de la Monarchie, pour être soumis aux pouvoirs législatifs, lesquels sont en droit de modifier ultérieurement les chiffres figurant au budget.

A ce sujet, nous prenons la liberté de faire observer au Gouvernement Impérial et Royal qu'en effet il ne s'agit pas d'un nouvel arrangement international, mais simplement d'un léger changement apporté à une des dispositions de la Convention du Mètre, par une voie prévue dans la Convention même et admise par les États signataires. Il s'ensuit donc que les parts contributives résultant du budget de 75 000^{fr}, ainsi arrêté par les Gouvernements intéressés, continuent à représenter un engagement international qui, en conséquence, ne saurait être modifié unilatéralement par les Parlements d'une Puissance signataire.

Veillez agréer, Monsieur le Chargé d'Affaires, l'assurance de notre haute considération,

Le Secrétaire,

Signé : D^r AD. HIRSCH.

Le Président,

Signé : FOERSTER.

*A Monsieur le Comte Zichy, Chargé d'Affaires d'Autriche-Hongrie,
à Paris.*

Le Comité apprendra avec satisfaction, par le quinzième Rapport, que la Grande-Bretagne a accepté la solution qu'il a donnée, dans sa dernière session, à la question du droit de sortie de la Convention, et qu'elle a versé en conséquence sa part de la subvention extraordinaire.

Le Secrétaire ajoute que la Russie a demandé, par l'intermédiaire du Gouvernement français, la vérification d'un thermomètre et de plusieurs poids en quartz; le Bureau s'est empressé de faire le nécessaire.

Au mois de juillet, l'Ambassade d'Italie a adressé au bureau la dépêche suivante :

AMBASSADE D'ITALIE.

Paris, le 17 juillet 1892.

MONSIEUR LE MARQUIS,

Le Gouvernement Royal vient de me faire connaître qu'on n'a pas trouvé dans les caisses contenant les prototypes du mètre et du kilogramme assignés à l'Italie, le 26 septembre 1889, par la Conférence internationale des Poids et Mesures, les certificats de vérification des quatre thermomètres Tonnelot n^{os} 4325, 4326, 4328, 4329, qui, d'après l'annexe aux *Comptes rendus des séances de la première Conférence générale des Poids et Mesures de 1889*, auraient dû originairement être expédiés en même temps que les prototypes du mètre.

Mon Gouvernement, se trouvant par conséquent dépourvu de ces documents indispensables, me charge et j'ai l'honneur d'avoir recours à votre obligeance habituelle pour vous prier de vouloir bien lui en faire parvenir une expédition.

En vous remerciant d'avance, je saisis cette occasion pour vous prier, Monsieur le Marquis, d'agréer les assurances de ma haute considération.

L'Ambassadeur d'Italie :

RESSMANN.

Monsieur le Général Marquis de Mulhacen, Président du Comité international des Poids et Mesures.

Après avoir pris les renseignements nécessaires et écrit à ce sujet à M. Brioschi, nous avons répondu dans ces termes :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berlin et Neuchâtel, le 12 août 1892.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Par sa dépêche du 17 juillet, Votre Excellence réclame, au nom du Gouvernement Royal, les certificats des quatre thermomètres accompagnant les prototypes assignés à l'Italie en 1889 par la Conférence internationale des Poids et Mesures.

Immédiatement après avoir reçu votre lettre, nous avons demandé des explications au Bureau international, dont le Directeur croit pouvoir se rappeler que les certificats en question ont été remis à M. le délégué de l'Italie à la Conférence, lequel les aurait emportés sans que le Bureau lui en ait réclamé un récépissé.

Nous avons donc prié M. Brioschi de bien vouloir nous donner des renseignements à cet égard. En attendant que ces explications nous parviennent, et désireux de ne pas tarder davantage de répondre à la dépêche de Votre Excellence, nous nous empressons de Vous informer qu'en tout état de cause, nous serions en mesure de fournir au Gouvernement Royal des copies exactes de ces certificats, s'il résultait de la réponse de M. Brioschi que ces documents ont été égarés.

Veillez agréer, Monsieur l'Ambassadeur, l'assurance de notre plus haute considération.

Le Secrétaire :

Signé : D^r AD. HIRSCH.

Le Président :

Signé : FOERSTER.

A Son Excellence M. Rössmann, Ambassadeur de Sa Majesté le Roi d'Italie, à Paris.

M. le Général Derrécagaix ayant demandé, au nom du Service géographique de l'armée française, un des étalons

du mètre à traits, en alliage de 1874, le bureau a répondu que les déterminations de ces règles seraient achevées dans le courant de cette année.

Le regretté Directeur de l'Observatoire de Paris, feu l'Amiral Mouchez, a mis très obligeamment les règles de Borda à la disposition du Bureau international, afin qu'on puisse y compléter les études des unités fondamentales géodésiques.

Le Secrétaire tient à constater que M. d'Arrillaga, Directeur de l'Institut géodésique et statistique d'Espagne, après avoir communiqué déjà le 31 décembre 1891 l'inventaire des correspondances et documents internationaux laissés par le général Ibañez à l'Institut, a fort obligeamment envoyé tous ces documents le 29 janvier 1892, soit pour les archives du Comité international, soit pour celles de l'Association géodésique.

Par lettre du 27 juin, M. d'Arrillaga a demandé au Comité la détermination de la règle bimétallique de l'appareil espagnol à mesurer les bases. Le bureau a répondu le 5 juillet qu'on s'en occuperait à Breteuil dès que les autres travaux en cours d'exécution le permettraient, et M. d'Arrillaga a annoncé le 27 juillet qu'il venait d'expédier la règle en question à Breteuil.

M. de Helmholtz ayant exprimé le désir de voir la collection de nos publications complétée pour l'Institut de Physique technique et pour sa bibliothèque personnelle, le Secrétaire a pris des informations auprès de MM. Gauthier-Villars et fils, et a chargé ces Messieurs d'expédier les volumes anciens qui manquent à Charlottenburg, et d'envoyer désormais deux exemplaires de toutes les publications.

Tout dernièrement, le Secrétaire a reçu de l'Ambassade de Turquie une communication exprimant le désir d'une entrevue prochaine.

Voici cette dépêche :

AMBASSADE IMPÉRIALE OTTOMANE.

Paris, le 19 août 1892.

MONSIEUR LE SECRÉTAIRE,

Désireux de vous entretenir au sujet de la situation de mon Gouvernement vis-à-vis du Comité international des Poids et Mesures, je viens vous prier de vouloir bien me dire si j'ai des chances de vous rencontrer à Paris dans un avenir prochain et si, dans le cas contraire, vous pourriez me désigner une personne à Paris avec laquelle je pourrais utilement m'aboucher.

Veillez agréer, Monsieur le Secrétaire, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Chargé d'Affaires de Turquie,

MISSAK EFFENDI.

Monsieur le Dr Ad. Hirsch, Secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, à Neuchâtel.

Le Secrétaire a répondu immédiatement dans les termes suivants :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Neuchâtel, le 21 août 1892.

MONSIEUR LE CHARGÉ D'AFFAIRES,

A la lettre du 19 août, que vous avez bien voulu m'adresser, j'ai l'honneur de répondre que, le Comité international étant convoqué en session pour le 10 septembre prochain, je me trouverai à Paris dès le 9 septembre.

Je m'empresse alors de me présenter à l'Ambassade Impériale,

pour recevoir les communications que vous avez l'intention de me faire.

Veillez agréer, Monsieur le Chargé d'Affaires, l'assurance de ma haute considération.

Le Secrétaire,

D^r AD. HIRSCH.

Monsieur Missak Effendi, Chargé d'Affaires de Turquie, à Paris.

M. le PRÉSIDENT ajoute qu'il ne tardera pas à se rendre avec M. le Secrétaire à l'Ambassade ottomane.

Le SECRÉTAIRE rend ensuite compte, dans les termes suivants, du développement donné à l'entreprise intéressante due à l'initiative de M. le D^r Gould.

Le bureau s'est acquitté de la mission que le Comité lui a donnée, de pourvoir, avec le concours de M. le D^r Gould, à l'exécution des décisions prises par le Comité au sujet de la détermination du rapport du Mètre à la longueur d'ondes lumineuses.

La tâche était un peu difficile à cause des distances, et les retards naturels qui s'ensuivent ont été augmentés par un malentendu et des empêchements qui ont absorbé le temps d'un membre du bureau pendant plusieurs mois. D'autre part, M. Michelson ayant changé d'idée et trouvé heureusement le moyen de comparer les longueurs d'onde, non plus à un étalon de $0^m,2$, mais directement au Mètre, il en est forcément résulté une augmentation dans le temps et le coût nécessaires pour la construction de l'appareil. Tout cela explique que M. Michelson soit venu à Breteuil, non pas en avril, comme il l'avait d'abord prévu, mais en juillet seulement.

Du reste, le cher collègue, M. le D^r Gould, donnera toutes les explications sur ces détails, car c'est lui qui a naturellement dirigé pour ainsi dire la campagne, et c'est à son énergie que le Comité doit que l'entreprise ait pu être mise à exécution cette année.

Le Secrétaire se borne à raconter brièvement les démarches par lesquelles le bureau y a contribué.

M. Gould lui ayant fait savoir que les autorités de Clark University seraient disposées à accorder à M. Michelson un congé de 6 mois si le bureau le demandait, celui-ci a écrit dans ce but la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berlin et Neuchâtel, le 15 janvier 1892.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT ET MESSIEURS.

Le Comité international des Poids et Mesures, dans sa session de l'automne dernier, a accepté avec reconnaissance la proposition de notre illustre confrère M. le D^r B.-A. Gould, de demander, pour la détermination du rapport entre la longueur d'onde de la lumière et celle du mètre, étude qui figure dès l'origine dans le programme de ses travaux, la coopération du savant Professeur de votre Université, M. Michelson, si favorablement connu par ses recherches dans ce domaine.

Après avoir voté le crédit nécessaire, le Comité a donc décidé de prier le D^r Gould de s'entendre avec M. Michelson et de pourvoir, avec le bureau du Comité, aux mesures nécessaires pour assurer l'exécution de cette étude au Bureau international des Poids et Mesures à Breteuil, dans le courant de 1892.

Suivant les renseignements que nous avons reçus de notre collègue sur les pourparlers qu'il a eus à ce sujet avec vous, Monsieur le Président, nous venons soumettre au Conseil de votre Université la demande officielle de bien vouloir accorder à M. le Professeur Michelson le congé nécessaire pour qu'il puisse, dans le courant de cette année, se rendre à Paris afin d'exécuter, dans le Bureau international de Breteuil, et avec l'aide de son personnel scientifique et de son matériel métrologique, les expériences et les mesures destinées à établir la relation entre la longueur du mètre et celle des ondes de certaines raies appropriées de la lumière.

Nous espérons que votre Conseil voudra faciliter ainsi la coopération d'un savant américain avec une institution scientifique inter-

nationale pour l'exécution d'un travail du plus haut intérêt pour les sciences, de même que le Coast-Survey des États-Unis a prêté son concours à une expédition envoyée par l'Association géodésique internationale aux îles Sandwich pour y étudier les mouvements périodiques de l'axe terrestre.

Nous vous présentons, Monsieur le Président et Messieurs, l'assurance de notre haute considération.

Le Secrétaire,

Signé : AD. HIRSCH.

Le Président,

Signé : FOERSTER.

Monsieur le Professeur Stanley Hall, Président, et Messieurs les Membres du Conseil de Clark University.

Nous avons reçu immédiatement la réponse suivante :

CLARK UNIVERSITY.

Worcester, Mass., U.S.A., February 9th 1892.

GENTLEMEN,

The Board of Trustees of Clark University have received through our distinguished countryman, Professor B.-A. Gould, the official communication under date of January 15th, requesting the services of Professor Michelson of this University in determining the relation between the length of a wave of light and that of the metre.

In response thereto I have the honor to inform you that our Board of Trustees have expressed their readiness to cooperate in the important work undertaken by the Bureau, by granting to Professor Michelson leave of absence on full pay after April 1st 1892, provided, that his absence be not extended beyond the beginning of the next academic year, and provided that his title of Professor of Clark University be used by him in any official action or in any communication made by him in connection with this work, and have authorized me to communicate this action to the President and Secretary of the International Bureau.

In the hope that the investigations may be crowned with complete success and with assurances of our distinguished consideration,
I have the honor to be very truly yours,

G. STANLEY HALL,
President of Clark University.

*To the President and Secretary of the International Bureau of
Weights and Measures.*

En même temps nous avons adressé le 1^{er} février 1892
une invitation formelle à M. Michelson, conçue dans les
termes suivants :

Berlin et Neuchâtel, le 1^{er} février 1892.

MONSIEUR LE PROFESSEUR,

Nous sommes heureux d'apprendre par notre collègue, M. le D^r B.-A. Gould, que, malgré les retards survenus que nous sommes les premiers à regretter, il vous sera possible de faire construire à temps l'appareil qui doit servir à la comparaison des longueurs d'ondes lumineuses avec le mètre, de sorte que, avec le consentement gracieux du Conseil de votre Université, vous pouvez donner suite au projet, proposé par M. le D^r Gould et accueilli à l'unanimité par le Comité international des Poids et Mesures, de venir ce printemps à Breteuil pour y exécuter, avec le concours du personnel du Bureau international, ce travail d'une importance fondamentale pour la Métrologie et la Physique.

Nous espérons que les six mois d'avril à septembre suffiront à l'exécution de ce beau travail, d'autant plus que notre Directeur et ses Adjointes, une fois familiarisés avec vos méthodes et vos instruments, pourront au besoin se charger de terminer quelques observations qui n'auraient pu être achevées entièrement avant votre départ, et que les calculs de réduction pourront, sans inconvénient, être terminés plus tard.

D'autre part, si vous voulez bien communiquer, dès à présent, à M. le D^r Benoît, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres (près Paris), les instructions et dessins nécessaires

pour préparer les installations de vos appareils (piliers, etc.), il s'efforcera de les avoir prêtes pour votre arrivée, dont vous voudrez bien lui indiquer la date. En général, vous trouverez chez ce savant distingué, particulièrement versé dans les branches d'optique, le concours le plus empressé et le plus utile; nous sommes persuadés que vous vous entendrez facilement.

De cette manière, nous espérons, Monsieur le Professeur, que, grâce à votre compétence toute spéciale et à votre grande énergie, on réussira à mener à bonne fin cette œuvre vraiment internationale, dans la plus haute acception du mot, puisque l'ancien et le nouveau monde y concourront, et qui sera une des parties glorieuses de la réforme métrologique moderne.

Veuillez agréer, Monsieur le Professeur, l'assurance de notre haute considération.

Le Secrétaire,

Signé : D^r AD. HIRSCH.

Le Président,

Signé : FOERSTER.

M. le Professeur Michelson, à Worcester, aux États-Unis.

Ces formalités étant remplies, MM. Gould et Michelson, avec le concours de plusieurs mécaniciens de l'atelier de l'Université, se sont si bien appliqués à regagner le temps perdu pour la construction des appareils, que M. Gould a pu nous écrire le 17 avril que les instruments étaient prêts et que M. Michelson se proposait de partir le 7 mai.

La difficulté de l'insuffisance des moyens financiers votés (12 000^{fr}) a été diminuée très heureusement par la libéralité des directeurs du Bache Fund de l'Académie nationale des États-Unis, qui ont fourni une contribution de \$ 1000 aux frais de notre entreprise scientifique. Nous nous sommes empressés d'autoriser notre collègue à accepter cette offre généreuse.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Berlin and Neuchâtel, may 28, 1892.

The undersigned President and Secretary of the International Committee of Weights and Measures beg to request the Treasurer of the National Academy of Sciences (Washington), to pay to D^r *B. A. Gould, Cambridge (Mass.)*, for the International Committee, whatever sum the Directors of the Bache Fund may desire to send them.

The Secretary,

Signed : D^r AD. HIRSCH.

The President,

Signed : FOERSTER.

Le Comité décidera, sans doute, d'en remercier la direction de ce Fund, qui contribue, aux États-Unis, comme tant d'autres institutions privées et publiques, à faire progresser les sciences dans toutes les branches.

Malgré cet appui inespéré, il reste encore, comme il résultera du rapport de M. Gould, un petit déficit à couvrir, d'environ 2000^{fr}; le Comité en délibérera et nous ne doutons pas qu'il ne veuille prendre les mesures nécessaires pour mener à bonne fin cette belle et importante entreprise, pour laquelle nous trouvons de l'autre côté de l'Océan un concours si empressé que dernièrement la *Smithsonian Institution*, sans être sollicitée ni par le Comité ni par M. Gould, a décidé d'envoyer, à ses frais, l'ancien assistant M. *Wadsworth*, pour aider M. *Michelson* dans ses observations. Le Comité décidera sur la réponse à faire; mais il nous semble que nous ne pouvons qu'accepter avec remerciements l'offre de la S. I. (dont le procédé sommaire se trouve certainement compensé par la généreuse intention), tout en réservant au Comité la direction exclusive de l'entreprise, et le droit d'en publier le premier les résultats.

M. le PRÉSIDENT remercie le Secrétaire de son résumé et donne la parole à M. le DIRECTEUR pour la lecture de ses rapports réglementaires.

Voici *in extenso* ces documents :

I. — Personnel.

Les limites étroites qui sont imposées à chacun de nos Chapitres de dépenses, et que nous ne saurions beaucoup modifier sans compromettre l'équilibre de notre budget, ne nous permettent pas d'espérer que nous puissions jamais augmenter d'une façon sensible notre personnel, tel qu'il a été réduit depuis la Conférence générale de 1889. Dans ces derniers temps, cependant, j'ai été dans la nécessité de nous procurer une assistance supplémentaire, particulièrement pour les nombreuses écritures, copies, revisions de calculs et corrections d'épreuves, qui nous sont imposées par nos publications. Notre Aide et Calculateur, M. Ozenne, a été atteint d'une grave et longue maladie, qui l'a tenu éloigné de son service pendant plus de deux mois, et dont il est encore imparfaitement remis. Nous nous sommes trouvés, par l'effet de son absence, débordés par des travaux arriérés et accumulés. Pour nous remettre à flot, j'ai engagé une deuxième jeune fille, de Sèvres, M^{lle} de Bauller. Cette jeune fille, qui est munie de ses diplômes, est entrée en fonctions le 15 août dernier. En outre des travaux de l'ordre que je viens d'indiquer, elle a également commencé à faire l'apprentissage des études thermométriques, sous la direction de M. Guillaume, et de M^{lle} Maudet qui, étant ici depuis deux ans, est parfaitement au courant de ce service.

II. — Bâtiments.

Parmi les réparations projetées et approuvées par le Comité, et qui doivent être échelonnées sur plusieurs exercices, celles qui ont été exécutées jusqu'à la date actuelle sont les suivantes.

Dans le Pavillon, on a refait les boiseries et la peinture du vestibule des bureaux, qui était arrivé à un état de délabrement complet. La restauration de la grande salle des Conférences, qui doit coûter un millier de francs, ainsi que celle des bureaux eux-mêmes, qui s'imposera également à bref délai, seront faits aussitôt que l'état de nos finances nous permettra d'engager cette dépense.

Dans le bâtiment de l'Observatoire, on a repeint la salle III, qui contient le comparateur à dilatation. Dans la salle V des grandes balances, on a installé un poêle à gaz, dit à *récupération*, système

Clamond. Dans la salle VI, qui est beaucoup plus petite, on a installé un poêle à gaz ordinaire. Dans cette dernière salle, on a disposé dans la lanterne un écran mobile, qui peut être gouverné de la salle même, et qui permet de produire à volonté une obscurité complète. Cette adjonction était nécessaire pour les expériences relatives à la mesure de la longueur d'onde.

J'ajoute, pour faire suite au Rapport de la *Commission des travaux* de l'année dernière, que les arrangements prévus pour le chauffage de notre atelier de Mécanique ont été exécutés, qu'on a fait à nos clôtures les réparations indispensables pour les faire durer quelque temps encore, et qu'on a commencé, sur quelques centaines de mètres, les plantations de haies d'acacias qui doivent plus tard les remplacer.

III. — Instruments.

Au nombre des instruments dont s'est enrichi notre laboratoire, j'indiquerai d'abord un baromètre Fuess, système de M. Wild (baromètre à siphon avec cuvette à fond mobile), dont l'acquisition avait été prévue et qui avait été commandé déjà du vivant de M. Broch. Ce baromètre, dont le diamètre intérieur est de 13^{mm}, a été d'abord envoyé par le constructeur à Saint-Pétersbourg, où il a été comparé au baromètre normal de l'Observatoire physique central. A son arrivée à Breteuil, nous l'avons remonté, rempli le tube et bouilli le mercure sous le vide, comme de coutume, et installé, pour comparaisons, à côté du baromètre normal de M. Chappuis. Cet instrument a coûté 283^{fr},65, imputés sur le Compte I (frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique).

A la suite des premières comparaisons que nous avons faites entre nos quatre baromètres normaux, de premier ordre, dont je parlerai tout à l'heure, nous avons été amenés à introduire encore dans l'installation de ces instruments quelques perfectionnements, qui ont été exécutés dans notre atelier.

Dans ce même atelier a été construit, par notre mécanicien M. Huetz, un nouvel appareil pour la détermination du point ρ_0 des thermomètres, d'après le modèle proposé par M. Chappuis en 1884, avec quelques perfectionnements de détail, dont l'expérience avait indiqué l'opportunité. Cet appareil est installé aujourd'hui dans notre laboratoire de Physique, dans la salle réservée à la thermométrie.

Deux appareils sont encore actuellement en cours de construction dans notre atelier; une nouvelle auge pour les comparaisons des thermomètres, et un petit moteur électrique pour mouvoir des agitateurs. Ces deux appareils seront terminés dans le cours de l'année prochaine.

Nous avons acheté à la Société genevoise une Règle de 125^{cm}, en laiton, tracée en millimètres sur biseau, à l'occasion de la détermination des mires italiennes demandées à la fin de l'année dernière; cette Règle, qui a été divisée exprès pour nous et conformément à nos indications, a coûté 62^{fr}, 50.

De M. Tonnelot nous avons acquis une nouvelle série de onze thermomètres pour les études sur les basses températures. Après l'étude complète des tiges divisées, nous avons fait nous-mêmes les remplissages de ces thermomètres, savoir six avec du toluène, et cinq avec de l'alcool.

Au nombre des nouvelles acquisitions dont s'est augmenté notre matériel scientifique, je dois citer encore les appareils construits en Amérique sous la direction de M. Michelson pour la détermination du rapport entre l'unité fondamentale du Système métrique et la longueur d'onde de diverses lumières. Ces appareils ont été apportés par M. Michelson au milieu de juillet dernier, et le montage en a été commencé immédiatement dans la salle II de l'observatoire. Deux versements de 5000^{fr} chacun ont été effectués pour solder les premiers frais relatifs à ce travail. Un certain nombre de pièces supplémentaires ont été déjà ou devront être construites dans notre atelier.

D'un autre côté, nous avons commencé à préparer l'outillage nécessaire pour la détermination de la masse du décimètre cube d'eau ou au moins pour les études préliminaires relatives à cette question. La première chose à faire était de construire des corps, de forme géométrique exactement mesurable, propres à être pesés dans l'air et dans l'eau. Nous avons commencé par la forme cylindrique, qui est la plus facile à réaliser mécaniquement. La difficulté qu'on rencontre tout d'abord est d'obtenir une matière propre à constituer ces corps. M. Molz, fondeur à Paris, a sur notre demande et avec beaucoup de complaisance fait un certain nombre d'essais de fonte pour produire des cylindres en bronze creux d'une seule pièce. Tous ces essais ont donné des résultats peu satisfaisants, les cylindres obtenus présentant toujours, en plus ou moins grand nombre, des soufflures ou bulles intérieures, que le travail du tour met à nu. Nous avons essayé alors de construire ces cylindres au

moyen, de tubes de laiton épais, aux extrémités desquelles on adapte des fonds faits en planche de laiton, laminés et fixés par de la soudure à l'argent. Trois de ces cylindres de dimensions différentes sont actuellement construits, et leur surface après l'écroûtage au tour était assez unie et saine pour qu'ils puissent être employés. Toutefois le dressage des surfaces et le polissage final ne sont pas encore faits, le temps de notre mécanicien ayant été absorbé depuis par d'autres travaux plus pressants.

Je ne quitterai pas le chapitre des instruments sans signaler un don gracieux qui a été fait au Bureau. M. Brashear, constructeur d'appareils d'optique américain, étant venu visiter le Bureau international, nous a laissé en souvenir de cette visite un très beau réseau, tracé sur lame métallique concave, à 568 traits par millimètre. M. Brashear est le constructeur à qui est due toute la partie optique des appareils de M. Michelson, que nous installons en ce moment.

Je dois citer également un autre don fait par M. Heurtey, ingénieur, d'une *pile Bloc* de 4 éléments, qui a été adaptée à notre pont de Wheatstone.

IV. — Travaux.

Parmi les travaux exécutés pendant le courant de cette année par le Bureau international, je signalerai en premier lieu l'achèvement des études de la nouvelle série de Prototypes à traits. Il restait encore, après la dernière session, à déterminer la dilatation de 3 de ces étalons (n^{os} 13, 24, 25). M. Guillaume a fait cette détermination l'hiver dernier, en appliquant toujours les mêmes méthodes que précédemment. Il fallait ensuite comparer ces prototypes entre eux, dans un nombre suffisant de combinaisons, et établir leurs équations par rapport au Prototype international.

Les Règles actuellement demandées étaient les suivantes :

Pour la Roumanie	1
Pour la Section française	5
Pour la Physikalisch-Technische Reichsanstalt.....	1
Pour le Service-géographique de France.....	1

Nous y avons ajouté :

Notre Règle type III tracée à nouveau au Conservatoire des Arts et Métiers.....	1
En vue de demandes éventuelles du Mexique et du Pérou.	2

Soit un total de 11 mètres, dont 10 en alliage de 1874 et 1 (Règle type III) en alliage Matthey. Comme ce nombre 11 ne se prête point à établir un schéma croisé et symétrique des comparaisons, il nous a paru utile d'ajouter à ce groupe un douzième mètre. Une règle de l'alliage de 1874, faisant partie de cette même série, avait été effectivement préparée et tracée au Conservatoire dans ce but, et même sa dilatation avait été déjà déterminée par M. Guillaume. Toutefois, les tracés étaient peu satisfaisants, et après mûr examen nous avons pensé que l'introduction de cette règle pourrait peut-être causer des erreurs sensibles et diminuer l'exactitude de l'ensemble des opérations; nous l'avons en conséquence remplacée par une règle en alliage Matthey, appartenant également au Conservatoire; c'est l'une de celles qui avaient été construites en même temps que l'étalon provisoire I₂; elle est désignée par le symbole I₃. Elle porte les mêmes polis et les mêmes tracés que les autres prototypes.

Les comparaisons ont été faites conformément au schéma suivant :

Prototypes :			
N° 6	N° 8	N° 10	N° 11
N° 15	N° 16	N° 17	N° 22
N° 24	N° 28	I ₃	Type III

chaque règle étant comparée à toutes les autres d'une même rangée soit horizontale, soit verticale, et enfin toutes étant comparées au prototype \mathcal{N} . Chaque règle se trouve ainsi comparée à 5 autres du groupe, et en outre à l'étalon fondamental. Le nombre de contrôles obtenus, sans être aussi grand que dans les opérations faites sur les premiers prototypes distribués, qui étaient plus nombreux, est amplement suffisant pour garantir toute l'exactitude que comportent ces étalons.

Les opérations ont été conduites exactement comme pour les règles livrées en 1889. Chaque groupe de deux règles était comparé dans 4 positions différentes et symétriques; le nombre des groupes étant de 42, cela fait un total de 168 séries de comparaisons, qui ont exigé 4 mois environ de travail.

Ces comparaisons ont été faites, comme autrefois, par deux observateurs à chaque microscope, pointant simultanément et échangeant leurs positions au milieu de la série. Les opérations avaient été commencées par MM. Guillaume et Ozenne; plus tard, M. Ozenne ayant été obligé d'interrompre son service, j'ai pris sa place et achevé le travail avec M. Guillaume.

Les intervalles auxiliaires tracés sur chaque règle ont été également déterminés aux deux microscopes, pour la plus grande partie par M. Guillaume, qui s'est en outre chargé du calcul de compensation de toutes ces opérations.

Tout ce travail est aujourd'hui terminé et les règles sont prêtes à être livrées.

Ces nouvelles règles sont très bien ajustées comme longueur; la plus forte équation est inférieure à 2^μ; les valeurs des intervalles auxiliaires sont sur toutes, à l'exception d'une seule, exactes dans les mêmes limites.

Pour achever ces études, il était nécessaire de retirer de son dépôt le mètre prototype international. Cette opération, pour laquelle j'avais obtenu l'autorisation du Président et du Secrétaire du Comité, a été faite le 8 juillet par moi, avec l'assistance de M. Guillaume; elle a fait l'objet d'un petit procès-verbal. Le dépôt ayant été ouvert, nous avons d'abord relevé les indications des appareils thermométriques enfermés dans le coffre-fort en fer qui contient les prototypes. Ces indications étaient les suivantes :

Th. Baudin à mercure n° 8368.

Température actuelle..... 10°,4

*Thermographe Tonnelot à maxima et minima
(à mercure et alcool).*

Température actuelle..... 10,2⁰
» maxima..... 10,8
» minima..... 7,7

Thermographe bimétallique.

Température maxima..... 10°,0
» minima..... 7°,4

Ces diverses indications sont à peu près concordantes, et autant qu'on peut l'espérer d'instruments de cette nature. Il en résulte que la température était en ce moment voisine du maximum atteint depuis 15 mois environ (le dépôt n'avait pas été ouvert depuis le 10 avril 1891), et que la variation totale de température dans cet intervalle de temps n'avait pas dépassé 3 degrés environ.

Le caveau était un peu humide, et nous avons trouvé des traces de moisissures sur le coffre-fort.

Le mètre prototype a été remonté dans la salle IV du comparateur Brunner. Pour ne pas l'exposer à une trop brusque variation de température, on l'a laissé dans son étui, et enfermé tel quel dans l'armoire en fer de la salle, où on l'a laissé se réchauffer lentement jusqu'à la température ambiante alors voisine de 15° au travers des enveloppes de métal, bois et velours dont il est entouré. Le surlendemain 10 juillet on a ouvert l'étui, et l'on a constaté que les fermetures hermétiques dont il est muni avaient parfaitement rempli leur fonction. Aucune trace d'humidité n'avait pénétré à l'intérieur; le cylindre de bois ni la garniture de velours ne présentaient la moindre apparence de détérioration; et le mètre lui-même paraissait exactement dans le même état qu'au moment où il avait été enfermé, il y a trois ans.

Comme suite aux comparaisons dont je viens de parler, j'ai voulu profiter de ce que le prototype international se trouvait à notre disposition pour lui comparer de nouveau le Mètre n° 26, qui est échu par le sort au Bureau international, lors du tirage de 1889, et qui constitue notre Étalon fondamental. Ces observations ont été conduites comme les précédentes. Elles ont été faites en triple par MM. Chappuis, Guillaume et moi, toujours par deux observateurs pointant simultanément, et échangeant leur place au milieu de la série dans les 3 combinaisons : Benoît-Chappuis, Chappuis-Guillaume, Guillaume-Benoît. Pour chaque groupe, on a comparé les deux règles dans les huit positions différentes qu'elles peuvent prendre l'une par rapport à l'autre; le travail comprenait donc en tout 24 séries de comparaisons. Le résultat moyen, après réduction à zéro, a été

$$\text{N}^{\circ} 26 = \mathfrak{M} + 0^{\mu}, 75.$$

Les anciennes comparaisons directes entre ces deux mêmes règles, faites par MM. Boinot et Isaachsen, avaient donné

$$\text{N}^{\circ} 26 = \mathfrak{M} + 0^{\mu}, 72,$$

et l'équation déduite pour la Règle 26 du calcul de compensation de toutes les opérations faites sur les 30 Règles comparées à cette époque avait été

$$\text{N}^{\circ} 26 = \mathfrak{M} + 0^{\mu}, 85.$$

Toutes ces valeurs ne diffèrent que de quantités qui sont certainement inférieures aux limites des incertitudes inévitables des observations, et elles témoignent de la parfaite invariabilité relative, jusqu'à l'époque actuelle, de nos étalons fondamentaux de longueur.

Les opérations, dans lesquelles devait intervenir pour le moment le mètre international, étant terminées, on a soigneusement nettoyé celui-ci, on l'a remis dans son étui, et enfermé provisoirement dans l'armoire en fer qui est placée dans la salle IV de l'observatoire.

Les travaux relatifs aux étalons à bouts sont moins avancés; mais la question a fait cependant, cette année, un pas considérable. L'appareil destiné à dresser et polir les surfaces terminales, qui devait être construit dans les ateliers de l'Artillerie à Puteaux, et dont les dessins définitifs avaient été présentés au Comité dans sa dernière session par M. le colonel Laussedat, a en effet été livré par ces ateliers à la Section française et transporté au Conservatoire des Arts et Métiers au commencement du mois de juillet. Depuis cette époque, M. G. Tresca s'est occupé activement de l'achèvement des règles, et je lui ai prêté mon concours pour les comparaisons provisoires nécessaires au cours de ce travail. On a rencontré au début quelques difficultés imprévues. On avait espéré, en effet, qu'il serait possible de faire les essais préliminaires auxquels chaque règle doit être soumise, au cours de l'ajustement, pour l'amener peu à peu aussi près que possible de la longueur exacte, tout en laissant cette règle fixée dans les montures qui servent à la centrer dans l'appareil de polissage. L'expérience a montré que le poids et le serrage de ces pièces produisaient des déformations beaucoup plus considérables qu'on n'avait pensé, et exposent à des méprises qui pourraient avoir des conséquences fâcheuses. Cette circonstance est cause que le premier étalon ajusté, pour lequel on ne s'était pas suffisamment méfié de cette cause d'erreur, s'est trouvé finalement sensiblement plus court qu'on n'avait voulu le faire, et sera d'une vingtaine de microns au-dessous de la longueur exacte du mètre. Les autres pourront être ajustés très sensiblement plus près, à la condition de s'astreindre à les retirer de leurs montures pour chacun des essais préliminaires, ce qui oblige ensuite à un nouveau remontage et à un nouveau réglage et entraîne par conséquent une dépense de temps beaucoup plus considérable. Il est bien certain toutefois qu'on restera loin du degré absolument remarquable d'exactitude auquel on est parvenu dans l'exécution des règles prototypes à traits.

De ces étalons, trois sont aujourd'hui terminés, deux sont à Breteuil, j'ai rendu le troisième au Conservatoire, après avoir fait quelques comparaisons provisoires avec notre prototype à traits, afin de le faire servir comme point de départ pour ajuster les autres. Enfin les trois derniers sont presque terminés, et ont été gardés au Con-

servatoire, ajustés sur l'appareil de polissage, afin de montrer au Comité, qui sera sans doute curieux de les voir, les différentes phases du travail d'exécution des surfaces terminales. A moins d'accident imprévu, ces trois mètres seront livrés au Bureau international complètement terminés avant la fin de la session actuelle; leur détermination pourra commencer très prochainement, et ils pourront être livrés aux intéressés dans le courant de la prochaine année. La question des prototypes, sous ses diverses formes, paraît donc devoir approcher de sa fin, et nous pourrions désormais consacrer plus de temps à d'autres travaux.

L'un des premiers dont j'aurai à m'occuper sera la détermination des *Règles de Borda*, qui nous a été demandée par l'Observatoire de Paris. Les Règles de Borda, au nombre de 4, après avoir été, à l'Observatoire de Paris, l'objet d'un minutieux examen, fait avec moi par MM. Wolf, colonel Bassot et Brunner, et dont les résultats ont été consignés dans un procès-verbal, ont été transportées à Breteuil, par les soins du Service géographique, à la fin de février dernier. J'avais espéré un moment pouvoir faire leur étude avant la session actuelle; mais le temps m'a fait défaut : j'ai dû me borner à la préparer en construisant les pièces nécessaires pour l'exécuter. J'ai fait construire à cet effet un fort banc de fer, de 4^m,10 de longueur, constitué simplement par une poutre de fer en double T, dont une face a été rabotée et dressée; en outre, comme ces Règles de Borda sont des règles à bouts de 2 toises, j'ai fait construire également, dans notre atelier, des abouts en cuivre nickelé, qui viendront toucher les extrémités des règles par une surface cylindrique à grand rayon, et permettront de les comparer à une règle de 4^m au moyen de divisions tracées sur leur face supérieure. Ces abouts sont au nombre de 4 paires, se prêtant à de nombreuses combinaisons, qui se contrôleront les unes les autres.

Sur le banc de fer ont été fixés des guides en laiton, destinés à maintenir les règles et à guider les abouts qui sont pressés contre les extrémités de ces Règles par de petits ressorts convenablement disposés.

Après l'achèvement du montage de nos baromètres normaux, dont j'ai rendu compte dans mon précédent Rapport, nous avons commencé, MM. Chappuis, Guillaume et moi, à faire des comparaisons systématiques entre ces trois instruments, aussi régulièrement que les circonstances atmosphériques nous l'ont permis.

Ces opérations, poursuivies pendant plusieurs semaines, nous ont montré encore quelques irrégularités supérieures à ce qu'il était

permis d'attendre d'appareils de ce genre, et surtout des différences systématiques de quelques centièmes de millimètre, qui paraissent difficilement explicables. A la suite de ces premiers essais, j'ai porté toute mon attention sur le mode de mesure adopté pour déterminer la position des surfaces mercurielles et sur les erreurs qu'il peut comporter. Il est évident que la mesure d'un ménisque mercuriel par le procédé d'une pointe réfléchie à sa surface comporte les mêmes genres de difficultés et de causes d'erreurs que l'on rencontre dans les comparaisons des longueurs à bouts ; il semble d'ailleurs qu'il doive en être de même de tout autre procédé de lecture, puisque l'objectif de la lunette employée pour faire cette lecture est toujours partiellement couvert par la colonne mercurielle formant écran. Les erreurs dues aux imperfections de la mise au point doivent donc se faire sentir ici comme dans les comparaisons des mètres à bouts ; je me suis proposé de déterminer quelle importance elles peuvent avoir dans les conditions offertes par ces instruments. En outre, les rayons qui forment l'image ne se réfléchissent jamais au centre même du tube, c'est-à-dire sur le milieu de la surface du ménisque, mais en avant du côté de la lunette, et à une distance du centre d'autant plus grande que la pointe est plus écartée de la surface. Si cette distance dépasse une certaine limite, la réflexion d'une partie au moins du faisceau admis par l'objectif peut se faire sur une partie de la surface déjà déprimée par l'action capillaire, et la position apparente de la surface, estimée par le milieu entre la pointe et son image, doit se trouver abaissée. C'est en effet ce que l'observation a vérifié. Avec le concours de M. Chappuis, j'ai fait une série très complète d'expériences dans lesquelles nous faisons mouvoir systématiquement soit d'avant en arrière, soit de haut en bas, une pointe fine, montée sur un chariot à deux coulissages, l'un vertical, l'autre horizontal, au-dessus d'une cuvette de mercure. Ces expériences, sur le détail desquelles je ne puis insister ici, ont montré l'importance considérable d'une mise au point aussi parfaite que possible de la pointe devant la lunette de lecture. Elles m'ont amené à introduire encore, dans les dispositions de nos baromètres, quelques modifications permettant de régler cette mise au point d'une façon plus rigoureuse, et en outre à adopter pour ce réglage le procédé de M. Cornu, consistant à déplacer devant l'objectif un écran percé de deux fentes qui découvrent alternativement sa moitié supérieure ou sa moitié inférieure, et à chercher la position de la pointe pour laquelle le déplacement n'amène aucun changement dans la position de l'image. Nos trois baromètres normaux et le

baromètre transportable à large tube ont été munis des dispositifs nécessaires pour mettre en œuvre cette méthode avec facilité. En ce qui concerne l'influence d'un déplacement vertical, c'est-à-dire de la distance de la pointe à la surface sur la position apparente de celle-ci, nous avons fait des essais avec des surfaces d'étendues très différentes, depuis des tubes de 25^{mm} de diamètre, jusqu'à de larges cuvettes de plus de 300^{mm}. Nous avons eu à constater que cette influence se manifeste très rapidement sur des surfaces dont le diamètre est de 25^{mm} à 30^{mm}, et qu'on doit considérer 4^{cm} environ comme un minimum à donner au diamètre d'un tube de baromètre normal. Ce n'est malheureusement pas le cas de l'un de nos baromètres (celui de M. Chappuis), qui a un diamètre sensiblement plus faible. Toutefois il faut remarquer que l'on peut éliminer la plus grande partie au moins de l'incertitude provenant de cette cause, dans les mesures barométriques, en s'efforçant d'avoir toujours les deux ménisques de même forme et de placer les pointes très sensiblement à la même distance des surfaces de mercure correspondantes.

Il ne paraît guère douteux que c'est à ces causes, mais à la première principalement (erreur de mise au point), qu'étaient dues les discordances un peu anormales qu'ont présentées nos premières comparaisons et que les perfectionnements nouveaux ajoutés à nos appareils permettront de les réduire sensiblement. Le temps nous a manqué pour vérifier ces conclusions, et les conditions atmosphériques se sont souvent montrées défavorables au moment où nous aurions pu le faire. J'ai pu seulement faire encore une série assez considérable de comparaisons entre le baromètre normal Marek modifié, de la salle des Balances, et le baromètre transportable installé à cet effet à côté de lui, sur le même pilier et à la même hauteur. Les lectures des deux instruments se font ainsi avec le même cathétomètre et sont reportées sur la même échelle. Ces comparaisons m'ont conduit à trouver entre ces deux baromètres une différence systématique de 0^{mm},01, avec des écarts qui atteignent exceptionnellement 0^{mm},01 de part et d'autre de cette moyenne. Nous reprendrons les comparaisons entre les trois baromètres normaux aussitôt que possible.

Depuis la seconde moitié de juillet, j'ai prêté mon concours à M. Michelson pour le montage et le réglage de ses appareils. Je laisse à M. Michelson le plaisir d'expliquer lui-même au Comité la méthode dont il est l'auteur, et de lui montrer en action les procédés délicats et ingénieux qu'il a imaginés pour apporter dans le ré-

glage des divers organes de son instrument une extraordinaire précision. L'appareil a été monté dans la salle VI, sur le long pilier qui est à gauche de l'entrée, et qui est parfaitement disposé pour le recevoir. Quelques pièces accessoires qui manquaient, et en particulier une grosse bobine d'induction, nous ont été prêtées par l'École Polytechnique, à la suite d'une demande adressée par moi au général commandant, et obligeamment appuyée d'une recommandation de M. Potier, professeur à l'École. Il y aura pourtant lieu d'examiner s'il ne conviendrait pas d'acquérir nous-mêmes une bobine semblable, afin de conserver l'appareil complet entre nos mains.

Il y a quelques semaines, nous avons reçu de l'Ambassade russe à Paris deux poids de quartz, l'un de 500^{gr}, l'autre d'une livre russe, dont la détermination avait été demandée par la voie officielle. Je me suis chargé de faire les comparaisons de ces poids. Les opérations sur le demi-kilogramme sont terminées, celles sur la livre le seront prochainement.

Je ne puis me dispenser de mentionner, comme ayant absorbé une part considérable de mon temps, les soins que j'ai donnés à la continuation de nos publications. En premier lieu, j'ai aidé M. Cornu dans la préparation du Rapport qu'il a rédigé au nom de la Commission mixte, sur les opérations faites en 1881-82 au Conservatoire des Arts et Métiers pour la comparaison du Mètre international provisoire I₂ avec le Mètre des Archives. Un examen des dossiers laissés entre nos mains par le D^r Broch m'ayant fait par hasard découvrir quelques erreurs qui avaient échappé, j'ai pensé qu'il serait utile de reviser entièrement encore une fois toute cette partie de l'œuvre commune du Comité international et de la Section française. J'ai collationné minutieusement avec M. G. Tresca la copie des observations sur le registre original conservé au Conservatoire des Arts et Métiers; j'ai refait moi-même tous les calculs et les ai fait refaire indépendamment par M. Ozenne. Tous les documents très précieusement contrôlés ont servi de base au Rapport de M. Cornu, que nous pouvons présenter, en épreuves mises en pages, au Comité. Il paraît naturel que ce Rapport soit imprimé dans nos Travaux et Mémoires, en tête des travaux relatifs aux mètres prototypes. D'accord avec M. le Président et M. le Secrétaire du Comité, je propose donc qu'il soit inséré au Tome X, dont il constituera la première Partie et commencera ainsi les publications.

Quant aux autres volumes, je puis annoncer que le Tome VIII (Pesées), dont la publication a marché avec une lenteur dont les causes sont tout à fait indépendantes de ma volonté, est aujourd'hui

d'hui complètement imprimé, mais l'auteur M. Thiesen a encore en mains 10 feuilles en épreuves (4 feuilles journal d'observations et 6 feuilles du texte), dont le « bon à tirer » n'a pas été donné. Ce volume a 450 pages, dont 70 pages de texte et 380 pages de journal d'observations. J'ai livré à l'imprimerie, aussitôt la dernière feuille du Tome VIII composée, le manuscrit du Tome IX, qui m'avait été laissé par M. Thiesen et doit contenir la suite des pesées. Ce manuscrit a été mis de suite en composition, et quelques figures qu'il doit contenir ont été faites immédiatement. Enfin, pour le Tome X, en outre du Rapport de M. Cornu, les copies des Tableaux d'observations sont préparées en partie et pourront être aussi mises à l'impression dans un bref délai.

M. CHAPPUIS a été occupé principalement par la suite de ses études comparatives sur les thermomètres à alcool et à toluène pour les mesures des températures basses. Ces études ont été reprises sur toute une nouvelle série de thermomètres qui, ainsi que je l'ai déjà dit plus haut, ont été construits dans ce but et avaient été complètement étudiés, et qui ont été ajoutés à ceux que nous possédions déjà.

Sept de ces nouveaux thermomètres ont été remplis de toluène. On sait que la déshydratation complète de ce liquide présente quelques difficultés; ce corps est extrêmement avide d'eau; pour l'obtenir privé d'eau et le conserver tel, il est nécessaire de le maintenir constamment dans des flacons parfaitement fermés sur des fragments de potasse caustique anhydre ou du sodium. Six thermomètres ont été remplis avec du toluène très pur que M. Joly, Maître de Conférences et Directeur du laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure, a bien voulu préparer pour nous, mais en variant intentionnellement les procédés et les simplifiant pour l'un d'entre eux (n° 4938), dont le liquide a certainement absorbé quelques traces d'eau pendant le remplissage. Le septième thermomètre a été rempli avec du toluène distillé par M. Louguinine, qui présente une légère teinte jaunâtre et est manifestement moins pur.

Pour le remplissage des thermomètres à alcool, on s'est appliqué à employer des produits aussi parfaitement purifiés que possible. M. Joly a bien voulu nous préparer une série d'échantillons d'alcool éthylique très pur contenu dans de petites fioles bouchées à l'émeri.

La première de ces fioles a servi au remplissage des thermomètres 4936 et 4937. Une deuxième a fourni le liquide nécessaire aux thermomètres 4940 et 4941. Enfin, le thermomètre 4939 a été rempli d'alcool provenant d'un troisième flacon.

Ces thermomètres achevés, on a déterminé la valeur du degré pour chacun d'eux. Ce travail a été fait pour les thermomètres à toluène par M. Guillaume, qui a déterminé le point 100 dans le même appareil à ébullition qui nous sert pour les thermomètres à mercure.

Pour les thermomètres à alcool, la valeur moyenne du degré entre 0° et 30° a été déterminée par des comparaisons faites à cette dernière température, dans l'appareil à cloches servant aux comparaisons en position verticale, avec un thermomètre étalon à mercure. Les observations du zéro, répétées de temps en temps, ont été faites après avoir maintenu les thermomètres pendant plusieurs jours dans la glace, verticalement, et chauffé les parties supérieures des tiges, de manière à faire disparaître et descendre tout le liquide qui peut rester adhérent aux parois des tubes. Les zéros des anciens thermomètres 4771 et 4774, qui ont aussi été observés, n'ont subi aucune variation depuis l'année dernière.

Après ces déterminations préliminaires, les thermomètres ont été comparés, par groupes de quatre, avec le thermomètre à hydrogène, dans l'appareil installé dans ce but dans l'une des salles de l'avant-corps de notre observatoire, appareil qui a déjà été décrit, mais auquel on avait adapté, dans l'intervalle, quelques améliorations sur lesquelles il serait trop long de m'étendre ici. Chaque thermomètre a été comparé au thermomètre à hydrogène à une vingtaine de températures comprises entre 0° et -73° , et la marche ainsi obtenue a été représentée par une formule à trois termes en fonction de la température normale T . Les calculs effectués par la méthode des moindres carrés ont donné sensiblement la même marche pour tous les thermomètres à toluène, comme le montre le Tableau suivant, qui reproduit les écarts de chacun d'eux par rapport à la moyenne M des huit instruments comparés.

Température normale T.	(Pur)	(Pur)	(Pur)	(Pur)	(Impur)	(Pur)	(Traces d'eau)	(Pur)
	4931-M.	4932-M.	4933-M.	4934-M.	4935-M.	4855-M.	4938-M.	4773-M.
0...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-5...	- 1	0	+ 1	- 1	0	+ 1	0	0
-10...	- 2	+ 1	+ 2	- 3	+ 1	+ 2	- 1	- 1
-15...	- 2	0	+ 3	- 4	+ 1	+ 2	- 1	- 1
-20...	- 3	0	+ 3	- 4	0	+ 2	0	0
-25...	- 2	0	+ 3	- 5	0	+ 2	0	0
-30...	- 1	- 1	+ 3	- 6	- 1	+ 2	0	0
-35...	- 1	- 2	+ 3	- 6	- 1	+ 2	+ 1	+ 1
-40...	0	- 3	+ 3	- 6	- 2	+ 2	+ 1	+ 1
-45...	+ 1	- 3	+ 2	- 5	- 2	+ 2	+ 2	+ 2
-50...	+ 2	- 4	+ 1	- 5	- 2	+ 2	+ 2	+ 2
-55...	+ 2	- 4	0	- 4	- 1	+ 2	+ 2	+ 2
-60...	+ 2	- 4	- 1	- 3	- 1	+ 2	+ 1	+ 1
-65...	+ 1	- 4	- 2	- 1	+ 1	+ 2	0	0
-70...	0	- 3	- 4	0	+ 3	+ 2	- 1	- 1
-75...	-0,02	-0,03	-0,06	+0,02	+0,05	+0,03	-0,02	-0,02

La marche *moyenne* du thermomètre à toluène est représentée elle-même par la formule

$$0,86310901 T + 9,704929 \times 10^{-4} T^2 + 2,81924 \times 10^{-6} T^3,$$

qui donne les valeurs suivantes :

Température normale T.	Température indiquée par le thermomètre à toluène.
0	0,00
- 5	- 4,29
-10	- 8,54
-15	-12,74
-20	-16,90
-25	-21,01
-30	-25,10
-35	-29,14
-40	-33,15
-45	-37,13
-50	-41,08
-55	-45,00
-60	-48,90
-65	-52,78
-70	-56,63
-75	-60,46

Les résultats obtenus pour les thermomètres à alcool sont beaucoup moins satisfaisants.

Les thermomètres remplis en même temps du liquide d'une même fiole concordent entre eux; mais leur marche diffère de celle des autres thermomètres, de quantités très supérieures aux erreurs d'observation.

Le Tableau suivant donne de cinq en cinq degrés les valeurs déduites des fonctions particulières à chaque thermomètre entre 0° et — 75°.

Température normale T.	Températures indiquées par les thermomètres à alcool						
	4772.	4774.	4936.	4937.	4940.	4941.	4939.
0....	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5....	— 4,74	— 4,74	— 4,76	— 4,78	— 4,72	4,72	— 4,68
— 10....	— 9,44	— 9,43	— 9,47	— 9,49	— 9,39	9,39	— 9,31
— 15....	— 14,10	— 14,09	— 14,11	— 14,13	— 14,02	14,02	— 13,90
— 20....	— 18,71	— 18,71	— 18,71	— 18,72	— 18,61	18,61	— 18,45
— 25....	— 23,29	— 23,29	— 23,26	— 23,26	— 23,16	23,17	— 22,96
— 30....	— 27,84	— 27,84	— 27,77	— 27,76	— 27,68	27,69	— 27,44
— 35....	— 32,35	— 32,35	— 32,25	— 32,22	— 32,18	32,18	— 31,88
— 40....	— 36,83	— 36,84	— 36,69	— 36,65	— 36,65	36,65	— 36,30
— 45....	— 41,29	— 41,31	— 41,10	— 41,05	— 41,10	41,10	— 40,69
— 50....	— 45,72	— 45,75	— 45,49	— 45,44	— 45,53	45,53	— 45,05
— 55....	— 50,14	— 50,17	— 49,86	— 49,81	— 49,95	49,94	— 49,39
— 60....	— 54,53	— 54,58	— 54,22	— 54,17	— 54,36	54,33	— 53,71
— 65....	— 58,91	— 58,97	— 58,57	— 58,54	— 58,77	58,72	— 58,02
— 70....	— 63,27	— 63,35	— 62,91	— 62,90	— 63,17	63,10	— 62,31
— 75....	— 67,62	— 67,72	— 67,25	— 67,29	— 67,57	67,48	— 66,59
	Remplis par M. Tonnelot en 1890 (alcool Billault).		Remplis le 19 nov. 1891 alcool rectifié par M. Joly.		Remplis le 14 mars 1892 alcool rectifié par M. Joly.		Rempli le 30 déc. 1891 alcool rectifié par M. Joly.

Comme on le voit par le Tableau ci-dessus, les thermomètres remplis à différentes époques d'alcools provenant de flacons différents présentent des divergences qui atteignent 1 degré à — 70°. Il est à supposer que ces divergences seraient bien plus grandes encore pour les thermomètres à alcool fabriqués par les constructeurs avec des liquides imparfaitement purifiés.

Pour les thermomètres à toluène, les divergences ne paraissent pas dépasser sensiblement les limites des erreurs d'observation. Ces résultats donnent donc entièrement raison à la tentative que nous avons faite pour remplacer, dans les thermomètres destinés aux

mesures des basses températures, l'alcool par un autre liquide; il n'est plus douteux que le toluène ne soit, à tout point de vue, préférable. La plus grande difficulté de son emploi est dans la détermination du point 100, qui exige des précautions assez minutieuses pour donner des résultats exacts, à cause de la proximité du point d'ébullition du liquide (110°).

Enfin la marche du thermomètre à toluène a pu être déterminée par rapport au thermomètre à hydrogène avec une précision satisfaisante pour toutes les températures entre 0° et — 75°.

Entre ces limites le Tableau suivant donne, de dixième en dixième de degré, les indications correspondantes du thermomètre à toluène :

MARCHE DU THERMOMÈTRE A TOLUÈNE.

(Température normale.)

T.	0,0.	0,1.	0,2.	0,3.	0,4.	0,5.	0,6.	0,7.	0,8.	0,9.
0	— 0,00	— 0,09	— 0,17	— 0,26	— 0,34	— 0,43	— 0,52	— 0,60	— 0,69	— 0,78
— 1	— 0,86	— 0,95	— 1,03	— 1,12	— 1,21	— 1,29	— 1,38	— 1,46	— 1,55	— 1,64
— 2	— 1,72	— 1,81	— 1,89	— 1,98	— 2,07	— 2,15	— 2,24	— 2,32	— 2,41	— 2,50
— 3	— 2,58	— 2,67	— 2,75	— 2,84	— 2,92	— 3,01	— 3,10	— 3,18	— 3,27	— 3,35
— 4	— 3,44	— 3,52	— 3,61	— 3,69	— 3,78	— 3,86	— 3,95	— 4,04	— 4,12	— 4,21
— 5	— 4,29	— 4,38	— 4,46	— 4,55	— 4,63	— 4,72	— 4,80	— 4,89	— 4,97	— 5,06
— 6	— 5,14	— 5,23	— 5,31	— 5,40	— 5,48	— 5,57	— 5,65	— 5,74	— 5,82	— 5,91
— 7	— 6,00	— 6,08	— 6,16	— 6,25	— 6,33	— 6,42	— 6,50	— 6,59	— 6,67	— 6,76
— 8	— 6,84	— 6,93	— 7,01	— 7,10	— 7,18	— 7,27	— 7,35	— 7,44	— 7,52	— 7,61
— 9	— 7,69	— 7,78	— 7,86	— 7,94	— 8,03	— 8,11	— 8,20	— 8,28	— 8,37	— 8,45
— 10	— 8,54	— 8,62	— 8,71	— 8,79	— 8,87	— 8,96	— 9,04	— 9,13	— 9,21	— 9,30
— 11	— 9,38	— 9,46	— 9,55	— 9,63	— 9,72	— 9,80	— 9,89	— 9,97	— 10,05	— 10,14
— 12	— 10,22	— 10,31	— 10,39	— 10,47	— 10,56	— 10,64	— 10,73	— 10,81	— 10,89	— 10,98
— 13	— 11,06	— 11,15	— 11,23	— 11,31	— 11,40	— 11,48	— 11,57	— 11,65	— 11,73	— 11,82
— 14	— 11,90	— 11,98	— 12,07	— 12,15	— 12,24	— 12,32	— 12,40	— 12,49	— 12,57	— 12,65

PP
9.

0	0
1	0,9
2	1,8
3	2,7
4	3,6
5	4,5
6	5,4
7	6,3
8	7,2
9	8,1

-16	-13,57	-13,66	-13,74	-13,82	-13,91	-13,99	-14,07	-14,16	-14,24	-14,32
-17	-14,41	-14,49	-14,57	-14,66	-14,74	-14,82	-14,90	-14,99	-15,07	-15,15
-18	-15,24	-15,32	-15,40	-15,49	-15,57	-15,65	-15,74	-15,82	-15,90	-15,98
-19	-16,07	-16,15	-16,23	-16,32	-16,40	-16,48	-16,56	-16,65	-16,73	-16,81
-20	-16,90	-16,98	-17,06	-17,14	-17,23	-17,31	-17,39	-17,47	-17,56	-17,64
-21	-17,72	-17,81	-17,89	-17,97	-18,05	-18,14	-18,22	-18,30	-18,38	-18,47
-22	-18,55	-18,63	-18,71	-18,80	-18,88	-18,96	-19,04	-19,12	-19,21	-19,29
-23	-19,37	-19,45	-19,54	-19,62	-19,70	-19,78	-19,87	-19,95	-20,03	-20,11
-24	-20,19	-20,28	-20,36	-20,44	-20,52	-20,60	-20,69	-20,77	-20,85	-20,93
-25	-21,01	-21,10	-21,18	-21,26	-21,34	-21,42	-21,51	-21,59	-21,67	-21,75
-26	-21,83	-21,92	-22,00	-22,08	-22,16	-22,24	-22,32	-22,41	-22,49	-22,57
-27	-22,65	-22,73	-22,81	-22,90	-22,98	-23,06	-23,14	-23,22	-23,30	-23,39
-28	-23,47	-23,55	-23,63	-23,71	-23,79	-23,87	-23,96	-24,04	-24,12	-24,20
-29	-24,28	-24,36	-24,45	-24,53	-24,61	-24,69	-24,77	-24,85	-24,93	-25,01
-30	-25,10	-25,18	-25,26	-25,34	-25,42	-25,50	-25,58	-25,66	-25,75	-25,83
-31	-25,91	-25,99	-26,07	-26,15	-26,23	-26,31	-26,39	-26,47	-26,56	-26,64
-32	-26,72	-26,80	-26,88	-26,96	-27,04	27,12	-27,20	-27,28	-27,36	-27,45
-33	-27,53	-27,61	-27,69	-27,77	-27,85	-27,93	-28,01	-28,09	-28,17	-28,25
-34	-28,33	-28,42	-28,50	-28,58	-28,66	-28,74	-28,82	-28,90	-28,98	-29,06
-35	-29,14	-29,22	-29,30	-29,38	-29,46	-29,54	-29,62	-29,70	-29,79	-29,86
-36	-29,95	-30,03	-30,11	-30,19	-30,27	-30,35	-30,43	-30,51	-30,59	-30,67
-37	-30,75	-30,83	-30,91	-30,99	-31,07	-31,15	-31,23	-31,31	-31,39	-31,47
-38	-31,55	-31,63	-31,71	-31,79	-31,87	-31,95	-32,03	-32,11	-32,19	-32,27
-39	-32,35	-32,43	-32,51	-32,59	-32,67	-32,75	-32,83	-32,91	-32,99	-33,07

pp
-8.

0	0
1	0,8
2	1,6
3	2,4
4	3,2
5	4,0
6	4,8
7	5,6
8	6,4
9	7,2

MARCHE DU THERMOMÈTRE A TOLUÈNE.

(Température normale.)

T.	0,0.	0,1.	0,2.	0,3.	0,4.	0,5.	0,6.	0,7.	0,8.	0,9.
-40	-33,15	-33,23	-33,31	-33,39	-33,47	-33,55	-33,63	-33,71	-33,79	-33,87
-41	-33,95	-34,03	-34,11	-34,19	-34,27	-34,35	-34,43	-34,51	-34,59	-34,67
-42	-34,75	-34,83	-34,91	-34,99	-35,07	-35,14	-35,22	-35,30	-35,38	-35,46
-43	-35,54	-35,62	-35,70	-35,78	-35,86	-35,94	-36,02	-36,10	-36,18	-36,26
-44	-36,34	-36,42	-36,50	-36,58	-36,66	-36,73	-36,81	-36,89	-36,97	-37,05
-45	-37,13	-37,21	-37,29	-37,37	-37,45	-37,53	-37,61	-37,69	-37,77	-37,84
-46	-37,92	-38,00	-38,08	-38,16	-38,24	-38,32	-38,40	-38,48	-38,56	-38,64
-47	-38,71	-38,79	-38,87	-38,95	-39,03	-39,11	-39,19	-39,27	-39,35	-39,43
-48	-39,50	-39,58	-39,66	-39,74	-39,82	-39,90	-39,98	-40,06	-40,14	-40,22
-49	-40,29	-40,37	-40,45	-40,53	-40,61	-40,69	-40,77	-40,85	-40,92	-41,00
-50	-41,08	-41,16	-41,24	-41,32	-41,40	-41,47	-41,55	-41,63	-41,71	-41,79
-51	-41,87	-41,95	-42,02	-42,10	-42,18	-42,26	-42,34	-42,42	-42,50	-42,57
-52	-42,65	-42,73	-42,81	-42,89	-42,97	-43,05	-43,12	-43,20	-43,28	-43,36
-53	-43,44	-43,52	-43,59	-43,67	-43,75	-43,83	-43,91	-43,99	-44,06	-44,14
-54	-44,22	-44,30	-44,38	-44,46	-44,53	-44,61	-44,69	-44,77	-44,85	-44,93

PP
8,0.

0	0
1	0,8
2	1,6
3	2,4
4	3,2
5	4,0
6	4,8
7	5,6
8	6,4
9	7,2

-55	-47,00	-47,86	-48,16	-48,24	-48,32	-48,39	-48,47	-48,55	-48,63	-48,71
-56	-45,79	-46,64	-46,94	-46,02	-46,10	-46,18	-46,25	-46,33	-46,41	-46,49
-57	-46,57	-47,42	-47,50	-47,58	-47,66	-47,73	-47,81	-47,89	-47,97	-48,05
-58	-47,35	-48,20	-48,28	-48,36	-48,43	-48,51	-48,59	-48,67	-48,75	-48,82
-59	-48,12	-48,98	-49,06	-49,13	-49,21	-49,29	-49,37	-49,44	-49,52	-49,60
-60	-49,68	-50,53	-50,61	-50,69	-50,76	-50,84	-50,92	-51,00	-51,07	-51,15
-61	-49,68	-50,53	-50,61	-50,69	-50,76	-50,84	-50,92	-51,00	-51,07	-51,15
-62	-50,45	-51,31	-51,38	-51,46	-51,54	-51,62	-51,69	-51,77	-51,85	-51,93
-63	-51,23	-52,08	-52,16	-52,23	-52,31	-52,39	-52,47	-52,54	-52,62	-52,70
-64	-52,00	-52,85	-52,93	-53,01	-53,08	-53,16	-53,24	-53,32	-53,39	-53,47
-65	-52,78	-53,62	-53,70	-53,78	-53,86	-53,93	-54,01	-54,09	-54,17	-54,24
-66	-53,55	-54,40	-54,47	-54,55	-54,63	-54,70	-54,78	-54,86	-54,94	-55,01
-67	-54,32	-55,17	-55,24	-55,32	-55,40	-55,47	-55,55	-55,63	-55,71	-55,78
-68	-55,09	-55,94	-56,01	-56,09	-56,17	-56,24	-56,32	-56,40	-56,47	-56,55
-69	-55,86	-56,71	-56,78	-56,86	-56,94	-57,01	-57,09	-57,17	-57,24	-57,32
-70	-56,63	-57,47	-57,55	-57,63	-57,70	-57,78	-57,86	-57,93	-58,01	-58,09
-71	-57,40	-58,24	-58,32	-58,39	-58,47	-58,55	-58,62	-58,70	-58,78	-58,85
-72	-58,16	-59,01	-59,08	-59,16	-59,24	-59,31	-59,39	-59,47	-59,54	-59,62
-73	-58,93	-59,77	-59,85	-59,93	-60,00	-60,08	-60,16	-60,23	-60,31	-60,39
-74	-59,70									
-75	-60,46									

PP
7,0.

0	0
1	0,7
2	1,4
3	2,1
4	2,8
5	3,5
6	4,2
7	4,9
8	5,6
9	6,3

Un essai sur du xylène préparé à l'École Normale par M. Joly et composé d'un mélange de méta et de paraxylène a montré que ce liquide, dont le point d'ébullition est plus élevé que celui du toluène, ne se prête pas à la mesure des températures basses. Les deux éléments dont il se compose se séparent, paraît-il, avec la plus grande difficulté et le paraxylène cristallise à -51° environ. Mais il serait intéressant de faire encore quelques études dans le même sens sur un autre liquide qui nous est recommandé par quelques chimistes. C'est l'éthylbenzine, corps correspondant dans la série éthylique au toluène dans la série du méthyle. Il bout à 134° environ et sa préparation à l'état de pureté est considérablement plus facile.

En dehors des études précédentes qui, observations et calculs, ont occupé la plus grande partie de son temps, M. Chappuis a fait l'étalonnage de la division de la règle en bronze phosphoreux construite par la Société genevoise pour le Bureau fédéral des Poids et Mesures de Berne; il a eu également à faire un travail semblable sur la nouvelle règle de 1^m,50 en bronze, achetée par le Bureau à la fin de l'année dernière et destinée au thermomètre à gaz n° 1.

Les mesures de dilatation de l'eau, effectuées par M. Chappuis l'année dernière et dont j'ai parlé dans mon précédent Rapport, étant susceptibles de quelques perfectionnements, il a fait une nouvelle série d'expériences, dont les résultats ne sont pas encore entièrement calculés, mais dont les résultats figureront dans un rapport annexé à celui-ci.

J'ai indiqué déjà plus haut le concours que M. Chappuis m'a prêté dans les études relatives à l'influence des erreurs de mise au point et des courbures des ménisques sur les comparaisons barométriques.

M. GUILLAUME a été, cette année encore, presque exclusivement occupé par les mesures faites à divers comparateurs, menées de front avec la direction de la section de Thermométrie et le soin de la Bibliothèque.

J'ai déjà dit qu'il avait déterminé la dilatation de trois nouveaux prototypes à traits faisant partie de la nouvelle série à étudier et j'ai signalé la part prépondérante qu'il a prise dans les comparaisons de ces nouveaux prototypes, comparaisons qu'il a faites, soit avec M. Ozenne, soit avec moi. Il a également exécuté la presque totalité du long, fastidieux et fatigant travail nécessaire pour la détermination des intervalles auxiliaires tracés sur les prototypes. Enfin il a fait toutes les réductions de ces mesures et le calcul général de compensation.

J'ai dit aussi qu'il a pris sa part de nos nouvelles comparaisons entre le Prototype n° 26 et le Prototype international.

En dehors de ces travaux, M. Guillaume a mesuré, au comparateur géodésique, la dilatation des trois règles de 4^m en fer que nous avait léguées le D^r Broch et qui étaient destinées à l'Observatoire de Christiania, à l'Académie des Sciences de Stockholm et à l'Observatoire de la Plata. L'étude de ces règles étant ainsi terminée, nous avons expédié les deux premières en Norvège et en Suède; la troisième a été remise à M. Gautier, constructeur à Paris, qui doit centraliser chez lui une importante commande d'instruments pour la République Argentine.

M. Guillaume a en outre mesuré la dilatation et déterminé l'équation de la Règle en bronze du Bureau fédéral de Berne et fait l'éta-lonnage de 6 mires de précision appartenant au Service du nivellement de l'Italie. Enfin, il a pris part, comme je l'ai dit plus haut, aux comparaisons de nos trois baromètres normaux.

Ces divers travaux ont absorbé tout son temps et ne lui ont pas laissé le loisir de reprendre la suite de ses recherches sur la mesure des températures par les procédés électriques.

La section de Thermométrie a terminé l'étude des thermomètres suivants :

1° Pour le Bureau : 11 thermomètres (n^{os} 4853, 4931, 4933 à 4941) pour basses températures;

2° Pour les États : 4 thermomètres (n^{os} 4742, 4743, 4744 et le n° 4324, revenu pour causes d'avaries);

3° Pour divers établissements scientifiques, savants ou constructeurs, 8 thermomètres, savoir : 4 thermomètres à échelle entière (n^{os} 4893, 4929, 4977 et 4978); 1 thermomètre à une ampoule, échelle [100.200] (n° 4918); 2 thermomètres à 4 ampoules, système Pernet (n^{os} 4904, 4905).

Comme je l'ai dit dans le Rapport de l'année dernière, les thermomètres destinés aux températures basses nous sont livrés remplis provisoirement de mercure et fermés sous le vide. Ils sont alors calibrés puis vidés et remplis soit d'alcool, soit de toluène, enfin fermés sous la pression barométrique. Avant d'enlever le mercure des thermomètres, on a pris soin de déterminer leur intervalle fondamental, ce qui, conjointement avec la pesée du mercure qu'ils contiennent, fournit les éléments de la détermination du diamètre du tube.

A la liste précédente de travaux, je dois ajouter que M. Guillaume s'est occupé aussi d'une série d'études sur les métaux ou alliages qui pourraient être propres à confectionner des règles étalons, moins coûteuses que celles en platine, et ne présentant pas les mêmes inconvénients que celles tracées sur lame d'argent incrustée dans du bronze ou du laiton, telles qu'on les construit le plus souvent aujourd'hui, ne présentant pas non plus l'inconvénient de s'oxyder rapidement comme les règles en fer ou en acier. M. Guillaume remettra lui-même un petit Rapport sur ces travaux. Je dirai seulement ici que ses recherches ont porté sur l'élasticité, la dilatation, les variations sous l'influence de recuits modérés, l'inaltérabilité en présence de l'eau et des agents chimiques ordinaires, la facilité du polissage et du tracé. Les métaux essayés ont été le nickel, le bronze blanc (alliage nickel-cuivre), le bronze d'aluminium à 10 pour 100 et le bronze phosphoreux. Les premières expériences avaient fait rejeter l'acier-nickel, qui s'attaque dans l'eau au contact du cuivre. Le résultat de ces recherches est que le nickel remplit remarquablement les conditions requises; mais il reste encore à savoir s'il serait possible d'en fabriquer de fortes règles en forme de fer à T ou à double T, pour en faire les étalons de 4^m que nous attendons encore. Il reste aussi à voir s'il sera possible d'arriver, par le laminage à chaud, à obtenir un métal suffisamment compact pour qu'on puisse avoir des surfaces sans défauts permettant une division dans toute la longueur d'une règle. En ce moment même, on fait pour nous l'essai du laminage d'une règle aux forges de Champigneul, et nous en connaissons prochainement le résultat. Le bronze d'aluminium, le bronze phosphoreux doivent être rejetés comme présentant des surfaces qui s'altèrent plus ou moins rapidement à l'air et à l'humidité.

J'ai indiqué plus haut, à l'occasion des divers travaux que je viens de résumer, la part que M. Ozenne a prise à divers d'entre eux; j'ajouterai seulement ici qu'il a assisté M. Chappuis dans ses comparaisons aux températures basses, pour lesquelles la collaboration de deux observateurs est sinon rigoureusement indispensable, au moins très commode et favorable à l'exactitude des résultats.

Je terminerai ce Rapport en donnant, comme d'habitude, la liste des certificats délivrés dans le courant de cette année.

Certificats délivrés du 1^{er} septembre 1891 au 1^{er} septembre 1892.

1.	1891. Sept. 8.	1 thermomètre Tonnelot n° 4820.....	} Institut météorologique du Royaume de Roumanie. } id. } id. } id.
2.	»	1 thermomètre Tonnelot n° 4827.....	
3.	»	1 thermomètre Tonnelot n° 4828.....	
4.	»	1 thermomètre Tonnelot n° 4844	
5.	Oct. 29.	1 thermomètre Baudin n° 6666.....	} Observatoire physique central de l'Empire russe. } M. Louguinine.
6.	Déc. 2.	1 thermomètre Tonnelot n° 4900.....	
7.	Déc. 22.	1 thermomètre Tonnelot n° 4929.....	} Laborat. de Physique d'Owen's College, Manchester. } Laboratoire de Médecine du Collège de France.
8.	Déc. 31.	1 thermomètre Tonnelot n° 4865.....	
9.	1892. Fév. 26.	1 thermomètre Tonnelot n° 4932. (Avec une Note)	
10.	Avr. 1.	1 thermomètre Tonnelot n° 4834.....	} Observatoire physique central de l'Empire russe. } Observatoire de Paris.
11.	Mai. 2.	2 thermomètres Tonnelot n° 4904 et 4905.....	

Rapports présentés du 1^{er} septembre 1891 au 1^{er} septembre 1892.

1.	1891. Oct. 5.	Règle bimétallique fer et laiton.....	} Service du Nivellement général de la France. } Service du Nivellement général de la Belgique. } Service du Nivellement général de l'Italie.
2.	Oct. 27.	Règle bimétallique fer et laiton.....	
3.	Nov. 15.	6 mires en bois.....	

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Directeur de ses rapports, qui rendent compte, comme toujours, si complète-

ment de son activité administrative et des travaux scientifiques du Bureau.

Il croit que ces rapports doivent être renvoyés d'abord aux deux Commissions spéciales qu'on a l'habitude de nommer. M. le Président désigne :

Comme membres de la Commission des comptes et des finances, MM. ARNDTSEN, BERTRAND, VON LANG.

Pour la Commission des instruments et des travaux, MM. CHANEY, GOULD et VON LANG.

Il invite ces Commissions à se constituer à l'issue de la séance et à lui faire savoir quand elles seront prêtes à présenter leurs rapports. Enfin, il invite les membres du Comité à venir faire connaissance avec M. Michelson, et à une première visite des installations et instruments.

Le Comité ayant fixé la prochaine séance à mardi 13, la séance est levée à quatre heures et demie.



PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE,

Mardi 13 septembre 1892.

PRÉSIDENCE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH,
VON LANG.

La séance est ouverte à deux heures un quart.

Le procès-verbal de la première séance est lu et adopté sans observations.

M. le PRÉSIDENT constate que, par suite de l'arrivée de M. von Lang, auquel il souhaite la bienvenue, le Comité se trouve aujourd'hui en nombre pour délibérer.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Cornu, présent à la séance, d'avoir bien voulu accepter l'invitation de venir résumer personnellement, devant le Comité, le rapport de la Commission mixte sur la comparaison de l'Étalon provisoire international avec le Mètre des Archives. Il prie M. Cornu de prendre la parole.

M. CORNU reconnaît que ce rapport vient un peu tardivement, puisqu'il aurait dû être prêt pour la Conférence générale, en 1889. Malheureusement, ce retard doit être

attribué, en grande partie, aux pertes douloureuses que la Commission mixte a subies par la mort de quatre de ses membres, sur six dont elle était composée.

Ces regrettés confrères, MM. Dumas, Tresca, Broch et Stas eussent été certainement plus autorisés pour rédiger ce rapport. M. Cornu, qui a été appelé à les suppléer, demande l'indulgence du Comité pour ce travail, dans lequel il a d'ailleurs été puissamment aidé par le savant Directeur du Bureau international, M. le D^r Benoît, qui a mis au service de cette collaboration sa haute compétence et sa grande activité.

Comme ce rapport se trouve en épreuves entre les mains des membres du Comité et qu'il sera publié *in extenso*, M. Cornu se bornera à résumer les passages essentiels du texte, en faisant abstraction naturellement de la seconde partie, qui reproduit les observations.

En commençant, M. Cornu fait remarquer qu'il a attaché une grande importance à donner une description aussi détaillée que possible de l'étalon provisoire I₂, attendu que l'histoire de la métrologie montre la grande utilité qu'une pareille description minutieuse peut acquérir, plus tard, pour identifier les étalons les plus importants, sur lesquels les injures du temps pourraient avoir fait naître des doutes embarrassants. Il rappelle, à ce propos, l'exemple instructif de la Toise du Pérou.

M. Cornu donne lecture des passages du rapport qui expliquent l'infériorité, au point de vue de l'exactitude, de la première série des observations, dans laquelle on avait opéré d'après l'ancien procédé élémentaire, qui consistait à mettre au point en évaluant à l'œil la netteté des contours des images; tandis que, pour les séries suivantes, on a employé le procédé Cornu, qui permet d'arriver à une mise au point précise par de véritables mesures. A ce propos, M. Cornu insiste sur le caractère peu scientifique des objections que M. Bosscha a formulées dans son Mémoire et dans la Note publiée aux *Comptes rendus* contre la Commission mixte, parce qu'elle s'était décidée à faire

abstraction de cette première série, dont l'introduction, avec le poids qui lui revenait, n'aurait d'ailleurs pas changé le résultat final d'une manière appréciable.

Il fait voir que l'hypothèse de la fortuité des erreurs de mise au point, proclamée par les Néerlandais, est purement gratuite; ce qui rend fort douteuse la compensation admise par eux des écarts positifs et négatifs provenant des mises au point tantôt trop fortes, tantôt trop faibles. Il montre en outre que c'est à tort que M. Bosscha a prétendu que la méthode de l'écran mobile n'avait apporté aucune amélioration à la mise au point; la discussion numérique des pointés prouve au contraire que les erreurs moyennes ont été, par l'introduction de cette méthode, diminuées dans le rapport de $2\frac{1}{2}$ à 1.

Il y a donc mauvaise grâce à reprocher à la Commission l'emploi d'une méthode qui a eu précisément pour mérite de réduire dans des proportions aussi considérables l'incertitude provenant de cette source.

M. Cornu montre également que la méthode suivie par la Commission mixte pour combiner les observations et qui, elle aussi, a été critiquée par M. Bosscha, se justifie, au contraire, complètement, puisqu'elle affranchit les observations des erreurs développables suivant les puissances du temps, et qu'elle a pour effet de rapporter les résultats rigoureusement à la température de l'observation moyenne.

Au sujet des températures, M. Bosscha a reproché encore à la Commission de ne les avoir pas suffisamment variées et surtout de ne les avoir pas assez rapprochées de zéro. M. Cornu, au contraire, estime que la Commission a sagement agi en s'en tenant au principe de faire toutes les observations à la température ambiante; car l'emploi de la chambre froide, dont se sont servis les Néerlandais, expose à une grave erreur systématique sur la véritable température des règles métalliques qu'on veut comparer, puisqu'on ignore la loi d'après laquelle varient les températures des couches successives à l'intérieur de cet appareil.

Enfin, M. Cornu attire l'attention du Comité sur la

presque complète identité du résultat final auquel on parvient, quelles que soient les différentes méthodes, essayées par M. Benoît, pour calculer et combiner les séries d'observations, et il insiste surtout sur le remarquable degré d'exactitude avec lequel on est arrivé à établir l'équation entre le Mètre des Archives et l'Étalon provisoire I_2 .

En combinant cette équation

$$I_2 = A + 6^{\mu}$$

avec celle résultant de toutes les comparaisons exécutées au Bureau international pour le nouveau prototype international :

$$M = I_2 - 6^{\mu},$$

on arrive au résultat final

$$M = A,$$

c'est-à-dire à une égalité complète entre la nouvelle unité métrique et l'ancien Mètre des Archives, résultat qui réalise le *desideratum* formulé par la Commission internationale de 1872, au delà de toutes espérances. Cette égalité est d'autant plus réjouissante qu'elle est obtenue avec un degré d'exactitude qu'on peut caractériser par l'erreur probable de $\pm 1^{\mu}$. Cette exactitude dépasse non seulement vingt fois environ celle que les savants de la fin du siècle dernier espéraient pouvoir atteindre, mais elle est surtout remarquable en raison du fait que le Mètre des Archives est une règle à bouts, faite à la lime, et d'un métal flexible et peu résistant.

En terminant cet exposé, M. Cornu demande la permission d'insister encore une fois sur la part considérable qui revient à M. le Dr Benoît dans le grand travail de revision des calculs numériques sur lesquels est basé le présent rapport.

M. le Dr Benoît s'est en effet livré à une étude approfondie des données et des conditions expérimentales de toutes ces mesures ; il a discuté dans les moindres détails l'action des causes d'erreurs inhérentes aux observations,

varié les hypothèses qui pourraient en modifier l'importance, en un mot cherché à définir les limites extrêmes de leur influence.

C'est l'ensemble de ces études, dont le détail ne pouvait pas trouver place dans ce rapport, qui a permis d'arriver aux conclusions si précises que le Comité vient d'entendre.

On ne saurait donc trop rendre hommage aux qualités remarquables déployées par M. le Dr Benoît dans ces longues études qui assurent à l'œuvre internationale la confiance du monde scientifique.

M. le PRÉSIDENT est certain d'être l'organe du Comité tout entier en remerciant vivement M. Cornu de son rapport si complet et si probant, qui a sa place marquée parmi les travaux essentiels de la réforme métrologique.

M. le PRÉSIDENT s'associe également, au nom du Comité, aux remerciements adressés par M. Cornu à M. Benoît pour sa collaboration précieuse et efficace à ce travail si important.

Il engage ensuite à prendre la parole les membres du Comité qui auraient des explications à demander ou des observations à présenter, à propos de ce rapport.

M. HIRSCH est heureux de constater que l'un des *desiderata* émis par la Commission internationale de 1872, c'est-à-dire l'égalité aussi complète que possible, et surtout la fixation exacte du rapport entre l'unité métrique nouvelle et l'ancienne, se trouve si brillamment réalisé, grâce surtout au beau travail de MM. Cornu et Benoît. Il est maintenant désirable que ce document soit publié le plus tôt possible. Et comme le volume X des *Travaux et Mémoires*, dont il doit faire partie, ne paraîtra probablement que vers le milieu de l'année prochaine, il propose qu'il en soit fait dès à présent un tirage à part, destiné à être distribué aux Gouvernements et aux savants intéressés.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. BERTRAND a entendu avec le plus grand intérêt la communication du beau travail de M. Cornu, dont il ne croit en rien diminuer l'importance en insistant sur le caractère essentiellement historique de la détermination qui fixe le rapport entre l'ancienne unité métrique et la nouvelle. Mais il lui semble indiqué d'affirmer de nouveau à cette occasion, comme M. le Président l'a fait au nom du Comité, l'année dernière, dans la Note insérée dans les *Comptes rendus* de l'Académie, qu'en tout état de cause et quelle que soit la valeur numérique finalement reconnue pour ce rapport entre l'ancien étalon et le nouveau prototype, l'unité fondamentale du Système métrique est désormais définie exclusivement par la longueur du Prototype international créé par la coopération du Comité international et de la Section française, sanctionné par la Conférence générale de 1889 et déposé dans le caveau du Bureau international des Poids et Mesures, à Breteuil.

M. CORNU déclare non seulement partager complètement la manière de voir de M. Bertrand, mais il est persuadé que personne en France ne songe à attribuer dorénavant au Mètre des Archives un autre caractère que celui de document historique qui, dans le passé, depuis la création du Système métrique, a parfaitement représenté, suivant les exigences de l'époque, l'unité fondamentale de mesure, mais qui se trouve remplacé maintenant par un prototype incomparablement supérieur par ses qualités physiques et métrologiques, par son inaltérabilité, par la précision de sa définition, enfin par l'exactitude des équations établies entre lui et les prototypes nationaux fournis aux différents pays.

D'ailleurs, M. Cornu se propose de répondre par une Note, qui sera insérée dans les *Comptes rendus*, à M. Bosscha qui, par une seconde communication adressée à l'Académie, est revenu sur des objections mal fondées qu'il avait déjà formulées une première fois contre le travail de la Commission mixte, et qui repose essentiellement sur

une regrettable confusion que ce savant néerlandais commet entre les erreurs fortuites et les erreurs systématiques, ainsi qu'entre les précautions à prendre dans les observations faites avec les comparateurs à mouvement longitudinal et à mouvement transversal. A cette occasion, M. Cornu ne manquera pas d'insister aussi sur l'affirmation du caractère légal du Prototype international, rappelé avec tant de raison par M. Bertrand.

M. BENOÎT signale en outre, comme une des erreurs commises par M. Bosscha, l'opinion qu'on pourrait, dans ce genre de comparaison d'étalons à bouts, s'abstenir de les retourner face pour face dans le but d'échapper à l'influence considérable que la moindre inclinaison des surfaces terminales sur la normale à l'axe longitudinal exerce sur les résultats.

M. VON LANG fait remarquer qu'il serait conforme à la réalité des choses de remplacer la partie du titre du rapport de la Commission mixte, qui parle de détermination de l'étalon provisoire, par les mots « Comparaison de l'Étalon provisoire international avec le Mètre des Archives ».

M. CHANEY désirerait de son côté que le rapport se terminât non seulement par l'équation entre le Mètre des Archives et l'étalon I_2 , mais encore par l'indication du rapport qui en résulte entre le Mètre des Archives et le Prototype international.

Ces avis sont partagés par le Comité.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Gould pour compléter les renseignements que, dans la première séance, le Secrétaire a fournis sur la suite donnée par le bureau, avec le concours du collègue américain, à la décision du Comité concernant la comparaison du Mètre avec la longueur d'onde par le procédé Michelson.

M. GOULD expose qu'il s'est mis en communication dès son retour avec M. Michelson. Ce savant distingué s'est déclaré tout à fait disposé à entreprendre ces recherches, si les arrangements nécessaires pouvaient être pris à temps.

En s'adressant ensuite au Président de Clark University, M. Gould a trouvé chez M. le Dr Stanley Hall le désir cordial de contribuer à la réussite de l'entreprise par tous les moyens en son pouvoir. M. le Président Hall a promis de faire tous ses efforts auprès du Conseil de l'Université pour obtenir en faveur de M. le Professeur Michelson un congé de six mois, afin qu'il pût exécuter les expériences à Breteuil. Les démarches officielles nécessaires ayant été faites, il a été convenu que M. Michelson quitterait Worcester pour Paris au commencement d'avril, époque à laquelle on espérait voir les appareils terminés.

Mais plusieurs retards imprévus se sont produits et ont eu pour conséquence que M. Brashear, auquel on avait espéré confier la construction de tout l'appareil, n'a pas cru pouvoir s'engager à terminer les instruments dans le délai indiqué. D'autre part, tandis qu'on avait eu d'abord l'intention de se borner à déterminer le nombre des longueurs d'ondes comprises dans un étalon de deux décimètres, M. Michelson s'est convaincu de la possibilité de compléter sa méthode, en répétant les mesures interférentielles de décimètre en décimètre, pour aboutir à compter le nombre des ondes correspondant à toute la longueur du mètre. Cette heureuse modification ayant été adoptée, M. Michelson a commencé immédiatement à préparer les nouveaux plans et dessins correspondant à ce changement.

M. Brashear s'est chargé de la construction de la partie optique délicate de l'instrument, entre autres de quatre verres à faces planes parallèles, d'un diamètre de neuf centimètres, tâche dont il s'est acquitté de la manière la plus parfaite. D'autres pièces de l'appareil ont été préparées par différents mécaniciens dans plusieurs villes, et l'ensemble a été monté à Worcester, sous la direction personnelle de M. Michelson. Certaines parties d'ailleurs ont été

entièrement construites dans le laboratoire de Physique de Clark University. Pour ces constructions, M. Michelson a été assisté efficacement par M. F.-L.-O. Wadsworth.

De nouveaux retards inattendus s'étant produits et ayant empêché M. Michelson de quitter les États-Unis à la date d'abord prévue, il n'a pu s'embarquer finalement que le 9 juillet, emportant avec lui l'appareil complet. Si l'on avait prévu ces retards, il aurait pu échapper à beaucoup de travail et de soucis personnels, en confiant la construction entière à un seul artiste mécanicien.

Il n'est pas nécessaire de parler longuement de l'instrument de M. Michelson, auquel il a donné le nom de *comparateur interférentiel*, attendu que les membres du Comité ont pu en prendre connaissance par l'inspection directe. Le principe consiste simplement à diviser le rayon lumineux employé en deux parties à peu près égales, dont l'une est obligée de parcourir un chemin plus étendu que l'autre, de la longueur de l'étalon qu'il s'agit de déterminer. Les deux parties étant ensuite réunies, l'étude des franges produites par leur interférence fournit les données nécessaires pour la détermination en question.

Le Comité appréciera les diverses dispositions ingénieuses par lesquelles M. Michelson a réussi à vaincre de grosses difficultés, et à réaliser la détermination exacte du nombre d'ondes comprises dans un mètre entier, et enfin les précautions qu'il a prises pour réduire les corrections nécessaires à un minimum mesurable.

M. Gould tient à mentionner encore les longues recherches par lesquelles M. Michelson est parvenu à découvrir dans le spectre des raies suffisamment homogènes pour permettre la détermination précise du nombre de leurs ondulations. Dans le spectre du cadmium, qu'il envisage comme le plus favorable, il existe des raies dans le bleu, le vert et le rouge parfaitement appropriées au but et qui ont des longueurs correspondant approximativement à 2,08; 1,97; 1,83 ondes par micron; il a également trouvé des raies presque aussi utilisables dans le spectre du zinc.

M. Gould considère de son devoir de constater que c'est M. Michelson qui a assumé toute la charge de préparer les appareils. Non seulement il les a conçus et fait exécuter sous sa direction les dessins pour les mécaniciens, mais il a conclu les différents arrangements et pourvu à toutes les modifications nécessaires.

Si les frais ont été plus considérables qu'on ne l'avait prévu, le fait est dû à la nécessité de distribuer la construction des différentes parties entre plusieurs mécaniciens, et surtout l'extension donnée au projet primitif, qui a permis d'arriver à la comparaison directe du mètre entier.

Cette augmentation a été d'ailleurs couverte en partie par le don gracieux d'une somme considérable, que le Bache Fund de l'Académie nationale des Sciences des États-Unis a consacrée à l'entreprise.

Toutes les difficultés rencontrées ayant été ainsi surmontées, le Comité a toutes raisons de compter sur un succès complet dans le courant de cette année.

M. le PRÉSIDENT adresse à M. Gould, au nom du Comité, l'expression de sa vive reconnaissance pour la grande part qu'il a eue dans cette entreprise scientifique d'une si haute portée pour la Métrologie et les Sciences physiques en général, dont non seulement il a pris l'initiative au sein du Comité, mais dont il a en outre assuré la réalisation.

M. GOULD répond qu'il se trouve largement récompensé par la satisfaction qu'il éprouve à songer que cette étude fondamentale et ses précieux résultats sortiront du Bureau international des Poids et Mesures.

M. HIRSCH propose, puisque l'assemblée a le plaisir de posséder aujourd'hui MM. Cornu et von Lang, qui s'intéresseront naturellement d'une manière particulière à ces recherches optiques, qu'on se rende de nouveau à l'issue de la séance dans la salle VI, pour inspecter les ingénieux instruments de M. Michelson.

M. le PRÉSIDENT a le plaisir d'annoncer au Comité que la Commission des Comptes et des Finances a déjà accompli la première partie de sa tâche et il invite M. Arndtsen à présenter ses conclusions à ce sujet.

M. ARNDTSEN lit le premier rapport de la Commission ainsi conçu :

Premier rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

La Commission des Comptes et des Finances a examiné en détail les comptes pour l'exercice de 1891 et a trouvé qu'ils ont été tenus d'une manière absolument irréprochable. Elle a constaté que toutes les dépenses sont justifiées par des pièces à l'appui.

La Commission propose en conséquence d'approuver les comptes du Bureau international des Poids et Mesures pour l'exercice de 1891, et d'en donner décharge pleine et entière à M. le Directeur.

Le Rapporteur,

Signé : A. ARNDTSEN.

Le Président,

Signé : J. BERTRAND.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Puisqu'il vient d'être question de finances, M. le PRÉSIDENT croit le moment venu de rendre compte au Comité de la visite que son bureau a faite à l'Ambassade ottomane, qui avait demandé un entretien par la lettre communiquée dans la première séance.

M. le Conseiller de légation Missak Effendi, parlant au nom de son Ambassadeur, qui est de retour en France et a repris ses fonctions, mais qui était momentanément absent, a exposé que la Turquie, à laquelle son organisation actuelle des poids et mesures ne permet pas de profiter, à l'égal des autres pays, des recherches de haute précision fournies par le Bureau international des Poids et Mesures, désirerait se retirer de la Convention, en demandant à profiter de la disposition de l'article 13, qui

permet aux Hautes Parties contractantes de dénoncer la Convention à l'expiration d'un terme de douze années, et d'être considérée ainsi comme ne faisant plus partie de la Convention depuis 1888. Comme le Gouvernement Impérial tient en outre à régulariser sa situation financière vis-à-vis du Comité, il serait prêt à verser les contributions qui lui resteraient à payer pour ces douze premières années.

Le bureau a répondu que le même article 13 prescrivant l'obligation de notifier une année d'avance l'intention de se retirer, condition qui n'a pas été remplie par la Turquie, le Comité n'aurait pas compétence, sans recourir aux Gouvernements, pour accepter une semblable proposition, contraire à la lettre de la Convention. Toutefois le bureau a ajouté qu'il ne manquerait pas de soumettre cette proposition au Comité, et de communiquer à l'Ambassade le résultat de la délibération de ce dernier.

M. HIRSCH complète cet exposé en précisant les chiffres qui correspondent à la proposition du Gouvernement ottoman.

Le compte des arriérés de la Turquie se compose des éléments suivants :

Somme des contributions annuelles de 1879 (année où elle a cessé de verser) à 1889.....	81800
Contribution extraordinaire de 1880.....	5510
Contribution extraordinaire de 1883.....	4439
Total.....	91749
A quoi il faut ajouter les parts contributives de la Turquie pour les trois années 1890 à 1892, dont les autres Gouvernements ont supporté la charge afin de rendre effectif le budget annuel de 75000 ^{fr.} . Ces trois parts contributives s'élèvent à.....	15376
Il en résulte pour la dette totale de la Turquie.....	107125
D'après les propositions de son Gouvernement, la Turquie offre.....	78807
Ce qui constitue une différence de.....	28318

M. HIRSCH attire l'attention du Comité sur les retards inévitables qui, d'après l'expérience, résulteraient de l'obligation d'obtenir le consentement unanime de tous les Gouvernements pour pouvoir considérer la Turquie comme sortie de la Convention depuis 1888.

M. FOERSTER, en raison de l'argument qui vient d'être exposé, croit que la solution la plus facile consisterait à proposer à la Turquie de ne pas insister sur la fiction de sa sortie en 1887, et de payer ses contributions jusqu'en 1889, époque à laquelle, de fait, les Gouvernements ont consenti à faire abstraction des parts contributives de la Turquie. Dans ces conditions, le Comité pourrait, avec raison, se considérer comme compétent pour accepter la libération de la Turquie, en renonçant à lui imputer les parts contributives à partir de 1890.

Le Comité autorise son bureau à continuer, dans ces sens, les négociations avec l'Ambassade ottomane.

M. le PRÉSIDENT tient à soumettre au Comité, dans cette séance, quelques points sur lesquels il convient de se prononcer.

En premier lieu, il rappelle que, maintenant qu'on a publié la mesure de la pesanteur à Breteuil, il faudrait compléter la fixation de l'unité de la pression en indiquant le chiffre de la pesanteur pour laquelle la colonne de mercure de 760^{mm} représente cette unité de pression. Cette valeur de *g*, déterminée par M. Defforges, est 9,80665.

M. le PRÉSIDENT constate ensuite que plusieurs États ont déjà introduit dans leur législation les nouveaux prototypes internationaux comme bases des poids et mesures, ou sont occupés à le faire en ce moment. Il estime que le Comité, avec le concours de ses membres, doit se procurer tous les renseignements sur ces dispositions législatives et les publier ensuite dans ses Rapports aux Gouvernements, en priant les autres États de compléter au fur et à mesure

ces renseignements importants qui intéressent l'ensemble des pays faisant usage du système métrique.

Évidemment le Comité n'a pas le droit de provoquer l'action des Gouvernements dans cette direction, mais il peut signaler les faits accomplis et concourir ainsi à voir s'étendre toujours davantage la sanction légale des nouveaux prototypes.

Dans certains pays, on se dispose en outre à introduire, dans les services des poids et mesures, l'échelle thermométrique établie par le Comité international. Dans un de ces pays, on a même tiré la conséquence de la décision par laquelle le Comité a défini le kilogramme comme unité de masse, en introduisant expressément dans la définition du kilogrammètre la valeur de la pesanteur que le Comité a adoptée pour la fixation de l'unité de pression. Il pense qu'il y aurait avantage à ce que les membres du Comité voulussent bien faire parvenir au bureau tous les renseignements concernant des mesures analogues prises dans les différents pays.

Le Comité approuve ces diverses propositions.

M. le PRÉSIDENT, qui s'est entendu avec M. Masson, ingénieur du Conservatoire des Arts et Métiers, propose au Comité de se rendre vendredi à deux heures à cet établissement, pour prendre connaissance de l'état actuel de la construction des mètres à bout. A l'issue de cette visite, le Comité tiendra sa troisième séance à quatre heures, à Paris, dans un local que le Président aura soin de faire connaître à temps.

La séance est levée à cinq heures un quart.

PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Vendredi 16 septembre 1892.

PRÉSIDENTE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH,
VON LANG.

MM. Chappuis et Guillaume, Adjointe du Bureau international, assistent à la séance comme invités.

La séance est ouverte à trois heures et demie.

M. le PRÉSIDENT donne la parole au Secrétaire pour la lecture du procès-verbal.

A propos de cette lecture, M. le Président émet l'avis qu'il conviendra de soumettre à M. Cornu la partie du procès-verbal contenant le compte rendu de sa communication.

Le SECRÉTAIRE répond qu'il est bien entendu que ce compte rendu sera présenté en épreuves à M. Cornu.

M. VON LANG désire que, dans la partie où il est question du procédé Michelson, on évite le malentendu qui pourrait naître si l'on disait que ce savant a *étendu* la méthode interférentielle à la longueur du mètre entier.

M. BENOÎT croit, en effet, qu'il faut dire que M. Michelson a *complété* cette méthode en répétant les mesures interférentielles de décimètre en décimètre, pour aboutir à compter le nombre des ondes correspondant à toute la longueur du mètre. Il ajoute que M. Michelson croit même avoir trouvé dernièrement le moyen de pouvoir opérer directement sur des longueurs de deux décimètres.

Après ces remarques, dont il sera tenu compte pour la publication, le procès-verbal est adopté.

M. le PRÉSIDENT croit qu'il est du devoir du Comité de consigner aux procès-verbaux ses remerciements aux autorités de Clark University.

Le SECRÉTAIRE répond à cette intention par la rédaction suivante :

« Le Comité international des Poids et Mesures, après avoir pris connaissance, par les rapports du Secrétaire et de M. Gould, des pourparlers qui ont permis à M. Michelson de venir en Europe pour entreprendre au Bureau international l'important travail de la comparaison entre la longueur du mètre et celle des ondes lumineuses, au moyen de sa belle méthode et de ses ingénieux instruments, exprime ses plus vifs remerciements à M. le Président et à Messieurs les Membres du Conseil de Clark University pour la libéralité avec laquelle ils ont bien voulu accorder à M. Michelson le congé de six mois qui lui était nécessaire pour l'accomplissement de cette détermination fondamentale, aussi précieuse pour la Métrologie que pour la Physique. »

Sur l'invitation de M. le Président, M. VON LANG donne lecture du rapport suivant :

Rapport de la Commission des travaux et des instruments.

1. **BATIMENTS.** — La Commission propose que M. le Directeur soit autorisé à continuer les réparations déjà prévues concernant les salles de l'observatoire de Physique et du Pavillon au fur et à mesure que le permettront les ressources et les travaux en voie d'exécution.

Le devis demandé pour faire installer partout des doubles fenêtres à l'observatoire se monte à la somme de 810^{fr.} Quoique cette amélioration soit assez désirable, elle ne s'impose pas absolument et pourrait être reléguée au second plan.

La salle IV du comparateur Brunner devait être remise à neuf en ce qui concerne les parois et le parquet. Cette réparation, dont on peut évaluer le coût à 1800^{fr.}, pourrait être différée jusqu'à ce que les propositions de l'Association géodésique internationale, relatives à l'installation d'une station normale de pendule, aient été discutées.

2. INSTRUMENTS :

1° *Thermomètres.* — L'appareil à point cent est achevé et a été installé dans le cabinet de Physique. L'auge pour la comparaison des thermomètres est en construction dans l'atelier du Bureau.

Le Bureau est autorisé à faire de nouvelles études sur les thermomètres à basses températures, en particulier sur des thermomètres remplis d'éthylbenzine. D'après les chimistes, cette substance présente des avantages qui la placent au même rang que les autres liquides thermométriques et qui rendent son étude particulièrement intéressante.

Il est désirable de prolonger aussi l'étude comparative du thermomètre à mercure par rapport à l'échelle normale (thermomètre à hydrogène) au-dessus de 100°. Pour répondre à ce double but, la Commission propose de commander deux séries de six thermomètres qui devront être comparés au thermomètre à hydrogène. Ces comparaisons devant se faire pour les thermomètres à haute température dans les vapeurs saturées de différents liquides, il faudra construire à cet effet un appareil à ébullition en cuivre rouge, dont le prix peut être évalué à 100^{fr.} Le coût de ces douze thermomètres s'élèvera à 500^{fr.} environ.

2° *Barométrie.* — La Commission a entendu avec intérêt les ré-

sultats déjà indiqués dans le rapport de M. le Directeur concernant les comparaisons barométriques et elle approuve la continuation des comparaisons des baromètres normaux entre eux.

M. le Directeur propose d'acquérir un barographe de 115^{fr}, de Richard frères. Cet instrument permettrait de surveiller la marche de la pression barométrique et de choisir pour l'observation les moments favorables aux mesures.

3° *Balances et poids. Détermination du décimètre cube d'eau.* —

La Commission des travaux estime que l'achat d'une balance de 20^{kg}, demandée à M. Rueprecht à Vienne, dont le devis s'élève à 10000^{fr}, s'impose et le recommande à l'examen favorable de la Commission des finances.

On peut prévoir que la construction de cette balance durera environ une année.

En dehors de son but principal, qui est la détermination du décimètre cube d'eau, cette balance serait très utile pour un grand nombre d'opérations qui ne peuvent être faites actuellement sans une grande perte de temps. On en a regretté l'absence à diverses occasions, en particulier pour la détermination de la capacité du réservoir du thermomètre à gaz par des jaugeages au mercure.

En attendant l'acquisition de cette balance, les études préliminaires sur la détermination du décimètre cube d'eau pourront être poursuivies et des corps de différentes formes, dimensions et matières, préparés et étudiés.

Le Directeur du Bureau met sous les yeux de la Commission trois cylindres de laiton tiré et laminé, dont la construction est avancée, mais dont les surfaces doivent encore être dressées et polies.

Ces premières études sont destinées à fixer le mode opératoire pour les études définitives, pour lesquelles de nouveaux corps devront être préparés en différentes matières.

Les installations accessoires comprennent en outre un vase de grandes dimensions (pour les pesées hydrostatiques), que l'on se propose de faire d'abord en cuivre rouge étamé.

A l'occasion de la commande de la nouvelle balance, on pourra entrer en pourparlers avec M. Rueprecht au sujet de la revision des autres balances, qui ont un peu souffert de l'humidité des salles d'observation.

La construction des séries de poids allant jusqu'à 20^{kg} et leur étalonnage seront mis à l'étude par le personnel du Bureau international.

4° *Comparateurs et mesures de longueur.* — Le personnel du Bureau met sous les yeux de la Commission une série d'échantillons de métaux dont les propriétés ont été étudiées en vue de la construction de règles divisées. M. Guillaume rend compte dans un rapport spécial des essais qui ont été faits sur ces différents métaux, en particulier sur le nickel et ses alliages.

Le nickel paraît satisfaire le mieux aux conditions requises, mais sa préparation industrielle, qui n'a pas jusqu'ici été appliquée à de grandes masses, oppose encore quelques difficultés à son emploi immédiat. En ce moment, une règle en forme de double T est en construction dans les forges de Champigneulle.

3. BIBLIOTHÈQUE. ÉCHANGE ET VENTE DE PUBLICATIONS. — Quelques modifications ont été apportées à la liste de distribution des publications du Bureau international, en vue d'obtenir l'échange de la part de certaines institutions scientifiques importantes.

4. TRAVAUX ET PUBLICATIONS. — Le tome VIII des *Travaux et Mémoires*, contenant les observations des pesées relatives aux kilogrammes étalons de M. Thiesen est imprimé. Six feuilles doivent encore recevoir le bon à tirer de l'auteur.

Le manuscrit du tome IX, qui contient la suite des pesées et qui est complètement rédigé, a été remis à MM. Gauthier-Villars aussitôt après la réception de la dernière feuille de la composition du tome précédent.

Quant au tome X, relatif aux comparaisons et à l'étude des mètres étalons, il est déjà commencé par l'impression du rapport de M. Cornu sur les travaux de la Commission mixte, présenté au Comité international dans sa dernière séance, et sa publication sera poursuivie sans délai.

A propos des prototypes métriques, les observations se divisent en plusieurs catégories : dilatation absolue et relative, comparaisons, détermination des intervalles auxiliaires. Les trois premières de ces catégories d'observations présentent un intérêt général pour l'ensemble du travail, puisque les comparaisons ont été faites en série fermée. Au contraire, la mesure des intervalles auxiliaires de chacun des mètres n'a aucune influence sur les autres; il conviendrait donc de publier *in extenso* les observations relatives aux dilatations et aux comparaisons et de réduire beaucoup celles qui se rapportent aux intervalles auxiliaires. Il en est de même des thermomètres qui

accompagnent les règles. Les États pourront du reste obtenir des copies des observations concernant leurs étalons.

M. le Directeur propose que, aussitôt la publication du tome VIII terminée, on demande à MM. Gauthier-Villars le compte relatif à ce volume, afin d'en faire rentrer les frais de publication dans les comptes de 1891.

La Commission constate que les travaux mentionnés à la fin du dernier rapport de la Commission des travaux et instruments ont été effectués, ainsi que cela a été dit dans le rapport du Directeur du Bureau.

Les travaux à prévoir pour l'exercice de 1892 à 1893 sont les suivants :

I. — *Travaux métrologiques.*

- 1° Études et comparaisons des étalons à bouts.
- 2° » de la Règle géodésique espagnole.
- 3° » des Règles de Borda.
- 4° Étude complète de la règle pour le Japon.
- 5° Étude des Toises du Danemark.
- 6° Comparaison du poids de 10^{gr} de M. Chaney.
- 7° Étude des Règles demandées par des savants.

II. — *Travaux et recherches scientifiques.*

- 1° Études sur la longueur d'onde avec M. Michelson.
- 2° Nouvelles études thermométriques sur l'éthyle de benzine.
- 3° Nouvelles études thermométriques sur le thermomètre à hydrogène avec réservoir de verre.
- 4° Nouvelles études thermométriques pour les hautes températures.
- 5° Préparation des études sur le décimètre cube d'eau.
- 6° Suite des études sur les Résistances électriques.
- 7° Publication des tomes IX et X.

Les différents Chapitres de ce rapport sont soumis, au fur et à mesure de la lecture, à la discussion et au vote.

Au sujet de l'acquisition d'un barographe, M. le Directeur expose qu'un semblable instrument, qui enregistre les indications d'un baromètre anéroïde, sans être un appareil de haute précision fournissant des données absolues, per-

met cependant, par l'inspection de ses courbes, de se rendre compte des perturbations atmosphériques et d'éviter ainsi de choisir, pour les lectures des baromètres normaux, les moments défavorables.

En ce qui concerne la balance de 20^{kg}, M. le PRÉSIDENT rappelle la décision prise l'année dernière déjà par le Comité en faveur de cette acquisition (voir *Procès-verbaux* de 1891, p. 85) et fait remarquer que cette fois on fait un pas de plus vers sa réalisation, puisque le projet de cet instrument se trouve maintenant étudié, et que l'entrée du Mexique dans la Convention ayant augmenté les ressources du Compte I, on peut prévoir que les moyens financiers ne manqueront pas cette fois pour l'acquisition d'un appareil dont l'urgence se trouve accrue par l'avancement des études préparatoires sur le poids du décimètre cube d'eau. Du reste, la question financière sera élucidée définitivement par la Commission spéciale qui s'en occupe.

M. HIRSCH demande quel emplacement on prévoit pour cet important instrument.

M. BENOÎT répond que, dans la salle V, lorsqu'on a refait le parquet, on a préparé la fondation pour le pilier de la balance de 20^{kg}.

A propos des publications et des moyens d'en accélérer autant que possible l'apparition, le Secrétaire informe le Comité que M. le Président a pris avec M. Thiesen, qui est chargé de la correction des épreuves concernant les pesées, des arrangements formels pour assurer dorénavant une marche plus régulière et plus expéditive de ce service, qui jusqu'à présent a seul retardé l'apparition du tome VIII.

En outre, le SECRÉTAIRE tient à ajouter aux renseignements concernant les publications, que l'important travail de M. Benoît, sur la Toise de Bessel, la Toise n° 9 et la Toise

du Pérou, après avoir été communiqué à la Conférence géodésique de Florence, a été publié dans les *Comptes rendus de l'Association géodésique*, et qu'un tirage à part en a été distribué parmi les géodésiens et les métrologistes. D'ailleurs il est entendu que ces études fondamentales seront également reproduites dans un des prochains volumes des *Travaux et Mémoires*.

M. le PRÉSIDENT fait remarquer que l'ancienne comparaison par Clarke entre le Yard et la Toise et les nouvelles recherches de Comstock sur le rapport entre le Yard et le Mètre forment avec les études du D^r Benoît une série fermée présentant un accord remarquable. Il donne la parole à M. le D^r Guillaume, qui s'est chargé de réunir les données numériques de ces relations.

M. Guillaume s'exprime dans les termes suivants :

Les valeurs trouvées par M. Benoît, pour la Toise de Bessel et la Toise n° 9, confirment la correction apportée par M. Tittmann à la relation généralement admise entre le yard et le mètre. Le *Weights and Measures Act*, 1878, donne l'équivalent

$$1 \text{ mètre} = 39,3708 \text{ inches,}$$

tandis que la moyenne des observations de Hassler, Kater, Baily, Clarke et de M. Comstock, corrigées par M. Tittmann, donne

$$1 \text{ mètre} = 39,3698 \text{ inches.}$$

On a d'autre part, d'après M. Peters,

$$\begin{array}{l} \text{Toise n° 10} = \text{Toise Bessel} \dots\dots +0,000\ 09 \text{ ligne} \\ \text{»} \quad \text{Toise n° 9} \dots\dots\dots -0,003\ 25 \text{ ligne} \end{array}$$

et, d'après M. Benoît,

$$\begin{array}{l} \text{Toise de Bessel} \dots = 1949^{\text{mm}},061 \text{ à } 16^{\circ},25 \\ \text{Toise n° 9} \dots\dots = 1949^{\text{mm}},067 \quad \text{»} \end{array}$$

d'où l'on déduit

$$\begin{array}{l} \text{Toise n° 10 d'après la Toise de Bessel} = 1949^{\text{mm}},061 \text{ à } 16^{\circ},25 \\ \text{Toise n° 10} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{n° 9} \dots\dots = 1949^{\text{mm}},060 \quad \text{»} \end{array}$$

Or, d'après Clarke, et les mesures ci-dessus,

Toise n° 10 à 16°,25 = 2,1315091 yards

» = 1,9490605 mètre

d'où

1 mètre = 39,3699 inches.

Quant à la réduction des publications de la partie des observations qui n'intéressent pas l'ensemble des travaux, M. le PRÉSIDENT appuie la proposition de la Commission, qui a très bien défini le degré différent d'importance des deux espèces d'observations. Il en résultera une économie notable, non seulement des frais, mais du temps nécessaire pour la publication de ces travaux fondamentaux.

M. HIRSCH est du même avis, pourvu qu'il soit bien entendu que toutes les observations qui intéressent plus ou moins directement la détermination du prototype international et de ses témoins, par exemple celle des traits auxiliaires de ces étalons, seront publiées en entier.

M. le PRÉSIDENT déclare qu'en effet c'est ainsi que la chose sera entendue.

A l'égard du paragraphe du rapport consacré au programme des travaux pour l'exercice prochain, sur les différents points duquel M. le Président donne des explications très détaillées, M. le Directeur fait observer que les travaux qui y sont consignés sont tellement nombreux et importants qu'il ne voit pas la possibilité de les terminer tous dans le courant d'une année, et il espère que le Comité ne voudra pas exiger pour l'ensemble de tout ce programme qu'on l'exécute entièrement avant la première session. Il expose que les demandes de vérification de toute nature deviennent de plus en plus nombreuses et absorbent une très notable partie du temps du personnel.

M. HIRSCH répond à cette préoccupation que le Comité

devant décider dans la présente session la question de ses réunions bisannuelles prévues par le Règlement de la Convention pour la seconde période, il est possible, sinon probable, que le programme établi s'étendra sur deux années. D'autre part, il estime qu'il faut plutôt se réjouir de l'extension que prennent les demandes de vérifications de la part des Gouvernements et des institutions scientifiques, puisqu'elles fournissent la preuve de l'importance toujours croissante attribuée à l'établissement international. On peut même prévoir que si cette activité à la fois pratique et scientifique du Bureau international continue sa marche ascendante, les Gouvernements seront amenés à le doter des moyens nécessaires pour répondre à cette extension.

M. FOERSTER voit une autre raison de ne pas s'effrayer d'une surcharge possible pour le Bureau, dans l'application des nouvelles taxes qui réduiront déjà sans doute le nombre des demandes de vérifications.

A cette occasion, il s'informe où en est l'impression du nouveau règlement des taxes.

M. le DIRECTEUR répond que les épreuves du projet arrêté dans la dernière session ont circulé parmi les membres, que l'impression est terminée et que des exemplaires seront déposés sur la table du Comité dans la prochaine séance. Il va sans dire qu'on s'empressera de le distribuer largement parmi les intéressés, comme on l'a fait pour le premier.

Le Secrétaire ajoute qu'en outre il conviendra de le faire paraître comme Annexe aux *Procès-verbaux* de la présente session.

Diverses observations se produisent à propos de certains points du programme.

Ainsi M. le DIRECTEUR annonce que la règle géodésique bimétallique de l'Espagne est arrivée au Bureau. Il a reçu

également deux toises envoyées par le Danemark, qui a voulu répondre ainsi à l'invitation générale de l'Association géodésique. Ces toises, qui sont d'ailleurs loin d'avoir pour l'histoire de la Géodésie la même importance que celles du Pérou, de Bessel ou la toise n° 9, et dont les constructeurs pour l'une des deux ne sont pas authentiquement connus, se trouvent dans un état qui ne permettra pas de les déterminer avec la même précision qu'on a atteinte pour les autres; car les surfaces terminales, par exemple, sont couvertes de rouille : toutefois on s'appliquera à établir leur équation aussi bien que possible.

A cet égard M. HIRSCH fait remarquer qu'en principe général il est entendu qu'au Bureau international on saura toujours approprier le degré d'exactitude des vérifications à l'état des étalons présentés.

M. le DIRECTEUR annonce ensuite qu'il a été informé, d'une prochaine demande que le Japon adressera au Comité pour obtenir la détermination d'une règle divisée construite par Pfister, à Berne.

Le SECRÉTAIRE remarque que c'est la première démarche de ce genre de la part du Japon, qui est un des plus anciens adhérents de la Convention et qui a toujours montré beaucoup d'intérêt pour le développement de l'institution internationale. Le Comité sera donc heureux de répondre que cette vérification sera entreprise dès que les travaux en cours d'exécution le permettront.

En réservant le point 6 de la première moitié du programme qui va être soumis à une délibération spéciale, et pour lequel il donnera tout à l'heure la parole à M. Chaney, M. le PRÉSIDENT soumet au vote du Comité *les différentes propositions de la Commission des instruments et travaux, qui sont adoptées en tenant compte des observations qui se sont produites dans le cours de la discussion.*

M. le PRÉSIDENT invite alors M. Chaney à présenter sa motion.

M. CHANEY s'exprime dans les termes suivants :

« A notre dernière session, M. le D^r Gould a appelé l'attention du Comité sur l'utilité de créer des types pour les principales divisions du Mètre et du Kilogramme, tels que le décimètre et le gramme. Bien que je n'aie pas été chargé formellement d'une démarche officielle en faveur d'une semblable création, je crois pouvoir dire qu'elle est envisagée comme de la plus haute importance pratique pour notre pays.

» Je ne prétends pas que ces divisions du Mètre et du Kilogramme devraient être considérées comme de véritables prototypes; toutefois j'estime qu'elles devraient avoir le caractère d'étalons normaux déduits des unités fondamentales.

» En conséquence, je propose que M. le Directeur du Bureau soit chargé d'établir une série complète de poids normaux depuis 500^{es} jusqu'à 1^{er}; que les Gouvernements de la Convention soient invités à se procurer des copies de ces étalons, construits en platine iridié, et que ces différents étalons divisionnaires soient vérifiés au Bureau international. »

M. Chaney rappelle que M. le Directeur s'est chargé déjà, avec beaucoup d'obligeance, de la vérification du déca-gramme qui, en Angleterre, sert d'étalon surtout pour les besoins du monnayage et pour les unités électriques.

Quant au dépôt d'étalons de réserve au Bureau international, dont M. Chaney a entretenu le Comité l'année dernière, il n'est pas encore chargé de formuler au nom de son Gouvernement une demande officielle; cependant la question est restée à l'étude, surtout auprès des autorités des Indes et du Canada.

M. FOERSTER rappelle tout d'abord que le sujet de la motion de M. Chaney a déjà occupé le Comité dans la der-

nière session (voir *Procès-verbaux* de 1891, p. 104 et suivantes) où M. Gould, au nom de M. Chaney, a demandé que la construction d'étalons authentiques du décimètre et du gramme entre dans le programme du Comité. Ce dernier a alors engagé M. Chaney à présenter dans la session actuelle des propositions formelles au nom de son Gouvernement.

Ce que M. Chaney demande aujourd'hui peut se scinder en deux parties bien distinctes; la première, concernant la vérification d'un décagramme, ne souffre aucune difficulté; la seconde, qui vise la construction par le Comité de toute la série des subdivisions du Kilogramme et du Mètre, a sans doute un intérêt considérable; car M. Foerster peut confirmer le fait que les étalons divisionnaires dérivés par les services nationaux des prototypes qu'ils ont reçus diffèrent de la manière la plus fâcheuse d'un pays à l'autre. Mais, comme ce projet est d'une portée considérable et augmenterait dans de grandes proportions la tâche attribuée au Comité, la voie correcte serait que le Gouvernement anglais s'adressât aux autres États contractants pour obtenir d'eux cet élargissement de la compétence du Comité. Peut-être même celui-ci, en raison de l'importance pratique du projet, pourrait-il servir d'intermédiaire entre l'Angleterre et les autres pays, en s'appuyant sur l'art. 9 du Règlement de la Convention, qui, à côté des travaux concernant les nouveaux prototypes, prévoit « d'autres travaux métrologiques que les Hautes Parties contractantes décideront de faire exécuter en commun ».

M. GOULD désire appuyer la motion de M. Chaney, laquelle d'un côté ne va pas aussi loin que celle de l'année dernière, puisqu'elle renonce à réclamer pour les étalons proposés le caractère de prototypes; mais qui, d'autre part, élargit la série des étalons divisionnaires pour lesquels elle sollicite la création de types autorisés. La réalisation de ce projet aiderait puissamment à l'extension de l'usage du système métrique en Angleterre et également aux

États-Unis. Dans ce dernier pays, la Société métrologique, dont M. Gould est le président, a pour tactique de procéder par étapes, et s'efforce d'obtenir l'adoption obligatoire des mesures métriques, d'abord dans les Douanes, ensuite dans les Postes, etc., services dans lesquels l'usage des étalons divisionnaires a au moins autant d'importance que celui des unités elles-mêmes.

M. BENOÎT avoue qu'il ne saisit pas très bien la portée de la motion de M. Chaney. S'il s'agit de la vérification d'un décagramme ou de tel autre étalon divisionnaire, il constate que le Bureau possède déjà actuellement tous les moyens de répondre aux demandes qui pourront être faites. Car pour les pesées il se trouve au Bureau toute une série de poids en platine iridié jusqu'au milligramme, construits admirablement par M. Oertling, et étalonnés avec les plus grands soins, comme cela était du reste indispensable pour les déterminations des Kilogrammes prototypes; et pour les longueurs il existe également au Bureau l'échelle divisée normale, étudiée dans les moindres détails, qui permet d'étalonner toutes les mesures divisionnaires qui pourraient être présentées. Par contre, si l'on entendait demander au Bureau la construction et la fourniture de tous les types divisionnaires pour tous les pays, cela constituerait une tâche pour laquelle le Bureau n'aurait ni la place, ni l'outillage, ni le personnel, ni les ressources financières nécessaires.

M. HIRSCH reconnaît, avec MM. Chaney et Gould, la grande utilité qu'il y aurait pour les pays à se procurer, pour les principales subdivisions du Mètre et du Kilogramme, des étalons autorisés aussi identiques que possible; mais il estime qu'on y parviendrait d'une manière parfaitement satisfaisante, si les pays qui en éprouvent le besoin faisaient construire ces étalons divisionnaires de la même matière, et les présentaient au Bureau international pour y être déterminés. Les équations de ces étalons des différents pays

se trouveraient ainsi rigoureusement établies par rapport aux unités fondamentales et par conséquent entre eux. Ce travail constituerait déjà pour le Bureau international une tâche considérable, exigeant plusieurs années, et à laquelle ses forces actuellement réduites ne suffiraient peut-être pas.

L'autre hypothèse, qui consisterait à faire construire, par le Bureau international lui-même, tous ces étalons-types divisionnaires, ne rencontrerait pas seulement les difficultés déjà signalées par M. le Directeur, mais elle exigerait une modification de la Convention de 1875, qui prévoit uniquement la fourniture, aux États contractants, des prototypes du Mètre et du Kilogramme, dont elle a chargé la Section française avec le concours du Comité, les avances du capital nécessaire étant faites par le Gouvernement français. M. Hirsch ne nie pas la possibilité ni l'utilité d'un tel complément de la Convention, mais il se permet de signaler les complications d'une telle tentative; car toute modification à la Convention exige, comme on le sait, l'assentiment unanime de tous les États signataires, et, par conséquent, la réunion d'une nouvelle Conférence diplomatique.

M. CHANEY est frappé des arguments de fait et de droit qui viennent d'être développés à l'égard de la construction, par le Bureau international, des étalons normaux divisionnaires. Il en rendra compte à son Gouvernement et se maintiendra en correspondance avec le bureau du Comité, afin qu'on puisse préparer, avant la réunion de la prochaine Conférence générale, la meilleure solution à proposer en vue d'intérêts aussi importants.

M. le PRÉSIDENT prie le Comité de prendre une décision pour les époques de ses réunions futures; il rappelle que l'art. 11 du Règlement de la Convention laisse au Comité, pour la seconde période, la faculté de se réunir seulement tous les deux ans.

Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas de fixer, une fois pour toutes, le principe des sessions bisannuelles; car si, par exemple, on décidait cette fois-ci de se réunir seulement en 1894, la Conférence générale qui doit avoir lieu en 1895 nécessiterait, pour la même année, une réunion du Comité. Il est nécessaire de donner aujourd'hui une indication à la Commission des finances pour qu'elle étudie l'établissement éventuel d'un budget de deux années.

M. BERTRAND n'a pas d'objections contre le projet de fixer la prochaine session à 1894. Il estime toutefois qu'il conviendra de laisser le bureau du Comité juge de l'opportunité de faire usage de l'article en question du Règlement.

M. GOULD croit que le mieux serait simplement d'*autoriser le bureau à ne pas convoquer en 1893. Cette solution est adoptée.*

M. HIRSCH ajoute que d'ailleurs, dans des cas douteux ou d'une importance exceptionnelle, le bureau peut toujours consulter le Comité par correspondance.

M. le PRÉSIDENT fixe la prochaine séance à mardi 20 septembre, à trois heures.

La séance est levée à six heures un quart.



PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE,

Mardi 20 septembre 1892.

PRÉSIDENCE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH,
VON LANG.

MM. Chappuis et Guillaume, Adjointes du Bureau, assistent à la séance comme invités.

La séance est ouverte à trois heures.

Le procès-verbal de la troisième séance est lu et adopté sans observations.

M. le PRÉSIDENT désire, avant qu'on n'entre dans l'ordre du jour, donner quelques renseignements sur la visite faite, depuis la dernière séance, à l'Ambassade ottomane par le bureau du Comité. La modification au projet de la Turquie, que le bureau a été chargé de communiquer à l'Ambassade, a été bien accueillie par M. Missak Effendi, qui a paru apprécier les motifs dont s'est inspiré le Comité. Il a exprimé le

désir que le bureau les exposât par écrit dans un memorandum qu'il transmettrait à son Gouvernement. Il s'empresera de faire connaître le plus tôt possible au Comité la décision qui sera prise à Constantinople.

Le **SECRETARE** ajoute que le memorandum en question est déjà rédigé et sera envoyé sans retard.

M. le PRÉSIDENT rend compte de ce qui a été fait pour la revision des listes de distribution des publications. Quelques-uns des membres avaient déjà fait connaître par lettres leurs desiderata; d'autres les ont indiqués en séance de la Commission. Il en a été tenu compte, et entre autres on a réduit quelque peu le nombre d'exemplaires destinés jusqu'ici à l'Allemagne et à l'Autriche, ce qui permettra d'en attribuer davantage à d'autres pays qui en ont reçu jusqu'à présent un nombre trop restreint. Le Comité sera sans doute d'accord pour autoriser le Secrétaire et le Directeur du Bureau à tenir ces listes au courant des demandes et des besoins justifiés.

M. BENOÎT pense qu'il serait convenable de comprendre sur la liste le nom de **M. Michelson**.

Le **SECRETARE** est complètement de cet avis et trouve juste que le savant qui coopère, d'une manière si remarquable, à l'un des travaux fondamentaux du Comité reçoive aussi toutes les anciennes publications. Il donnera les instructions nécessaires à l'imprimeur.

M. le PRÉSIDENT constate que, selon la promesse faite dans la précédente séance, les membres du Comité ont reçu le nouveau Règlement des taxes.

Il ajoute qu'il vient de recevoir une lettre de **M. Brioschi**,

qui s'excuse d'abord de n'avoir pas pu assister à la session, et qui reconnaît avoir reçu de M. le Directeur les certificats des quatre thermomètres étalons qu'il a ensuite remis lui-même à l'administration italienne. M. Brioschi se chargeant de faire le nécessaire au Ministère dans son prochain voyage à Rome, la réclamation du Gouvernement italien se trouvera ainsi satisfaite.

Sur l'invitation de M. le PRÉSIDENT, M. Bertrand, Président de la Commission des Comptes et des Finances, prie M. Arndtsen, rapporteur, de lire le second rapport de cette Commission.

M. ARNDTSEN donne lecture du document suivant :

Second rapport de la Commission des Comptes et des Finances.

En examinant la situation financière du Bureau international, pour l'exercice de 1891, la Commission a trouvé l'état suivant :

I. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.

D'après les *Procès-verbaux* de 1891, p. 109, le total des actifs, au commencement de l'année 1891, s'élevait, pour ce chapitre, à..... fr
16470,28

Dans le cours de l'année 1891, le Compte I a eu deux recettes :

a. La contribution d'entrée des États-Unis	
du Mexique, montant à.....	22335,00 ^{fr}
b. Taxes de vérification, montant à.....	450,80
	<hr/>
	22785,80
L'actif de ce Compte s'est donc élevé, en 1891, à.....	39256,08
A reporter.....	<hr/>
	39256,08

	Report.....	fr 39256,08
Les dépenses, en 1891, ont été les suivantes :		
M. Louguinine, balance Rueprecht de 5 kg.	700,00	fr
Strube, tour de précision.....	1100,00	
Tonnelot, thermomètres divers.....	576,00	
Carpentier, ampèremètre et voltmètre.....	110,00	
Société genevoise, 2 règles divisées.....	426,50	
Pièces diverses pour l'appareil à basses températures.....	70,40	
	<u>Total.....</u>	2982,90
De sorte que l'actif, à la fin de 1891, a été de.....		36273,18
Pendant l'année 1892, dans les huit premiers mois, le		
Compte I a eu une recette, provenant des taxes de		
vérification, montant à.....		80,00
L'actif est donc devenu.....		36353,18
Les dépenses pour cette même période ont été :		
1 baromètre Fuess.....	283,65	
Appareils de M. Michelson (voir <i>Procès-Verbaux</i> de 1891, p. 128) provisoirement payés par les moyens disponibles du		
Compte I.....	10000,00	
	<u>Total.....</u>	10283,65
L'actif disponible de ce Compte est donc actuellement		
de.....		26069,53

II. — Frais de confection des prototypes internationaux ainsi que des étalons et témoins du Bureau.

D'après les <i>Procès-Verbaux</i> de 1891, p. 110, le Compte II possédait, à la fin de l'année 1890, un actif de.....	50139,60	fr
dont 46588 ^{fr} ,90 étaient disponibles, 3454 ^{fr} ,60 ont dû être prêtés au Compte IV, et 96 ^{fr} ,10 étaient dus par l'Académie de Saint-Pétersbourg. Cette dernière somme (96 ^{fr} ,10) a été payée dans le cours de l'année 1891 (<i>voir</i> Chap. IV).		
A reporter.....	50139,60	

Report.....	50139,60
Pendant la même période, une dépense a été faite sur le Compte II, savoir :	
Le versement d'un à compte au Gouvernement français pour les prototypes et les témoins fournis au Bureau (voir <i>Procès-Verbaux</i> de 1891, p. 123) de.....	40000,00
L'actif du Compte II s'est donc réduit, à la fin de 1891, à dont 6697 ^{fr} ,10 étaient disponibles, 3442 ^{fr} ,50 ont dû être prêtés au Compte IV.	10139,60

Dans les huit premiers mois de l'année 1892, rien n'a été dépensé définitivement sur ce Compte. De sorte que l'actif du Compte II est actuellement de..... 10139,60 dont 6264^{fr},10 sont disponibles et 3875^{fr},50 sont encore dus par le Compte IV.

Comme les actifs du Compte II ne suffiront pas entièrement à couvrir les différentes dépenses qui incomberont encore à ce Compte, la Commission propose au Comité d'aviser, dans un bref délai, les Gouvernements contractants, qu'une contribution extraordinaire, sur la base de l'art. 21 du Règlement de la Convention, sera prochainement inévitable (voir *Procès-Verbaux* de 1891, p. 122).

III. — Frais annuels.

Les recettes, pour 1891, ont été :

1. Les contributions réglementaires.....	77878,00 ^{fr}
c'est-à-dire la somme réglementaire de 75 000 ^{fr} , augmentée de celle des États-Unis du Mexique, pour 1891, montant à 2878 ^{fr} . (Quant au remboursement aux Gouvernements de cet excédent sur la somme réglementaire, voir <i>Quinzième Rapport aux Gouvernements</i> , p. 44).	
2. Rentrée de la contribution arriérée de la République Argentine pour 1890 (voir <i>Procès-Verbaux</i> de 1891, p. 111) montant à.....	493,00
A reporter.....	78371,00

	Report.....	78371,00
3. Intérêts bonifiés		
a. Par la Caisse des Dépôts et Consi- gnations.....	fr 2961,83	
b. Chez MM. Lécuyer et C ^{ie}	89,65	
	<u>3051,48</u>	
déduction faite des intérêts à bonifier à la Grande-Bretagne (voir Compte IV) montant à.....	357,12	
		<u>2694,36</u>
Total.....		81065,36
En outre, il y avait, au 31 décembre 1890, sur le Compte III, un actif disponible (voir <i>Procès-Ver- baux</i> de 1891, p. 114) de.....		
		<u>22743,87</u>
réservé pour couvrir les dépenses extraordinaires nécessitées par la publication des grands travaux relativement aux prototypes.		
Le total des actifs disponibles du Compte III s'élève donc, pour l'exercice de 1891, à.....		103809,23

Les dépenses de l'exercice 1891, comparées aux prévisions éta-
blies dans la session de 1890, sont consignées dans le Tableau
suivant :

	Prévisions.	Dépenses.	En plus.	En moins.
A. Personnel.	37540	36139,15		1400,85
{ Directeur.....				
{ Adjoints.....				
{ Aides.....				
{ Mécanicien.....				
{ Garçon de bureau.....				
{ Concierge.....				
B. Indemnité au Secrétaire.....	6000	6000,00		
C. Frais généraux d'administration.				
1. Entretien des bâtiments, dépendances, mobilier, etc..	3600	3607,70	fr 7,70	
2. Entretien des machines et appareils fixes.....	200	209,55	9,55	
3. Entretien des instruments..	500	406,05		93,95
4. Frais d'atelier.....	400	463,95	63,95	
5. » de laboratoire.....	1200	854,88		345,12
6. Achat de glace.....	900	576,00		324,00
7. Frais de chauffage.....	2300	2247,55		52,45
8. Frais d'éclairage et gaz pour moteur.....	2500	2188,30		311,70
9. Concession d'eau.....	200	102,25		97,75
10. Prime d'assurance.....	353	350,55		2,45
11. Frais de bureau.....	600	551,10		48,90
12. Bibliothèque.....	800	799,75		0,25
13. Frais d'impressions et publications.....	13000	3480,90		9519,10
14. Frais de secrétariat.....	3000	830,60		2169,40
15. Frais divers.	1907	3476,20	1569,20	
{ Gratifications.....				
{ Frais de transports. » banquier... divers.....				
Total.....	75000	62284,48	1650,40	14365,92
		Donc en moins.....	12715 ^{fr} ,52	

Ainsi le total des dépenses a été de 62284^{fr},48.

Il résulterait de ce Tableau que l'exercice de 1891 se solderait par une économie de 12715^{fr},52. Toutefois cette économie n'est qu'apparente. Elle tient simplement, pour la plus grande part, à ce qu'il a été impossible de payer à notre éditeur le Volume VIII de nos *Travaux et Mémoires*, qui aurait dû paraître dans le courant de

l'année et dont l'impression a été considérablement retardée par les lenteurs de la correction des épreuves par l'auteur, M. Thiesen, ancien savant attaché au Bureau.

En dehors de cette exception, on voit que les prévisions se sont trouvées, d'une façon générale, bien justifiées.

La diminution du Compte : *Frais de Secrétariat* provient de la suppression des *Frais de Présidence*, et enfin, l'augmentation sur les *Frais divers* s'explique par les gratifications accordées par le Comité aux deux Adjointes du Bureau international (voir *Procès-Verbaux* de 1891, p. 123).

En comparant le total des actifs disponibles pour le	
Compte III de l'exercice de 1891, montant à.....	103809,23 ^{fr}
avec le total des dépenses.....	62284,48
on trouve, à la fin de l'année 1891, un actif disponible	
de.....	41524,75

Cet actif, diminué du remboursement de l'excédent 2878^{fr} (voir ci-dessus les recettes pour ce Compte), sera, comme l'actif disponible à la fin de l'exercice précédent (voir ci-dessus), destiné à couvrir les grandes dépenses qui incombent encore au Comité pour la publication des travaux concernant les prototypes.

Quant à l'exercice de 1892, jusqu'à l'époque actuelle, les recettes ont été :

1. Contributions réglementaires.....	69619,00 ^{fr}
c'est-à-dire la somme des parts contributives pour 1892, de 72 122 ^{fr} (égale à la somme réglementaire, 75 000 ^{fr} , diminuée de l'excédent provenant du paiement additionnel du Mexique, dans l'exercice précédent) (voir <i>Quinzième Rapport aux Gouvernements</i> , p. 45), diminuée des contributions arriérées du Pérou, du Portugal et de la Roumanie (1), montant à 2503 ^{fr} .	
2. Rentrée des contributions arriérées du Pérou pour 1890 et 1891 (qui devra être remboursée aux	
A reporter.....	69619,00

(1) La Roumanie a versé depuis lors sa contribution de 1892, montant à 1007^{fr}.

Report.....	69619,00
autres Gouvernements dans les calculs des contributions pour 1893).....	1316,00
3. Intérêts bonifiés.....	33,35
	<hr/>
Total.....	70968,35
En ajoutant l'actif disponible à la fin de l'année 1891.	41524,75
on trouve, cômme recettes actuellement disponibles, pour le Compte III, la somme de.....	<hr/>
	112493,10

Quant aux dépenses pour l'exercice de 1892, le Tableau suivant contient :

1° Les dépenses réellement faites dans les huit premiers mois de cette année;

2° Une évaluation approximative des dépenses qui restent encore à faire pour la fin de l'exercice;

3° La somme des dépenses indiquées aux n° 1 et 2;

4° La comparaison des dépenses contenues dans le n° 3, avec les prévisions établies dans le Rapport précédent (voir *Procès-Verbaux* de 1891, p. 117).

	DÉPENSES faites pendant les huit pre- miers mois de 1892.	ÉVALUA- TION des dépenses à faire pour le reste de l'exercice 1892.	TOTAL approx- matif pour l'année 1892.	COMPARAISON avec les prévisions. — DÉPENSÉ	
				en plus.	en moins.
A. <i>Personnel</i> ..	fr 23870,00	fr 13130,00	fr 37000,00		fr 540,00
{ Directeur.. { Adjoints... { Aides, Cal- { culateurs, { etc..... { Mécanicien. { Garçon de { bureau... { Concierge..					
B. <i>Indemnité du Secrétaire</i> ..	4000,00	2000,00	6000,00		
C. <i>Frais généraux d'admin- stration :</i>					
1. Entretien des bâtiments, dépandances, etc....	2047,05	1952,95	4000,00		
2. Entretien des machines et appareils fixes....	191,00		191,00		9,00
3. Entretien des instru- ments.....	123,23	276,77	400,00		100,00
4. Frais d'atelier.....	132,25	267,75	400,00	fr	
5. » de laboratoire...	1027,60	272,40	1300,00	100,00	
6. Achat de glace.....	72,00	628,00	700,00		200,00
7. Frais de chauffage....	2315,45	384,55	2700,00		
8. » d'éclairage et de gaz pour moteur....	1500,40	1199,60	2700,00	200,00	
9. Concession d'eau.....	116,40		116,40		83,60
10. Prime d'assurance....		353,00	353,00		
11. Frais de bureau.....	334,00	266,00	600,00		
12. Bibliothèque.....	258,20	541,80	800,00		
13. Frais d'impressions et de publications.....		13000,00	13000,00		
14. Frais de secrétariat...		1000,00	1000,00		
15. Frais divers :					
Gratifications.....					
Frais de transports...					
» de banquier.....	457,77	3281,83	3739,60	632,60	
» divers.....					
Total.....	36445,35	38554,65	75000,00	932,60	932,60

Comme l'actif disponible, à l'époque actuelle, est de.. 112493^{fr},₁₀
 et comme le total approximatif des dépenses de l'exer-
 cice de 1892 montera probablement à..... 75000,00

on trouvera, pour la fin de l'exercice présent, un actif
 disponible d'à peu près..... 37493,10
 et en y ajoutant les arriérés des contributions réglemen-
 taires de l'exercice 1892, montant à..... 2503,00

l'actif disponible, à la fin de cette année, serait environ
 de..... 39996,10

somme qui sera encore augmentée par les intérêts à bonifier, soit d'à
 peu près 2000^{fr}.

Enfin, comme il est vraisemblable que le Comité ne se réunira
 de nouveau qu'en 1894, nous soumettons à son approbation le projet
 suivant des budgets pour les deux années 1893 et 1894, en réservant
 toutefois pour ce dernier, le cas échéant, des modifications qui
 seraient rendues nécessaires par les circonstances, et que le Comité
 sanctionnera au besoin par correspondance.

Projet de budget annuel pour les deux exercices de 1893 et 1894.

A. Personnel :

1. Directeur.....	15000	^{fr}
2. 2 Adjoints.....	12000	
3. Mécanicien.....	3000	
4. Garçon de bureau.....	1800	
5. Concierge.....	240	
6. Aide-calculateur.....	3000	
7. Aides pour les études thermométriques.	3460	
	<hr/>	
		38500 ^{fr}

B. Indemnité du Secrétaire 6000

C. Frais généraux d'administration :

1. Entretien des bâtiments, dépendances, mobilier, etc.....	4000
2. Entretien des machines.....	200
	<hr/>
A reporter....	4200

Report.....	4200
3. Entretien des instruments.....	500
4. Frais d'atelier.....	400
5. » de laboratoire.....	1200
6. Achat de glace.....	900
7. Frais de chauffage.....	2700
8. Frais d'éclairage et de gaz pour moteur.	3000
9. Concession d'eau.....	200
10. Prime d'assurance.....	353
11. Frais de bureau.....	600
12. Bibliothèque.....	800
13. Frais d'impressions et de publications..	12000
14. Frais de secrétariat.....	1000
15. » divers et imprévus.....	2647
	<hr/>
	30500
Total.....	75000

IV. — Frais des Prototypes nationaux et des appareils accessoires.

Le total des dépenses, sur ce chapitre, à la fin de l'exercice 1890, était (voir *Procès-Verbaux* de 1891, p. 118) de..... fr 27984,60
 et en ajoutant la petite somme qui a été avancée pour l'Académie de Saint-Pétersbourg..... 96,10
 de.....

28080,70

Dans le courant de l'année 1891, on a fait seulement la dépense suivante sur ce Compte, savoir :

Études thermométriques (Thermomètres des États)..	187,90
de sorte que le total des dépenses, à la fin de l'année 1891, s'est élevé à.....	28268,60

Le total des remboursements sur ce Compte était à la fin de l'année 1890, de... 24530,00
 et, dans le courant de l'année 1891 :

1. Remboursement par le Mexique pour accessoires de Prototypes.....	200,00
	<hr/>
A reporter.....	24730,00

Report.....	24730,00	
2. Versé par l'Académie de Saint-Pétersbourg (voir <i>Procès-Verbaux</i> de 1891, p. 119).	<u>96,10</u>	24826,10
Donc il restait à couvrir, à la fin de l'année 1891....		3442,50
Dans les premiers huit mois de l'année 1892, on a dépensé, sur ce Compte :		
Études thermométriques (Thermomètres des États)..	<u>433,00</u>	
en sorte que, à l'époque actuelle, le Compte IV a un déficit (couvert par les moyens disponibles du Compte II) de.....		3875,50

D'autre part, il y a encore, sur le Compte IV, un actif de 12261^{fr},12, qui provient du paiement anticipé de la Grande-Bretagne, avec intérêts en 1891, pour un étalon à bouts et qui doit être réservé et bonifié jusqu'à l'époque de la livraison de cet étalon et de l'indication définitive de son prix par le Gouvernement français.

Les remboursements qui incombent aux différents Gouvernements sur ce chapitre sont les mêmes que l'année dernière, savoir :

Roumanie.....	735 ^{fr}
Autriche.....	535
Bavière.....	535
	<u>1805</u>

V. — Compte de la subvention extraordinaire et des anciens arriérés de contributions.

Au commencement de l'année 1891 il restait encore à couvrir un déficit de recettes du Service international, provenant des anciens arriérés (voir *Procès-Verbaux* de 1891, p. 120) montant à.....^{fr} 2023,00

Cet état de choses était encore le même à la fin de l'année 1891.

En 1892, la Grande-Bretagne a payé sa part contributive à la couverture du déficit en question, montant à.. 7726,00

Il y a donc actuellement un surplus de ce Compte, de. 5703,00

Cette somme devra prochainement être remboursée aux Gouvernements proportionnellement à leurs participations à la subvention extraordinaire.

Le Rapporteur,

Signé : A. ARNDTSEN.

Le Président,

Signé : BERTRAND.

COMPTES DE 1891.

COMPTE I.

RECETTES.

I. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.

Actifs au commencement de l'année 1891 :

Actifs disponibles.....		fr 16470,28
Contribution d'entrée des États-Unis du Mexique.....	fr 22335,00	
Recettes des taxes de vérification.....	450,80	
		<hr/>
		22785,80
Balance.....		39256,08
		<hr/>

COMPTE II.

RECETTES.

II. — Frais des étalons et témoins internationaux.

Actifs au commencement de l'année 1891 :

Actifs disponibles.....		fr 46588,90
Dû par le Compte IV.....		3454,60
Dû par l'Académie de Saint-Petersbourg (solde du prix de ses prototypes)...		96,10
		<hr/>
Balance.....		50139,60
		<hr/>

COMPTE I.

DÉPENSES.

I. — Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.

Louguinine, balance Rueprecht de 5 kilogrammes.....	fr 700,00
Strube, tour de précision.....	1100,00
Tunnelot, thermomètres divers.....	576,00
Carpentier, ampèremètre et voltmètre.....	110,00
Société genevoise, 2 règles divisées.....	426,50
Pièces diverses pour l'appareil à basses températures.....	<u>70,40</u>
	fr 2982,90

Solde des actifs à la fin de l'année 1891 :

Actifs disponibles.....	36273,18
Balance.....	<u>39256,08</u>

COMPTE II.

DÉPENSES.

II. — Frais des étalons et témoins internationaux.

Versement d'un acompte au Gouvernement français pour les prototypes et les témoins fournis au Bureau international.....	fr 40000,00
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------

Solde des actifs à la fin de 1891 :

Actifs disponibles.....	fr 6697,10
Dû par le Compte IV.....	<u>3442,50</u>
	10139,60
Balance.....	<u>50139,60</u>

COMPTE III.

RECETTES.

III. — Frais annuels.

Actifs au commencement de l'année 1891 :

Actifs disponibles	fr 21990,89	
Roumanie, solde du payement anticipé, réservé, avec intérêts jusqu'à la fin de 1890.....	<u>752,98</u>	
		fr 22743,87
Arriérés des contributions réglementaires de la République Argen- tine (pour 1890).....		493,00
Arriérés des contributions réglementaires du Pérou, de la Turquie et du Vénézuéla (pour 1890).....		<u>6332,00</u>
		fr 29568,87
Contributions réglementaires (pour 1891).....		75000,00
Contributions réglementaires du Mexique (pour 1891).....		2878,00
Intérêts bonifiés (dont 22 ^{fr} ,59 pour la somme réservée à la Roumanie).....		2694,36
Contributions réglementaires demandées au Pérou, à la Turquie et au Véné- zuéla (pour 1891).....		<u>6332,00</u>

Balance 116473,23

COMPTE III.

DÉPENSES.

III. — Frais annuels.

A. — *Personnel* :

Directeur	}	
Adjoints		
Aides		
Mécanicien		fr
Garçon de bureau		
Concierge		36139,15

B. — *Indemnité du Secrétaire* 6000,00

C. — *Frais généraux d'administration*.

1. Entretien des bâtiments, dépendances, mobilier, etc.	fr	
2. Entretien des machines et appareils fixes.....	3607,70	
3. Entretien des instruments.....	209,55	
4. Frais d'atelier.....	406,05	
5. Frais de laboratoire.....	463,95	
6. Achat de glace.....	854,88	
7. Frais de chauffage.....	576,00	
8. Frais d'éclairage et de gaz pour moteur.....	2247,55	
9. Concession d'eau.....	2188,30	
10. Prime d'assurance.....	102,25	
11. Frais de bureau.....	350,55	
12. Bibliothèque.....	551,10	
13. Frais d'impressions et de publications.....	799,75	
14. Frais de secrétariat.....	3480,90	
	<u>830,60</u>	
		16669,13

D. — *Frais divers et imprévus* :

Frais de transports	}	
Frais de banquier		
Gratifications		
Frais divers		
		3476,20

fr
62284,48

Solde des actifs à la fin de l'année 1891 :

Arriérés des contributions réglementaires du Pérou, de la Turquie et du Vénézuéla pour 1890-1891.....	12664,00
Roumanie, reste du paiement anticipé avec intérêts jusqu'à la fin de l'exercice de 1891.....	fr 775,57
Actifs disponibles à la fin de l'exercice de 1891.....	<u>40749,18</u>
	41524,75

	54188,75
Balance.....	<u>116473,23</u>

COMPTE IV.

RECETTES.

V. — Frais des prototypes nationaux et de leurs accessoires.

Actifs au commencement de l'année 1891 :

Versement anticipé de la Grande-Bretagne pour un mètre à bouts.....		fr 11904,00
Intérêts bonifiés pour cette somme (pour 1891).....	357,12	
Remboursement pour accessoires de prototypes de la part du Mexique.	200,00	
Versé par l'Académie de Saint-Petersbourg.....	<u>96,10</u>	
		653,22
Balance.....		<u>12557,22</u>

COMPTE V.

RECETTES.

V. — Compte de la subvention extraordinaire destinée à couvrir les anciens arriérés de contributions.

Solde des déficits de recettes provenant des anciens arriérés à la fin de l'année 1891.		fr 2023,00
Balance.....		<u>2023,00</u>

COMPTE IV.

DÉPENSES.

IV. — Frais des prototypes nationaux et de leurs accessoires.

Études thermométriques (thermomètres nationaux).....	r 187,90
Rendu au Compte II.....	108,20

Solde des actifs à la fin de l'année 1891.

Versement anticipé de la Grande-Bretagne pour un mètre à bouts, avec intérêts (pour 1891).....	12261,12
Balance.....	12557,22

COMPTE V.

DÉPENSES.

V. — Compte de la subvention extraordinaire destinée à couvrir les anciens arriérés de contributions.

Solde des déficits de recettes provenant des anciens arriérés des contributions au commencement de l'année 1891.....	fr 2023,00
Balance.....	2023,00

M. le PRÉSIDENT remercie, au nom du Comité, la Commission des Comptes et des Finances, et en particulier son rapporteur, M. Arndtsen, pour les soins consciencieux apportés à l'accomplissement de cette tâche ardue.

Il reprend ensuite chapitre par chapitre ce rapport pour en faire ressortir les points aboutissant à des conclusions qui doivent être soumises au vote.

C'est le cas surtout pour le projet de budget annuel des deux exercices de 1893 et 1894, qui s'élève, pour chacune de ces années, à 75000^{fr}.

A ce sujet, le SECRÉTAIRE fait remarquer qu'il ne s'agit pas de soumettre au vote le chiffre de 75000^{fr} qui, par le fait de la ratification par tous les Gouvernements de la décision prise par la Conférence générale, est devenu conventionnel à partir de l'année prochaine, avec laquelle commence la seconde période. Pour les exercices de 1890-1892, le Comité ayant eu encore la liberté d'aller au besoin jusqu'à 100000^{fr}, il était nécessaire de fixer le total auquel il s'arrêtait chaque année; mais maintenant il ne s'agit plus que de voter sur la répartition de cette somme entre les différents articles du budget.

M. le PRÉSIDENT déclare partager complètement cette manière de voir, et *le Comité adopte à l'unanimité le budget élaboré par la Commission pour les exercices de 1893 et de 1894.*

Quant à la demande d'une contribution extraordinaire sur la base de l'article 21 du Règlement de la Convention, que la Commission considère comme devant être prochainement nécessaire, M. le PRÉSIDENT, non seulement s'y associe, mais il établit par un exposé très détaillé que les importants et coûteux travaux pour lesquels il faudra surtout demander des ressources extraordinaires rentrent parfaitement dans la catégorie des témoins des prototypes internationaux, pour lesquels l'article 21 prévoit que les

Hautes Parties contractantes supportent les frais d'après l'échelle établie pour les contributions annuelles. C'est le cas, par exemple, de la comparaison du Mètre avec les longueurs d'ondes lumineuses, et de la détermination du poids du décimètre cube d'eau. Toutefois, il se réserve de ne soumettre au Comité que dans la prochaine séance des propositions formulées. Pour aujourd'hui, il se contente de provoquer une première discussion générale de principe.

M. BERTRAND estime qu'il serait plus indiqué de renvoyer toute la discussion à la prochaine séance, au moment où l'on se trouvera en face de propositions fermes.

Cette manière de voir ayant prévalu, M. le PRÉSIDENT annonce que cette prochaine séance aura lieu, du reste, dès demain mercredi à 2^h, et sera probablement la dernière de la session.

M. le PRÉSIDENT rappelle que le Secrétaire, dans son rapport lu à la première séance, a attiré l'attention du Comité sur la nécessité de pourvoir aux deux vacances créées par la mort des regrettés collègues, le Général Ibañez et Stas. Il donne lecture des deux passages des articles 10 et 14 du Règlement se rapportant à ces élections, qui prescrivent qu'elles se font par correspondance, chacun des membres ayant été appelé trois mois d'avance à y prendre part. Bien que la Convention ne prescrive aucun délai pour des élections de ce genre, la tradition du Comité est de ne pas attendre au delà de la deuxième année; le bureau ne manquera donc pas d'adresser prochainement aux membres du Comité une circulaire provoquant l'élection au moins pour une des vacances.

Le SECRÉTAIRE ajoute ensuite qu'il a attiré dans la première séance l'attention du Comité sur les inconvénients graves qu'entraîne pour le bon fonctionnement du Comité

l'abstention systématique du collègue italien, qui, depuis son élection, n'a paru dans aucune session, ce qui compromet, comme on vient d'en faire l'expérience, le quorum indispensable pour la validité des délibérations. Il demande et le Comité accorde l'autorisation pour le bureau de faire les démarches officielles pour remédier à cette situation.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. Chaney pour une proposition concernant la comparaison du Yard avec le Mètre.

M. CHANEY reconnaît que l'accord remarquable qui, d'après les chiffres cités dans la précédente séance, existe pour les différentes équations établies entre le Yard, le Mètre et la Toise, garantit indirectement l'exactitude de la relation entre les deux premiers de ces étalons. Cependant, étant donnée l'importance de l'équation entre les unités fondamentales des deux systèmes métrologiques les plus répandus dans le monde, il estime qu'une détermination directe serait désirable. Il émet donc le vœu qu'on procède à cette détermination au Bureau international dans le courant des deux années prochaines, et il propose dans ce but d'apporter, au moment voulu, deux des prototypes anglais (parliamentary Standards) du Yard à Breteuil, et offre de les comparer entre eux avant et après le voyage afin de contrôler leur invariabilité pendant le transport.

M. HIRSCH appuie vivement cette proposition, non seulement dans l'intérêt de la science métrologique, mais parce qu'en mettant ainsi absolument hors de doute la relation numérique entre ces deux unités de mesures les plus importantes, on facilitera pour l'Angleterre la transition entre son système actuel et le système métrique. D'ailleurs cette opération entre si bien dans les obligations du Comité, que l'Angleterre pourrait la demander comme

un droit conventionnel. Si M. Chaney veut bien ne pas se borner à apporter ces étalons, mais prendre part personnellement aux observations, ce travail en sera d'autant plus facile et agréable pour les fonctionnaires du Bureau.

M. le DIRECTEUR est persuadé qu'on pourra exécuter ce travail important dans le délai indiqué, attendu que le Bureau est tout à fait outillé pour une comparaison de ce genre et que l'échelle normale du Comparateur universel qui doit y servir est rigoureusement étalonnée.

Le Comité décide d'inscrire cette comparaison du Yard dans le programme des travaux arrêté dans la dernière séance.

M. le PRÉSIDENT, se préoccupant de l'étendue et de l'arrangement des données à comprendre dans les volumes destinés à contenir tout ce qui se rapporte aux déterminations des prototypes du Mètre, a demandé au Bureau un aperçu de table des matières. Il rend compte d'un projet établi à ce sujet par M. Guillaume, d'où il résulte que cette publication exigera de 540 à 590 pages, c'est-à-dire qu'elle remplira presque deux volumes.

M. le PRÉSIDENT prévient ses collègues que la séance déjà fixée à demain comprendra, outre les questions financières encore à régler définitivement, la réception de la seconde série des étalons à traits, et l'inspection des mètres à bouts, dont l'un sera disposé par M. le Directeur dans le Comparateur, de façon que les membres puissent se rendre compte de la méthode qui sera employée dans ces comparaisons entre les règles à bouts et les règles à traits.

La séance est levée à 6 heures.



PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE.

Mercredi 21 septembre 1892.

PRÉSIDENTE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH,
VON LANG.

La séance est ouverte à 2 heures un quart. Sur l'invitation de M. le Président, M. le DIRECTEUR lit le rapport suivant sur la seconde série des étalons à traits qui ont été déterminés au Bureau international des Poids et Mesures et qu'il s'agit de recevoir. Ces règles, au nombre de dix, avec leurs échantillons, se trouvent déposées dans la salle des séances.

J'ai l'honneur de présenter au Comité les résultats des déterminations faites sur la nouvelle série de prototypes métriques à traits étudiés depuis la Conférence générale de septembre 1889. Ces nouveaux mètres sont au nombre de 12, savoir : 10 en alliage du gros bloc fondu en 1874 au Conservatoire des Arts et Métiers, et 2 en platine iridié de MM. Johnson Matthey et C^o. De ces deux derniers, l'un appartient au Bureau international. C'est la *Règle type III*, qui avait été tracée une première fois par MM. Starke et Kammerer à Vienne, et qui a été retracée depuis, à la demande du Comité, par les soins de la Section française, suivant les dispositions adoptées défi-

nitivement pour tous les prototypes. La seconde est la Règle I₃, appartenant au Conservatoire des Arts et Métiers, et qui avait été fabriquée par MM. Johnson Matthey en même temps que le Prototype provisoire I₂ et une troisième règle désignée par I₁, laquelle a été déterminée avec le groupe distribué en 1889. J'ai indiqué, dans mon rapport sur l'exercice actuel, les raisons qui ont amené à introduire cette dernière règle dans les comparaisons, pour remplacer une autre règle de l'alliage de 1874, dont les tracés étaient défectueux et devront être refaits à nouveau.

J'ai indiqué également les méthodes qui ont été employées pour les déterminations de ces nouveaux mètres, méthodes d'ailleurs complètement conformes à celles qui avaient été suivies pour la grande série de prototypes livrés lors de la Conférence générale. Les résultats obtenus sont résumés dans les quatre Tableaux ci-joints, qui donnent :

1° *Tableau I.* — Les coefficients de dilatation des mètres exprimés en fonction de l'échelle normale des températures;

2° *Tableau II.* — Les équations des mètres à zéro par rapport au Prototype international;

3° *Tableau III.* — Les erreurs résiduelles que le calcul de compensation laisse subsister dans chacune des comparaisons individuelles;

4° *Tableau IV.* — Les valeurs des intervalles auxiliaires, demi-millimètres et millimètres entiers, compris entre le trait principal et les traits latéraux à chacune des extrémités des règles.

COEFFICIENTS DE DILATATION DES NOUVELLES
RÈGLES PROTOTYPES.

Échelle normale.

Règle n° 6.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8641 + 1,00 T)$.
» 8.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8635 + 1,00 T)$.
» 10.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8657 + 1,00 T)$.
» 11.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8639 + 1,00 T)$.
» 15.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8634 + 1,00 T)$.
» 16.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8641 + 1,00 T)$.
» 17.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8648 + 1,00 T)$.
» 22.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8642 + 1,00 T)$.
» 24.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8639 + 1,00 T)$.
» 25.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8632 + 1,00 T)$.
» 28.....	$\alpha_T = 10^{-9}(8648 + 1,00 T)$.
Règle I ₃ (Alliage Matthey)..	$\alpha_T = 10^{-9}(8640 + 1,00 T)$.
» T ₃ ..	$\alpha_T = 10^{-9}(8619 + 1,00 T)$.

ÉQUATIONS DES NOUVELLES RÈGLES PROTOTYPES.

Règle n° 6.....	$= \mathfrak{M} + 1,46$
» 8.....	$= \mathfrak{M} + 1,52$
» 10.....	$= \mathfrak{M} + 0,24$
» 11.....	$= \mathfrak{M} + 1,43$
» 15.....	$= \mathfrak{M} + 0,87$
» 16.....	$= \mathfrak{M} + 1,60$
» 17.....	$= \mathfrak{M} - 0,13$
» 22.....	$= \mathfrak{M} + 1,30$
» 24.....	$= \mathfrak{M} + 1,35$
» 28.....	$= \mathfrak{M} + 1,74$
Règle I ₃	$= \mathfrak{M} + 0,90$
» T ₃	$= \mathfrak{M} + 1,80$

ERREURS RÉSIDUELLES DES OBSERVATIONS.

NUMÉROS des Règles comparées.	δ .						
	μ		μ		μ		μ
6 - 8	+0,11	8 - 10	+0,16	10 - 11	+0,08	11 - 22	-0,09
6 - 10	+0,12	8 - 11	0,00	10 - 17	-0,09	11 - T ₃	0,00
6 - 11	-0,19	8 - 16	0,00	10 - I ₃	+0,21	11 - M	0,00
6 - 15	-0,10	8 - 28	+0,01	10 - M	+0,09		
6 - 24	+0,13	8 - M	-0,04				
6 - M	-0,08						
15 - 16	-0,20	16 - 17	-0,08	17 - 22	-0,02	22 - T ₃	-0,14
15 - 17	-0,01	16 - 22	+0,07	17 - I ₃	-0,23	22 - M	-0,15
15 - 22	-0,22	16 - 28	-0,15	17 - M	+0,05		
15 - 24	+0,24	16 - M	-0,06				
15 - M	+0,12						
24 - 28	+0,35	28 - I ₃	+0,08	I ₃ - T ₃	+0,13	T ₃ - M	+0,05
24 - I ₃	-0,05	28 - T ₃	+0,25	I ₃ - M	-0,14		
24 - T ₃	-0,22	28 - M	-0,12				
24 - M	+0,30						

VALEURS DES INTERVALLES AUXILIAIRES.

Règles.	Extrémité A.			Extrémité B.		
	Intervalle [1.2].	Intervalle [2.3].	Intervalle [1.3].	Intervalle [4.5].	Intervalle [5.6].	Intervalle [4.6].
N ^{os} 6.....	μ 508,01	μ 508,58	μ 1016,59	μ 500,88	μ 499,58	μ 1000,46
» 8.....	499,74	499,53	999,27	499,78	499,27	999,05
» 10.....	500,26	499,23	999,49	498,70	499,97	998,67
» 11.....	499,56	502,78	1002,34	500,15	498,68	998,83
» 15.....	500,73	500,12	1000,85	500,51	499,58	1000,09
» 16.....	500,02	500,37	1000,39	499,24	499,63	998,87
» 17.....	500,79	500,15	1000,94	499,02	500,33	999,35
» 22.....	500,24	500,22	1000,46	499,70	499,17	998,87
» 24.....	499,60	499,94	999,54	499,53	500,36	999,89
» 28.....	499,38	500,71	1000,09	499,22	498,75	997,97
I ₃	500,21	508,07	1008,28	501,21	496,48	997,69
T ₃	499,51	498,77	998,28	500,63	498,55	999,18

Tous ces résultats devront être consignés, pour chaque mètre, dans un certificat, analogue à ceux qui ont été distribués avec les premiers prototypes, et pour lequel un modèle de rédaction est proposé à l'appréciation du Comité.

Ces règles sont accompagnées de *témoins* ou morceaux coupés à leurs extrémités, et qui ont été préparés et polis par M. Laurent pour pouvoir, au besoin, servir pour des déterminations de dilatation par la méthode Fizeau. Comme la confection de ces règles a été antérieure à la réunion du Comité, par laquelle il était décidé que chaque étalon serait ainsi accompagné de deux fragments détachés chacun de l'une des extrémités, cette résolution ne se trouve pas, cette fois, rigoureusement satisfaite. Pour certaines d'entre elles, les deux échantillons ont été prélevés, l'un à côté de l'autre, sur la même extrémité du barreau qui a servi à former le mètre correspondant; pour d'autres, l'un des échantillons s'est trouvé trop court pour pouvoir être employé à des mesures par la méthode Fizeau; enfin, pour quelques-uns, un seul échantillon existait, et pourra être remis aux parties intéressées, en même temps que la règle dont il a été détaché.

Les étalons métriques qui ont été demandés actuellement sont :

	Mètres.
Par le Gouvernement de Roumanie	1
Par la Section française (Conservatoire des Arts et Métiers).	5
Par le Service géographique de l'Armée française	1
Par la Physikalisch-Technische Reichsanstalt à Berlin	1
	<hr/>
	8

tous en alliage de 1874.

Il restera donc encore, une fois ces mètres distribués, 2 étalons de ce même alliage déterminés et disponibles pour satisfaire à de nouvelles demandes éventuelles.

Il n'en est plus de même pour les mètres en alliage de MM. Johnson Matthey, la livraison du n° 23 au Gouvernement de Finlande, faite dans le cours de 1890, ayant épuisé la série de prototypes existants de ce groupe. La commande d'un nouveau prototype du mètre à traits par le Gouvernement mexicain, qui vient d'avoir lieu, commande indiquée dans le *Quinzième Rapport*, p. 20, sans que l'alliage soit spécifié, pourrait donc créer quelques difficultés. Il existe bien les deux mètres I₁ et I₃, complètement déterminés, ainsi que je l'ai dit; mais ces mètres appartiennent à la Section française, qui ne paraît pas, d'après les renseignements qui me sont parvenus, disposée

à s'en dessaisir. Mais d'autre part le Bureau a conservé encore en dépôt, jusqu'à l'époque actuelle, un prototype n° 25, qui avait été attribué par le sort, lors du tirage de 1889, à l'observatoire de Bruxelles. Ce prototype, non plus que les thermomètres (nos 4337 et 4358) qui devaient l'accompagner, n'a point été retiré; tous les comptes du Gouvernement belge avec le Gouvernement français, relatifs aux autres mètres demandés par le premier, ont été actuellement liquidés; en sorte qu'il est permis de supposer que l'observatoire de Bruxelles serait peut-être disposé à se dessaisir de tout droit de propriété sur un prototype demandé à une époque où l'on ne prévoyait pas exactement le prix élevé qu'il devait atteindre. Dans ce cas, ce mètre pourrait devenir disponible et être utilisé pour satisfaire à une nouvelle demande.

Quant au mode de distribution de ces nouveaux mètres, il paraît indiqué de suivre le même procédé qui a été adopté toutes les fois qu'une livraison soit d'un mètre, soit d'un kilogramme, de ceux antérieurement déterminés, a été faite depuis la Conférence de 1889. Ce procédé a consisté à inviter l'Ambassade ou Légation à Paris du Gouvernement intéressé à déléguer au Bureau international un représentant, devant lequel était tiré au sort, parmi les prototypes disponibles, celui qui devait lui revenir. Toutefois, je crois que, dans ce tirage au sort, il ne faudrait pas comprendre la totalité des nouveaux étalons déterminés. Parmi ces étalons, il en est quelques-uns qui sont, au point de vue des polis et des tracés, sensiblement moins parfaits que les autres. L'examen des diverses *mouches* a permis de signaler quelques légers défauts, rayures, traits latéraux tremblés ou ondulés, etc., qui, sans nuire à la valeur métrologique de l'étalon métrique lui-même, constituent cependant une infériorité appréciable. Quand les résultats de ces observations furent communiqués à la direction du Conservatoire, lors de la livraison des mètres au Bureau international, il fut répondu que, le Conservatoire demandant cinq de ces règles pour lui-même, il acceptait d'avance celles qui paraîtraient les moins satisfaisantes. En présence de cette offre, il n'a paru nécessaire ni au bureau du Comité, ni à la direction du Bureau international, d'exiger du Conservatoire l'effacement et la réfection des polis et des tracés, qui auraient sans aucun doute exigé beaucoup de temps et considérablement retardé l'achèvement d'un travail dont les résultats étaient demandés et attendus avec impatience. Une seule des 11 règles présentées par le Conservatoire fut, ainsi que je l'ai dit, complètement rebutée, les défauts portant sur les traits limitatifs du mètre lui-même, et pouvant par consé-

quent exercer une influence fâcheuse sur l'exactitude de toutes les études dans lesquelles cette règle aurait été comprise.

Comme il est désirable de ne livrer à des Gouvernements, tels par exemple que la Roumanie, qui ont accédé depuis longtemps à la Convention, comme étalons fondamentaux de leurs Services de Poids et Mesures, que des pièces aussi irréprochables que possible, je propose que, acceptant le procédé indiqué par le Conservatoire, on mette de côté pour lui les 5 règles qui ont paru les moins satisfaisantes et que le tirage au sort soit limité, pour les autres intéressés, aux étalons restants.

J'ai encore, à propos de ces étalons, une proposition à formuler. Le Bureau international possède le Prototype n° 26, qui lui est échu par le sort lors du tirage de 1889. Il est évident que, les études qui exigent l'emploi du Prototype international une fois terminées, et celui-ci renfermé dans son dépôt, c'est le Prototype 26 qui deviendra, par la force des choses, la base de toutes les déterminations métrologiques à exécuter dans l'avenir, et prendra par conséquent une importance toute particulière et prédominante. Il serait, je crois, très désirable que le Bureau international possédât, et eût à sa libre disposition, un second prototype, du même alliage, de la même forme et ayant les mêmes tracés, qui lui permet, par des comparaisons renouvelées de temps en temps, de contrôler et vérifier le n° 26, qui sera, comme il l'a été depuis 1889, presque continuellement en service pour les déterminations courantes. Le Bureau possède, il est vrai, quelques règles, autrefois déterminées, et que l'on pourrait employer à cet usage. Toutefois ces règles sont ou bien d'un autre alliage, ou bien d'une autre forme, et construites par d'autres procédés de fabrication, avec des polis et des tracés différents, et surtout enfin avec de fortes équations par rapport au Prototype.

Il avait été décidé que l'on réserverait la Règle type III, en alliage de Johnson Matthey, comme témoin à conserver sous le vide, dans le dépôt, à côté du Prototype international. A la suite de nouvelles déterminations dont cette règle vient d'être l'objet, je proposerai au Comité de modifier sa décision à ce sujet, en ce sens qu'une autre règle serait employée à cet usage. Le Prototype international est déjà, dans le dépôt, accompagné de 2 témoins, savoir la Règle I₂ et la Règle n° 13. On pourrait, soit se servir de cette dernière comme témoin à conserver dans le vide, soit reporter le choix sur l'une de nos autres règles, par exemple l'une de nos deux Règles types, qui sont également en alliage de Matthey, et, bien que

d'une autre forme, ont été soumises à des procédés de fabrication de même nature.

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur ce rapport.

M. HIRSCH fait observer que les certificats destinés à accompagner les prototypes et étalons sont des documents d'une importance telle que le Comité qui les délivre, et le bureau qui est appelé à les signer, doivent les approuver formellement en séance; il en demande donc la lecture, en insistant sur la distinction à faire entre celui qui doit accompagner le prototype de la Roumanie et ceux des autres étalons.

M. le Directeur ayant procédé à cette lecture, le Comité approuve ces formulaires après y avoir apporté quelques légères modifications.

Comme il a été décidé que les équations citées dans les certificats doivent être accompagnées de leurs erreurs probables, il est convenu, sur la demande du Secrétaire, qu'on les inscrira également dans le tableau qui accompagne le rapport du Directeur et qu'on ne se contentera pas d'y indiquer seulement les erreurs résiduelles des observations.

M. le PRÉSIDENT fait remarquer que, sauf une, toutes les règles sont destinées à des institutions scientifiques; le Comité a la compétence nécessaire pour les recevoir et procéder à leur distribution par le sort, en réservant pour celle qui reviendra à la Roumanie la sanction par la prochaine Conférence générale en 1895; car cette sanction n'est prévue par la Convention que pour les prototypes internationaux et nationaux.

10 règles sont déterminées, dont 8 sont demandées et doivent être distribuées, tandis que les 2 autres restent en réserve pour des demandes ultérieures. Mais, ainsi qu'on vient de l'apprendre par le rapport de **M. Benoît**, le Con-

servatoire est d'accord pour accepter les 5 règles qui présentent quelques petites imperfections, du reste sans portée métrologique. Il n'y a donc à procéder au tirage au sort que pour 3 règles, opérations pour lesquelles on invitera les intéressés.

Après ces explications et sur la base du rapport du Directeur, le Comité reçoit à l'unanimité les 10 étalons à traits en alliage de 1874, déterminés et présentés, en réservant, pour le prototype qui sera attribué à la Roumanie, la sanction de la Conférence générale de 1895.

En revenant sur le passage du rapport du Directeur, qui fait entrevoir la possibilité de disposer de l'étalon n° 25 qui était échu en 1889 à l'Observatoire de Bruxelles, pour satisfaire à la demande d'un prototype par le Mexique, le Secrétaire, à l'occasion de son prochain voyage à Bruxelles, s'informera auprès de M. le Directeur de l'Observatoire si la Belgique renonce définitivement à l'acquisition de cet étalon.

En ce qui concerne le témoin à conserver dans le vide, et pour lequel le rapport pose l'alternative entre la Règle type III qui, jadis, avait été désignée pour cet usage et la Règle en métal pur n° 13, M. le Président préfère cette dernière, car elle est de la forme en X et a été fabriquée par des procédés absolument identiques à ceux employés pour le Prototype international, par conséquent il est probable que les modifications moléculaires, qui peut-être se produiront dans le cours des siècles pour d'autres causes que la pression atmosphérique, seront les mêmes pour le prototype et ce témoin.

Le Comité se décide pour cet emploi du n° 13.

Le **SECRETARE** donne connaissance au Comité d'un vœu exprimé par l'Association géodésique internationale, sur la proposition de M. Defforges, auquel est due la détermi-

nation de la pesanteur à Breteuil. Il s'agit de la création, au Bureau international, d'une station centrale pour la comparaison des différents appareils de pendule servant à la détermination de la pesanteur. Il donne lecture des passages des Comptes rendus de la Conférence géodésique de Florence se rapportant à la délibération sur ce sujet, et desquels il résulte que l'Association géodésique, déclarant se charger des frais de cette installation, a voté, dans ce but, un crédit de 3000^{fr.} Comme, de cette manière, le Comité n'a à prévoir pour lui aucun sacrifice financier pour une semblable organisation, dont l'utilité scientifique est indiscutable, M. HIRSCH se permet d'appuyer vivement cette demande, d'autant plus que le Comité ne sortirait nullement ainsi de ses attributions, puisque, comme M. le Président l'a fait remarquer dans la dernière séance, la détermination de la pesanteur au moyen de pendules peut être envisagée comme un des moyens de contrôle pour les unités fondamentales du Système métrique.

M. VON LANG demande si le Bureau dispose d'une place convenable pour une semblable installation, et si l'on pense par exemple à la salle II, qu'on pourrait utiliser dans ce but.

M. le DIRECTEUR répond que ce serait plutôt la salle IV qui se prêterait le mieux à une telle installation et où il serait facile de placer les appareils. M. Benoît ne voit aucune difficulté à accepter la proposition de l'Association géodésique, pourvu qu'il soit bien établi que l'entreprise n'entraînera pas le Bureau à des dépenses; il se rappelle, en effet, que l'installation de M. Defforges était assez compliquée, qu'elle entraîna, entre autres, l'établissement d'une ligne télégraphique mettant la station en communication avec l'Observatoire pour recevoir l'heure astronomique.

M. HIRSCH croit qu'il ne faut pas s'effrayer des frais occasionnés, et qui se borneront pour le Bureau à la construc-

tion des fondations pour les piliers. Quant à la ligne télégraphique dont l'Association géodésique devra faire les frais, ceux-ci se réduiront à peu de chose, puisqu'il suffira de se rattacher par un fil de quelques centaines de mètres au Bureau de postes de Sèvres, qui est en communication télégraphique avec Paris.

M. FOERSTER ajoute à cet égard qu'il n'est point nécessaire d'avoir une ligne spéciale à sa disposition pendant tout le temps des observations, si l'on installe dans la cave du Bureau une bonne pendule électrique sous pression constante, d'une régularité de marche parfaite, comme celle par exemple de l'Observatoire de Neuchâtel; il suffit de la contrôler, comme on le fait à Berlin, par un ou deux signaux venant de l'Observatoire aux jours où l'on observe.

M. CHANEY exprime la crainte que l'exécution de ce projet n'absorbe trop de temps pour le personnel scientifique du Bureau, qui a déjà de la peine à s'acquitter des travaux qui lui incombent de par la Convention.

M. HIRSCH répond que M. Chaney peut se rassurer; car ce sont les observateurs de pendules eux-mêmes qui viendront à Breteuil, où on leur offre l'hospitalité, pour comparer leurs instruments. Le seul travail qui incombera aux fonctionnaires du Bureau consistera à étalonner les échelles divisées des pendules, ce qui rentre dans le programme de l'établissement international.

M. le DIRECTEUR ajoute que de semblables étalonnages ont d'ailleurs déjà été demandés et exécutés au Bureau.

M. CHANEY déclare qu'après ces éclaircissements il se rallie complètement au projet, lequel est ensuite adopté à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT, passant ensuite aux questions financières dont la solution a été réservée hier pour la séance d'au-

jourd'hui, dit qu'en conséquence des points de vue généraux dont il s'est permis de donner hier un exposé préalable, mais désirant se borner pour le moment au strict nécessaire, il a préparé un certain nombre de projets de résolutions sur lesquels il demande au Comité de délibérer.

La première de ces propositions consiste à accorder, en outre des 12000^{fr} qui, dans la dernière session, ont été votés pour la détermination entre le mètre et les longueurs d'ondes, un crédit supplémentaire de 7500^{fr} à inscrire également au Compte I.

M. FOERSTER ajoute que la demande de ce crédit supplémentaire se justifie par le fait que les frais nécessaires pour la construction des appareils ont, comme le Comité en a déjà été informé, dépassé notablement le devis, de sorte qu'il faut maintenant de nouveaux moyens, afin de pourvoir à l'indemnité prévue pour le savant distingué qui a répondu avec tant d'empressement à l'invitation d'apporter à cette œuvre le concours précieux de sa méthode et de ses connaissances spéciales.

M. GOULD tient à constater que **M. Michelson**, précisément en raison de ce que le premier devis des instruments, dressé d'après ses indications, a été dépassé par suite de circonstances d'ailleurs indépendantes de sa volonté, avait voulu renoncer complètement à toute indemnité; mais il lui semble que le Comité ne peut pas accepter ce sacrifice généreux, car il importe que cette entreprise, sortie de l'initiative du Comité, reste son œuvre à tous les égards. **M. Michelson** se rendant à cet argument accepterait cette indemnité, qui comprend du reste les frais de voyage et de séjour.

M. HIRSCH appuie la proposition, en rappelant que le Compte I possède encore actuellement un solde disponible de 26000^{fr}, de sorte qu'il peut parfaitement supporter cette nouvelle charge.

Le Comité accorde à l'unanimité le nouveau crédit de 7500^{fr} demandé.

La deuxième proposition concerne l'inscription à ce même Compte I d'une dépense d'environ 1400^{fr} pour l'acquisition d'une nouvelle machine dynamo et d'une bobine d'induction grand modèle.

M. le DIRECTEUR justifie cette demande par la considération que l'ancienne dynamo, construite naturellement d'après un modèle maintenant suranné, se trouve, par l'usage continué qu'on en a fait, presque complètement usée, et ne saurait plus satisfaire aux besoins du Bureau.

Le crédit de 1400^{fr} est accordé.

Troisièmement, le Bureau demande l'autorisation de faire la commande de la grande balance de Rueprecht pour le prix d'environ 10000^{fr}, si les ressources qu'on peut prévoir, soit par l'adhésion d'un nouvel État à la Convention, soit par la rentrée d'arriérés de contributions, permettent de la faire sans trop diminuer l'actif disponible pour l'amélioration du matériel.

M. HIRSCH fait remarquer que cette demande est d'ailleurs simplement la conséquence d'un vote de principe émis par le Comité sur la proposition de la Commission des Instruments et Travaux, et qu'on ne demande aujourd'hui qu'à engager cette dépense éventuellement.

Ainsi entendue, la proposition est adoptée.

Quatrièmement, M. le Président propose de demander, à un moment convenable, dans le courant des deux prochaines années, aux Gouvernements, sur la base de l'article 21 du Règlement de la Convention, une contribution extraordinaire de 30000^{fr}, destinée à couvrir toutes les

dépenses nécessitées par l'acquisition des prototypes du Bureau international et de leurs témoins.

M. FOERSTER, à l'appui de cette proposition, rappelle que le Comité a déjà à deux reprises, pour le même but et sur la base du même article 21, demandé des contributions extraordinaires aux Gouvernements, qui les ont immédiatement accordées.

M. HIRSCH ajoute qu'il s'agit cette fois de payer une dette contractée vis-à-vis de la France, dette qui s'accroîtra l'année prochaine par l'acquisition du mètre prototype à bouts.

Cette quatrième proposition est adoptée à l'unanimité.

Enfin la cinquième proposition consisterait, lorsque la Turquie aura, comme il y a lieu de l'espérer, versé les arriérés de ses contributions, à prier les Gouvernements d'accorder une subvention extraordinaire en faveur des dépenses pour les travaux fondamentaux et les installations auxiliaires destinées à établir les relations entre les prototypes et certaines constantes naturelles (ondes lumineuses, masse d'eau contenue dans le décimètre cube, intensité de la pesanteur). Il resterait entendu que cette démarche éventuelle serait encore à soumettre, au moment voulu, par correspondance à la décision du Comité.

M. BERTRAND admet parfaitement la nécessité plus ou moins prochaine de ressources extraordinaires pour ces grandes recherches, déjà décidées en principe par la Commission internationale du Mètre en 1872; il est persuadé, d'après l'expérience déjà faite du bon vouloir des Gouvernements, que ceux-ci n'hésiteront pas à mettre le Comité en état d'accomplir ces importants travaux. Mais il faut avoir bien soin de ne pas mêler dans cette proposition deux choses essentiellement distinctes; car il est évident que si

la Turquie paye, le Comité doit rembourser aux États, qui ont bien voulu combler provisoirement le déficit créé par les arriérés, les parts qui leur reviennent par cette rentrée.

M. HIRSCH partage l'avis de **M. Bertrand** qu'il faut, en tout état de cause, rembourser aux États leur part de la subvention extraordinaire correspondant au versement espéré de la Turquie. Mais il n'est pas besoin pour cela de retirer de la Caisse des dépôts et consignations les espèces pour les remettre aux Ambassades et Légations; il est au contraire plus simple et conforme à une gestion financière normale, de porter ces sommes en déduction des contributions annuelles et extraordinaires qu'on sera appelé à demander aux Gouvernements.

M. BERTRAND approuve complètement ce mode de remboursement exposé par le Secrétaire.

En tenant compte de ces observations et en réservant la décision définitive par correspondance, au moment opportun dont le bureau restera juge, le *Comité approuve à l'unanimité la cinquième proposition.*

M. le PRÉSIDENT est d'avance certain de l'assentiment du Comité en lui proposant de remercier d'une manière toute particulière **M. le Directeur** pour l'esprit de haute conscience et d'économie qui ne cesse d'inspirer sa gestion, ainsi que pour l'infatigable activité et les grandes qualités scientifiques dont il a continué à donner la preuve par ses nombreux et remarquables travaux.

Le Comité sera également heureux de témoigner de nouveau aux deux savants Adjointes qui collaborent si efficacement avec le Directeur toute sa satisfaction, en allouant à chacun d'eux une gratification de mille francs.

Le Comité s'associe à l'unanimité aux remerciements

exprimés par le Président et vote la gratification proposée.

M. le PRÉSIDENT constate que l'ordre du jour de la session est épuisé et qu'il ne restera plus que la lecture et la signature des deux derniers procès-verbaux; il déclare close la session de 1892 en remerciant ses collègues de la bienveillance avec laquelle ils lui ont facilité sa tâche.

Il invite les membres du Comité à visiter encore une fois, comme il a été convenu, les salles d'observations pour examiner les appareils, entre autres les mètres à bouts disposés à cet effet.

La séance est levée à 4 heures et demie.



PROCÈS-VERBAL

DE LA SIXIÈME SÉANCE,

Vendredi 23 septembre 1892.

PRÉSIDENTE DE M. FOERSTER.

Sont présents :

MM. ARNDTSEN, BENOÎT, BERTRAND, CHANEY, GOULD, HIRSCH,
VON LANG.

Les procès-verbaux des deux dernières séances sont lus
et adoptés sans observations.

Signé : FOERSTER.

D^r AD. HIRSCH.

LANG.

A. ARNDTSEN.

H. J. CHANEY.

D^r RENÉ BENOÎT.

J. BERTRAND.

B. A. GOULD.

ANNEXES

AUX

PROCÈS-VERBAUX DE 1892.



ANNEXE I.

CIRCULAIRE.

Le Comité international des Poids et Mesures s'est occupé, déjà anciennement, d'exécuter les dispositions de la Convention concernant les vérifications, par le Bureau international, des étalons de longueur et de poids, ainsi que des thermomètres et des baromètres de précision, appartenant à des établissements ou sociétés scientifiques, à des savants ou à des constructeurs. Les conditions auxquelles cette admission pouvait avoir lieu, ainsi que les taxes fixées pour les diverses sortes d'études qui pouvaient être demandées, ont été établies par un Règlement en date du 4 octobre 1882 (voir *Procès-Verbaux* de 1882, p. 75, etc.), qui a été communiqué par circulaire du 10 avril 1884 (voir *Procès-Verbaux* de 1884, p. 12) à tous ceux que cette décision devait intéresser.

Comme on peut s'en rendre compte par les rapports adressés chaque année par le Comité international aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, de très nombreuses demandes se sont en effet produites et ont été accueillies depuis cette époque. Les études exécutées pour y satisfaire ont constitué, en dehors des travaux en quelque sorte officiels et obligés du Bureau, une part importante de son activité scientifique; ils l'ont amené à créer, en thermométrie notamment, un véritable service régulier, avec un matériel et un personnel supplémentaires, spécialement affectés aux travaux de premier ordre de cette catégorie.

L'expérience acquise pendant plusieurs années consécutives sur le fonctionnement de ce service, une appréciation plus nette des besoins que, dans cet ordre d'idées, l'institution internationale peut être appelée à satisfaire, ainsi que des obligations qui en résultent, et, en outre, les modifications introduites, sur un certain nombre de

points, dans les procédés d'études, ont amené le Comité à examiner l'opportunité d'une revision de ce Règlement pour la vérification des étalons de poids et mesures et des instruments auxiliaires. Après discussion approfondie de la question, pendant les deux sessions de 1890 et 1891, le Comité a décidé d'adopter, pour servir de base à cette revision, les principes suivants :

En premier lieu, d'une manière générale, le Bureau n'accepte que des vérifications de haute précision et ne se charge pas des travaux qui rentreraient naturellement dans les attributions des Bureaux ou Instituts des Poids et Mesures des divers pays, ou qui pourraient être exécutés dans les laboratoires de Physique, avec les moyens dont ceux-ci disposent habituellement. Les objets qui sont soumis à son examen doivent être des étalons de premier ordre, réunissant toutes les conditions que la construction moderne permet de réaliser pour obtenir dans les résultats des mesures le plus haut degré d'exactitude possible. Il n'est fait d'exception à cette règle, à l'égard des objets de construction ancienne, que pour ceux qui présentent un intérêt historique ou scientifique important. Les conditions que doivent remplir les objets des diverses catégories sont spécifiées en détail dans le Règlement ci-après; le Directeur du Bureau, d'accord avec le bureau du Comité, reste d'ailleurs maître de juger, dans chaque cas, si ces conditions sont suffisamment remplies.

En second lieu, le Comité a décidé de modifier les taxes de vérification pour les différentes espèces d'étalons, en vue de leur faire représenter à peu près l'ensemble des dépenses directes et spéciales occasionnées au Bureau international par chacune de ces opérations.

Les travaux de vérification qui seront demandés pour les services publics des Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, par voie diplomatique au bureau du Comité, seront exécutés gratuitement.

Le nouveau Règlement sera appliqué pour toutes les demandes qui suivront sa publication.



RÈGLEMENT

POUR

LA VÉRIFICATION DES ÉTALONS DE POIDS ET MESURES

ET

DES INSTRUMENTS AUXILIAIRES.

ARTICLE 1^{er}. — Conformément à l'art. 6 de la Convention du Mètre, le Bureau international des Poids et Mesures, fondé par cette Convention, à Sèvres près de Paris, est chargé de la comparaison des étalons de longueur et de poids, des échelles divisées ainsi que des thermomètres et des baromètres de précision, dont la vérification lui sera demandée; soit par des Gouvernements, soit par des établissements scientifiques, des sociétés savantes, des artistes constructeurs ou des savants.

ART. 2. — Les vérifications à exécuter au Bureau international doivent être strictement limitées à des étalons de premier ordre. Les demandes qui n'émanent pas des Gouvernements peuvent être adressées au Directeur du Bureau international, au pavillon de Breteuil, Sèvres (*près de Paris*); mais elles sont soumises, dans tous les cas, au bureau du Comité, qui décide si elles peuvent être acceptées et donne l'autorisation d'exécuter les travaux.

ART. 3. — Les étalons et instruments peuvent être présentés et retirés par le propriétaire en personne ou par son représentant dûment autorisé; ou bien ils peuvent être envoyés par poste ou chemin de fer; dans ce dernier cas, l'envoi et le retour ont lieu aux frais et risques du propriétaire.

A leur arrivée au Bureau, il sera dressé, et, le cas échéant, en présence du propriétaire ou de son représentant, un procès-verbal constatant l'état des étalons. Pendant leur séjour au Bureau inter-

national, l'administration de ce dernier mettra tous ses soins à assurer leur sécurité et leur bonne conservation; mais elle n'est pas matériellement responsable des accidents qui, malgré toutes les précautions prises, pourraient arriver à ces objets.

ART. 4. — Le Bureau exécutera les comparaisons et vérifications avec toute la diligence que comportent la nature de l'opération demandée et l'état général des travaux obligatoires du Bureau international, mais il ne s'engage pas à les exécuter dans un délai fixe. Le Bureau ne communiquera, en aucun cas, aux propriétaires, avant l'achèvement des comparaisons, des valeurs approximatives des équations ou corrections.

ART. 5. — Les étalons ou instruments présentés ou envoyés doivent être accompagnés d'une note signée par le propriétaire et indiquant :

- a, la désignation et la description sommaire de l'objet;
- b, le nom du constructeur et l'époque de la construction;
- c, la nature et l'étendue de la vérification demandée;
- d, s'il faut tenir l'objet à la disposition du propriétaire ou le lui retourner par la poste ou par une autre voie.

ART. 6. — Les études faites par le Bureau international seront résumées dans des certificats, signés par le Directeur du Bureau, et contenant les résultats des diverses déterminations effectuées : équations des règles ou des poids par rapport aux prototypes, erreurs des divisions, etc.

ART. 7. — *Mesures de longueur.* — Pour être acceptés, les étalons de longueur doivent appartenir au système métrique; leur longueur peut être de 1, 2, 3 ou 4 mètres. Ils peuvent être à bouts ou à traits, en métal ou en pierre dure. Pour les étalons à bouts, les surfaces terminales doivent être suffisamment parfaites et intactes pour bien définir la longueur. Les étalons à traits doivent être tracés sur le plan des fibres neutres, les traits doivent être assez nets et assez fins pour pouvoir être bien observés avec un grossissement de 60 fois environ.

Il peut, par exception, être dérogé à quelques-unes des règles précédentes, par exemple à la condition du plan des fibres neutres, pour des pièces présentant une valeur historique importante, pour des règles géodésiques, les étalons fondamentaux des services des

nivellements de précision, les petites échelles constituant des subdivisions décimales du mètre (décimètre, centimètre, millimètre) et les divisions micrométriques sur verre ou cristal de roche.

Les propriétaires peuvent demander pour les mesures de longueur :

- a*, la comparaison à la température ambiante ;
- b*, l'équation complète avec détermination de la dilatation ;
- c*, pour les échelles divisées, l'étude de la division.

ART. 8. — Mesures de masse. — Les étalons de masse ou de poids et les poids divisionnaires peuvent être en métal ou en pierre dure. Ils doivent être constitués d'un seul morceau, sans pièces rapportées, sans cavités intérieures, ajustés par rodage et non par addition de grenaille. Ils doivent être dans un état irréprochable de conservation.

Les propriétaires peuvent demander pour ces étalons :

- a*, l'équation par rapport au prototype du kilogramme, si le volume ou la densité sont donnés ;
- b*, la détermination du poids spécifique ;
- c*, pour les poids divisionnaires, leur valeur en unités métriques.

ART. 9. — Thermomètres. — Les thermomètres, pour être reçus, doivent être faits d'une seule pièce, à échelle tracée directement sur la tige. Les thermomètres à mercure doivent porter le point zéro, et être munis d'une petite chambre à leur partie supérieure. Ceux pour lesquels on demande le calibrage doivent avoir une division équidistante.

Les thermomètres à mercure qui ne satisfont pas à cette dernière condition, de même que les thermomètres à alcool destinés à la mesure des basses températures, dont le tube n'a point été soumis à un calibrage préalable, avant l'achèvement de l'instrument, ne peuvent être déterminés que par des comparaisons avec les étalons du Bureau.

Suivant le cas et la disposition des instruments, les propriétaires peuvent demander (voir l'*Annexe*) :

- a*, la détermination de l'intervalle fondamental ou de la valeur du degré, et celle du coefficient de pression ;
- b*, le calibrage de toute l'échelle ;
- c*, des comparaisons en plusieurs points avec les étalons du Bureau.

ART. 10. — *Baromètres.* — Les baromètres, pour être reçus, doivent être à mercure et avoir un diamètre intérieur d'au moins 11^{mm}; ils peuvent être à siphon ou à système Fortin; ils doivent être munis des moyens de déplacer le niveau du mercure dans les deux branches. Les baromètres doivent toujours être apportés et retirés par le propriétaire ou son délégué.

Les propriétaires peuvent demander la détermination de la correction par rapport au baromètre normal.

ART. 11. — Les vérifications demandées par les gouvernements des États ayant adhéré à la Convention du Mètre sont gratuites.

Les institutions publiques ou privées, ainsi que les savants ou artistes constructeurs appartenant aux États qui participent à la Convention devront payer les taxes suivantes, établies par le Comité, en vertu de l'article 13 du Règlement annexé à la Convention.

I. — MESURES DE LONGUEUR.

Mesures métriques à traits.

	fr
1. Comparaison à la température ambiante.....	60
2. Détermination de la dilatation, soit par la méthode du comparateur, soit par la méthode Fizeau lorsqu'un échantillon préparé à cet effet sera fourni par le propriétaire.....	150
3. Étalonnage de la division d'une règle d'un mètre, savoir : détermination de tous les centimètres et des millimètres d'un centimètre (110 traits).....	400

Pour les étalons appartenant à d'autres systèmes que le système métrique, pour les mesures à bouts et en général pour les cas exceptionnels indiqués dans la circulaire ci-dessus, les taxes seront fixées par le Directeur du Bureau, d'accord avec le bureau du Comité, en tenant compte du travail exigé par chaque demande.

II. — DÉTERMINATION DE MASSES.

Poids métriques; maximum 1 kilogramme.

1. Détermination du poids absolu d'une pièce, le poids spécifique étant déjà connu ou indiqué par le propriétaire....	60
2. Détermination du poids spécifique d'une pièce.....	120
3. Étalonnage d'une série de poids, pour chaque pièce en plus de la pièce principale.....	20

Pour les poids supérieurs à 1 kilogramme ou appartenant à d'autres systèmes, les taxes seront fixées, comme ci-dessus, dans chaque cas particulier.

III. — THERMOMÈTRES.

1. Détermination de l'intervalle fondamental ou de la valeur du degré et du coefficient de pression.....	fr 20
2. Comparaison d'un thermomètre avec les étalons du Bureau; pour chaque point à déterminer.....	10
3. Calibrage et étude de la division, suivant modèles (voir <i>Annexe</i>).....	30 à 80

IV. — BAROMÈTRES.

Détermination de la correction par rapport au baromètre normal	50 ^{fr}
----------------------------------------------------------------------	------------------

Les gouvernements des États qui n'ont pas adhéré à la Convention, ainsi que leurs nationaux, auront à payer le double de ces taxes, et le Bureau ne prendra avec eux aucun engagement quant aux délais d'exécution.

ART. 12. — Les propriétaires ont en outre à payer les frais de transport, d'emballage et autres, qui résulteront de l'envoi des objets par la poste ou par chemin de fer.

Les taxes sont payées à la remise des certificats, ou prises en remboursement lors de l'envoi par poste de ces certificats.



ANNEXE.

Les études thermométriques étant très fréquemment demandées au Bureau et pouvant comporter une grande diversité, suivant les cas, selon les dispositions des thermomètres et les usages auxquels ils sont destinés, il convient de rappeler quelques principes qui devront servir pour les demandes à adresser au Bureau, et de spécifier plus nettement les conditions nécessaires pour que les vérifications puissent être précises et réellement utiles.

L'étude individuelle d'un thermomètre étalon comprend les opérations suivantes :

- a. Détermination de l'intervalle fondamental.
- b. Détermination du coefficient de pression.
- c. Calibrage et étude de la division.

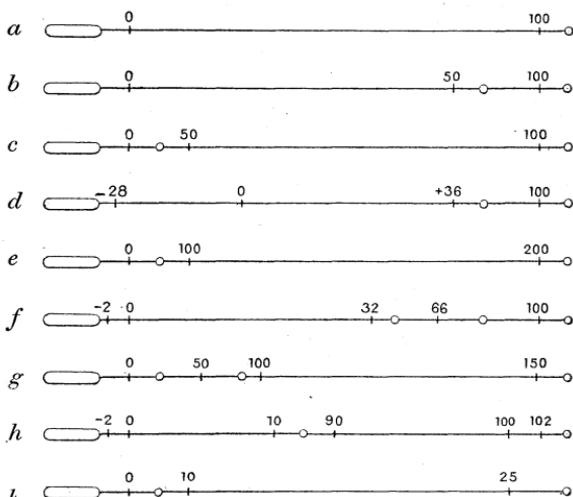
Ces trois opérations fournissent les éléments nécessaires à l'établissement des tables de corrections individuelles de chaque thermomètre.

Les recherches faites dans ces dernières années ont montré que *quand les lectures, rapportées au zéro actuel, ont subi les corrections individuelles données par les tables, tous les thermomètres construits avec le même verre fournissent des indications concordantes dans les limites des erreurs d'observation.* L'étude individuelle d'un thermomètre étalon suffit donc pour fournir une échelle thermométrique parfaitement déterminée. Les comparaisons ne sont nécessaires que pour des thermomètres construits avec un verre inconnu, ou ne possédant pas le point 100, ou encore dont la division est telle que tous ses points ne sont pas accessibles à un calibrage partant des points 0 et 100.

La comparaison de deux thermomètres est une opération délicate et difficile, qui n'atteint la précision d'un calibrage qu'à la condition d'y employer beaucoup de temps et de peine ; on doit donc, dans les études thermométriques, la réduire au minimum possible, 1° en faisant construire les thermomètres avec un verre dont les propriétés sont connues; 2° en choisissant un modèle de thermomètre qui,

approprié autant que possible au but que l'on poursuit, possède les points 0 et 100 et les parties de l'échelle nécessaires pour qu'on puisse atteindre chaque point par un calibrage partant des points 0 et 100.

Nous indiquons ici les modèles les plus usuels.



Ces exemples montrent le parti que l'on peut tirer des ampoules intermédiaires remplaçant une partie de l'échelle qui ne doit pas être utilisée dans les expériences qu'on a en vue. On pourrait les varier encore de bien des façons; mais ces modifications doivent être faites d'une façon raisonnée et systématique. Il n'y a généralement aucun inconvénient à prolonger un peu l'échelle; mais on peut rendre un thermomètre impropre à être calibré en la raccourcissant. Afin d'éviter tout mécompte, le Bureau invite les savants qui voudraient faire étudier des thermomètres d'un modèle sensiblement différent des précédents, et qui n'ont pas fait une étude spéciale de ces questions, à s'enquérir auprès de lui de la possibilité de l'étude avant de les faire construire.

Lorsque, par suite de conditions spéciales à remplir, le point 100 ne peut exister sur la tige (modèle *i*, thermomètre calorimétrique) ou lorsqu'un calibrage est impossible entre 0 et 100 (modèle *h*, thermomètre hypsométrique), la valeur du degré est déterminée par des

comparaisons en un ou deux points avec un thermomètre étalon; la comparaison est alors équivalente à la détermination de l'intervalle fondamental.

Le Bureau international est en possession de thermomètres comparés dans toute leur étendue avec le thermomètre à hydrogène. Ces comparaisons, qui ont nécessité un labeur assidu de plusieurs années, constituent un travail fondamental d'une valeur scientifique générale qu'il serait absolument inutile de répéter dans le seul but de déterminer les corrections d'un thermomètre particulier. En conséquence, les comparaisons qui pourraient être demandées ne seront faites, en aucun cas, directement avec le thermomètre à gaz.

Les comparaisons à toutes températures, mais particulièrement aux températures très basses, exigent des manipulations importantes, la mise en marche de diverses machines, et occasionnent des dépenses considérables de chauffage ou de refroidissement; de telle sorte que, autant que possible, elles ne sont faites que pour plusieurs thermomètres à la fois ou immédiatement l'un après l'autre; enfin, les comparaisons aux températures basses ne peuvent être faites dans de bonnes conditions qu'en hiver. Le Bureau ne pourra jamais, par conséquent, s'engager à exécuter à bref délai toutes les études exigeant des comparaisons.

Les procédés employés pour l'étude de la division et du calibre des thermomètres (subdivisions, nombre des colonnes mercurielles, etc.) ont été établis d'après une longue expérience, et ces opérations sont toujours faites par le Bureau conformément à des schémas réguliers, invariablement fixés et appropriés à chacun des modèles. L'étendue du travail variant considérablement suivant les cas, le Comité a établi des taxes différentes pour les diverses sortes de thermomètres.

Ainsi, l'étude complète d'un thermomètre, comprenant la détermination de l'intervalle fondamental, celle du coefficient de pression, la vérification de la division et le calibrage, est taxée de la manière suivante :

Modèle <i>a</i>	100
Modèles <i>b, c, d, e, f, g, i</i>	80
Modèle <i>h</i>	50
Calibrage d'un thermomètre destiné à la mesure des basses températures (thermomètre à alcool, à toluène, etc.).....	60
Détermination de l'intervalle fondamental après remplissage..	20

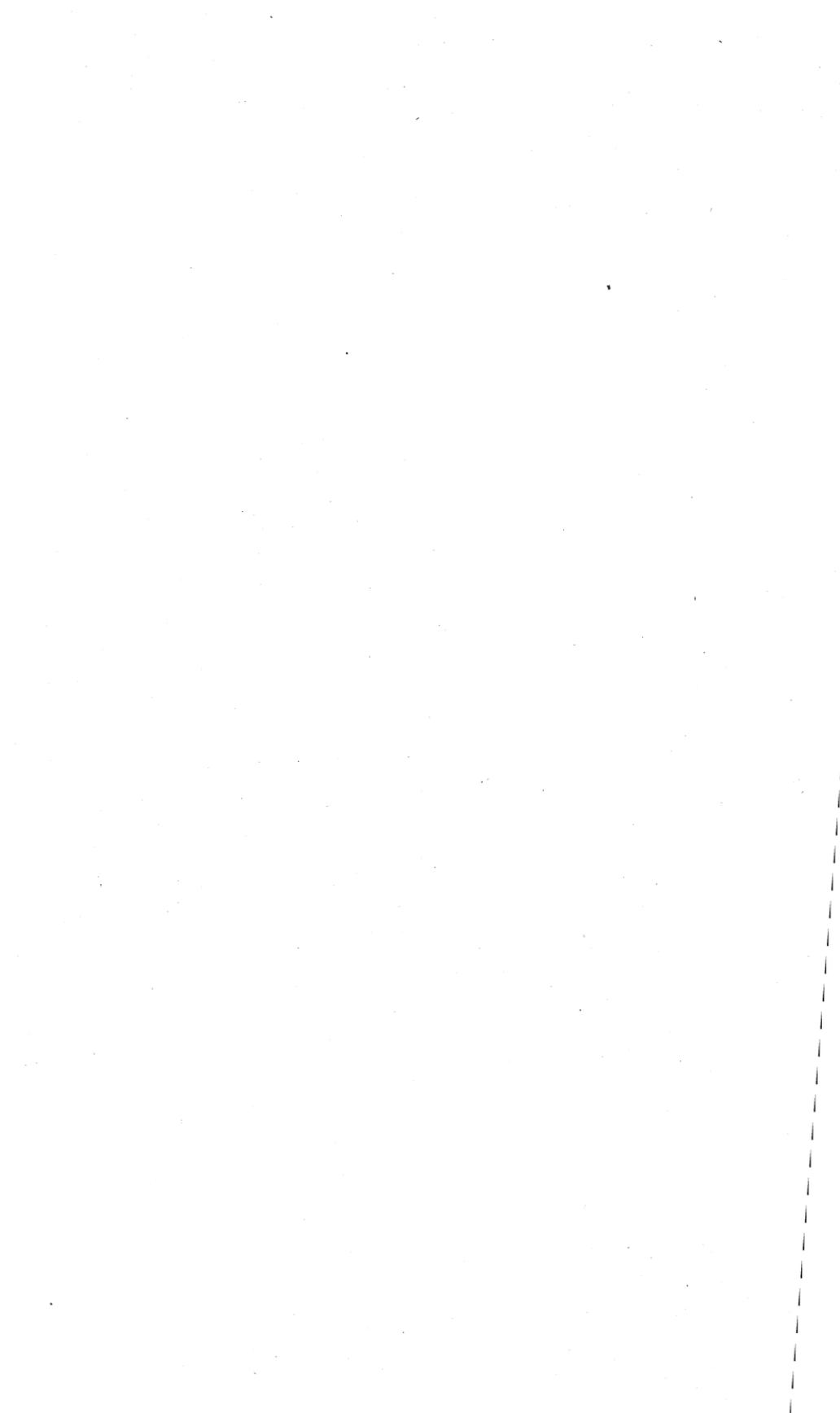
Pour toutes les demandes qui pourraient être faites et qui sortiraient du cadre des études spécifiées ci-dessus, des taxes spéciales seront fixées, dans chaque cas, en tenant compte de l'étendue des travaux correspondants.

Septembre 1892.

POUR LE COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Le Secrétaire,
Signé : AD. HIRSCH.

Le Président,
Signé : FOERSTER.



ANNEXE II.

—

RAPPORT

SUR UNE NOUVELLE DÉTERMINATION

DE LA

DILATATION DE L'EAU PURE

Par M. P. CHAPPUIS.

Les mesures récentes de M. F. Mahly, métrologue à Vienne, communiquées par M. Marek (*Annales de Wiedemann*, t. XLIV, p. 172), de M. le Dr Thiesen, sur la dilatation de l'eau, effectuées par la méthode des pesées hydrostatiques et celles de M. Scheel (*Annales de Wiedemann*, t. XLVII, p. 440), ont donné des valeurs sensiblement différentes de celles reproduites par le Dr O.-J. Broch dans le Tome I des *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, et qui représentent une moyenne des observations de Muncke, Stampfer, Kopp et Pierre.

Ces anciennes déterminations ont été faites par la méthode du dilatomètre; elles exigent, ainsi que les déterminations plus récentes, la connaissance exacte de la dilatation cubique du corps servant d'enveloppe.

On connaît les difficultés que présente la mesure des dilatations des solides, et l'on s'explique facilement les divergences constatées entre les anciennes et les nouvelles valeurs par l'imperfection des mesures anciennes relatives à la dilatation de l'enveloppe. Depuis lors, des progrès marqués ont été réalisés dans la mesure des longueurs et des températures, et les nouveaux observateurs ont pu

disposer pour leurs études de corps en quartz, dont les dilatations avaient été déterminées avec exactitude par M. le D^r Benoit à l'ingénieux appareil de M. Fizeau.

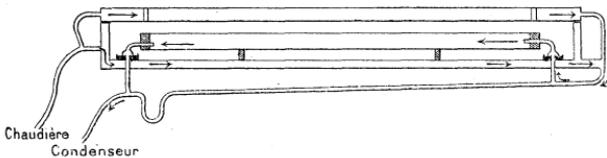
Il m'a paru intéressant de reprendre l'étude de la dilatation de l'eau par la méthode du dilatomètre, qui présente sur celle des pesées hydrostatiques des avantages évidents. Je me suis servi à cet effet d'un réservoir de près d'un litre de capacité, constitué par un tube en verre dur de 1^m de longueur et de 38^{mm} environ de diamètre intérieur. La dilatation linéaire de ce tube a été mesurée au comparateur de la manière suivante :

DÉTERMINATION DE LA DILATATION LINÉAIRE DU RÉSERVOIR.

Sur le tube, encore ouvert à ses extrémités, je traçai au diamant, à la distance de 1^m, deux traits fins perpendiculaires à son axe; puis je le plaçai dans une auge de cuivre à double paroi, munie des mouvements de réglage nécessaires et fixée sur le chariot du comparateur Brunner. Une règle type en platine iridié étant placée dans l'auge du comparateur, je pouvais amener successivement sous les microscopes les traits de la règle et ceux du tube et comparer ainsi leurs distances. La règle, immergée dans l'eau qui remplissait l'auge, était à la température ambiante, tandis que le tube était porté à des températures variant entre 0° et 100°.

Pour obtenir des températures peu différentes de celle de l'air ambiant, on faisait circuler de l'eau, provenant d'une grande cuve, munie d'un régulateur, dans l'enceinte étanche du corps de l'auge et de son couvercle, dont la *fig. 1* représente une coupe verticale.

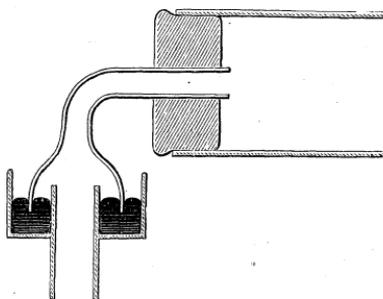
Fig. 1.



Les températures plus élevées, 35°, 60°, 78°, 100°, ont été obtenues au moyen des vapeurs d'éther, de chloroforme, d'alcool et d'eau que l'on conduisait d'abord autour de l'auge, puis au travers du tube de verre même dont il s'agissait de déterminer la dilatation. Les vapeurs avaient accès dans ce tube par des joints au mercure de la

forme indiquée par la *fig. 2*, qui fournissent une fermeture étanche pour de faibles excès de pression, sans exercer aucune tension sur le tube de verre.

Fig. 2.



On mesurait la température à l'aide de deux thermomètres étalons placés dans l'intérieur du tube. Une ouverture longitudinale, pratiquée dans le couvercle et garnie de glaces, permettait d'observer ces instruments. Deux autres thermomètres, placés à l'extérieur du tube servaient à contrôler l'uniformité de température dans les différentes parties de l'auge. Pour diminuer le rayonnement, on avait recouvert l'auge d'une couche de feutre. L'observation des traits tracés sur le tube se faisait par des trous ménagés dans le couvercle.

J'ai fait par cette méthode 41 séries de comparaisons. En réunissant les observations faites à peu près à la même température, j'ai constitué douze groupes qui fournissent les moyennes suivantes :

Nombre des observations.	Température échelle normale T.	Longueurs observées m.	Erreurs résiduelles O.—C.
2.....	+ 0,485	— 91,00	— 2,80
7.....	+ 2,562	— 71,52	+ 1,55
6.....	+ 9,071	— 24,48	+ 0,90
6.....	+ 12,205	— 2,00	+ 0,26
4.....	+ 15,424	+ 23,07	+ 1,48
5.....	+ 15,587	+ 23,05	+ 0,25
2.....	+ 16,507	+ 28,55	— 1,09
4.....	+ 34,498	+ 165,16	+ 0,04
4.....	+ 59,857	+ 360,90	— 0,85
5.....	+ 77,839	+ 505,18	— 0,03
5.....	+ 99,578	+ 682,09	— 1,00
4.....	+ 99,908	+ 687,12	+ 1,29

Si l'on représente la longueur du tube de verre à la température T par une expression de la forme

$$x + yT + zT^2,$$

on obtient, en soumettant ces observations au calcul des moindres carrés, les valeurs suivantes des coefficients :

$$\begin{aligned} x &= -91^{\mu},725, & y &= +7,2671, & z &= +0,00516, \\ &\pm 0^{\mu},546, & &0,0355, & &\pm 0,00034. \end{aligned}$$

Enfin, si l'on exprime par v_T la capacité d'un réservoir de ce même verre à la température T, on aura

$$v_T = v_0(1 + \alpha T + \beta T^2),$$

où les coefficients de dilatation cubique du verre α et β ont les valeurs

$$\alpha = +2180,14 \times 10^{-8}, \quad \beta = +1,554 \times 10^{-8}.$$

Après ces mesures, le tube de verre a été fermé à l'une de ses extrémités et soudé à l'autre à un tube capillaire divisé, calibré et jaugé, de manière à constituer le dilatomètre.

Détermination de la capacité du réservoir. — La capacité du réservoir jusqu'au zéro de la division tracée sur le tube capillaire a été déterminée par deux jaugeages au mercure, qui ont donné à zéro les valeurs suivantes :

$$\begin{array}{r} 963^{\text{ml}}008,5 \\ 963^{\text{ml}}017,2 \\ \hline 963^{\text{ml}}012,8 \end{array}$$

Après ces déterminations j'ai fait à l'aide de ce réservoir une série de mesures sur la dilatation du mercure. Les résultats de cette étude ont été communiqués dans le rapport de M. le Directeur du Bureau (*Procès-Verbaux*, 1891, p. 36).

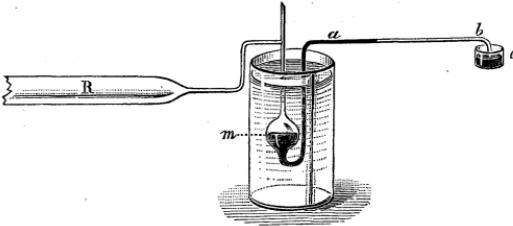
MESURE DE LA DILATATION DE L'EAU.

Description de la méthode. — Afin de permettre l'application de la méthode du thermomètre à poids à la détermination de la dilata-

tion de l'eau, j'ai soudé au réservoir du dilatomètre R un petit appareil auxiliaire représenté par la *fig.* 3.

Cet appareil est constitué par un tube capillaire en forme de U dont la première branche, en communication immédiate avec le réservoir, porte une ampoule dans sa partie inférieure. L'autre branche est soudée à un tube capillaire horizontal divisé entre les points *a* et *b*, calibré et jaugé. Le réservoir et l'appareil auxiliaire étant

Fig. 3.



remplis jusqu'en *m* d'eau distillée privée d'air et l'autre branche, ainsi que la majeure partie de l'ampoule, contenant du mercure, on voit immédiatement que tout volume d'eau, pénétrant dans l'appareil auxiliaire par l'effet de la dilatation, refoule un volume égal de mercure qui peut être recueilli dans une petite cuve en *e* ou mesuré dans le tube capillaire *ab*.

La mesure de la dilatation apparente de l'eau contenue dans le réservoir se fait donc en pesant le mercure écoulé en *e*. Pour donner plus de précision à cette mesure, je modifiais un peu la température du réservoir, après avoir rompu en *e* le contact du liquide, de manière à amener le ménisque mercuriel dans la partie divisée du tube capillaire. Je pouvais alors faire des séries complètes d'observations de la position du ménisque en maintenant la température constante ou en la faisant varier très légèrement dans les deux sens, afin d'éviter les erreurs provenant du défaut de sensibilité du dilatomètre.

Le réservoir du dilatomètre avait été disposé pour ces mesures dans l'auge du thermomètre à gaz. Des agitateurs placés dans les auges extérieure et intérieure assuraient l'uniformité de la température, à la mesure de laquelle j'ai apporté le plus grand soin, en employant les quatre thermomètres étalons principaux du Bureau international nos 4428, 4429, 4430 et 4431. Comme il était important de connaître aussi la température de l'appareil auxiliaire avec exac-

titude, on l'avait plongé dans un bain d'eau constamment agité, dans lequel un thermomètre étalon était placé.

Expériences. — J'ai fait, par le procédé que je viens de décrire, deux déterminations complètes de la dilatation de l'eau. La première, qui comprend 40 séries d'observations, a été effectuée entre les températures extrêmes 0° et 42°, 4, en employant un appareil auxiliaire de 60 millilitres environ de capacité. Une seule série a été effectuée à 100° et, comme elle est isolée, je ne l'ai pas comprise dans le calcul général.

La deuxième détermination, faite 8 mois après, a été effectuée avec un appareil auxiliaire de 10 millilitres seulement, en multipliant les observations autour du maximum de densité. Elle comprend 42 séries d'observations entre les températures extrêmes 0° et 36°, 6.

Chaque série d'observations consiste elle-même en dix lectures de chacun des thermomètres étalons, de la position du ménisque dans le tube capillaire du dilatomètre et de la température du réservoir auxiliaire. La pression barométrique et les variations de niveau du mercure dans les deux branches de l'appareil auxiliaire étaient relevées pour chaque série et l'on avait soin d'éviter les variations extrêmes de courbure du ménisque dans le tube capillaire du dilatomètre en frappant de petits coups sur celui-ci avant de faire les lectures.

Résultats. — En appliquant aux observations toutes les corrections nécessaires pour les réduire au cas où elles représenteraient la dilatation absolue d'un volume initial d'eau pure à zéro degré égal à un litre, j'ai obtenu les variations de volume Δv suivantes, exprimées en microlitres λ et correspondant aux températures observées T. Ces températures sont rapportées à l'échelle normale (Thermomètre à hydrogène).

TABLEAU DES OBSERVATIONS (1).

<i>Première détermination.</i>				<i>Seconde détermination.</i>					
N°.	T.	Δv	O. — C.	N°.	T.	Δv	O. — C.		
		en microlitres.	en microlitres.			en microlitres.	en microlitres.		
		λ	λ			λ	λ		
1...	0,000	—	0,07	—0,07	15...	0,000	—	0,29	—0,29
2...	0,000	—	0,15	—0,15	37...	0,000	+	0,16	+0,16
21...	0,000	—	0,45	—0,45	42...	0,000	+	0,14	+0,14
22...	0,000	+	0,68	+0,68	9...	0,100	—	8,20	—1,45
32...	0,000	+	0,26	+0,26	10...	0,430	—	27,85	—0,07
33...	0,000	—	0,13	—0,13	11...	0,822	—	49,13	+1,04
38...	0,000	+	0,16	+0,16	6...	1,438	—	79,41	+0,39
39...	0,000	—	0,27	—0,27	8...	1,547	—	84,56	—0,24
6...	0,387	—	27,26	—2,11	7...	1,711	—	91,51	+0,15
7...	2,397	—	112,92	—0,76	25...	1,867	—	95,94	+0,33
9...	2,865	—	122,58	—0,34	26...	2,446	—	113,17	+0,20
11...	2,929	—	121,71	+1,64	24...	2,887	—	123,07	—0,43
8...	3,418	—	128,83	+0,67	27...	3,484	—	129,71	+0,32
18...	3,658	—	130,99	+0,11	23...	3,938	—	131,96	—0,11
10...	3,887	—	130,74	+1,08	20...	4,387	—	130,57	—0,14
19...	4,505	—	129,73	—0,20	28...	4,892	—	125,10	—0,01
15...	4,939	—	124,16	+0,22	29...	5,443	—	115,32	—0,55
12...	4,956	—	124,25	—0,13	19...	5,965	—	101,00	—0,23
20...	5,664	—	109,33	+0,04	16...	6,068	—	99,28	+0,17
13...	5,942	—	101,18	+0,29	17...	6,962	—	62,91	—0,09
16...	6,496	—	82,52	—0,45	22...	7,255	—	48,82	+0,08
14...	7,089	—	56,22	+0,72	18...	8,307	+	11,08	—0,03
17...	8,432	+	19,49	+0,28	21...	9,031	+	61,55	+0,33
3...	9,088	+	65,01	—0,46	5...	9,326	+	83,35	—0,39
4...	10,029	+	143,55	+1,30	12...	9,506	+	97,44	—0,61
5...	11,088	+	244,67	+1,74	1...	9,676	+	111,17	—0,85
23...	11,157	+	251,66	+1,64	2...	10,392	+	175,34	+0,29
24...	12,482	+	399,94	+1,94	13...	10,474	+	183,10	+0,38
25...	15,316	+	787,40	—0,90	4...	10,782	+	212,69	+0,40
26...	15,357	+	795,37	+0,70	14...	11,373	+	273,90	+1,33
37...	15,933	+	886,84	+0,77	3...	11,600	+	297,20	+0,27
27...	20,163	+	1671,57	—0,64	31...	14,321	+	639,54	—0,60
28...	20,195	+	1677,07	—1,85	30...	14,971	+	736,59	+0,99
36...	25,514	+	2934,98	—1,03	32...	19,657	+	1566,71	—1,15
30...	30,249	+	4288,17	+4,54	33...	19,960	+	1628,15	—1,87
29...	30,368	+	4322,11	+1,98	34...	20,152	+	1669,05	—0,87
35...	35,890	+	6152,25	+1,71	40...	24,995	+	2798,58	—2,45
31...	40,154	+	7739,95	—4,61	41...	25,195	+	2850,35	—2,38
34...	42,394	+	8632,96	—9,85	36...	29,527	+	4063,94	—0,96
					35...	29,885	+	4171,84	—0,92
					39...	36,607	+	6408,96	+1,41
					38...	36,664	+	6428,01	—0,19

(1) Les numéros des observations indiquent leur ordre chronologique.

J'ai cherché à représenter la dilatation de l'eau entre 0° et 40° par une expression de la forme

$$a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4,$$

en traitant séparément les deux déterminations par la méthode des moindres carrés. J'ai trouvé ainsi les expressions suivantes pour Δv , en microlitres,

$$\begin{array}{l} \text{I.} \quad \left\{ \begin{array}{l} -0,48 - 66,563\ 093\ t + 8,783\ 046\ t^2 \\ \quad \quad - 7,756\ 334 \times 10^{-2} t^3 + 4,895\ 704 \times 10^{-4} t^4, \end{array} \right. \\ \text{II.} \quad \left\{ \begin{array}{l} -1,20 - 66,583\ 413\ t + 8,814\ 832\ t^2 \\ \quad \quad - 8,027\ 6765 \times 10^{-2} t^3 + 5,415\ 394 \times 10^{-4} t^4. \end{array} \right. \end{array}$$

La distribution des erreurs résiduelles qui sont toutes de même signe pour les observations à zéro, les plus exactes cependant, a montré que la fonction choisie ne représente pas parfaitement les observations aux températures voisines de zéro.

En portant les erreurs résiduelles comme ordonnées sur du papier quadrillé, les températures représentant les abscisses, j'ai constaté, en effet, des écarts systématiques jusqu'à la température de 11°,5 et j'ai déduit graphiquement les corrections à appliquer à la moyenne des fonctions précédentes $\frac{\text{I} + \text{II}}{2}$, savoir

$$\begin{array}{l} -0,84 - 66,573\ 253\ t - 8,798\ 939\ t^2 \\ \quad \quad - 7,892\ 005 \times 10^{-2} t^3 + 5,155\ 549 \times 10^{-4} t^4, \end{array}$$

pour obtenir une représentation plus parfaite des résultats.

Les erreurs résiduelles O. — C., inscrites dans le Tableau précédent en regard des observations, se rapportent aux valeurs définitives de la dilatation de l'eau déduite de mes expériences.

Le maximum de densité est à 4°,0. J'ai réuni dans le Tableau suivant les valeurs de la densité de l'eau résultant de ce travail et les différences entre ces valeurs et celles fournies par les mesures récentes de M. le D^r Thiesen, effectuées au Bureau international des Poids et Mesures, de M. Mahly et du D^r Carl Scheel.

Température normale T.	Densité de l'eau pure.	Différences en unités de la septième décimale.		
		Chappuis—Thiesen.	Chappuis—Mahly.	Chappuis—Scheel.
0	0,999 868 2	— 14	— 85	— 66
1	927 6	— 2	— 38	— 30
2	968 9	— 15	— 11	— 10
3	992 7	— 8	— 1	— 2
4	1,000 000 0	0	0	0
5	0,999 991 6	0	— 3	— 2
6	967 9	— 6	— 10	— 5
7	929 3	— 14	— 19	— 10
8	876 2	— 16	— 30	— 15
9	809 3	— 14	— 35	— 19
10	728 5	— 11	— 42	— 24
11	634 2	— 9	— 49	— 31
12	526 8	— 5	— 53	— 37
13	406 4	— 3	— 59	— 45
14	273 7	— 1	— 60	— 52
15	0,999 128 9	— 1	— 58	— 58
16	0,998 972 2	0	— 54	— 64
17	803 9	— 2	— 48	— 69
18	624 5	+ 3	— 37	— 69
19	434 0	+ 7	— 25	— 72
20	232 8	+ 7	— 11	— 71
21	0,998 021 1	0	+ 6	— 69
22	0,997 799 1	— 5	+ 19	— 66
23	567 2	— 11	+ 33	— 59
24	325 5	— 15	+ 48	— 50
25	0,997 074 1	— 8	+ 60	— 40
26	0,996 813 2	+ 11	+ 71	— 29
27	543 1	+ 30	+ 78	— 14
28	0,996 263 9	+ 44	+ 81	+ 2
29	0,995 975 7	+ 53	+ 78	+ 20
30	678 7	+ 56	+ 67	+ 41
31	373 0	+ 70	+ 48	+ 63
32	0,995 058 6			
33	0,994 735 9			
34	404 6			
35	0,994 065 2			
36	0,993 717 3			

On remarquera que la concordance entre mes mesures et celles de M. le D^r Thiesen est très satisfaisante jusqu'à la température de 26°. Les différences relatives aux autres mesures sont plus fortes; en particulier, les différences à zéro dépassent sensiblement les erreurs que l'on pouvait s'attendre à trouver à une température si facile à réaliser.



ANNEXE III.

RAPPORT

SUR L'ÉTUDE DES MÉTAUX

PROPRES A LA

CONSTRUCTION DES RÈGLES ÉTALONS,

Par M. Ch.-Ed. GUILLAUME.

Les expériences rassemblées depuis plusieurs années ont montré que le mode actuel de construction des règles de précision pouvait être beaucoup perfectionné. La plupart de ces règles se composent d'une barre de laiton ou de bronze portant une bande d'argent ou d'or incrustée, et servant au tracé. Les principaux défauts de ces règles sont : 1° variation avec le temps; 2° attaque de la lame d'or ou d'argent par le mercure, et de cette dernière par les vapeurs chlorées et sulfureuses; 3° défaut de dureté de l'argent.

Les causes de variation avec le temps ne sont point encore complètement isolées; mais il est prouvé que, dans le cas d'une incrustation en or, la lame et le support ont un certain degré d'indépendance qui produit des variations irrégulières de la lame. Il n'est pas démontré que la même cause agisse dans le cas d'une lame d'argent; mais la possibilité de cette action subsiste, et il est désirable que les règles étalons soient d'une seule pièce. La recherche d'un métal propre à confectionner les règles s'impose donc; en même temps, la construction projetée de nouvelles règles géodésiques pour le Bureau donnait à cette étude un sens précis et actuel. C'est dans le but d'arriver à une solution satisfaisante de ces deux problèmes que

j'ai entrepris des recherches dont les résultats font l'objet de ce rapport.

Conditions à remplir. — Le métal cherché doit remplir les conditions suivantes : prix relativement peu élevé, ce qui exclut les métaux employés à la construction des étalons de premier ordre et limite aux métaux et alliages industriels; dureté et facilité de polissage; invariabilité de ongueur avec le temps ou sous l'influence de recuits modérés; résistance à l'eau et aux agents chimiques ordinaires des laboratoires; pour les règles de grandes dimensions, module d'élasticité élevé.

Métaux étudiés. — Mes recherches ont porté sur les métaux suivants :

Nickel (barre coulée et rabotée); *bronze blanc* (35 Ni et 65 Cu; barre coulée et rabotée); *bronze d'aluminium* 10 pour 100 (barre coulée et fraisée); *bronze phosphoreux* (barre coulée et ajustée à la lime). Je m'étais proposé aussi d'étudier l'acier-nickel, qui s'était montré d'abord assez réfractaire à l'action de l'eau et des acides; mais une petite plaque de cet alliage qui était restée dans l'eau, à des températures comprises entre 0° et 40°, et en contact avec un morceau de laiton, se couvrit d'une épaisse couche de rouille; cette rouille était superficielle, et le métal bien essuyé paraissait très peu attaqué; mais son emploi n'en est pas moins rendu impossible par son peu de résistance à l'action de l'eau; son étude a donc été suspendue.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES. — *Nickel.* — Métal de la dureté du fer, un peu gras; se tourne bien, mais se fraise mal; il prend un beau poli et se trace bien; la barre coulée contient de nombreuses piqûres.

Bronze blanc. — Moins dur et plus gras que le nickel; travail analogue; se polit et se trace bien; la barre coulée est parfaitement saine.

Bronze d'aluminium. — Métal sec et grenu, très dur; se travaille bien à la fraise et au tour; beau poli; l'une des barres est parfaitement saine; l'autre est piquée à la surface, l'intérieur est sain.

Bronze phosphoreux. — Possède les propriétés du bronze ordinaire, avec un peu plus de dureté.

Le nickel est, comme on sait, inattaquable par les agents chimiques ordinaires; les bronzes se sulfurent et se chlorurent à peu près comme l'argent; le bronze blanc s'amalgame lorsqu'il séjourne pendant plusieurs heures dans le mercure.

Élasticité.

Je me suis servi, pour la mesure du module d'élasticité, d'un appareil monté autrefois par M. Benoit. La règle à essayer était placée sur deux rouleaux et chargée en son milieu de poids croissants; on déterminait, au cathétomètre, la flèche et l'écrasement des supports. Les mesures ont été faites dans deux positions à angle droit des règles, et pour des longueurs différentes. Les résultats très concordants de ces mesures ont montré que le métal de toutes ces barres était suffisamment homogène. Les résultats moyens de ces mesures sont les suivants :

	Module d'élasticité en $\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$.
Bronze d'aluminium, barre n° 1.....	10400
» » » n° 2.....	10700
Bronze blanc.....	15500
Nickel.....	21700

Des mesures comparatives sur deux espèces d'acier ont donné :

Acier au manganèse.....	22000
Acier au tungstène.....	24300

D'autre part, M. Benoit avait trouvé pour le bronze phosphoreux 12600, et pour le platine iridié pur des valeurs un peu inférieures à 20000; tandis que le platine iridié du Conservatoire avait donné un résultat voisin de 21500. On voit que le nickel dépasse ces valeurs.

Après que les barres en bronze blanc et en nickel eurent été étirées à froid, le module d'élasticité devint respectivement 15700 et 21800 pour les deux métaux.

Dilatation et recuit.

Après avoir poli de petites surfaces sur les quatre règles en nickel, bronze blanc, bronze d'aluminium et bronze phosphoreux, j'y traçai des traits distants d'un peu moins d'un mètre, de telle sorte que

leur comparaison à diverses températures avec un mètre en platine iridié donnât des écarts positifs et négatifs; puis les règles furent comparées à huit températures différentes à la Règle n° 17 en alliage du Conservatoire. Les coefficients de dilatation relatifs étaient les suivants :

Ni — [17].....	$\alpha = (+ 3983 + 4,8t) 10^{-9}$,
Bb — [17].....	$\alpha = (+ 5983 + 4,9t) 10^{-9}$,
Ba — [17].....	$\alpha = (+ 7640 + 3,5t) 10^{-9}$,
Bp — [17].....	$\alpha = (+ 7753 + 7,1t) 10^{-9}$.

Le coefficient de la dilatation de la Règle 17 étant

$$\alpha = (8597 + 1,70t) 10^{-9},$$

on trouve, pour les diverses Règles :

Ni	$\alpha = (12580 + 6,5t) 10^{-9}$,
Bb.....	$\alpha = (14580 + 6,6t) 10^{-9}$,
Ba.....	$\alpha = (16237 + 5,2t) 10^{-9}$,
Bp.....	$\alpha = (16350 + 8,8t) 10^{-9}$.

On a fait ensuite trois séries de comparaisons de chacune des Règles avec [17] au voisinage de 5°, puis on les a enfermées dans une étuve où elles ont été soumises, pendant deux heures, à la température de 100° dans un courant de vapeur d'eau.

Les Règles Ni et Bb furent comparées à 17, et remises dans l'étuve où toutes les règles furent ramenées cinq fois à 100°, et refroidies alternativement, lentement et rapidement entre les recuits. Enfin la Règle Ni fut soumise à une aimantation passagère, par contact avec l'inducteur de la dynamo. Le résultat de toutes ces mesures, réduit à 5°, est donné ci-après.

Règles.	Avant le recuit.	Après deux heures à 100°.	Après cinq recuits à 100°.	Après aimantation.
Ni — [17].....	— 93 ^μ ,6	— 93 ^μ ,7	— 93 ^μ ,9	— 93 ^μ ,3
Bb — [17].....	— 29,8	— 31,5	— 31,9	
Ba — [17].....	— 131,4		— 136,3	
Bp — [17].....	— 109,1		— 108,8	

On voit que la Règle Ni s'écarte au maximum de 0^μ,3 de la première valeur; ces écarts ne dépassent pas les limites des erreurs

d'observation; la Règle Bb montre un raccourcissement de 2^μ, la Règle Ba s'est raccourcie de 5^μ, tandis que la Règle Bp n'a pas varié.

L'état des surfaces a donné lieu aux remarques suivantes :

Avant l'étuve : Ni et Bb, surfaces parfaitement brillantes. Ba, une surface à peu près intacte, l'autre mouchetée; on voit, sur divers points de la règle quelques granules blanchâtres paraissant sortir du métal. Bp, forte patine, surfaces irisées et peu réfléchissantes.

Après l'étuve : Ni, surfaces intactes; quelques dépôts qu'on enlève avec de l'acide chlorhydrique. Bb, surfaces à peu près intactes, quelques taches verdâtres; légère sulfuration au contact du caoutchouc. Ba, très tachée; l'une des surfaces complètement noircie. Bp, les traits se voient à peine sur les surfaces complètement noircies.

Conclusions de l'étude métrologique.

Le bronze d'aluminium et le bronze phosphoreux sont impropres à la construction des règles avec tracé direct.

Le bronze blanc peut servir à construire des règles avec tracé sur le métal lui-même; cependant la sulfuration et la chloruration sont à craindre, et de plus les règles devraient, avant le tracé, être soumises à un recuit modéré. Le module d'élasticité, quoique très supérieur à celui des bronzes ordinaires, est encore un peu trop faible pour la construction des règles de 4^m.

Le nickel réunit tous les avantages métrologiques.

Travail du métal.

J'ai dit, au début de ce rapport, que la barre de nickel sur laquelle ont porté mes essais avait de nombreuses piqûres, trop marquées pour qu'il eût été possible d'obtenir une surface parfaitement satisfaisante. En présence des résultats remarquables de l'étude métrologique du métal, il ne restait plus qu'à rechercher les conditions dans lesquelles on obtient un métal sain. La barre de nickel et celle de bronze blanc furent d'abord étirées à froid aux forges d'Audincourt; la dernière supporta parfaitement l'étirage, tandis qu'après quelques passes, la règle de nickel, fortement craquelée, dut être rabotée pour atteindre le noyau compact. Les piqûres avaient diminué, mais n'avaient pas complètement disparu.

D'autres essais, faits aux forges de Champigneulle, d'un lami-

nage à chaud pour obtenir une section en double T n'ont conduit à aucun résultat. En revanche, nous avons pu constater qu'un fil de nickel de 1^{cm} de diamètre, laminé à chaud, était à peu près exempt de piqûres. Ce résultat nous a engagé à faire laminier à chaud une barre de section rectangulaire, à laquelle on donnera sa section définitive par rabotage.

Les renseignements que nous avons eus sur le procédé Mond pour la préparation du nickel pur font espérer que la production industrielle de ce métal en recevra une nouvelle impulsion; mais il serait prématuré de recourir dès maintenant à ce procédé pour le dépôt d'une masse de nickel ayant la forme définitive à donner à une règle.

Les maisons importantes auxquelles je me suis adressé ne peuvent pas s'engager encore à faire des coulées de nickel dépassant 30^{kg} ou 40^{kg}; si la difficulté ne réside que dans une question d'outillage, on peut entrevoir la possibilité de construire des règles de 4^m en nickel. Actuellement, cette construction ne serait possible qu'au prix d'une grande dépense. En revanche, il paraît probable que l'on réussira prochainement dans la construction des règles de 1^m à 2^m.



TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Procès-Verbaux des séances de l'année 1892.....	1-124
<i>Procès-Verbal de la première séance, du 10 septembre.....</i>	1-52
Ouverture de la session, présidée par M. Foerster.....	1, 2
Éloge de J.-S. Stas, prononcé par M. Hirsch.....	2-9
Rapport du Secrétaire.....	9-26
Correspondance pour fixer l'époque de la session.....	10-12
MM. von Kruspér, Wild, de Macedo et Thalén font excuser leur absence.....	11
M. von Lang annonce son arrivée pour le 13 septembre.....	11
Circulaire de convocation.....	12
Publications du Comité : Nécrologie du général Ibañez; <i>Quinzième Rapport aux Gouvernements</i>	12, 13
Résumé de la correspondance échangée avec les Gouvernements, complétée jusqu'au moment actuel..	13-21
Avis du décès de Stas et circulaire du bureau aux membres du Comité.....	13, 14
Échange de dépêches avec le gouvernement d'Autriche-Hongrie au sujet de la ratification du budget de la seconde période du Bureau.....	15, 16
Échange de dépêches avec l'Ambassade d'Italie au sujet des certificats des quatre thermomètres accompagnant les prototypes italiens.....	17, 18
Remise au Bureau, pour vérification, des règles de Borda, par l'Amiral Mouchez.....	19
Correspondance avec le Comité et documents du général Ibañez remis par son successeur, M. d'Arrillaga.....	19
Demande de détermination de la Règle bimétallique des bases espagnoles et envoi de cette Règle par M. d'Arrillaga.....	19

	Pages.
Correspondance échangée avec l'Ambassade de Turquie au sujet d'une entrevue	19-21
Résumé des démarches faites en vue de réaliser la mission de M. Michelson, à Breteuil.....	21-26
Correspondance du bureau avec la Clark University.	22-24
Lettre d'invitation adressée à M. Michelson.....	24, 25
Subvention de 1000 \$ du <i>Bache Fund</i> de l'Académie nationale des États-Unis	25, 26
Rapports réglementaires du Directeur du Bureau international des Poids et Mesures	27-51
I. — <i>Personnel</i>	27
II. — <i>Bâtiments</i>	27, 28
III. — <i>Instruments</i>	28-30
IV. — <i>Travaux</i>	30-51
Achèvement des études pour les nouveaux étalons à traits	30-32
Sortie du prototype international de son dépôt et sa comparaison avec le Mètre n° 26	32-34
État actuel des travaux pour la détermination des mètres étalons à bouts.....	34, 35
Études préparatoires pour la vérification des Règles de Borda.....	35
Comparaisons des trois baromètres normaux	35-37
Montage et installation des appareils de M. Michelson	37, 38
Vérification pour la Russie de deux poids en quartz	38
Renseignements sur l'état actuel des publications du Bureau.....	38, 39
Travaux de M. Chappuis, 1 ^{er} Adjoint.....	39-48
Travaux de M. Guillaume, 2 ^e Adjoint.....	48-50
Liste des certificats délivrés et des Rapports présentés dans l'exercice 1891-92.....	51
Nomination par M. le Président des deux Commissions spéciales.....	52
<i>Procès-Verbal de la deuxième séance du 16 septembre</i>	53-66
M. Cornu, invité à la séance, résume le Rapport de la Commission mixte sur la comparaison de l'Étalon provisoire international avec le Mètre des Archives.....	53-57

	Pages.
Discussion sur le résultat de ce Rapport qui sera tiré à part et distribué le plus tôt possible.....	57-59
Complément, par M. Gould, des renseignements au sujet des études de M. Michelson, à Breteuil, sur la relation entre le mètre et les ondes lumineuses.....	60-62
Premier Rapport de la Commission des Comptes et des Finances. Approbation des Comptes de 1891.	63
Le Président et le Secrétaire rendent compte de leur visite à l'Ambassade ottomane, au sujet d'un arrangement à conclure sur le paiement des arriérés de la Turquie et la sortie de cette dernière de la Convention du Mètre.....	63-65
Autorisation du bureau de continuer les négociations avec l'Ambassade ottomane.....	65
Valeur de <i>g</i> admise pour Breteuil d'après la détermination du Commandant Defforges.....	65
Proposition du Président de demander aux Gouvernements de la Convention des renseignements sur l'autorité légale actuelle, donnée dans les différents États aux nouveaux prototypes métriques.....	65, 66
Fixation à vendredi, 16 septembre, de la visite au Conservatoire des Arts et Métiers pour prendre connaissance de l'état d'avancement des mètres à bouts.....	66
<i>Procès-Verbal de la troisième séance du 16 septembre.....</i>	67-82
Lettre de remerciements aux autorités de Clark-University.....	68
Rapport de la Commission des instruments et des travaux, présenté par M. von Lang.....	69-72
Discussion et vote des propositions de ce Rapport.	72-77
Programme des travaux à exécuter au Bureau international dans l'exercice 1892-93.....	72
Résumé, par M. le D ^r Guillaume, des équations entre le Yard, la Toise et le Mètre.....	74, 75
Le nouveau règlement des taxes sera soumis en impression au Comité dans la prochaine séance et paraîtra comme Annexe aux Procès-Verbaux.	76
Motion de M. Chaney en faveur de la création d'étalons normaux en platine iridié pour les subdivisions du mètre et du kilogramme.....	78

	Pages.
Discussion des propositions de M. Chaney.....	78-81
Le bureau du Comité est autorisé, conformément à l'art. 11 du Règlement de la Convention, à ne pas convoquer le Comité en session pour 1893..	82
<i>Procès-Verbal de la quatrième séance, du 20 septembre.....</i>	83-107
Renseignements de M. le Président sur la suite donnée aux pourparlers avec l'Ambassade ottomane.....	83, 84
Changements apportés aux listes de distribution des publications du Comité.....	84
Lettre de M. Brioschi, excusant son absence et constatant qu'il a remis à l'Administration les quatre thermomètres réclamés par le Gouvernement italien.....	84, 85
Second Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, présenté par M. Arndtsen.....	85-96
Comptes de 1891.....	98-103
Adoption du budget pour les exercices des années 1893 et 1894.....	104
M. le Président annonce que le Comité sera prochainement appelé à combler, par voie de correspondance, les vacances produites par le décès du général Ibañez et de Stas.....	105
Le bureau du Comité est invité à faire des démarches officieuses pour remédier aux absences systématiques de certains membres.....	105, 106
A la demande de M. Chaney, la comparaison de l'étalon anglais du yard avec le Mètre international est inscrite au programme du Bureau pour le prochain exercice.....	106, 107
<i>Procès-Verbal de la cinquième séance, du 21 septembre.....</i>	108-123
Rapport de M. le Directeur sur la seconde série des étalons à traits.....	108-115
Discussion des propositions contenues dans ce Rapport.....	115, 116
Lecture et approbation des nouveaux certificats des étalons à traits.....	115
Réception des dix étalons à traits, en alliage de 1874; la sanction de la Conférence générale de 1895 étant réservée pour le prototype qui sera attribué à la Roumanie.....	116

La règle en métal pur n° 13 est choisie pour témoin à conserver dans le vide.....	116
Discussion et résolution au sujet de la fondation à Breteuil (salle IV), aux frais de l'Association géodésique internationale, d'une station centrale pour la comparaison des appareils de pendule servant à la détermination de la pesanteur.....	117, 118
Résolutions financières.....	119-122
Crédit supplémentaire de 7 500 ^{fr} , à inscrire au Compte I, pour la détermination du rapport entre le mètre et les longueurs d'ondes lumineuses....	119, 120
Crédit de 1 400 ^{fr} accordé pour l'acquisition d'une nouvelle dynamo et d'une grande bobine d'induction.....	120
Autorisation de commander une grande balance de Rueprecht pour 10 000 ^{fr}	120
Résolution de demander au moment voulu, sur la base de l'art. 21 du Règlement de la Convention, une contribution extraordinaire de 30 000 ^{fr} , pour couvrir le reste des dépenses faites pour les prototypes du Bureau international et leurs témoins.	120, 121
Décision en principe, de demander plus tard, au moment opportun et après décision définitive par correspondance, une subvention extraordinaire en faveur des travaux fondamentaux destinés à établir les relations entre les prototypes et certaines constantes naturelles.....	121, 122
Le Comité vote des remerciements à M. le Directeur et à MM. les Adjointes.....	122
Il alloue une gratification de 1 000 ^{fr} aux deux Adjointes du Bureau.....	122, 123
Clôture de la session.....	123
<i>Procès-Verbal de la sixième séance, du 23 septembre.....</i>	124
Signature des Procès-Verbaux.....	124
<i>Annexes aux Procès-Verbaux de 1892.....</i>	125-154
<i>Annexe I. — Circulaire et Règlement pour la vérification des étalons de poids et mesures, et des instruments auxiliaires.</i>	127-137

<i>Annexe II.</i> — Rapport sur une nouvelle détermination de la dilatation de l'eau pure, par M. Chappuis.....	139-147
<i>Annexe III.</i> — Rapport sur l'étude des métaux propres à la construction des Règles étalons, par M. Ch.-Ed. Guillaume.....	149-154

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.