

COMITÉ INTERNATIONAL

DES POIDS ET MESURES.

---

PROCÈS-VERBAUX

DES

SÉANCES DE 1887.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES  
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1888



COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

---

**PROCÈS-VERBAUX**  
DES SÉANCES DE L'ANNÉE 1887.

---

**PROCÈS-VERBAL**  
DE LA PREMIÈRE SÉANCE,  
TENUE AU BUREAU INTERNATIONAL  
Samedi 24 septembre 1887.  
PRÉSIDENTE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FOERSTER, GOVI, HIRSCH, VON KRUSPÉR, et THALÉN.

La séance est ouverte à 2<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

M. le PRÉSIDENT constate la présence de huit Membres, ce qui permet au Comité de délibérer valablement, attendu

que le nombre total des Membres qui le composent est actuellement de treize. En conséquence, la session de 1887 est déclarée ouverte.

M. le PRÉSIDENT exprime le regret que la maladie ou d'autres circonstances indépendantes de leur volonté aient empêché quelques Membres de prendre part à la présente session. Il donne connaissance de l'extrait suivant d'une lettre de M. Stas qu'il vient de recevoir :

Je regrette, comme vous, l'interdiction que je subis de voyager, tout en avouant qu'elle est justifiée par la triste expérience que j'en ai faite. Abstraction de l'état du larynx et des intestins, ma santé générale est bonne pour l'instant, mais le moindre écart me rend souffreteux.

Je vous prie, bien cher ami, d'excuser et de faire excuser mon absence par nos Collègues, et de croire à tous mes sentiments d'inaltérable et d'affectueux dévouement.

M. le Secrétaire donnera connaissance des raisons de l'absence des autres Membres.

M. le PRÉSIDENT déplore, en prononçant le discours suivant, la mort de deux Membres du Comité :

« MESSIEURS,

» Un bien triste devoir m'oblige, cette année encore, à prendre la parole, pour vous rappeler la perte douloureuse de deux de nos éminents Collègues, que nous avons éprouvée depuis notre dernière session : MM. von Oppolzer et d'Aguiar ne sont plus.

» Nous étions bien loin de craindre, lorsque nous donnions nos suffrages unanimes en 1885 à l'illustre von Oppolzer, alors dans la force de l'âge et plein de santé, que nous allions le perdre si peu de temps après la clôture de la seconde session du Comité international, dans laquelle nous l'avons vu siéger parmi nous. C'est un coup douloureux que nous avons tous reçu, aussi douloureux qu'inattendu,

en raison des conditions physiques et intellectuelles de celui qui fut notre Collègue, lesquelles faisaient espérer au Comité une puissante et longue collaboration de la part d'Oppolzer.

» Le premier corps savant de sa patrie a déjà rendu à l'astronome les éclatants hommages mérités par ses titres scientifiques, connus dans le monde entier, et cela en rappelant l'épithète qui transmet à la postérité le nom de Galilée. Je dois donc me borner à mentionner en peu de mots devant vous quelques-uns des travaux accomplis par von Oppolzer comme géodésien, sans parler des innombrables écrits dus à la fécondité de son esprit, ni de son Ouvrage immortel sur les éclipses, véritable monument scientifique.

» Nommé, en 1872, Délégué du Gouvernement de l'Empire d'Autriche à l'Association géodésique internationale, dont il était Vice-Président lors de sa mort, ses vastes connaissances scientifiques et sa puissante initiative marquèrent bientôt des progrès étonnants dans les travaux de son pays, qu'il sillonna de différences de longitudes géographiques entre une multitude de points astronomiques, pour lesquels il détermina en outre les latitudes et, pour quelques-uns, l'intensité de la pesanteur.

» Cette dernière branche, si importante et si difficile, de la Physique du globe, lui doit des études approfondies et des séries d'observations comme il savait les faire ; et, récemment, à la Conférence géodésique internationale réunie à Rome en 1883, il mettait sous les yeux des géodésiens, par un savant Rapport, l'état actuel de cette question compliquée, en tirant des conclusions importantes de ce qui avait été fait jusqu'à ce jour et en provoquant de nouveaux progrès pour l'avenir.

» C'est surtout le précieux concours de ses travaux physico-géodésiques, ainsi que celui de ses profondes connaissances mathématiques, que nous avons espéré apporter à l'œuvre du Comité international en élisant von Oppolzer, qui, en effet, a répondu à toute notre attente : malheureu-

sement la mort prématurée de l'illustre savant nous a privés trop tôt de sa puissante collaboration.

» Si quelques-uns d'entre vous n'ont pas eu pendant des années l'occasion d'apprécier l'élévation, la noblesse de son caractère et la bienveillance de son commerce personnel, qu'ils me permettent à moi, qui ai eu la satisfaction de me rencontrer annuellement avec lui, pendant les quatorze dernières années de sa vie, d'exprimer ici mes sentiments d'admiration pour notre regretté Collègue, ainsi que mon amitié profonde et mes ineffaçables regrets!

» A l'époque où le Comité se préoccupait encore de l'étude de la matière dont les prototypes devaient être formés, après avoir perdu le puissant concours de Dumas et avoir regretté plusieurs absences de M. Stas, causées par le mauvais état de sa santé, nous avons naturellement désiré avoir parmi nous un autre chimiste, qui puisse élucider d'une manière spéciale les difficiles questions qui restaient alors à résoudre. Nous connaissions les mérites de M. d'Aguiar, qui professait la Chimie, avec un grand succès, depuis nombre d'années, à l'École Polytechnique et à l'Institut industriel de Lisbonne. Il fut élu Membre du Comité à l'unanimité.

» Comme, lors de son élection, M. d'Aguiar était Ministre des Travaux publics du Royaume du Portugal, il fut empêché de se déplacer pour venir prendre part à notre session de 1884; la grave maladie de sa fille fut cause qu'il ne vint pas à Paris pour la session de 1885, et ce n'est qu'à celle de l'année dernière que nous avons eu la satisfaction de le voir partager nos travaux.

» Dégagé pour l'avenir de ses hauts devoirs politiques, il avait pris un intérêt profond à l'œuvre de l'unification des poids et mesures du monde entier, et sa collaboration efficace nous semblait assurée pour un long avenir. Le 21 août il m'écrivait une Lettre, que je conserverai pieusement et de laquelle j'extrais le passage suivant :

« J'étais forcé, avant de vous répondre, de consulter les Ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, à propos de mon voyage. Hier ils m'ont dit que le Gouvernement me donnait la permission néces-

saire pour être absent de l'École Polytechnique et de l'Institut industriel de Lisbonne pendant le mois d'octobre. Donc, j'espère vous serrer la main, à Breteuil, le 24 du mois prochain... »

» Quatorze jours plus tard, le 4 du mois courant, M. d'Aguiar était mort.

» Nous avons perdu en lui un Collègue éminent, dont les vastes connaissances et les conseils précieux ne nous auraient pas fait défaut. Nous n'oublierons jamais sa présence, malheureusement trop courte, dans le Comité international des Poids et Mesures. »

M. le PRÉSIDENT prie M. le Secrétaire de lire le Rapport du Bureau du Comité international sur les principaux faits concernant sa gestion.

M. HIRSCH prend la parole dans les termes suivants :

**Rapport du Bureau du Comité international sur les principaux faits de sa gestion en 1886-1887.**

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous rendre compte, au nom de M. le Président et au mien, de la gestion du Bureau pendant l'exercice dernier. Je serai aussi bref que possible dans l'analyse de la plupart des documents que je dépose sur la table; je n'en lirai que les principaux en original; tous d'ailleurs sont à la disposition de chaque membre qui désirerait en prendre connaissance.

**I. — Personnel.**

Le Comité a malheureusement perdu deux de ses membres par la mort : notre célèbre Confrère M. von Oppolzer est décédé le 26 décembre 1886, et M. d'Aguiar est mort il y a quelques semaines, le 4 septembre 1887, pendant ses préparatifs de voyage pour se rendre parmi nous.

En outre, M. Hilgard nous a adressé, le 10 mai 1887, sa démission pour des raisons de santé. Voici la traduction de sa lettre :

Washington, le 10 mai 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

C'est avec un profond regret que je vous donne, par la présente, ma démission de Membre du Comité international des Poids et Mesures.

Ma santé va s'affaiblissant depuis plusieurs années, et je crains de ne pouvoir plus faire de nouveau le voyage en Europe, pour participer aux travaux du Comité.

Désireux que les États-Unis soient efficacement représentés dans le travail final qui se rapporte à la vérification et à la distribution des nouveaux prototypes métriques, j'espère que mes collègues pourront choisir mon successeur à temps, pour lui permettre d'assister à la prochaine session du Comité.

Je reste, mon Général, avec profond respect,

Votre serviteur dévoué,

Signé : J.-E. HILGARD.

Pour traduction conforme :

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Le Bureau du Comité n'a pas cru devoir laisser vides les deux vacances produites par le triste décès de M. von Oppolzer et par la regrettable démission de M. Hilgard, et, usant du droit conféré au Comité par l'art. 14 du Règlement de la Convention du Mètre, il a, par circulaire du 5 juillet, invité les membres du Comité à nommer deux nouveaux collègues pour combler ces vacances.

En même temps nous proposons le 24 septembre comme jour d'ouverture de la session. Dès le 30 juillet, nous avons pu annoncer aux membres du Comité l'acceptation presque unanime de nos propositions, et les convoquer pour le 24 septembre à la session de cette année.

Par dépêches du 13 août, nous avons porté à la connaissance des Hauts Gouvernements la nomination unanime de M. le D<sup>r</sup> B.-A. Gould, à Cambridge en Amérique, et de M. le Professeur Victor von Lang, à Vienne, comme Membres du Comité.

Le Comité ne compte donc en ce moment que treize Membres par le fait du décès récent de M. d'Aguiar ; il serait opportun de combler également cette vacance le plus tôt possible, par voie de correspondance, ainsi que la Convention le demande.

En attendant, la majorité absolue est actuellement de sept voix.

Nous regrettons vivement que quelques-uns de nos Collègues n'aient pu prendre part à cette session. Ainsi M. Gould nous a annoncé, par lettre du 26 août, qu'il était empêché, par des raisons de famille, d'entreprendre le voyage en Europe. De même M. Christie nous a écrit, le 24 août, qu'il était retenu à Greenwich par les nombreuses et absorbantes occupations de son observatoire. Enfin notre Collègue M. le D<sup>r</sup> Wild a écrit au Secrétaire, il y a quelques mois, qu'il craignait de ne pouvoir, malgré son plus vif désir, venir assister à la session. Il y a quinze jours, le Secrétaire lui a écrit de nouveau en le priant de nous annoncer s'il pourrait prendre part à nos délibérations. M. le Président vient de recevoir la réponse négative de M. Wild, dans laquelle il le prie d'exprimer à tous les Collègues ses regrets sincères de se voir, par des raisons tout à fait indépendantes de sa volonté, empêché de nouveau d'assister aux séances du Comité.

## II. — Travaux et publications.

Le *Rapport spécial financier* a été distribué aux Ambassades et Légations le 26 octobre 1886.

Le *dixième Rapport du Comité aux Gouvernements sur l'exercice de 1886* a été distribué aux Représentants des Gouvernements signataires de la Convention, ainsi qu'aux Membres du Comité, le 21 juin 1887.

Les *Procès-Verbaux* de la session de 1886 ont paru le 13 août 1887.

Le Tome V des *Travaux et Mémoires* a paru le 26 octobre 1886, peu de temps après notre dernière session.

Le Tome VI de cette publication est déjà imprimé en grande partie ; la composition du travail de M. le D<sup>r</sup> Chappuis est terminée, et la première épreuve en a pu circuler parmi les Membres du Comité, dès le mois de juillet, suivant le désir exprimé par plusieurs de nos Collègues. La composition du travail de M. le D<sup>r</sup> Benoit est très avancée et l'impression terminée pour une bonne partie. Le Mémoire de M. le D<sup>r</sup> Broch sera immédiatement commencé à l'imprimerie, aussitôt que M. le Directeur aura livré le manuscrit. Enfin, le Mémoire de M. le D<sup>r</sup> Guillaume a été remis et ne tardera pas à être composé.

On ne peut pas encore dire quand M. Pernet aura terminé son ancien travail ; du reste, il pourrait difficilement être inséré dans le Tome VI qui, sans cela, sera déjà très volumineux.

Le compte rendu détaillé sur la marche des Travaux au Bureau international fera l'objet du Rapport de M. le Directeur.

### III. — Prototypes.

Nous avons la satisfaction de vous annoncer que la Grande-Bretagne a commandé récemment, par dépêche du 19 août, trois prototypes, savoir : 1 mètre à traits, 1 mètre à bouts et enfin 1 kilogramme. Comme le nombre des kilogrammes et des mètres à traits, fournis par M. Matthey, est suffisant pour satisfaire à ces commandes, il s'agit simplement de faire dresser, polir, tracer et finalement comparer une règle en X de plus, et d'ajuster et comparer un kilogramme de plus. Par contre, la commande anglaise d'un mètre à bouts porte à 4 le nombre des demandes de ce genre de prototypes. Or, en tant que nous sachions, aucune règle à bouts n'a encore été construite. Nous avons donc écrit à notre Collègue M. Bertrand, Président de la Section française, pour le prier de ne pas tarder à provoquer la construction des mètres à bouts.

À cette occasion, nous nous permettons de poser cette question : Le Comité ne devrait-il pas profiter de la commande qui va être faite, par le Gouvernement français, de ces quatre mètres à bouts, pour le prier d'y comprendre un cinquième mètre qui serait destiné au Bureau international ? En effet, il nous semble que ce dernier ne devrait pas manquer d'un prototype de ce genre, ne fût-ce que pour éviter la nécessité de recourir, chaque fois qu'il s'agira de déterminer un étalon à bouts, à la comparaison toujours longue et difficile entre un étalon à bouts et un autre à traits, et pour pouvoir la remplacer par la comparaison entre deux règles à bouts, plus facile et plus exacte, lorsqu'on aura, une fois pour toutes, établi l'équation de notre prototype à bouts. Nous prions le Comité de bien vouloir, dans une des prochaines séances, délibérer sur cette proposition.

Revenant à notre Rapport, nous avons le regret d'ajouter qu'après la commande de l'Angleterre il reste cependant cinq États qui ne se sont pas encore prononcés sur leurs commandes de prototypes (voir *Procès-Verbaux* de 1886, p. 10).

Le Bureau du Comité a continué à se tenir en rapport avec la Section française, au sujet de la construction des prototypes et, en particulier, sur le tracé des mètres. M. Bertrand nous a informé déjà,

par lettre du 20 janvier, que M. Cornu, ayant exécuté les expériences demandées par le Comité dans sa dernière session, s'est vu affermi dans sa conviction que le poli spéculaire est préférable. M. Bertrand nous a en outre fait savoir, le 30 janvier, que la Section française avait décidé de prendre les mesures propres à hâter l'achèvement des mètres; en même temps il nous a communiqué le Rapport de M. Cornu sur la question du poli et du tracé.

Il importe sans doute aux membres du Comité de connaître le Rapport, du reste très concis, de M. Cornu. Voici comment s'exprime le savant physicien :

RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES RELATIVES AU TRACÉ DES TRAITS  
SUR POLI SPÉCULAIRE.

« Les études demandées à M. Cornu par le Comité international, relativement aux traits tracés sur platine iridié poli spéculairement, ont été faites à l'École Polytechnique et au Conservatoire des Arts et Métiers; les résultats ont été contrôlés au Pavillon de Breteuil par M. Broch.

» Les résultats ont été les suivants :

» 1° Les traits tracés au diamant, ayant une largeur de  $2^{\mu}$  à  $7^{\mu}$ , sont réellement *burinés*, le *copeau* enlevé était visible, par fragments à côté de chaque trait.

» 2° Il est possible d'effectuer, après le tracé, un nouveau polissage qui produit l'*ébarbage* des traits.

» 3° Les traits sont si profondément burinés qu'un polissage énergique avec un tampon de peau de chamois enduit de rouge d'Angleterre, agissant sous une pression d'environ 200<sup>gr</sup> et avec une vitesse de 3<sup>cm</sup> à 4<sup>cm</sup> par seconde pendant un quart d'heure, n'est pas parvenu à les effacer.

» Ces résultats paraissent donc devoir lever entièrement les scrupules formulés par quelques Membres du Comité international et permettre les conclusions suivantes :

» 1° *Les traits tracés au diamant sur poli spéculaire peuvent être ébarbés.*

» 2° *Leur permanence paraît aussi assurée que possible* (le frottement d'un pinceau destiné à épousseter les règles ne peut en aucun cas les effacer).

» 3° *Il y a lieu de procéder au tracé des mètres prototypes sur poli spéculaire.*

» Signé : A. CORNU. »

Paris, le 20 janvier 1887.

Nous avons répondu, le 7 février, en proposant que M. Cornu veuille bien compléter ses expériences, avec le concours de M. Broch, au Bureau international, pour établir l'erreur probable du pointé qu'on obtient avec des traits sur poli mat et sur poli spéculaire, en conservant du reste toutes les autres conditions, telles que formes et dimensions des traits, microscopes, etc., identiques dans les deux cas.

M. le Président de la Section française ayant proposé, par lettre du 27 mars, à M. le Président du Comité, de déléguer, chacun de son côté, M. Cornu et M. Broch pour étudier définitivement la question urgente du poli, votre Bureau a immédiatement accepté ce moyen, qui concordait parfaitement avec notre manière de voir.

Sans pouvoir entrer ici dans plus de détails, il suffit de dire que les expériences de ces messieurs ont établi une légère supériorité d'exactitude du pointé en faveur du poli spéculaire. En conséquence, toute divergence de vues avait disparu dès le mois d'avril. M. le Directeur renseignera probablement le Comité sur les causes qui, malgré cela, ont retardé sensiblement l'achèvement des mètres. Parmi ces causes, la principale a été sans doute la nécessité de faire de nouvelles installations au Conservatoire des Arts et Métiers pour exécuter le poli des nombreuses règles. Quoi qu'il en soit, nous avons reçu l'assurance qu'un des mètres au moins pourra être présenté entièrement terminé au Comité pendant la session.

Qu'il nous soit permis de rappeler au Comité qu'il lui reste encore à fixer définitivement quelques points du programme des comparaisons, des déterminations de dilatation, etc., afin que rien n'empêche plus d'entreprendre et de poursuivre au Bureau international le grand travail de vérification des mètres prototypes, au fur et à mesure que nous les recevrons de la Section française.

#### IV. — Finances et contributions.

Les contributions sont rentrées, cette année, encore un peu plus tardivement qu'en 1886; car, au milieu du mois de mai, il n'y avait que douze États ayant versé leurs contributions, et, après des démarches faites à cette époque auprès de plusieurs Gouvernements, il y a en ce moment encore cinq États retardataires, savoir : la République argentine avec 607<sup>fr</sup>, l'Italie avec 8595<sup>fr</sup>, le Pérou avec 809<sup>fr</sup>, la Turquie avec 6471<sup>fr</sup> et le Vénézuéla avec 506<sup>fr</sup>, ce qui fait en tout un arriéré de 16988<sup>fr</sup> pour les contributions de cette année. Le Comité décidera s'il convient de faire une nouvelle démarche au-

près de Messieurs les Représentants de plusieurs de ces États, afin de ne pas laisser s'accumuler par trop la somme totale des arriérés, qui montait déjà à la fin du dernier exercice au chiffre important de 72 366<sup>fr.</sup>

Du reste, le Rapport de M. le Directeur du Bureau nous fournira les renseignements voulus sur la situation financière de notre établissement, laquelle devient de plus en plus difficile, et la Commission spéciale fera probablement des propositions au Comité sur les moyens d'améliorer cette situation.

#### V. — Correspondance avec les Gouvernements.

A notre grand regret, nous constatons que la question, soulevée il y a deux ans, du devis à établir pour réunir éventuellement le service de vérification et de conservation des Unités électriques au Bureau international des Poids et Mesures, n'a pas fait de progrès sensibles dans le courant de cette année, attendu que nous n'avons reçu que de la Turquie et de la Roumanie de nouvelles réponses favorables, portant à douze le nombre des États qui ont consenti à autoriser le Comité à établir le devis demandé par la France, ce qui est bien la majorité des États faisant partie de la Convention du Mètre; mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer dans nos Rapports antérieurs, pour des questions de cette nature modifiant la Convention conclue, il faudrait l'unanimité des États contractants.

Pour être complets, nous devons mentionner que nous avons reçu de l'Ambassade d'Allemagne l'accusé de réception de notre dépêche circulaire du 8 février, avec l'information que cette circulaire a été portée à la connaissance du Gouvernement Impérial; mais depuis lors nous n'avons reçu aucune communication nous faisant connaître la décision du Gouvernement allemand.

Votre Bureau doit vous rendre compte ensuite de la Correspondance importante qui a été échangée cette année avec le Gouvernement britannique et qui a abouti heureusement à un résultat des plus satisfaisants; en effet, non seulement la Grande-Bretagne a abandonné l'intention qu'elle avait manifestée de se retirer de la Convention, mais elle s'est décidée en même temps à commander ses prototypes.

En réservant les détails pour le onzième Rapport aux Gouvernements, nous croyons devoir vous faire connaître aujourd'hui les faits et documents principaux.

Au mois de mars, M. le Président a reçu une Note de lord Lyons,

datée du 14 mars, annonçant l'intention du Gouvernement de Sa Majesté de se retirer de la Convention du mètre.

Nous avons, par lettre du 20 mars, accusé réception de cette Communication, tout en attirant l'attention du Gouvernement britannique sur l'art. 13 de la Convention, qui fixe les conditions de dénonciation de la Convention.

Peu après, nous avons cru de notre devoir de donner connaissance à notre honorable Collègue anglais, M. Christie, de la démarche de son Gouvernement, par une lettre du 15 avril 1887, dans laquelle nous avons développé les raisons qui, d'après les dispositions de la Convention et de ses annexes, devaient empêcher le Gouvernement anglais de donner suite à son intention. En même temps nous avons exprimé notre conviction que les savants anglais regretteraient, autant que nous-mêmes, la réalisation de cette intention.

Quelque temps après, le 6 mai, le Secrétaire a donné connaissance aussi à M. Gill, qui en avait exprimé le désir, de notre lettre à M. Christie, en l'engageant à unir ses efforts à ceux de son Collègue de Greenwich et des autres Savants anglais, pour faire revenir son Gouvernement sur son intention.

Dans l'intervalle, nous avons reçu une seconde dépêche de lord Lyons, datée du 12 avril, dans laquelle il nous demandait si, en vue de l'art. 13 de la Convention, une dénonciation, faite une année d'avance, serait acceptée pour l'année suivante. Nous avons répondu par lettre du 26 avril à M. l'Ambassadeur britannique, qu'il appartenait non pas au Comité international d'accepter la dénonciation de l'Angleterre, mais aux Gouvernements des États contractants eux-mêmes, auxquels nous serions obligés de soumettre la question, si le Gouvernement britannique persistait dans son intention. Nous avons ajouté que, d'après notre opinion, les dispositions de la Convention du Mètre, à laquelle l'Angleterre a adhéré en 1884, la liaient au moins pour douze ans.

Dans une troisième dépêche du 21 mai, lord Lyons, suivant les instructions reçues du Premier Secrétaire d'État, pour les Affaires étrangères, nous déclara que, bien que l'Angleterre n'eût adhéré à la Convention que depuis 1884, la forte somme de £ 1787 payée à cette occasion par la Grande-Bretagne et représentant les contributions annuelles à dater de l'origine de la Convention en 1875 semblait au Gouvernement de Sa Majesté placer l'Angleterre sur le même pied que les Puissances fondatrices quant au terme de sortie, qui aurait donc expiré la veille de la date de la dépêche. La contribution pour l'année courante ayant été payée et le Gouvernement de la Reine ayant

annoncé par son Ambassadeur à Paris son intention de se retirer, il ne voyait pas d'autres formalités nécessaires à remplir. Enfin lord Lyons demandait si, à l'expiration de la période de 12 ans, le Comité international cesserait d'exister ou s'il devait être reconstitué.

Nous avons répondu, par lettre du 2 juin à M. l'Ambassadeur d'Angleterre, en établissant, par les documents publiés, que son Gouvernement faisait erreur en envisageant la somme de £ 1787, équivalant à 44 669<sup>fr</sup>, comme représentant toutes les contributions annuelles depuis 1875, dont la somme aurait monté à 116 452<sup>fr</sup>, mais que cette somme était simplement la part de l'Angleterre aux frais d'établissement, et que c'était pour faciliter l'entrée de l'Angleterre que le Comité avait décidé, en 1884, de faire abstraction des contributions annuelles payées à partir de 1875 dans le calcul de la finance d'entrée.

Nous avons ensuite décliné de nouveau notre compétence, pour accepter la dénonciation de la Convention par l'Angleterre, et nous avons soutenu que les Gouvernements seuls pouvaient décider s'il était loisible à l'Angleterre de se retirer en 1887, après avoir accédé en 1884, de sorte que nous ne pouvions pas envisager la retraite de l'Angleterre comme légalement accomplie par les dépêches de M. l'Ambassadeur au Comité international.

Enfin, nous avons démontré, par la Convention et ses Annexes, que le Bureau et le Comité international des Poids et Mesures ont été fondés pour un temps illimité; que la Convention ne prévoit que deux périodes, séparées par la distribution des prototypes, pour le budget de l'institution internationale et pour le renouvellement, par moitié, du Comité par la Conférence générale; et que la période de douze ans ne paraît qu'une fois dans la Convention, comme terme de la dénonciation de cette dernière.

Jusqu'au 9 août, nous n'avons reçu aucune communication à ce sujet; à cette date, notre honorable Collègue anglais, M. Christie, d'après un avis officiel qu'il venait de recevoir, nous a informé que son Gouvernement avait décidé de rester dans la Convention, et que lui (M. Christie) avait insisté de nouveau, auprès du Ministère de son pays, sur l'urgence de commander les prototypes du mètre et du kilogramme.

Deux jours plus tard, le 11 août, nous avons reçu, en effet, une dépêche de l'Ambassade d'Angleterre, signée par le Chargé d'affaires *ad interim*, M. Egerton, qui, en réponse à notre lettre du 2 juin, nous avisait, par ordre du Secrétaire d'État pour les Affaires étrangères, que le Gouvernement de Sa Majesté avait décidé de rester partie contractante de la Convention du 20 mai 1875.

Ensuite, le 19 août, l'Ambassade d'Angleterre nous a transmis la commande, pour son Gouvernement, de 3 prototypes, 1 mètre à traits, 1 mètre à bouts et 1 kilogramme, pour lesquels il avait réparti un crédit de £ 1.000 sur les deux budgets de 1888 et 1889, en ajoutant le désir du Board of Trade que M. Chaney, directeur des Poids et Mesures, puisse assister à la vérification de ces nouveaux étalons.

Nous avons répondu, par lettre du 30 août, en exprimant notre satisfaction sur l'heureuse décision du Gouvernement anglais, de maintenir son accession à la Convention et de faire la commande des prototypes métriques, dont nous nous empresserions d'assurer l'exécution. Quant au prix prévu pour ces étalons, nous avons dû réserver, d'après la Convention, la fixation du prix de revient au Gouvernement français. Enfin, en ce qui regarde la présence de M. Chaney aux vérifications des prototypes, nous avons fait remarquer que les prototypes qui reviendront à l'Angleterre ne seront pas désignés d'avance, mais choisis par la Conférence générale parmi tous les exemplaires équivalents; nous ne pourrions donc pas appeler M. Chaney à la vérification des étalons spécialement destinés à l'Angleterre. Quoi qu'il en soit, nous nous sommes engagés à soumettre cette question au Comité dans sa prochaine session.

M. le Chargé d'affaires Egerton ayant renouvelé, par une note datée du 26 août, le désir du Board of Trade que M. Chaney se rende à Paris, en temps utile, pour assister à la vérification des prototypes destinés à l'Angleterre, nous avons répondu, par une lettre du 4 septembre, que si le Gouvernement de Sa Majesté entendait par cette demande que M. Chaney puisse prendre part à la sanction définitive des prototypes par la Conférence générale, rien évidemment ne s'y opposait, puisqu'il appartient au Gouvernement britannique de nommer ses délégués à la Conférence.

En terminant cet exposé de notre correspondance avec le Gouvernement du Royaume-Uni, nous soumettons au Comité la question de la présence de M. Chaney aux expériences du Bureau international. Qu'il nous soit permis de vous faire connaître notre opinion à ce sujet : il nous semble que, par égard pour le Gouvernement anglais et l'heureuse issue que, mieux informé, il a bien voulu donner à cette question; et que, d'autre part, M. Chaney étant le Directeur des Poids et Mesures d'un des États contractants, il conviendrait que le Comité international chargeât M. le Directeur du Bureau d'inviter M. Chaney à venir à Breteuil, lorsque les comparaisons des mètres auront commencé et que celles des kilogrammes seront en voie d'exécution.

Continuant notre compte rendu de la correspondance avec les

Gouvernements, nous mentionnerons qu'au 30 mars 1887 nous avons reçu une dépêche de S. E. M. le G<sup>al</sup> Menabrea, par laquelle, en vue de la prochaine comparaison des étalons déposés au Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, avec ceux conservés aux Archives du Royaume d'Italie, le Gouvernement désire connaître l'époque à laquelle les prototypes en platine iridié pur seront prêts; en même temps, il nous demande d'indiquer le prix approximatif de ces prototypes. Nous avons répondu, par lettre du 17 avril, que, dans tous ses Rapports annuels aux Hauts Gouvernements, le Comité avait rendu compte exactement des progrès de cette grande œuvre difficile, et des nombreux obstacles que nous avons rencontrés dans cette tâche; que dans le dixième Rapport, qui était en ce moment en impression, il serait exposé que la fabrication des règles par MM. Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup> était terminée, qu'on s'occupait de les dresser et de faire les installations nécessaires au Conservatoire des Arts et Métiers, pour les polir et les tracer; enfin, qu'au Bureau international on était tout prêt à comparer et vérifier les mètres, à mesure qu'ils y seraient livrés par la Section française, travail qui exigerait encore un an. Nous avons ajouté que pour les prototypes des kilogrammes on était beaucoup plus avancé, de sorte que cette partie de notre tâche pourrait, en tous cas, être terminée au printemps de 1889; enfin, qu'aussitôt que tous les prototypes seraient terminés la Conférence générale serait convoquée, pour les sanctionner et les répartir entre les États.

Quant au prix, nous avons rappelé que, d'après la Convention, c'est au Gouvernement français à établir leur prix de revient, ce qui ne pourra se faire qu'après l'achèvement complet du travail.

Au 13 août, nous avons reçu une dépêche de l'Ambassade d'Autriche-Hongrie, par laquelle celle-ci nous fait connaître le désir du Ministère I. et R. du Commerce, de voir remplacer feu M. von Opolzer, comme Membre du Comité international, par M. le Professeur Victor von Lang.

Nous avons répondu immédiatement, le 18 août, que par notre dépêche du 13 août nous avons déjà communiqué à l'Ambassade d'Autriche-Hongrie la nomination de M. von Lang par le Comité.

Nous avons, en outre, reçu dans le courant de cette année de nombreuses demandes de nos publications par les Gouvernements contractants, auxquelles nous nous sommes toujours empressés de faire droit, en chargeant notre libraire d'expédier les volumes demandés et d'inscrire pour l'avenir les demandes faites dans la liste de distribution.

En réservant les détails de la correspondance pour le onzième Rapport aux Gouvernements, nous nous bornons à mentionner ici que de pareilles demandes nous sont parvenues de la part du Gouvernement belge pour un sixième exemplaire des *Travaux et Mémoires*; de la part de la République Argentine pour deux exemplaires des tomes I, II, III, IV; de la part du Gouvernement français, qui demandait des exemplaires de nos Annales pour l'Académie de Clermont et pour celle de Besançon; enfin, du Gouvernement d'Italie en faveur de M. le Professeur Naccari, de Turin.

M. le PRÉSIDENT dépose sur le Bureau les bulletins de vote concernant l'élection des deux nouveaux Membres.

M. le PRÉSIDENT demande si personne n'a d'observations à produire au sujet du Rapport qui vient d'être lu.

M. FOERSTER ne voit que des félicitations à présenter au Bureau pour sa gestion.

M. le PRÉSIDENT donne la parole à M. le Directeur du Bureau international pour communiquer au Comité ses rapports habituels.

M. BROCH donne lecture :

1° Du Rapport sur les Comptes et les Finances du Bureau international pour l'exercice de 1886 et pour les huit mois écoulés de l'année courante;

2° Du Rapport sur le matériel du Bureau;

3° Du Rapport sur le personnel et sur les travaux exécutés au Bureau depuis la dernière session.

A cause de l'importance de ce dernier Rapport et de l'heure avancée, M. le PRÉSIDENT prie M. le Directeur de renvoyer la fin de sa lecture à la prochaine séance, dont la date sera fixée ultérieurement et communiquée à tous les membres par M. le Secrétaire, dès que les études des Commissions seront suffisamment avancées.

M. le PRÉSIDENT croit qu'en outre des deux Commissions

qu'on a l'habitude de nommer, il sera utile, cette fois, de confier à une Commission spéciale de trois membres l'examen du premier mètre prototype que la Section française a soumis au Comité.

En conséquence, il désigne comme membres de ces trois Commissions :

1° MM. BERTRAND, FÖRSTER, VON KRUSPÉR, pour la *Commission des Comptes et des Finances*.

2° MM. FÖRSTER, GOVI, VON KRUSPÉR et THALÉN, pour la *Commission des Instruments et des Travaux*.

3° MM. HIRSCH et THALÉN, auxquels M. IBAÑEZ se joindra volontiers, pour la *Commission d'examen du Mètre*.

M. le PRÉSIDENT prie ces Commissions de se constituer aussitôt après la séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

## PROCÈS-VERBAL

DE LA DEUXIÈME SÉANCE.

Vendredi 30 septembre 1887.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

**MM. BERTRAND, BROCH, FÖRSTER, GOVI, HIRSCH, VON KRUSPÉR,  
VON LANG et THALÉN.**

La séance est ouverte à 2<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>.

M. le PRÉSIDENT souhaite la bienvenue à M. le Professeur VON LANG, qui, malgré l'accident qu'il avait mentionné dans sa lettre, a pu arriver dès le lendemain de l'ouverture de la session, et que le Comité, qui s'est trouvé unanime à le nommer, a aujourd'hui le plaisir de voir siéger pour la première fois. M. von Lang a déjà participé d'ailleurs aux séances de la Commission des Instruments et des Travaux, dont M. le Président a la satisfaction de le nommer membre officiellement.

M. le SECRÉTAIRE donne lecture du procès-verbal de la première séance, qui est adopté sans observations.

M. BERTRAND demande qu'avant de passer à l'ordre du

jour M. le Président lui permette de lire la lettre suivante de M. Cornu :

Paris, le 25 septembre 1887.

TRÈS HONORÉ CONFRÈRE ET, CHER MAITRE,

La Section française de la Commission du Mètre a remis récemment au Bureau international la règle n° 5 copiée d'après la règle n° 2.

La Sous-Commission chargée du tracé des prototypes n'a pas jugé utile de terminer un plus grand nombre de règles sans avoir l'opinion du Comité international sur le travail accompli, et avoir reçu l'assurance officielle que les désirs du Comité ont été exactement remplis.

J'ai l'honneur de vous prier, en votre qualité de Président de la Commission française, de vouloir bien solliciter du Comité cette assurance officielle qui permettrait à la Sous-Commission de terminer ses travaux.

Les 30 règles de M. Matthey, dressées par MM. Brunner, sont arrivées au Conservatoire, à la disposition des Membres du Comité qui désireraient les examiner.

Les études nécessaires à l'obtention du poli spéculaire sont terminées.

M. le Dr Broch, qui avait été chargé par le Comité de s'entendre avec la Section française, rendra compte des résultats qu'on obtient couramment : ils sont entièrement satisfaisants.

On pourra donc, dans un délai prochain, obtenir l'achèvement complet de toutes les règles prototypes dans des conditions d'uniformité indispensables à la confection de ces étalons.

Veillez agréer, je vous prie, très honoré Confrère et cher Maître, l'expression de mes sentiments respectueux et dévoués.

Signé : A. CORNU.

M. BERTRAND remet cette lettre au Secrétaire et invite le Comité à examiner au Conservatoire des Arts et Métiers non seulement les 30 règles dressées, mais encore les installations pour le polissage et le tracé.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Bertrand de la Communication de la lettre de M. Cornu, qui sera insérée dans les *Procès-Verbaux*, ainsi que de l'aimable invitation qu'il a bien voulu adresser au Comité.

M. HIRSCH demande à communiquer au Comité le Rapport suivant de M. Cornu, aux conclusions duquel M. Broch a déclaré adhérer :

ÉTUDES RELATIVES A L'OBTENTION DES TRAITS SUR POLI SPÉCULAIRE  
DES RÈGLES PROTOTYPES EN PLATINE IRIDIÉ.

Conformément au désir exprimé par le Comité (lettre de M. le D<sup>r</sup> Hirsch à M. Bertrand, 1<sup>er</sup> décembre 1886), ces études ont été exécutées par la Sous-Commission de la Section française, sous la direction de M. Cornu : M. le D<sup>r</sup> Broch a été chargé de suivre le travail et d'examiner les résultats au fur et à mesure de leur obtention.

La possibilité d'obtenir couramment le poli spéculaire (malgré les difficultés de polissage au fond d'une rigole étroite) était démontrée depuis longtemps; la Section française avait, en effet, livré au Bureau international, dès 1880, deux règles à mouches polies spéculairement : l'une d'elles, n<sup>o</sup> 43, y est encore actuellement employée à certaines comparaisons. Mais quelques Membres du Comité demandaient un supplément d'études avant de se prononcer sur le choix du genre de poli à donner aux règles :

« ... Considérant cependant que, lorsqu'on trace sur le poli spéculaire des traits très fins, d'une largeur, par exemple, de 5 $\mu$ , on ne peut être sûr de la durée indéfinie de ces traits, qu'à la condition de faire disparaître, au moyen de l'ébarbage, toutes les tensions superficielles, produites par l'opération du tracé; étant donné, d'autre part, que la possibilité d'un tel ébarbage sur poli spéculaire n'est pas encore complètement établie par la pratique, la Commission propose de n'adopter le poli spéculaire pour les prototypes des mètres que si les traits peuvent être ébarbés; dans le cas contraire, elle conseille de *s'en tenir* au poli mat. »

(Rapport de M. Govi, *Procès-Verbaux* des séances de 1886, p. 33.)

Et plus loin (*loc. cit.*, p. 34) :

» ... Une discussion s'engage sur le point de savoir si les traits fins, tracés sur une surface polie spéculairement, consistent en une simple dépression ou en une déchirure de la surface polie. Bien que les opinions soient partagées à cet égard, le Comité est unanime à approuver l'avis de la Commission qui fait de l'ébarbage une condition *sine qua non* de l'adoption du poli spéculaire. »

La première étude a consisté à éclaircir la nature des traits tracés au diamant sur platine iridié poli spéculairement : le résumé de cette étude, faite par M. Cornu\* (à l'aide d'une machine spéciale à tracer les *réseaux*), a été transmis par M. le D<sup>r</sup> Broch à M. le Général Ibañez, Président du Comité international; il contient les conclusions suivantes :

1° Les traits sont *burinés*, car ils correspondent à la formation de copeaux détachés.

2° Il est extrêmement difficile d'effacer des traits de 2<sup>μ</sup> à 4<sup>μ</sup>, en frottant sous un effort de 100<sup>gr</sup> à 200<sup>gr</sup> avec un frottoir enduit de rouge d'Angleterre pendant quinze minutes; le frottement d'un pinceau ne peut donc produire sur les traits d'une règle en platine iridié qu'un effet inappréciable, les traits devant d'ailleurs avoir de 6<sup>μ</sup> à 9<sup>μ</sup> de largeur.

3° L'ébarbage des traits se fait aisément par un polissage léger effectué avec précautions.

La seconde partie des études a consisté à perfectionner l'ancien outillage de la Section française en vue d'obtenir, d'une manière uniforme, le poli spéculaire des règles. M. le Colonel Laussedat, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers et Secrétaire de la Section française, a fait exécuter et installer, conformément à une décision de cette Section, le nouvel outillage dans une des salles du Conservatoire et, dès les premiers jours du mois de mai dernier, les appareils étaient en service.

Grâce à l'active et habile collaboration de M. Gustave Tresca, Ingénieur adjoint au Conservatoire, les essais préliminaires, poussés rapidement, ont montré qu'on pouvait obtenir non seulement le poli spéculaire au fond de la rigole, mais même une condition additionnelle très importante, la *planéité* de la surface polie; un dispositif très simple permet, pendant la durée du polissage, d'observer l'image réelle et amplifiée d'un réticule, réfléchi sur la surface travaillée; on peut ainsi se rendre compte de la conservation de la surface plane jusqu'à la fin du travail.

Après l'obtention d'un grand nombre de mouches ainsi polies, on a procédé au tracé des traits d'essais avec le comparateur longitudinal; divers échantillons ainsi préparés, examinés au Pavillon de Breteuil, au double point de vue du poli et de la qualité des traits, ayant été jugés satisfaisants par M. le D<sup>r</sup> Broch, la règle n° 5 a été polie et tracée définitivement; on a réservé l'ébarbage des traits pour l'exécuter sous les yeux du Comité.

Toutes ces études, résumées pratiquement dans la règle n° 5, conduisent aux conclusions suivantes :

- 1° Le *poli spéculaire* s'obtient couramment.
- 2° La surface polie est *optiquement plane* d'une manière satisfaisante.
- 3° Les traits, étant *burinés*, paraissent aussi inaltérables que possible.
- 4° L'*ébarbage* des traits est plus facile qu'on ne pensait et donne une netteté parfaite à leurs bords.

En conséquence, il y a lieu de proposer au Comité l'exécution immédiate, suivant les procédés ci-dessus indiqués, du tracé des règles prototypes.

Reçu le 28 septembre 1887 de M. Cornu. J'adhère tout à fait à ces conclusions.

Signé : D<sup>r</sup> O.-J. BROCH.

Sur l'observation de M. Hirsch qu'il y a lieu de se réjouir des faits contenus dans ces deux documents, qui intéressent spécialement la troisième Commission, M. le PRÉSIDENT renvoie ces documents à cette Commission. Il prie ensuite M. le Directeur du Bureau international de terminer la lecture de ses rapports.

Cette lecture donne lieu à l'échange de quelques observations.

A propos des cloches dans lesquelles le Comité a décidé de conserver les kilogrammes dans le vide, M. Broch fait remarquer qu'on s'est rapidement convaincu que la paraffine seule ne suffit pas pour obtenir une fermeture hermétique; en y ajoutant un peu de vaseline, on a obtenu un bien meilleur résultat; cependant, lors d'un fort mouvement barométrique descendant jusqu'à 740<sup>mm</sup>, on a constaté la sortie d'une quantité d'air considérable, d'ailleurs sans aucune augmentation d'humidité. M. Broch espère qu'on aboutira finalement à une fermeture satisfaisante.

M. HIRSCH ne doute nullement du succès final de ces efforts; car, pour un pendule électrique qui doit marcher dans un cylindre sous pression constante, il est parvenu,

après plusieurs mois de tentatives, à obtenir une étanchéité absolue, qui dure déjà depuis bientôt trois ans.

M. le DIRECTEUR regrette d'avoir à signaler au Comité que la comparaison des trois baromètres normaux n'a pas réussi au point qu'on avait présumé; car on n'est pas parvenu à établir leur équation à  $\frac{1}{100}$  de millimètre près. M. Broch ajoute qu'il ne croit pas facile d'atteindre ce résultat, si les baromètres ne sont pas immédiatement juxtaposés.

M. HIRSCH exprime son étonnement de ce résultat inattendu, et demande à M. le Directeur de bien vouloir indiquer au Comité les raisons auxquelles il l'attribue.

M. BROCH en voit la cause essentielle dans la trop grande variabilité de la température dans les cabinets de Physique où sont installés deux de ces baromètres, ce qui empêche de s'assurer, avec assez de précision, de la véritable température moyenne de la colonne mercurielle. Du reste, un nouveau tube de baromètre a été récemment rempli à nouveau par M. Chappuis, et on espère qu'il donnera de meilleurs résultats. Il va sans dire que ces expériences doivent être continuées.

A propos de la statistique que M. Broch établit dans son Rapport au sujet de l'avancement de l'étude des prototypes du kilogramme, et d'après laquelle 34 sont terminés, et 6 autres qui étaient devenus trop légers par l'ajustage ont dû être refondus et devront être comparés, M. HIRSCH demande si pour les 34 il est entendu que non seulement les observations, mais aussi les calculs sont achevés.

M. BROCH répond que tout est terminé, observations et calculs, et que les dossiers de ces 34 pièces sont presque complets.

A l'occasion du passage où il est question des certificats à donner aux étalons soumis au Bureau international, M. le DIRECTEUR demande que, pour simplifier le travail, des for-

mulaires établis une fois pour toutes soient imprimés sur parchemin, de sorte qu'il ne reste plus qu'à remplir à la main les chiffres caractéristiques pour chaque étalon.

**M. HIRSCH** appuie cette proposition, qui aurait entre autres avantages, celui de garantir l'uniformité qu'il croit nécessaire pour les certificats émanant d'un pareil établissement.

Sans doute ces formulaires devront être adoptés par le Comité; mais on ne pourra le faire qu'après avoir donné une solution à la grave question de l'échelle thermométrique normale, et après avoir choisi entre l'échelle à l'hydrogène et celle à l'azote; car les deux ont des partisans dans le sein du Comité.

**M. BERTRAND** demande si l'on s'est également livré, au Bureau, à quelques recherches sur le protoxyde d'azote, pour lequel il rappelle avoir donné une formule théorique de tension coïncidant dans ses résultats, de très près, avec les chiffres trouvés par Regnault.

**M. BROCH** répond que jusqu'à présent il n'a pas été entrepris d'observations avec le protoxyde d'azote. Il croit d'ailleurs que ce corps n'est pas un gaz assez parfait pour donner une échelle assez semblable à l'échelle thermodynamique. A cette occasion **M. Broch** mentionne que, d'après une Communication qu'il a reçue de **M. Fœrster**, les différences que **M. Weinstein** avait trouvées, il y a quelques années, entre l'échelle thermodynamique et l'échelle théorique de l'acide carbonique, coïncident presque complètement avec les différences résultant des observations de **M. Chappuis** entre l'échelle de l'hydrogène et de l'acide carbonique, ce qui paraît établir la presque identité entre l'échelle de l'hydrogène et l'échelle absolue.

**M. FOERSTER** fait observer que la discussion de ces questions complexes reviendra à propos du Rapport de la Com-

mission des Instruments et des Travaux, qui contiendra des propositions à ce sujet.

Aucun membre ne demandant plus à présenter d'autres observations, M. le PRÉSIDENT adresse à M. le Directeur des remerciements pour ses Rapports, remplis de données de grand intérêt.

M. le PRÉSIDENT rappelle ensuite que, dans le Rapport du Bureau du Comité, lu par M. Hirsch dans la première séance, se trouvent trois propositions sur lesquelles il convient de statuer.

La première demande que le Comité prie le Gouvernement français d'ajouter aux quatre mètres prototypes à bouts, devant être commandés à MM. Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup> pour les États, un cinquième destiné au Bureau international des Poids et Mesures.

*Le Comité adopte à l'unanimité cette proposition.*

En second lieu, le Rapport du Bureau a rappelé qu'il était nécessaire de fixer encore certains détails du programme, concernant les comparaisons des mètres, l'étude de leur dilatation, les formules de leur équation, etc. Le Comité charge la deuxième Commission d'apporter des propositions sur ces différents points.

Enfin, comme la troisième proposition concerne les démarches à faire pour assurer la rentrée des arriérés, qui bientôt atteindront 100000<sup>fr</sup>, et pour procurer au Comité les ressources nécessaires aux services du Bureau international, M. le PRÉSIDENT est d'avis et *le Comité décide de la renvoyer à la Commission des finances.*

M. le PRÉSIDENT demande à M. Bertrand, Président de la Commission des comptes et des finances, si les travaux de cette Commission sont assez avancés pour qu'elle puisse présenter, dès aujourd'hui, le Rapport sur les comptes du Bureau international.

M. BERTRAND répond que la Commission a, en effet, ter-

miné la première partie de sa tâche, que le Rapport est prêt; que du reste il est fort court, attendu qu'il n'y a que des félicitations à adresser à M. le Directeur pour sa gestion financière. Il prie M. Fœrster de communiquer ce Rapport au Comité.

M. FÖRSTER donne lecture du document suivant :

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

30 septembre 1887.

La Commission a examiné en détail la comptabilité du Bureau international pour l'exercice de 1886; elle a trouvé que les comptes sont établis avec une parfaite régularité, et elle a constaté que toutes les dépenses sont justifiées par des pièces à l'appui.

La Commission propose donc d'approuver les comptes de 1886, et de donner décharge pleine et entière à M. le Directeur.

*Le Rapporteur*

Signé : FÖRSTER.

*Le Président,*

Signé : J. BERTRAND.

Aucun membre du Comité ne demandant la parole, M. le PRÉSIDENT met aux voix les conclusions du Rapport de la Commission des comptes et des finances, qui sont adoptées à l'unanimité.

Sur la demande de M. FÖRSTER, M. le PRÉSIDENT lui donne la parole pour présenter quelques remarques au sujet des résolutions prises par le Comité dans la dernière session, sur sa proposition, concernant la détermination de la pesanteur à Breteuil et à la station des célèbres travaux de Regnault.

M. FÖRSTER désire dissiper quelques doutes et malen-

---

(<sup>1</sup>) Voir *Procès-Verbaux de 1886*, pp. 28 à 30.

tendus qui se sont produits à ce sujet chez quelques hommes de science, et qu'il importe d'empêcher de se répandre. On a émis la crainte qu'après l'exécution de ces déterminations locales de l'intensité de la pesanteur les bases thermométriques et barométriques des travaux du Bureau international des Poids et Mesures ne soient changées, quoique d'une manière numériquement peu importante.

M. FOERSTER serait le premier à regretter de pareilles conséquences; mais il estime qu'il est très facile de les éviter. En effet, après avoir déterminé l'intensité de la pesanteur à Breteuil, on n'aura qu'à ajouter à cette valeur numérique la correction calculée par M. Brösch, et publiée dans le premier Volume des *Travaux et Mémoires*, au moyen de laquelle on réduit l'intensité de la pesanteur observée en un point quelconque à la latitude de  $45^{\circ}$  et au niveau de la mer. Cette valeur ainsi réduite représentera alors la base numérique de toutes les déterminations thermométriques et barométriques, exécutées jusqu'à présent au Bureau international. Ces dernières ne seront donc nullement changées; elles seront simplement accompagnées d'une valeur numérique de l'intensité de la pesanteur à laquelle elles correspondent, au lieu d'être basées exclusivement sur la loi théorique, mais insuffisante, de la variation de la pesanteur selon la latitude et l'altitude. Par conséquent, l'observateur qui connaîtra l'intensité de la pesanteur propre à son observatoire, et qui voudra comparer ses déterminations thermométriques et barométriques à celles de Breteuil, n'aura qu'à tenir compte de la relation qui existe entre la valeur numérique de la pesanteur à son observatoire et la valeur numérique réduite employée pour les déterminations de Breteuil.

M. le PRÉSIDENT ayant ouvert la discussion, M. HIRSCH se demande s'il ne serait pas possible de voir la détermination de la pesanteur, au moyen du pendule à réversion,

réalisée bientôt à Breteuil par les géodésiens français, auxquels appartient naturellement l'exécution de ce travail, ainsi que M. le Président l'a fait observer dans la dernière Conférence géodésique, lorsqu'on y a discuté le desideratum du Comité international du Mètre. Il semble à M. Hirsch qu'il serait désirable de posséder cette nouvelle donnée avant l'apparition du tome VI des *Travaux et Mémoires*, contenant les recherches sur l'échelle thermométrique normale. A l'égard du temps nécessaire pour de pareilles déterminations, il tient à constater que, d'après l'expérience toute récente qu'il vient de faire à son observatoire et à ses mires méridiennes, on peut terminer dans un délai d'une huitaine de jours la détermination de la pesanteur au moyen du pendule à réversion, du moins quand on reçoit télégraphiquement l'heure de l'observatoire voisin; les calculs des observations pourront ensuite être accomplis dans un mois environ.

M. BERTRAND est persuadé que MM. les géodésiens français s'empresseront de répondre au vœu du Comité dans l'exécution d'un travail si important, et il offre de faire les démarches utiles pour aboutir le plus tôt possible à un résultat si désirable.

MM. BROCH et FOERSTER ayant également insisté sur les grands avantages qu'il y aurait à voir cette détermination exécutée très prochainement, M. le PRÉSIDENT est persuadé qu'il est l'organe du Comité tout entier en exprimant ses remerciements à M. Bertrand pour son offre si gracieuse, qui permet d'espérer que le but poursuivi sera ainsi atteint rapidement.

M. le PRÉSIDENT informe les membres du Comité que la prochaine convocation sera faite à domicile.

La séance est levée à quatre heures.

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA TROISIÈME SÉANCE,

Mercredi 5 octobre 1887.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FÖRSTER, GOVI, HIRSCH, VON KRUSPÉR, VON LANG et THALÉN.

La séance est ouverte à 11<sup>h</sup>15<sup>m</sup>.

Le procès-verbal de la seconde séance est lu et adopté après quelques observations dont il est tenu compte immédiatement.

M. le PRÉSIDENT prie M. Hirsch de communiquer le Rapport de la troisième Commission.

M. HIRSCH donne lecture du document suivant :

Rapport de la Commission chargée de l'examen du mètre n° 5,  
à traits tracés sur poli spéculaire.

MESSIEURS,

La Commission spéciale que vous avez chargée d'examiner le mètre n° 5, complètement terminé, présenté par la Section française au Co-

mité international, s'est réunie deux fois à Breteuil. Dans la première réunion (mardi 27 septembre), la Commission a tenu surtout à juger de l'aspect général des deux genres de poli, ainsi que de l'effet de l'ébarbage des traits. Dans ce but, M. Cornu, qui a bien voulu assister à cette réunion, a placé, sous les microscopes du comparateur Brunner, le mètre 5 avec poli spéculaire, à côté du mètre I<sub>2</sub> avec poli mat, de sorte que les membres de la Commission pouvaient les examiner alternativement dans les mêmes conditions d'éclairage et de grossissement.

Ils ont été unanimes à constater :

1° Que le polissage spéculaire a parfaitement réussi, puisqu'on ne peut reconnaître aucune raie produite par l'opération du polissage, et qu'on a pu se convaincre, par la grande homogénéité de l'intensité de l'image, que la mouche constitue une surface presque absolument plane, sans courbure appréciable;

2° Que la surface polie spéculairement offre sous tous les rapports un aspect bien supérieur au poli mat, lequel, même avec le grossissement très modéré des microscopes employés, montre des raies et des taches soit brillantes, soit obscures.

Quant aux traits, ils paraissaient d'abord un peu raboteux et inégaux en largeur, mais lorsqu'ils ont été ébarbés d'après la méthode indiquée par M. Cornu dans le Rapport lu dans la dernière séance du Comité, ces traits se présentent sous la forme de lignes droites d'une netteté parfaite et d'une largeur et d'une profondeur complètement égales sur presque toute leur longueur.

Malgré ces premières impressions, favorables sous tous les rapports au poli spéculaire, la Commission a jugé que dans une question aussi importante, dont dépendra en grande partie la qualité des nouveaux prototypes métriques, il convenait de préciser numériquement la valeur relative des deux genres de poli par quelques séries de pointés exécutés dans des conditions identiques à celles sous lesquelles auront lieu les véritables comparaisons des prototypes, c'est-à-dire non seulement dans le même comparateur, sous les mêmes microscopes, mais aussi dans l'eau, tandis que dans la première séance l'inspection des règles avait eu lieu dans l'air. La Commission s'est donc rendue de nouveau à Breteuil, le dimanche 2 octobre, pour se livrer à ce genre d'observations qui ont été exécutées sur les Règles n° 5 et I<sub>2</sub> juxtaposées dans l'eau de la cuve intérieure du comparateur; de telle manière que chacun des trois membres, M. le Général Ibañez, M. Thalén et M. Hirsch, ont, l'un après l'autre, pointé au même mi-

erroscope occidental les deux traits, distants d'environ 0<sup>mm</sup>,5, le trait délimitatif et l'un des traits auxiliaires, sur les deux mètres, en faisant chaque fois une série de dix pointés des deux traits, d'abord du mètre n° 3, ensuite du mètre I<sub>2</sub>.

MM. Broch et Benoit ont bien voulu servir de secrétaires aux observateurs.

Chaque observateur, après avoir achevé ses deux séries sur les deux mètres, a calculé les dix distances des deux traits de chaque règle, leurs moyennes et les erreurs probables de ces distances moyennes, aussi bien que les erreurs probables d'un pointé individuel d'un trait, déduites de leurs écarts avec les valeurs moyennes.

Sans vouloir donner ici les détails des observations, nous nous bornerons à en indiquer les résultats, en ajoutant ceux obtenus par M. Broch le lendemain :

Observateurs.	Distance des traits	
	sur poli spéculaire	Erreur probable
	(Règle n° 5).	d'un pointé.
Ibañez.....	$501,40 \pm 0,06$	$\pm 0,13$
Thalén.....	$501,64 \pm 0,07$	0,17
Hirsch.....	$501,58 \pm 0,07$	0,17
Broch.....	$501,13 \pm 0,09$	0,20

Observateurs.	Distance des traits	
	sur poli mat	Erreur probable
	de la règle I <sub>2</sub> .	d'un pointé.
Ibañez.....	$493,95 \pm 0,14$	$\pm 0,32$
Thalén.....	$495,21 \pm 0,14$	0,31
Hirsch.....	$492,52 \pm 0,17$	0,38
Broch.....	$492,38 \pm 0,14$	0,32

Il résulte de ce Tableau, non seulement que l'erreur probable du pointé d'un trait est, à très peu près, deux fois plus faible avec le poli spéculaire qu'avec le poli mat, mais aussi que l'équation personnelle, pour ainsi dire, des pointés micrométriques est beaucoup plus considérable pour l'observation des traits sur poli mat.

En conséquence, la Commission propose au Comité la résolution suivante :

« Le Comité international des Poids et Mesures donne la préférence au poli spéculaire avec traits ébarbés ; il accepte le tracé des

mètres à traits, tels que la Section française lui en a présenté des échantillons, et il remercie celle-ci, en particulier MM. Cornu et G. Tresca, des soins qu'ils ont apportés à l'exécution de ces échantillons et prototypes.

*Le Président,*  
Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*  
Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

M. le PRÉSIDENT ayant ouvert la discussion, M. Fœrster déclare s'associer entièrement aux grands éloges contenus dans le Rapport de la Commission à l'égard des traits ébarbés sur poli spéculaire. Il constate que de très grands progrès ont été réalisés à ce point de vue; car il convient de ne pas oublier que les premiers essais comparatifs faits en 1876 entre les deux genres de polis et de traits n'avaient nullement montré la même supériorité du poli spéculaire. M. Fœrster est heureux que les résultats obtenus par la Section française aient si complètement correspondu aux demandes du Comité.

Aucune observation ne se produisant plus au sujet de ce Rapport, M. le Président met aux voix ses conclusions en faveur du poli spéculaire avec traits ébarbés, qui sont adoptées à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT annonce que le Bureau communiquera sans retard ces résolutions à la Section française, afin que celle-ci puisse commencer de suite la construction des mètres prototypes.

M. BERTRAND est certain que la Section française sera heureuse de recevoir cette communication et de pouvoir ainsi entreprendre l'exécution de tous les mètres prototypes commandés. M. Bertrand annonce ensuite au Comité qu'il a convoqué la Section française pour samedi prochain à 3<sup>h</sup>, au Conservatoire des Arts et Métiers. Il vient de recevoir une dépêche de M. Laussedat, Directeur du Conserva-

toire des Arts et Métiers, Secrétaire de la Section française, lui annonçant qu'il sera de retour pour cette réunion. M. Bertrand invite les Membres du Comité international à assister à cette conférence et à prendre, à cette occasion, connaissance des règles et des installations destinées au polissage et au tracé.

M. le PRÉSIDENT remercie M. Bertrand de son aimable invitation, à laquelle le Comité se rendra avec grand plaisir.

M. FÖRSTER demande à compléter les chiffres donnés dans la seconde séance comme résultant du rapprochement des travaux de M. Weinstein et de ceux de M. Chappuis. Avant son départ de Berlin, M. Fœrster avait prié M. Weinstein de continuer ses recherches au-dessous de zéro; car les travaux de M. Chappuis laissaient supposer de grandes différences aux basses températures de  $-20^{\circ}$  à  $-30^{\circ}$ ; d'après une lettre que M. Fœrster vient de recevoir, M. Weinstein a en effet trouvé à  $-30^{\circ}$  une différence de  $0^{\circ},028$ , tandis que les plus grandes différences au-dessus de zéro n'avaient pas dépassé  $0^{\circ},009$ . M. Fœrster en conclut que toute cette question n'est pas encore suffisamment approfondie, et qu'il serait prudent de s'abstenir, pour le moment, d'établir une échelle absolue, et de se contenter d'une échelle normale pour les travaux du Bureau international.

M. BROCH s'associe à cet avis, tout en faisant remarquer que les observations à des températures aussi basses offrent toujours des difficultés exceptionnelles et par conséquent des éléments d'incertitude.

M. le PRÉSIDENT rappelle que cette question sera définitivement traitée à propos du Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.

M. le Président fait observer que la séance d'aujourd'hui a été convoquée essentiellement pour statuer sur le spé-

cimen du mètre prototype soumis par la Section française. Comme du reste les deux autres Commissions ne sont pas encore prêtes à déposer leurs Rapports, l'ordre du jour se trouve épuisé. Pour la prochaine séance, les Membres seront convoqués à domicile.

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



## PROCÈS-VERBAL

DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

Mardi 11 octobre 1887.

PRÉSIDENCE DE M. IBÁÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FÖRSTER, GOVI, HIRSCH, VON LANG,  
THALÉN.

La séance est ouverte à 2<sup>h</sup>.

Le procès-verbal de la troisième séance est lu et adopté après une légère modification de forme demandée par M. Föerster.

M. le **SECRETARE** communique la lettre que le Bureau a écrite à M. le Président de la Section française et qui est ainsi conçue :

Paris, le 5 octobre 1887.

**MONSIEUR LE PRÉSIDENT,**

Nous avons l'honneur de vous prier de bien vouloir porter à la connaissance de la Section française de la Commission internationale du Mètre que le Comité international, dans sa séance d'aujourd'hui, a, sur la proposition d'une Commission spéciale, adopté à l'unanimité la résolution suivante :

« Le Comité donne sa préférence au poli spéculaire; il accepte les

prototypes à traits sur poli spéculaire d'après le spécimen présenté par la Section française; il remercie celle-ci, et en particulier MM. Cornu et G. Tresca, des soins qu'ils ont apportés à l'exécution de ces prototypes. »

Permettez-nous, Monsieur le Président et cher Collègue, de vous exprimer en même temps personnellement la grande satisfaction que nous éprouvons d'avoir vu se produire l'unanimité au sujet de l'accomplissement d'une tâche aussi délicate, et de vous présenter l'assurance de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Monsieur Bertrand, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Président de la Section française de la Commission internationale du Mètre.*

M. le **SECRETARE** donne lecture d'une lettre par laquelle M. de **KRUSPÉR** le prie de l'excuser auprès du Comité de ne pouvoir assister aux dernières séances de la session. Par la même lettre M. **KRUSPÉR** délègue à M. **HIRSCH** sa voix.

M. le **PRÉSIDENT** fait remarquer que, malgré le départ de M. de **KRUSPÉR**, le Comité reste en nombre pour délibérer valablement, et il prie la Commission des Instruments et des Travaux de donner connaissance de son Rapport.

M. **FOERSTER**, Président de cette Commission, fait observer au Comité que, si le Rapport qui va lui être lu reproduit un certain nombre de détails contenus déjà dans les Rapports de M. le Directeur, c'est qu'il était nécessaire de les mentionner pour motiver les propositions à soumettre au Comité.

M. **GOVI**, rapporteur, lit la première partie de son rapport :

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

La Commission des Bâtiments, des Instruments et des Travaux, composée de MM. Færster, Govi, Kruspér et Thalén, après s'être constituée en appelant M. Færster à la présidence et en confiant à M. Govi le rôle de rapporteur, s'est assemblée les 27, 28 et 30 septembre et les 3, 5, 6, 7, 10 et 11 octobre, tantôt au Bureau international, tantôt à Paris, et, avec l'intervention de M. Broch, Directeur, des Adjointes et des savants attachés au Bureau, elle a examiné et discuté tout ce qui se rapporte au personnel, au matériel et aux travaux de cet établissement dont la haute Direction nous a été confiée, et c'est le résultat de cet examen et de ces discussions que nous allons vous faire connaître.

### I. — Personnel du Bureau.

Les personnes attachées au Bureau international des Poids et Mesures sont actuellement :

Directeur..... M. OLE-JACOB BROCH.  
Adjoint (1<sup>er</sup>).. M. le D<sup>r</sup> RENÉ BENOIT.  
Adjoint (2<sup>e</sup>)... M. le D<sup>r</sup> MAX THIESEN.  
Aides..... M. PALAZ, M. KREICHGAUER, M. BOINOT.

M. Brébant a été engagé spécialement comme Calculateur à la disposition de M. Benoit.

Savants attachés au Bureau : M. le D<sup>r</sup> P. CHAPPUIS et M. le D<sup>r</sup> CH.-E. GUILLAUME.

M. Tornøe a quitté la place d'Aide qu'il occupait au Bureau pour aller s'occuper de travaux chimiques à l'Université de Leipzig.

Le mécanicien du Bureau, M. Wagner, ayant donné sa démission à la fin de l'année 1886 pour aller s'établir à Paris, on a nommé à sa place M. Huetz, recommandé par M. le Général Perrier, Directeur du Service géographique de l'Armée française.

### II. — Bâtiments et Machines.

#### BÂTIMENTS, MACHINES ET APPAREILS FIXES.

Dans le Rapport de la Commission des Comptes et Finances de l'année précédente (*Procès-Verbaux des séances de 1886*, p. 59) il avait été proposé, et le Comité avait approuvé, de restreindre autant

que possible les dépenses pour l'entretien des Bâtimens, dépenses qui avaient été fort considérables dans les premiers mois de l'année 1886; on n'a donc exécuté depuis l'année dernière d'autres travaux que ceux qui étaient absolument indispensables.

Cependant, des pluies abondantes ont mis presque hors de service les gouttières en zinc de l'observatoire, que notre premier architecte avait fixées simplement sur une couche de plâtre au haut des murs du Bâtiment, au lieu de les isoler de ces murs comme on a toujours l'habitude de le faire. Il en est résulté des inondations répétées du cabinet de Physique et une détérioration sensible des murs extérieurs, qui pourrait finir par mettre en danger tout l'établissement.

Pour arrêter ces dégâts, il faudra renouveler les gouttières et les isoler complètement des murs qu'elles doivent préserver. Un devis fourni à M. le Directeur par la maison Mesureur et C<sup>ie</sup> porte à peu près à 1000<sup>fr</sup> la dépense nécessaire pour cette réparation et nous proposons au Comité de vouloir bien l'approuver.

### III. — Mesures linéaires.

#### N° 1. — PROTOTYPES.

Les 30 règles en alliage pur (90 de platine et 10 d'iridium), destinées à devenir des prototypes, ont été toutes livrées à la Section française pour être *tracées* définitivement.

Deux de ces règles (n<sup>os</sup> 2 et 4), *tracées* provisoirement sur poli mat, ont été remises au Bureau au mois d'octobre 1886 pour être comparées avec l'étalon I<sub>2</sub>, qui (diminué de 6 microns) représente actuellement le mètre international et qui, d'après la proposition de M. Broch, approuvée par le Comité (*Procès-Verbaux* de 1886, p. 34), sera compris plus tard dans le grand travail de comparaison avec les 30 autres règles.

Des comparaisons exécutées au comparateur Brunner, entre la règle I<sub>2</sub> et les règles n<sup>os</sup> 2 et 4, on a déduit les équations suivantes :

$$\text{N}^{\circ} 2 = 1^{\text{m}} - 0^{\mu}, 5 \dots,$$

$$\text{N}^{\circ} 4 = 1^{\text{m}} + 4^{\mu}, 0 \dots$$

Ces chiffres ont été obtenus en admettant que les trois règles, qui sont du même alliage, possèdent le même coefficient de dilatation.

La très faible équation de la Règle n° 2 l'a fait adopter comme *règle génératrice* pour le tracement des autres règles. Elle a été rendue à la Section française en même temps que la règle n° 4.

Il a été remis dernièrement, au Bureau international, une nouvelle règle (n° 5) tracée sur poli spéculaire. Sa comparaison provisoire avec la règle I<sub>2</sub> a donné

$$\text{N}^{\circ} 5 = 1^{\text{m}} + 2^{\mu}, 0 \dots$$

La Commission chargée de l'étude du tracé des prototypes ayant reconnu que le tracé de la règle n° 5 est parfaitement satisfaisant pour les recherches métrologiques les plus précises, nous proposons, conformément aux précédentes décisions du Comité (*Procès-Verbaux* de 1885, p. 50 et 51), d'attribuer à cette règle la qualité de règle témoin pour la mesure de la dilatation. Elle sera donc soumise le plus tôt possible à l'étude pour en déterminer la dilatation absolue, et l'on contrôlera les résultats obtenus par des mesures de dilatation exécutées avec l'appareil Fizeau sur des échantillons pris sur des bouts qui en ont été détachés.

M. Thiesen, ayant déterminé le poids spécifique des règles livrées par M. Matthey, en y employant 4 bouts détachés de ces mêmes règles, a trouvé pour ces quatre bouts les densités suivantes :

$$A_{10} \ 21,509,$$

$$B_1 \ 21,525,$$

$$B_2 \ 21,520,$$

$$A_9 \ 21,462.$$

Cette dernière valeur est encore incertaine, par suite de variations apparentes de la densité qui se sont manifestées pendant les pesées. Si l'on considère que la moyenne de ces poids spécifiques est très près de 21,51, que la moyenne donnée par les kilogrammes est de 21,54 et que la limite de tolérance adoptée par le Comité est de 21,5, on peut admettre la bonté de ces règles au point de vue de leur densité. Des bouts de règles faites avec l'alliage de 1874 avaient donné pour sa densité :

$$21,06 \dots$$

Aussitôt que le tracé délimitatif du mètre aura été exécuté sur toutes les 30 règles, et que celles-ci auront été remises au Bureau international, on commencera à les comparer entre elles d'après le plan présenté par M. Broch (*Procès-Verbaux* de 1886, p. 33 et 34). Ces comparaisons seront faites avec le comparateur Brunner à la

température ambiante, et en plaçant les règles dans l'eau. On procédera ensuite à la comparaison des mêmes règles avec le témoin de dilatation (règle 5) dans l'appareil destiné à ces recherches (*Procès-Verbaux de 1885*, p. 51).

Quoique on eût proposé d'abord en 1872 un plus grand nombre de mesures de dilatation absolue, la constance des résultats donnés jusqu'ici par tous les échantillons de platine iridié, soumis à l'étude, permet de supposer que toutes les règles auront à très peu près le même coefficient, et qu'il est par conséquent inutile de multiplier outre mesure les points de l'échelle thermométrique pour lesquels ce coefficient doit être déterminé. Par conséquent, nous proposons de diminuer le nombre des mesures de la dilatation relative à exécuter pour les règles, d'après nos décisions antérieures (*Procès-Verbaux de 1885*, p. 50) et de les réduire à 8, au lieu de 10, savoir à 4 en montant et à 4 en descendant entre les températures de 0° et de 40°.

Quelques Gouvernements ont demandé non seulement des prototypes nationaux en alliage pur, mais encore quelques mètres à traits en alliage de 1874; le Danemark a même commandé un de ces mètres pour l'employer comme prototype dans son service des Poids et Mesures; la Section française a donc remis au Bureau international, dès le mois de mars 1887, les trois mètres en alliage de 1874; ils portent les n<sup>os</sup> 1, 3 et 12; M. le Directeur du Bureau les a comparés dans l'eau à la température ambiante au moyen du comparateur Brunner, en les rapportant aux règles I<sub>2</sub> en alliage pur et n<sup>o</sup> 13 en alliage de 1874 (la règle n<sup>o</sup> 13 a été comparée plusieurs fois depuis 1881 avec nos types I et II et avec la règle I<sub>2</sub>). Dans ces comparaisons, les trois mètres ont été combinés avec ces règles et entre eux dans toutes les combinaisons linéaires possibles, dans les quatre positions que l'on peut donner à chaque règle, soit par rapport à l'observateur, soit par rapport aux microscopes. On a eu ainsi dix comparaisons pour chaque règle, et, comme on a répété 8 fois chacune de ces comparaisons, on a eu un ensemble de 80 comparaisons. La dilatation absolue de l'une de ces règles va être bientôt déterminée par M. Guillaume, sous la direction de M. Benoit. Quand on aura obtenu la valeur exacte de la dilatation, les deux autres lui seront comparées à huit températures différentes, absolument de la même manière que les 29 règles en alliage pur devront être comparées plus tard avec la règle n<sup>o</sup> 5, choisie comme témoin de dilatation.

Si l'on veut bien admettre provisoirement que la dilatation des 3 règles étudiées s'accorde avec celle de la règle n<sup>o</sup> 13, qui est du même

alliage de 1874, on aura pour ces trois mètres les équations suivantes :

$$\begin{array}{l} \text{N}^{\circ}. \quad m \quad \mu \\ 1 = 1 + 8,50\dots \\ 3 = 1 + 3,33\dots \\ 12 = 1 + 3,75\dots \end{array}$$

Pour la règle n° 13, on a trouvé à cette occasion, en 1887, l'équation

$$\text{N}^{\circ} 13 = 1^m + 3\mu,45.$$

En 1882 et en 1884 des comparaisons faites avec I<sub>2</sub> et avec les types I et II avaient donné pour la même règle n° 13 :

$$\begin{array}{l} \text{N}^{\circ} 13 = 1^m + 3\mu,09 \\ 1^m + 3\mu,01. \end{array}$$

Lorsqu'on aura choisi le prototype international définitif, parmi toutes les règles étudiées, en attribuant ce caractère à la règle en alliage pur dont l'équation aura été la plus petite, les quatre règles en alliage de 1874 seront très soigneusement comparées, comme toutes les autres, avec le prototype ainsi choisi.

Comme il était assez important de connaître quelle différence il pouvait y avoir dans les résultats des comparaisons, suivant qu'elles seraient faites à l'air libre ou dans l'eau, M. Broch a entrepris une telle recherche en y employant les règles n° 1 et n° 13, et il a obtenu les résultats suivants :

$$\begin{array}{l} \text{Dans l'eau à } 7^{\circ},72\dots\dots\dots \text{ n}^{\circ} 1 - \text{n}^{\circ} 13 = + 5\mu,05 \pm 0,13 \\ \text{Dans l'air à } 6^{\circ},14\dots\dots\dots \quad \text{»} \quad \quad \quad + 4\mu,83 \pm 0,09 \end{array}$$

La différence entre ces deux résultats ne sort pas de la limite des erreurs probables et permet d'espérer d'assez bons résultats de l'emploi des règles prototypes à l'air libre.

La règle n° 26 (en alliage de 1874) a servi souvent à M. Tresca pour exécuter des comparaisons importantes; on a donc jugé qu'il serait utile d'en avoir l'équation avec le plus de précision possible. Elle a été comparée cette année avec l'étalon I<sub>2</sub>, et, en admettant pour la règle 26 le coefficient de dilatation de la règle 13, on en a déduit l'équation suivante :

$$\text{N}^{\circ} 26 = 1^m + 8\mu,9.$$

Relativement au détail des opérations à exécuter pour les comparaisons fondamentales des règles à traits, destinées à devenir des

prototypes, votre Commission vous propose d'adopter les propositions qu'à notre prière M. Broch a bien voulu formuler, et que nous allons rapporter ci-après.

Quant aux comparaisons des règles, dans le comparateur à dilatation, nous vous proposons d'adopter la marche suivie jusqu'à présent par M. Benoit dans toutes les déterminations analogues.

#### ÉTUDES DES MÈTRES PROTOTYPES.

(Propositions de M. Broch.)

##### I. *Mètres à traits.*

La comparaison des mètres à traits se fera par groupes suivant la méthode proposée par M. le Directeur. Chacune des trente règles à recevoir sera comparée d'après cette méthode avec neuf autres règles, et avec le mètre prototype international.

Chaque comparaison complète de deux mètres comprendra quatre séries de comparaisons, dans les quatre positions que les deux règles peuvent prendre par rapport aux microscopes; dans deux de ces séries, l'un des mètres sera le plus rapproché des observateurs; dans les deux autres séries, ce sera l'autre mètre.

Les observations se feront avec le comparateur Brunner, dans l'eau et à la température ambiante. La température de l'eau, qu'on agitera suffisamment, sera déterminée par les quatre thermomètres Tonnelot attachés au service de ce comparateur.

Le pointage des traits se fera simultanément par deux observateurs et alternativement aux deux microscopes. Les lectures des microscopes seront dictées à un aide qui enregistrera les lectures sur les cahiers des comparaisons.

La lecture des quatre thermomètres aura lieu au commencement et à la fin de chaque série.

Après chaque série, chacun des deux observateurs fera une détermination des traits auxiliaires, marqués aux bouts de chacune des règles, en déterminant les deux intervalles partiels et l'intervalle total. Comme chacun des mètres fera partie de quarante séries d'observations, on aura quarante déterminations des intervalles, vingt sous chacun des microscopes.

La tare des microscopes sera déterminée de temps en temps avec un des millimètres étalons du Bureau.

La détermination du coefficient de dilatation sera faite sur quelques-uns des bouts des règles dans l'appareil Fizeau. Elle a été déjà exécutée sur un de ces bouts.

La détermination complète de la dilatation absolue sera exécutée, pour une des règles, dans le Comparateur à dilatation. Toutes les autres règles seront ensuite comparées avec elle, à huit températures différentes, quatre en montant, quatre en descendant, de 0° à 40°.

### *Mètres à bouts.*

Les mètres à bouts seront comparés avec le mètre prototype à traits et avec un des autres mètres, en groupes fermés, dans le *comparateur universel*, par la méthode des pointes. On essayera ensuite d'autres méthodes optiques.

L'étude du coefficient de dilatation des règles à bouts se fera par différence, par rapport à un des mètres à traits, à l'aide des traits tracés tout près des bouts sur les mètres à bouts.

Les équations déduites pour les différentes règles des comparaisons faites au *comparateur à dilatation* serviront d'abord pour réduire à une même température toutes les comparaisons fondamentales des mêmes règles exécutées au comparateur Brunner. Elles fourniront ensuite les données nécessaires pour réduire à zéro et aux autres températures comprises entre 0° et 40° les équations définitives trouvées au comparateur Brunner ; mais on ne les introduira d'aucune autre manière dans l'établissement des équations définitives. Les équations définitives résulteront uniquement des comparaisons complètes faites au comparateur Brunner, en donnant aux règles toutes les positions possibles, suivant la marche indiquée par M. Broch.

Afin de démontrer la constance de composition et la parfaite homogénéité des règles en alliage pur, et pour donner une sanction expérimentale aux procédés adoptés pour la mesure des dilatations, nous allons indiquer ici les résultats obtenus par M. Benoît avec l'appareil Fizeau, en y étudiant différents échantillons pris sur plusieurs règles en alliage pur préparé à diverses époques.

Par 5 déterminations de ce genre, on a trouvé comme premier coefficient de dilatation, en millièmes de *micron* :

8593

avec des écarts moyens de la moyenne de 15.

Le second coefficient de dilatation a été trouvé de

2,37

avec des écarts moyens de 0,08.

Quatre déterminations analogues, exécutées sur des échantillons de

l'alliage de 1874, ont donné pour le premier coefficient

8579

avec un écart moyen de 27.

Et pour le second coefficient

2,35

avec l'écart moyen de 0,09.

Quant à la valeur totale de la dilatation entre 0° et 40°, on a eu :

Pour l'alliage pur.

	<sup>μ</sup>
346,80	
48,12	
47,54	
47,04	
48,05	
<hr/>	
347,51	

avec un écart maximum entre deux déterminations, pour les différentes pièces de : 1<sup>μ</sup>,32.

Pour l'alliage de 1874.

	<sup>μ</sup>
348,84	
45,59	
46,29	
46,35	
<hr/>	
346,77	

avec l'écart maximum entre deux déterminations pour différentes pièces de : 3<sup>μ</sup>,15.

En opérant sur les règles entières dans le comparateur à dilatation, M. Benoît avait trouvé :

Pour le type I.....	345,80 <sup>μ</sup>
» II.....	47,46
» I <sub>2</sub> .....	<u>47,23</u>
Moyenne .....	346,83
Pour la règle 13.....	345,82

Pour les cinq étalons à bouts qui doivent être comparés avec le prototype international à traits, d'après la décision votée par le Comité, nous venons vous soumettre les propositions suivantes,

conformément aux résolutions de 1872, légèrement modifiées d'après les résultats fournis par les expériences postérieures :

1° Les étalons à bouts seront de même alliage que les kilogrammes et les mètres prototypes. Leur section sera en forme de X, comme il a été établi à la dixième décision de 1872; seulement on augmentera légèrement l'épaisseur de la partie axiale de chaque règle en la portant de 3<sup>mm</sup> à 4<sup>mm</sup> (au moins).

2° Les deux faces terminales de ces règles seront planes, parallèles entre elles et normales à l'axe de la règle, au moins pour la partie centrale, sur un cercle de 2<sup>mm</sup> de rayon qui sera poli spéculairement avec toute la perfection possible.

3° Sur l'une ou l'autre des deux faces de la rigole centrale de chaque mètre, on tracera (sur poli *aussi parfait que possible*) deux traits situés chacun à un demi-millimètre au plus de chaque face terminale. Ces deux traits serviront pour déterminer les dilatations des règles à bouts, en les comparant avec les traits auxiliaires du témoin de dilatation (règle 5).

4° Les équations de ces règles par rapport au prototype international seront obtenues en les comparant d'abord avec ce prototype par la méthode de M. Fizeau (réflexion des pointes) complétée par la correction optique suggérée par M. Cornu. On essayera ensuite d'y employer d'autres procédés purement optiques, qui puissent donner le moyen de contrôler utilement les résultats obtenus par la méthode Fizeau.

5° On emploiera également la méthode Fizeau ou d'autres procédés équivalents, mais purement optiques, pour comparer entre eux les divers étalons à bouts dans toutes les combinaisons possibles. Les procédés fondés sur l'emploi des contacts mécaniques seront rigoureusement évités dans toutes ces comparaisons.

6° Les installations et les appareils optiques nécessaires pour comparer les étalons à bouts, soit d'après la méthode Fizeau, soit d'après d'autres méthodes, seront étudiés soigneusement pour les pouvoir joindre à chaque étalon à bouts, afin de fournir aux services nationaux des Poids et Mesures les mêmes moyens de contrôle qui auront servi à l'établissement des équations fondamentales de ces étalons.

Nous proposons de laisser encore indéterminée la limite de tolérance pour la longueur des mètres à bouts, puisque cette limite dépend essentiellement du degré de précision avec lequel la fabrication de ces règles pourra atteindre la limite assignée, et du degré d'exactitude

avec lequel une longueur limitée par des traits pourra être comparée avec la même longueur donnée par une règle à faces terminales planes et parallèles.

Relativement à la première proposition, votre Commission a reconnu unanimement la haute importance qu'il y avait à rapprocher autant que possible la forme des règles à bouts de la forme des règles à traits, afin d'égaliser les influences de la température sur les deux règles à comparer, d'autant plus que les comparaisons des règles à bouts ne seront faites qu'à l'air libre.

La proposition n° II n'est pas parfaitement d'accord avec la dixième résolution de 1872 (p. 6), puisqu'elle demande à remplacer par des surfaces planes terminales les surfaces sphériques de 1<sup>m</sup> de rayon qu'on avait demandées à cette époque; mais il faut se rappeler qu'alors on admettait encore que les comparaisons pouvaient se faire avec des appareils de contact, tandis que l'expérience a démontré, par la suite, combien toutes les méthodes par contact sont inférieures en exactitude et surtout en constance aux bonnes méthodes optiques, qui présentent, en outre, l'avantage de ne jamais altérer les surfaces terminales des règles. On avait proposé de rendre les faces terminales inaltérables en les faisant en pierre dure; mais le sertissage de pierres dures aux deux bouts d'une règle ne saurait par aucun moyen connu être mis à l'abri des déplacements successifs de leurs surfaces extérieures par rapport à l'axe de la mesure. Ne pouvant donc rendre les surfaces inaltérables, et, par conséquent, ne pouvant pas avoir recours au contact pour la comparaison des longueurs, il faut nécessairement transformer en surfaces planes les surfaces sphériques proposées en 1872, afin de pouvoir, à l'aide de procédés optiques convenables, mesurer leur distance, soit par le moyen des pointes, soit par d'autres méthodes. Le travail de surfaces planes et parallèles aux deux bouts d'une règle peut se faire maintenant avec une très grande précision, et il n'est pas plus difficile de les établir normalement à l'axe de la règle, qu'il ne l'eût été de placer exactement sur ce même axe les deux centres de courbure des deux surfaces sphériques. Il faut ajouter à cela que la *planéité* des surfaces terminales des étalons à bouts facilitera dans la plupart des cas la transition de ces étalons à d'autres règles à bouts qui, dans la pratique de précision et dans les usages scientifiques, se trouvent déjà terminées par des surfaces planes.

Dans le cas où l'on trouverait convenable d'utiliser les autres procédés optiques bien connus pour comparer les règles à bouts, il

serait désirable que, dans le tracé définitif d'une des règles à traits destinée au Bureau international, on ajoutât un trait auxiliaire spécial à chacun de ses bouts, aussi éloigné du trait terminal que la longueur de la règle pourra le permettre. Ces traits auxiliaires pourront avoir plus tard une grande importance pour passer d'une longueur à traits à une autre longueur à traits par des procédés optiques encore imparfaitement étudiés.

Les étuis de transport, pour les mètres, vous seront présentés dans la session prochaine avec quelques légères modifications, que nous avons cru devoir suggérer au constructeur, pour mieux assurer l'inaltérabilité des règles prototypes.

## N° 2 a. COMPAREUR GÉODÉSIQUE.

*Travaux de M. Benoît.*

Aucun changement essentiel n'a été apporté au comparateur géodésique depuis la dernière session; on y a seulement ajouté deux nouveaux microscopes construits par MM. Brunner et deux oculaires de rechange.

Les travaux exécutés cette année par M. Benoît avec le comparateur géodésique ont été les suivants :

La comparaison de la règle géodésique (de 3<sup>m</sup>,0479) du *Cape-Survey*, envoyée par M. Gill, qui a été achevée.

On a déterminé ensuite les coefficients de dilatation de la règle bimétallique (platine et laiton) appartenant à l'Institut géodésique de Prusse, en la comparant avec l'une des règles de 4<sup>m</sup> maintenue à la température ambiante; les dilatations de cette règle ont été mesurées entre les deux températures extrêmes 3°, 7 et 38°, 4. Son étalonnage, exécuté dans l'eau alcalinisée par le borate de soude, a été fait par comparaison avec le prototype provisoire I<sub>2</sub>.

Après avoir démonté, nettoyé et remis en état le comparateur, M. Benoît s'en est servi pour étalonner la règle bimétallique du Service géographique de l'Armée française. Cet étalonnage a été exécuté avec le concours de MM. les capitaines Defforges et Tracon, de l'État-Major.

Ces deux étalonnages ne se rapportent qu'aux règles en platine divisées dans toute leur longueur. On a procédé aussitôt après à la détermination du point de départ de l'échelle thermométrique des deux règles accouplées platine et laiton. Quelques essais ont été faits pour déterminer l'influence sur leurs longueurs apparentes des modes de support de la barre de fer en L sur laquelle elles ont été couchées,

et l'on a reconnu la nécessité d'un nivellement préalable très soigné, les rouleaux étant fixés très approximativement à leur distance normale. On a comparé ensuite entre elles, par sections successives et dans toutes les combinaisons possibles, les 5 règles géodésiques (1) dont on pouvait disposer et les calculs relatifs à ces comparaisons vont être bientôt terminés.

Une étude fort soignée des règles en fer de 4<sup>m</sup> de notre comparateur géodésique a permis de reconnaître combien pouvait être grande l'influence du mode de connexion de la règle horizontale avec la règle verticale, sur la forme et sur la libre dilatation de cette dernière règle. Après avoir essayé différentes dispositions des équerres de soutien, on a fini par se convaincre qu'il faut remettre à l'étude la construction des règles types de 4<sup>m</sup> appartenant au Bureau, afin de les avoir dans des conditions qui garantissent mieux leur invariabilité.

Cependant, comme la règle en fer espagnole, construite par MM. Brunner, n'a pas présenté, dans une première étude qui en a été faite au Bureau, les mêmes inconvénients que les règles exécutées par la Société genevoise, M. le Président, G<sup>al</sup> Ibañez, nous a généreusement offert de demander au Gouvernement espagnol que sa règle géodésique nous soit renvoyée, pour la soumettre à de nouvelles épreuves et reconnaître de la sorte si les défauts constatés dans les autres règles proviennent de la matière ou du travail qu'on leur a fait subir. Votre Commission s'est empressée d'accepter l'offre qui lui a été faite, et vous propose d'en exprimer à M. le G<sup>al</sup> Ibañez toute notre reconnaissance.

On a reconnu que la règle en fer française s'est allongée d'une manière permanente de 3 $\mu$  à 3 $\mu$ , 5 pendant les mesures de sa dilatation. La règle bimétallique allemande a donné lieu à des remarques du même genre, et l'on a constaté que les deux règles ne se contractent ni ne se dilatent pas librement, en sorte que l'on y découvre à chaque nouvelle mesure des variations supérieures aux erreurs possibles d'observation. Ces études sont peu favorables à l'emploi des règles bimétalliques telles qu'elles ont été construites dans ces derniers temps. Mais, avant de se prononcer définitivement sur cette

- 
- (1) 1. Règle du Bureau G 1.  
2. » » G 2.  
3. » bimétallique d'Allemagne.  
4. » » française.  
5. » en fer, française.

question, il faudra discuter avec le constructeur les résultats observés.

N° 2 b. COMPAREUR UNIVERSEL.

Un travail fort intéressant a été accompli par M. Benoît dans le comparateur universel sur la *Toise du Pérou*, apportée au Bureau par M. Wolf au mois de décembre 1886, et mise à l'étude au mois de juillet 1887.

Cette toise en fer est entaillée à ses deux extrémités, de manière à présenter deux faces terminales, qui prennent chacune une moitié de la largeur de la règle, et dont la distance représente la longueur de la toise. Sur le prolongement de ces faces les parties vives de la règle portent deux trous, ou *points*, dont l'axe ou le fond détermine également la longueur de la toise. On a procédé aux comparaisons de ces étalons de mesure par l'entremise de quatre pièces additionnelles en fer, à face terminale cylindrique, portées au contact avec les faces limites de la toise, à une ligne du coin des entailles, et marquées de traits à la surface supérieure. Les 4 pièces de contact ont pu donner lieu (en tenant compte du retournement de la toise, soit sur son axe longitudinal, soit sur son axe transversal) à 24 conditions différentes de mesure, se contrôlant les unes les autres.

La valeur moyenne obtenue pour la longueur de la toise à bouts à 20° a été de

$$1949^{\text{mm}}, 178.$$

La longueur de la *toise à points*, obtenue par l'emploi de pointes en acier qu'on introduisait dans les trous et dont une face plane supérieure portait des traits indicateurs, a été de

$$1949^{\text{mm}}, 087 \text{ à } 20^{\circ}.$$

La toise à bouts paraît donc être plus longue de  $0^{\text{mm}}, 091$  que la toise à points, ce qui s'accorde d'assez près avec la détermination qui en a été faite par M. Wolf.

A 13° Réaumur (16°, 25 C.), qui est la température de définition de la toise, la longueur de la toise à points devient

$$1949^{\text{mm}}, 002.$$

D'après un travail de M. Wolf publié dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, la toise devrait avoir une longueur de  $1949^{\text{mm}}, 040$ ; la différence est à peine de  $\frac{38}{1000}$  de millimètre.

Les réductions ci-dessus indiquées ont été obtenues en admettant

pour la toise le même coefficient de dilatation que pour nos règles en fer; mais on va bientôt procéder à la détermination directe de la dilatation de la toise elle-même.

Après l'étalonnage de la toise du Pérou, on a terminé l'étude des trois règles suédoises dont il a déjà été question dans le Rapport de l'année 1886. La comparaison des deux règles à traits et la mesure des dilatations des trois règles ont été exécutées par M. Broch, avec l'aide de M. Boinot, dans le comparateur Brunner. La comparaison de la règle à bouts et celle des subdivisions des deux autres règles ont été faites par M. Benoît sur le comparateur universel.

L'une des deux règles à traits, appartenant à l'Université d'Upsal, offre un intérêt tout particulier, étant la même qui a servi en 1864 à Ångström pour la mesure des longueurs d'onde du spectre normal.

M. Ångström admettait, pour sa règle, la longueur de  $0^{\text{mm}},999810$  qui lui avait été assignée en 1866 en la comparant avec le mètre du Conservatoire des Arts et Métiers. En 1872 et en 1884, M. Lindhagen assigna à cette règle la longueur de  $0^{\text{mm}},999938$  avec une différence de 128 microns en plus sur la première évaluation. Les comparaisons de cette même règle exécutées au Bureau international lui reconnaissent maintenant une longueur à  $0^{\circ}$  de  $0^{\text{mm}},999922$ , qui ne diffère que de 16 microns de sa longueur estimée par M. Lindhagen.

Les autres règles, étalonnées dans le courant de cette année, ont été :

1° La règle n° 26 en alliage de 1874, appartenant à la Section française.

2° La règle-type II.

3° La règle normale en bronze N, appartenant au Bureau, qui n'a pas changé de longueur après cinq années révolues.

4° Une règle en laiton divisée en millimètres sur lame d'argent incrustée dans sa face supérieure. Cette règle a été envoyée au Bureau par la Commission géodésique d'Italie. Il reste encore à étalonner les subdivisions de cette règle.

5° Trois règles en alliage de 1874, commandées comme prototypes par les Gouvernements du Danemark, de la Belgique et des États-Unis. Le coefficient de dilatation de ces trois règles n'a pas encore été déterminé. C'est M. Guillaume qui va s'en occuper sous la direction de M. Benoît.

6° Une règle en laiton avec tracé sur argent, destinée au Service géographique de l'Armée française et dont le coefficient de dilata-

tion a été obtenu au moyen d'un échantillon étudié avec l'appareil Fizeau.

Enfin M. Palaz, sous la direction de M. Benoît, a étalonné cette année trois règles de pendules à réversion, une appartenant à la Commission géodésique de l'Autriche, une à la Commission géodésique de l'Italie et la troisième (battant les 0,75 de seconde) au Bureau météorologique de la Hongrie.

Il a déterminé leurs coefficients de dilatation et les erreurs de division de quelques portions de leurs échelles. Il a étudié aussi, sommairement, la règle auxiliaire en laiton d'un pendule à réversion de l'Autriche.

Le même observateur a également vérifié quelques décimètres de deux mètres en laiton, appartenant à l'Université d'Upsal et à l'Académie des Sciences de Stockholm.

M. le PRÉSIDENT ayant ouvert la discussion sur les propositions contenues dans cette partie du Rapport, M. Hirsch croit que le crédit de 1000<sup>fr</sup> demandé par M. le Directeur et recommandé par la Commission pour la réfection complète des gouttières n'est pas suffisamment motivé, et qu'on pourrait se contenter, étant donné l'état financier du Bureau, de faire exécuter les réparations réellement reconnues indispensables. M. Hirsch est d'avis de laisser M. le Directeur juge, en dernier lieu, de la question; mais il désire que la dépense soit réduite autant que possible, après un nouvel examen confié à des hommes experts.

Cette proposition est acceptée.

A propos du passage du Rapport concernant la méthode à employer pour la détermination de la dilatation des prototypes, M. HIRSCH a remarqué que la Commission ne fixe pas le nombre des températures auxquelles il conviendra de déterminer la dilatation absolue de l'étalon n° 5, tandis qu'on a fixé à quatre les températures auxquelles doivent être comparés tous les autres mètres à cet étalon de dilatation.

M. FÖRSTER rappelle que, déjà en 1885, le Comité a décidé qu'on déterminerait, avec la plus grande exactitude et à un

très grand nombre de températures différentes, le coefficient de dilatation de l'une des règles (voir *Procès-Verbaux*, 1885, p. 50); il croit suffisants les termes de cette décision et ne voit pas la nécessité d'une fixation numérique.

M. HIRSCH ne craint en aucune façon que cette détermination fondamentale puisse être faite au Bureau international d'une façon insuffisante : il appréhenderait plutôt un luxe trop grand; mais, quoi qu'il en soit, il persiste à penser qu'il conviendrait de décider que la dilatation de la règle n° 5 sera déterminée au moins avec le même nombre de températures que celui employé par M. Benoît dans ses opérations du même genre.

M. FOERSTER déclare accepter cette interprétation.

En ce qui concerne la méthode fixée pour les comparaisons des mètres à traits, laquelle stipule que chaque règle sera comparée avec neuf autres et avec le prototype international, M. HIRSCH fait observer qu'il ne serait pas logique de prendre comme élément de la méthode la comparaison de chaque règle avec un mètre, soi-disant prototype international, attendu que ce prototype international n'existe pas encore et ne doit être au contraire que le résultat de toutes les comparaisons.

M. FOERSTER répond que cette disposition a été votée dans la dernière session, et il cite le passage relatif à ce vote, contenu dans les *Procès-Verbaux* de 1886, p. 34, alinéa 3. Du reste, il rappelle que la Conférence internationale doit seulement sanctionner le choix du prototype international; mais que ce choix doit être fait par le Comité.

M. le PRÉSIDENT ne voit pas, dans le fait du vote cité par M. Foerster, l'impossibilité de revenir sur la question, dans le but de préciser et d'améliorer la rédaction.

M. HIRSCH regretterait de s'être mal fait comprendre si l'on devait supposer qu'il a voulu combattre le fond même de la méthode de M. Broch, dont il est au contraire partisan. Mais, évidemment, cette méthode comporte deux approximations, dont la première apprend à connaître provisoirement la règle qui s'écarte le moins du mètre des Archives, et dont la seconde repose sur la comparaison de cette règle avec toutes les autres. M. Hirsch ne demande rien autre chose que d'appeler cette règle, non pas prototype international, ce qui serait prématuré, mais simplement règle « à laquelle dans la première approximation on aura trouvé la plus petite équation, par rapport au mètre des Archives. »

*Mise aux voix, cette modification, acceptée par la Commission, est adoptée par le Comité.*

Quant à la comparaison des mètres à bouts, le principe formulé par la Commission, de repousser complètement toute méthode mécanique, reçoit l'assentiment général. M. HIRSCH désirerait seulement savoir de M. Fœrster si la méthode optique à laquelle il a fait allusion, et qui pourrait contrôler utilement les résultats obtenus par celle de M. Fizeau, a déjà été éprouvée expérimentalement avec succès, dans le Bureau impérial des Poids et Mesures à Berlin.

M. FÖRSTER répond affirmativement, mais seulement pour les mesures micrométriques, et il ajoute que l'étude de cette méthode sera continuée incessamment pour des comparaisons métriques.

A part les quelques modifications apportées à certaines propositions, dans le cours de la discussion dont il vient d'être rendu compte, toutes les autres propositions de la Commission des Instruments et des Travaux, ayant été soumises au vote par M. le Président, ont été adoptées à l'unanimité.

M. le PRÉSIDENT renvoie la continuation de la lecture du

Rapport de la Commission à la prochaine séance, qu'il fixe à jeudi 13 octobre à 2<sup>h</sup>. Il espère qu'il suffira d'une autre séance, qu'il prévoit pour samedi prochain 17 octobre, pour terminer la session de cette année.

La séance est levée à 4 heures.



## PROCÈS-VERBAL

DE LA CINQUIÈME SÉANCE,

Jedi 13 octobre 1887.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FOERSTER, GOVI, HIRSCH, LANG,  
THALÉN.

La séance est ouverte à 2<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>.

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

Une discussion se produit au sujet de la proposition, contenue dans la partie du Rapport de M. Govi, lue dans la dernière séance et demandant qu'on s'abstienne de fixer une limite d'exactitude pour les mètres prototypes à bouts.

M. HIRSCH pense que l'histoire de la Métrologie offre assez d'expériences pour qu'il soit possible de fixer une limite d'équation assez large, bien entendu, pour le constructeur. Par contre, l'exactitude de la détermination de cette équation est non seulement bien inférieure à celle qu'on peut atteindre pour les mètres à traits, mais il est même difficile de la fixer d'avance.

**M. FOERSTER** expose que la Commission a été guidée par la crainte d'augmenter par trop la difficulté pour le constructeur, si on voulait l'obliger à atteindre, par des approximations successives, au moyen des méthodes optiques très délicates, une limite numérique fixée exactement d'avance. Du reste, les traits auxiliaires des mètres à traits auxquels on les compare dispensent d'exiger trop d'exactitude pour la longueur définie par les deux surfaces planes parallèles.

**M. BROCH** ajoute que d'ailleurs les mètres à bouts n'ont pas la même importance que ceux à traits, et qu'il faut les considérer plutôt comme des étalons que comme des prototypes.

**M. IBAÑEZ** appuie la proposition de la Commission, surtout afin d'éviter qu'on ne soit obligé de refuser et de refaire un mètre à bouts pour une simple différence d'une fraction de micron, dont sa longueur dépasserait la limite fixée.

**M. HIRSCH** déclare ne pas insister davantage.

La proposition est adoptée.

**M. le PRÉSIDENT** rappelle que dans un passage du Rapport lu à la dernière séance, et se rapportant aux échelles des pendules à réversion étalonnées au Bureau, il est question d'un pendule d'un demi-mètre; à sa connaissance il n'en existe pas de cette longueur, et il doit y avoir là une erreur.

**M. BROCH**, après avoir consulté le dossier, reconnaît qu'il s'agit en effet d'un pendule battant les trois quarts de seconde. L'aide qui a établi la liste a fait une simple méprise.

A cette occasion, **M. HIRSCH** désire attirer l'attention du Comité sur le temps pendant lequel on retient souvent au

Bureau international les étalons dont la vérification est demandée. Sans vouloir nullement formuler un blâme, et tout en reconnaissant hautement le zèle infatigable dont fait preuve le personnel scientifique du Bureau, M. Hirsch croit que les délais après lesquels on retourne aux propriétaires les étalons avec leurs certificats doivent être renfermés dans certaines limites, surtout lorsqu'il s'agit des Gouvernements contractants; même pour les étalons privés, il ne faudrait pas les retenir pendant deux à trois ans comme cela est arrivé.

Il n'oublie pas non plus que l'année prochaine les ressources du Bureau, en personnel et en instruments, seront exclusivement consacrées au service des prototypes, et il estime que, le moment venu, il serait convenable de prévenir les Gouvernements que le Bureau sera, pendant une année, hors d'état de vérifier d'autres étalons que les nouveaux prototypes.

M. BROCH fait observer que la durée exceptionnelle signalée par M. Hirsch se rapporte à un cas particulier où le propriétaire avait demandé qu'on étudiât la variation de la longueur avec le temps; mais en général il croit qu'il ne faudrait pas, même pour les Gouvernements, s'engager à rendre les étalons dans un délai fixe, puisque ce délai doit dépendre du nombre d'étalons remis au Bureau à la même époque. Il ne faut pas oublier que le Bureau ne possède qu'un nombre limité d'instruments propres à ces travaux. Il appuie vivement l'idée de la circulaire proposée par M. Hirsch, à laquelle il désirerait même voir donner le plus de publicité possible.

M. HIRSCH, tout en reconnaissant ce qu'il y a de fondé dans les observations de M. Broch et sans désirer une réglementation trop formelle, propose néanmoins au Comité que M. le Directeur soit prié de prendre les mesures nécessaires, afin que le délai d'une année ne puisse pas être dépassé pour les étalons des Gouvernements, et pour que les autres

soient également rendus le plus vite possible. Pour l'époque à laquelle toutes les ressources du Bureau devront être exclusivement employées au travail des prototypes, les intéressés seront informés que le Bureau se trouve, pour un certain temps, dans l'impossibilité de se livrer à l'étude d'autres étalons.

Mise aux voix, cette proposition est adoptée et M. le Président prie M. Govi de continuer sa lecture.

M. Govi communique la seconde Partie du Rapport de la « Commission des Instruments et des Travaux ».

N° 2d. COMPARETEUR BRUNNER.

*Éclairage électrique.*

L'éclairage électrique, qui avait rendu d'excellents services pour le comparateur géodésique, a été appliqué également au comparateur Brunner. Seulement l'on n'a pas pu y employer les accumulateurs, dont la formation lente n'a pas encore atteint un degré suffisant de perfection; il a donc été nécessaire de recourir à 15 éléments Lalande et Chaperon, construits par MM. Branville et C<sup>ie</sup>. Ces éléments sont constitués par des auges en tôle de fer qui jouent le rôle de pôle positif, et par des plaques en zinc amalgamé qui se chargent négativement. Le fond de l'auge en fer est couvert d'une couche épaisse d'oxyde de cuivre qui sert à dépolariser la plaque positive, tandis que le zinc plonge dans une solution de potasse caustique (de 30 à 40 pour 100) protégée par une couche d'huile lourde de pétrole contre l'acide carbonique de l'air.

Ces 15 éléments ont été placés sur l'escalier du caveau. Le débit normal de chaque élément est de 8 ampères, avec une résistance intérieure de  $0^{\text{ohms}}, 03$ ; sa force électromotrice est entre  $0^{\text{volt}}, 8$  et  $0^{\text{volt}}, 9$ , quand la pile travaille avec de faibles résistances.

Chaque lampe n'exigeait au commencement que 6 ou 7 éléments; ce n'est qu'après quatre mois de service qu'il a fallu ajouter deux autres éléments de renfort.

Un interrupteur à résistance variable est placé sous la main de l'observateur à côté de chaque microscope, pour ouvrir ou fermer à

volonté le circuit sans courir le risque de porter instantanément les fils de charbon à des températures trop élevées qui pourraient les casser ou les fondre.

La pile de MM. Lalande et Chaperon ne consomme qu'à circuit fermé, présente une grande constance d'action et n'a besoin d'être renouvelée qu'après un assez long service.

Il est inutile de rappeler ici le grand avantage que présente la lumière électrique par rapport aux autres modes d'éclairage des microscopes. Nous avons déjà fait remarquer, dans le Rapport de l'année précédente, que la position invariable de la source de lumière par rapport aux microscopes, mal assurée par les lampes à gaz, à l'huile, au pétrole, qu'on est forcé de déplacer souvent, est parfaitement conservée par l'éclairage électrique à incandescence; or cette invariabilité de position de la source de lumière étant une condition indispensable pour l'exactitude des pointages successifs, on comprend immédiatement tout l'intérêt qu'il y a de n'employer que l'éclairage électrique.

L'accumulateur qui sert à régler la lumière électrique fournie par la machine Gramme a été porté à 140 éléments, et se forme ou se perfectionne petit à petit pendant son fonctionnement.

#### *Comparateurs. Appareil Fizeau. Résidus de dilatation.*

M. le Directeur a poursuivi cette année les études qu'il avait commencées en 1885 sur une règle en laiton (appartenant à M. Hagenbach à Bâle) divisée en millimètres sur une lame d'argent incrustée dans le plan des fibres neutres. Ces études l'ont amené à y reconnaître un retrait progressif montant à 3<sup>μ</sup> environ au bout de 21 mois.

La réalité de ce retrait progressif des règles en laiton a été confirmée par les recherches de M. Benoit avec l'appareil Fizeau. Une étude très soignée des changements de dimensions ou des résidus d'élasticité, d'alliages métalliques tels que le laiton, le bronze, l'or des monnaies, l'a conduit à reconnaître que tout alliage laminé, étiré ou écroui d'une façon quelconque, chauffé à des températures pas trop élevées et refroidi à plusieurs reprises, change continuellement de dimensions pendant assez longtemps, se contractant dans le sens de l'étirage. Une expérience faite sur une pièce en laiton, dont une face polie avait été nickelée sur une seule moitié, a permis d'évaluer l'influence que l'oxydation pouvait avoir dans ce phénomène. La face non nickelée s'oxydait par des chauffages répétés; mais cette oxyda-

tion, comme on pouvait le prévoir, loin de diminuer l'épaisseur de la pièce, tendait au contraire, à l'augmenter. L'épaisseur de la couche d'oxyde, qui suffisait à foncer sensiblement la couleur du métal, n'a guère dépassé, dans les expériences de M. Benoit, dix centièmes de *micron*.

Le même observateur se propose d'étudier l'acier au même point de vue.

Cependant, si de faibles élévations de température laissent subsister et manifestent même dans les métaux ces résidus d'élasticité qui les font se contracter progressivement pendant fort longtemps, il paraît n'en être plus de même pour des recuits faits à des températures suffisamment élevées et d'une durée suffisante. Des pièces, qui s'étaient contractées notablement avant le recuit, se sont montrées tout à fait invariables après cette opération. Par conséquent M. Benoit se propose d'étudier la température de recuit qu'il convient d'employer pour les différents métaux ou alliages, et la durée qu'il faut lui donner afin d'y détruire le résidu d'élasticité sans en amoindrir excessivement la rigidité.

La mesure de la dilatation d'un nouvel échantillon de platine iridié, fourni par M. Matthey, a donné avec l'appareil Fizeau des résultats qui s'accordent complètement avec les résultats antérieurs.

#### 4° Sphéromètre.

L'étude du sphéromètre de MM. Brunner, exécutée par M. Benoit, avec une rare habileté, l'a mis à même de reconnaître que cet instrument, quelque bien fait qu'il soit, laisse toujours une incertitude de quelques microns sur les résultats obtenus. Des mesures exécutées par M. Macé de Lépinay sur des cubes en quartz dont il déduisait le volume d'après les longueurs d'onde de la lumière employée dans ces mesures, volume qu'il déterminait ensuite en litres par la pesée hydrostatique, ont permis à M. Benoit de répéter avec le sphéromètre sur les mêmes pièces en quartz les mesurages de M. Macé de Lépinay, et de reconnaître que les dimensions sphérométriques étaient constamment supérieures aux mesures optiques.

Mais ce qui peut paraître beaucoup plus singulier, c'est que si l'on détermine, à l'aide du sphéromètre, l'épaisseur de deux plaques en quartz et qu'on mesure de nouveau après les avoir superposées, la somme de leurs épaisseurs, au lieu d'être égale à leur somme effective, se trouve être plus petite. Il y a donc là une incertitude

dont la source n'est pas encore déterminée et qu'il serait utile d'étudier méthodiquement par la suite.

Nous serions donc d'avis d'accorder à M. Benoit la commande et l'achat, pour le compte du Bureau international, de quelques plaques en quartz parfaitement travaillées et mesurées optiquement, à l'aide desquelles on puisse tarer, à chaque instant, la valeur des indications sphérométriques.

Cette étude du sphéromètre, si soigneusement conduite, est venue confirmer l'incertitude des méthodes de contact pour l'évaluation des mesures, et nous engage plus que jamais à n'y employer que les procédés optiques.

#### IV. — Pesées.

##### 1. Prototypes. — 2. Travaux exécutés sur les balances.

Les volumes des kilogrammes prototypes ont tous été déterminés dès la fin de novembre 1886; il reste toutefois à reprendre la détermination du volume des kilogrammes trop légers qu'on a été obligé de refondre.

Quelques difficultés survenues dans l'ajustage des prototypes n'ont pas permis d'en achever les comparaisons. Cependant on a déjà comparé trois groupes de six pièces et trois de sept pièces dans toutes les combinaisons possibles. Un quatrième groupe de sept pièces est à l'étude actuellement.

M. *Thiesen* a poursuivi ses recherches sur quelques prototypes de volume différent, dans la balance de Bunge, et il a trouvé que les corrections aérostatiques y suivent exactement les différences de pression et de volume; mais il n'est pas encore suffisamment démontré que deux kilogrammes de la même matière ne condensent pas des quantités différentes de gaz et que, par conséquent, leurs poids apparents ne peuvent pas en être affectés d'une manière différente. Nous vous proposons, en conséquence, de charger M. *Thiesen* d'étudier encore dans le vide quelques kilogrammes de même volume et de la même matière, afin d'éliminer toute espèce de doute sur leur emploi comme prototypes.

Relativement au mode de fermeture à tenue d'air qu'on doit adopter pour la conservation du kilogramme prototype, après les essais faits avec le caoutchouc dissous dans un carbure d'hydrogène et avec la paraffine seule ou mélangée de vaseline, il a été reconnu que tous ces procédés laissent quelque chose à désirer. Le meilleur

moyen d'empêcher la communication de l'air enfermé sous la cloche avec l'air extérieur nous paraît devoir consister à remplacer le plateau raboteux en fer, sur lequel s'appuie maintenant la cloche, par un plateau en verre rodé sur lequel on aura travaillé, à l'émeri fin, le bord de la cloche. Si le rodage est bien fait, la moindre quantité de corps gras (suif, vaseline) suffira pour fermer la cloche à tenue d'air, et pour préserver indéfiniment contre l'humidité le kilogramme qu'elle recouvre.

M. *Kreichgauer* a fait l'étalonnage des séries I et II des poids en aluminium exécutés par M. Stückrath, qui avaient déjà été étudiés, il y a dix ans environ, au Bureau des Poids et Mesures de Berlin. Il est résulté de cet étalonnage que ces pièces ont subi une légère augmentation de poids, montant à  $0^{\text{mg}},01$  pour deux d'entre elles; augmentation qui peut tout aussi bien dépendre de la poussière déposée sur ces pièces, que de matières condensées, ou de l'oxygène combiné.

On doit également à M. *Kreichgauer* un nouvel étalonnage des pièces de  $100^{\text{mg}}$  et de  $1^{\text{g}}$ , et la détermination de quelques poids auxiliaires pour la balance de Bunge.

Afin de s'assurer que le transport par chemin de fer des kilogrammes prototypes en platine iridié pur, enfermés dans leurs étuis, n'apporte aucune altération à leur poids, on a envoyé par grande vitesse, au mois de février 1887, à Marseille, un de ces kilogrammes à l'adresse de M. Stephan, Directeur de l'observatoire de cette ville. M. Stephan, sans avoir ouvert la caisse, l'a renvoyée immédiatement par la même voie. Le kilogramme choisi à cet effet a été le n° 7, qui, étant quelque peu au-dessous du poids normal, devait être refondu. Lavé aux vapeurs d'alcool et d'eau, avant son emballage, et comparé avec dix autres kilogrammes, il a été soumis à une nouvelle comparaison après son retour, qui a accusé une augmentation apparente de  $0^{\text{mg}},0052 \pm 0^{\text{mg}},0035$ , c'est-à-dire une variation tout à fait insignifiante, de signe contraire à celle qu'on pouvait redouter et, par conséquent, favorable au mode d'emballage adopté et au transport rapide en chemin de fer.

La détermination du volume du même kilogramme n° 7, exécutée par M. Thiesen avant et après son transport en chemin de fer, a montré également une légère augmentation de

$$0^{\text{ml}},00198 \pm 0^{\text{ml}},00037,$$

qui ne tient probablement qu'à l'incertitude qui existe encore rela-

tivement à la dilatation de l'eau et à l'échelle thermométrique employée.

Pendant le cours de cette année, il a été déterminé au Bureau international le poids de dix-huit cavaliers et le poids et le volume de sept sphères métalliques destinées par MM. König et Richarz à des recherches sur la densité de la Terre.

On a vérifié en outre :

Un poids en laiton de 100<sup>g</sup> de M. Collot ;

Une série de petits poids, depuis 5<sup>g</sup>, en platine rhodié, de M. le D<sup>r</sup> Broch ;

Quatre grammes en cristal de roche du D<sup>r</sup> Broch ;

Un cube en quartz de M. Macé de Lépinay ;

Un kilogramme en laiton de M. Kaiser de Saint-Gall.

Un gramme en platine appartenant à M. Pellat.

Quelques milligrammes en platine appartenant à M. Stas.

Profitant de l'installation de M. Chappuis, qui permet de maintenir constante pendant longtemps la température de l'eau, M. Thiesen a fait quelques déterminations de la densité de l'eau aux températures de 15°, 20°, 25°, 30° et 35° environ. Il s'est servi pour cela d'un kilogramme en quartz pur du Bureau impérial des Poids et Mesures de Berlin. Le résultat de ces premières observations conduirait à augmenter la dilatation de l'eau fournie par la formule de M. Herr qui a servi à la construction de notre Table de la dilatation de l'eau. Ces recherches seront poursuivies avec les plus grands soins, afin d'en déduire les éléments indispensables pour la correction des pesées hydrostatiques.

D'autres recherches ont été entreprises par M. Thiesen pour déterminer les variations de la densité de l'air par le procédé du baroscope de Boyle. Il a utilisé à cet effet quelques-unes des sphères creuses de MM. König et Richarz, dont les variations de poids permettent d'évaluer avec assez d'exactitude les changements de densité du milieu ambiant.

Il a refait, en outre, tous les calculs relatifs à la durée des oscillations de la balance Bunge, calculs qui avaient été détruits en grande partie par l'incendie au commencement de l'année 1886.

D'après la proposition de notre regretté Collègue, von Oppolzer, M. Thiesen a cherché à déterminer la variation de la pesanteur avec l'élévation dans le bâtiment du Bureau. Ces expériences, exécutées

avec la balance de M. Sacré ont porté sur une distance verticale de 11<sup>m</sup>,5. Les calculs relatifs n'en sont pas encore terminés, mais il est à craindre que les influences locales n'altèrent sensiblement les résultats théoriques qu'on s'attendait à trouver. D'après la théorie de la gravitation, en supposant la Terre ellipsoïdique composée de couches homogènes, on devrait avoir une variation de 0<sup>ms</sup>, 310 par kilogramme et par mètre d'élévation. Les résultats qu'on tirera des expériences de M. Thiesen seront toutefois plus que suffisants pour les travaux du Bureau.

Nous proposons que, dans le courant de l'année prochaine, MM. Thiesen et Kreichgauer n'aient à s'occuper d'autres études, qu'après l'accomplissement du grand travail d'étalonnage des kilogrammes prototypes.

## V. — Thermométrie.

### *Thermomètres à gaz.*

Après avoir achevé la rédaction de son travail sur le thermomètre à azote, M. Chappuis a déterminé la différence de marche entre le thermomètre à mercure en verre dur et le thermomètre à acide carbonique. Ces expériences ont donné, conformément aux résultats de Regnault, des variations sensibles du coefficient de dilatation de l'acide carbonique, suivant les pressions initiales auxquelles il était soumis, ce coefficient croissant avec la pression.

Des expériences faites avec l'hydrogène on a déduit

$$0,00366254$$

pour son coefficient de dilatation, valeur qui ne diffère pas sensiblement de la moyenne des valeurs obtenues par Regnault.

Le concours de M. Guillaume a permis à M. Chappuis d'achever ses recherches sur les thermomètres à gaz employés pour mesurer les températures très élevées et très basses. Mais l'étalonnage des thermomètres gradués jusqu'à 200° n'a pas encore pu être exécuté.

Les études pyrométriques seront continuées.

Nous soumettons à votre approbation le projet suivant des travaux thermométriques, présenté par M. Chappuis.

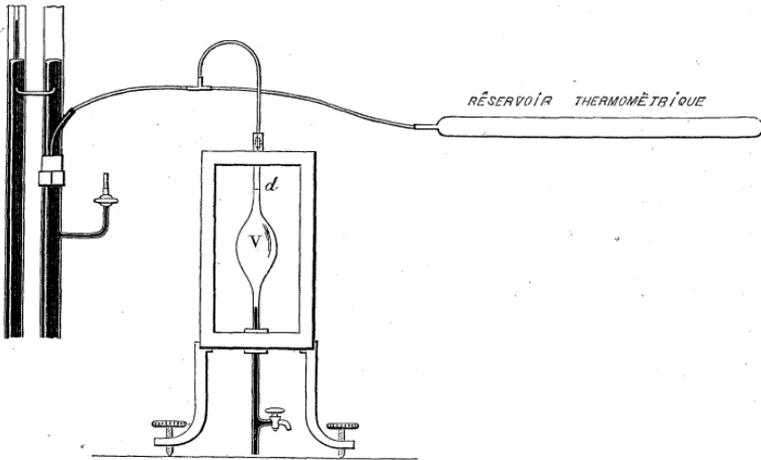
### PROJET RELATIF A DE NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LA DILATATION DES GAZ.

« Pour compléter l'étude des thermomètres à azote, à acide carbonique et à hydrogène, j'ai l'honneur de proposer au Comité inter-

national des Poids et Mesures les recherches suivantes, qui peuvent être faites sans modifier beaucoup les appareils affectés aux recherches précédentes et qui fourniraient quelques nouveaux éléments précieux pour contrôler l'échelle normale des températures.

» 1. Dans sa forme actuelle, le thermomètre à gaz peut être employé à déterminer de nouveau les coefficients de dilatation sous volume constant des gaz employés précédemment et préparés par différentes méthodes. On reconnaîtrait ainsi si les coefficients de dilatation obtenus dans les recherches antérieures sont indépendants du mode de préparation du gaz. Il conviendrait de joindre à cette étude une nouvelle détermination de la différence de marche entre le thermomètre à gaz et les thermomètres à mercure à deux températures, 20° et 40°. Ces mêmes déterminations pourraient être faites sur l'air atmosphérique, qui a été l'objet de si nombreuses expériences de la part des physiciens.

» 2. En reliant le tube capillaire de platine, qui conduit du réservoir au manomètre, à un réservoir de capacité connue, maintenu à une température constante, et disposé comme l'indique la figure ci-dessous, on pourrait mesurer *successivement sur la même masse de gaz* le coefficient de dilatation sous volume constant et sous pression constante.



» Pour la détermination du coefficient de dilatation *sous volume constant*, le réservoir V reste rempli de mercure jusqu'à un trait *d* tracé sur le tube capillaire, au niveau duquel on le maintient pendant toute la durée de la mesure.

» Pour la détermination du coefficient de dilatation *sous pression constante*, la pression du gaz étant connue à zéro, on porte le réservoir thermométrique à 100°, en laissant le gaz refouler le mercure contenu dans le voluménomètre V, jusqu'à ce que sa pression soit égale à la pression initiale. Le volume du mercure refoulé peut être déterminé par des pesées.

» L'avantage de cette disposition des appareils réside essentiellement dans la possibilité de mesurer les deux coefficients alternativement sur la même masse de gaz, et d'obtenir ainsi des résultats comparables, tandis que les expériences de Regnault, faites avec des appareils différents, n'offrent pas les mêmes garanties.

» Ces nouvelles mesures n'exigeraient d'ailleurs l'acquisition d'aucun appareil nouveau; car on peut utiliser, pour maintenir la température du voluménomètre, le manchon à glaces construit autrefois pour l'étude de la condensation des gaz et resté dès lors sans emploi. Les autres pièces, peu nombreuses, nécessitées par ces mesures, peuvent être construites sans difficulté à l'atelier du Bureau international. »

Signé : P. CHAPPUIS.

14 septembre 1887.

En vous recommandant l'adoption de ce projet, nous pouvons vous donner la certitude que M. Chappuis aura le temps suffisant pour l'exécuter avant le commencement du grand travail métrologique qui doit être accompli pendant l'année prochaine.

M. *Guillaume* s'est plus spécialement occupé des thermomètres à mercure : 46 thermomètres ont été étudiés par lui depuis la dernière session du Comité, dont 4 appartenant au Bureau, 19 destinés aux Gouvernements signataires de la Convention et 23 envoyés par des institutions publiques ou par des savants.

L'intervalle fondamental et le coefficient de pression ont déjà été déterminés pour tous les thermomètres destinés aux prototypes. On s'occupe maintenant avec beaucoup d'activité du calibrage et de l'étude des divisions de ces thermomètres étalons, qui ont été quelque peu négligés pour travailler à la vérification des thermomètres étrangers envoyés en grand nombre au Bureau, pendant le cours de cette année.

D'après les comparaisons faites entre les thermomètres destinés aux Gouvernements, on a reconnu qu'il sera possible d'appliquer à tous ces instruments une même correction pour les ramener à l'échelle normale.

Les thermomètres en cristal dur anglais, commandés à M. Hicks en 1885, ont été livrés au Bureau en 1886. D'après les essais qu'on en a déjà faits, les variations du zéro de ces thermomètres sont plus grandes et plus lentes que celles des thermomètres en verre dur de M. Tonnelot.

Une comparaison, faite entre les anciens thermomètres en cristal de l'appareil Fizeau et les thermomètres en verre dur, a permis de reconnaître qu'entre 0° et 100° les thermomètres en cristal donnent des indications plus élevées que les autres. La divergence maxima a été de + 0°, 041.

L'étude des thermomètres hypsométriques en verre dur, construits par M. Tonnelot, a prouvé que leur emploi permet d'obtenir par l'ébullition de l'eau les pressions barométriques avec une erreur probable inférieure à 0<sup>mm</sup>, 1, ce qui peut suffire, dans le plus grand nombre de cas, aux géologues et aux voyageurs, pour lesquels le transport des baromètres à mercure serait par trop embarrassant.

Il est donc à désirer qu'après s'être procuré un appareil de Wolleston ou de Regnault pour l'Hypsométrie thermométrique en voyage, on en fasse l'essai au Bureau international avec les nouveaux thermomètres hypsométriques, afin de déterminer le degré de confiance qui peut leur être accordé.

On poursuivra l'étude de la marche comparative des thermomètres en verre dur de Tonnelot, en verre dur allemand, en verre dur anglais et en cristal. Pour se procurer les appareils en verre dur d'Allemagne, de composition bien déterminée et autant que possible invariable, il faudra se mettre en rapport avec M. le professeur Abbe, d'Iéna, à qui l'on demandera les tubes capillaires et les tubes de même diamètre extérieur pour les réservoirs que l'on confiera à M. Tonnelot pour les souder ensemble, pour les diviser et pour les remplir de mercure.

## VI. — Barométrie.

On a poursuivi la comparaison du baromètre normal n° II avec deux autres baromètres normaux et avec les baromètres auxiliaires. Une comparaison a également été faite d'un baromètre Fuess n° 287 apporté par M. Bromoff, de Saint-Pétersbourg, avec le baromètre auxiliaire n° 2 (Wild-Turettini II).

Les comparaisons entre les baromètres normaux seront reprises lorsque, après la fin du grand travail des pesées des prototypes, M. Thiesen aura pu déterminer à nouveau le degré du vide dans la

chambre barométrique; elles seront alors poursuivies avec toutes les précautions indiquées comme nécessaires par la première série d'expériences.

### VII. — Instruments portatifs, accessoires; Inventaire.

On a reçu de MM. Brunner les deux derniers microscopes du comparateur géodésique et quatre oculaires de rechange, deux plus faibles destinés à ce comparateur, et deux plus forts pour le comparateur Brunner.

On s'est procuré en outre huit prismes à réflexion totale, travaillés par M. Laurent, deux séries de petits poids en aluminium, exécutés par M. Stuckrath, et deux thermomètres avec tubes thermométriques en cristal dur d'Angleterre, commandés à M. Hicks, à Londres.

Notre mécanicien a construit pour le Bureau un petit appareil électromoteur destiné à faire tourner l'agitateur placé dans l'auge du thermomètre à gaz, agitateur qui avait été mû jusqu'ici à la main et qui le sera maintenant par les courants que fournit la machine Gramme.

M. Guillaume désirerait beaucoup pouvoir se livrer à l'étude des variations du coefficient de la résistance électrique du mercure avec la température; il ne lui faudrait pour cela qu'une étuve et une auge qui n'exigeraient pas une grosse dépense; mais les travaux métrologiques à exécuter pendant l'année qui va suivre vont être tellement sérieux, lourds et urgents, que le temps ne pourra pas suffire à M. Guillaume pour se livrer tranquillement à d'autres recherches. Nous sommes d'ailleurs tout à fait favorables aux études thermo-électriques que M. Guillaume se propose d'entreprendre; mais nous croyons qu'il ne faudrait l'y autoriser qu'à la condition de ne point entraver, par ces recherches, les travaux fondamentaux de notre Institution.

### VIII. — Publications.

M. Benoit va bientôt achever l'impression du Mémoire destiné au Tome VI de nos publications. Ce Mémoire se rapporte aux expériences qu'il a exécutées avec l'appareil Fizeau pour la mesure de la dilatation.

Nous croyons que le travail de M. Guillaume relatif aux changements de l'échelle thermométrique pourra être inséré dans le volume des Travaux, à la suite du travail de M. Chappuis dont il est destiné à former un complément très intéressant et fort utile.

### IX. — Bibliothèque.

On n'a presque rien ajouté, pendant cette année, à la Bibliothèque du Bureau international, à l'exception des *Revue scientifique*, dont on a continué l'abonnement. Les frais de reliure n'ont pas été non plus fort considérables, et, par suite du petit nombre d'Ouvrages dont se compose jusqu'ici notre Bibliothèque, on n'a pas encore jugé convenable de transcrire sur un registre alphabétique les fiches du Catalogue.

Le manque de ressources, qui pèse sur tout notre établissement, est la cause principale du peu de développement de notre Bibliothèque. Votre Commission fait donc des vœux pour que le Bureau international soit mis en mesure de faire une plus large part à sa collection de livres, qui a grandement besoin d'être augmentée. Nous proposons en outre que la direction du Bureau se fasse envoyer par les principaux libraires de France, d'Angleterre, d'Allemagne, etc., leurs Catalogues de vente, afin d'y pouvoir choisir les Ouvrages touchant la Métrologie, et nous prions instamment tous nos collègues de bien vouloir concourir à ce travail. Cette tâche sera rendue beaucoup plus facile si l'on se décide à imprimer le Catalogue alphabétique et par ordre de matières des livres qui composent actuellement notre Bibliothèque. On évitera de la sorte toute proposition qui pourrait faire double emploi, et accroître inutilement nos dépenses. Nous proposons donc que ce Catalogue soit imprimé dans nos Procès-Verbaux, et tiré à part pour être distribué aux Membres du Comité le plus tôt possible. Nous demandons en outre, dans le même but, que son impression soit renouvelée tous les cinq ans.

**M.** le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur cette seconde partie du Rapport.

A l'occasion des travaux de **M. Guillaume**, mentionnés dans ce Rapport, **M. HIRSCH** rappelle, ce que savent déjà plusieurs membres du Comité, que **M. Guillaume** se propose de publier un *Traité de Thermométrie*, pour lequel il prie le Comité de lui accorder son appui. Pour satisfaire à ce désir légitime, **M. Hirsch** croit qu'on pourrait autoriser **M. Guillaume** à mettre dans sa Préface que cet Ouvrage est une espèce de condensation des travaux exécutés, par lui, au Bureau intergational des Poids et Mesures, sous les

auspices du Comité, et qu'il publie de nouveau avec l'autorisation de ce dernier.

Cette proposition est adoptée.

Le paragraphe du Rapport, traitant de la bibliothèque, provoque, de la part de M. Hirsch, l'observation que, dès l'année dernière, le Comité avait déjà chargé M. Thiesen de transcrire sur un livre le Catalogue alphabétique.

Les raisons données par M. le Rapporteur en montrent de nouveau l'urgence. En sa qualité de Secrétaire, M. Hirsch ne manquera pas de veiller à l'impression et au tirage à part du Catalogue.

M. HIRSCH est ensuite étonné qu'étant donné le grand nombre d'exemplaires des publications que le Comité distribue gratuitement à des établissements scientifiques et à des savants, le Bureau reçoive si peu d'Ouvrages en échange. Il propose qu'à l'avenir on mette dans ces Volumes une note imprimée demandant l'échange.

Cette proposition est approuvée.

La proposition de la Commission, d'imprimer après le travail de M. Chappuis celui de M. Guillaume, sur les changements de l'échelle thermométrique, provoque de la part de M. BROCH l'observation qu'on risquerait ainsi de grossir le tome VI au point de dépasser la limite postale. Il croit que, pour éviter cet inconvénient, on pourrait partager le Volume en deux livraisons. D'autres membres sont d'avis qu'il est bien plus naturel, pour une publication continue, de restreindre chaque Volume dans les limites de la tolérance de poids, et de renvoyer les Mémoires en état d'être publiés au Volume suivant, dont l'impression commence toujours immédiatement après l'apparition du précédent.

Finalement, la solution est laissée aux soins de M. le Secrétaire, qui s'entendra pour cela avec M. le Directeur.

A propos des publications M. FÖRSTER émet le désir de voir restreindre la place que prend l'impression des certifi-

cats dans les *Procès-Verbaux* et dans les *Rapports aux Gouvernements*. Il voudrait qu'on se contentât de la simple liste de ces certificats, et que, tout au plus, on imprimât ceux délivrés aux étalons des Gouvernements contractants.

D'autres Membres font remarquer que, d'une part, il serait bien difficile de fixer la limite précise entre des étalons appartenant aux Gouvernements et d'autres envoyés par des établissements scientifiques officiels, et que, d'autre part, il serait regrettable de s'en tenir à une simple statistique, sans faire connaître au monde scientifique les résultats essentiels de ces étalonnages. M. Fœrster se range à cet avis et, sur sa proposition, il est décidé que dorénavant les certificats ne seront plus imprimés *in extenso*; mais qu'on se bornera à en donner la liste, en indiquant, pour chaque étalon, son équation et les principaux résultats de son étude.

M. le PRÉSIDENT, ayant constaté qu'aucun membre ne demande plus la parole pour présenter des observations ou des amendements, met aux voix l'ensemble des propositions contenues dans le Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux, *qui est adopté à l'unanimité*, avec les quelques amendements et adjonctions que le Comité y a apportés dans le cours de la discussion.

M. le PRÉSIDENT donne ensuite la parole à M. Fœrster pour communiquer la seconde Partie du Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, dont voici le texte :

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

En examinant la situation financière du Bureau avec le Directeur, M. Broch, la Commission a trouvé, pour les quatre Chapitres principaux, l'état suivant :

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

(Art. 11 de la Convention et Art. 15 du Règlement.)

D'après les *Procès-Verbaux* de 1886, p. 54, le total des actifs au commencement de l'année 1886 s'éle-

vait, pour ce Chapitre, à .....	37372 <sup>fr</sup> , 13
Dans le courant de l'année 1886, le compte I a eu une recette, provenant des taxes de vérifications, mon- tant à .....	546 <sup>fr</sup> , 25
L'actif du compte I s'est donc élevé, en 1886, à.....	<u>37918<sup>fr</sup>, 38</u>
Les dépenses, en 1886, ont été les suivantes :	
Dernier paiement pour la seconde balance Ruprecht, y compris l'indemnité du voyage de M. Ruprecht pour monter la balance .....	3312 <sup>fr</sup> , 35
Plateaux auxiliaires en cristal de roche pour les ba- lances.....	240 <sup>fr</sup> , 00
Accessoires pour le comparateur géodésique.....	1210 <sup>fr</sup> , 50
Dernier paiement pour le comparateur géodésique.	10000 <sup>fr</sup> , 00
Deux nouveaux microscopes à micromètres pour ce comparateur.....	1700 <sup>fr</sup> , 00
Deux oculaires additionnels pour ce comparateur...	60 <sup>fr</sup> , 00
Deux oculaires et deux lampes à incandescence pour le comparateur Brunner.....	68 <sup>fr</sup> , 20
Appareils électriques.....	754 <sup>fr</sup> , 05
Pompe à glycérine.....	275 <sup>fr</sup> , 00
Appareils auxiliaires pour les travaux thermométri- ques.....	345 <sup>fr</sup> , 15
Quatre thermomètres Tonnelot pour basses tempé- ratures.....	180 <sup>fr</sup> , 00
Total de la dépense en 1886.....	<u>18145<sup>fr</sup>, 25</u>
De sorte que l'actif à la fin de l'année 1886 a été de.	19773 <sup>fr</sup> , 13
Pendant l'année 1887 jusqu'à l'époque actuelle (oct. 1887), le compte I a eu quelques recettes provenant des taxes de vérifications, montant à. .	305 <sup>fr</sup> , 00
L'actif s'est donc élevé à .....	<u>20078<sup>fr</sup>, 13</u>
Les dépenses ont été les suivantes :	
Pour deux thermomètres de M. Hicks, de Lon- dres. ....	76 <sup>fr</sup> , 00
Pour deux séries de petits poids de M. Stück- rath, de Berlin. ....	33 <sup>fr</sup> , 00
Pour prismes à réflexion de M. Laurent, de Paris.	84 <sup>fr</sup> , 60
En total.....	<u>193<sup>fr</sup>, 60</u>
Il reste donc à présent un actif de.....	19884 <sup>fr</sup> , 53

Quant à la situation générale du compte I, la Commission soumet au Comité la proposition suivante :

D'après le sens des prescriptions de l'art. 13 du Règlement de la Convention, les recettes provenant des taxes pour les travaux extraordinaires de vérifications sont affectées au Compte I, comme compte extraordinaire pour le perfectionnement du matériel scientifique du Bureau international, en dehors des contributions annuelles, tandis que les dépenses pour ces travaux extraordinaires de vérifications, prévues à l'art. 6 de la Convention, incombent au Compte III (des frais annuels), ces dépenses étant, en général, inséparables des dépenses régulières pour le personnel et pour l'entretien du matériel, le chauffage, l'éclairage, etc., du Bureau international. Dans cet état des choses, il sera équitable, comme d'ailleurs cela se pratique déjà en partie, de décharger maintenant autant que possible, et du moins jusqu'au montant des recettes provenant des taxes mentionnées, le Compte III des dépenses pour le perfectionnement du matériel scientifique, c'est-à-dire pour l'achat d'instruments et de livres, en lui laissant toutefois toutes les dépenses pour l'entretien des instruments et des appareils auxiliaires, ainsi que de la Bibliothèque.

## II. — Frais de confection des étalons et témoins du Bureau international.

D'après le Rapport de 1886 (*Procès-Verbaux* de 1886, p. 56), le Compte II possédait, à la fin de l'année 1885, un actif de.. 51939<sup>fr</sup>,60

Les dépenses de ce compte pendant l'année 1886 ont été les suivantes :

Pour les supports des disques en cristal de roche et les pincés, tous appartenant aux étalons et témoins du kilogramme destiné au Bureau international.....	760 <sup>fr</sup> ,00
De sorte que l'actif est réduit à la fin de l'année 1886 à	51179 <sup>fr</sup> ,60
Mais, comme il y a dans cet actif un arriéré de contribution de la Turquie montant à.....	9949 <sup>fr</sup> ,00
L'actif disponible n'est que de.....	41230 <sup>fr</sup> ,60

Cet actif est resté le même jusqu'à l'époque actuelle, des dépenses ultérieures sur ce compte n'ayant pas été faites dans le courant de l'année 1887.

### III. — Frais annuels.

Les *recettes* en 1886 ont été :

En contributions pour cet exercice.....	92215 <sup>fr</sup> ,00
C'est-à-dire la contribution réglementaire	
montant à.....	100001 <sup>fr</sup>
diminuée des arriérés suivants :	
Turquie.....	6471,00
Pérou.....	809,00
Vénézuéla.....	506,00
	} 7786 <sup>fr</sup>
Total.....	<u>92215<sup>fr</sup></u>

En intérêts bonifiés par la Caisse des Dépôts et Con-	
signations et par le banquier.....	813 <sup>fr</sup> ,03
Surplus réservé de la contribution de la Roumanie y	
compris les intérêts bonifiés pour 1886.....	<u>5266<sup>fr</sup>,60</u>
En total.....	98294 <sup>fr</sup> ,63

Les *dépenses* faites pendant l'exercice de 1886 sont contenues dans le Tableau suivant :

#### *Exercice de 1886.*

	Prévision.	Dépense.	En plus	En moins
A. Traitements.				
{ Directeur ...				
{ Adjoints....				
{ Aides.....				
{ Mécanicien..				
{ Aide-mécan.	45840 <sup>fr</sup>	43090,00 <sup>fr</sup>		2750,00 <sup>fr</sup>
{ et chauff..				
{ Garçon de bu-				
{ reau.....				
{ Concierge...				
B. Frais généraux d'adminis-				
tration.				
1. Indemnité des savants...	8000	8000,00		
2. Entretien des bâtiments et				
dépendances avec mo-				
bilier.....	<u>7000</u>	<u>9907,20</u>	2907,20 <sup>fr</sup>	
A reporter....	60840	60997,20	2907,20	<u>2750,00</u>

	Prévision.	Dépense.	En plus.	En moins.
	fr	fr	fr	fr
Report.....	60840	60997,20	2907,20	2750,00
3. Entretien des machines et appareils fixes.....	1000	1390,15	390,15	
4. Entretien des instruments.	1500	261,00		1239,00
5. Frais d'atelier.....	600	710,75	110,75	
6. » de laboratoire.....	1000	1350,56	350,56	
7. Achat de glace.....	1000	1054,50	54,50	
8. Frais de chauffage ordi- naire.....	2500	3081,15	581,15	
9. Frais d'éclairage et de gaz.	3000	3461,20	461,20	
10. Concession d'eau.....	185	215,20	30,20	
11. Primes d'assurances.....	415	340,65		74,35
12. Frais de bureau.....	700	984,50	284,50	
13. Bibliothèque.....	700	145,20		554,80
14. Frais d'impression et de pu- blication.....	14000	13060,30		939,70
15. Frais de secrétariat.....	600	608,80	8,80	
C. Indemnité du secrétaire....	6000	6000,00		
D. Frais divers. {				
1. Gratifications.....				
2. Frais de transport.				
3. » Banquier.				
4. Ustensiles divers.				
5. Frais divers.....				
	5960	6970,80	1010,80	
Total des frais annuels....	100000	100631,96	6189,81	5557,85

Le total des dépenses, d'après ce Tableau, a été, en 1886..... 100631<sup>fr</sup>,96

Il n'a pas dépassé la contribution réglementaire augmentée des intérêts bonifiés. Mais, à cause des arriérés, et comme le surplus de la contribution de Roumanie doit être immédiatement remboursé et réservé, il y a un déficit de..... 7603<sup>fr</sup>,93

Les différences entre la prévision et les dépenses réellement faites ont été les plus grandes pour l'entretien des bâtiments et dépendances, toujours encore causées en grande partie par le mauvais état primitif des constructions. Les autres différences s'expliquent, là où la prévision a été dépassée, essentiellement par la grande activité qui a dû être déployée dans le service international des Poids et Mesures. Par contre, si la prévision pour l'achat d'instruments n'a pas été atteinte par les dépenses, la raison en a été la ges-

tion justifiée dans la proposition faite ci-dessus à l'égard du Compte I.

Comme, au commencement de l'année 1886, le Compte III avait un déficit total [voir <i>Procès- Verbaux</i> , 1886, p. 216 et p. 57 (1)] de.....	41549 <sup>fr</sup> ,45
Le déficit total de ce compte s'est élevé, à la fin de 1886, à .....	49153 <sup>fr</sup> ,38
Ce déficit a été couvert provisoirement par les actifs disponibles de C.I et C.II, dont le total a été, à la fin de l'année 1886, comme il a été exposé ci- dessus.....	61003 <sup>fr</sup> ,73
De sorte qu'il restait encore à cette époque sur ces deux comptes un actif disponible de.....	11850 <sup>fr</sup> ,35

Quant à l'exercice de 1887, le total des recettes jusqu'à l'époque actuelle, en contributions des États, est de 83012<sup>fr</sup>, les arriérés s'élevant, pour cet exercice au moment actuel, à 16988<sup>fr</sup>, mais dont 8595<sup>fr</sup> rentreront certainement dans peu de semaines.

Le Tableau suivant contient les dépenses faites jusqu'à présent sur cet exercice, combinées avec une évaluation approximative des dépenses qui restent encore à faire dans les quatre derniers mois de cette année, comparées avec la prévision :

*Dépenses faites dans les huit premiers mois et évaluées  
pour les quatre derniers mois de 1887.*

	Prévision.	Dépense.	En plus.	En moins.
A. Traitements. {				
Directeur.....				
Adjoints.....				
Aides.....				
Mécanicien....				
Aide-mécan. et	45840 <sup>fr</sup>	42840 <sup>fr</sup>		3000 <sup>fr</sup>
chauffeur....				
Garçon de bu-				
reau.....				
Concierge.....				
A reporter.....	<u>45840</u>	<u>42840</u>		<u>3000</u>

(1) Dans les *Procès-Verbaux*, 1886, p. 57, il y a une erreur qui a été corrigée dans le Tableau, p. 216. Comme les intérêts bonifiés (p. 56) ont été indiqués trop grands de 352,17, tous les déficits (p. 57) sont à augmenter de cette même somme.

	Prévision.	Dépense.	En plus.	En moins.
	fr	fr		fr
Report.....	45840	42840		3000
<b>B. Frais généraux d'administration.</b>				
1. Indemnité des savants.....	8000	8000		
2. Entretien des bâtiments et dépendances, avec mobilier..	5000	5000		
3. Entretien des machines et appareils fixes.....	1000	150		850
4. Entretien des instruments..	2000	500	fr	1500
5. Frais d'atelier.....	600	1100	500	
6. » de laboratoire.....	1200	700		500
7. Achat de glace.....	800	1200	400	
8. Frais de chauffage ordinaire	2500	2500		
9. » d'éclairage et de gaz.	3500	3500		
10. Concession d'eau.....	200	200		
11. Primes d'assurances.....	415	375		40
12. Frais de bureau.....	900	1100	200	
13. Bibliothèque.....	750	600		150
14. Frais d'impression et de publication.....	11000	15333	4333	
15. Frais de secrétariat.....	600	600		
<b>C. Indemnité du Secrétaire.....</b>	6000	6000		
<b>D. Frais divers.</b>				
1. Gratifications.....				
2. Frais de transport.				
3. » Banquier..				
4. Ustensiles divers...				
5. Frais divers. ....				
	9695	10855	1160	
<b>Total des frais annuels.....</b>	<u>100000</u>	<u>100553</u>	<u>6593</u>	<u>6040</u>

Il est évident, d'après tous les chiffres précédents, que les ressources du Service international des Poids et Mesures seront entièrement épuisées à la fin de l'exercice 1887; car même si, en conséquence des démarches que nous allons proposer au Comité, les dépenses, faites jusqu'à présent sur le Compte IV, étaient remboursées, comme il est à espérer, en peu de temps, par les gouvernements contractants et les institutions scientifiques qui ont demandé des copies des prototypes internationaux, l'actif disponible à la fin de l'année 1886, sur les deux Comptes I et II, suffirait à peine à couvrir la différence entre la somme des dépenses pour l'année 1887 (c'est-à-dire à peu près 100 553<sup>fr</sup>) et la somme des contributions réellement payées jusqu'à présent ou à attendre dans peu de semaines sur ce même exercice, c'est-à-dire..... 91607<sup>fr</sup>

En réservant pour la fin de ce Rapport la présentation de propositions spéciales à l'égard des arriérés, il nous reste encore à établir la prévision des dépenses annuelles pour l'année 1888.

*Prévision pour l'exercice de 1888.*

		PRÉVISION.	MOYENNE des dépenses des exercices 1886 et 1887.
	Directeur.....		
	Adjoints.....		
	Aides.....		
A.	Traitements. { Mécanicien.....	45840 <sup>fr</sup>	42965 <sup>fr</sup>
	{ Aide-mécanicien et chauffeur.....		
	{ Garçon de bureau.....		
	{ Concierge.....		
	{		
B.	Frais généraux d'administration :		
	1. Indemnité des savants.....	8000	8000
	2. Entretien des bâtiments et dépendances, avec mobilier.....	4000	7454
	3. Entretien des machines et appareils fixes.....	800	770
	4. Entretien des instruments.....	400	380
	5. Frais d'atelier.....	800	905
	6. » de laboratoire.....	1000	1025
	7. Achat de glace.....	1000	1127
	8. Frais de chauffage ordinaire.....	3000	2791
	9. Frais d'éclairage et de gaz.....	3500	3481
	10. Concession d'eau.....	200	208
	11. Primes d'assurances.....	360	358
	12. Frais de bureau.....	900	1042
	13. Bibliothèque.....	600	372
	14. Frais d'impression et de publications..	14000	14197
	15. » de secrétariat.....	600	604
C.	Indemnité du Secrétaire.....	6000	6000
	{ 1. Gratifications.....	9000	8913
	{ 2. Frais de transport.....		
D.	Frais divers. { 3. » Banquier.....		
	{ 4. Ustensiles divers.....		
	{ 5. Frais divers.....		
	TOTAL....	100000	100592

D'après cette prévision, il paraît indispensable, comme M. le Directeur le demande, de porter le budget, pour l'exercice de 1888, à la somme de cent mille francs, ce que nous nous permettons de proposer au Comité.

#### IV. — Frais des Étalons nationaux.

Le total des dépenses de ce compte, qui jusqu'à présent n'a pas eu des recettes proprement dites, s'est élevé jusqu'au commencement de l'année (*Procès-Verbaux*, p. 61, 1886) à..... 8994<sup>fr</sup>,00

En 1886, on a dû faire sur ce compte les dépenses suivantes :

Dernier paiement pour les 40 supports des kilogrammes.....	4200,00	}	8621 <sup>fr</sup> ,00
Pour 40 disques en cristal de roche appartenant à ces supports.....	880,00		
Pour 22 thermomètres étalons livrés par M. Tonnelot.....	990,00		
Frais de l'étalonnage continué des thermomètres étalons.....	2551,00		
La somme des dépenses pour le C. IV a donc été			
jusqu'à la fin de 1886 de.....	17615 <sup>fr</sup> ,00		

Dans le courant de l'année 1886 le Compte II a remboursé au Compte IV le prix de quatre supports, disques et pinces nécessaires pour les quatre kilogrammes qui appartiendront au Bureau international, en total..... 760<sup>fr</sup>,00

Le total des dépenses au Compte IV se trouve ainsi réduit, à la fin de l'année 1886, à..... 16855<sup>fr</sup>,00

Dans l'exercice de 1887, les dépenses de ce Compte pour l'achèvement des thermomètres étalons atteindront très probablement la somme de 3500<sup>fr</sup>, et encore, dans l'année suivante, on aura à payer pour ce même but à peu près 900<sup>fr</sup>, de sorte que le total des dépenses pour l'acquisition et l'achèvement des thermomètres étalons, qui, d'après les décisions de 1872, doivent accompagner tous les étalons nationaux du mètre, s'élèvera finalement à peu près à la somme de 14415<sup>fr</sup>, qui se composera : de 3150<sup>fr</sup> pour la fabrication brute de 70 thermomètres étalons; et de 11265<sup>fr</sup> pour leur

achèvement, vérification, etc. (pendant ce dernier travail 2 thermomètres ont été cassés).

Le prix de revient de chacun des 65 thermomètres achevés sera donc approximativement de 215<sup>fr.</sup>.

Pour chacun des 40 kilogrammes, le prix de revient du support avec cloche, plateau en cristal de roche et pince sera de 190<sup>fr.</sup>. Pour quatre de ces kilogrammes, le compte IV a déjà reçu le remboursement de la part du Compte II, c'est-à-dire en total 760<sup>fr.</sup>. Pour ceux des kilogrammes qui devront être envoyés à de grandes distances, il faudra ajouter un emballage très soigné, ce qui portera les frais à 200 fr. Enfin, pour chaque étalon national du Mètre, le Comité aura encore à faire terminer la construction d'un étui en bois et velours placé dans une forte boîte en laiton, fermée par une serrure et par un couvercle à vis, d'après les décisions de 1872. Le prix d'un tel étui avec la boîte sera de 105 fr. Pour l'emballage, il faudra encore ajouter quelques francs.

Il est donc dès à présent parfaitement possible d'indiquer pour chaque prototype national commandé, d'après la liste, le prix de revient de tous les accessoires qui doivent accompagner les étalons nationaux et qui, en partie, sont déjà indispensables pendant leur étude et leur comparaison définitive dans le Bureau international, comme c'est le cas pour les supports des kilogrammes.

Par conséquent votre Commission propose d'indiquer aussitôt que possible, à chacun des Gouvernements intéressés et aux institutions scientifiques officielles qui ont commandé des prototypes, le prix des accessoires mentionnés, et de leur demander de rembourser le plus tôt possible les dépenses que le Service international des Poids et Mesures, dans l'intérêt de la cause, a déjà faites; ou aura encore à faire dans un court délai pour ces accessoires.

Le paiement d'avance de l'Académie de Saint-Pétersbourg qui, jusqu'à présent, a été gardé intact et augmenté par les intérêts bonifiés, contribuera de même, dans le montant justifié par le nombre des étalons désirés par l'Académie, à rembourser aussitôt une partie des dépenses du Compte IV.

On liquidera alors le Compte IV et l'on établira des comptes spéciaux pour chaque groupe de prototypes et accessoires destinés à chacun des États ou des institutions scientifiques.

Quant à la nécessité de couvrir enfin les arriérés, la Commission propose au Comité de s'adresser prochainement à tous ceux parmi les Gouvernements contractants qui ont versé régulièrement leurs

contributions réglementaires, et de les prier d'accorder au Service international des Poids et Mesures une subvention extraordinaire, à titre gracieux, qui sera indispensable pour soutenir jusqu'à la fin de l'année 1889, c'est-à-dire jusqu'à la distribution des prototypes, ce Service, mis en danger par les arriérés des contributions de quatre États contractants.

Comme le total des arriérés des contributions réglementaires s'éleva à la fin de l'année 1887 à..... 84946<sup>fr</sup>  
composé par les arriérés de la Turquie pour neuf années  
et pour la contribution extraordinaire basée sur l'article 21. 78807  
par les arriérés du Pérou pour quatre années..... 3365  
par les arriérés de Vénézuéla pour trois années..... 1537  
par les arriérés de la République Argentine pour deux... 1237  
et comme les arriérés correspondants pour les deux années suivantes atteindront probablement le total de 16786<sup>fr</sup>, on aura, pour pouvoir mener à bonne fin le grand travail des Prototypes, à couvrir un déficit de 101732<sup>fr</sup> ou, en somme ronde, 100000<sup>fr</sup>.

Il va sans dire que chaque entrée d'une ou de plusieurs des contributions arriérées servirait immédiatement à rembourser une partie équivalente de la subvention extraordinaire. Du reste, la Conférence générale qui sera très probablement convoquée par le Comité dans le courant de l'année 1889 sera appelée à faire des propositions aux Gouvernements contractants, afin d'amener une solution définitive des difficultés en question.

*Le Président,*

Signé : J. BERTRAND.

*Le Rapporteur,*

W. FOERSTER.

M. le PRÉSIDENT remercie M. le Rapporteur de son travail si complet et ouvre la discussion sur cette seconde Partie du Rapport.

Après une demande d'explications sur quelques détails, à laquelle le Rapporteur fait droit, le tableau B concernant l'exercice courant de 1887, qui se balance à 553<sup>fr</sup> près, est approuvé.

Le Tableau C, contenant la prévision pour l'exercice de 1888, ne provoquant aucune observation, M. le Président met aux voix *la proposition de la Commission, basée sur la*

*demande de M. le Directeur du Bureau, et le Comité décide, conformément à cette proposition, de porter le budget de 1888 à la somme de cent mille francs.*

Au sujet de la proposition de la Commission, de demander aux Gouvernements ayant fait des commandes de prototypes le remboursement des avances que le Comité a faites pour les accessoires et appareils auxiliaires (thermomètres, etc.), M. HIRSCH approuve entièrement que le Comité, gêné dans ses finances par des arriérés considérables, pense à faire rentrer les avances auxquelles il n'était pas obligé par la Convention ; mais il attire l'attention de ses collègues sur une légère difficulté de forme provenant du fait qu'on va ainsi présenter la note des accessoires, tandis qu'on n'est pas encore en état de fixer le prix des prototypes eux-mêmes.

MM. FÖRSTER et BROCH répondent que le fait mentionné s'explique par la circonstance que les accessoires sont terminés aux frais et par les soins du Comité, tandis que c'est le Gouvernement français qui fixera le prix de revient des prototypes eux-mêmes, actuellement encore en cours d'exécution, par les soins de la Section française.

M. le PRÉSIDENT donne l'assurance que l'argument qui vient d'être fourni, et qui lève en effet toute difficulté, sera mentionné dans le Rapport spécial aux Gouvernements.

*La proposition de la Commission concernant le remboursement des avances du compte IV est adoptée à l'unanimité.*

Les avances qui ont été faites pour des prototypes commandés directement par des établissements ou institutions scientifiques seront réclamées par des lettres spéciales que le Bureau du Comité leur adressera.

Au sujet de la dernière proposition, demandant une subvention extraordinaire de 100000<sup>fr</sup> aux Gouvernements, M. le PRÉSIDENT tient à constater que le Comité n'ignore pas que les Gouvernements qui ont toujours versé les contri-

butions conventionnelles ne sont pas obligés, par la Convention, de remplacer les arriérés de quelques-uns des pays contractants; mais que le Comité, qui se trouve, par le fait de ces arriérés, dans l'impossibilité d'accomplir son œuvre jusqu'au bout, se voit obligé d'en informer les Gouvernements signataires et de les prier de lui fournir, à titre gracieux, les ressources indispensables pour terminer les prototypes, lesquelles ne feront en réalité que compléter le total des sommes mises à la disposition du Comité par la Convention.

*Le Comité, approuvant l'interprétation de son Président, adopte à l'unanimité la proposition de la Commission, de demander aux Gouvernements une subvention extraordinaire de 100000<sup>fr.</sup>*

Après un échange d'observations sur les avantages et les inconvénients de forme, qu'il y aurait à soumettre aux Gouvernements, par des démarches spéciales, les propositions financières auxquelles le Comité a dû s'arrêter, celui-ci charge son Bureau de réunir tout ce qui concerne les questions financières dans le Rapport spécial réglementaire que le Comité adresse chaque année aux Gouvernements immédiatement après la session.

La séance est levée à 5<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>.

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA SIXIÈME SÉANCE.

Samedi 15 octobre 1887.

PRÉSIDENTICE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FÖRSTER, GOVI, HIRSCH, V. LANG,  
THALÉN.

M. le **SECRETARE** donne lecture du procès-verbal, qui est adopté après quelques observations dont il est tenu compte immédiatement.

M. le **PRÉSIDENT** donne la parole à M. GOVI, qui, au nom de la Commission des Instruments et des Travaux, demande à soumettre au Comité deux propositions, dont la première a trait à l'échelle thermométrique.

Les excellents résultats obtenus par nos savants, habiles et dévoués collaborateurs, dans les recherches thermométriques entreprises au Bureau international des Poids et Mesures, nous engagent à vous proposer de fixer désormais les bases de la Thermométrie, pour le Service international, d'après les considérations suivantes, que nous soumettons à votre jugement.

Les travaux de M. Chappuis ont nettement établi que l'on peut déterminer avec assez d'exactitude (pour pouvoir évaluer la température à quelques millièmes de degré près) les variations de la pression exer-

cée par de l'hydrogène pur enfermé, à volume constant, dans une enveloppe en platine iridié, quand on fait varier sa température de  $-25^{\circ}$  à  $+100^{\circ}$ . On a prouvé également qu'entre ces limites de température et de pression les parois du réservoir ne condensent ni ne dégagent d'hydrogène d'une manière appréciable. La grande précision des résultats obtenus permet donc de rapporter, à quelques millièmes de degré près, les indications du thermomètre à hydrogène sur un thermomètre à mercure en verre dur, qui, par la constance de ses retards d'élasticité, donne les moyens de corriger dans tous les cas ses indications avec une exactitude suffisante.

Il est vrai que l'échelle du thermomètre à hydrogène n'est pas encore l'échelle des températures absolues de la Thermodynamique, puisqu'elle dépend de la nature et de l'état du gaz employé; mais elle paraît être à présent celle qui s'en rapproche le plus.

Il est temps d'ailleurs que le Comité songe à choisir l'échelle thermique d'après laquelle on devra établir les équations définitives des prototypes métriques, pour donner à ces équations la forme la plus convenable et une durée séculaire suffisamment assurée.

En 1872, la Commission internationale du Mètre avait décidé (décision XII) que les équations des prototypes seraient rapportées à l'échelle du thermomètre à air. On admettait alors que, parmi les gaz, l'air était celui qui, par sa constitution et par la facilité de se le procurer, se prêtait le mieux à fournir de bonnes indications thermométriques; mais, si l'on considère que l'air atmosphérique, même après avoir été purifié, est un mélange de différents corps en proportions qui ne sont pas, comme on le croyait, partout et toujours absolument constantes; si l'on observe en outre que l'air est plus près que l'hydrogène de son point de liquéfaction, nous croyons qu'il n'y a pas à hésiter dans le choix entre l'air et l'hydrogène pour les opérations thermométriques. Nous venons en conséquence soumettre à votre approbation la décision suivante :

*Le Comité des Poids et Mesures adopte comme échelle thermométrique normale, pour le service international des Poids et Mesures, l'échelle centigrade du thermomètre à hydrogène, ayant pour points fixes la température de la glace pure fondante ( $0^{\circ}$ ) et celle de la vapeur d'eau distillée en ébullition ( $100^{\circ}$ ) sous la pression atmosphérique normale, l'hydrogène étant pris sous la pression manométrique initiale de  $1^m$ , c'est-à-dire à  $\frac{1000}{760} = 1,3158$  de la pression atmosphérique normale.*

» La *pression atmosphérique normale*, pour le Service international des Poids et Mesures, est représentée par le poids d'une colonne de mercure de 760<sup>mm</sup> de hauteur, ayant la densité de 13,59593 et soumise à l'*intensité normale de la pesanteur* adoptée pour le même Service.

» La valeur de cette *intensité normale de la pesanteur* est égale à celle de l'intensité de la pesanteur au Bureau international (cote de niveau du pavillon de Breteuil) divisée par 1,0003322, coefficient qui provient de la réduction théorique à la latitude de 45° et au niveau de la mer. »

M. le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur ce sujet important.

M. HIRSCH approuve complètement la formule à laquelle s'est arrêtée la Commission en se bornant à proposer une échelle normale pour les travaux du Bureau international et en renonçant à établir une échelle soi-disant absolue et générale. La proposition de la Commission est entièrement conforme à l'état des connaissances actuelles, et M. Hirsch espère que le Bureau international continuera l'étude de ce problème fondamental, et contribuera ainsi dans l'avenir encore à la solution définitive.

M. FÖRSTER fait observer que, dans l'esprit de la Commission, l'échelle normale proposée ne servira pas seulement aux travaux exécutés dans le Bureau international, mais qu'elle est destinée à être également employée par les bureaux nationaux des poids et mesures.

M. GOVI ajoute que, du reste, cet usage deviendra de plus en plus général par le fait que les certificats de tous les thermomètres qui seront établis au Bureau international seront rattachés à cette échelle.

*Mise aux voix, la proposition est adoptée à l'unanimité.*

M. FÖRSTER croit utile que le Comité se prononce égale-

ment sur les mesures propres à mettre en pratique la décision qui vient d'être prise. Dans ce but, il serait utile de publier, dans le tome VII des *Travaux et Mémoires*, une Notice de M. le Directeur, destinée à condenser les données contenues dans les différents travaux déjà publiés et celles qui résulteront des études confiées à M. Chappuis pour les prochains mois. Cette Notice, qui contiendra également les données numériques pour les différents genres de thermomètres à mercure, ainsi que les Tables de transition des échelles de ces thermomètres à l'échelle normale, sera jointe sous forme abrégée, comme annexe aux certificats, dans lesquels il est bien entendu que les équations ne figureront plus qu'exprimées en échelle normale.

M. BROCH a soumis à la Commission des Instruments et des Travaux un projet de cette Notice et de la formule des certificats. Quelques modifications ayant été indiquées par la Commission, M. Broch est prêt à en tenir compte et demande au Comité de le charger de ce travail, dont il soumettra à ses Collègues, par correspondance, sous forme d'épreuve, la rédaction définitive.

Le Comité charge M. le Directeur de l'exécution de ce travail et approuve la marche à suivre qu'il a indiquée.

Avant de passer à un autre sujet, M. BERTRAND désire être renseigné sur les différences extrêmes qu'on a rencontrées entre les diverses échelles thermométriques et l'échelle normale.

M. FÖRSTER indique que la différence du thermomètre en verre dur est de  $-0^{\circ},11$ ; celle du thermomètre en cristal (Baudin) est de  $-0^{\circ},15$ ; pour le thermomètre en verre d'Iéna, la différence est intermédiaire; enfin, pour les thermomètres anglais, la différence est positive et va de  $+0^{\circ},1$  jusqu'à  $+0^{\circ},2$ .

M. Govi, à la demande de M. le Président, donne ensuite lecture de la seconde Note ci-dessous, par laquelle la Commission des Instruments et des Travaux formule ses conclusions sur l'unité de masse :

« Quant à la définition de l'*Unité de Masse*, la Commission s'est crue autorisée à s'occuper de nouveau de la proposition que M. Færster avait présentée au Comité dans la session précédente, que le Comité avait renvoyée à la Commission, et qui avait été finalement ajournée à la session de 1887.

» Votre Commission, après mûr examen, n'hésite pas à vous recommander de nouveau l'adoption de la proposition de M. Færster, tout en tenant compte, dans sa rédaction, des craintes exprimées par M. Bertrand à la séance du 15 octobre 1886, et qui étaient provoquées par les termes dans lesquels cette proposition était alors formulée.

» Nous ne croyons pas dépasser les limites de la compétence du Comité en lui proposant d'adopter les résolutions suivantes :

» 1. La masse du kilogramme international est prise comme unité pour le Service international des Poids et Mesures.

» 2. En conséquence, dans toutes les équations définitives résultant des pesées exécutées au Bureau international et rapportées au kilogramme international, on tiendra toujours compte de la différence de niveau des centres de gravité des masses comparées sur les balances.

» Il est évident d'ailleurs que le Comité ne peut plus tarder à prendre une décision à cet égard, et qu'il lui faut prescrire dès maintenant l'emploi d'une unité de masse nettement définie pour le service international des Poids et Mesures, dont la haute direction lui a été confiée.

» En faisant même abstraction de l'intérêt logique d'une telle décision (comme nous l'avions établi d'ailleurs dans notre Rapport de l'année dernière), la pratique des pesées de précision exige actuellement que toutes les bases des calculs de réduction soient fixées sans délai et pour tous d'une manière certaine.

» L'opération des pesées a acquis dans ces derniers temps un tel degré de précision, qu'on ne pourrait s'y passer des corrections signalées dans nos résolutions n° 2 et n° 3, sans s'exposer dans certains cas à des discussions pénibles et stériles.

» Il sera toutefois convenable de ne pas altérer la terminologie employée jusqu'ici, pour la mettre d'accord avec les nouvelles réso-

lutions, et nous vous proposons de décider que rien ne sera innové dans la terminologie employée jusqu'à présent au Bureau international et dans nos publications.

» 3. Pour calculer l'influence des différences de niveau (différences dont M. Marek avait d'ailleurs déjà tenu compte théoriquement dans les réductions des pesées fondamentales publiées), on emploiera le coefficient déterminé par M. Thiesen d'après la proposition de M. von Oppolzer adoptée par le Comité dans sa séance du 15 octobre 1886.

» La Commission croit utile d'ajouter en même temps quelques remarques relatives à la nécessité actuelle des résolutions précédentes, et à quelques conséquences qu'on en pourrait déduire.

» Et d'abord, il est vrai que par une décision antérieure (séance du 4 octobre 1882, *Procès-Verbaux de 1882*, p. 73), le Comité a adopté simplement comme *Unité de poids* le kilogramme n° 3, qui est devenu plus tard le kilogramme international (séance du 3 octobre 1883); mais précisément parce qu'il ne s'agissait alors que de l'*Unité de poids*, le Comité ne s'est préoccupé en aucune façon des réflexions et des décisions, d'ailleurs parfaitement justes, développées dans la *Base du système métrique*, au sujet de la distinction à établir entre le Poids et la Masse. Il est donc évident que la décision de 1882 n'est nullement en contradiction avec les résolutions que nous venons vous proposer. »

Après quelques observations auxquelles prennent part MM. Bertrand, Hirsch et von Lang, les trois résolutions proposées par cette dernière Note de la Commission sont adoptées par le Comité.

M. le PRÉSIDENT constate que l'ordre du jour est épuisé. Mais, avant de clôre la session, il croit agir avec l'assentiment du Comité tout entier, en se faisant l'interprète de sa satisfaction provoquée par le zèle constant dont le personnel scientifique du Bureau a fait preuve dans l'exécution de ses beaux travaux. En particulier, pour Messieurs les adjoints et les savants attachés au Bureau, M. le Président propose de manifester cette satisfaction du Comité, en leur allouant des gratifications ainsi réparties : 2000<sup>fr</sup> à M. le

D<sup>r</sup> Benoît, 1000<sup>fr</sup> à M. le D<sup>r</sup> Thiesen, 500<sup>fr</sup> à M. le D<sup>r</sup> Chapuis, 500<sup>fr</sup> à M. le D<sup>r</sup> Guillaume. M. le Président tient à ajouter qu'il regrette que l'état actuel des finances du Comité ne lui permette pas, surtout pour Messieurs les attachés, de pouvoir porter le montant des gratifications à la hauteur du mérite dont ils ont fait preuve.

*Les allocations proposées par M. le Président sont votées à l'unanimité par le Comité international.*

M. le DIRECTEUR prie le Comité de statuer, avant de se séparer, sur une demande qu'il doit lui soumettre, savoir d'allouer au mécanicien actuel, dont les services sont très satisfaisants, une indemnité de logement, de chauffage et d'éclairage montant à 600<sup>fr</sup> par an et comptée à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1888.

*Cette proposition est adoptée.*

M. le Président déclare close la session de 1887. Il fixe à mardi 18 octobre, à 2<sup>h</sup>, une dernière séance, pour la signature des *Procès-Verbaux*.

La séance est levée à 4<sup>h</sup>.

---

## PROCÈS-VERBAL

DE LA SEPTIÈME SÉANCE,

Mardi 18 octobre 1887.

PRÉSIDENCE DE M. IBAÑEZ.

---

Sont présents :

MM. BERTRAND, BROCH, FÖRSTER, GOVI, HIRSCH, v. LANG,  
et THALÉN.

Le SECRÉTAIRE donne lecture du Procès-Verbal de la dernière séance, du 15 octobre, qui est adopté sans discussion.

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

J. BERTRAND.

D<sup>r</sup> O.-J. BROCH.

W. FÖRSTER.

G. GOVI.

D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

V. v. LANG.

ROB. THALÉN.

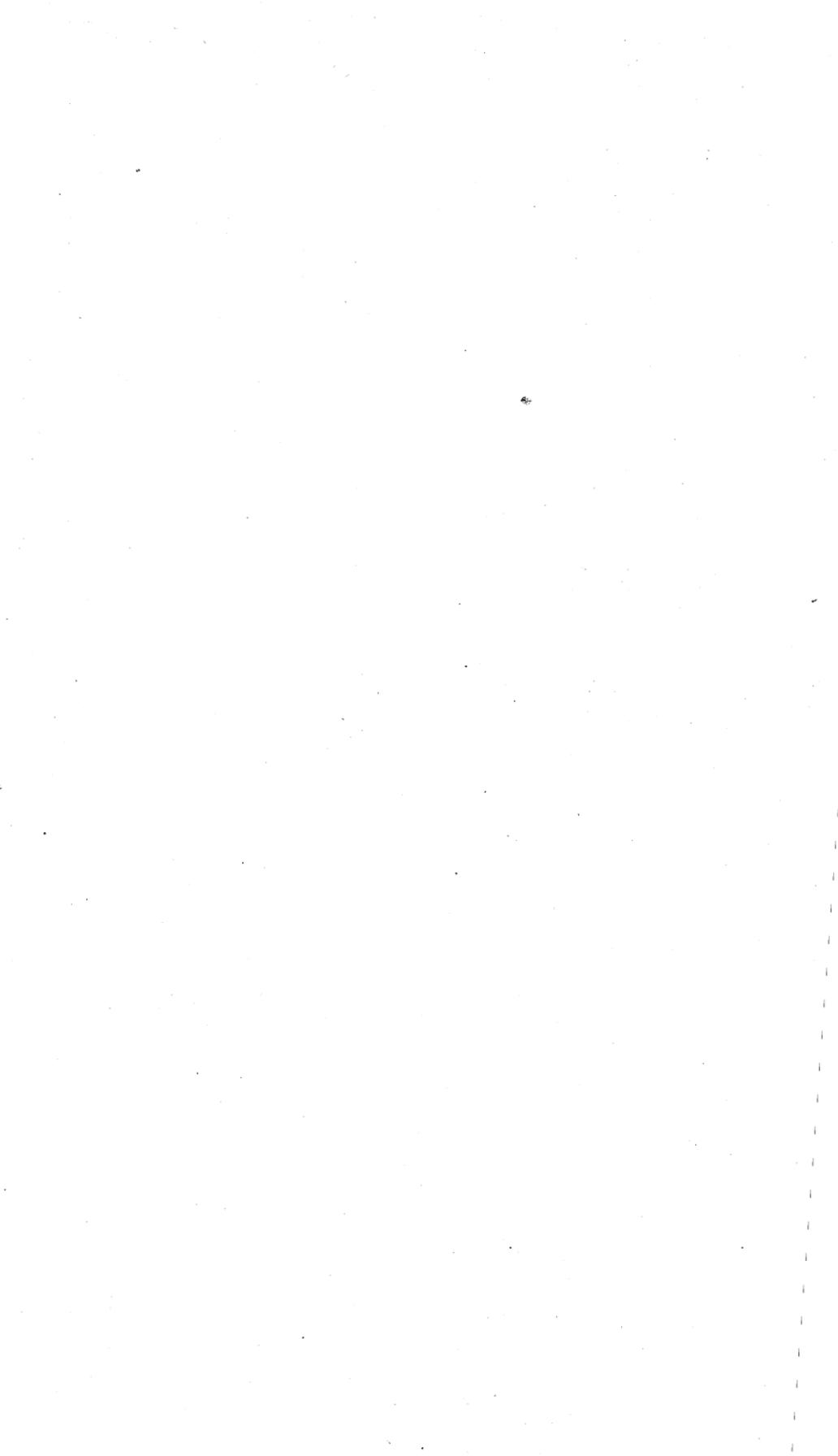
---



# ANNEXES

AUX

PROCÈS-VERBAUX DE 1887.



**ANNEXE I.**

---

**CATALOGUE DE LA BIBLIOTHÈQUE**

DU

**BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.**

(A la fin de l'année 1887.)



---

## CATALOGUE.

---

Les Ouvrages insérés dans le Catalogue se trouvent réellement dans la Bibliothèque ou dans la liste des livres prêtés.

C'est d'après le nom de la ville d'Europe où siègent les Administrations, Académies et Sociétés scientifiques fixes, que sont catalogués les Ouvrages publiés par elles. Les noms « Amérique et Inde » ont servi de rubrique aux publications analogues de ces contrées.

On n'a pas énuméré à part les Mémoires qui font partie de Collections complètes, ou presque complètes.

---

**ABICH (H.).** Ein Cyclus fundamentaler barometrischer Höhenbestimmungen auf dem armenischen Hochlande (Acad. S<sup>t</sup>-Pét.). S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1880.

**AIRY (G.-B.).** Extracts of papers respecting the restauration of the standards of weight and measure, and the subjects connected therewith. London, 1840.

— Account of the construction of the new national standard of Length and of its principal copies. (*Lond. Philos. Trans.*) London, 1857.

— On the algebraical and numerical theorie of errors of observations and the combinaison of observations. London, 1875.

**AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.** 3 séries. Vol. XXI-XXXIV. New-Haven 1881-1887. *Manque* : Cahier n° 493 (Vol. XXXIII).

(AMÉRIQUE) **AMERICAN ACADEMY OF ARTS AND SCIENCES.** Proceedings : New series. Vol. XIII; Vol. XIV, Part II. Boston, 1886, 1887.

(AMÉRIQUE) **AMERICAN METROLOGICAL SOCIETY.** Proceedings from may 1884 to december 1885. New-York, 1885.

(AMÉRIQUE) **Observatorio astronomico de Santiago.** Observaciones meteorologicas. Santiago de Chile, 1884.

- (AMÉRIQUE) OFICINA METEOROLOGICA ARGENTINA. Anales. Tome I-V. Buenos-Aires, 1878-1887.
- (AMÉRIQUE) U. S. SIGNAL OFFICE. Annual Report of the Chief Signal Officer. Années 1879-1886. Washington, 1880-1886.  
*Manque* : Année 1881.
- (AMÉRIQUE) U. S. SIGNAL OFFICE. Bulletins of international Meteorology. May-july 1884. Washington, 1885.
- International meteorological observations, april-june 1884. Washington.
  - Monthly Weather Review. May-july 1885; January-june 1886. Washington, 1885-1886.
  - Professional papers of the Signal Service, n° 1-13, 16, 18. Washington, 1881-1885.
  - Summary and Review of International meteorological observations. January-june 1885. Washington, 1886.
- (AMÉRIQUE) U. S. YALE UNIVERSITY. Transactions of the astronomical Observatory. Volume I, Part I. New-Haven, 1887.
- ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE, von J.-C. Poggendorff. Namen und Sachregister zu den Bänden XCI*bis*, CXX, bearbeitet von W. Barentin. Leipzig, 1865.
- Namenregister zu Band I*bis*, CL. Ergänzungsband I*bis*, VI, nebst Jubelband und Sachregister zu Band CXXI*bis*, CL. Ergänzungsband V und VI, nebst Jubelband; bearbeitet von W. Barentin. Leipzig, 1875.
  - Neue Folge herausgegeben von G. Wiedemann. Tome I-XXXIII. Leipzig, 1877-1888.
  - *Voir* : Beiblätter.
- ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 3<sup>e</sup> série. Table des Tomes I à XXX. Paris, 1851.
- Table analytique des matières contenues dans les Tomes XXXI à LXIX de la 3<sup>e</sup> série (1851 à 1863), suivie d'une Table alphabétique des auteurs; dressée par M. E. Willm. Paris, 1866.
  - 4<sup>e</sup> série (1864 à 1873). Table des noms d'auteurs et Table analytique des matières, dressées par MM. Gayon. Paris, 1874.
  - 5<sup>e</sup> série. Tomes XIII à XXX. Paris, 1878 à 1883.
  - 6<sup>e</sup> série. Tomes I à XII. Paris, 1884 à 1887.  
*Manque* : Le cahier de décembre 1886.
- ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES. Nouvelle période, tomes LIX-LXIV. Genève, 1877 et 1878.

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES. Troisième période, tomes I-XVIII. Genève, 1878 à 1887.

— Table générale des Auteurs et des Matières de 1846 à 1878. Genève, 1886.

BAEYER (J.-J.). Ueber die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. (Acad. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1860.

— Zur Entstehungsgeschichte der Europäischen Gradmessung. Berlin, 1862.

BASE DU SYSTÈME MÉTRIQUE. Volumes I-IV. Paris, 1806, 1807, 1810, 1821.

(BAYERN). Sammlung der in Bayern geltenden Gesetze und Erlasse über Maass- und Gewichts-Wesen. München, 1876.

— Ergänzende Erlasse, Folge I-V. München, 1876-1884.

BEIBLETTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE, herausgegeben von G. Wiedemann. Tomes I-XI. Leipzig, 1877-1887.

*Manque* : Cahier n° 9 du tome VIII.

BEKETTOFF (N.). Recherches sur la formation et les propriétés de l'oxyde de sodium anhydre. (Acad. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1882.

BENOÎT (J.-R.). Résistance électrique des métaux. Paris, 1873.

— Construction des étalons prototypes de résistance électrique du Ministère des Postes et Télégraphes. Paris, 1885.

(BERLIN) AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN. Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen. Années 1883-1887. Berlin, 1883-1887.

*Manquent* : Cahier 3 de l'année 1885 et Cahier 6 de l'année 1887.

(BERLIN) ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE. Protokolle der 1862 in Berlin abgehaltenen vorläufigen Berathungen über das Project einer mitteleuropäischen Gradmessung. Berlin, 1882.

— Compte rendu de la Conférence géodésique internationale de Berlin 1864 (lithographié). Neuchâtel.

— Procès-Verbaux de la Conférence générale à Berlin, 1867. Neuchâtel, 1867.

— Comptes rendus des séances des Conférences à Berlin, 1867, et à Vienne, 1871. Neuchâtel, 1868, 1871.

— Procès-Verbaux des séances de la Conférence géodésique internationale et de sa Commission permanente, réunie à Vienne en 1871. Neuchâtel, 1871.

— Generalbericht über die mitteleuropäische Gradmessung für 1865, 1869, 1870. Berlin, 1866, 1870, 1871.

— *Depuis 1874 la série des Comptes rendus des séances et des*

*autres publications de l'Association géodésique internationale tels qu'ils sont énumérés dans le « Register der Protokolle, Verhandlungen und Generalberichte für die europäische Gradmessung vom Jahre 1861-1880, bearbeitet von Sadebeck, Berlin, 1883 », et dans les deux annexes au Rapport général pour 1880 et 1883 : « Literatur der praktischen und theoretischen Gradmessungsarbeiten, Berlin, 1881 et 1884, est complète, à l'exception cependant des ouvrages suivants qui manquent à la bibliothèque :*

- Protokolle der Verhandlungen der permanenten Commission von 1874.
- Protokolle der Verhandlungen der allgemeinen Conferenz von 1874. Berlin, 1875.

(BERLIN) PREUSSISCHES GEODÄTISCHES INSTITUT. *La série des « Publications des Königlichen Preussischen geodätischen Institutes », telles qu'elles sont énumérées dans les deux annexes au Rapport général pour 1880 et 1883.*

*« Literatur der praktischen und theoretischen Gradmessungsarbeiten, Berlin, 1881 et 1884 », est complète, à l'exception cependant des Ouvrages suivants qui manquent à la-Bibliothèque :*

- *Albrecht*, Astronomische geodätische Arbeiten im Jahre 1875. Berlin, 1876.
- *Seibt*, Das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde. Berlin, 1881.

(BERLIN) KAISERLICHE NORMAL-AICHUNGS KOMMISSION. *Denkschrift betreffend die Qualitätbestimmung des Getreides und ihre Behandlung innerhalb des neuen Maass-und Gewichts-Systems. Zweite Denkschrift, etc. Berlin, 1871-1872.*

- Sammlung von Gesetzen und Erlassen betreffend das Maass-und Gewichts-Wesen des vormaligen Norddeutschen Bundes und des Deutschen Reiches, 1868-1872. Berlin, 1873.
- Instruktion betreffend die Prüfung des Siemens'schen Spiritus-Messapparates. Berlin, 1874.
- Die wesentlichsten Ergebnisse der Ermittlungen betreffend den gegenwärtigen Zustand und die künftige Gestaltung des Fass-Aichungs-Wesens. Berlin, 1875.
- Drittes Verzeichniss der Aichungs-Aufsichts-Behörden und der Aichämter im deutschen Reiche mit Angabe der von ihnen geführten Stempelzeichen so wie des Umfanges ihrer Zuständigkeit. Berlin, 1877.

KAISERLICHE NORMAL-AICHUNGS KOMMISSION. Protokolle der Sachverständigencommission zur Vorberathung der Frage des Uebergangs vom Maasshandel im Spiritusverkehr in der Zeit vom 3 bis zum 5 September 1878. Berlin, 1879.

- Bildliche Darstellungen der aichfähigen Gattungen von Waagenkonstruktionen. Beschreibung und Erläuterung zu den bildlichen Darstellungen, etc. Berlin, 1880.
- Denkschrift betreffend die Thätigkeit der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission von ihrer Einsetzung im Jahre 1869 bis zum Frühjahr 1882. Berlin, 1882.
- Die Vorschriften betreffend den Abel'schen Petroleumprober und seine Anwendung, sowie seine Prüfung und Beglaubigung. Berlin, 1883.
- Circulare der Normal-Aichungs-Kommission zu Berlin. Circular 1-42. Berlin, 1870-1884.  
*Manquent* : N<sup>os</sup> 31 et 34.
- Aichordnung für das deutsche Reich vom 27 Dezember 1884.
- (Bekanntmachung betreffend Petroleumprober, Centralblatt für das deutsche Reich n<sup>o</sup> 39; 1884).
- Bildliche Darstellungen der aichfähigen Gattungen von Maassen und Messwerkzeugen, Gewichten und Waagenkonstruktionen. Beschreibung und Erläuterung zu den bildlichen Darstellungen, etc., Berlin, 1885.
- Bildliche Darstellung der aichfähigen Gasmesserkonstruktionen. Beschreibung und Erläuterung zu den bildlichen Darstellungen, etc. Berlin, 1885.
- Metronomische Beiträge, n<sup>os</sup> 4 et 3. Berlin, 1885. (*Voir Foerster.*)
- Mittheilungen, n<sup>o</sup> 1 à n<sup>o</sup> 6. Berlin, 1886 à 1888.
- Die Herstellung und wiederkehrende Prüfung der Hauptnormale und Kontrollnormale. Berlin, 1886.
- Nachweisung der Resultate der Geschäftsthätigkeit der Aichämter im deutschen Reiche. Berlin, 1874-1887.
- Verzeichniss der Aichungsbehörden mit Angabe der Befugnisse und Stempelzeichen. Berlin, 1887.
- Tafel zur Ermittlung des Alkoholgehaltes von Spiritusmischungen. Berlin, 1888.
- Ergänzungstafel für hochprozentige Spiritusmischungen. Berlin, 1888.

(BERLIN) KOENIGL. PREUSS. METEOROLOG. INSTITUT. Ergebnisse der

- meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885-1886. Berlin, 1887-1888.
- (BERLIN) PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT. Fortschritte der Physik; Namen- und Sachregister. Band I bis, XX. Berlin, 1872.
- Fortschritte der Physik dargestellt von der physikalischen Gesellschaft in Berlin. Années XXXIV-XXXVII. Berlin, 1884-1887.
  - Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft. Berlin. Années 1882-1887. Berlin, 1883-1888.
  - Manque* : Année 1883.
- BESSEL (F.-W.). Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels. Berlin, 1828.
- Versuche über die Kraft mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht. Berlin, 1832.
  - Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels für Berlin. (Ac. Berl.). Berlin, 1837.
  - Darstellung der Untersuchungen und Maassregeln, welche in den Jahren 1835 bis 1838 durch die Einheit des preussischen Längenmaasses veranlasst worden sind. Berlin, 1839.
  - Astronomische Untersuchungen. Vol. 1-2. Königsberg, 1841-1842.
- BIENAYMÉ (J.). Remarques sur les différences qui distinguent l'interpolation de M. Cauchy de la méthode des moindres carrés et qui assurent la supériorité de cette méthode. (*Journ. de Math. pures et appl.*). Paris, 1853.
- Sur la probabilité des erreurs d'après la méthode des moindres carrés. (*Journ. de Math. pures et appl.*). Paris, 1853.
  - Considérations à l'appui de la découverte de Laplace sur la loi de probabilité dans la méthode des moindres carrés. (*Journ. de Math. pures et appl.*). Paris, 1867.
- BOUTLEROW (M.-A.). Sur la structure chimique de quelques hydrocarbures non saturés. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1870.
- Sur l'oxydation du triméthylcarbinol et des alcools tertiaires en général. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
  - Sur les propriétés de l'acide triméthylacétique. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1874.
  - Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. Sur l'isodibutylène. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1876.
  - Condensation des hydrocarbures de la série éthylénique. Sur l'isotributylène. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1879.
- BROCH (O.-J.). Indstilling fra den ved Kongelig Resolution af 28 de

- Janr. 1873 nedsatte Kommission angaaende Lovgivningen om Maal og Vaegt. Kristiania, 1873.
- BROCH (O.-J.). Beretning om den internationale Meterkommissions mode i Paris. Kristiania, 1874, 1878, 1880.
- Vaegtsammenligninger af Kilogrammer og af de norske Normaler for Vaegt. Kristiania, 1873.
- Oversigt med Hensyn til de Resultater hvotil man er kommen i det internationale Bureau for Maal og Vaegt i Paris. Christiania, 1887.
- BROCH, SAINTE-CLAIRE DEVILLE ET STAS. Rapport des Travaux exécutés sur le platine iridié employé à la confection des règles. (Épreuves.)
- BRUNNS (C.). Bestimmung der Längendifferenz zwischen Berlin und Lund auf telegraphischem Wege im Jahre 1868. Lund, 1870.
- BRUNS (H.). Die Figur der Erde. Ein Beitrag zur europäischen Gradmessung. Berlin, 1878.
- (BUCHAREST.) Annales de l'Institut météorologique de Roumanie. Tomes I et II. Bucharest, 1886 et 1887.
- BURCKHARDT (F.). Die Erfindung des Thermometers und seine Gestaltung im xvii Jahrhundert. Basel, 1867.
- Die wichtigsten Thermometer des achtzehnten Jahrhunderts. (Ber. d. Gewerbsch. z. Basel). Basel, 1871.
- CACCIATORE (G.). Pubblicazioni del real osservatorio di Palermo. Anni 1882-1883. Palermo, 1883.
- CAPE OF GOOD HOPE. MINISTERIAL DEPARTMENT OF CROWN LANDS AND PUBLIC WORKS. Report of the surveyor general for the year 1885.
- CAPPANERA RODOLFO. Avviamento allo studio della telegrafia elettrica. Firenze, 1880.
- CARL. *Voir* : Repertorium.
- CHANEY (H.-T.). *Voir* : (London). Board of Trade.
- CHAUVENET (W.). A Treatise on the method of the squares, on the application of the theory of probabilities in the combination of observations. Philadelphia, 1879.
- CENTENAIRE DE M. CHEVREUL. Discours prononcés au Muséum d'Histoire naturelle (31 août 1886). Paris, 1886.
- CHWOLSON (O.). Ueber die Dämpfung von Schwingungen bei grössern Amplituden. (Ac. S'-Pét.) Saint-Pétersbourg, 1879.
- Allgemeine Theorie der magnetischen Dämpfer (Ac. S'-Pét.). S'-Pétersbourg, 1880.

- Ueber die Wechselwirkung zweier Magnete mit Berücksichtigung ihrer Querdimensionen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1883.
- CLARKE (A.-R.). Comparisons of the standards of Length of England, France, Belgium, Prussia, Russia, India, Australia, made at the ordnance Survey office, Southampton. London, 1866.
- Results of the comparisons of the standards of Length of England, Austria, Spain, United States, Cape of Good Hope, and of a second Russian Standard, made at the ordnance Survey office, Southampton. (Lond. Philos. Trans.) London, 1873.
- COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. Procès-Verbaux des séances de 1875 à 1886. Paris, 1876-1887.
- Rapport aux Gouvernements n° 1 à n° 10. Paris, 1877-1887.
- Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Volumes I-V. Paris, 1881-1886.
- COMITÉ MÉTÉOROLOGIQUE INTERNATIONAL. Rapport du Comité Météorologique international. Réunions de Berne 1880 et de Paris 1885. (Publié par le Bur. Cent. Météorol. de France). Paris, 1882 et 1887.
- COMSTOCK (C.-B.). Ratio of Meter to yard. (Mém. de la Nat. Acad. of Science.) Washington, 1885.
- Variation in length of a zinc bar at the same temperature (U. S. Lake Survey office), 1881.
- DELFT ÉCOLE POLYTECHNIQUE. Annales de l'École polytechnique de Delft. Livraisons 1, 2, 3. Leide, 1884-1886. Tome II, livraison 4. Leide, 1886. Tome III, livraisons 1-4. Leide, 1887-1888.
- DINGLER POLYTECHNISCHES JOURNAL. Real Index. Tomes I-LXXVIII, par Stecker. Stuttgart et Tübingen, 1843.
- Real Index. Tomes LXXIX-CXVIII, par Philipp. Stuttgart et Tübingen, 1853.
- Real Index, Tomes CXIX-CLVIII, par Philipp. Stuttgart et Tübingen, 1861.
- Real Index, Tomes CLIX-CXCVIII, par Philipp. Stuttgart 1871.
- Tomes CCXXVII-CCXLIV. Augsbourg, 1878-1882. Tomes CCXLV-CCLXVII. Stuttgart, 1882-1888.
- EDMONDSON (J.). Summary of lecture on calculating machines. (Lond. Phy. Soc.). London, 1885.
- ESPAGNE. COMMISSION DE LA CARTE. Expériences faites avec l'appareil

- reil à mesurer les bases. (Traduit de l'espagnol par Laussedat.) Paris, 1860.
- EUTING (JULIUS). Punische Steine. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
- EXNER. *Voir* : Repertorium.
- FALKMANN. Förslag till författningar om Matt och Vigt efter det Metriska Systemet. Stockholm, 1887.
- FIZEAU (H.). Recherches sur les modifications que subit la vitesse de la lumière dans le verre et plusieurs autres solides sous l'influence de la chaleur. (*Ann. de Ch. et de Phys.*). Paris, 1862.  
— Recherches sur la dilatation et la double réfraction du cristal de roche échauffé. (*Ann. de Ch. et de Phys.*) Paris, 1864.
- FOERSTER (W.). Metronomische Beiträge, n<sup>os</sup> 1 à 3. Berlin, 1875-1881.  
Le 1<sup>er</sup> numéro ne porte pas de date.  
*Voir* : (Berlin). Kaiserliche Normal Aichungs-Kommission.
- FUSS (V.). Beobachtungen und Untersuchungen über die astronomische Strahlenbrechung in der Nähe des Horizontes. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1872.
- FUSS (V.) ET (M.) NYRÉN. Bestimmung der Längen-Differenz zwischen den Sternwarten Stockholm und Helsingfors, ausgeführt im Sommer, 1870. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
- GEHLER. Physikalisches Wörterbuch, neu bearbeitet von Brandes, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff. Tomes I-XI, en 24 volumes. Leipzig, 1825-1845.
- GLUCKHOFF. Bureau des Poids et Mesures de la Russie (*en langue russe*). S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1878.
- GOULD (B.-A.). Adresses at the complimentary dinner to Dr. Benjamin Apthorp Gould. Lynn, 1885.
- GOVI (G.). De la mesure du grossissement dans les instruments d'optique. Paris, 1878.
- GUERLIN DE GUER (E.). Le service des Poids et Mesures. Paris, 1885.
- GYLDÉN (H.). Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre und die Strahlenbrechung in derselben. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1866.  
— Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. 1. Entwicklung einiger Verbindungen elliptischer Functionen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
- HANSEN (P.-A.). Von der Methode der kleinsten Quadrate im allgemeinen und ihrer Anwendung auf die Geodäsie. Leipzig, 1867.

- HANSEN (P.-A.). Von der Bestimmung der Theilungsfehler eines gradlinigen Maassstabes. Leipzig, 1874.
- HASSELBERG (B.). Studien auf dem Gebiete der Absorptionsspectralanalyse. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1878.
- Ueber das durch electriche Erregung erzeugte Leuchten der Gase bei niedriger Temperatur. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1879.
- HELMHOLTZ (H.). Optique physiologique, traduite par E. Javal et N.-Th. Klein. Paris, 1867.
- HERR. Ueber das Verhältniss des Bergkrystallkilogrammes, welches bei Einführung des metrischen Maasses und Gewichtes das Urgewicht in Oesterreich bilden soll, zum Kilogramme der Kaiserlichen Archive zu Paris. Wien, 1870.
- HERRMANN (G.). Der Reibungswinkel. Eine Festgabe zur dritten Säcularfeier der Universität Würzburg, 1882. Braunschweig, 1882.
- HILGARD (J.-E.). American standards of length (U. S. Coast and geodetic Survey, Methods and Results). Washington, 1880.
- IBAÑEZ. Base centrale de la triangulation géodésique d'Espagne. (Traduit de l'espagnol par Laussedat.) Madrid, 1865.
- IBAÑEZ et PERRIER. Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne. Paris, 1886.
- (INDE) SURVEY OF INDIA. Great trigonometrical Survey of India. account of the operations, Volumes I-IX et IV $\alpha$ , 1870-1883 et 1886.
- JACOBI (M.-H. VON). Untersuchungen über die Construction identischer Araeometer und insbesondere metallischer Scalen und Gewichtsalcoholometer nebst Anhang über den Einfluss der Capillaritäts-Erscheinungen auf die Angaben der Alcoholometer. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
- JAMIN (J.). Cours de Physique, Tomes I-IV en sept volumes. Paris, 1878-1883.
- JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE. Tomes VII-X. 2<sup>e</sup> série, tomes I-VI. Paris, 1878-1887.
- KÄMTZ (L.-F.). Tafeln zur Berechnung und Reduction meteorologischer Beobachtungen. Dorpat, 1868.
- KARSTEN (G.), HARMS (F.), WEYER (G.). Allgemeine Encyclopädie der Physik. I. Einleitung in die Physik. Leipzig, 1869.

- KATER (H.). On the variation in the length of the pendulum vibrating seconds at the principal stations of the trigonometrical Survey of Great Britain (*Lond. Philos. Trans.*). London, 1819.
- An account of the comparison of various british standards of linear measure. (*Lond. Philos. Trans.*) London, 1821.
  - An account of the remeasurement of the cube, cylinder and sphere used by Evelyn. (*Lond. Philos. Trans.*) London, 1821.
  - An account of the construction and adjustment of the new standards of weights and measures of the United Kingdom of Great Britain and Ireland. (*Lond. Philos. Trans.*) London, 1825.
  - On the error in standards of linear measure, arising from the thickness of the bar on which they are traced. (*Lond. Philos. Trans.*) London, 1830.
  - An account of the construction and verification of certain standards of linear measure for the russian Government. London, 1832.
- KORTAZZI (J.). Bestimmung der Längendifferenz zwischen Pulkowa, Helsingfors, Abo, Lowisa und Wiborg. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1871.
- KOWALEWSKY (A.). Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1866.
- (KRISTIANIA). Den norske Justerbestyrelses Aarsberetning, vol. I-X. Kristiania, 1877-1887.
- KUPFFER (A.-T.). Travaux de la Commission pour fixer les Mesures et les Poids de l'Empire de Russie. Vol. I, II et Planches. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1841.
- Ueber den Einfluss der Wärme auf die elastische Kraft der festen Körper und insbesondere der Metalle. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1856.
  - Rapport sur l'Association internationale pour l'uniformité des Poids, Mesures et Monnaies dans tout le monde. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1860.
- LAJOS GRUBER. A földnehézség meghatározása Budapesten 1885-ben. Budapest, 1886.
- LANDOLT (H.) UND BÖRNSTEIN. Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin, 1883.
- LAPLACE (P.-S.). Œuvres complètes. Traité de Mécanique céleste. Tomes I-III. Paris, 1878.
- LENZ (E.). Betrachtungen über Ventilation in unsern Klimaten. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1863.

- LENZ (R.). Untersuchung einer unregelmässigen Vertheilung des Erdmagnetismus im nördlichen Theile des Finnischen Meerbusens. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1862.
- Ueber den Zusammenhang zwischen Dichtigkeit und Salzgehalt des Seewassers. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1868.
  - Ueber den galvanischen Widerstand verdünnter Lösungen von Verbindungen des Kalium, Natrium, Ammonium und des Wasserstoffes. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1878.
  - Ueber die thermische Ausdehnung des Meerwassers, aus den Beobachtungen des Herrn Res'zow berechnet. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1881.
  - Ueber das galvanische Leitungsvermögen alcoholischer Lösungen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1882.
- LINDSTEDT (A.). Beitrag zur Integration der Differentialgleichungen der Störungstheorie. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1883.
- (LONDON) BOARD OF TRADE. Annual Report on the Proceedings and Business of the standards Weights and Measures Department. Report 1-12. London, 1867-1878.
- Report by the Board of Trade on their Proceedings and Business under the Weight and Measures Act 1878. London, 1879.
  - Report by the Board of Trade on their Proceedings and Business under the Weight and Measures Act 1878. London, 1884.
  - Copy of Memorandum concerning the Bushel Measure referred to in the Weights and Measures Act 1878. London, 1879.
  - Calculations of densities and expansions. London, 1883.
  - Notes on the rates of expansion and of the densities of pure palladium and certain alloys of palladium and silver. London, 1884.
  - An improved form of temperature regulator. Cambridge, 1885.
  - Memorandum on the reverification of the gas-measuring standards, 1886.
  - Proposed board of trade standards for the connecting pipes and fittings used with gasmeters, 1887.
  - Standards ganges for the connecting-pipes and fittings used with gasmeters, 1887.
- (LONDON) ROYAL SOCIETY. Catalogue of scientific Papers (1800-1863) published by the Royal Society of London. Volumes I-VI. London, 1867-1872.
- Proceedings of the Royal Society of London. Volumes XXVIII-LXII. London, 1878-1887.

(LONDON) STANDARDS COMMISSION. Report of the commissioners. Report 2-5. London, 1869-1873.

— General Index to the reports of the Standards Commission. (Reports 1-5.) London, 1873.

LOEWENHERZ. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Berlin, 1880.

— Versuche und Erfahrungen mit trockenen Gasmessern. (*Schillings Journal für Gasbeleuchtung*). München.

(MADRID) INSTITUTO GEOGRAFICO. Memorias del Instituto Geografico y Estadistico. Tomes II-VI. Madrid, 1878-1886.

*Manquent* : les Tomes I et III.

MAREK (W.-J.). Ueber die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf die Kalibrirung der Thermometer. (*Rep. f. Physik*, 1879.)

— Neues Verfahren Normal-Barometer und Manometer abzulesen. (*Rep. f. Physik*, 1880.)

— Ueber die Ausdehnung einiger im Handel vorkommenden Mineralöle zwischen den Temperaturen 0° und 250°C. (*Rep. f. Physik*, 1880.)

— Ueber den Einfluss kleiner Druckdifferenzen auf die Resultate genauer Messungen und Wägungen. (*Rep. f. Physik*, 1881.)

— Vorschlag zu einer experimentellen Bestimmung der Zustandsgleichung der Gase. (*Rep. f. Physik*, 1882.)

— Bestimmung der Dichte und der Ausdehnung von wässrigen Rohr-Zucker-Lösungen.

Herleitung neuer saccharimetrischer Hilfstabeln. Instruction für den Gebrauch der Normalsaccharometer.

Etalonirung der Normal-Saccharometer-Spindeln. (Beilagen zu einem Berichte der K. K. Normal-Aichungs-Kommission Wien an das Handelsministerium). *Lithographié*. Wien, 1884 et 1885.

MENSCHUTKIN (N.). Recherches sur l'influence exercée par l'isomérisation des alcools et des acides sur la formation des éthers composés.

(Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1877.

— Sur l'influence exercée par l'isomérisation des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1879.

MIDDENDORF (A. VON). Einblicke in das Ferghana-Thal (nebst chemi-

- scher Untersuchung der Bodenbestandtheile von C. Schmidt).  
(Ac. St-Pét.) St-Pétersbourg, 1881.
- MIELBERG (J.). Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens im  
Tifliser physikalischen Observatorium in den Jahren 1880-1883.  
Tiflis, 1881-1885.
- Magnetische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Obser-  
vatoriums in den Jahren 1880-1885. Tiflis, 1881-1887.
- Meteorologische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Obser-  
vatoriums in den Jahren 1880-1885. Tiflis, 1881-1886.  
*Manque* : Année 1881.
- MILLER (W.-H.). On the construction of the new Imperial Standard  
Pounds. (*Lond. Phil. Trans.*) London, 1857.
- LA NATURA. Volumes III et IV. Firenze, 1879-1880.
- NATURE. Nature, a weekly illustrated journal of science. Volumes XXV-  
XXXVI. London and New-York, 1882-1888.  
*Le premier Volume ne contient que les numéros de 1882.*
- NERVILLE (F. DE). Le Bureau d'étalonnement des résistances élec-  
triques au Ministère des Postes et Télégraphes. Paris, 1884.
- OETTINGEN (A. VON). Ueber die Correction der Thermometer; ins-  
besondere über Bessel's Kalibrir-Methode. Dorpat, 1865.
- OUDEMANS (C.-T.). Die Triangulation von Java. Erste Abtheilung.  
Vergleichung der Maassstäbe des Repsold'schen Basis-Mess-  
Apparates mit dem Normalmeter. Batavia, 1875.
- Détermination à Utrecht de l'azimut d'Amersfoort. (Publ. de  
la Commission Géod. néerlandaise.) La Haye, 1881.
- Ueber die Compensation eines Secundenpendels für Temperatur  
und Luftdruck vermittelst eines Quecksilbercylinders und eines  
Krueger'schen Manometers. Kiel, 1881.
- (PARIS) ACADÉMIE DES SCIENCES. Comptes rendus hebdomadaires.  
Tomes LXXVI-CV. Paris, 1873-1887.
- (PARIS) BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE. Annales du  
Bureau Central Météorologique de France. Années 1877-1885.  
Paris, 1880-1887.
- (PARIS) BUREAU DES LONGITUDES. Annales du Bureau des Longitudes  
et de l'observatoire astronomique de Montsouris. Tome I. Paris,  
1877.
- Annuaire pour l'année 1879. Paris.

- (PARIS) COMMISSION INTERNATIONALE DU MÈTRE. Procès-Verbaux des Réunions générales de 1872. Paris, 1872.
- Procès-Verbaux des séances du Comité permanent de 1872 et 1873. Paris, 1873.
  - Réunions des membres français, 1873-1874 et 1877-1882. Paris, 1874 et 1877-1883.
  - Section française. Exposé de la situation des Travaux au 1<sup>er</sup> octobre 1874. (Épreuves.)
  - Exposé de la situation des Travaux de la Section française au 22 septembre 1879. (Épreuve.)
- (PARIS) DÉPÔT DE LA GUERRE. Mémorial du Dépôt de la Guerre. Tomes XI-XII, 1<sup>re</sup> Partie. Paris, 1877-1885.
- (PARIS) SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS. Mémoires et Comptes rendus des Travaux de la Société des Ingénieurs civils. Années 1884-1887. Paris, 1884-1887.
- Annuaire de 1885 et 1888. Paris, 1885 et 1888.
- PARROT (F.-G.). Mémoire sur les points fixes du thermomètre. St-Petersbourg, 1828.
- PERNET (J.). Ueber die Bestimmung von Erdtemperaturen mit Thermoketten. (*Rep. f. Meteor.*) St-Petersbourg, 1872.
- Beiträge zur Thermometrie. (*Rep. f. Physik.*) München, 1875.
  - Bericht über Frage 16 des Programms für den Meteorologen-Congress in Rom 1879. Leipzig.
  - Sur les variations des points fixes dans les thermomètres à mercure et sur le moyen d'en tenir compte dans l'évaluation des températures. (Comptes rendus.) Paris, 1880.
  - Sur la mesure des températures au moyen du thermomètre à mercure. (Soc. franç. de Phys.) Paris, 1881.
  - Ueber Barometervergleichungen. (*Berl. Phys. Gesells.*) Berlin, 1887.
- PHILOSOPHICAL MAGAZINE. The London Edinburg and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. 5<sup>e</sup> série, tomes IV-XXIV. London, 1877-1887.
- PICTET (R.). Synthèse de la chaleur. Résumé des communications faites à la Réunion de la Société helvétique des sciences naturelles, suivi de considérations sur la possibilité expérimentale de la dissociation de quelques métalloïdes. Genève, Bâle, Lyon, 1879.
- PIERRE (J.-I.). Recherches sur la thermométrie et sur la dilatation des liquides. Caen, 1878.

- PLANTAMOUR (E). ET LÖW (M.). Détermination télégraphique de la différence de longitude entre Genève et Strasbourg exécutée en 1876. Genève, Bâle, Lyon, 1879.
- POGGENDORFF. *Voir* : Annalen.
- PRECHTL (J.). Jahrbücher des Kaiserlichen Königlichen polytechnischen Institutes in Wien. Band XVIII. Wien, 1834.
- QUEIPO (Vazquez). Essai sur les systèmes métriques et monétaires des anciens peuples depuis les premiers temps historiques jusqu'à la fin du Khalifat d'Orient. Vol. I-III. Paris, 1859.
- REGNAULT (V.). Relation des expériences pour déterminer les principales lois et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur. Tomes I à III. Paris, 1847 à 1870. Planches.  
*Manquent* : les planches VII et VIII du Tome I.
- REGNAULT, MORIN, PRIX. Rapport sur les comparaisons, qui ont été faites à Paris en 1859 et 1860, de plusieurs kilogrammes en laiton avec le kilogramme prototype en platine des Archives Impériales. Études sur les diverses circonstances qui peuvent influer sur l'exactitude des pesées. Berlin, 1861.
- REPERTORIUM DER PHYSIK. Repertorium für physikalische Technik, mathematische und astronomische Instrumentenkunde, herausgegeben von Carl. Tomes I-XVIII. München, 1866-1882.  
— Repertorium für Physik, herausgegeben von Exner. Tomes XIX-XXII. München, 1883-1886.
- ROGERS (A.-W.). Index error of Meridian Circle. Studies in Metrology. Part I. Reduction of star catalogues. (*Proc. of the Am. Ac. of Arts and Science*, 1882-1883). Boston.
- ROWLAND (A.-H.). On the mechanical equivalent of heat, with subsidiary researches on the variation of the mercurial from the air thermometer, and on the variation of the specific heat of water. Cambridge, 1880.
- RUPRECHT (F.-J.). Barometrische Höhenbestimmungen im Caucasus, ausgeführt in den Jahren 1860 und 1861 für pflanzen-geographische Zwecke nebst Betrachtungen über die obere Gränze der Culturpflanzen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.). S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1863.
- RUTTER (H.). The metric system of weights and measures compared with British Standard Weights and Measures. London, 1866.
- SABINE (ED.). Experiments to determine the difference in the length

of the seconds pendulum in London and in Paris (*Lond. Phil. Trans.*) London, 1827.

SABINE (Ed.). On the reduction to a vacuum of the vibrations of an invariable pendulum. (*Lond. Phil. Trans.*) London, 1829.

(SAINT-PÉTERSBOURG) ACADEMIE DES SCIENCES. Mélanges mathématiques et astronomiques tirés du *Bulletin physico-mathématique de l'Académie des Sciences de St-Pétersbourg*. Tomes I-IV. Tome V : livraisons 1-4; tome VI : livraisons 1-2. St-Pétersbourg, 1853-1884.

— Mélanges physiques et chimiques tirés du *Bulletin physico-mathématique de l'Académie des Sciences de St-Pétersbourg*. Tomes I-X. Tome XI : livraisons 1-4; Tome XII : livraisons 1 et 2. St-Pétersbourg, 1849-1884.

— Mémoires présentés à l'Académie des Sciences par divers savants. Tome III : livraisons 1 et 2. Tome IV : livraison 2. St-Pétersbourg, 1836-1848.

— Mémoires de l'Académie des Sciences de St-Pétersbourg. 6<sup>e</sup> série, tome II : livraisons 1 et 4. St-Pétersbourg, 1832-1833. Sciences mathématiques et physiques. Tome I : livraison 1. Tome IV. Tome V : livraisons 1, 2, 3, 5, 6. St-Pétersbourg, 1835-1853.

— Repertorium für Meteorologie, redigirt von H. Wild. Volumes I-X. Suppléments 1 à 4 avec Atlas. St-Pétersbourg, 1870-1887.  
*Manque* : Supplément 1, première partie.

SAVITCH ET LENZ. Observations chronométriques (en langue russe). St-Pétersbourg, 1866.

SAVITCH ET SMYSLOFF. Observations chronométriques (en langue russe). St-Pétersbourg, 1868.

SAVITCH, SMYSLOFF ET LENZ. Observations chronométriques (en langue russe). St-Pétersbourg, 1871.

SCHMIDT (C.). Hydrologische Untersuchungen. V. Die Seen der Bittersalzlínie. (Ac. St-Pét.) St-Pétersbourg, 1873.

— *Voir* : Middendorff.

SCHMIDT (C.) UND DOHRANDT (F.). Wassermenge und Suspensionschlamm des Amu-Daria in seinem Unterlaufe. (Ac. St-Pét.) St-Pétersbourg, 1877.

SCHRENCK (Leopold von). Strönungsverhältnisse im Ochotskischen und Japanischen Meere und in den zunächst angränzenden Gewässern. (Ac. St-Pét.) St-Pétersbourg, 1873.

- SCHUBERT (T.-F. DE). Exposé des travaux astronomiques et géodésiques exécutés en Russie dans un but géographique jusqu'à l'année 1855; avec un supplément contenant les noms en langue russe et une carte en six feuilles. St-Pétersbourg, 1858.
- Essai d'une détermination de la véritable figure de la Terre. (Ac. St-Pét.) St-Pétersbourg, 1859.
- SCHUMACHER (H.-C.). Jahrbuch für 1836, 1837, 1838. Stuttgart und Tübingen, 1836-1838.
- Ueber die Berechnung der bei Waegungen vorkommenden Reductionen. Hamburg, 1838.
- SCHWEIZER POLYTECHNIKUM. Verzeichniss der Bibliothek des Schweizerischen Polytechnikums. Zurich, 1876.
- SÉBERT (H.). Rapport sur la machine à calculer dite arithmomètre inventée par M. Thomas (de Colmar), et perfectionnée par M. Ch. de Bojano.
- Calcul des trajectoires d'après les expériences de M. Bashforth sur la résistance de l'air. (Mém. Artill. de la Marine). Paris, 1874.
  - De l'emploi de l'appareil dit accélérographe pour la mesure des pressions développées par les gaz de la poudre et l'étude de la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu. (Soc. d'encour. p. l'ind. nat.) Paris, 1888.
  - Essais d'enregistrement de la loi du mouvement des projectiles. Expériences faites à la poudrerie de Sevran-Livry. Paris, 1881.
  - Rapport sur des télémètres répéteurs présentés par M. Le Cyre. Paris, 1881.
  - Essais d'enregistrement de la loi du mouvement des projectiles. Paris, 1881.
  - Notice sur de nouveaux appareils balistiques employés par le service de l'artillerie de la Marine. Première Partie : Texte et planches. (Mém. artill. de la Marine.) Paris, 1881.
  - Rapport sur les appareils enregistreurs construits par MM. Richard frères. (Soc. d'enc. p. l'Ind. nat.) Paris, 1882.
- SÉBERT ET HUGONOT. Sur les vibrations longitudinales des barres élastiques dont les extrémités sont soumises à des efforts quelconques. (*C. R.*, 1882.)
- Étude des effets de la poudre dans un canon de 0<sup>m</sup>,10. (*Mém. artill. de la Marine.*) Paris, 1882.
  - Sur les vibrations longitudinales des verges élastiques et le mouvement d'une tige portant à son extrémité une masse additionnelle. (*C. R.*, 1882.)

- SEIDEL. Beitrag zur Bestimmung der Grenze der mit der Wage gegenwärtig erreichbaren Genauigkeit. (Bayr. Akad.). München, 1867.
- SETSCHENOW (J.). Ueber die Absorption der Kohlensäure durch Salzlösungen. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1875.
- SIGNAL OFFICE. *Voir* Amérique.
- STAMKART (F.-J.). Sur une méthode simple pour la comparaison exacte des mesures de longueur. (*Arch. Néerl.*, V.)
- Sur la détermination de petites différences de longueur, la mesure de faibles épaisseurs dans les petits objets, et l'observation de faibles déplacements dans les grands objets. (*Arch. Néerl.*, V.)
- STAS (J.-S.). Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques, sur les poids atomiques et leurs rapports mutuels. (*Mém. d. Belg.*) Bruxelles, 1865.
- STEINHEIL (C.-A.). Ueber das Bergkrystallkilogramm auf welchem die Feststellung des bayerischen Pfundes nach der Allerhöchsten Verordnung vom 28. Februar 1809 beruht. (München, Abh. 1844-1846.)
- Ueber genaue und invariable Copien des Kilogrammes und des Mètre prototype der Archive zu Paris, welche in Oesterreich als Normaleinheiten dienen sollen. Wien, 1867.
- STRASSER (G.). Resultate der meteorologischen Beobachtungen zu Kremsmünster. (Jahrgang 1876 und 1877). Wien
- STRUVE (Heinrich). Ueber den Salzgehalt der Ostsee. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1864.
- STRUVE (Hermann). Ueber den Einfluss der Diffraction an Fernröhren auf Lichtscheiben. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1882.
- STRUVE (Otto). Expéditions chronométriques en 1845 et 1846. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1853-1854.
- Positions géographiques dans le gouvernement de Novgorod. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1855.
  - Positions géographiques dans le pays des Cosaques du Don. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1855.
  - Beitrag zur Feststellung des Verhältnisses, von Keppler zu Wallenstein. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1860.
- STRUVE (F.-G.-W.). Expédition chronométrique exécutée entre Pulkowa et Altona pour la détermination de la longitude géogra-

- phique relative de l'observatoire central de Russie. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1844.
- Description de l'observatoire astronomique central de Pulkowa. Texte et planches. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1845.
- Arc du méridien de 25° 20' entre le Danube et la mer Glaciale, mesuré depuis 1816 jusqu'en 1855. Volumes I-II et planches. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1857-1860.
- Mesure de l'arc de Méridien entre Fuglenaes 70° 40' et Ismail 45° 20'. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1852.
- Fondation de l'observatoire central de Russie par l'empereur Nicolas I<sup>er</sup>. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1856.
- STRUVE (F.-G.-W.) UND STRUVE (O.-W.). Expédition chronométrique entre Altona et Greenwich. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1846.
- STRUVE (W.) UND SABLER (G.). Höhenunterschied zwischen dem Schwarzen und dem Caspischen Meere. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1849.
- STUTT GART). Jahres-Bericht des königlichen Polytechnikums zu Stuttgart für die Studienjahre 1880-1887. Stuttgart, 1881-1887.  
*Manque* : Année 1883-1884.
- (SUISSE). SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE. Actes de la Société helvétique des Sciences naturelles. (En français ou en allemand suivant la localité). Sessions : 59<sup>e</sup>-69<sup>e</sup>. Divers, 1877-1886.  
*Manquent* : Sessions 65<sup>e</sup> et 66<sup>e</sup>.
- Comptes rendus des travaux présentés à la Société helvétique des Sciences naturelles. Sessions 67<sup>e</sup>-69<sup>e</sup>. Genève, 1884-1886.
- SUNDELL (A.-F.). Spectralversuche. Helsingfors, 1885.
- Ueber eine Modifikation der Quecksilberluftpumpe. Zweite Mittheilung. Helsingfors, 1885.
- Barometervergleichungen ausgeführt in den Jahren 1886-1887 an verschiedenen meteorologischen Centralstellen. Helsingfors, 1887.
- Transportables Barometer. (Soc. Fenni.) Helsingfors, 1885.
- SWINDEN. Verhandeling over volmaakte Maaten en Gewigten. Amsterdam, 1802.
- (TACHKEND). Mémoires de l'observatoire de Tachkend (en langue russe). Livraison 1. Moscou, 1885.
- THALEN (Rob.). Sur le spectre du fer obtenu à l'aide de l'arc électrique. Upsal, 1885.

- THIESEN (M.). Ueber die Verbreitung der Atmosphäre. Berlin, 1878.  
— Zur Theorie der Waage und Wägung. (*Zeitsch. f. Instrkd.*) Berlin, 1882 et 1883.  
— Die Arbeiten des internationalen Instituts für Maas und Gewicht. (*Zeitschrift f. Instrumentenkunde.*) Berlin, 1883.  
— Ueber die Gesetze des Luftwiderstandes nach Versuchen mit dem Schellbach'schen Rotationsapparate. (*Wied. Ann.*) Leipzig, 1885.  
— Untersuchungen über die Zustandsgleichung. (*Wied. Ann.*) Leipzig, 1885.
- TIFLIS. *Voir* Mielberg.
- VIOLLE. Cours de Physique, tome I. Paris, 1884.
- VOIT (E.). Ueber die Vergleichung von Bergkrystallgewichten. (*Abh. d. Ak. d. Wissensch.* Wien, tome XIV.)
- WALDO (F.). The study of meteorology in the higher schools of Germany, Switzerland and Austria. Washington, 1883.
- WALKER (J.-T.). *Voir* India.
- (WASHINGTON) SMITHSONIAN INSTITUTION. Annual Report of the board Regents for 1884. Washington, 1885.
- WEBER (R.). Denkschrift betreffend das Verhalten der Zinn-Bleilegirungen gegen Essig. Berlin, 1880.
- WIEBE (H.-F.). Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern. (Ac. Berl.) Berlin, 1885.
- WIEDEMANN (G.). Die Lehre von der Electricität, dritte Auflage. Volumes I-IV. Braunschweig 1882-1885.  
— *Voir* : Annalen.
- WIEN ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN. Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe. Tome XCI. Cahiers IV et V. Tomes XCII, XCIII, XCIV. Wien, 1885-1886.
- WIEN MILITÄR-GEOGRAPHISCHES INSTITUT. Mittheilungen des Militär-Geographischen-Institutes, 1887. Tome VII. Wien, 1887.
- WILD (H.). Bericht über die Arbeiten zur Reform der schweizerischen Urmaasse. Zürich, 1868.  
— Ueber die Bestimmung des Gewichtes von einem Cubic-Decimeter destillirten Wassers bei 4°C. (*Pogg. Ann.*, Leipzig 1871).  
— De la détermination de la dilatation absolue et spécialement de celle du barreau normal du Bureau fédéral des Poids et Mesures. (*Arch. des Sciences phys. et nat.*) Genève, 1871.  
— Études météorologiques. (Ac. St-Pét.) St-Petersbourg, 1872.

- Neumann's Methode zur Vermeidung des von Biegungen herrührenden Fehlers bei auf der Stab-Oberfläche getheilten Strichmaassen. (*Pogg. Ann.* Leipzig, 1874).
  - Propositions concernant l'organisation internationale de la réforme des mesures métriques, conformément aux décisions de la Commission internationale du mètre. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1874.
  - Metrologische Studien. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1877.
  - Ueber die Bestimmung der absoluten Inclination mit dem Inductions-Inclinatorium. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1878.
  - Rapport sur les actes et les résultats de la troisième conférence polaire internationale tenue à S<sup>t</sup>-Pétersbourg. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1881.
  - Das magnetische Ungewitter vom 30. Januar bis 1. Februar (N. St.) 1881. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1882.
  - Neueste Form des Controllbarometers. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1883.
  - Die Beobachtung der electricischen Ströme der Erde in kurzen Linien. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1883.
  - Bulletin de la Commission polaire internationale. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1882-1884.
  - Bestimmung des Werthes der Siemens'schen Widerstandseinheit in absolutem electromagnetischem Maasse. (Ac. S<sup>t</sup>-Pétersbourg.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1884.
  - Der magnetische Bifilar-Theodolith. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1886.
  - Bestimmung der Inductionscoefficienten von Stahlmagneten. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1886.
  - Neuer magnetischer Unifilar-Theodolith. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1888.
  - Ueber die Winter-Isothermen von Ost-Sibirien und die angebliche Zunahme der Temperatur mit der Höhe daselbst. S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1888.
  - Ueber die electromotorische Gegenkraft im galvanischen Flammenbogen. (*Rep. f. Phys.*) München.
  - Repertorium f. Meteorologie. *Voir* : S<sup>t</sup>-Pétersbourg.
  - WISCHNEGRADSKY (A.). Ueber verschiedene Amylene und Amylalkohole. (Ac. S<sup>t</sup>-Pét.) S<sup>t</sup>-Pétersbourg, 1877.
  - WURTZ. Dictionnaire de Chimie pure et appliquée. Tomes I-V et supplément. Paris.
  - ZEITSCHRIFT FÜR INSTRUMENTENKUNDE. Tomes I-VI. Berlin, 1881-1886. (ZURICH). *Voir* : Schweizer Polytechnikum.
-

**ANNEXE II.**

---

**ONZIÈME RAPPORT**

DU

**COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES**

AUX

**GOUVERNEMENTS SIGNATAIRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE**

SUR

**L'EXERCICE DE 1887.**



## ANNEXE.

---

*Rapport du Comité international des Poids et Mesures  
aux Gouvernements signataires de la Convention du  
Mètre, sur l'exercice de 1887.*

Nous regrettons d'avoir été exceptionnellement retardés, par des circonstances de force majeure, dans l'accomplissement du devoir qui nous incombe, de présenter aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes le Rapport du Comité international des Poids et Mesures sur ses opérations scientifiques, techniques et administratives, ainsi que sur les travaux du Bureau international, exécutés pendant l'année 1887.

Nous tâcherons de le faire d'une manière concise et cependant suffisamment complète, en résumant, comme d'habitude, les Rapports réglementaires que M. le Directeur du Bureau a soumis au Comité dans sa session d'automne, et en nous appuyant sur les Rapports que nos Commissions spéciales « des finances » et « des instruments et travaux » ont déposés dans les séances; ces Rapports se trouvent consignés dans les *Procès-Verbaux* de la session que nous aurons l'honneur d'adresser prochainement aux Gouvernements.

Afin de faciliter le contrôle du développement de notre œuvre et du progrès de nos travaux, il convient de suivre, dans la rédaction de ce Rapport général, l'ordre habituel des Rapports antérieurs.

### I. — Bâtiments et machines.

Depuis la dernière session du Comité, on n'a fait, en se conformant à la décision prise par le Comité, que les tra

vaux d'entretien les plus urgents, et du reste de peu d'importance.

Le bâtiment de l'observatoire avait assez souffert par le mauvais état des gouttières qui avaient été posées directement sur les entablements, au lieu d'être construites comme gouttières volantes; par le contact direct avec le plâtre les gouttières ont été rongées en bien des endroits, de sorte qu'il y a eu des infiltrations dans le cabinet de Physique et que les murs risquaient d'être endommagés. Le Comité a autorisé M. le Directeur à faire exécuter les réparations nécessaires.

De même, comme on avait refait l'année précédente une partie de la clôture du terrain, on a pu se borner, dans cet exercice, à quelques réparations peu importantes.

## II. — Instruments.

Dans notre dernier Rapport, il a déjà été mentionné que l'éclairage électrique, introduit d'abord dans le comparateur géodésique avec grand succès, a été ensuite établi aussi pour le comparateur Brunner, aux frais de 336<sup>fr</sup>, au moyen d'une pile Lalande-Chaperon de 15 éléments, qui s'est montrée très constante.

Depuis lors l'éclairage électrique, au moyen d'accumulateurs formés maintenant de 140 éléments, a été étendu au Comparateur à dilatation, et l'on a commencé, vers la fin de 1887, l'installation d'appareils électriques, pour que le mouvement des agitateurs de ce comparateur puisse se faire également par l'électricité; ces appareils ont été construits à l'atelier du Bureau, et leur installation a été terminée au mois de mars 1888. Enfin notre mécanicien a construit dans l'atelier du Bureau un petit électromoteur pour faire tourner l'agitateur de l'auge du thermomètre à air, travail qui devait être fait autrefois à bras d'homme.

Le grand avantage de l'éclairage des microscopes par la lumière électrique des lampes à incandescence consiste en ce que, le réglage une fois fait, on n'a plus à s'en occuper

que fort rarement, pour s'assurer qu'on n'a pas, par un accident, déplacé la lampe ou le collimateur. Ce réglage, qui a pour but de faire coïncider exactement l'axe du cône lumineux réfléchi par le miroir demi-circulaire placé au-dessous du microscope avec l'axe du microscope, est au contraire toujours à refaire chaque fois qu'on allume des lampes ordinaires, qu'on déplace toujours un peu en les manipulant. En outre, on peut très facilement modérer à volonté l'éclat de la lumière électrique.

MM. Brunner frères ont remplacé les objectifs à verres minces des microscopes de leur comparateur, sujets à se décoller facilement, par des objectifs doubles à verres épais qui conserveront plus facilement la même valeur micrométrique.

L'acquisition d'instruments nouveaux en 1887 s'est bornée au plus strict nécessaire, non seulement pour des raisons budgétaires, mais aussi parce que dans le courant des années précédentes nous avons réussi à doter les observatoires et les laboratoires du Bureau international de collections d'appareils de plus en plus complètes, dont nous avons communiqué l'inventaire détaillé dans le dernier Rapport. Il n'y a qu'à y ajouter ces petits objets, acquis en 1877 :

8 prismes à réflexion totale, par Léon Laurent, à Paris .....	fr 84,66
2 garnitures de petits poids en aluminium, par Stückrath, à Berlin.....	28,00
2 garnitures de milligrammes en aluminium, par Stückrath, à Berlin.....	5,00
2 thermomètres et 2 tubes thermométriques de M. Hicks, à Londres.....	76,00
Total.....	<u>193,66</u>

### III. — Prototypes.

Nous sommes heureux de constater que la construction des nouveaux prototypes métriques, qui constitue un des

but principaux de la réforme métrologique que les Hauts Gouvernements ont entreprise en concluant la Convention du Mètre, a avancé considérablement pendant l'exercice de 1887. La fabrication des règles pour les mètres à traits, aussi bien que des cylindres pour les kilogrammes, est terminée entièrement; pour les cinq mètres à bouts qui ont été commandés, et dont il sera question tout à l'heure, les règles sont en voie d'exécution. Pour les kilogrammes qui sont presque tous définitivement ajustés, les travaux de comparaison et de vérification au Bureau international sont tellement avancés qu'il n'y a pas de doute qu'on les puisse achever dans l'année courante. Par contre, le polissage et le tracé des mètres prototypes n'ayant été commencés en grand par la Section française au Conservatoire des Arts et Métiers qu'aux premiers mois de 1888, le Bureau international n'a pu, de son côté, entreprendre les comparaisons systématiques qu'à cette époque. Cependant on y concentre maintenant toutes les forces utiles de notre établissement, afin de regagner autant que possible le temps perdu.

Nous allons rendre compte, pour les différents genres de prototypes, de l'état d'avancement à la fin d'année 1887, en y ajoutant les données principales sur l'état actuel (au mois de mai 1888) de ces importants travaux.

### 1. *Mètres à traits en alliage pur.*

Les différents Gouvernements des États signataires de la Convention ont demandé 26 prototypes de cette catégorie, et le Comité en a demandé 3 pour le Bureau international; afin de suffire à ces demandes, le Gouvernement français a commandé à la maison Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup>, à Londres, 30 règles en platine iridié pur à 10 pour 100, de la forme en X adoptée. On a reçu 28 de ces règles vers la fin de l'année 1886 et les deux dernières au commencement de 1887; dans le cours de 1887, toutes ont été dressées et polies par MM. Brunner frères, à Paris. Restait encore l'importante

opération du tracé, qui devait être faite, par les soins de la Section française, au Conservatoire des Arts et Métiers, par M. G. Tresca, sous la direction spéciale de M. Cornu. Avant de pouvoir y procéder en grand, il fallait résoudre définitivement la question longuement débattue, dans le sein du Comité international aussi bien qu'entre lui et la Section française, concernant le genre de poli à employer pour les mouches des mètres prototypes, sur lesquelles le tracé doit s'exécuter.

A ce sujet, la Commission internationale du mètre de 1872 et le Comité lui-même s'étaient d'abord prononcés en faveur du poli mat; toutefois, lorsque M. Cornu eut démontré expérimentalement la possibilité d'ébarber les traits aussi sur poli spéculaire, le Comité, qui a toujours considéré cet ébarbage comme condition indispensable, et qui d'autre part ne méconnaissait pas certains avantages évidents du poli spéculaire, a envisagé la question comme méritant d'être étudiée à nouveau, et a chargé M. le Directeur Broch de se livrer, de concert avec M. Cornu, à certaines séries d'expériences et d'en rendre compte au Comité en session.

A la fin de juillet, le Bureau international a reçu de la Section française trois bouts de règles en platine iridié portant des échantillons de poli et de tracé de différents genres; ces échantillons, en même temps que le tracé de la règle I<sub>2</sub>, ont été soumis à l'étude sous les microscopes du comparateur Brunner, pour connaître le degré d'exactitude d'observation auquel ils se prêtent, en déterminant l'erreur probable du pointé des traits, qui ont une largeur de 6 à 8 microns. De nombreuses séries de pointés d'un groupe de traits, distants de 0<sup>mm</sup>,3 à 0<sup>mm</sup>,5, ont donné, avant l'ébarbage, les résultats suivants, pour les erreurs probables d'une observation comprenant cinq pointés :

	Microscope gauche.	Microscope droit.
Règle I <sub>2</sub> , traits sur poli mat..	$r = \pm 0^{\mu},08$	$r = \pm 0^{\mu},08$
Échantillon A <sub>2</sub> , traits sur poli mat.....	$\pm 0^{\mu},07$	
Échantillon A <sub>12</sub> , traits sur poli spéculaire.....	$\pm 0^{\mu},04$	$\pm 0^{\mu},06$
Échantillon A <sub>16</sub> , traits sur poli spéculaire.....		$\pm 0^{\mu},05$

Donc une supériorité évidente pour les traits sur poli spéculaire.

Ensuite on a procédé à l'ébarbage des traits, dont on avait reconnu la nécessité en observant que, après avoir passé légèrement le blaireau sur les mouches polies spéculairement, il paraissait, adhérant aux bords des traits, comme une barbe formée des fils métalliques enlevés par le tracelet en diamant. On les ébarbait, d'après la méthode Cornu, en frottant légèrement, avec une fine peau de chamois, la mouche dans la direction des traits, et en les lavant après avec de l'acide chlorhydrique, des vapeurs d'alcool et de l'eau; les traits montraient ensuite au microscope une apparence parfaitement nette. En répétant les expériences sur l'exactitude du pointé, M. le Directeur Broch a trouvé, par exemple, pour l'échantillon A<sub>12</sub>, l'erreur probable aux deux microscopes =  $\pm 0^{\mu},04$ .

Le Comité international, malgré les résultats favorables obtenus par MM. Broch et Cornu, a chargé encore une Commission spéciale, formée de MM. Ibañez, Thalén et Hirsch, d'examiner le tracé, sur poli spéculaire, du mètre prototype n° 5, que la Section française venait de lui remettre, surtout comparativement avec le tracé du prototype I<sub>2</sub> sur poli mat. Ces deux prototypes ayant été mis l'un à côté de l'autre dans le comparateur Brunner, non seulement l'apparence des deux tracés a été comparée soigneusement dans l'air, mais en outre chacun des membres de la Commission a mesuré dans l'eau, avec le même microscope, les mêmes intervalles entre les traits délimitatifs et

auxiliaires, sur les deux prototypes. Les résultats de ces comparaisons étant communiqués avec quelques détails dans le procès-verbal de la troisième séance du Comité en date du 5 octobre 1887, il suffit de mentionner ici que ces nouvelles recherches ont été plus favorables encore au poli spéculaire, attendu que non seulement l'erreur probable d'un pointé micrométrique individuel s'est montrée deux fois plus faible pour les traits sur poli spéculaire que pour ceux sur poli mat, mais qu'en outre les différents observateurs varient beaucoup moins entre eux dans les mesures sur poli spéculaire que sur poli mat. Aussi le Comité international a-t-il été finalement unanime à adopter, dans la séance du 5 octobre 1887, le tracé avec traits ébarbés sur poli spéculaire.

Cette décision intervenue, on ne pouvait pas conserver, comme génératrice pour le tracé des prototypes, la règle n° 2, en alliage pur, mais avec tracé sur poli mat, que la Section française avait, dès le mois d'octobre 1886, présentée, en même temps que le n° 4, au Bureau international, qui en avait ensuite déterminé l'équation par la comparaison avec le prototype international provisoire  $I_2$ . Cette équation avait été trouvée, pour le prototype n° 2, tellement faible (d'un demi-micron) qu'il se serait parfaitement prêté au rôle de générateur; seulement il a fallu remplacer les traits sur poli mat par d'autres sur poli spéculaire. En conséquence, le Comité a rendu, en automne 1887, à la Section française le prototype n° 5, qui avait servi aux études sur les polis, pour être employé désormais comme générateur de tracé, après que sa comparaison avec le prototype  $I_2$  au Bureau international eut établi que sa correction positive était également assez faible, d'environ  $+ 1^{\mu}, 9$ .

Nous ajoutons à cet état de choses de la fin de 1887 que, le 14 avril 1888, le Bureau international a reçu de la Section française 9 règles, et le 24 mai encore 12 autres règles complètement terminées. L'ébarbage des traits étant fait au Bureau international, on a commencé le 18 avril la

série des comparaisons d'après le programme de ce travail, élaboré par M. le Directeur, et discuté et adopté par le Comité international dans la session de 1887. Ces comparaisons progressent régulièrement. Le nombre de comparaisons à faire d'après le programme est de 165 comparaisons complètes, composées chacune de 4 comparaisons partielles. Le nombre total de comparaisons individuelles à faire sera donc de 660. On peut prévoir que ce travail sera terminé vers la fin de l'année 1888 ou au commencement de 1889.

Les comparaisons faites jusqu'ici font espérer que la limite de tolérance pour le tracé, fixée par le Comité à  $\pm 5$  microns, ne dépassera pas  $\pm 2^{\mu}$ , et que l'exactitude de la détermination définitive sera de  $\pm 0^{\mu},1$  environ.

Les calculs des comparaisons se font au fur et à mesure des observations.

L'étude de la dilatation de ces règles a commencé immédiatement après leur réception, soit d'après la méthode Fizeau sur quelques-uns des bouts détachés des règles, soit dans le comparateur à dilatation pour les règles entières. Le 24 mai 1888, ces études étaient terminées pour 4 règles. Comme témoin de dilatation, on emploie la règle n° 6, dont l'équation est très faible.

D'après les déterminations faites jusqu'à présent, il paraît que la dilatation est presque identique pour toutes les règles.

## 2. *Mètres à traits en alliage de 1874.*

Trois des États contractants : la Belgique, le Danemark et les États-Unis, ont demandé chacun un étalon en alliage de 1874, dont la Section française possède plusieurs exemplaires tracés. Trois exemplaires portant les nos 1, 3 et 12, qui ont été remis au Bureau international au mois de mars 1887, ont été comparés en mars et avril 1887, entre eux, avec la règle n° 13 du Bureau faite du même alliage, et enfin avec le prototype international provisoire I<sub>2</sub>, dans toutes les dix combinaisons possibles deux à deux. Chacune de ces dix combi-

naisons comprend huit comparaisons successives, dans les quatre positions que les deux règles à comparer peuvent occuper par rapport tant aux microscopes qu'à l'observateur : de sorte qu'à chaque position correspondent toujours deux comparaisons, et que l'ensemble de cette étude comprend 80 comparaisons individuelles qui, toutes, ont été exécutées dans l'eau, au comparateur Brunner.

D'un autre côté, la dilatation absolue a été déterminée, pour l'étalon n° 1, au comparateur aussi bien que par la méthode Fizeau ; pour les deux autres, la dilatation relative sera étudiée prochainement.

Il est bien entendu que, afin d'obtenir les équations définitives de ces trois mètres en alliage de 1874, ils doivent encore être comparés soigneusement au prototype international définitif du mètre, aussitôt qu'il aura été choisi.

Par contre, il nous semble que, pour ces trois étalons, qui ne sont pas identiques aux prototypes quant à la composition chimique, dilatation, densité, etc., le Comité ne devait pas insister rigoureusement ni sur les limites d'équation, ni sur la disposition des traits auxiliaires, fixés pour les prototypes proprement dits, d'autant plus que, parmi les trois États qui les ont demandés, deux ont en même temps commandé des prototypes en alliage pur.

### 3. *Mètre à bouts, en alliage pur.*

Quatre des États contractants avaient commandé chacun un mètre prototype à bouts, et le Comité a décidé, dans la séance du 30 septembre 1887, de demander également un pareil prototype pour le Bureau international, afin d'y posséder un étalon pour les comparaisons des mètres à bouts. Comme la construction de ces règles à bouts n'avait pas été comprise dans la première commande faite par le Gouvernement français à MM. Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup> à Londres, le bureau du Comité international s'est adressé au Gouvernement français pour le prier de bien vouloir commander le plus tôt possible, à la même maison, cinq

règles à bouts, d'un alliage identique à celui qui a servi aux mètres à traits, et d'une section en forme de X semblable à celle des mètres à traits, sauf sur quelques points de détail, modifiés par les résolutions que le Comité, après étude faite par la Commission des instruments et des travaux, a prises dans la séance du 5 octobre au sujet de la construction des prototypes à bouts. Les principales dispositions acceptées consistent à augmenter l'épaisseur de la partie axiale des règles en X de 3<sup>mm</sup> à 4<sup>mm</sup>, à terminer ces règles, non pas en surfaces sphériques, comme l'avait proposé la Commission internationale du mètre de 1872, mais en surfaces planes, parallèles entre elles et normales à l'axe de la règle, et à tracer sur la surface neutre de la règle, à un demi-millimètre au plus de chaque surface terminale, deux traits, devant servir aux études de dilatation.

Nous n'avons pas manqué d'indiquer tous les détails de construction dans la lettre adressée au Gouvernement français, à laquelle nous avons joint un dessin coté de la section des règles en question. M. le Ministre des Affaires étrangères de France nous a répondu le 28 mars 1888 qu'il avait communiqué notre demande à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie qui prendrait les mesures nécessaires pour que ces mètres soient commandés dans le plus bref délai possible.

#### 4. *Thermomètres.*

D'après une résolution de la Commission internationale du mètre, confirmée plus tard par le Comité, chaque prototype du mètre doit être accompagné de deux thermomètres étudiés par le Bureau international.

La commande des Gouvernements portant sur 33 mètres, il fallait 66 thermomètres. Pour parer à des accidents, le Bureau international, qui a été chargé de ces acquisitions, en a commandé 70 à M. Tonnelot à Paris, tous en verre dur. Tous ces thermomètres ont été reçus. Deux d'entre eux ont été cassés accidentellement pendant les études. Des 68 autres, 63 étaient complètement étudiés vers la fin

de l'année 1887, et l'étude des 5 derniers a été terminée au commencement de 1888. Cette partie du travail du Bureau est donc entièrement terminée.

L'analyse du verre de ces thermomètres a été faite, par les soins du Bureau, sur plusieurs échantillons des tiges et des tubes pour les réservoirs, et plusieurs des thermomètres ont été comparés, quant à leur marche, avec les thermomètres normaux du Bureau, comparés déjà avec le thermomètre à hydrogène. La marche a été trouvée identique dans les limites des erreurs d'observation, et la réduction des indications de ces thermomètres à l'échelle du thermomètre à hydrogène, adoptée par le Comité comme échelle normale thermométrique pour tous les travaux internationaux des Poids et Mesures, peut être garantie à 0<sup>o</sup>,005 près.

### 5. *Kilogrammes.*

Les différents Gouvernements ont commandé 27 kilogrammes, et le Bureau international en a demandé 4, devant servir comme témoins.

A la demande du Comité international, le Gouvernement français en a commandé 40, en alliage de platine iridié pur à 10 pour 100, et en forme brute, à MM. Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup>. Le polissage et l'ajustement de ces prototypes ont été confiés à M. A. Collot, à Paris, sous la direction de M. Debray, Membre de l'Institut, délégué de la Section française, et de M. Broch, délégué du Comité. L'ajustage a été fait par M. Collot au Bureau international, où il avait l'avantage de pouvoir soumettre les poids successivement, dans les différentes phases du travail, à la pesée sur les balances de précision, afin de ne pas alléger trop les cylindres par le polissage.

Ces 40 kilogrammes étaient tous terminés et ajustés à la fin de l'année 1887. Cependant deux d'entre eux ont dû être refondus à cause de quelques légers défauts. Le nouvel ajustage de ces 2 kilogrammes, rendu nécessaire par cette opération, sera bientôt terminé.

Le poids spécifique de tous ces kilogrammes a été déterminé avec soin déjà en 1886, et trouvé presque identique, variant seulement entre les limites de 21,541 à 21,550.

Les comparaisons des 40 prototypes entre eux et avec le kilogramme prototype international ont commencé en 1886 et continuent régulièrement, suivant le programme adopté par le Comité. Le nombre des comparaisons complètes est de 273, à faire en 14 groupes, et chaque comparaison complète demande 4 pesées, ce qui fait en tout 1092 pesées.

De ces 14 groupes de comparaisons, 10 étaient achevés vers la fin de 1887, et des comparaisons restantes un grand nombre se trouve terminé déjà actuellement. Le reste de ce travail sera accompli en automne 1888, et tous les résultats seront calculés avant la fin de cette année.

#### IV. — Personnel.

Dans le dernier Rapport, nous avons eu le regret de déplorer la mort de notre éminent Collègue M. v. Oppolzer. Cette fois de nouveau, nous avons la douleur d'annoncer que la mort nous a enlevé un de nos plus jeunes Collègues, M. d'Aguiar, Professeur de Chimie à l'École Polytechnique et à l'Institut industriel de Lisbonne. En nommant à l'unanimité ce chimiste distingué, le Comité avait espéré avec raison profiter de sa haute science dans les questions chimiques assez compliquées dont il fallait nous occuper, surtout à propos de la construction des prototypes. Malheureusement M. d'Aguiar, qui, lors de son élection, occupait les hautes fonctions de Ministre des Travaux publics du Portugal, ne put pas prendre part à la session de 1884; l'année suivante encore il fut empêché, par des raisons de famille, de venir à Paris, de sorte que ce n'est qu'en 1886 que M. d'Aguiar a pu collaborer aux travaux du Comité. Nous croyons pouvoir espérer le voir nous prêter son précieux concours également dans la dernière année, car

M. d'Aguiar avait annoncé au mois d'août son arrivée pour la session; mais, à peine quinze jours plus tard et avant qu'il pût se mettre en route pour Paris, une mort subite et prématurée a, le 4 septembre 1887, enlevé à la Science un savant de mérite et à notre Comité international un aimable collègue, qui avait pris le plus vif intérêt à l'œuvre métrologique à laquelle il était associé.

Quelques mois plus tôt, le 10 mai 1887, nous avons reçu la démission, pour raisons de santé, de notre Collègue américain, *M. Hilgard, superintendent of the U. S. Coast and geodetic Survey* à Washington. A notre grand regret, la santé très ébranlée de M. Hilgard l'avait empêché depuis longtemps de traverser l'Océan pour prendre part aux travaux du Comité international, et, quelques mois après s'être retiré du Comité, M. Hilgard a succombé à sa longue maladie.

Nous avons déjà informé les Hauts Gouvernements, par dépêches du 13 août dernier, que le Comité international a remplacé feu M. von Oppolzer par M. Victor von Lang, Professeur de Physique à l'Université de Vienne, qui est venu siéger déjà à la session de l'automne dernier, et M. Hilgard par notre ancien Collègue M. le Dr B.-A. Gould à Cambridge (Mass.), qui avait d'abord, lorsqu'il était Directeur de l'observatoire de Cordoba, représenté la République Argentine dans le Comité, qui le nomma Membre honoraire, lorsqu'il fut retourné aux États-Unis. A notre regret, M. Gould, qui a accepté sa réélection comme membre actif, a été empêché, par des raisons de famille, de venir dès 1887 pour prendre part aux travaux du Comité.

Pour compléter le Comité international, il fallait encore combler le vide causé par le décès du membre portugais. Dans ce but, nous avons ouvert l'élection par correspondance au moyen de la circulaire suivante, adressée à la fin de novembre aux membres du Comité :

Madrid et Neuchâtel, le 28 novembre 1887.

MONSIEUR ET TRÈS HONORÉ COLLÈGUE,

Il est temps que le Comité s'occupe de remplir, par correspondance, ainsi que le prescrit l'art. 14 du Règlement de la Convention, la vacance qui s'est produite dans son sein par la mort regrettée de feu notre Collègue, M. d'Aguiar, survenue le 4 septembre.

Dans ce but, nous avons l'honneur de vous prier, Monsieur et cher Collègue, de bien vouloir envoyer, le plus tôt possible, votre bulletin de vote au Secrétaire soussigné, qui le fera parvenir au Président, pour le dépouiller.

Le dépouillement de tous les votes fait, nous ne manquerons pas d'en communiquer le résultat au Comité international, ainsi qu'aux Hauts Gouvernements.

Veillez agréer, Monsieur et très honoré Collègue, l'assurance de notre parfaite considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

Le dépouillement des bulletins de vote rentrés a donné pour résultat que M. Henri de Macédo, Ministre de la Marine et des Colonies du Royaume de Portugal, a été nommé successeur de M. d'Aguiar, à l'unanimité des voix des Membres, qui ont, presque tous, pris part au vote, ce que nous avons eu l'honneur de porter à la connaissance des Hauts Gouvernements, par dépêches adressées le 13 avril à leurs représentants diplomatiques à Paris, ainsi qu'aux membres du Comité et à M. de Macédo lui-même.

Dans le personnel scientifique proprement dit du Bureau international, il n'y a pas eu de changements en 1887; car nous avons déjà mentionné au dernier Rapport que M. Brébant est entré comme calculateur au 1<sup>er</sup> janvier 1887, et que l'aide M. Tornøe avait démissionné à la fin du mois de novembre 1886. Par contre, il y a eu quelques changements dans le service du calibrage des thermomètres, fait par des

demoiselles sous la direction de M. le D<sup>r</sup> Guillaume. M<sup>lle</sup> Jeanne Taufflieb ayant quitté le Bureau, pour raisons de famille, à la fin de février 1887, M. le Directeur a engagé à sa place M<sup>lle</sup> Penel qui, après quelques mois d'apprentissage, est entrée au service définitivement le 1<sup>er</sup> janvier 1887. M<sup>lle</sup> Gourraud qui, dès le mois de mai 1886, avait été engagée pour ce même service, a été employée plus tard, de préférence, à des travaux de calcul pour lesquels elle a montré beaucoup d'aptitudes; dès l'été 1887, elle a été mise exclusivement à la disposition de M. Benoit pour les calculs de réduction des observations faites avec l'appareil Fizeau.

Enfin le mécanicien, M. Huetz, qui a remplacé M. Wagner à partir du commencement de 1887, s'est montré mécanicien habile et très assidu au travail, de sorte qu'il satisfait complètement M. le Directeur.

#### V. — Bibliothèque.

Le catalogue de la Bibliothèque est tenu au courant par l'aide, M. le D<sup>r</sup> Kreichgauer, sous la direction immédiate de l'adjoint, M. le D<sup>r</sup> Thiesen.

Nous donnons, comme les années précédentes, d'après le Catalogue, les augmentations que la Bibliothèque a reçues, pendant l'année 1887, soit par abonnements, soit par dons.

#### JOURNAUX ET REVUES PÉRIODIQUES AUXQUELS LE BUREAU EST ABONNÉ.

1. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris.
2. Journal de Physique théorique et appliquée. Paris.
3. Annales de Chimie et de Physique. Paris.
4. Bulletin météorologique. Paris.
5. Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève.
6. Proceedings of the Royal Society. London.
7. The philosophical Magazine and Journal of Science. London.
8. Nature, a weekly illustrated Journal of Science. London.
9. Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart.

- 10<sup>a</sup>. Annalen der Physik und Chemie. Leipzig.
- 10<sup>b</sup>. Beiblätter zu denselben. Leipzig.
11. Repertorium der Physik. München und Leipzig (1).
12. The american Journal of Science. New-Haven (Connecticut).
13. Fortschritte der Physik. Berlin.
14. Zeitschrift für Instrumentenkunde. Berlin (1).

*Livres donnés à la Bibliothèque du Bureau international.*

- I. Par le *Ministère de l'Instruction publique* :
  1. Annales du Bureau central météorologique de France. Année 1885, tomes I et IV.
  2. Rapport du Comité météorologique international. Réunion de Paris 1885. Paris, 1887.
- II. Par *The american Academy of Arts and Sciences* :
  1. Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences, new series; vol. XIII, tomes I et II. Boston, 1885 et 1886.
- III. Par le *Conseil de direction de l'École polytechnique de Delft* :
  1. Annales de l'École polytechnique de Delft; tome II, livraisons 3 et 4. Leyde, 1886; tome III, livraisons 1, 2 et 3. Leyde, 1887.
- IV. Par le *Bureau allemand des Poids et Mesures* :
  1. Uebersicht über die Geschäftsthätigkeit der Aichungsbehörden während des Jahres 1885. Berlin, 1886.
  2. Mittheilungen der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission. 1<sup>re</sup> Reihe, nos 3-5. Berlin, 1887.
  3. Verzeichniss der Aichungsbehörden mit Angabe der Befugnisse und Stempelzeichen. Berlin, 1887.
  4. Tafel zur Ermittlung des Alcoholgehaltes von Spiritusmischungen. Amtliche Ausgabe. Berlin, 1888.
  5. Uebersicht über die Geschäftsthätigkeit der Aichungsbehörden während des Jahres 1886. Berlin, 1887.

---

(1) Le volume de l'année 1887 est réclamé.

- V. Par l'*Institut météorologique de Prusse* (M. von Bezold):
1. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885, herausgegeben von dem Königl. preuss. meteor. Institut. Berlin, 1887.
- VI. Par la *Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien*:
1. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Jahrgang 1885. Heft 4-10. Jahrgang 1886. Heft 1 et 2. Wien.
- VII. Par la *Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften*:
1. Mathematische und naturwissenschaftliche Mittheilungen aus den Sitzungsberichten. Jahrgang 1887.
- VIII. Par l'*Institut météorologique de Roumanie*:
1. Annales de l'Institut météorologique de Roumanie. Bucharest, 1886.
- IX. Par M. J. *Mielberg*:
1. J. Mielberg, Meteorologische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums im Jahre 1885. Tiflis, 1886.
  2. J. Mielberg, Magnetische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums in den Jahren 1884-1885. Tiflis, 1887.
- X. Par M. le D<sup>r</sup> H. *Wild*:
1. M. Rykatschew, Ueber den Auf- und Zugang der Gewässer des russischen Reiches. 2. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie. Saint-Petersburg, 1887.
  2. E. Wahlén. Wahre Tagesmittel und tägliche Variationen der Temperatur an 18 Stationen des russischen Reiches. 3. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie. S<sup>t</sup>-Petersburg, 1887.
  3. E. Leyst, Katalog der meteorologischen Beobachtungen in Russland und Finnland. 4. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie. S<sup>t</sup> Petersburg, 1887.
- XI. Par la *Société helvétique des Sciences naturelles*:
1. Actes de la Société Helvétique des Sciences naturelles, réunie à Genève les 10, 11 et 12 août 1886. Compte rendu de la 69<sup>e</sup> session, 1885-1886. Genève, 1886.

2. Compte rendu des travaux présentés à la 69<sup>e</sup> session de la Société helvétique des Sciences naturelles. Genève, 1886.
- XII. Par le *Chief signal Officer U. S. Army* :
1. Annual Report of the Chief signal Officer for the year 1885; Part 1 et 2. Washington, 1885.
- XIII. Par l'*Institut météorologique de la République Argentine* :
1. Anales de la Oficina meteorologica Argentina, tome V. Buenos-Aires, 1887.
- XIV. Par l'*India Office* :
1. Trigonometrical Survey of India, vol. IV. A general description of the principal triangulation of the Jodhpore and the eastern and meridional series of the northwest quadrilateral. Dehra Dun, 1886.
- XV. Par le *Bureau central de l'Association géodésique internationale* :
1. Comptes rendus des séances de la 8<sup>e</sup> Conférence générale de l'Association géodésique internationale, rédigés par A. Hirsch. Berlin, 1887.
- XVI. Par l'*Institut géodésique de Prusse* :
1. Astronomisch-geodaetische Arbeiten 1. Ordnung. Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren 1885 und 1886. Berlin, 1887.
  2. Jahresbericht des Directors des Königl. geodätischen Institutes für die Zeit von April 1886 bis April 1887. Berlin, 1887.
  3. Präcisions-Nivellement der Elbe, dritte Mittheilung. Berlin, 1887.
- XVII. Par le *Ministère de la Guerre de France* :
1. Mémorial du Dépôt général de la Guerre, tome XII, publié par le Général Perrier.  
Nouvelle méridienne de France, 1<sup>re</sup> Partie. Paris, 1887.
  2. Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne en 1879, publiée par les Généraux Ibañez et Perrier. Paris, 1886.

- XVIII. Par l'*Astronomical Observatory of Yale University* :
1. Transactions of the astronomical observatory of Yale University. Volume I, Part I. New-Haven, 1887.
- XIX. Par M. le *Docteur Pernet* :
1. Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, Sitzung vom 1. April 1887.
- XX. Par l'*Institut géographique et statistique d'Espagne* :
1. Memorias del Instituto geografico y estadistico. Tome VI. Madrid, 1886.
- XXI. Par M. le *Docteur Broch* :
1. Oversigt med Hensyn tilde Resultater, hvortil man er kommen, i det internationale Bureau for Maal og Vaegt i Paris. Christiania, 1887.
  2. Undersaegelse of Normal-Thermometret Tonnelot n° 4432 of Docteur O.-J. Broch. Christiania, 1887.
- XXII. Par M. *C.-B. Comstock* :
1. Ratio of meter to yard (Mémoire lu en 1885 à la National Academy of Sciences).
- XXIII. Par M. le *Docteur A.-F. Sundell* :
1. A.-F. Sundell, Barometervergleichungen, ausgeführt in den Jahren 1886-1887. Helsingfors, 1887.
- XXIV. Par M. le *Docteur Thalén* :
1. A.-J. Angström, Recherches sur le spectre solaire. Upsal, 1868.
  2. A.-J. Angström, Spectre normal du Soleil. Atlas. Upsal, 1868.
- XXV. Par la *Société des Ingénieurs civils* :
1. Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils. Septembre-décembre 1886; janvier-septembre 1887.
  2. Résumé des travaux paraissant le premier et le troisième vendredi de chaque mois. Année 1887.

Il n'y a pas eu d'achats de livres dans le courant de l'an-

née 1887, pour les raisons budgétaires déjà indiquées dans le Rapport de l'année dernière.

AUGMENTATION DE LA BIBLIOTHÈQUE EN 1887.

	Ouvrages en Volumes.	Fascicules.	Feuilles.
Abonnements.....	29	32	17
Achats.....	»	»	»
Publications du Bureau.....	2	»	»
Dons.....	19	40	30
TOTAL.....	50	72	47

Voici le nombre des volumes, fascicules et feuilles qui se trouvaient au 31 décembre 1887 dans les divers corps de la Bibliothèque :

	Volumes.	Cahiers.	Feuilles.
A. Revues françaises.....	75	61	103
B. » allemandes.....	120	69	»
C. » diverses.....	99	76	26
D. Ouvrages relatifs aux Poids et Mesures. Partie administrative. Bibliographie et Catalogues.....	35	99	10
E. Poids et Mesures. Partie scientifique.	62	32	»
F. Astronomie et Géodésie.....	42	42	»
G. Météorologie.....	80	55	91
H. Mathématiques. Physique. Divers...	66	96	»
TOTAL.....	581	530	230

Nous faisons observer que les doubles ne sont pas compris dans la liste précédente.

Le Comité international a décidé, dans la séance du 13 octobre 1887, sur la proposition de sa Commission des Instruments et travaux, de faire transcrire les fiches de la Bibliothèque en Catalogue alphabétique ; de faire imprimer ce dernier, sous forme d'annexe aux *Procès-Verbaux*, et d'en faire tirer un certain nombre d'exemplaires, destinés surtout aux membres du Comité, pour faciliter à ces der-

niers les moyens de contribuer à l'augmentation plus rapide de notre Bibliothèque, par des achats d'occasion d'ouvrages scientifiques spéciaux qui intéressent plus particulièrement notre Établissement métrologique, lorsque la subvention extraordinaire, accordée par les Gouvernements des États signataires, permettra au Comité de destiner une petite somme par an à l'achat de livres pour la Bibliothèque. Les mesures sont prises pour exécuter cette décision, et nous espérons ainsi procurer peu à peu au Bureau international des Poids et Mesures les ressources bibliographiques qui lui sont indispensables.

## VI. — Travaux du Bureau international.

Sans pouvoir entrer dans les détails des travaux scientifiques et pratiques qui ont été accomplis au Bureau international pendant l'année 1887, nous rendrons compte sommairement de l'activité du Bureau, en citant les Publications scientifiques, en énumérant les Certificats que le Bureau a délivrés en 1887, enfin en résumant les principaux travaux du personnel scientifique, d'après le Rapport circonstancié que M. le Directeur a soumis au Comité, en session, et qu'il a complété pour les quatre derniers mois de l'année.

Le tome VI des *Travaux et Mémoires* du Bureau international, élaboré presque entièrement dans l'année 1887, n'a cependant pas pu être publié dans cette année; il paraîtra incessamment et comprendra : 1° un travail de M. le D<sup>r</sup> Benoit, de 200 pages, sous le titre *Nouvelles études et mesures de dilatations par la méthode de M. Fizeau*; 2° un travail de M. le D<sup>r</sup> Chappuis, de 125 pages de texte et de 187 pages d'observations, sous le titre *Études sur le thermomètre à gaz, et comparaison des thermomètres à mercure avec le thermomètre à gaz*; 3° un Mémoire de M. le D<sup>r</sup> Guillaume, de 25 pages, sous le titre *Formules pratiques pour la transformation des coefficients thermiques*.

Quant aux vérifications et études des étalons de différentes espèces que les Gouvernements, les Institutions scientifiques et les Savants ont présentés, en 1887, au Bureau international, en nombre encore plus considérable qu'auparavant, 29 en tout, tandis qu'en 1886 ce nombre avait été de 24, le Comité a décidé, dans la séance du 13 octobre dernier, que, précisément en raison du nombre toujours croissant des Certificats que le Bureau international est appelé à délivrer, on ne les transcrirait plus *in extenso* dans les Rapports aux Gouvernements qui sont publiés, mais qu'on se bornerait à les énumérer, en indiquant pour chaque étalon, de longueur et de poids du moins, son équation et les principaux résultats de son étude, qui peuvent présenter un intérêt scientifique ou être bons à consulter plus tard pour des travaux concernant des recherches auxquelles ces étalons auront servi. En général, on supprimera les longues Tables détaillées des corrections de tous les traits de centimètres et de millimètres des échelles de longueur, ou de calibrage des thermomètres, enfin tout ce qui n'a de valeur que pour le propriétaire même de l'étalon. Dans des cas spéciaux cependant, il peut être utile de publier, comme on l'a fait jusqu'à présent, le Certificat tel quel, lorsque l'étalon lui-même ou le résultat de son étude offrent un intérêt particulier. C'est le cas, par exemple, pour la règle géodésique du Cap, dont nous donnons en premier lieu le Certificat entier, qui fera comprendre, entre autres, les difficultés qu'on rencontre dans les comparaisons des étalons des différents systèmes.

De même, il nous semble utile de donner *in extenso* un des trois Certificats que le Bureau a délivrés à des échelles de pendules à réversion, en raison de l'importance de ces instruments pour les recherches géodésiques, et de l'intérêt que les savants qui s'en servent ont à connaître l'étude complète à laquelle on soumet ces règles au Bureau international.

Étant données ces explications, voici la liste des certificats délivrés en 1887 :

## LISTE DES CERTIFICATS DÉLIVRÉS EN 1887.

### I. — ÉTALONS DE LONGUEUR.

#### a. Règles géodésiques.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Sèvres, pavillon de Breteuil, le 15 février 1887.

#### CERTIFICAT

D'UNE RÈGLE GÉODÉSIQUE EN FER DE 10 PIEDS ANGLAIS,

Construite par MM. Troughton et Simms, à Londres; appartenant au Cap Survey; envoyée par M. Gill, Directeur de l'observatoire du Cap, avec demande d'en faire l'étude complète; reçue, de MM. Troughton et Simms, au mois de juin 1886; désignée, dans les cahiers du Bureau international, par le symbole [C].

#### *Description de la règle.*

La règle est une forte barre en fer dont la section a 64<sup>mm</sup>, 5-de hauteur sur 38<sup>mm</sup> de largeur. A ses extrémités, elle est découpée suivant un talon de 50<sup>mm</sup> de longueur sur 33<sup>mm</sup> de hauteur, dont la face supérieure se trouve ainsi reportée dans le plan des fibres neutres de la règle. Au milieu de cette face supérieure est incrustée une petite mouche d'or sur laquelle est tracé un trait; la distance des traits des deux mouches est de 10 pieds anglais. L'axe de la règle est marqué à chaque bout par un point placé à côté du trait. L'un des talons est marqué de la lettre A.

La règle est employée, enfermée dans une forte boîte de sapin, sur le fond de laquelle sont fixés deux rouleaux qui correspondent au premier et au troisième quart de sa longueur. Ils sont munis de chaque côté de ressorts à boudin qui s'opposent aux glissements transversaux; les déplacements longitudinaux sont empêchés par une goupille fixée au fond de la boîte, en son milieu, et qui s'engage dans un petit trou pratiqué à la face inférieure de la règle. Les deux talons sortent par des ouvertures rectangulaires ménagées aux deux extrémités de la boîte, qui est plus courte que la règle. Quand celle-ci n'est pas en expérience, ses talons sont recouverts et protégés par des enveloppes cylindriques de cuivre qui s'ajustent, à vis, aux extrémités de la boîte.

Sur la face supérieure de la règle, au  $\frac{1}{4}$  et aux  $\frac{3}{4}$  de sa longueur, sont pratiqués deux trous dans lesquels s'enfoncent les réservoirs des thermomètres coudés qui l'accompagnent; une petite partie du couvercle se relève à charnières, de chaque côté, pour permettre de faire la lecture de ces thermomètres. La règle porte en outre, en son milieu, un niveau à bulle d'air, placé également sous une fenêtre semblable.

### *Étude.*

L'étude de cette règle a été confiée à M. Benoit, premier adjoint du Bureau international, chargé spécialement de l'étude des règles géodésiques.

Pour les expériences à faire au Bureau international sur cette règle, il a fallu la séparer de sa boîte, qui a été dévissée et démontée à cet effet. La règle a ensuite été placée dans le comparateur géodésique sur deux rouleaux, toujours placés au  $\frac{1}{4}$  et aux  $\frac{3}{4}$  de sa longueur.

La longueur de la règle étant de 10 pieds anglais, c'est-à-dire à peu près de 3<sup>m</sup>,047, son étude ne se présentait pas avec la même simplicité que celle des règles qui sont le plus habituellement entre nos mains et qui appartiennent au système métrique. Il a fallu d'abord modifier en quelques points les appareils, construits essentiellement en vue de ce dernier système, et, en outre, faire intervenir certaines opérations intermédiaires, destinées à établir le passage de l'un des systèmes à l'autre. On a opéré de la manière suivante :

1° On a déplacé le microscope n° 4 du comparateur géodésique de 47<sup>mm</sup> environ vers la droite, de manière que la distance comprise entre son axe et celui du microscope n° 1 devint sensiblement égale à la longueur à déterminer de la règle du Cap. On y est arrivé au moyen d'une équerre spéciale, construite par la Société genevoise, et qui a été substituée à l'équerre normale sur le pilier correspondant; cette équerre est munie de tous les moyens de rectification nécessaires. Il a fallu en même temps modifier en conséquence la planchette d'appui de l'observateur, ouvrir deux orifices correspondant à la nouvelle position du microscope, dans le couvercle III de l'auge, et enfin déplacer et régler à nouveau tout le système éclairé.

2° On a adapté au microscope n° 4, ainsi déplacé, un appareil traqueur, au moyen duquel on a copié sur la règle géodésique internationale n° 2 du Bureau la longueur de la règle du Cap, c'est-à-dire qu'on a tracé sur le bord supérieur de cette règle n° 2, préalablement poli aussi bien que possible, un trait fin, à une distance de 47<sup>mm</sup> environ de la quatrième mouche, sur la droite; la distance entre ce

nouveau trait et le trait de la mouche n° 1 était ainsi à peu près égale à 10 pieds anglais; c'est cette distance qui a servi de terme de comparaison dans toutes les opérations faites sur la règle du Cap. Nous désignerons cette distance par la notation [2].

3° Les opérations sur la règle du Cap étant finies, on a déterminé la longueur [2], qui avait servi de terme de comparaison, de la manière suivante. Cette longueur se compose : 1° de la longueur [I + II], connue, des deux premiers mètres de la règle n° 2, comprise entre la première et la troisième mouche; nous désignerons cette longueur par [2]'; 2° de la longueur III du troisième mètre, plus la petite longueur  $a$ , comprise entre la quatrième mouche et le nouveau trait. Nous désignerons cette longueur totale [III +  $a$ ] par la notation [2]".

On a donc

$$[2] = [2]' + [2]''$$

[2]' étant connue et [2]'' à déterminer. Cette dernière longueur a été déterminée dans le comparateur géodésique, au moyen des microscopes n° 3 et n° 4, par comparaisons avec une partie correspondante de l'échelle [H12] de 1<sup>m</sup>, 50, du baromètre normal, échelle dont les corrections ont été antérieurement établies de 2<sup>cm</sup> en 2<sup>cm</sup>, par un étalonnage. Les longueurs prises sur cette échelle comme termes de comparaison sont les intervalles [0 — 1047] et [0 — 1048].

4° Enfin, comme les corrections des deux traits 1047 et 1048 de la règle [H12] n'étaient pas directement fournies par le Tableau d'étalonnage, on les a déduites des corrections des traits étalonnés les plus voisins, 1040 et 1060, par une étude supplémentaire des 20<sup>mm</sup> compris entre ces derniers traits, étude qui a été faite au moyen du microscope n° 4 du comparateur géodésique.

Toutes les opérations précédentes ont été exécutées en août, septembre et octobre 1886.

*Coefficient de dilatation.* — La dilatation de la règle a été déterminée en comparant la règle du Cap avec l'intervalle [2] sur la règle géodésique n° 2 du Bureau dont le coefficient de dilatation était connu. Par une série d'observations à 20 températures différentes ascendantes et descendantes, faites deux fois, entre les limites 8°, 605 et 38°, 681, échelle du thermomètre à mercure Tonnelot, on a trouvé le coefficient de dilatation

$$\alpha = 0,000011320 + 0,0000000833 \times t.$$

*Longueur de la règle.* — En même temps on a trouvé que la valeur

de la règle du Cap était, à zéro de température,

$$[C] = [2] - 7^{\mu}, 9 \pm 0^{\mu}, 8.$$

On a procédé alors à la détermination de la longueur  $[2]$  en déterminant séparément  $[2]'$  et  $[2]''$ , dont elle est la somme.

La première  $[2]'$  étant connue, sa valeur à zéro de température est

$$[2]' = 2^m - 12^{\mu}, 84 = 1^m, 999^m, 987^{\mu}, 16.$$

La distance  $[2]''$  a été déterminée par quatre séries de comparaisons avec la règle étalonnée H 12 de 1<sup>m</sup>, 50, savoir deux séries avec l'intervalle  $[0 - 1047]$  et deux autres avec l'intervalle  $[0 - 1048]$ , la longueur de  $[2]''$  étant intermédiaire entre ces deux intervalles; l'étalonnage supplémentaire, exécuté pour connaître ces deux intervalles, a donné, après réduction à zéro de température,

$$[0, 1047] = 1047^{mm} - 30^{\mu}, 81 = 1046969^{\mu}, 19,$$

$$[0, 1048] = 1048^{mm} - 31^{\mu}, 90 = 1047968^{\mu}, 10,$$

en s'appuyant sur les corrections connues des traits 1047 et 1048.

Les quatre séries de comparaisons de l'intervalle  $[2]''$  ont alors donné la valeur à zéro de température

$$[2]'' = 1^m, 047^{mm}, 447^{\mu}, 0 \pm 0^{\mu}, 4.$$

En ajoutant la valeur de  $[2]'$ , on a donc à zéro

$$[2] = 3^m, 047^{mm}, 434^{\mu}, 4$$

et, par conséquent,

$$[C] = 3^m, 047^{mm}, 426^{\mu}, 3.$$

*Équation de la règle.* — L'équation de la règle géodésique à une température de  $t^{\circ}$ , en échelle du thermomètre à mercure en verre dur de Tonnelot, est donc donnée par la formule

$$[C] = 3^m, 047.426^{\mu}, 3 [1 + 0,000011320t + 0,0000000833t^2].$$

Si l'on tient compte de l'incertitude de la valeur de la règle géodésique, des erreurs possibles sur son étalonnage et sur la valeur absolue de la règle en H de 1<sup>m</sup>, 50, enfin de celles qu'entraînent les réductions, par suite des incertitudes des divers coefficients de dilatation employés, on conclura qu'il n'est guère possible de garantir les longueurs ainsi calculées, entre 0° et 40°, à plus de 4 à 5 microns près.

*Le Directeur du Bureau international,*

Signé : D<sup>r</sup> O.-J. BROCH.

b. Règles de pendules à réversion.

CERTIFICAT.

RÈGLE DE PENDULE BATTANT  $\frac{3}{4}$  DE SECONDE,

Appartenant à l'Institut central de Météorologie de Budapest;  
reçue le 10 avril 1886.

La règle est en laiton, forme cylindrique, système Repsold. Elle porte un thermomètre métallique.

L'équation de la règle entre les traits  $0^{\text{mm}}$  et  $560^{\text{mm}}$  a été trouvée

$$559^{\text{m}}, 979^{\mu} [1 + 0,00018242.t] \pm 1^{\mu},$$

$t$  désignant la température en degrés du thermomètre à mercure Tonnelot, en verre dur.

On a encore fait une étude complète des intervalles des traits des dixièmes de millimètre de cette règle, depuis  $557^{\text{mm}}, 9$  jusqu'à  $560^{\text{mm}}$ , ainsi que des deux traits auxiliaires qui accompagnent le trait zéro.

Enfin on a étudié le thermomètre métallique. A un degré du thermomètre à mercure Tonnelot correspond en moyenne un déplacement de ce thermomètre de  $7^{\mu}, 5 \pm 0^{\mu}, 2$ .

La règle a été retournée le 10 juin 1887 et le certificat délivré le 12 juin.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Sèvres, pavillon de Breteuil, le 12 juin 1887.

CERTIFICAT

POUR UNE RÈGLE DE PENDULE A RÉVERSION DE LA LONGUEUR  
D'UN MÈTRE,

Appartenant à la Commission géodésique impériale et royale d'Autriche, « K. K. Oesterreichische Gradmessung »; reçue, le 3 novembre 1884, directement par le chemin de fer, avec une demande, en date du 15 octobre 1884, de la « K. K. Oesterreichische Gradmessung », d'en faire l'étude complète, ainsi que l'étude approximative d'un appareil accessoire pour la détermination du centre de gravité du pendule; désignée, dans les Archives du Bureau, par le symbole O.

*Description.*

La règle est en laiton, de la forme cylindrique des règles de pendule à réversion, système Repsold. Les traits se trouvent sur une

surface ramenée dans l'axe du cylindre et coïncidant avec le plan des fibres invariables.

Le trait zéro de la règle est accompagné de deux traits auxiliaires, de chaque côté, à la distance approximative de  $0^{\text{mm}},1$ . A l'autre bout de la règle se trouvent des traits à des intervalles de  $0^{\text{mm}},1$ , depuis  $998^{\text{mm}},9$  jusqu'à  $1001^{\text{mm}},1$ .

Dans la lettre du 15 octobre 1884 de la « K. K. Oesterreichische Gradmessung », M. Th. v. Oppolzer a fait observer qu'on a toujours pris, comme définition du commencement de l'échelle, la moyenne arithmétique des trois traits zéro, c'est-à-dire des traits  $-0^{\text{mm}},1$ ,  $0^{\text{mm}},0$  et  $+0^{\text{mm}},1$ ; et que, pour la fin de la règle, on a pris également la moyenne des trois traits autour de celui de  $1^{\text{m}}$ , c'est-à-dire des traits  $999^{\text{mm}},9$ ,  $1000^{\text{mm}},0$  et  $1000^{\text{mm}},1$ .

La règle porte un thermomètre métallique.

L'appareil auxiliaire pour la détermination du centre de gravité du pendule à réversion est formé d'une barre de laiton, de forme cylindrique, rabotée sur la partie supérieure. Cette surface plane porte des fragments de division en millimètres de  $-1^{\text{mm}}$  à  $+11^{\text{mm}}$ , de  $149^{\text{mm}}$  à  $171^{\text{mm}}$ , et de  $559^{\text{mm}}$  à  $581^{\text{mm}}$ . On a demandé la vérification de ces fragments de division, en déclarant qu'une détermination approchée à  $0^{\text{mm}},01$  suffirait complètement.

#### *Étude de la règle.*

L'étude de la règle a été confiée à M. Benoit, adjoint du Bureau international, qui, dans cette étude, a été assisté par son aide, M. Isaachsen, et plus tard par M. Palaz.

L'étude a été faite au comparateur universel, construit par Starke et Kammerer à Vienne, à la température de l'air ambiant et en position horizontale, la seule que permette la position des comparateurs du Bureau.

La règle du pendule a été placée sur des supports appropriés, disposés sur un des banes du comparateur et entre deux règles du Bureau international portant des échelles bien étudiées, chacune d'elles étant placée sur deux rouleaux. Ces deux règles sont la règle N, en bronze, à section en II, et la Règle type III, en platine iridié, à section en X.

Les températures ont été mesurées par quatre thermomètres du Bureau, parfaitement étudiés, savoir les thermomètres Tonnelot n° 4234, n° 4233, n° 4236 et n° 4237, placés de part et d'autre de la règle de pendule.

Les comparaisons ont été effectuées par neuf séries d'observations, à des époques assez espacées, entre le 25 janvier 1885 et le 20 janvier 1887, et à des températures comprises entre 1°, 9 et 19°, 5. On a fait en outre une étude complète des intervalles des traits auxiliaires.

Le thermomètre métallique, dont la règle est munie, a fait l'objet d'une étude spéciale à 7 températures différentes, depuis 3°, 8 jusqu'à 19°, 5.

### RÉSULTATS.

Comme résultat des comparaisons, on a trouvé pour l'équation de la règle de pendule entre les traits 0 et 1000, à la température  $t$  de l'échelle du thermomètre à mercure Tonnelot,

$$O = 999\,848^{\mu}, 8(1 + 0,000018264 \times t).$$

L'erreur probable de cette valeur est de  $\pm 0^{\mu}, 2$  pour des températures de 0° à 20°.

L'étude des intervalles, compris entre le trait zéro et les traits de la division de l'autre extrémité de la règle, a fourni, après réduction à zéro de température, le Tableau suivant :

Du trait zéro au trait	<sup>mm</sup>	la distance est	<sup>mm</sup> <sup>μ</sup>
»	998,9	»	998,747,0
»	999,0	»	998,846,6
»	999,1	»	998,947,5
»	999,2	»	999,046,8
»	999,3	»	999,147,4
»	999,4	»	999,247,9
»	999,5	»	999,348,0
»	999,6	»	999,448,6
»	999,7	»	999,348,7
»	999,8	»	999,648,0
»	999,9	»	999,748,7
»	1000,0	»	999,848,8
»	1000,1	»	999,948,6
»	1000,2	»	1000,048,6
»	1000,3	»	1000,147,8
»	1000,4	»	1000,249,2
»	1000,5	»	1000,348,2
»	1000,6	»	1000,449,1
»	1000,7	»	1000,549,3
»	1000,8	»	1000,649,4
»	1000,9	»	1000,750,6
»	1001,0	»	1000,850,5
»	1001,1	»	1000,950,5

Enfin, les deux traits auxiliaires qui accompagnent le trait zéro sont aux distances suivantes de ce trait :

—	<sup>mm</sup> 0,1	100 <sup>μ</sup> ,97
	0,0	99 <sup>μ</sup> ,11
+	0,1	

La moyenne des trois traits zéro se trouve donc à la distance de 0<sup>μ</sup>,6 du vrai trait zéro du côté du trait — 0<sup>mm</sup>,1. De même, la moyenne des trois traits 1<sup>m</sup> se trouve à la distance de 0<sup>μ</sup>,1 du vrai trait 1<sup>m</sup> du côté du trait 999<sup>mm</sup>,9.

On en déduit qu'à zéro de température la distance de la moyenne des trois traits zéro au trait 1000<sup>mm</sup>,0 est

$$999^{\text{mm}},849^{\mu},4 \pm 0^{\mu},2,$$

et la distance de la moyenne des trois traits zéro à la moyenne des trois traits 1<sup>m</sup> est

$$999^{\text{mm}},849^{\mu},3 \pm 0^{\mu},2.$$

A la demande expresse de feu M. v. Opolzer, nous donnons encore le Tableau suivant des intervalles, à zéro de température, de

La moyenne des trois traits zéro au trait	<sup>mm</sup>	soit	<sup>mm</sup> <sup>μ</sup>
»	998,9	»	998,747,6
»	999,0	»	998,847,2
»	999,1	»	998,948,1
»	999,2	»	999,047,4
»	999,3	»	999,148,0
»	999,4	»	999,248,5
»	999,5	»	999,348,6
»	999,6	»	999,449,2
»	999,7	»	999,549,3
»	999,8	»	999,648,6
»	999,9	»	999,749,3
»	1000,0	»	999,849,4
»	1000,1	»	999,949,2
»	1000,2	»	1000,049,2
»	1000,3	»	1000,148,4
»	1000,4	»	1000,249,8
»	1000,5	»	1000,348,8
»	1000,6	»	1000,449,7
»	1000,7	»	1000,549,9

La moyenne des trois traits zéro au trait	mm 1000,8	soit	mm    μ 1000,650,0
"  "  "	1000,9	»	1000,751,2
"  "  "	1001,0	»	1000,851,1
"  "  "	1001,1	»	1000,951,1

L'étude du thermomètre métallique a donné les résultats suivants, obtenus par sept comparaisons avec les thermomètres Tonnélot en verre dur :

TEMPÉRATURE des thermomètres à mercure Tonnélot en verre dur.	POSITION DU TRAIT ZÉRO sur l'échelle du thermomètre métallique.	VALEUR D'UN DEGRÉ du thermomètre à mercure en microns du thermomètre métallique.
0	mm	μ
17,053	0,823,2	17,69
3,808	0,588,9	17,36
19,482	0,861,0	16,60
13,891	0,768,2	17,54
11,360	0,723,8	16,60
7,630	0,661,9	19,76
4,199	0,594,1	

A un degré du thermomètre à mercure Tonnélot correspond donc, en moyenne, un déplacement du thermomètre métallique de

$$17\mu,6 \pm 0\mu,3$$

et chaque micron de déplacement représente donc  $0^{\circ},057 \pm 0^{\circ},001$  en degré centigrade de l'échelle des thermomètres à mercure Tonnélot.

*Étude de la barre auxiliaire du pendule à réversion.*

Cette étude a été faite au comparateur universel par M. Palaz, aide du Bureau, sous la direction de M. Benoit, premier adjoint.

Les fragments de division de la barre ont été comparés avec les divisions de la règle en bronze N du Bureau international, à la température de  $16^{\circ},725$  pour l'intervalle  $[0 - 570]$ , et à la température de  $16^{\circ},842$  pour l'intervalle  $[160 - 570]$  de la barre auxiliaire.

En admettant pour le coefficient de dilatation de la barre, à défaut d'une détermination spéciale, le coefficient de dilatation moyen du

laiton, généralement adopté, savoir  $\alpha = 0,0000185$ , on a trouvé à zéro de température

L'intervalle [ 0 — 570 ] sur la barre..... =  $569^{\text{mm}},921^{\mu},8$   
» [160 — 570] » ..... =  $409^{\text{mm}},926^{\mu},2$

En opérant à des températures comprises entre  $0^{\circ}$  et  $30^{\circ}$ , l'incertitude provenant du coefficient de dilatation de la barre en laiton ne pourra pas dépasser  $0^{\text{mm}},01$ , limite d'exactitude demandée. En opérant à des températures entre  $10^{\circ}$  et  $25^{\circ}$ , l'incertitude restera en dessous de  $0^{\text{mm}},003$ .

Les intervalles des traits 0,160 et 570 étant ainsi déterminés, on a étudié les intervalles millimétriques sur chacun des trois fragments de la barre, et l'on a déduit le Tableau de corrections suivant :

*Tableau des corrections à zéro de température des divisions  
de la barre auxiliaire du pendule à réversion.*

TRAITS.	CORRECTIONS.	TRAITS.	CORRECTIONS.	TRAITS.	CORRECTIONS.
— 1	—2,4 <sup>μ</sup>	149	—22,7 <sup>μ</sup>	559	—95,7 <sup>μ</sup>
0	0,0	150	—22,5	560	—97,5
+ 1	+3,1	151	—19,2	561	—91,9
2	+6,3	152	—18,7	562	—88,3
3	+5,8	153	—18,7	563	—88,7
4	+5,5	154	—19,4	564	—88,2
5	+4,1	155	—16,5	565	—87,8
6	+3,2	156	—12,5	566	—85,7
7	+2,7	157	—13,9	567	—83,8
8	+3,5	158	— 8,3	568	—81,7
9	—1,2	159	— 5,2	569	—78,4
10	+1,1	160	— 4,4	570	—78,2
11	+5,4	161	+ 2,4	571	—78,7
		162	+ 3,2	572	—75,0
		163	+ 5,7	573	—71,0
		164	+ 9,5	574	—67,7
		165	+ 9,7	575	—68,7
		166	+ 9,8	576	—63,0
		167	+12,3	577	—64,3
		168	+12,3	578	—63,3
		169	+12,6	579	—59,9
		170	+14,2	580	—58,0
		171	+14,2	581	—56,3

La règle a été retournée à l'Ambassade d'Autriche-Hongrie le  
10 juin 1887.

*Le Directeur du Bureau international,*

Signé : D<sup>r</sup> O.-J. BROCH.

**CERTIFICAT.**

RÈGLE DE PENDULE A RÉVERSION DE LA LONGUEUR D'UN MÈTRE,

Appartenant à la Commission géodésique de l'Italie;  
reçue le 18 août 1886.

La règle est en laiton, forme cylindrique, système Repsold. Elle est munie d'un thermomètre métallique et accompagnée d'un thermomètre à mercure, dont on a fait la vérification par comparaison avec les thermomètres normaux du Bureau, entre les températures de  $9^{\circ}$  et  $23^{\circ},6\text{C.}$ , ainsi que l'avait demandé M. le Président de la Commission géodésique de l'Italie.

L'équation de la règle, entre 0 et 1000, a été trouvée

$$999^{\text{mm}},960^{\mu},5[1 + 0,000018035.t],$$

$t$  désignant la température en degrés du thermomètre à mercure de Tonnolot, en verre dur.

On a encore fait une étude complète des intervalles des traits des dixièmes de millimètre de cette règle, depuis  $998^{\text{mm}},9$  jusqu'à  $1001^{\text{mm}},1$ , ainsi que des traits auxiliaires qui accompagnent le trait zéro. Enfin, on a étudié le thermomètre métallique, et l'on a trouvé qu'à 1 degré du thermomètre Tonnolot, à mercure, correspond un déplacement de  $12^{\mu},24 \pm 0^{\mu},5$  de l'échelle métallique, et que le déplacement d'un micron sur l'échelle du thermomètre métallique correspond à  $0^{\circ},082 \pm 0^{\circ},003$  en degrés centigrades du thermomètre à mercure Tonnolot.

Le thermomètre à mercure accompagnant la règle a été étudié à six températures différentes, entre  $9^{\circ},141$  et  $23^{\circ},792$ , et un Tableau pour la réduction des lectures de ce thermomètre en degrés du thermomètre à mercure Tonnolot en verre dur a été dressé, ainsi que des Tables pour les corrections de pression intérieure et extérieure.

*c. Règles métriques.*

**CERTIFICAT.**

RÈGLE EN LAITON AVEC ÉCHELLE SUR LAME D'ARGENT,

Appartenant à M. Hagenbach, de Bâle; reçue en novembre 1884.

La section est en forme de H, de  $20^{\text{mm}}$  de hauteur et de largeur extérieure. La lame d'argent, incrustée à la hauteur de la surface

neutre, est divisée en millimètres sur toute sa longueur. La règle porte, gravé sur la surface inférieure, le chiffre 10. Elle est désignée par H<sub>10</sub>.

La règle était, à la demande du Bureau, accompagnée d'un bout découpé, destiné à servir à l'analyse chimique et aux observations de la dilatation d'après le procédé Fizeau.

On a constaté que cette règle, depuis mars 1885 jusqu'à janvier 1887, s'est raccourcie de 3 microns. Ce fait de raccourcissement a encore été constaté sur le bout de laiton découpé de la règle et soumis à l'étude par la méthode Fizeau.

L'équation de la règle s'est trouvée, en mars 1885,

$$H_{10} = 1^m - 16^{\mu},0 + 18^{\mu},713.t + 0^{\mu},0067.t^2,$$

et en janvier 1887,

$$H_{10} = 1^m - 18^{\mu},9 + 18^{\mu},713.t + 0^{\mu},0067.t^2 \pm 0^{\mu},2,$$

$t$  désignant la température en degrés du thermomètre à mercure Tonnelot en verre dur.

L'analyse chimique du laiton a donné le résultat suivant :

Le cuivre, pour 100.....	59,15
Le zinc, » .....	38,25
Le plomb, » .....	2,06
L'étain, » .....	0,30
Le fer, » .....	0,19
	99,95

L'étalonnage de la règle a été fait, et les corrections ont été déterminées pour tous les centimètres, pour les millimètres du premier et du dernier centimètre, enfin pour les dixièmes de millimètre du premier et du dernier millimètre.

Dans le dernier certificat, délivré le 28 janvier 1887, on a fait observer expressément que l'invariabilité de la règle dans l'avenir paraît douteuse, le même raccourcissement ayant été constaté sur d'autres règles en laiton.

#### CERTIFICAT.

##### RÈGLE A TRAITS, EN LAITON, .

Appartenant à l'Université d'Upsal; construite par MM. Brunner frères et présentée par la Légation de Suède et Norvège, le 20 décembre 1885, avec demande d'une étude complète.

La règle est désignée par la lettre U. Elle a servi aux études

d'Ångström, d'Upsal, sur les longueurs d'onde des différentes raies du spectre solaire.

La règle est à section rectangulaire de 29<sup>mm</sup> de largeur et de 19<sup>mm</sup> de hauteur. A la surface supérieure se trouvent incrustées 11 mou-ches en argent sur lesquelles sont tracés les traits des décimètres. La règle est munie de deux thermomètres coudés dont les réservoirs entrent dans le corps de la règle.

L'équation de cette règle a été trouvée

$$U = 1^m - 80^{\mu}, 2 + 18^{\mu}, 4224 . t_a + 0^{\mu}, 003 31 . t_a^2 \pm 0^{\mu}, 6,$$

$t_a$  désignant la température d'après l'échelle du thermomètre à azote.

Un étalonnage a été fait des décimètres de cette règle, et l'on a trouvé, après réduction à zéro de température,

Le 1 <sup>er</sup> décimètre.....	mm	$\mu$
Le 2 <sup>e</sup> » .....	99,985,	6
Le 3 <sup>e</sup> » .....	99,990,	8
Le 4 <sup>e</sup> » .....	99,990,	8
Le 5 <sup>e</sup> » .....	99,990,	5
Le 6 <sup>e</sup> » .....	99,995,	6
Le 7 <sup>e</sup> » .....	99,994,	7
Le 8 <sup>e</sup> » .....	99,996,	2
Le 9 <sup>e</sup> » .....	99,995,	2
Le 10 <sup>e</sup> » .....	99,989,	8
	99,990,	6

avec une erreur probable de  $\pm 0^{\mu}, 2$ .

Les deux thermomètres coudés ont été comparés à un des thermomètres étalons du Bureau, et les corrections ont été déterminées de 5° en 5°, depuis zéro jusqu'à 30°.

Le certificat a été délivré et la règle renvoyée à la Légation de Suède et de Norvège, le 25 février 1887.

#### CERTIFICAT.

##### RÈGLE A TRAITS, EN LAITON,

Appartenant à l'Académie royale des Sciences de Suède; construite, en 1869, par M. Sørensen, à Stockholm, et présentée par la Légation de Suède et Norvège, le 20 décembre 1885, avec demande d'une étude complète.

La règle porte l'inscription : mètre D.

La règle est à section rectangulaire de 30<sup>mm</sup> de largeur et de 17<sup>mm</sup>

de hauteur. A la surface supérieure se trouvent incrustées des mou-ches en platine sur lesquelles sont tracés les traits des décimètres, des centimètres du premier décimètre, la division du premier centimètre en millimètres et du premier millimètre en cinquièmes de millimètre. La règle est munie de deux thermomètres coudés, dont les réservoirs entrent dans le corps de la règle.

L'équation de cette règle a été trouvée en janvier 1887

$$D = 1^m - 15^{\mu}, 0 + 18^{\mu}, 381. t_a \pm 0^{\mu}, 2.$$

L'étalement a été fait des sous-divisions de cette règle, et les corrections de tous les traits ont été données dans le certificat.

Les thermomètres coudés ont été étudiés par comparaison, de 5 degrés en 5 degrés; depuis zéro jusqu'à 30°, avec un des thermomètres étalons du Bureau.

#### CERTIFICAT.

##### MÈTRE A BOUTS,

Appartenant à l'Académie des Sciences de Suède; construit par M. Sörensén, à Stockholm, présenté par la Légation de Suède et Norvège, le 20 décembre 1885.

Cette règle est désignée par le symbole B.

La règle est formée d'un tube cylindrique en laiton muni à chaque bout d'un cylindre en acier, fixé au tube par une goupille.

L'équation de cette règle a été trouvée au mois de mars 1887 :

$$B = 1^m - 14^{\mu}, 7 + 18^{\mu}, 38. t \pm 1^{\mu},$$

$t$  étant la température en degrés du thermomètre à mercure en verre dur de Tonnelot.

Les deux thermomètres coudés ont été étudiés par comparaison, de 5 degrés en 5 degrés, depuis zéro jusqu'à 20°, avec un des thermomètres étalons du Bureau.

#### CERTIFICAT.

##### MÈTRE EN LAITON, AVEC DIVISION SUR LAME D'ARGENT INCRUSTÉE A LA SURFACE SUPÉRIEURE,

Appartenant à la Commission géodésique d'Italie; reçu le 11 février 1887; construit par M. Bamberger, à Berlin.

La règle porte le n° 1391. Elle est à section rectangulaire de 20<sup>mm</sup> de largeur et de 10<sup>mm</sup> de hauteur.

L'équation de la règle a été trouvée

$$\text{Bam n}^\circ 1391 = 1^m - 34^\mu, 2 \pm 0^\mu, 3 + (18^\mu, 691 + 0,056 \cdot T)T,$$

$T$  désignant la température suivant l'échelle normale thermométrique adoptée, par le Comité international, pour le service international des Poids et Mesures.

Les corrections des divisions ont été déterminées pour tous les traits des centimètres, ainsi que pour les traits des millimètres du premier centimètre.

Vu les erreurs qui peuvent résulter de la nécessité de placer cette règle dans toute sa longueur sur un support, et du tracé des traits sur la surface supérieure, l'erreur probable réelle des corrections ne peut pas être considérée comme inférieure à  $\pm 0^\mu, 5$ .

Le certificat fait encore observer l'incertitude sur l'invariabilité des règles en laiton de construction récente.

Le certificat a été délivré le 27 décembre 1887.

## II. — KILOGRAMMES ET MASSES.

### CERTIFICAT.

KILOGRAMME EN LAITON DORÉ,

Appartenant à M. Kayser, à Saint-Gall; reçu le 22 février 1887;  
construit par la Société genevoise.

L'emploi d'un bouton vissé empêchant la possibilité de déterminer le volume par pesée hydrostatique, on a accepté la valeur suivante, moyenne des kilogrammes en laiton doré,

$$\text{Volume} = (120^{\text{ml}}, 00 + \Delta)(1 + 0,000\,055 \cdot t),$$

$t$  désignant la température, et  $\Delta$  une correction inconnue.

$$\text{Masse de ce kilogramme} = 1^{\text{kg}} - 15^{\text{mg}}, 0 + 1^{\text{mg}}, 2456 \cdot \Delta.$$

Certificat délivré le 10 mai 1887.

### CERTIFICAT.

TROIS KILOGRAMMES EN CUIVRE, EN FORME DE SPHÈRE,

Construits par M. Stuckrath, à Berlin; reçus de MM. les D<sup>rs</sup> Kœnig et Richarz, de Berlin, en décembre 1886, avec demande d'en faire la vérification.

L'une des sphères est en cuivre platiné; elle est désignée par le symbole  $S_p$ .

La seconde est en cuivre doré; elle est désignée par le symbole  $S_d$ .  
La troisième est en cuivre moitié doré, moitié platiné; elle est désignée par le symbole  $S_m$ .

On a trouvé le volume de ces trois sphères :

$$\begin{aligned} \text{Volume de } S_p &= 112,390 (1 + 0,000\,050.t), \\ \text{Volume de } S_d &= 112,362 (1 + 0,000\,050.t), \\ \text{Volume de } S_m &= 112,369 (1 + 0,000\,050.t). \end{aligned}$$

MM. Kœnig et Richarz ayant surtout besoin, pour les recherches auxquelles ces sphères doivent servir, de connaître les différences de ces kilogrammes avec une exactitude plus grande que les valeurs absolues, on a déterminé la valeur absolue de  $S_m$  par comparaison avec l'étalon en platine iridié S du Bureau, et l'on a ensuite comparé les trois sphères entre elles dans toutes les combinaisons possibles, chaque comparaison étant répétée 4 fois.

Les résultats ont été les suivants :

$$\begin{aligned} S_m &= 1^{\text{kg}} + 1^{\text{mg}}, 882, \\ S_p - S_m &= + 0,640 \pm 0,005, \\ S_d - S_m &= + 1,377 \pm 0,005, \\ S_d - S_p &= + 0,737 \pm 0,005, \end{aligned}$$

Certificat délivré le 18 juin 1887.

#### CERTIFICAT.

DIX-HUIT PETITS CAVALIERS DE BALANCE, EN FIL D'ALUMINIUM,

Reçus, le 24 février 1887, de MM. les D<sup>rs</sup> Kœnig et Richarz, de Berlin, avec demande d'en faire la vérification.

Comme volume d'un gramme du métal dont les cavaliers sont construits, on a accepté la valeur

$$0^{\text{ml}}, 37795 (1 + 0,000\,066\,63.t + 0,000\,000\,035.t^2).$$

Les résultats de la vérification sont :

$$\begin{array}{ll} K\ 27' &= 26,9674, & K\ 1',4 &= 1,4173, \\ K\ 27'. &= 26,9700, & K\ 1',4. &= 1,4107, \\ K\ 27'.. &= 27,0039, & K\ 1',4.. &= 1,4131, \\ K\ 9' &= 9,0015, & K\ 1' &= 1,0046, \\ K\ 9'. &= 9,0114, & K\ 1'. &= 1,0016, \end{array}$$

K 9'.. = 9,0140,	K 1'.. = 1,0110,
K 3' = 2,9995,	K 0',8 = 0,8024,
K 3'. = 3,0172,	K 0',8. = 0,8041,
K 3'.. = 3,0148,	K 0',8.. = 0,8073.

L'erreur probable de ces résultats peut être estimée à  $\pm 0^{\text{mg}},001$ .  
 Certificat délivré le 18 juin 1887.

**CERTIFICAT.**

SÉRIE DE POIDS EN PLATINE-RHODIUM ET EN ALUMINIUM,

**Construits par M. A. Collot, à Paris; appartenant au Bureau  
 des Poids et Mesures de la Norvège.**

Les résultats de la vérification sont les suivants :

DÉSIGNATION DES POIDS.	VALEURS.	VOLUMES A ZÉRO en millilitres.
	g mg	ml
Br. 5 $\mathcal{g}$	5,000,1521	0,26556
4 $\mathcal{g}$	4,000,2067	0,21245
3 $\mathcal{g}$	3,000,1782	0,15934
2 $\mathcal{g}$	2,000,0549	0,10622
1 $\mathcal{g}$	1,000,0015	0,05311
400'	399,9884	0,02124
300'	299,9857	0,01593
200'	199,9662	0,01062
100'	100,0170	0,00531
40'	40,0362	0,00213
30'	29,9850	0,00159
20'	19,9996	0,00106
10'	10,0221	0,00053
4'	4,1891	0,00158
3'	3,1401	0,00119
2'	2,0886	0,00079
1'a	1,0474	0,00040
1'b	1,0380	0,00039
1'c	1,0144	0,00038
0',7	0,6900	0,00026
0',5	0,4618	0,00017
0',2	0,1953	0,00007
0',1	0,1000	0,00004

L'erreur probable des valeurs des poids ne dépasse guère  $0^{\text{mg}},002$ .  
Le certificat a été délivré le 8 août 1887.

**CERTIFICAT.**

QUATRE GRAMMES ET UN CENTIGRAMME EN CRISTAL DE ROCHE,

Appartenant au Bureau des Poids et Mesures du Royaume de Norvège.

Ces poids sont en forme de lentilles biconvexes.

Comme densité du cristal de roche, on a accepté  $\delta_0 = 2,65125$ , et  
comme coefficient de dilatation cubique,

$$k = 0,000\ 033\ 343 + 0,000\ 000\ 03355 \cdot t.$$

L'étude de ces poids a donné les résultats suivants :

DÉSIGNATION DES POIDS.	VALEURS.	VOLUMES A ZÉRO en millilitres.
C <sub>I</sub>	mg 1000,1096	ml 0,37722
C <sub>II</sub>	998,9218	0,37677
C <sub>III</sub>	1000,8931	0,37752
C <sub>IV</sub>	1000,6601	0,37743
Br. $g, 10^{\text{mg}}$	10,4029	0,00392

Le certificat a été délivré le 9 août 1887.

**CERTIFICAT.**

GRAMME EN PLATINE, EN FORME D'UNE PLAQUE CARRÉE, A COINS COUPÉS  
ET UN COIN RELEVÉ,

Appartenant à M. Pellat, Maître de Conférences à la Faculté  
des Sciences, à Paris; reçu le 29 juillet 1887.

Comme volume de ce gramme, on a accepté  $0^{\text{ml}},0472$ .

La valeur en a été trouvée =  $999^{\text{mg}},870 \pm 0^{\text{mg}},001$ .

Le certificat a été délivré le 10 août 1887.

CERTIFICAT.

KILOGRAMME EN PLATINE,

Construit par M. Fortin; appartenant aux États-Unis d'Amérique.

Ce kilogramme avait été vérifié par le Bureau, et le certificat délivré le 9 août 1884. Le volume de ce kilogramme nous était alors inconnu, et nous n'avons pas osé le déterminer par une pesée hydrostatique, le kilogramme étant construit en platine non fondu, préparé par l'ancienne méthode. Nous avons donc, comme nous l'avons déclaré dans le certificat du 9 août 1884, accepté comme volume la valeur identique à celle du kilogramme des Archives de France, en y ajoutant la correction inconnue  $\Delta^{\text{ml}}$ ; donc

$$\text{Volume du kilogr. américain} = 48^{\text{ml}},6674 + 0^{\text{ml}},001411.t + \Delta^{\text{ml}}.$$

La valeur du kilogramme américain, trouvée par des comparaisons avec les kilogrammes auxiliaires du Bureau, S et C, et insérée dans le certificat du 9 août 1884, était

$$\text{Kilogr. américain} = \text{kilogr. prototype intern.} - 3^{\text{mg}},64 + 1^{\text{mg}},212.\Delta.$$

Dans une lettre, du 25 novembre 1887, M. F.-M. Thorn, superintendant Bureau of Weights and Measures, U. S. Coast and Geodetic Survey Office, nous a fait savoir que le volume du kilogramme américain en question avait été déterminé antérieurement et qu'il était

$$\text{Volume du kilogr. américain} = 47^{\text{ml}},851 + 0^{\text{ml}},00129.t.$$

On aura donc

$$\Delta = - 0^{\text{ml}},8164 - 0,000121.t.$$

La température pendant les comparaisons, en juillet 1887, étant 17°, on aura, à cette température,

$$\Delta = - 0,8185, \quad 1,212 \Delta = - 0^{\text{mg}},99,$$

et l'on a donc définitivement

$$\text{Kilogr. américain} = \text{kilogr. prototype international} - 4^{\text{mg}},63.$$

III. — THERMOMÈTRES.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4506,

**Appartenant à l'Université de Christiania, Cabinet de Physique;  
reçu le 15 mai 1886.**

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-5^{\circ},2$  jusqu'à  $+103^{\circ},6$ . Certificat délivré le 6 janvier 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4513,

**Appartenant à M. Chappuis; reçu le 12 août 1886.**

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-4^{\circ},2$  jusqu'à  $+101^{\circ},9$ . Certificat délivré le 3 février 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4516.

**Appartenant à M. Chappuis; reçu le 12 août 1886.**

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-3^{\circ},6$  jusqu'à  $+102^{\circ},3$ . Certificat délivré le 22 février 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4532,

**Appartenant au Bureau des Poids et Mesures de l'Empire russe;  
reçu le 20 mars 1887.**

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-3^{\circ},5$  jusqu'à  $+103^{\circ},7$ . Certificat délivré le 26 mai 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4531,

**Appartenant à M. Amagat, Professeur à Lyon; reçu le 12 avril 1886.**

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes

de degré, depuis  $-3^{\circ},6$  jusqu'à  $102^{\circ},2$ . Certificat délivré le 12 juin 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4545,

Appartenant à M. Stoletow, Professeur à l'Université de Moscou;  
reçu le 27 mai 1887.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-4^{\circ},3$  jusqu'à  $+103^{\circ},7$ . Certificat délivré le 11 août 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4547,

Appartenant à la « Polyteknisk Laereanstalt », Copenhague;  
reçu le 6 août 1887.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-3^{\circ},1$  jusqu'à  $+101^{\circ},8$ . Certificat délivré le 26 décembre 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4548,

Appartenant à la « Polyteknisk Laereanstalt », Copenhague;  
reçu le 6 août 1887.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis  $-3^{\circ},3$  jusqu'à  $+103^{\circ},0$ . Certificat délivré le 26 décembre 1887.

Tous ces thermomètres ont été étudiés de la même manière. L'équidistance des traits a d'abord été vérifiée. Le calibrage a été effectué, par une division en cinq parties de l'intervalle  $[0 - 100]$ , par des colonnes de  $20^{\circ}$ ,  $40^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  et  $80^{\circ}$ . Ce calibrage a été répété trois fois avec de nouvelles colonnes; puis on a fait un calibrage, de  $2^{\circ}$  en  $2^{\circ}$ , de chaque section de  $20^{\circ}$ . Enfin les corrections de calibre des traits au-dessous de zéro et au-dessus de  $100^{\circ}$  ont été déterminées par un calibrage auxiliaire.

Le coefficient de pression a été déterminé pour chaque thermomètre. La détermination de la distance fondamentale a été répétée cinq fois, à des intervalles de temps de plusieurs semaines, et simultanément en position verticale et en position horizontale. Enfin le zéro a été déterminé plusieurs fois avec indication de la température antérieure à laquelle le thermomètre avait été exposé.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4504,

Appartenant à M. Stohmann, Professeur à l'Université de Leipzig ;  
reçu le 12 avril 1887.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle fractionnée en dixièmes de degré, depuis  $-3^{\circ},2$  à  $+39^{\circ},0$ ; depuis  $64^{\circ},3$  jusqu'à  $67^{\circ},8$ , et depuis  $97^{\circ},1$  jusqu'à  $102^{\circ},6$ , avec deux ampoules intermédiaires. Le calibrage a été fait par une division en trois parties, depuis  $-2^{\circ}$  jusqu'à  $100^{\circ}$ , puis par une division en deux parties de la section  $[-2^{\circ}$  à  $+38^{\circ}]$ ; enfin on a fait un calibrage de  $2^{\circ}$  en  $2^{\circ}$  des sections  $[-2^{\circ}$  à  $+18^{\circ}]$  et  $[18^{\circ}$  à  $38^{\circ}]$ . Certificat délivré le 24 juin 1887.

**CERTIFICAT.**

THERMOMÈTRE TONNELOT, N° 4539,

Appartenant au Bureau fédéral des Poids et Mesures, à Berne ;  
reçu le 16 juillet 1887.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle fractionnée en dixièmes de degré, depuis  $-31^{\circ},9$  jusqu'à  $+40^{\circ},1$ , et de  $94^{\circ},2$  à  $102^{\circ},9$ , avec une ampoule intermédiaire. Certificat délivré le 8 décembre 1887.

L'équidistance des traits de ce thermomètre a été d'abord vérifiée. On a fait d'abord une première division en deux parties, entre les traits  $-28^{\circ}$  et  $+100^{\circ}$ , avec deux colonnes de  $64^{\circ}$  observées six fois dans chaque position. On a fait, de cette manière, la détermination de la correction du trait  $36^{\circ}$ . La partie  $[-28^{\circ}$  à  $+36^{\circ}]$  a été divisée en quatre parties par un calibrage complet, avec trois colonnes de  $16^{\circ}$ ,  $32^{\circ}$  et  $48^{\circ}$ , observées quatre fois dans chaque position.

Enfin, chacune des sections  $[-28^{\circ}$  à  $-12^{\circ}]$ ,  $[-12^{\circ}$  à  $+4^{\circ}]$ ,  $[+4^{\circ}$  à  $+20^{\circ}]$ ,  $[+20^{\circ}$  à  $+36^{\circ}]$  a été divisée en huit parties par un calibrage de  $2^{\circ}$  en  $2^{\circ}$ .

Les corrections des traits dans le voisinage de  $100^{\circ}$  ont été déterminées par des observations supplémentaires.

Toutes les corrections ont été transformées dans le système [0 — 100].

La détermination du coefficient de pression, ainsi que l'étude de la distance fondamentale et l'observation du point zéro, ont été faites de la même manière que pour les thermomètres à échelle complète.

#### CERTIFICAT.

THERMOMÈTRE KEW, N° 430; NEGRETTI ET ZAMBRA, N° 12763;  
HICKS, N° 20065,

Appartenant au « Standards Office », à Londres.

Ces thermomètres ont la tige émaillée et la division d'après le système Fahrenheit. La construction ne permettant pas le calibrage ni la détermination de la distance fondamentale avec une exactitude suffisante, on a dû, avec l'assentissement de M. Chaney, « Officer in charge of the Standards », se borner à la comparaison de ces trois thermomètres avec un des thermomètres étalons du Bureau. Les corrections ont été déterminées pour des températures dans le voisinage de  $41^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $59^{\circ}$ ,  $68^{\circ}$ ,  $77^{\circ}$ ,  $86^{\circ}$  et  $95^{\circ}$  Fahrenheit.

Les coefficients de pression ont été déterminés, ainsi que la position du zéro, après un séjour prolongé, à  $16^{\circ}\text{C}$ . Le certificat a été délivré le 29 avril 1887.

#### CERTIFICAT.

THERMOMÈTRE BAUDIN, N° 4373,

Appartenant au « Standards Office », à Londres.

Ce thermomètre est construit d'après le système Baudin, à division rectifiée, avec division en dixièmes de degré de  $-4^{\circ}, 1$  à  $+55^{\circ}, 1$  et à tige émaillée.

La division n'étant pas équidistante, on s'est borné à déterminer les corrections des lectures par comparaison avec un de nos thermomètres étalons. Les comparaisons ont été faites de  $5^{\circ}$  en  $5^{\circ}$ , depuis  $0^{\circ}$  jusqu'à  $35^{\circ}$ .

Le coefficient de pression a été déterminé : on a fait également deux déterminations du point zéro. Le certificat a été délivré le 29 avril 1887.

Tous ces certificats de thermomètres sont accompagnés de Tables détaillées pour appliquer aux lectures les corrections de calibre, de pressions, intérieure et extérieure, et pour la correction de l'intervalle fondamental.

Nous passons aux travaux principaux du personnel scientifique du Bureau.

*Travaux de M. le Directeur.*

M. le Dr Broch a continué de s'occuper spécialement de toutes les comparaisons et études à faire au moyen du comparateur Brunner, et dans lesquelles il a été assisté par l'aide, M. Boinot.

L'étude de la règle en laiton, figurant dans la liste sous le n° 2, a donné lieu à des remarques intéressantes sur des variations lentes de ce genre de règles. En effet, M. Broch avait trouvé déjà au mois de mars 1885, par comparaison avec le prototype I<sub>2</sub> et en employant pour la dilatation la valeur  $\alpha = 10^{-9}(18713 + 6,7.t)$ , déterminée par M. Benoît à l'appareil Fizeau, l'équation de la règle à 0° de température,  $H_{10} = 1^m - 16^{\mu}, 0 \pm 0^{\mu}, 2$ . En octobre 1886, M. Broch a répété les comparaisons de la même règle avec le même prototype à quatre températures différentes, dont il a déduit la dilatation moyenne de  $18^{\mu}, 801$  par degré, c'est-à-dire une valeur s'accordant très bien avec celle de 1885; mais, par contre, l'équation de l'étalon en est résultée, pour 0°,  $H_{10} = 1^m - 18^{\mu}, 95 \pm 0^{\mu}, 21$ . Il paraît donc que cette règle, pendant l'intervalle des dix-neuf mois écoulés depuis mars 1885, s'est raccourcie de  $3^{\mu}$ , quantité qui dépasse plus de dix fois l'incertitude des deux déterminations.

Des faits semblables de raccourcissement lent avec le temps ont été observés au Bureau international sur d'autres règles en laiton de même provenance; et M. Benoît les a constatés avec l'appareil Fizeau, sur différents échantillons de laiton, de bronze et même sur un échantillon d'or monétaire, frappé au balancier. Il faut ajouter que le bronze

ne montrait ces raccourcissements qu'après avoir été réchauffé, dans l'appareil Fizeau, jusqu'à 60° et 80° et refroidi ensuite, tandis qu'on n'a point observé ce fait sur du bronze recuit; il paraît donc que ce n'est pas seulement la présence du zinc dans l'alliage qui détermine ce phénomène curieux, comme quelques physiciens l'ont admis, mais que le recuit n'est pas sans influence sur lui.

Parmi les trois étalons suédois en laiton, mentionnés déjà dans le dernier Rapport et figurant dans la liste des certificats sous les nos 6, 7 et 8, le premier à traits, désigné par le symbole U, présente un intérêt spécial, parce qu'il a servi aux célèbres études d'Ångström, à Upsal, sur les longueurs d'onde. Tandis que Ångström avait accepté, d'après une comparaison faite en 1866 à Paris avec l'étalon du Conservatoire des Arts et Métiers, pour la longueur à zéro de son étalon,  $U_0 = 1^m - 190^\mu$ , M. Broch a trouvé, par la comparaison avec le prototype I<sub>2</sub>,  $U_0 = 1^m - 80^\mu, 2 \pm 0^\mu, 2$ ; donc une différence de 110<sup>μ</sup>. Déjà M. Lindhagen, le savant secrétaire de l'Académie des Sciences de Stockholm, qui avait émis des doutes sérieux sur la détermination de Ångström, avait trouvé, par la comparaison avec un étalon appartenant à l'Académie de Stockholm,  $U_0 = 1^m - 62^\mu, 1$ , et par comparaison avec un étalon appartenant au Gouvernement de Finlande et déterminé à Paris par Lemström, de Helsingfors,  $U_0 = 1^m - 78^\mu, 3$ . Cette dernière valeur s'approche donc très près de la valeur définitive trouvée au Bureau international, et confirme ainsi l'erreur considérable, montant au moins à 0<sup>mm</sup>,1, dans l'unité fondamentale d'Ångström.

La Section française avait remis, le 23 juin 1886, au Bureau international, une règle métrique en alliage de 1874, portant le n° 26, qui a servi à plusieurs comparaisons exécutées par feu M. Tresca au Conservatoire des Arts et Métiers, et qui se trouve mentionnée dans l'Exposé de la situation des travaux de la Section française en 1879. Par une série de 8 comparaisons avec le prototype provisoire I<sub>2</sub>, et en admettant pour son coefficient de dilatation la va-

leur trouvée pour notre étalon n° 13 du même alliage, M. le Dr Broch a déterminé l'équation suivante de cette règle, n° 26 =  $1^m + 8^{\mu}, 9 \pm 0^{\mu}, 1$ .

M. le Directeur a fait comparer par son aide, M. Boinot, aux mois de juin et juillet, la règle type II en platine iridié et la règle normale en bronze, désignée par le symbole N, appartenant au Bureau, avec le prototype provisoire I<sub>2</sub>. Après réduction à la température zéro, M. Boinot a trouvé

$$II = I_2 + 75^{\mu}, 04 \pm 0^{\mu}, 09 \quad \text{et} \quad N = I_2 + 42^{\mu}, 99 \pm 0^{\mu}, 24,$$

d'où il résulte, pour l'équation entre les deux étalons, qu'on n'a pas eu le temps de comparer directement,

$$II - N = 32^{\mu}, 05 \pm 0^{\mu}, 26.$$

Or, en juillet 1882, par une série de comparaisons de ces deux règles au comparateur à dilatation, exécutées dans des limites de température de 0°, 09 à 36°, 3, M. Benoît avait trouvé pour la même équation, à zéro de température,

$$II - N = 32^{\mu}, 05 \text{ (}^1\text{)}.$$

Cet accord complet démontre l'invariabilité de l'étalon en bronze N, construit par Starke et Kammerer, même après un laps de temps de cinq ans.

Afin de s'assurer de nouveau de la concordance de comparaisons faites dans l'eau et dans l'air, M. le Directeur a exécuté des séries de comparaisons, dans des conditions du reste tout à fait identiques, entre les règles n° 1 et n° 13. Les résultats ont été les suivants :

Dans l'eau, n° 1 = n° 13 + 5 <sup>μ</sup> , 05 ± 0 <sup>μ</sup> , 13	
à la température moyenne de . . . . .	7°, 72
Dans l'air, n° 1 = n° 13 + 4 <sup>μ</sup> , 83 ± 0 <sup>μ</sup> , 09	
à la température moyenne de . . . . .	6°, 14 ;

par conséquent, comme les deux étalons sont construits

---

(<sup>1</sup>) Voir *Travaux et Mémoires*, T. III, p. C. 25.

avec le même alliage, et que leur dilatation ne peut différer que d'une quantité insignifiante dans les limites de  $1^{\circ},6$ , on voit que la différence des deux résultats, savoir  $0^{\mu},22 \pm 0^{\mu},16$ , est minime et ne dépasse pas sensiblement l'incertitude des déterminations.

En général, l'expérience du Bureau est favorable aux comparaisons dans l'eau, à condition qu'on prenne certaines précautions, en s'assurant que des grains de poussière tombant à la surface ne produisent pas des ménisques qui pourraient fausser le pointé, et qu'il ne se forme pas sur l'eau une mince pellicule de cryptogames qui pourrait également fausser les observations optiques. Car, si les observations dans l'air sont plus faciles et le pointé peut-être un peu plus sûr que dans l'eau, d'un autre côté la détermination de la température est bien plus certaine dans l'eau que dans l'air, surtout parce qu'on est beaucoup plus sûr de l'identité de la température moyenne réelle des deux étalons et de celle des quatre thermomètres plongés dans l'eau, sur lesquels la présence de l'observateur, le rayonnement, les courants d'air, etc., ont bien moins d'influence. Enfin l'équilibre thermique s'établit plus vite dans l'eau que dans l'air, où il faut attendre au moins deux, souvent trois, ou même quatre heures après avoir placé les deux étalons dans le comparateur, avant de pouvoir commencer les observations.

Nous avons déjà, dans le Chapitre des prototypes, à l'occasion des différents genres de poli, indiqué les erreurs probables du pointé. M. le Directeur a également déterminé l'erreur probable d'une mise au point des microscopes, en faisant, toujours avec la même mise au point, cinq pointés, dont la moyenne est considérée comme une seule observation, qui naturellement est ainsi moins influencée par les erreurs fortuites d'observation; après chacune de ces observations on a renouvelé la mise au point, et enfin on a déduit l'erreur de cette dernière par les écarts d'un grand nombre d'observations avec leur moyenne. Il est évident que l'effet de l'erreur sur la mise au point, qui

modifie la valeur linéaire d'une partie du micromètre, est proportionnelle à l'intervalle observé ou, en d'autres termes, au chemin parcouru par la vis micrométrique. M. Broch a trouvé par de nombreuses séries l'erreur probable d'une détermination :

	Pour un intervalle	
	de 0 <sup>mm</sup> ,5.	de 1 <sup>mm</sup> .
Avec le microscope droit . . . . .	± 0 <sup>μ</sup> ,13	± 0 <sup>μ</sup> ,25
Avec le microscope gauche . . . . .	± 0 <sup>μ</sup> ,12	± 0 <sup>μ</sup> ,16

Pour les comparaisons fondamentales des prototypes dont les longueurs ne différeront ordinairement, sous chaque microscope, que d'un micron environ, on voit que cette source d'erreur ne peut avoir qu'une influence minime.

On a déterminé, sous la direction immédiate de M. Broch, au comparateur Brunner, les millimètres des deux centimètres extrêmes de la règle IV en platine iridié, section en X, avec division par la Société genevoise, dont l'étalonnage des centimètres a été fait antérieurement au comparateur universel. De même, on a déterminé définitivement les millimètres du premier centimètre de la règle normale N en bronze, ceux du dernier centimètre ayant été déterminés déjà auparavant. Ces millimètres, ainsi que les intervalles des traits auxiliaires du prototype provisoire et des deux règles types I et II, qui ont été aussi déterminés définitivement en 1887, servent à l'étude de la tare des microscopes de nos comparateurs.

On a commencé, en 1887, au comparateur Brunner, une série de comparaisons entre les sept étalons métriques du Bureau, savoir : prototype I<sub>2</sub>, type I, type II, type III, règle IV en platine iridié, règle n° 13 en alliage de 1874 et règle normale N en bronze. Cette série de comparaisons a été terminée dans les premiers mois de 1888.

Enfin M. le D<sup>r</sup> Broch a commencé sur les comparaisons des règles dans le comparateur Brunner la rédaction d'un Mémoire qui paraîtra plus tard dans les *Travaux et Mémoires* du Bureau.

*Travaux de M. Benoît.*

M. Benoît a fait en 1887 au comparateur géodésique plusieurs travaux importants; le Certificat de la vérification de la règle de base du Cap, que nous avons transcrit plus haut, indique les modifications qu'il a fallu apporter à ce grand instrument, pour pouvoir y comparer un étalon en pieds anglais.

Ensuite M. Benoît a terminé en 1887 l'étude, mentionnée déjà dans le dernier Rapport, des deux règles bimétalliques, toutes les deux construites par MM. Brunner frères à Paris, l'une appartenant à l'Institut géodésique prussien, l'autre au Service géographique de l'armée française. La dilatation absolue des deux règles, platine et laiton, dont se composent ces appareils, a été mesurée entre les limites de  $3^{\circ},7$  à  $38^{\circ},4$  par vingt doubles séries de comparaisons avec l'une des règles types de  $4^m$  du comparateur, maintenue à une température constante; toutes ces 40 comparaisons ont été exécutées dans l'eau alcalinisée avec du borate de soude, sans que les règles, retirées après un séjour de trois mois dans cette solution, aient présenté des traces d'avaries sensibles. L'étalonnage des deux règles géodésiques s'est fait également dans l'eau alcaline au moyen de trente-deux séries de comparaisons de la règle en platine, par sections successives, avec le prototype provisoire  $I_2$ ; enfin on a comparé pour chaque appareil les règles platine et laiton afin d'établir le point de départ de l'échelle thermométrique constituée par les dilatations inégales des deux métaux. A cette occasion, M. Benoît a trouvé que la barre en fer qui supporte les deux règles exerce une influence sensible, surtout sur la règle en laiton, qui est tracée à une distance plus grande du plan des fibres neutres; il en résulte que, dans l'application, il est nécessaire de faire un nivellement très soigné et de placer les rouleaux à leur distance théorique, avec une assez grande approximation.

Il reste encore à terminer les calculs définitifs de toutes

ces études, pour pouvoir délivrer les certificats de ces deux règles géodésiques.

De même, M. Benoît, avec l'aide de M. Guillaume, a exécuté en 1887 l'étude comparative, mentionnée également dans le dernier Rapport, des cinq règles géodésiques de 4<sup>m</sup> qui étaient réunies à cette époque au Bureau international; avant de rendre compte des résultats de ces recherches minutieuses et faites dans des conditions exceptionnelles de précision, nous préférons attendre que les calculs, actuellement en cours, soient complètement terminés; d'autant plus que les résultats semblent indiquer certains défauts d'invariabilité de forme et de longueur apparente, surtout dans les règles bimétalliques, qui, s'ils sont définitivement établis, justifieraient quelques modifications de la construction adoptée pour ces instruments délicats.

Après les déterminations précédentes, M. Benoît s'est occupé, au comparateur universel, des études relatives à la Toise du Pérou. Comme cet étalon représente un des documents les plus importants pour l'histoire de la Géodésie et qu'il forme pour ainsi dire le point de départ du système métrique, l'Association géodésique internationale, ainsi que le Comité international des Poids et Mesures, avaient exprimé le vœu, auprès des autorités scientifiques françaises, d'obtenir cette toise pour une nouvelle détermination au Bureau international, qui conduirait à établir exactement son rapport avec le nouveau mètre prototype, aussi bien qu'avec le mètre des Archives. Ces vœux ont été exaucés, grâce au Directeur de l'Observatoire de Paris, M. l'amiral Mouchez, et au savant astronome attaché à l'Observatoire, M. Wolf, qui s'était déjà occupé de l'étude de la Toise du Pérou. M. Wolf l'avait apportée au Bureau international déjà en décembre 1886, mais ce n'est qu'en juillet-août 1887 qu'on y a eu la libre disposition du comparateur pour la mettre à l'étude.

Nous ne pouvons pas développer dans ce Rapport les détails des méthodes et des moyens employés à cette étude, qui sont réservés à une de nos publications scientifiques.

Nous nous bornons à communiquer ici les principaux résultats obtenus jusqu'à présent.

La Toise du Pérou porte : 1° une toise à bouts, comprise entre deux surfaces terminales, qui sont pratiquées sur la moitié seulement de la largeur des extrémités de la règle, et 2° une toise à traits ou, plus exactement, à points, déterminée par l'axe ou le fond de deux points assez gros, gravés sur les talons dans le prolongement des surfaces terminales mentionnées.

Pour comparer la toise à bouts au double mètre étalon du comparateur universel, on s'est servi de pièces de contact imaginées par M. Benoît et exécutées par le mécanicien du Bureau. Par vingt-quatre séries d'observations, différant toutes au moins par un des contacts, on est arrivé à fixer la longueur de la

Toise à bouts à 20° de température = 1949<sup>mm</sup>, 178.

Dans l'étude de la *toise à points*, on s'est rapproché de la méthode employée par les grands savants de la fin du dernier siècle, en l'entourant autant que possible de garanties et de contrôles ; et l'on a trouvé ainsi la longueur de la

Toise à points, à 20° de température = 1949<sup>mm</sup>, 087.

Pour mesurer la dilatation de la toise du Pérou, on a déterminé à deux températures différentes la distance de deux repères près de ses extrémités, qu'avec la permission de MM. l'amiral Mouchez et Wolf, on a tracés sur la surface inférieure de la toise. On a déduit le coefficient de dilatation  $T_t = T_0 (1 + 0,0001161 \times t)$ ,  $t$  représentant la température dans l'échelle normale du thermomètre à hydrogène.

Les conclusions de cette étude peuvent donc se résumer jusqu'à présent ainsi :

1° La toise à bouts est plus longue que la toise à points de 0<sup>mm</sup>, 091, valeur très voisine de celle qu'avait indiquée M. Wolf.

2° Si l'on ramène la longueur de la toise à points à la température de 13° R = 16°, 25 C., qui est la température

de définition, on trouve la

$$\text{Toise à points à } \left\{ \begin{array}{l} 13^{\circ} \text{ R} \\ 16^{\circ}, 25 \text{ C.} \end{array} \right\} = 1949^{\text{mm}}, 001.$$

Or, d'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, la toise devrait avoir pour valeur  $1949^{\text{mm}}, 040$ . La différence n'est donc que de  $0^{\text{mm}}, 039$ .

Sans doute, lorsque le nouveau mètre prototype international sera définitivement déterminé, on lui comparera de nouveau le prototype provisoire  $I_2$  et l'étalon normal du comparateur; nous espérons aussi pouvoir le comparer directement au mètre des Archives. Il est probable que la correction définitive de la Toise du Pérou, qui est maintenant de  $-39^{\mu}$  seulement, sera alors légèrement changée.

M. Benoît a encore déterminé au comparateur universel une règle en laiton tracée sur lame d'argent, faisant partie d'un comparateur récemment construit par MM. Brunner pour le service géographique de l'armée française, et dont l'étude avait été demandée par feu le général Perrier. La dilatation de cette règle a été mesurée, par la méthode Fizeau, sur un échantillon préparé dans ce but.

M. Benoît a, en général, continué les études par la méthode Fizeau, sur les échantillons de diverses règles, parmi lesquels se trouvent des bouts des nouveaux prototypes en platine iridié. Ces études font partie du tome VI des *Travaux et Mémoires* du Bureau. Le même Mémoire de M. Benoît contiendra également les recherches, commencées l'année dernière, et poursuivies en 1887, sur les phénomènes de contraction progressive qui s'étaient manifestés dans un certain nombre d'échantillons de règles en laiton. Il a examiné à cet effet divers alliages, depuis les laitons contenant plus de 40 pour 100 de zinc, jusqu'à des bronzes phosphoreux avec 98 pour 100 de cuivre et sans nulle trace de zinc. M. Benoît conclut de ces mesures que les phénomènes observés sont indépendants de la composition chimique de l'alliage et sont plutôt une conséquence de son état physique; car, très marqués sur des morceaux

laminés, martelés ou fortement écrouis, ils disparaissent complètement dans des fragments qui ont été soigneusement recuits à température très élevée. Il est intéressant de savoir qu'on a observé le même phénomène sur de l'or monétaire qui avait été frappé au balancier.

M. Benoît s'est de plus occupé de l'installation de l'éclairage et des moteurs électriques du comparateur à dilatation et du comparateur géodésique, de modifications dans les accumulateurs électriques, de l'installation d'un appareil à tracer, notamment des règles géodésiques, et du choix des tracelets.

Enfin M. Benoît a rempli les fonctions de Directeur pendant les absences de M. le D<sup>r</sup> Broch.

Sous la direction immédiate de M. Benoît, l'aide M. Palaz a étudié, au comparateur universel, trois règles de pendules à réversion, appartenant à divers États de l'Europe, en déterminant le coefficient de dilatation, ainsi que les erreurs de division des fragments d'échelles de ces règles. Au même comparateur, M. Palaz a fait l'étalonnage des décimètres de deux mètres en laiton, appartenant, l'un à l'Université d'Upsal, l'autre à l'Académie des Sciences de Stockholm.

M. Palaz a aussi déterminé, par le procédé des palpeurs et par comparaison avec la règle normale en bronze du Bureau, la longueur d'un mètre à bouts appartenant à la Suède. Ce travail l'a conduit à faire des études comparatives sur les méthodes de comparaison des règles à bouts, soit au moyen des palpeurs, soit par le procédé des pointes; les recherches sur cette dernière méthode seront terminées prochainement, et fourniront alors un aperçu de la concordance plus ou moins grande des deux méthodes.

L'étude des quatre toises italiennes, qui a été confiée à M. Palaz, a été commencée en automne et continuée pendant l'hiver dernier à des températures moyennes et basses, par le procédé des palpeurs; on attend les chaleurs de l'été 1888 pour les terminer.

Sous la direction de M. Benoît, M. Palaz a exécuté dans

le comparateur universel l'étalonnage des divisions d'une règle en laiton avec lame d'argent incrustée, appartenant à la Commission géodésique italienne, règle dont la longueur absolue et le coefficient de dilatation avaient déjà été déterminés au comparateur Brunner.

Outre ces mesures au comparateur universel et les calculs qu'elles comportent, M. Palaz a fait le calibrage de deux thermomètres à une ampoule.

*Travaux de M. Thiesen et de son aide M. Kreichgauer.*

Ainsi qu'il a été mentionné dans le Chapitre III, les déterminations des kilogrammes prototypes ont continué et étaient dans un état très avancé à la fin de l'année.

L'expérience intéressante relative à l'influence du transport en chemin de fer sur l'invariabilité des poids de précision, décidée par le Comité dans sa séance du 12 octobre 1886, a été exécutée avec succès au moyen du kilogramme 7, lequel, après avoir été comparé avec dix autres kilogrammes à la balance Rueprecht n° 5, a été enfermé dans les étuis de transport et envoyé, en février 1887, par train express, à Marseille; revenu immédiatement, par la même voie, à Breteuil, on l'a comparé de nouveau aux mêmes dix kilogrammes. M. Kreichgauer a trouvé une augmentation apparente de  $0^{\text{mg}},0052 \pm 0^{\text{mg}},0035$ ; cette variation minime dépasse trop peu son erreur probable pour qu'on puisse être sûr de sa réalité. De même, une nouvelle détermination par M. Thiesen du volume de ce poids, faite la première fois en 1885, n'a pas non plus établi de variation sensible dans sa densité, produite soit par les opérations de l'ajustage et du nettoyage, soit par les secousses du voyage en chemin de fer à grande vitesse; car l'augmentation apparente du volume de  $0^{\text{ml}},00198 \pm 0^{\text{ml}},00038$  s'explique en grande partie par la différence des Tables de dilatation de l'eau et par le changement de l'échelle thermométrique, dans les deux cas.

Précisément au sujet de la dilatation de l'eau et pour

restreindre les limites d'incertitude qui existent encore pour les Tables de cette dilatation, M. Thiesen a fait, dans le courant de l'année, des pesées hydrostatiques d'un kilogramme en quartz, à partir des basses températures jusqu'à 35° environ. Cette étude est terminée et ses résultats paraîtront dans les *Travaux et Mémoires* du Bureau.

M. Thiesen a continué l'étude de quelques prototypes dans la balance Bunge, sous des pressions variées, en choisissant les pièces qui diffèrent le plus entre elles par le volume. Les variations apparentes de poids sous les différentes pressions correspondent suffisamment à celles calculées d'après les différences de volume.

M. Kreichgauer a étalonné les séries des poids divisionnaires appartenant au Bureau, entre autres les séries de Stuckrath I et II en aluminium, depuis 10<sup>mg</sup> jusqu'à 0<sup>mg</sup>, 1, qui ont une grande importance, puisqu'elles entrent dans presque toutes les pesées et surtout dans les comparaisons des prototypes. Comme ces deux séries avaient été étalonnées, il y a dix ans, au Bureau des Poids et Mesures de Berlin, il est intéressant de remarquer que les pièces de ces séries ont subi depuis lors une très légère augmentation de poids, qui atteint cependant, pour deux pièces, 0<sup>mg</sup>, 01.

M. Kreichgauer a été également chargé des huit vérifications des poids présentés au Bureau, mentionnées dans la liste des certificats; toutefois les pesées hydrostatiques de ces étalons ont été exécutées par M. Thiesen personnellement.

On a continué, suivant la décision du Comité international, les comparaisons des trois baromètres normaux que possède le Bureau; mais, les résultats de ces observations n'ayant pas paru satisfaisants au Comité dans sa dernière session, elles ont été reprises aux premiers mois de l'année 1888. Le baromètre auxiliaire n° 2 (système Wild-Turretini) a été comparé avec le baromètre Fuess n° 247, apporté par M. Brounoff, de Saint-Pétersbourg.

M. Thiesen a déterminé, par pesées hydrostatiques, la densité de quatre bouts des règles prototypes et de cinq bouts

des règles de l'alliage de 1874, qui ont donné, sauf pour un d'entre eux, des résultats très concordants.

Conformément au vœu exprimé, dans la session de 1886, par M. von Oppolzer, M. Thiesen a étudié la variation de la pesanteur avec la hauteur dans l'observatoire du Bureau; en installant la balance Sacré dans les combles au-dessus de l'escalier qui mène dans les caves, on a pu obtenir ainsi une différence de hauteur de 11<sup>m</sup>,48. Le résultat des pesées, faites et calculées avec beaucoup de soin, a donné une différence de 2<sup>mg</sup>,840 ± 0<sup>mg</sup>,015 sur le kilogramme, ce qui fait 0<sup>mg</sup>,2474 par mètre de différence de hauteur et par kilogramme; tandis que la théorie de l'attraction, en supposant la Terre constituée de couches homogènes et concentriques, de forme ellipsoïdale très peu aplatie, conduit à la valeur 0<sup>mg</sup>,318 pour ce coefficient. Il ne faut pas oublier que des circonstances tout à fait locales, telles que l'attraction d'un gros pilier ou le vide d'une vaste et profonde cave, et plus encore la constitution géologique des couches sur lesquelles l'expérience se fait, exercent une influence très sensible sur la valeur du coefficient.

#### *Travaux de M. Chappuis.*

Les études importantes confiées à ce savant, attaché au Bureau, sur les thermomètres à gaz comparés à ceux à mercure, sont terminées dans leurs parties essentielles, et se trouvent exposées en détail dans le *Mémoire* de M. Chappuis faisant partie du *Tome VI des Travaux et Mémoires*. Il suffit de consigner ici en gros la marche du travail en 1887.

Comme M. Chappuis avait terminé ses expériences sur l'acide carbonique en décembre 1886, il s'est occupé, dès le commencement de 1887, de l'hydrogène. La préparation de l'hydrogène a présenté d'abord quelques difficultés, provenant d'une action chimique entre l'hydrogène et l'acide sulfurique concentré sur lequel le gaz hydrogène était recueilli, de sorte qu'il a fallu remplacer l'acide sulfurique par une solution de potasse caustique.

Les deux groupes de comparaisons faites du 22 janvier au 24 mars et comprises entre les températures de  $-25^{\circ}$  et  $+35^{\circ}$ , et les autres, exécutées du 20 avril au 28 mai 1887, entre les limites de  $20^{\circ}$  et de  $78^{\circ}$ , n'ont présenté aucune différence systématique pour les températures communes des deux groupes de mesures; de sorte qu'on a pu les réunir dans le calcul définitif de la différence de marche entre les thermomètres à mercure en verre dur et le thermomètre à hydrogène.

Le coefficient de dilatation de l'hydrogène a été trouvé égal à  $\alpha = 0,00366254$ ; les nombres de Regnault, pour ce coefficient, sont compris entre  $0,003668$  et  $0,003661$ .

La réduction des observations et l'élaboration des résultats théoriques qui peuvent en être déduits ont occupé M. Chappuis jusqu'en juillet 1887. Depuis cette époque, il a travaillé à la rédaction de la dernière partie de son *Mémoire* et à la correction des épreuves. La partie essentielle de ce travail a pu être communiquée en épreuves aux membres du Comité avant la session, afin de leur faciliter, par l'étude détaillée des expériences, la décision importante sur le choix du thermomètre normal. Après étude par la Commission des instruments et des travaux, et après discussion, le Comité, dans sa séance du 15 octobre, a décidé le choix *du thermomètre à hydrogène pour l'échelle thermométrique normale* à employer dans tous les travaux du Bureau international. Nous espérons que, peu à peu, cette échelle sera adoptée d'abord par les Bureaux nationaux des Poids et Mesures, et ensuite par les physiciens et les savants des différents pays, pour réaliser enfin l'uniformité tant désirée des indications thermométriques dans le monde entier.

L'usage de l'échelle normale se répandra, non seulement en raison du nombre de plus en plus considérable de certificats délivrés par le Bureau international à des thermomètres dont les corrections sont désormais rapportées naturellement à cette échelle, mais surtout par la considération que, si l'échelle du thermomètre à hydrogène n'est pas encore l'échelle des températures absolues de la Thermodyna-

mique, elle paraît être à présent celle qui s'en rapproche le plus, et n'en diffère, en tous cas, que de quelques millièmes de degré.

M. Chappuis a préparé, dans les derniers mois de 1887, les expériences sur la dilatation des différents gaz, dont le projet a été soumis au Comité dans la session de 1887 et approuvé par lui. La construction des appareils nécessaires a été faite à l'atelier du Bureau sur ses indications.

#### *Travaux de M. Guillaume.*

M. Guillaume est resté plus particulièrement chargé des travaux de la Section de Thermométrie; en outre, il a commencé à faire, au Comparateur de dilatation, sous la direction de M. Benoît, l'étude des coefficients de dilatation des mètres prototypes, et il a pris part à quelques travaux de M. Benoît et de M. Chappuis, quand ces travaux demandaient le concours de deux observateurs.

La Section de Thermométrie a, dans la dernière session du Comité, terminé l'étude de 55 thermomètres, savoir :

4 pour le Bureau international, dont 2 thermomètres hypsométriques, 1 gradué de 100° à 200°, et 1 construit par M. Hicks, à Londres, mais divisé par M. Tonnelot;

25 pour les Gouvernements contractants, destinés à accompagner les mètres prototypes : ces thermomètres, nos 4340-53 et nos 4359-70, sont à une ampoule; le n° 4346 a été cassé;

26 pour des institutions scientifiques et des savants, dont 15 thermomètres de premier ordre ont été l'objet d'une étude complète et 11 d'ordre secondaire ont été comparés simplement à des thermomètres normaux du Bureau.

Le travail du calibrage et de l'étude de la division est fait par deux demoiselles, M<sup>lle</sup> Taufflieb et M<sup>lle</sup> Penel, qui ont acquis une grande habileté dans ce travail et qui exécutent aussi les calculs qui s'y rapportent, et qui sont contrôlés ensuite par M. Guillaume. Ce dernier détermine l'intervalle fondamental et les coefficients de pression des thermomètres.

M. Guillaume a, en outre, terminé en 1887 la correction des épreuves de son Mémoire qui a paru au Tome V des *Travaux et Mémoires*, et a rédigé pour le Tome VI une Note sur *Des formules pratiques pour la transformation des coefficients thermiques*.

Les thermomètres en cristal dur anglais, commandés en 1885 à M. Hicks, à Londres, ont montré des variations du point zéro un peu plus grandes et plus lentes que celles qu'on a constatées pour les thermomètres en verre dur de Tonnelot.

L'étude des thermomètres, également en cristal, de l'appareil Fizeau a montré que les thermomètres en cristal donnent, entre 0° et 100°, des indications plus élevées que ceux en verre dur; le maximum de divergence a lieu près de 50° et il est de 0°,041.

M. Guillaume a fait une étude des thermomètres hypsométriques, qui a donné de bons résultats. Les températures d'ébullition de l'eau ont été calculées en prenant comme repère soit le point zéro, soit le point 100°; le second procédé, seul applicable en voyage, est presque aussi précis que le premier. Il résulte d'une série de dix mesures que la température d'ébullition de l'eau paraît pouvoir être déterminée par une seule expérience avec une erreur probable de  $\pm 0^{\circ},002$  à  $0^{\circ},003$ ; on pourra donc en déduire la pression barométrique avec une erreur probable inférieure à 0<sup>mm</sup>,1.

Par d'autres recherches sur les modifications que subit le verre dur de Tonnelot aux températures comprises entre 100° et 200°, M. Guillaume a établi que ce verre possède, aux températures élevées, les mêmes qualités excellentes qu'on lui avait déjà trouvées aux températures basses; les changements permanents sont très faibles, et les modifications passagères continuent à suivre la loi de variation, sensiblement linéaire, trouvée précédemment entre les limites de  $-10^{\circ}$  et  $+100^{\circ}$ .

M. Guillaume a montré, par des expériences spéciales, que les thermomètres destinés aux prototypes des États de

la Convention concordent dans les limites des erreurs d'observation, de sorte qu'on pourra appliquer à tous ces thermomètres la même réduction à l'échelle normale. Les points zéro de ces thermomètres ont été déterminés, à plusieurs reprises, dans le courant de l'année, pour connaître leurs variations.

M. Guillaume s'est occupé enfin, pendant les derniers mois de l'année, de divers calculs relatifs à la théorie du thermomètre et du baromètre, en vue du *Traité de Thermométrie* qu'il va publier avec la sanction du Comité.

*Programme des travaux à exécuter en 1888.*

Conformément aux résolutions du Comité dans sa dernière session, les travaux concernant l'étude et les vérifications des prototypes doivent, en 1888, avoir le pas sur tout autre travail, et le Bureau n'acceptera d'autres étalons à vérifier que ceux présentés par les Gouvernements des États signataires, et les étudiera au fur et à mesure que les travaux exigés par les prototypes le permettront.

Les études des prototypes sont distribuées entre le personnel scientifique du Bureau de la manière suivante :

Les comparaisons des nouveaux prototypes du mètre à la température ambiante se feront sous la direction immédiate de M. le *Directeur*, par les deux aides, M. *Boinot* et M. *Isaachsen*. Ces comparaisons se feront dans l'auge à eau du comparateur Brunner, suivant le programme proposé par M. le *Directeur* et accepté par le Comité dans les sessions de 1886 et 1887. Les règles seront comparées deux à deux dans les quatre positions qu'elles peuvent prendre par rapport aux microscopes et par rapport aux deux observateurs, les pointages ayant lieu simultanément aux deux bouts et les deux observateurs changeant de place au milieu de la série de comparaisons.

La tare des microscopes et les zéros des quatre thermomètres seront vérifiés de temps en temps.

Les intervalles des traits auxiliaires des prototypes seront

déterminés également sur les deux règles et de manière que chaque intervalle sera observé sous chacun des deux microscopes.

La détermination des coefficients de dilatation des prototypes sera effectuée sous la direction de *M. Benoît*, premier adjoint du Bureau, avec l'assistance de *M. Guillaume*, savant attaché au Bureau, par la méthode absolue pour un des prototypes, le n° 6, qui restera au Bureau international comme témoin de dilatation et, pour les autres prototypes, par la méthode différentielle de comparaison avec celui-là. Toutes ces observations se feront au comparateur à dilatation. La détermination du coefficient de dilatation par voie absolue du n° 6 se fera, à un très grand nombre de températures, en cinq séries ascendantes et cinq séries descendantes, comprises entre 0° et 40° environ. Les déterminations par différence se feront à 8 températures différentes, entre 0° et 35°; à 4 températures ascendantes et à 4 descendantes. Les coefficients de dilatation d'un certain nombre de bouts de règle seront encore déterminés par *M. Benoît*, suivant la méthode *Fizeau*, entre zéro et des températures aussi élevées qu'on peut les obtenir, 85° environ.

*M. Guillaume*, qui, à la fin de l'année 1887, avait déjà achevé l'étude de presque tous les thermomètres qui doivent accompagner les prototypes, terminera complètement cette étude en 1888, et s'occupera ensuite des calculs de réduction et de la rédaction des certificats de ces thermomètres, ainsi que des tables de correction qui accompagneront ces certificats. La vérification des certificats, dont le Bureau gardera des copies, se fera toujours d'après les dossiers des études de chaque thermomètre. Ces dossiers resteront de même dans les Archives du Bureau.

L'étude et les comparaisons des kilogrammes, déjà très avancées vers la fin de l'année 1887, seront terminées en 1888 par *M. Thiesen*, deuxième adjoint du Bureau, assisté par *M. Kreichgauer*, son aide. La détermination de la densité des kilogrammes et les comparaisons se feront suivant

le programme proposé et accepté par le Comité dans sa session de 1886.

M. le *Directeur* se propose de s'occuper en 1888, en attendant la livraison des prototypes du mètre par la Section française, d'une étude spéciale du comparateur Brunner, et, en comparant entre eux et avec le prototype provisoire du mètre les différents mètres appartenant au Bureau, d'étudier les différentes causes d'erreur de ces comparaisons et l'influence que chacune d'elles peut avoir sur les résultats définitifs.

M. *Benoît* s'occupera au comparateur géodésique de l'étude de quelques règles présentées au Bureau en 1887, et en particulier de recherches sur l'invariabilité des règles géodésiques en fer, de la forme généralement acceptée par les géodésiens pour la mesure des bases géodésiques. M. le général Ibañez, Président du Comité, a, dans ce but, mis à la disposition du Bureau une règle de cette forme, construite par MM. Brunner frères et appartenant à l'Institut géographique de l'Espagne. M. *Benoît* s'occupera, en outre, de la rédaction des différents travaux exécutés par lui, dans les années précédentes, au comparateur géodésique et au comparateur universel.

Sous la direction de M. *Benoît*, M. *Palaz*, aide du Bureau, continuera à s'occuper spécialement des études et des comparaisons qui doivent être exécutées au comparateur universel; il étudiera surtout quatre toises en fer appartenant à la Commission géodésique du Royaume d'Italie et une brasse en fer appartenant au Royaume de Portugal, et qui a servi comme étalon aux mesures des bases de ce pays. Il assistera, en outre, M. *Benoît* dans les comparaisons qui doivent être faites avec le comparateur universel, entre les prototypes du mètre à bouts et le prototype à traits, aussitôt que les prototypes à bouts seront livrés par la Section française.

M. *Chappuis*, savant attaché au Bureau, continuera ses études sur les thermomètres à gaz. Dans sa forme actuelle, ce thermomètre peut être employé à déterminer les coefficients de dilatation, sous volume constant, des gaz employés précédemment, savoir l'azote, l'acide carbonique et l'hydrogène. M. Chappuis a donc proposé, et le Comité a approuvé, qu'il déterminera à nouveau les coefficients de dilatation, sous volume constant, de ces gaz préparés par différentes méthodes. On reconnaîtra ainsi si les coefficients de dilatation, obtenus dans les recherches antérieures, sont indépendants du mode de préparation des gaz. A cette étude il joindra une nouvelle détermination de la différence de marche entre les thermomètres à gaz et les thermomètres à mercure en verre dur employés comme étalons, aux deux températures de 20° et 40°. Ces mêmes déterminations seront faites également pour le thermomètre rempli d'air atmosphérique sec et privé d'acide carbonique. Un petit appareil projeté par M. Chappuis et joint au thermomètre à gaz permettra en outre de mesurer successivement, sur la même masse de gaz, le coefficient de dilatation sous volume constant et sous pression constante. L'avantage de cette disposition réside essentiellement dans la possibilité de mesurer les deux coefficients de dilatation alternativement sur la même masse de gaz, et d'obtenir ainsi des résultats absolument comparables, tandis que les expériences faites jusqu'à présent avec des appareils différents n'offrent pas les mêmes garanties.

M. *Guillaume* fera des études sur les thermomètres en verre dur anglais, livrés par M. Hicks, de Londres, dans le courant de 1887. Il étudiera notamment les variations du zéro de ces thermomètres, que, par sa méthode de préparation des tubes, le constructeur croit avoir rendu pratiquement invariable. M. Guillaume étudiera de même les thermomètres que M. Tonnelot a construits en verre de l'Institut technique d'Iéna, dont notre collègue, M. Foerster, a bien voulu nous procurer des

échantillons tant pour les tiges que pour les réservoirs.

MM. *Thiesen, Chappuis et Guillaume* feront en temps opportun une dizaine de séries de comparaisons des trois baromètres normaux du Bureau, avec toutes les précautions nécessaires pour obtenir des résultats irréprochables.

Tous les savants au service du Bureau international s'occuperont enfin de la rédaction de leurs travaux, pour les publier dans le tome VII des *Travaux et Mémoires* du Bureau.

#### VII. — Correspondance avec les Gouvernements.

La question de la réunion au Bureau international des Poids et Mesures du service de vérification et de conservation des Unités électriques a été, avec les Représentants diplomatiques des Hautes Parties contractantes, l'objet d'une correspondance assez étendue, dont nous avons rendu compte dans les deux derniers Rapports. Cette question n'a pas fait de progrès sensibles dans le courant de 1887; car à la dépêche-circulaire que, sur la demande du Gouvernement français, nous avons adressée, le 8 février 1887, aux huit États qui ne s'étaient pas encore prononcés, et que nous avons déjà insérée dans le dernier Rapport (voir *Dixième Rapport aux Gouvernements*, p. 89), nous n'avons reçu que trois réponses : de la part de l'Allemagne, de la Turquie et de la Roumanie.

Son Excellence, M. l'ambassadeur de l'Empire d'Allemagne a, par dépêche du 7 mars, accusé réception de notre circulaire et ajouté qu'il l'avait portée de suite à la connaissance de son Gouvernement; mais ce dernier ne s'est pas prononcé depuis lors.

Le Gouvernement ottoman a bien voulu accorder l'autorisation demandée par le Comité, tout en réservant sa décision ultérieure sur son adhésion à l'arrangement qui confierait le service des Unités électriques au Bureau international des Poids et Mesures.

Voici la dépêche de son Excellence Essad-Pacha :

AMBASSADE IMPÉRIALE OTTOMANE.

Paris, le 26 avril 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai eu l'honneur de recevoir et de communiquer en son temps à mon Gouvernement la lettre que vous avez bien voulu m'adresser sous la date du 8 février dernier, au sujet de la demande adressée aux Gouvernements des États signataires de la Convention du Mètre, en vue d'autoriser le Comité international des Poids et Mesures à élaborer le devis des frais que comporterait, pour le Bureau international, l'attribution de construire et de vérifier les prototypes de l'Ohm légal, ainsi que la comparaison des étalons photométriques, dans le cas où une entente des Gouvernements interviendrait aussi sur ce point.

Je suis chargé de vous faire connaître que mon Gouvernement ne voit aucun inconvénient à autoriser le Comité international à dresser le devis dont il s'agit, se réservant toutefois la faculté d'adhérer ou non ultérieurement à la combinaison d'un Laboratoire d'étalonnement pour les mesures électriques.

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

*L'Ambassadeur de Turquie,*

Signé : ESSAD.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Paris.*

Quelques mois plus tard, nous avons reçu une réponse favorable, avec la même réserve, de la part de la Roumanie; voici les termes de cette dépêche :

LÉGATION DE ROUMANIE, EN FRANCE.

Paris, le 20 août 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

En réponse à votre lettre du 8 février 1887, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que mon Gouvernement, se rendant compte

de l'importance scientifique de la vérification de l'ohm légal et de la comparaison des étalons photométriques, autorise volontiers le Comité international des Poids et Mesures à élaborer le devis des frais que comporterait, pour le Bureau international, l'attribution de construire et de vérifier les prototypes de l'ohm légal, ainsi que la comparaison des étalons photométriques.

Il reste toutefois entendu que cette autorisation ne saurait en aucune façon obliger le Gouvernement Royal à adhérer définitivement à l'installation du Laboratoire projeté.

En portant ce qui précède à votre connaissance, je vous prie de vouloir bien agréer, Monsieur le Président, les nouvelles assurances de ma haute considération.

*Le Chargé d'Affaires de Roumanie,*

Signé : G. BENGESCO.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.*

En résumant les résultats des démarches que nous avons faites pour cette affaire, à la demande du Gouvernement de la République française, auprès des autres États signataires de la Convention du Mètre, nous constatons que douze États ont accordé au Comité l'autorisation demandée d'établir le devis de l'établissement à Breteuil du Service électrique, qu'une seule des dix-neuf Puissances a répondu négativement, et que six, savoir l'Allemagne, l'Angleterre, la République Argentine, le Pérou, le Portugal et le Vénézuéla, ne se sont pas prononcées. Le Comité international croit donc devoir s'abstenir, pour le moment, de toute autre démarche touchant cette question.

Nous sommes obligés de rendre compte, dans ce Rapport aux Hauts Gouvernements, de l'échange de dépêches qui a eu lieu, dans le courant de 1887, entre le Gouvernement de Sa Majesté Britannique et le Comité international, au sujet de l'intention que le Gouvernement d'Angleterre avait nourrie un moment de se retirer de la Convention et dont heureusement il est revenu; nous donnons également

les pièces qui se rapportent à la commande des prototypes par l'Angleterre.

Au milieu du mois de mars 1887, M. le Président du Comité a reçu, de l'ambassade de Sa Majesté, la note suivante :

Paris, march 14<sup>th</sup> 1887.

In obedience to instructions which he has received from his Government, the Undersigned, Her Britannic Majesty's Ambassador extraordinary and plenipotentiary to the Government of the French Republic, has the honour to notify hereby to the International Committee of Weights and Measures that it is the intention of Her Majesty's Government to withdraw from that Committee.

The Undersigned begs the Committee to do him the honour to acknowledge the receipt of the present communication and the avails himself of the opportunity to request them to accept the assurance of his high consideration.

Signé : LYONS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Le Bureau du Comité a répondu immédiatement par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 20 mars 1887.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Nous avons l'honneur de vous accuser réception de la dépêche du 14 mars 1887, par laquelle Votre Excellence porte à la connaissance du Comité international des Poids et Mesures l'intention du Gouvernement de Sa Majesté Britannique de se retirer de ce Comité.

Tout en regrettant, dans l'intérêt du progrès des Sciences et des Arts en Angleterre, cette mesure du Gouvernement de la Reine, nous nous permettons d'attirer son attention sur l'art. 13 de la

Convention du Mètre, qui traite des conditions de dénonciation de la Convention par une des Hautes Parties contractantes.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>ral</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence le très honorable Lord Lyons, Ambassadeur de Sa Majesté la Reine d'Angleterre, à Paris.*

Après quelques semaines, nous avons reçu une nouvelle Communication de Lord Lyons qui s'exprime en ces termes :

Paris, avril 12<sup>th</sup> 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

I have had the honour to receive and to communicate to Her Majesty's Government the letter dated the 20<sup>th</sup> of march last, by which the International Committee of Weights and Measures was so good as to acknowledge the receipt of the Note dated the 14<sup>th</sup> of that month by which I notified the intention of Her Majesty's Government to withdraw from that Committee.

In obedience to instructions which have in consequence been given to me by Her Majesty's Government, I have now the honour to enquire wether in view of the terms of art. 13 of the Convention of the 20<sup>th</sup> mai 1875, a years notice given forthwith, of the intention of Her Majesty's Government to withdraw from that Convention, will be accepted.

I shall be very much obliged if the Committee will enable me to convey to Her Majesty's Government an early answer to this enquiry.

I have the honour to be, Sir,  
Your most obedient humble servant,

Signé : LYONS.

*General Ibañez, President of the Comité international des Poids et Mesures.*

Nous n'avons pas tardé à répondre à la question du Gouvernement Britannique par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 26 avril 1887.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Par sa lettre du 12 avril, Votre Excellence nous demande si, vu les termes de l'art. 13 de la Convention du Mètre, la notification, donnée une année d'avance, de l'intention du Gouvernement de Sa Majesté de se retirer de la Convention serait acceptée.

Nous avons l'honneur de répondre que ce n'est pas au Comité international des Poids et Mesures qu'il appartient d'accepter la dénonciation de l'Angleterre, mais aux Gouvernements des États contractants, auxquels nous devons soumettre prochainement la question, dans le cas où le Gouvernement Britannique voudrait donner suite à son intention de se retirer de la Convention trois ans après y être entré, bien que, dans l'opinion du Bureau du Comité international, il résulte de l'art. 13 et de la tendance générale de la Convention du Mètre, que toute puissance qui y est entrée se trouve liée pendant douze ans au moins.

Nous serions très obligés à Votre Excellence de nous informer, le plus tôt possible, de la décision définitive du Gouvernement de Sa Majesté.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence le très honorable Lord Lyons, Ambassadeur de Sa Majesté la Reine d'Angleterre, à Paris.*

Continuant les pourparlers, M. l'ambassadeur de Sa Majesté, suivant les instructions reçues du premier Secrétaire

d'État pour les Affaires étrangères, nous a fait parvenir la dépêche suivante :

Paris, may 21 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

I have had the honour to receive and to communicate to Her Majesty's Government the letter dated the 26<sup>th</sup> ultimo, in which the International Committee of Weights and Measures stated, in reply to my letter of the 12<sup>th</sup> of april, that it did not belong to them to accept the British notice of withdrawal, but to the Governments of the contracting States, to whom they must speedily submit the question, in case the British Government persists in its intention of withdrawing from the Convention three years after having entered it, although in the opinion of the international office in results from the 13<sup>th</sup> article and from the general tendency of the Convention that every Power which has entered the Convention is bound for twelve years at least.

In obedience to instructions which I have received from Her Majesty's Principal Secretary of State for Foreign Affairs, I have the honour to inform you that Her Majesty's Government did not join the Comité until 1884, yet the large sum of £ 1787 was paid on entrance, being the amount of subscriptions from the commencement of the Comité in 1875, and that by the payment of this sum Her Majesty's Government consider that they were placed in the same position as regards the term during which they must remain Members of the Comité as the original Signatory Powers, and which accordingly expired yesterday.

The subscription for the current year has been paid, and Her Majesty's Government have given notice through me of their intention to withdraw, and the are not aware that any further formality is required.

On communicating to you the above expression of the opinion and intention of Her Majesty's Government, I am further directed to enquire whether, on the expiration of the period of twelve years, the Comité is to cease, or whether it is to be reconstituted.

I have the honour to be, Monsieur le Président,  
Your most obedient humble servant.

Signé : LYONS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.*

Nous avons cru devoir répondre aux différents points de cette Note, en démontrant, par les documents officiels et en détail, que le Gouvernement de Sa Majesté s'est mépris sur la signification et les conséquences du paiement de sa finance d'entrée, et que, la Convention du 20 mai 1875 stipulant le terme de douze ans pour tous les États qui y ont adhéré, aucun de ces États ne pourrait en dénoncer l'effet après trois ans, à partir de son adhésion, sans l'assentiment des autres puissances signataires.

Nous transcrivons ici la réponse que nous avons eu l'honneur d'adresser à Lord Lyons :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 2 juin 1887.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Votre Excellence a bien voulu, en répondant à la lettre du 26 avril que nous avons eu l'honneur de lui écrire, nous informer, par sa dépêche du 21 mai, que le Gouvernement de Sa Majesté envisage que la forte somme de £ 1787, payée en 1884 à son entrée dans la Convention du Mètre, est l'équivalent des contributions annuelles à partir du commencement du Comité en 1875, et que par conséquent le Gouvernement de Sa Majesté, par le paiement de cette somme, croit être placé dans la même position que les puissances signataires dès l'origine, par rapport au terme de dénonciation, qui serait le 20 mai 1887.

Votre Excellence nous apprend que la contribution pour l'année courante a été payée, et, comme le Gouvernement de Sa Majesté nous a, par votre intermédiaire, annoncé son intention de se retirer, il est d'avis qu'aucune autre formalité ne serait nécessaire.

Enfin, après nous avoir communiqué cette expression de l'opinion et de l'intention du Gouvernement de Sa Majesté, Votre Excellence est chargée de s'informer si, à l'expiration de la période de douze ans, le Comité cesse d'exister, ou s'il sera reconstitué.

Nous avons l'honneur, Monsieur l'Ambassadeur, de répondre à ces différents points de votre dépêche. Pour le faire d'une manière précise, nous sommes obligés d'entrer dans quelques détails historiques, concernant l'accession de l'Angleterre à la Convention du

Mètre, détails que nous empruntons aux documents publiés dans les *Procès-Verbaux* des séances du Comité international et aux *Rapports annuels* que le Comité adresse aux Gouvernements signataires. A cet égard, nous nous permettons de rappeler, tout d'abord, que nous avons eu l'honneur de faire parvenir au Gouvernement Britannique, immédiatement après son accession, toutes les publications du Comité, qui ont paru dès l'origine, en doubles exemplaires, par l'entremise de Votre Ambassade (voir *Huitième Rapport*, annexé aux *Procès-Verbaux* de 1884, p. 186).

Il résulte des différents documents, publiés dans ce même Volume de 1884, que l'argument tiré par le Gouvernement de Sa Majesté du paiement d'entrée pour s'envisager placé, quant au terme de dénonciation, dans la même position que les Puissances fondatrices, repose sur une simple erreur de fait. En effet, cette somme de £ 1787 = 44669<sup>fr</sup>, loin d'être l'équivalent des contributions annuelles à partir de 1875, comme le pense le Gouvernement anglais, représente au contraire uniquement la part de l'Angleterre aux frais d'établissement du Bureau, et aux contributions extraordinaires de 1880 à 1883, prélevées pour l'acquisition des prototypes internationaux et de leurs témoins, ainsi qu'il résulte de la lettre du 31 juillet 1884, que nous avons adressée à M. le Professeur Förster, Secrétaire de la Société Royale (voir Volume des *Procès-Verbaux* de 1884, Annexe, p. 130-132).

C'était précisément pour faciliter l'accession de l'Angleterre à la Convention que nous avons proposé, par circulaire du 15 juillet, au Comité, et que ce dernier a voté à l'unanimité, de faire abstraction désormais, dans le calcul de la finance d'entrée, des contributions annuelles réglementaires versées à partir de 1876 jusqu'à l'année de l'entrée du nouvel État.

Votre Excellence trouvera dans le *Procès-Verbal* de la séance du 9 septembre 1884 (p. 27-30), et surtout dans le *Huitième Rapport* annexé (voir même Volume de 1884, p. 162-171), les mesures que le Comité a prises pour abandonner, avec effet rétroactif, la règle suivie jusqu'en 1884, de tenir compte, dans le calcul des finances d'entrée des nouveaux États, de leurs contributions annuelles qu'ils auraient payées s'ils avaient appartenu à la Convention dès l'origine; et il résulte en particulier de notre circulaire du 15 juillet (voir p. 163) que la finance d'entrée que l'Angleterre aurait dû payer, d'après l'ancien système, aurait été de 116452<sup>fr</sup>, au lieu de 44669<sup>fr</sup>. L'Angleterre n'a donc pas payé comme si elle avait souscrit à la Convention dès l'origine; et, cet argument n'étant pas fondé, la conséquence

que le Gouvernement Britannique en tire pour en conclure à l'égalité de sa position, quant au terme de dénonciation, tombe évidemment.

Quant au second point de la dépêche de Votre Excellence, d'après lequel le Gouvernement de Sa Majesté, après nous avoir annoncé son intention de se retirer de la Convention, se croit dispensé de toute autre formalité, nous ne pouvons que décliner de nouveau, comme nous l'avons fait dans notre dernière lettre, notre compétence pour accepter la dénonciation de la Convention par l'Angleterre, et déclarer que nous ne pouvons que servir d'intermédiaire aux Hauts Gouvernements contractants, auxquels seuls il appartient de décider si les dispositions de la Convention du Mètre, à laquelle l'Angleterre a adhéré en 1884, lui permettent de la dénoncer après trois ans.

Si le Comité international a pu négocier, en 1884, avec la « Royal Society » et ensuite avec Sir John Walsham, Ministre plénipotentiaire de Sa Majesté Britannique, à Paris, l'adhésion de l'Angleterre à la Convention du Mètre, c'est que cette dernière réserve, par son art. 11, à tout État le droit d'accéder à la Convention, et charge le Comité de déterminer la contribution d'entrée. Par contre, l'énumération des attributions du Comité international, qui se trouve dans le Règlement annexé à la Convention, n'autorise nulle part le Comité à modifier ou à interpréter les dispositions de la Convention de façon à justifier une Puissance, qui a accédé à la Convention, de s'en retirer après trois ans, au lieu des douze ans fixés par l'art. 13 de la Convention.

Nous ne pouvons donc pas admettre que la communication des intentions du Gouvernement de Sa Majesté, que Votre Excellence nous a fait l'honneur de nous transmettre, remplit les conditions de l'art. 13, et constitue la dénonciation de l'Angleterre; nous devons plutôt formellement réserver aux Hautes Parties contractantes le soin de décider la question.

Enfin, pour répondre à la question du Gouvernement de Sa Majesté, si, à l'expiration de la période de douze ans, le Comité doit disparaître ou être reconstitué, nous vous prions, Monsieur l'Ambassadeur, d'attirer l'attention de Votre Haut Gouvernement sur les différentes dispositions de la Convention du Mètre et du Règlement annexé, qu'il trouvera soit dans les « Documents diplomatiques de la Conférence du Mètre », Paris, 1875, soit dans le Volume des *Procès-Verbaux* des séances du Comité de 1878, Annexe n° 5, p. 259-271.

Il résulte de l'ensemble de ces documents que le Bureau international des Poids et Mesures, ainsi que le Comité international, sous la direction duquel il est placé, ont été fondés pour un temps *illimité*,

et que la période de douze ans n'y paraît qu'une seule fois, dans l'art. 13 de la Convention, comme terme à partir duquel l'une ou l'autre des Hautes Parties contractantes a le droit de la dénoncer. Partout ailleurs, ainsi, par exemple, dans l'art. 6 du Règlement annexé, qui a même force et valeur que la Convention, et qui établit les budgets pour deux périodes, il n'est pas question de douze ans; mais la première période est définie comme celle « de la confection et de la comparaison des nouveaux prototypes, et la seconde comme période postérieure à la distribution des prototypes ».

Enfin, aucune disposition ne parle de la dissolution ou de la cessation du Comité international, mais l'art. 7 du Règlement cite, parmi les attributions de la Conférence générale : « Elle procède, au scrutin secret, au renouvellement, par moitié, du Comité international ». Et l'art. 8, troisième alinéa, du même Règlement, dispose :

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

L'art. 2 des « Dispositions transitoires » statue : « La première réunion de la Conférence générale des Poids et Mesures, mentionnée à l'art. 3 de la Convention, aura notamment pour objet de sanctionner les nouveaux prototypes et de les répartir entre les États qui en ont fait la demande. Plus tard, d'après le premier alinéa de l'art. 7 du Règlement, la Conférence générale se réunira, à Paris, sur la convocation du Comité international, au moins une fois tous les six ans ».

D'après cela, le Comité ne cesse donc pas d'exister après douze ans, ni n'est reconstitué après cet intervalle, mais il existe pendant un temps illimité, et est renouvelé, par moitié, par la Conférence générale, à des périodes sexennales, après la première réunion de cette Conférence, dont l'époque dépend de l'achèvement des prototypes.

Veuillez recevoir, Monsieur l'Ambassadeur, l'assurance de notre très haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence le très honorable Lord Lyons, Ambassadeur de Sa Majesté la Reine d'Angleterre, à Paris.*

Appuyés dans nos arguments de fait et de droit par les considérations que les savants anglais, et surtout notre très honoré Collègue au Comité, M. Christie, Directeur de l'Observatoire de Greenwich, ont fait valoir auprès de leur Gouvernement en faveur de l'importance pour l'Angleterre de maintenir son accession à la Convention destinée à réaliser des réformes fondamentales pour la Métrologie, nous avons eu la satisfaction de recevoir, après deux mois, une dépêche, signée par M. Egerton, Premier Secrétaire de l'Ambassade Britannique et Chargé d'Affaires par intérim, par laquelle le Gouvernement de la Reine a déclaré vouloir continuer à faire partie de la Convention du Mètre.

Voici le texte de cette dépêche :

AMBASSADE D'ANGLETERRE.

Paris, 11<sup>th</sup> august 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT.

With reference to your letter of the 2<sup>nd</sup> june last, and to previous correspondence on the subject of the proposed withdrawal of Her Majesty's Government from the international Committee of Weights and Measures, I have the honour to state to you that the Lords of the Treasury have informed Her Majesty's Principal Secretary of State for Foreign Affairs that they have been induced to review their decision that the United Kingdom should withdraw from the Committee.

I have therefore honour to inform you, by direction of the Secretary of State, that Her Majesty's Government have decided to remain parties to the Convention of the 20<sup>th</sup> of may 1875.

I have the honour to be with high consideration,  
Monsieur le Président,  
Your most obedient humble servant,

Signé : EDWIN H. EGERTON.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Peu de temps après, le Gouvernement anglais nous a transmis également la commande de trois prototypes, d'un mètre à traits, d'un mètre à bouts et d'un kilogramme, par une nouvelle note de son Ambassade, conçue en ces termes :

AMBASSADE D'ANGLETERRE.

Paris, le 19 août 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Le Gouvernement de Sa Majesté Britannique désire se procurer de nouveaux étalons métriques à l'usage du Royaume-Uni.

J'ai, par conséquent, été invité, par le Secrétaire d'État de Sa Majesté pour les Affaires étrangères, à prier le Comité international des Poids et Mesures de vouloir bien fournir au Gouvernement du Royaume-Uni des copies du mètre prototype et une copie du kilogramme prototype, y compris un mètre à traits étalon, un mètre à bouts étalon et le kilogramme.

Il sera pourvu aux frais de ces nouveaux étalons métriques, dans le Budget du Département des étalons, jusqu'à concurrence de £ 500 dans l'exercice 1888-1889, et de £ 500 dans l'exercice 1889-1890.

Je suis, en outre, chargé de vous informer, Monsieur le Président, que le Board of Trade désirerait que M. Chaney, Directeur des Poids et Mesures, pût assister à la vérification des nouveaux étalons.

Je ne manquerai pas de vous communiquer, plus tard, les explications plus précises qui ont été demandées au Board of Trade sur ce dernier point.

Agréé, Monsieur le Président, les assurances de ma considération la plus distinguée.

Signé : EDWIN H. EGERTON.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.*

Nous nous sommes empressés de répondre à ces deux

dépêches de l'Ambassade d'Angleterre par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 30 août 1887.

MONSIEUR LE CHARGÉ D'AFFAIRES,

Nous avons l'honneur d'accuser réception des deux dépêches du 11 et du 19 août. Par la première, Votre Excellence a eu la bonté de nous informer que le Gouvernement de Sa Majesté, revenant sur son intention, annoncée par plusieurs dépêches du très honorable Lord Lyons, de se retirer de la Convention du Mètre, a décidé de continuer à faire partie de ladite Convention du 20 mai 1875.

La seconde dépêche, du 19 août, nous communique, au nom du Gouvernement Britannique, la commande de trois prototypes métriques nouveaux : savoir d'un mètre à traits, d'un mètre à bouts et d'un kilogramme.

Nous constatons, avec grande satisfaction, l'heureuse décision du Gouvernement de la Reine, de maintenir son accession à la Convention du Mètre, à laquelle il avait adhéré en septembre 1884, et cela, autant dans l'intérêt de l'institution scientifique internationale, qui conserve ainsi le caractère universel, indispensable à la réalisation du but que les Gouvernements ont eu en vue en la fondant, que dans celui du Royaume-Uni lui-même, qui, ayant rendu légalement facultatif l'usage des poids et mesures métriques, a le plus grand intérêt à la construction et à la répartition dans le monde civilisé de prototypes identiques et invariables des Unités métriques, et à l'établissement scientifique du rapport exact entre ces Unités métriques et les anciennes. Le Gouvernement de Sa Majesté atteint ce but d'autant plus complètement qu'il s'est décidé, suivant la dépêche du 19 août, à commander les nouveaux prototypes en platine iridié, commande dont nous nous empresserons d'assurer l'exécution par les mesures et démarches nécessaires.

Quant à la question des prix, nous croyons que les £ 1000, dont parle votre note, correspondent à peu près aux frais définitifs des trois prototypes en question, sans toutefois pouvoir prendre une responsabilité quelconque à ce sujet, attendu que c'est le Gouvernement français qui fixera définitivement le prix exact de chaque prototype,

d'après les frais de construction qu'il veut bien avancer, et auquel les autres Gouvernements les restitueront.

Enfin, nous attendons les explications promises à la fin de votre dernière note au sujet du désir du Board of Trade, que M. Chaney puisse assister à la vérification des nouveaux prototypes, pour soumettre cette question au Comité international, qui doit en décider lui-même, puisqu'il s'agit d'une demande exceptionnelle et assez difficile à satisfaire. Car nous nous permettons de faire remarquer au Gouvernement de Sa Majesté que les prototypes qui reviendront finalement à chaque pays ne sont pas fixés d'avance, mais que, d'après la Convention, lorsque tous les travaux concernant les prototypes et leur vérification seront terminés, le Comité international doit convoquer la Conférence générale des Délégués de tous les États contractants (*voir* art. 3 de la Convention), et que cette Conférence générale aura à sanctionner les nouveaux prototypes et à les répartir entre les États qui en ont fait les commandes (*voir* art. 2 des « Dispositions transitoires » annexées à la Convention).

Par conséquent, nous ignorons nous-mêmes à présent lesquels des nombreux prototypes, simplement numérotés, reviendront finalement à l'Angleterre, et M. Chaney serait obligé d'assister à toutes les opérations de comparaison et de vérification de tous les prototypes, ce qui exigerait probablement encore un an et demi.

Par contre, si M. Chaney ne désire que se rendre compte des différentes méthodes et opérations employées au Bureau international pour tous ces travaux de comparaison et de vérification, nous ne doutons pas que le Comité international lui en accorde la permission.

Quoi qu'il en soit, nous prions Votre Excellence de nous faire parvenir les explications dont il est question dans la dépêche du 19 août, avant le 24 septembre, date de la réunion du Comité international.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Monsieur E.-H. Egerton, Premier Secrétaire de l'Ambassade d'Angleterre et Chargé d'Affaires ad intérim de Sa Majesté Britannique, à Paris.*

M. le Chargé d'Affaires d'Angleterre ayant simplement répété, par note du 26 août, le désir exprimé par le Board of Trade, que M. Chaney se rende à Paris en temps utile pour prendre part à la vérification des nouveaux étalons métriques destinés au Royaume-Uni, nous avons affirmé de nouveau notre meilleure volonté de tenir compte de ce désir par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 4 septembre 1887.

MONSIEUR LE CHARGÉ D'AFFAIRES,

Nous avons eu l'honneur de recevoir votre note du 26 août, qui confirme un passage de votre dépêche du 19 août, et par laquelle vous nous informez que le Board of Trade a exprimé le désir que M. Chaney se rende à Paris, en temps utile, pour prendre part à la vérification des nouveaux étalons métriques destinés au Royaume-Uni.

En nous référant aux explications que nous avons eu l'honneur de donner à Votre Excellence, dans notre lettre du 30 août à ce sujet, nous nous permettons d'ajouter que, si le Board of Trade entend que M. Chaney puisse prendre part à la sanction définitive des prototypes par la « Conférence générale », cela dépend uniquement du Gouvernement de Sa Majesté, attendu qu'il désigne naturellement seul ses Délégués. (*Voir* art. 7 du Règlement annexé à la Convention.)

Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons qu'affirmer de nouveau que nous ne manquerons pas de soumettre toute cette question au Comité international dans sa prochaine session, et que le Comité s'empressera toujours de remplir les vœux du Gouvernement de Sa Majesté, pour autant que ses compétences, fixées par la Convention et ses annexes, le lui permettent.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Monsieur E.-H. Egerton, Premier Secrétaire de l'Ambassade d'Angleterre et Chargé d'Affaires ad intérim de Sa Majesté Britannique, à Paris.*

En effet, dans le Rapport que le Bureau du Comité a soumis à ce dernier dans la première séance du 24 septembre, il a été proposé, et le Comité a approuvé, que M. le Directeur du Bureau soit chargé d'inviter M. Chaney à venir à Breteuil lorsque les comparaisons des mètres auront commencé et que celles des kilogrammes seront encore en voie d'exécution, afin qu'il puisse se rendre compte en détail des appareils et des méthodes employés pour la vérification de tous les prototypes métriques.

Après la communication détaillée des dépêches concernant les importantes négociations avec l'Angleterre, nous reprenons le compte rendu de la Correspondance échangée avec les Représentants des Hautes Parties contractantes.

A la fin du mois de mars, le Gouvernement royal d'Italie nous a fait demander des renseignements sur l'époque de la livraison des prototypes commandés et sur le coût de ces prototypes, par la dépêche suivante de son Ambassadeur, Monsieur le Général Comte Menabrea :

AMBASSADE D'ITALIE.

Paris, le 30 mars 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

Par votre lettre, en date du 20 septembre 1882, vous informiez l'Ambassade Royale qu'un marché avait été conclu entre l'Administration française, d'accord avec le Comité international des Poids et Mesures, et la maison Matthey et C<sup>ie</sup>, de Londres, pour la fourniture des prototypes du mètre et du kilogramme destinés aux Puissances signataires de la Convention internationale du 20 mai 1875. Vous ajoutiez, en même temps, que le Comité international ainsi que la Section française avaient délégué deux savants chimistes particulièrement experts pour faire l'analyse des métaux et de l'alliage fournis par la maison précitée.

N'ayant plus reçu de communications à cet égard, et, d'un autre côté, la date de la comparaison décennale des échantillons déposés au Ministère Royal de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce

avec ceux conservés dans les Archives du Royaume étant très rapprochée, le Gouvernement du Roi m'a exprimé le désir de connaître l'époque à laquelle les deux prototypes de platine iridié pur seront prêts.

Je vous serais, par conséquent, très obligé, Monsieur le Général, de vouloir bien me mettre en mesure de donner à mon Gouvernement la réponse qu'il attend avec impatience, en m'indiquant en même temps le prix approximatif de chacun des deux prototypes dont il s'agit.

Après avoir eu connaissance de cette date, le Ministère Royal de l'Agriculture aura soin de charger un Délégué du transport en Italie des deux prototypes, ainsi que des morceaux de la matière de fabrication, lesquels, suivant les dispositions du marché conclu avec la maison Matthey, devront également être livrés.

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

*L'Ambassadeur d'Italie,*

Signé : MENABREA.

*A Monsieur le Général Ibanez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Nous nous sommes empressés de fournir les renseignements demandés aussi complètement que possible, en rappelant les données contenues sur ces points dans nos *Rapports* annuels aux Hauts Gouvernements et dans les *Procès-Verbaux* des séances du Comité international.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 17 avril 1887.

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Se référant à notre lettre du 20 septembre 1882 au sujet des mesures prises pour la construction des prototypes métriques, et ajoutant que le Gouvernement du Roi n'aurait plus reçu, depuis lors, de communications à cet égard, Votre Excellence, par dépêche du 30 mars dernier, nous demande d'indiquer au Gouvernement Royal

l'époque à laquelle les nouveaux prototypes seront prêts, et, en même temps, d'ajouter le prix approximatif de ces prototypes.

Nous avons l'honneur de répondre à Votre Excellence que le Comité international n'a jamais manqué au devoir de faire parvenir, par l'intermédiaire de Votre Ambassade, au Gouvernement d'Italie, d'abord quatre et, plus tard, sept exemplaires des *Rapports* annuels qu'il doit présenter aux Hauts Gouvernements des États signataires de la Convention du Mètre et dans lesquels, au Chapitre III, nous avons régulièrement rendu compte aux Gouvernements des nombreuses difficultés qu'on a rencontrées dans cette délicate construction, ainsi que des progrès réalisés chaque année. Ainsi, dans le *Neuvième Rapport* sur l'exercice 1885, que nous avons eu l'honneur de faire remettre, en sept exemplaires, à Votre Ambassade, le 31 mars 1886, le Gouvernement du Roi trouvera au Chapitre III, pages 8-12, de nombreux détails sur l'avancement de la construction des règles en platine iridié, que la maison Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup> fabrique, pour en faire les prototypes du mètre. De même, les *Procès-Verbaux* de la session de 1885, que nous avons présentés à l'Ambassade d'Italie, le 5 juin 1886, rendent compte, aux pages 47-51 et 62, 63, des délibérations du Comité sur plusieurs points importants de la construction et de la vérification des mètres.

Enfin, le *Dixième Rapport*, qui est actuellement à l'impression, informera les Hauts Gouvernements que les règles seront terminées à Londres, dans le courant de ce printemps; que quatre mètres ont déjà été dressés, polis et tracés par les soins de la Section française de la Commission internationale du Mètre, et ont été remis au Bureau international pour y subir les comparaisons et vérifications décidées. Les installations nécessaires pour le polissage et le tracé des mètres se font, dans ce moment, au Conservatoire des Arts et Métiers.

Mais, comme toutes ces opérations difficiles demandent beaucoup de temps, et que le Bureau international aura besoin au moins d'une année pour accomplir toutes les comparaisons et vérifications des nombreux prototypes du mètre, nous ne saurions encore indiquer le terme *précis* où tout le travail sera complètement terminé.

Nous doutons que cela puisse se faire avant la fin de 1888.

Par contre, la construction et la vérification des kilogrammes prototypes, dont l'Italie a commandé également deux exemplaires, sont bien plus avancées, de sorte qu'on peut espérer les avoir prêts dans une année.

Il va sans dire que le Comité international ne tardera pas à infor-

mer les Hauts Gouvernements du moment où la Conférence des Poids et Mesures, qui, d'après l'art. 2 des « Dispositions transitoires » de la Convention, aura à sanctionner les nouveaux prototypes et à les répartir entre les États, pourra être convoquée.

Quant aux prix des nouveaux prototypes métriques, c'est au Gouvernement français à les fixer, d'après le prix de revient total qu'ils auront coûté; ce qui ne pourra se faire que lorsque la construction sera entièrement terminée. Notre ancien Collègue, M. Dumas, représentant de la France au Comité international, l'a évaluée, dans le temps, à 9000<sup>fr.</sup>

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D. AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur le Général Comte Menabrea, Ambassadeur de S. M. le Roi d'Italie à Paris.*

Un certain nombre de dépêches échangées ont trait à des demandes de plusieurs Gouvernements désirant recevoir de nouveaux exemplaires de l'une ou de l'autre de nos publications, ou voir comprendre tel établissement ou savant dans la liste de distribution de nos publications.

Ainsi M. le Ministre de Belgique nous a écrit la note suivante :

LÉGATION DE BELGIQUE.

Paris, le 11 janvier 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai eu soin de faire parvenir à leur destination les documents annexés à votre lettre du 20 octobre dernier.

Le Gouvernement du Roi m'a exprimé le désir de recevoir, dès à présent, un nouvel exemplaire du Tome V des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures et, à l'avenir, six exem-

plaires, au lieu de cinq, des diverses livraisons de cette publication.

Je serai très reconnaissant, si vous vouliez bien me mettre à même de satisfaire à la demande de mon Gouvernement.

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

*Le Ministre de Belgique,*

Signé : B<sup>on</sup> BEYENS.

*A Son Excellence Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Nous nous sommes empressés de répondre :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 17 janvier 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Immédiatement après avoir reçu votre demande du 11 janvier, nous avons donné ordre à notre libraire, M. Gauthier-Villars, à Paris, de vous remettre un nouvel exemplaire du Tome V des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, et nous avons inscrit dans notre liste de distribution de cette publication six exemplaires, au lieu de cinq, pour la Belgique.

Nous avons l'honneur, Monsieur le Ministre, de vous présenter l'assurance de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence, Monsieur le Baron Beyens, Ministre de Belgique, à Paris.*

Peu après nous avons reçu de la part du Gouvernement de la République Argentine la demande de plusieurs

volumes des *Travaux et Mémoires* par la dépêche suivante :

LÉGATION DE LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Paris, le 19 février 1887.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

A l'effet de compléter les collections des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, qui existent à la Bibliothèque nationale de Buenos-Aires, à celle du Ministère des Relations extérieures, au Département des Ingénieurs civils et à l'Observatoire de Cordoba, mon Gouvernement, par une Communication récente, exprime le désir d'obtenir en double exemplaire les Tomes I, II, III et IV de ces importants documents, auxquels il attache un grand intérêt.

Espérant que vous pourrez et voudrez bien mettre à ma disposition les exemplaires ci-dessus mentionnés, et en vous remerciant à l'avance, j'ai l'honneur de vous réitérer, Monsieur, les assurances de ma haute considération.

*Le Ministre de la République Argentine,*

Signé : JOSÉ C. PAZ.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Nous n'avons pas tardé à donner suite à cette demande et à écrire à la Légation argentine :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 21 février 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Immédiatement après avoir reçu votre lettre du 19 courant, demandant pour le Gouvernement de la République Argentine, en double exemplaire, les Tomes I, II, III et IV des *Travaux et Mé-*

*moires* du Bureau international des Poids et Mesures, nous donnons ordre à notre libraire de Paris de les remettre à votre Légation.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur José C. Paz, Ministre de la République Argentine, à Paris.*

M. le Ministre a accusé réception de ces Volumes par lettre du 1<sup>er</sup> mars.

Le 26 février, le Gouvernement français nous a demandé les *Travaux et Mémoires* du Bureau international pour l'Académie de Clermont-Ferrand, par la note suivante :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 26 février 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

M. le Ministre de l'Instruction publique a exprimé le désir de recevoir, pour M. le Recteur de l'Académie de Clermont, les *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures.

Je vous serai très obligé, Monsieur le Général, de vouloir bien me mettre à même de satisfaire à cette demande, en me faisant parvenir un exemplaire des Volumes publiés par le Bureau international.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma considération la plus distinguée.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Nous avons répondu de suite à M. le Ministre des Affaires étrangères en ces termes :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 1<sup>er</sup> mars 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Votre Excellence, par lettre du 26 février, nous demande de lui faire parvenir, pour M. le Recteur de l'Académie de Clermont, les *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures.

Nous nous empressons de satisfaire à cette demande, en donnant ordre à notre libraire, à Paris, de faire remettre à votre Ministère un exemplaire des cinq Volumes de cette publication qui ont paru jusqu'à présent, et d'inscrire l'Académie de Clermont sur la liste de distribution.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Flourens, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.*

Après deux mois et demi, nous avons reçu la dépêche suivante, qui affirmait que les Volumes des Annales du Bureau international n'étaient pas encore livrés au Ministère :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 18 mai 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

En réponse à une demande de M. le Ministre de l'Instruction pu-

blique, dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir le 26 février dernier, vous avez bien voulu me faire savoir, par une lettre en date du 1<sup>er</sup> mars, que vous avez donné l'ordre au libraire du Comité international, à Paris, de remettre à mon Département les cinq Volumes parus des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, destinés à M. le Recteur de l'Académie de Clermont, et d'inscrire l'Académie de Clermont sur la liste de distribution.

Je vous remercie, Monsieur le Général, de cette communication, ainsi que des dispositions que vous avez prises pour donner satisfaction au désir exprimé par M. Berthelot. Je crois devoir seulement vous informer, à cette occasion, que les cinq Volumes précités ne sont pas encore parvenus à mon Département.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Comme c'était la première fois que pareil retard arrivait, et que nous n'avons eu toujours, au contraire, qu'à nous louer de la parfaite exactitude de notre libraire, nous avons demandé immédiatement des explications à M. Gauthier-Villars, qui nous a fourni la preuve qu'il s'était conformé à notre invitation, en déposant le 15 mars les cinq Volumes en question au Ministère des Affaires étrangères. Nous avons répondu à M. le Ministre par la lettre suivante :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 24 mai 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Immédiatement après avoir reçu votre lettre du 18 mai, qui nous informe que les cinq Volumes des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, demandés par M. le Ministre de l'Instruction publique pour l'Académie de Clermont, n'étaient pas

parvenus à votre Département, nous avons écrit à notre libraire, M. Gauthier-Villars, à Paris, pour lui demander des explications du retard, inusité dans cette excellente maison, et pour lui réitérer l'ordre de faire parvenir immédiatement à votre Département les cinq Volumes précités.

Nous venons de recevoir la réponse de M. Gauthier-Villars, qui affirme que les cinq Tomes en question ont été remis au Ministère des Affaires étrangères, à l'adresse de l'Académie de Clermont, le 15 mars dernier, par un employé qui ira avec le gérant de la maison pour faire les recherches nécessaires. Afin d'éviter toute perte de temps, M. Gauthier-Villars a fait remettre hier un duplicata de ces Volumes à votre Ministère.

Quelle que soit la cause de ce retard, que nous regrettons, il nous importe, Monsieur le Ministre, de fournir la preuve que, dans cette occasion, nous avons fait tout ce qui dépendait de nous pour satisfaire au vœu de M. le Ministre de l'Instruction.

Recevez, Monsieur le Ministre, les assurances de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Flourens, Ministre des Affaires étrangères, à Paris.*

En effet, nous avons reçu l'accusé de réception des Volumes en question, au Ministère des Affaires étrangères, par la note suivante :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 13 juin 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

En réponse à votre lettre du 24 du mois dernier, j'ai l'honneur de vous informer que les cinq Volumes des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, destinés à l'Académie de Clermont, ont été remis par le libraire du Comité à mon Départe-

ment. Je me suis empressé de faire parvenir ces Volumes à M. le Ministre de l'Instruction publique.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Peu de temps après, nous avons eu le plaisir de pouvoir satisfaire, cette fois sans retard fâcheux, à une demande pareille du Gouvernement français, en faveur de l'Académie de Besançon. Voici la correspondance échangée à cette occasion :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 21 juin 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

M. le Ministre de l'Instruction publique a exprimé le désir de recevoir, pour l'Académie de Besançon, un exemplaire des *Travaux et Mémoires* du Comité international des Poids et Mesures, publiés jusqu'à ce jour.

Je vous serai très obligé, Monsieur le Général, de vouloir bien me mettre à même de satisfaire à cette nouvelle demande.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Neuchâtel.*

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 26 juin 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Par la lettre du 21 de ce mois, Votre Excellence nous communique le désir exprimé par M. le Ministre de l'Instruction publique

de recevoir, pour l'Académie de Besançon, un exemplaire des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, publiés jusqu'à ce jour.

Nous nous empressons, Monsieur le Ministre, de vous mettre à même de satisfaire à cette demande, en donnant l'ordre à notre libraire, M. Gauthier-Villars, à Paris, de faire déposer sans retard, à votre Ministère, les cinq Volumes des *Travaux et Mémoires* qui ont paru jusqu'à présent.

Veillez recevoir, Monsieur le Ministre, l'assurance de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Flourens, Ministre des Affaires étrangères de France, à Paris.*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 9 juillet 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

Vous avez bien voulu m'informer, par une lettre en date du 26 juin, que le libraire du Comité avait reçu l'ordre de mettre à ma disposition les cinq Volumes des *Travaux et Mémoires* du Bureau international des Poids et Mesures, parus jusqu'à ce jour et destinés à l'Académie de Besançon.

J'ai l'honneur de vous accuser réception de ces Volumes, qui ont été transmis à M. le Ministre de l'Instruction publique.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Neuchâtel.*

Enfin, nous avons reçu de la Légation d'Italie la note suivante :

AMBASSADE D'ITALIE.

Paris, le 5 août 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

M. Naccari, Professeur de Physique, Directeur de l'Institut Physique de l'Université de Turin, a fait part au Ministre Royal de l'Instruction publique du très grand prix qu'il attacherait à recevoir, pour la Bibliothèque spéciale de son laboratoire, les publications importantes du Bureau international des Poids et Mesures.

J'ai, par suite, l'honneur d'avoir recours à votre extrême obligeance, en vous priant de vouloir bien, si rien ne s'y oppose, adhérer au désir exprimé par M. Naccari.

En vous remerciant à l'avance de la réponse que vous voudrez bien me faire parvenir à cet égard, je saisis l'occasion de vous offrir, Monsieur le Général, les assurances de ma considération la plus distinguée.

*Le Ministre d'Italie,*

Signé : RESSMANN.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

Nous avons, de suite, pris les mesures nécessaires, et nous avons répondu à M. le Ministre d'Italie :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 16 août 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Votre Excellence vient de nous faire connaître et d'appuyer le désir de M. le Professeur Naccari, de Turin, de recevoir, pour la Biblio-

thèque spéciale de son laboratoire, les publications du Bureau international des Poids et Mesures.

Nous avons l'honneur de vous annoncer, Monsieur le Ministre, que, désireux d'obtempérer aux vœux du Gouvernement Royal, nous avons donné ordre à notre éditeur, M. Gauthier-Villars, imprimeur-libraire à Paris, de faire remettre à l'Ambassade d'Italie, pour M. Naccari, la collection complète de nos publications antérieures, et d'inscrire le nom du savant physicien de Turin sur le Tableau de distribution des publications futures.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Ressman, Ministre d'Italie, à Paris.*

Nous avons déjà, dans le Chapitre III de ce Rapport, traitant des prototypes, mentionné la démarche que nous avons faite auprès du Gouvernement de la République française, pour le prier de bien vouloir prendre les mesures nécessaires pour assurer l'exécution des commandes de quelques mètres prototypes à bouts, formulées par plusieurs États. Voici la lettre que nous avons eu l'honneur d'adresser, à ce sujet, à M. le Ministre des Affaires étrangères :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 23 février 1888.

MONSIEUR LE MINISTRE,

L'époque de l'achèvement et de la vérification des différents mètres et kilogrammes prototypes, commandés par les États de la Convention du Mètre, est enfin arrivée, de sorte qu'il est à espérer qu'on

pourra convoquer, dans le courant de l'année prochaine, l'Assemblée générale pour procéder à la distribution des nouveaux prototypes métriques.

La maison Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup>, de Londres, à laquelle le Gouvernement français a confié la fabrication des règles et des cylindres en platine iridié, nécessaires pour en faire les mètres à traits et les kilogrammes commandés, les a tous livrés depuis plus d'un an à la Section française de la Commission internationale du Mètre, qui a été chargée, avec le concours du Comité international, de la confection des prototypes. Quant aux kilogrammes, tous, à un ou deux près, ont été ajustés au Bureau international des Poids et Mesures, et plus de la moitié y sont déjà comparés, de sorte que tous les kilogrammes seront prêts avant la fin de cette année.

Quant aux mètres à traits, les règles ont été dressées par les soins de la Section française, et, depuis un mois, on s'est mis à l'œuvre, au Conservatoire des Arts et Métiers, pour les polir et les tracer, de sorte que nous espérons pouvoir commencer bientôt leurs comparaisons au Bureau international.

Mais il résulte de nos *Rapports* aux Hauts Gouvernements signataires de la Convention du Mètre, et surtout du dernier, dans lequel nous avons donné la liste des prototypes commandés par les États, jusqu'à la fin de 1886 (*voir le Dixième Rapport* sur l'exercice de 1886, p. 22), que plusieurs États ont commandé aussi des mètres prototypes à bouts, savoir l'Allemagne, la Bavière, la Russie, auxquels il faut ajouter un de ces mètres à bouts, commandé par l'Angleterre le 19 août 1887, en même temps qu'un mètre à traits et un kilogramme. Il faut y ajouter également un mètre à bouts, que le Comité international a décidé, dans la dernière session de 1887, de demander comme prototype international de ce genre de mètres, pour le Bureau international des Poids et Mesures. Cela fait donc en tout cinq prototypes de mètres à bouts qu'il s'agit encore de fournir aux États signataires, conformément aux dispositions de la Convention.

Comme, à notre connaissance, rien n'a été fait pour leur construction, nous nous permettons, Monsieur le Ministre, de prier le Gouvernement français de bien vouloir faire commander, le plus tôt possible, ces cinq règles à MM. Johnson, Matthey et C<sup>ie</sup>; car, d'après les commandes des États, et suivant la décision du Comité international, prise dans la séance du 11 octobre 1887, ces mètres à bouts doivent être fabriqués du même métal que les mètres à traits et les

kilogrammes, savoir de l'alliage pur de 90 pour 100 de platine et 10 pour 100 d'iridium.

Quant à la forme à leur donner, le Comité international a décidé, après discussion, dans la même séance de la dernière session, dont nous aurons sous peu l'honneur de remettre les *Procès-Verbaux* aux Hauts Gouvernements, de conserver pour ces étalons la forme en X acceptée par la dixième décision de 1872 pour les mètres à traits, avec la seule modification d'augmenter légèrement l'épaisseur de la partie axiale, en la portant de 3<sup>mm</sup> à 4<sup>mm</sup>. Du reste, nous nous permettons de joindre à la présente lettre un dessin coté représentant, à l'échelle de 5:1, la section à donner à ces règles. La longueur des cinq règles, dont il s'agit de faire les mètres à bouts, doit être de 1<sup>m</sup>,16.

Pour pouvoir arriver à terminer complètement ces mètres à bouts, à la même époque que les autres prototypes, il n'y a pas de temps à perdre, d'autant plus que leurs comparaisons, entre eux et avec le prototype international à traits, demanderont beaucoup de temps.

Le Gouvernement de la République a donné tant de preuves de son bienveillant intérêt pour l'œuvre de la Convention du Mètre, que nous sommes convaincus qu'il voudra prendre les mesures nécessaires, en temps utile, pour que, sur ce point aussi, les engagements pris vis-à-vis des États signataires soient exécutés régulièrement.

Veillez, Monsieur le Ministre, recevoir l'expression de notre plus haute considération.

*Le Président,*  
Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*  
Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Flourens, Ministre des Affaires étrangères de France, à Paris.*

Son Excellence M. Flourens nous a fait savoir qu'on avait accueilli notre demande, par la note suivante :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 28 mars 1888.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

J'ai communiqué à mon Collègue, M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire,

le 23 février dernier, concernant une commande de cinq mètres métalliques à fournir à certains États signataires de la Convention du Mètre.

M. Dautresme vient de me faire savoir qu'il a prescrit les mesures nécessaires pour que les mètres dont il s'agit soient commandés dans le plus bref délai possible.

Agréé, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLORENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures.*

VIII. — Comptes et contributions.

Le contrôle des comptes et les études budgétaires ont eu lieu, comme d'ordinaire, sur la base d'un Rapport de M. le Directeur, lu dans la première séance, et sur les préavis motivés d'une Commission spéciale, nommée dans cette même séance.

Après avoir examiné scrupuleusement les comptes de l'exercice de 1886, qu'elle a trouvés parfaitement en règle, cette Commission a proposé, dans la séance du 30 septembre, et *le Comité international a décidé à l'unanimité d'approuver les comptes de 1886, et de donner décharge pleine et entière à M. le Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.*

Nous transcrivons, comme d'habitude, dans le Tableau suivant, les comptes de l'exercice de 1886, établis par M. le Directeur, vérifiés dans les détails et comparés aux pièces à l'appui par la Commission spéciale, et finalement approuvés par le Comité international.

COMPTES DE 1886.

RECETTES.

I. — FRAIS D'ÉTABLISSEMENT

ET D'AMÉLIORATION DU MATÉRIEL SCIENTIFIQUE.

Actifs au commencement de l'année 1886 :

Dù par le Compte III.....

Actifs disponibles.....

Recettes sur taxes de vérifications.....

BALANCE.....

11138	fr	84 <sup>c</sup>		
26233		29	37372	fr
			546	13 <sup>c</sup>
			37918	25
			38	

II. — FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

Actifs au commencement de l'année 1886 :

Arriérés de la Turquie.....

Dù par le Compte III.....

Dù par le Compte IV.....

Actifs disponibles.....

BALANCE.....

9949	»			
30410	6r			
8994	»			
2585	99	51939		60
		60		

9\*

— 101\* —

## DÉPENSES.

### I. — FRAIS D'ÉTABLISSEMENT

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

	fr	c		fr	c
<i>Comparteur Brunner.</i> 2 oculaires de rechange.....	60	»			
» » 2 lampes à incandescence.....	8	20	68		20
<i>Comparteur géodésique.</i> Dernier acompte à la Société genevoise.....	10000	»			
» » Accessoires différents, pour la même.....	1210	50			
» » 2 microscopes avec micromètre, par Brunner frères, à Paris.....	1700	»			
» » 2 oculaires de rechange.....	60	»	12970		50
<i>Balance de précision.</i> Nouvelle balance pour la comparaison des kilogrammes, par Rueprecht, à Vienne.....	2689	35			
» » Frais de montage.....	623	»			
» » 3 paires de disques, en cristal de roche, pour les plateaux des balances, par A. Collot, à Paris.....	150	»			
» » Nouveau plan central et plans pour les étriers de la balance Bunge, par A. Collot, à Paris.....	90	»	3552		35
<i>Thermomètres.</i> 4 thermomètres étalons pour basses températures.....				180	
<i>Thermomètres à gaz.</i> Appareils accessoires.....				236	45
<i>Appareils pour la comparaison des thermomètres.</i> Chaudière en cuivre.....				30	»
<i>Machines pneumatiques.</i> Pompe à glycérine, par Alvergniat, à Paris.....				275	»
<i>Appareils électriques.</i> Accumulateur.....	296	35			
» » Ampères-Mètre.....	60	»			
» » Volts-Mètre.....	80	»			
» » Pile électrique, système Lalande-Chaperon, 15 éléments, par M. de Bessville, à Paris.....	317	70	754		05

Solde des actifs à la fin de l'année 1886.

Dû par le Compte III.....

Dû par le Compte IV.....

13476

17

6296

96

19773

13

BALANCE.....

37918

38

II. — FRAIS DES ÉTALONS ET TÉMOINS INTERNATIONAUX.

*Supports et pinces* pour les 4 kilogrammes témoins.....

Solde des actifs à la fin de l'année 1886.

Arriérés de la Turquie.....

Dû par le Compte III.....

Dû par le Compte IV.....

Actifs disponibles.....

9949

»

30410

61

10558

04

261

95

760

»

51179

60

BALANCE.....

51939

60

A reporter.....

51939

60

## DÉPENSES.

	Report.....		
<b>III. — FRAIS ANNUELS.</b>			51939 <sup>fr</sup> 60
<b>A. — TRAITEMENTS FIXES.</b>			
1. Directeur.....	15000 <sup>fr</sup>	»	
2. Deux adjoints.....	12000	»	
3. Trois à quatre aides.....	9250	»	
4. Mécanicien.....	3000	»	
5. Aide-mécanicien et chauffeur.....	1800	»	
6. Garçon de bureau.....	1800	»	
7. Concierge.....	240	»	43090
<b>B. — FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION.</b>			
1. Indemnités de savants attachés au service du Bureau.....	8000		
2. Entretien des bâtiments et dépendances avec mobilier.....	9907	20	
3. » des machines et appareils fixes.....	1390	15	
4. » des instruments.....	261	»	
5. Frais d'atelier.....	710	75	
6. » de laboratoire.....	1350	56	
7. Achat de glace.....	1054	50	
8. Frais de chauffage.....	3081	15	
9. » d'éclairage et de gaz.....	3461	20	
10. Concession d'eau.....	215	20	
11. Primes d'assurances.....	340	65	
12. Frais de bureau.....	984	50	
13. Bibliothèque.....	145	20	
14. Frais d'impression et des publications.....	13060	30	



COMPTES DE 1886.

RECETTES.

III. — FRAIS ANNUELS.			
Actifs au commencement de l'année 1886 :			
Arriérés de la Confédération Argentine.....	630 <sup>fr</sup>	»	
» du Pérou.....	1747	»	
» de la Turquie.....	55916	»	
» du Vénézuéla.....	525	»	58818 <sup>fr</sup>
Contributions des États pour l'exercice de 1886.....	100001		
Intérêts bonifiés.....	813	03	100814 03
Roumanie, paiement anticipé, y compris les intérêts bonifiés à la fin de l'année 1886.....			5266 60
Emprunté au courant de l'année au Compte I.....			2337 33
BALANCE.....			167235 96
IV. — FRAIS DES PROTOTYPES ET DE LEURS APPAREILS AUXILIAIRES.			
Actifs au commencement de l'année :			
Paiement de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg pour les prototypes à lui fournir.....			12091 29
Intérêts bonifiés à l'Académie par la Caisse des Dépôts et Consignations, pour l'année 1886.....			362 74
Remboursement par le Compte II de 4 supports avec disques en cristal de roche et pinces pour 4 kilogrammes-témoins.....			760 »
Emprunté au courant de l'année au Compte I.....	6296	96	
» » » au Compte II.....	1564	04	7861 »
BALANCE.....			21075 03

Quant aux comptes et à l'état des finances du Bureau, pour l'exercice de 1887, il en est rendu compte dans le Rapport de la Commission des finances, qui a été soumis au Comité international dans la séance du 13 octobre 1887, et qui sera porté à la connaissance des Hauts Gouvernements par les *Procès-Verbaux* de la session de 1887, qui paraîtront incessamment. En conséquence, nous nous bornons ici à mentionner que, d'après l'état des comptes pour les huit premiers mois écoulés au moment de la session, et d'après les évaluations faites pour les quatre autres mois de 1887, la Commission a établi que les dépenses de cet exercice dépasseraient probablement les prévisions seulement de la somme insignifiante de 553<sup>fr.</sup>

Par contre, la même Commission a constaté la fâcheuse situation financière du Bureau international en général, et le Comité s'est convaincu de la nécessité d'y porter remède, pour ne pas risquer de compromettre le service du Bureau international, au moment le plus important de sa mission. Nous avons eu l'honneur d'exposer cette situation et de soumettre aux Hauts Gouvernements les mesures proposées par le Comité, dans le Rapport spécial que nous avons adressé aux Ambassades et Légations le 1<sup>er</sup> novembre 1887. Ce même Rapport contenant en outre le même Budget et le Tableau des parts contributives pour l'exercice de 1888, il est utile de le reproduire ici.

## RAPPORT SPÉCIAL

AUX GOUVERNEMENTS DES HAUTES PARTIES CONTRACTANTES.

---

Budget du Bureau international des Poids et Mesures pour l'Exercice de 1888. — Subvention destinée à compenser les arriérés accumulés des contributions de plusieurs pays. — Remboursement des avances faites par le Comité pour les appareils auxiliaires destinés aux prototypes. — Tableau des contributions.

En réservant pour le Rapport général réglementaire du printemps prochain le détail des comptes de 1886 et de la gestion de 1887, nous

nous bornons à résumer pour les Hauts Gouvernements, dans ce Rapport spécial, la situation financière actuelle du Bureau international des Poids et Mesures, et à présenter à leur approbation les mesures que le Comité, après mûre réflexion, a jugées nécessaires pour obvier à cette situation.

En ce qui concerne le budget de 1888, il a été porté par le Comité, comme les années antérieures, à la somme de cent mille francs prévue par la Convention, et, comme depuis l'année dernière il ne s'est produit aucune nouvelle adhésion, ni n'est venu à la connaissance du Comité aucun changement statistique des anciens États contractants, le Tableau des contributions ordinaires pour 1888 reste le même que celui contenu dans le Rapport spécial, pour l'année 1887.

Dans sa séance du 13 octobre 1887, le Comité a réparti les fonds de ce budget selon la prévision suivante, différant très peu des moyennes antérieures.

*Budget pour l'exercice 1888.*

A. *Traitements :*

Directeur.....	15000 <sup>fr</sup>
2 Adjointes.....	12000
4 Aides.....	12000
Mécanicien.....	3000
Chauffeur et aide-mécanicien.....	1800
Garçon de bureau.....	1800
Concierge.....	240
	<hr/>

45840<sup>fr</sup>

B. *Frais généraux d'administration :*

1. Indemnités des savants.....	8000
2. Entretien des bâtiments et dépendances avec mobilier.....	4000
3. Entretien des machines et appareils fixes.	800
4. » des instruments.....	400
5. Frais d'atelier.....	800
6. » de laboratoire.....	1000
7. » de chauffage de précision, et achat de glace.....	1000
8. Frais de chauffage ordinaire.....	3000
9. » d'éclairage et de gaz.....	3500
10. Concession d'eau.....	200
11. Primes d'assurances.....	360
	<hr/>

A reporter..... 23060

Report.....	23060	45840 <sup>fr</sup>
12. Frais de bureau.....	900	
13. » de Bibliothèque.....	600	
14. » d'impressions et de publications..	14000	
15. » de secrétariat.....	600	
		<hr/>
		39160
C. Indemnité du Secrétaire du Comité.....		6000
D. Frais divers et imprévu, y compris les gratifications, indemnités et dépenses pour les calculateurs.....		<hr/>
		9000
		<hr/>
TOTAL.....		100000 <sup>fr</sup>

Dans les Rapports antérieurs, le Comité a déjà été, à plusieurs reprises, obligé d'attirer l'attention des Hauts Gouvernements sur le montant considérable des arriérés des contributions que plusieurs pays ont laissé s'accumuler. Ces arriérés, qui montaient déjà l'année dernière à 76553<sup>fr</sup>, s'élèvent actuellement :

De la part de la Confédération Argentine, à....	1237 <sup>fr</sup>
» du Pérou, à.....	3365
» de la Turquie, à.....	78807
» du Vénézuéla, à.....	1537

Ce qui donne au total..... 84946<sup>fr</sup>

Nous n'avons pas compris dans ce total le retard accidentel d'un paiement de la part d'un État qui a toujours régulièrement versé, paiement que nous savons devoir être très prochainement effectué.

Par contre, nous ne pouvons pas nous empêcher de prévoir que, pour les années 1888 et 1889, qui seront encore nécessaires pour achever la première période, prévue par la Convention et qui doit se terminer par la répartition des nouveaux prototypes dans la Conférence générale, les arriérés des dernières années se reproduiront et porteront le total entier de notre déficit à une somme très proche de 100000<sup>fr</sup>.

Jusqu'ici le Comité a pu parer à cette fâcheuse situation, mais en étant obligé de faire usage du droit de virement que la Convention lui a accordé. Or, dès à présent, comme il sera établi dans notre Rapport général, aucun compte n'a plus de ressources disponibles à prêter au compte des frais annuels. Par conséquent, le Bureau international des Poids et Mesures se trouverait dans l'impossibilité de pourvoir désormais à son service régulier, et cela, juste au moment

où est imminent l'achèvement des nouveaux prototypes métriques, si les Hauts Gouvernements ne lui accordaient, sous forme de subvention, la somme destinée à combler le déficit, qui s'est produit dans les ressources conventionnelles du Comité, par suite du fait que quelques États n'ont pas versé les contributions stipulées par la Convention.

Le Comité international espère que sa demande, justifiée par les nécessités de l'accomplissement de l'œuvre qui lui est confiée, sera favorablement accueillie par les Hauts Gouvernements des États qui ont toujours manifesté le plus vif intérêt pour leur fondation commune; et, en conséquence, nous nous permettons de placer en face de leurs noms, dans la troisième colonne du Tableau des contributions, leur part de la somme que le Comité, dans sa séance du 13 octobre 1887, s'est vu contraint de leur demander, à l'unanimité, à titre de subvention gracieuse. Si, plus tard, il rentrait tout ou partie des contributions dues, le montant en serait employé immédiatement pour rembourser une partie équivalente de la subvention extraordinaire.

Enfin, dans sa même séance du 13 octobre, le Comité a décidé de faire connaître aux Hauts Gouvernements les dépenses qu'il a supportées, comme avances faites par lui aux Gouvernements qui ont commandé des prototypes. Ces dépenses ont eu pour but de munir ces prototypes de différents instruments et appareils auxiliaires indispensables. Ainsi, l'art. 12 des résolutions prises par la Commission internationale du Mètre en 1872, avait prescrit : « Chacun des mètres internationaux devra être accompagné de deux thermomètres à mercure, isolés, soigneusement comparés au thermomètre à air ». Comme, dans l'accomplissement de son mandat, le Comité a dû se livrer, d'une manière particulière, aux études thermométriques, il s'est chargé, d'accord avec la Section française, et dans le sens de l'article 4 des dispositions transitoires de la Convention, de la construction, de la détermination et de la fourniture de tous ces thermomètres, qui ont été rapportés à l'échelle normale établie par le Bureau. Ce sont de véritables instruments de haute précision que le Comité s'est hâté de faire construire, afin qu'ils puissent être joints aux prototypes dans un état complet de repos moléculaire. Comme, dès à présent, ils ont entièrement atteint cet état, le Comité les met à la disposition des Gouvernements, même avant l'achèvement des mètres prototypes, dans l'intérêt de l'extension rapide de l'échelle thermométrique normale. Le prix de revient de chacun de ces thermomètres est de 215 francs.

En outre, chaque mètre prototype doit être conservé dans un étui en bois, liège et velours, enfermé lui-même dans un tube en bronze, très solidement construit et destiné à le garantir contre tout accident soit pendant le transport, soit pendant la conservation. Chacun de ces étuis coûte au Comité 105 francs; de sorte que, pour chaque mètre prototype, les dépenses accessoires s'élèvent à 535 francs.

Pour chaque kilogramme prototype, il a fallu faire construire une boîte-support en laiton, une cloche en verre destinée à les protéger contre la poussière, un plateau en cristal de roche et une pince dans la boîte. Ces différents appareils coûtent ensemble, pour chaque prototype, la somme de 200 francs.

Avec ces données, il nous a été possible d'indiquer, dans la quatrième colonne du Tableau ci-après, les dépenses faites pour les appareils auxiliaires des prototypes de chaque État. Par contre, d'après l'article 5 des dispositions transitoires de la Convention, les frais de fabrication des prototypes eux-mêmes seront remboursés par les Gouvernements intéressés, d'après le prix de revient par unité, qui sera fixé par la Section française, dès que la fabrication sera complètement terminée.

Nous joignons à cet exposé le Tableau mentionné plus haut :

*Tableau des parts contributives des États contractants pour le Bureau international des Poids et Mesures (Exercice de 1888).*

ÉTATS CONTRACTANTS.	FRAIS annuels 100 000 fr. pour 1888. — Unité 101 fr. 112.	SUBVENTION extraordi- naire pour couvrir les arriérés. — Unité 110 fr. 375.	REMBOUR- SEMENT des dépenses faites par le Comité pour les prototypes.	SOMME totale.
	fr	fr	fr	fr
1 Allemagne.....	13751	15011	1270	30032
{ 2 <sup>a</sup> Autriche.....	6067	6622	1470	14159
{ 2 <sup>b</sup> Hongrie.....	4752	5188	735	10675
3 Belgique.....	1719	1876	2540	6135
4 Confédérat. Argentine	607			607
5 Danemark.....	202	221	735	1158
6 Espagne.....	7381	8057	1470	16908
7 États-Unis d'Amériq.	10111	11038	2005	23154
8 France.....	12841	14019	2605	29465
9 Grande-Bretagne et Irlande	7078	7726	1270	16074
10 Italie.....	8595	9382	1470	19447
11 Japon.....	3741	4084	735	8560
12 Pérou.....	809			809
13 Portugal.....	1618	1766	735	4119
14 Roumanie.....	1517	1656		3173
15 Russie.....	9403	10265	1270	20938
16 Serbie.....	506	552	735	1793
{ 17 <sup>a</sup> Suède.....	910	993	735	2638
{ 17 <sup>b</sup> Norvège.....	607	662	735	2004
18 Suisse.....	809	883	735	2427
19 Turquie.....	6471			6471
20 Vénézuéla.....	506			506
<b>TOTAL.....</b>	<b>100001</b>	<b>100001</b>	<b>21250</b>	<b>221252</b>

Paris, le 18 octobre 1887.

*Le Président,*  
Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*  
Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

Les arguments que nous avons fait valoir dans ce Rapport en faveur de la subvention extraordinaire subsistent encore actuellement dans toute leur force, attendu que, parmi les États retardataires, il n'y a que la Confédération Argentine qui ait, depuis lors, versé les contributions arriérées pour les exercices de 1885 et de 1887, ainsi que cela résulte de la dépêche suivante que nous avons reçue du Ministre des Affaires étrangères de France.

Paris, le 17 janvier 1888.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

J'ai l'honneur de vous informer que M. Paz, Ministre de la République Argentine à Paris, a fait verser à mon Département :

1° Une somme de 630<sup>fr</sup>, représentant la part contributive de son Gouvernement dans les frais d'entretien du Bureau international des Poids et Mesures, pour l'exercice de 1885;

2° Une somme de 607<sup>fr</sup>, pour le même objet, au titre de l'exercice 1887. Je me suis empressé de faire tenir ces fonds à M. le Directeur général de la Caisse des Dépôts et Consignations, en le priant d'en opérer le versement au Crédit du compte ouvert par son Administration, en vertu des dispositions de l'article 10 de la Convention du 20 mai 1875.

Quant à la contribution relative à l'exercice 1886, elle a été versée en son temps, ainsi que M. de Freycinet vous en a avisé, à la date du 18 juin 1886.

Agrérez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.*

Aussi les Hautes Parties contractantes paraissent avoir généralement bien accueilli les demandes du Comité; car, jusqu'au moment actuel,

Sept États, savoir : l'Autriche-Hongrie, l'Espagne, la France, l'Italie, la Roumanie, la Serbie et la Suisse ont

versé, ou promis de verser prochainement, après accomplissement de quelques formalités budgétaires, aussi bien la subvention extraordinaire que le remboursement des avances faites pour les prototypes.

Deux États, l'Allemagne et les États-Unis, ont remboursé ces dernières, et réservé leur décision définitive quant à la subvention extraordinaire.

Le Gouvernement allemand a déclaré accepter en principe la proposition du Comité international, mais sous la condition toutefois que les autres Gouvernements intéressés adhèrent de leur côté à cette combinaison. D'après des communications que nous venons de recevoir de source autorisée, il y a tout lieu d'espérer que l'Allemagne versera prochainement sa quote-part à la subvention extraordinaire.

La Légation des États-Unis ayant déjà versé sa part de la subvention extraordinaire, le Gouvernement de Washington a dû la retirer, parce que cette somme 11038<sup>fr</sup> n'était pas prévue dans le budget de 1888. La correspondance échangée avec la Légation fait espérer que le Gouvernement des États-Unis n'attend que le vote du crédit en question par le Congrès, pour subvenir, avec les autres États contractants, au déficit des ressources accordées au Bureau international par la Convention du Mètre.

La Suède-Norvège a accordé la subvention extraordinaire, mais n'a pas encore remboursé les avances pour les prototypes, en raison de certaines formalités, l'année budgétaire commençant en Scandinavie avec le 1<sup>er</sup> juillet.

Le Gouvernement impérial de Russie, après avoir demandé des explications que nous nous sommes empressés de fournir, a fait opérer le versement de sa contribution ordinaire, sans s'expliquer, jusqu'à présent, sur ses intentions à l'égard des deux autres catégories du Tableau des parts contributives pour l'exercice de 1888.

L'Angleterre seule a refusé de payer sa part de la subvention extraordinaire.

Enfin cinq États, la Belgique, le Danemark, le Japon, le

Portugal et la République Argentine ne se sont pas prononcés, n'ayant pas versé encore leurs contributions ordinaires.

La plupart des correspondances concernant ce sujet, ayant eu lieu en 1888, seront publiées dans le prochain Rapport général; ici nous ne reproduirons que les pièces qui ont été échangées en 1887 ou dans les premières semaines de 1888.

Au mois de novembre dernier nous avons reçu la note suivante :

LÉGATION DE ROUMANIE.

Paris, le 19 novembre 1885.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Conformément aux instructions que j'ai reçues de mon Gouvernement, j'ai l'honneur de vous informer que le Gouvernement Royal tient à votre disposition la somme de 3034<sup>fr</sup>, représentant la part contributive de la Roumanie pour le Bureau international des Poids et Mesures, exercices de 1886 et 1887. Je vous serais très obligé de me faire savoir, le plus tôt possible, entre les mains de qui cette somme doit être versée, et de vouloir bien m'informer, par la même occasion, quelle sera définitivement la part contributive de la Roumanie pour l'exercice 1888, déduction faite de cette somme de 3034<sup>fr</sup>, afin que cette part contributive puisse être inscrite à temps dans le budget de 1888.

Veillez agréer, Monsieur le Président, les nouvelles assurances de ma haute considération.

*Le Chargé d'Affaires de Roumanie,*

Signé : BENGESCO.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Paris.*

Nous avons répondu à M. le Chargé d'Affaires de Roumanie, en exposant la situation dans les termes qui suivent :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 27 novembre 1887.

MONSIEUR LE CHARGÉ D'AFFAIRES,

Par dépêche du 9 courant, Votre Excellence a bien voulu nous avertir que le Gouvernement Royal tient à notre disposition la somme de 3034<sup>fr</sup>, représentant la part contributive de la Roumanie pour les exercices de 1886 et 1887, et vous nous demandez entre les mains de qui cette somme doit être versée. Enfin, Votre Gouvernement désire connaître la contribution de la Roumanie pour 1888, pour pouvoir l'inscrire à temps dans le budget de 1888.

Nous avons l'honneur de répondre que le Gouvernement de Roumanie possédait, à la fin de l'année 1886, un solde créditeur de 5266<sup>fr</sup>,60 vis-à-vis du Comité international des Poids et Mesures, ainsi que cela résulte du *Dixième Rapport* aux Gouvernements signataires de la Convention du Mètre pour l'exercice de 1886 (*voir* Chap. VIII, p. 113), dont nous avons fait remettre, ce printemps, cinq exemplaires à Votre Légation. Dans le même Rapport, le Tableau des parts contributives pour l'exercice 1887 (*voir* p. 110) indique pour celle de la Roumanie 1517<sup>fr</sup>.

Enfin, le *Rapport spécial* financier aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes, que nous avons eu l'honneur de faire remettre à Votre Légation, le 1<sup>er</sup> novembre courant, explique que la part contributive de la Roumanie, pour l'exercice de 1888, monte à 3173<sup>fr</sup>.

Il s'ensuit de tous ces documents que le solde actif du Gouvernement Royal dans les comptes du Comité international des Poids et Mesures suffit, non seulement pour couvrir ses parts contributives pour les exercices de 1886 et 1887, mais encore celle pour l'exercice prochain de 1888. En effet, les comptes se présentent ainsi :

Solde actif en faveur de la Roumanie, au 31 décembre 1886.....	5266 <sup>fr</sup> , 60
A déduire, contribution pour l'exercice de 1887, dû au 1 <sup>er</sup> janvier 1887.....	1517 <sup>fr</sup> , 00
Avoir de la Roumanie au 1 <sup>er</sup> janvier 1887.....	3749 <sup>fr</sup> , 60
Intérêt de cet avoir pour l'année 1887, à 3 pour 100.....	112 <sup>fr</sup> , 49
Solde actif à la fin de 1887.....	<u>3862<sup>fr</sup>, 09</u>
En déduisant, le 1 <sup>er</sup> janvier 1888, la contribution pour 1888.....	3173 <sup>fr</sup> , 00
Il restera, au commencement de 1888, encore un solde actif de.....	689 <sup>fr</sup> , 09

Il dépend naturellement du Gouvernement Royal de décider s'il veut reprendre l'envoi de la somme de 3034<sup>fr</sup>, qu'il a bien voulu Vous faire parvenir à notre disposition pour le Bureau international des Poids et Mesures, ou s'il préfère, comme en 1884, la déposer à la Caisse des Dépôts et Consignations de Paris, à valoir pour les paiements ultérieurs de la Roumanie. Dans ce dernier cas, il suffirait que Votre Légation remit la somme de 3034<sup>fr</sup> au Ministère des Affaires étrangères de France, en le priant de la déposer à la Caisse des Dépôts et Consignations, à l'actif du compte courant du Bureau international des Poids et Mesures. C'est là, en effet, la voie conventionnelle par laquelle ont lieu les paiements des Hautes Parties contractantes de la Convention du Mètre.

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

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Bengesco, Chargé d'Affaires de Roumanie, à Paris.*

N'ayant point reçu de réponse depuis lors de la part de la Légation de Roumanie, il s'ensuit que le Gouvernement Royal n'a pas déposé la somme de 3034<sup>fr</sup>, annoncée dans la dépêche du 19 novembre dernier, à la Caisse des Dépôts et Consignations, et qu'il a consenti à se libérer de la contribution totale de 3173<sup>fr</sup> pour l'arriéré de 1888 sur son compte courant à la caisse des Dépôts et Consignations, lequel, par conséquent, monte, au 1<sup>er</sup> janvier 1888, à 689<sup>fr</sup>,09, au crédit du Gouvernement de Roumanie.

Le Gouvernement de la République française a annoncé son acceptation de nos propositions, par la dépêche suivante :

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. — MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

Paris, le 22 décembre 1887.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

Dans le *Rapport spécial financier* que vous avez bien voulu me faire parvenir le 1<sup>er</sup> novembre dernier, le Comité international des Poids et Mesures expose les motifs qui l'obligent à demander aux Puissances signataires de la Convention du Mètre une subvention extraordinaire de 121 251<sup>fr</sup>, destinée à couvrir le déficit qui est prévu jusqu'en 1890, en raison du non-paiement, par quelques États, des contributions stipulées par l'acte du 20 mai 1875, et de la nécessité de faire face à certaines dépenses relatives aux prototypes internationaux. La part de la France dans cette subvention a été fixée à 16624<sup>fr</sup>.

J'ai l'honneur de vous informer, Monsieur le Général, d'après une communication de mon Collègue du Commerce et de l'Industrie, que le Gouvernement de la République est disposé à adhérer à la demande du Comité international, et qu'il a pris les mesures nécessaires pour obtenir des pouvoirs publics le crédit dont il s'agit.

Recevez, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité international des Poids et Mesures, à Madrid.*

Nous avons accusé réception de cette note dans les termes suivants :

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES.

Madrid et Neuchâtel, le 29 décembre 1887.

MONSIEUR LE MINISTRE,

Nous avons l'honneur d'accuser réception de la note du 23 décembre, par laquelle Votre Excellence veut bien nous faire savoir que le Gouvernement de la République française reconnaît le bien-fondé des

raisons qui ont forcé le Comité international des Poids et Mesures à solliciter, dans son dernier *Rapport spécial financier*, des Hauts Gouvernements contractants une subvention extraordinaire, soit pour compenser le déficit des ressources du Comité, provenant du non-paiement, par quelques États, des contributions stipulées par l'acte du 20 mai 1875, soit pour rembourser les avances que le Comité a déjà faites ou sera obligé de faire, en 1888, pour les appareils auxiliaires de prototypes, commandés par les différents États.

Par conséquent, le Gouvernement de la République est disposé à adhérer à la demande du Comité, et a pris les mesures nécessaires pour obtenir des pouvoirs publics le crédit de 16 624<sup>fr</sup>, qui représente la part de la France dans cette subvention extraordinaire, à côté de sa contribution ordinaire de 12 841<sup>fr</sup> pour 1888.

Nous sommes très reconnaissants à Votre Excellence de cette communication, et nous vous prions, Monsieur le Ministre, d'agréer l'assurance de notre très haute considération.

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.

*A Son Excellence Monsieur Flourens, Ministre des Affaires étrangères de France, à Paris.*

Enfin, M. le Ministre des Affaires étrangères a répondu par la note suivante :

Paris, le 13 janvier 1888.

MONSIEUR LE GÉNÉRAL,

J'ai l'honneur de vous informer que M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie vient de faire verser, à la Caisse des Dépôts et Consignations, une somme de 12 841<sup>fr</sup>, représentant la part contributive de la France dans les frais d'entretien du Bureau international des Poids et Mesures pour l'exercice 1888.

Quant à la somme de 16 624<sup>fr</sup> demandée par le Comité, à titre de subvention gracieuse, pour faire face au déficit résultant du non-paiement par quelques États des contributions stipulées par la Convention du mètre, M. Dautresme ne pourra en faire opérer le verse-

ment que lorsque le crédit supplémentaire demandé à cet effet aura été voté par les Chambres.

Agréé, Monsieur le Général, les assurances de ma haute considération.

Signé : FLOURENS.

*A Monsieur le Général Ibañez, Président du Comité du Bureau international des Poids et Mesures, à Madrid.*

Pour revenir aux finances de 1887, nous relevons, comme d'habitude, d'après les comptes de la Caisse des Dépôts et Consignations, les rentrées des contributions dans le Tableau suivant :

*Versements reçus à la Caisse des Dépôts et Consignations en 1887.*

1887.	Janvier....	7.	Espagne.....	7381 <sup>fr</sup>
»	»	7.	Serbie.....	506
»	»	21.	Suisse.....	809
»	»	22.	Grande-Bretagne et Irlande.	7078
»	»	25.	France.....	12841
»	»	26.	États-Unis d'Amérique....	10111
»	Février....	16.	Suède-Norvège.....	1516,20
»	»	24.	Russie.....	9403
»	Mars.....	2.	Autriche-Hongrie.....	10819
»	»	29.	Belgique.....	1719
»	Avril.....	21.	Japon.....	3741
»	Mai.....	2.	Danemark.....	202
»	Juillet....	20.	Portugal.....	1618
»	Octobre...	29.	Italie.....	8595
			Total.....	76339,20
			Il faut ajouter à ces rentrées de 1887.....	76339 <sup>fr</sup> , 20
			la contribution de l'Allemagne payée d'avance le 6 décembre 1886.....	13751 <sup>fr</sup> , 00
			la contribution de la Roumanie, perçue sur son compte créditeur.....	1517 <sup>fr</sup> , 00
			la contribution de la République Argentine, versée le 17 janvier 1888.....	607 <sup>fr</sup> , 00
			Total des contributions payées....	92214 <sup>fr</sup> , 20

Il en résulte de nouveau un déficit de 7785<sup>fr</sup>,80 pour l'exercice de 1887, qui provient des arriérés des mêmes trois États indiqués dans le précédent Rapport, savoir :

Pérou.....	809 <sup>fr</sup>
Turquie.....	6471
Vénézuéla.....	506
Total.....	<u>7786<sup>fr</sup></u>

Les démarches que nous avons faites auprès des Légations des Gouvernements retardataires n'ont eu de l'effet qu'auprès de la République Argentine, qui s'est libérée de son arriéré de 1237<sup>fr</sup>.

Quant au Pérou et au Vénézuéla, leurs arriérés, cités dans le dernier Rapport, se trouvent augmentés des contributions de 1887, de sorte que le Pérou doit actuellement pour les quatre contributions non payées de

1884-1887..... 3365<sup>fr</sup>,00

le Vénézuéla doit actuellement les trois contri-

butions non payées de 1885-1887..... 1537<sup>fr</sup>,00

Il faut y ajouter la Turquie, dont la dette au Bureau international des Poids et Mesures, augmentée de la part contributive pour l'exercice de 1887, monte à la fin de l'année 1887 à la somme de 78807<sup>fr</sup>.

On voit que le total des arriérés dus au Bureau international, à la fin de l'année 1887, s'élève à la somme considérable de 83709<sup>fr</sup>.

D'un autre côté, les deux comptes débiteurs du Bureau, que nous avons établis en détail dans le dernier Rapport, se présentent à la fin de 1887 de la manière suivante :

Solde en faveur de la Roumanie à la fin de 1886..... 5266<sup>fr</sup>,60

Elle a été débitée pour sa contribution de l'année 1887, le 1<sup>er</sup> janvier 1887, de..... 1517<sup>fr</sup>,00

Avoir le 1<sup>er</sup> janvier 1887..... 3749<sup>fr</sup>,60

Intérêt à 3 pour 100 pour l'année 1887... 112<sup>fr</sup>,49

Solde actif de la Roumanie à la fin de 1887. 3862<sup>fr</sup>,09

Le compte créditeur de l'Académie de Saint-Pétersbourg était, fin 1886, de.....	12454 <sup>fr</sup> ,03
il se trouve augmenté des intérêts à 3 pour 100 pour l'année 1887, savoir de.....	<u>373<sup>fr</sup>,62</u>
ce qui donne pour solde actif de l'Académie de Saint-Pétersbourg à la fin de 1887.....	12827 <sup>fr</sup> ,65

Confrontant la dette totale à la Roumanie.....	3862 <sup>fr</sup> ,09	
et à l'Académie de Saint-Pétersbourg.....	<u>12827<sup>fr</sup>,65</u>	16689 <sup>fr</sup> ,74
avec l'actif du Bureau, provenant des contributions arriérées, cité plus haut.....		<u>83709<sup>fr</sup>,00</u>
il en résulte, pour le Bureau international, la situation au 31 décembre 1887, en sa faveur, de		67019 <sup>fr</sup> ,26

En dernier lieu, nous relevons le solde actif du Bureau international au 31 décembre 1887 :

Avoir à la Caisse des Dépôts et Consignations...	153 <sup>fr</sup> ,93
Solde passif chez le banquier MM. Lécuyer et C <sup>ie</sup> .	—167 <sup>fr</sup> ,50
Espèces en caisse au Bureau.....	<u>4341<sup>fr</sup>,30</u>
Total.....	4327 <sup>fr</sup> ,73

Au nom du Comité international des Poids et Mesures,

*Le Président,*

Signé : G<sup>al</sup> IBAÑEZ.

*Le Secrétaire,*

Signé : D<sup>r</sup> AD. HIRSCH.



## TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
<b>Procès-verbaux des séances de l'année 1887.</b>	1-91
<i>Procès-verbal de la première séance du 24 septembre.....</i>	1-17
Ouverture de la session.....	1, 2
Discours nécrologiques sur v. Oppolzer et d'Aguiar, prononcés par le Président. ...	2-5
Rapport du Bureau du Comité sur l'exercice de 1886-87, présenté par le Secrétaire....	5-16
<b>I. Personnel.</b>	
Élection de M. le D <sup>r</sup> B.-A. Gould et de M. le Professeur V. v. Lang, comme membres du Comité. ....	5-7
<b>II. Travaux et publications.....</b>	7-8
<b>III. Prototypes.....</b>	8-10
<b>IV. Finances et contributions.....</b>	10-11
<b>V. Correspondance avec les Gouvernements.</b>	11-16
Lecture des Rapports réglementaires du Directeur du Bureau international sur les Comptes et les Finances et sur le matériel du Bureau. ....	16
Nomination, par le Président, de trois Commissions spéciales.....	17

	Pages
<i>Procès-verbal de la deuxième séance du 30 septembre.....</i>	18-28
Le Président souhaite la bienvenue au nouveau membre, M. v. Lang.....	18
Lettre de M. Cornu au sujet du polissage et du tracé des prototypes.....	19
Rapport de MM. Cornu et Broch sur le même sujet.....	20-22
Lecture du troisième Rapport de M. Broch sur le personnel et les travaux du Bureau international.....	22
Discussion sur ce Rapport.....	22-25
Résolutions du Comité sur trois propositions contenues dans le Rapport du Bureau du Comité.....	25
Sur la proposition de la Commission des Comptes et des Finances, le Comité approuve à l'unanimité les comptes de 1886 et donne décharge au Directeur.....	26
Communication de M. Færster et discussion sur la détermination de la pesanteur, par les géodésiens français, à Breteuil.....	27-28
<i>Procès-verbal de la troisième séance du 5 octobre.....</i>	29-34
Rapport de la Commission chargée du tracé sur poli spéculaire, présenté par M. Hirsch.....	29-32
Décision du Comité en faveur du poli spéculaire, et invitation de M. Bertrand à une conférence entre le Comité et la Section française.....	32,33
M. Færster soulève la question de l'échelle thermométrique absolue, qui est renvoyée à la deuxième Commission.....	33
<i>Procès-verbal de la quatrième séance du 11 octobre.....</i>	35-54
Lettre du Bureau du Comité à la Section française, annonçant le choix du poli spéculaire.....	35,36
M. v. Kruspér s'excuse de devoir retourner dans son pays et délègue sa voix à M. Hirsch.....	36

Première moitié du Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux, lue par M. Govi.....		37-51
I. <i>Personnel</i> du Bureau international des Poids et Mesures.....	37	
II. <i>Bâtiments et machines</i> .....	37,38	
III. <i>Mesures linéaires. Prototypes. Mètres à traits. Dilatation</i> .....	38-44	
Propositions sur la construction et la comparaison des mètres à bouts.....	45-47	
Comparateurs géodésiques. Étude des règles géodésiques en fer et des règles bimétalliques.....	47,48	
Comparateur universel. Étude de la Toise du Pérou, du mètre d'Ångström et de plusieurs échelles de pendules à réversion...	49-51	
Discussion et résolution du Comité au sujet des propositions contenues dans ce Rapport.....	51-53	
<i>Procès-verbal de la cinquième séance du 13 octobre</i> .....		55-83
Discussion sur la limite d'équation à fixer pour les mètres à bouts.....	55,56	
Limite de temps pour l'étude des étalons présentés par les Gouvernements.....	56,57	
Décision concernant l'interruption de la vérification des étalons jusqu'à l'achèvement du travail des prototypes.....	58	
Lecture par M. Govi de la seconde partie du Rapport de la Commission des Instruments et des Travaux.....		58-69
Comparateur Brunner. Eclairage électrique. Accumulateurs.....	58,59	
Appareil Fizeau. Résidus de dilatation. Sphéromètres.....	59-61	
IV. <i>Pesées. Prototypes. Travaux exécutés sur les balances</i> .....	61-64	
V. <i>Thermométrie. Thermomètres à gaz. Projet de M. Chappuis pour de nouvelles études. Thermomètres à mercure</i> .....	64-67	

	Pages.
VI-IX. <i>Baromètres. Inventaire. Publications.</i>	
<i>Bibliothèque</i> .....	67-69
Discussion et résolutions concernant la seconde partie du Rapport de M. Govi, dont les propositions sont adoptées avec quelques amendements.....	69-71
Second Rapport de la Commission des Comptes et des Finances, présenté par M. Færster.....	71-81
I. Frais d'établissement et d'amélioration du matériel scientifique.....	71-73
II. Frais de confection des étalons et témoins du Bureau international.....	73
III. Frais annuels. Comparaison des prévi- sions et des moyennes. Prévision pour l'exer- cice de 1888.....	74-78
IV. Frais des étalons nationaux et de leurs ap- pareils auxiliaires.....	79
Propositions au sujet des moyens d'équili- brer le Budget.....	80-81
Délibération sur ce Rapport. Le Comité adopte ses conclusions de porter à 100 000 <sup>fr</sup> le budget des contributions ordinaires, de réclamer le remboursement des avances faites pour les prototypes, et de deman- der aux Gouvernements une subvention extraordinaire à titre gracieux.....	81-83
<i>Procès-verbal de la sixième séance du 15 oc- tobre</i> .....	84-90
Résolution du Comité, proposée par la Commission des Instruments et des Tra- vaux, d'après laquelle il adopte l'échelle centigrade du thermomètre à hydrogène comme échelle normale pour le service in- ternational des Poids et Mesures.....	84-86
Discussion sur les moyens à employer pour répandre l'échelle normale.....	87
M. Govi communique, au nom de la Com- mission des Instruments et des Travaux, une note et des propositions concernant	

	Pages.
l'Unité de Masse; ces propositions sont adoptées par le Comité.....	88,89
Le Comité alloue aux Adjointes et aux Savants attachés au Bureau des gratifications, comme témoignage de sa satisfaction pour leur travail et leur zèle.....	89-90
Le Comité vote une indemnité de logement, chauffage et éclairage pour le mécanicien.	90
Clôture de la session.....	90
<i>Procès-verbal de la septième séance du 18 octobre.....</i>	91
Signature des Procès-verbaux de la session.	91
<b>Annexe I. — CATALOGUE DE LA BIBLIOTHÈQUE DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES, FIN 1887.....</b>	1*-26*
<b>Annexe II. — ONZIÈME RAPPORT DU COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES AUX GOUVERNEMENTS SIGNATAIRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE, SUR L'EXERCICE DE 1887.....</b>	1**-122**
<b>I. Bâtiments et machines.....</b>	1**, 2**
<b>II. Instruments : Éclairage électrique et modifications aux microscopes du comparateur Brunner. Acquisitions de quelques objets secondaires.....</b>	2**, 3**
<b>III. Prototypes. État d'avancement des différents genres de prototypes.....</b>	3** 12**
1. Mètres à traits en alliage pur. Les 30 règles brutes ont été livrées par Johnson, Matthey et C <sup>ie</sup> , au commencement de 1887; toutes ont été dressées et polies par Brunner frères, à Paris. Étude de la question du poli mat ou spéculaire à employer pour les mouches, et du tracé. Choix du poli spéculaire. Règle n° 5 choisie comme génératrice pour le tracé. Premiers prototypes tracés le 14 avril 1888, livrés au Bureau international, où a eu lieu l'ébarbage des traits; le grand travail des 660 comparaisons des prototypes a commencé le 18 avril 1888, de même les déterminations	

de la dilatation et les calculs qui se font au fur et à mesure des observations. Les équations des prototypes ne semblent pas dépasser $\pm 2^{\mu}$ , et l'exactitude de leurs déterminations sera environ de $\pm 0^{\mu}, 1$ .....	4** - 8**
2. Mètres à traits en alliage de 1874. Trois de ces étalons sont vérifiés.....	8** , 9**
3. Mètres à bouts en alliage pur. Demande au Gouvernement français de commander 5 de ces étalons. Leurs forme et section..	9** , 10**
4. Thermomètres. 70 thermomètres Tonnelot destinés à accompagner les prototypes; leur vérification terminée.....	10** , 11**
5. Kilogrammes. Les 40 kilogrammes destinés à devenir des prototypes ont été terminés et ajustés à la fin de 1887; leur densité déterminée déjà en 1886 est comprise entre 21,541 et 21,550. Leurs comparaisons, commencées en 1886, seront terminées en 1888; de 1092 pesées 75 pour 100 sont exécutées.....	11** , 12**
 <b>IV. Personnel.</b>	
Décès de M. d'Aguiar. Démission de M. Hilgard pour raisons de santé. Leur remplacement par M. le D <sup>r</sup> B.-A. Gould et M. de Macédo. Quelques changements dans le personnel du Bureau.....	12** - 15**
 <b>V. Bibliothèque.</b>	
Abonnements aux Revues. Ouvrages reçus en don. État de la bibliothèque à la fin de 1887.....	15** - 21**
 <b>VI. Travaux du Bureau international.</b>	
Contenu du Tome VI des <i>Travaux et Mémoires</i> qui paraîtra en 1888.....	21**
Décision du Comité au sujet de la publication sommaire des Certificats.....	22**
Liste des certificats délivrés en 1887.....	23** - 46**
Travaux de M. le Directeur. M. Broch a dirigé spécialement les travaux au comparateur Brunner. Raccourcissement lent	

avec le temps de certaines règles. Rectification de l'équation admise par Ångström pour son étalon, erronée de $0^{\text{mm}},1$ . Concordance des comparaisons dans l'air et dans l'eau. Étude sur l'influence de la mise au point sur les mesures microscopiques. Série de comparaisons entre sept étalons métriques du Bureau.....	47** - 51
Travaux de M. Benoit. Direction des travaux au comparateur géodésique; il y a déterminé les règles géodésiques du Cap, les deux règles bimétalliques construites par Brunner pour l'Institut géodésique prussien et pour le Service géographique de l'armée française, et plusieurs autres règles géodésiques. Étude de la Toise du Pérou au comparateur universel. Continuation des études de dilatation par la méthode Fizeau. Contraction progressive de certains métaux. Installation de l'éclairage et des moteurs électriques.....	52** - 56**
Sous la direction de M. Benoit, l'aide M. Palaz a étudié plusieurs échelles de pendules à réversion; il a étalonné plusieurs décimètres, au comparateur universel. M. Palaz a fait, au même instrument, l'étude comparative des méthodes de comparaison des règles à bouts.....	56** , 57**
Travaux de M. Thiesen et de son aide M. Kreichgauer. Expériences concernant l'influence du transport en chemin de fer des poids prototypes. Étude sur la dilatation de l'eau. Étude sous des pressions variées des kilogrammes, différant le plus entre eux par le volume. M. Kreichgauer a étalonné plusieurs séries de poids divisionnaires; il a vérifié huit poids présentés au Bureau. M. Thiesen a étudié la variation de la pesanteur avec la hauteur dans le Bureau.....	57** - 59**
Travaux de M. Chappuis qui s'est occupé essentiellement de la comparaison des thermomètres à gaz et à mercure; en 1887 il a étudié surtout le thermomètre à	

hydrogène, qui a été choisi, sur la base de ses travaux, pour l'échelle normale.....	59**-61**
Travaux de M. Guillaume. M. Guillaume est resté chargé de la section de thermométrie; il a vérifié 55 thermomètres, et étudié des thermomètres hypsométriques qui permettent de déduire la pression atmosphérique avec une incertitude $< 0^{\text{mm}}, 1$ . Il a constaté que les thermomètres à verre dur de Tonnelot possèdent les mêmes qualités aux hautes températures entre $100^{\circ}$ et $200^{\circ}$ qu'ils montrent pour celles comprises entre $-10^{\circ}$ et $100^{\circ}$ .....	61**-63**
Programme des travaux à exécuter au Bureau en 1888.....	63**-67**
VII. <i>Correspondance avec les Gouvernements.</i>	67**-99**
Fin de la correspondance concernant le devis des frais occasionnés éventuellement par la réunion du service des unités électriques au Bureau international des Poids et Mesures.....	67**-69**
Correspondance avec l'Ambassade anglaise au sujet de l'intention du Gouvernement d'Angleterre de se retirer de la Convention du Mètre.....	69**-78**
Correspondance avec l'Ambassade anglaise concernant la commande de trois prototypes par le Gouvernement anglais et le vœu de voir assister M. Chaney aux travaux de vérification.....	79**-83**
Correspondance avec l'ambassade d'Italie au sujet de l'époque de livraison et du coût des prototypes.....	83**-86**
Correspondance avec les représentants de plusieurs Gouvernements demandant de recevoir de nouveaux exemplaires des publications.....	86**-96**
Correspondance avec le Gouvernement de la République française au sujet de la construction des mètres prototypes à bouts.	96**-99**
VIII. <i>Comptes et contributions</i> .....	100**-122**

	Pages.
Approbation des comptes de 1886 et décharge donnée au Directeur .....	100**
Tableau des comptes de 1886 .....	101**—106**
« Rapport spécial aux Gouvernements » du 18 octobre 1887, contenant le budget et le Tableau des parts contributives pour 1888, et l'exposé des raisons qui obligent le Comité à demander le remboursement des avances faites pour les prototypes et à les prier d'accorder une subvention extraordinaire .....	107**—112**
Quelques renseignements sur l'accueil que ces demandes ont reçu de la part des Gouvernements .....	113**—120**
Tableau des contributions versées à la Caisse des Dépôts et Consignations en 1887.....	120**
Résumé des arriérés de 1887.....	121**
Situation à la fin de 1887.....	122**

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

