

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Herausgeber:** Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Band:** 9 (1870-1873)

**Vereinsnachrichten:** Commission internationale du mètre : session de 1870

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

COMMISSION INTERNATIONALE DU MÈTRE

---

SESSION DE 1870

---

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

COMMISSION INTERNATIONALE DU MÈTRE

---

**SESSION DE 1870**

---

**PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES**

---

**PARIS**

**LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, ÉDITEUR**

**15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15**

---

**1871**

## PROCÈS-VERBAL DE LA PREMIÈRE SÉANCE.

---

8 Août 1870.

---

Sont présents :

- M. le docteur Herr et M. le docteur Lang, pour l'Autriche.  
M. Torres Caicedo, pour les États-Unis de Colombie.  
M. le colonel Ibañez, pour l'Espagne.  
M. le révérend père Secchi, pour les États-Romains.  
M. le professeur Joseph Henry, pour les États-Unis de l'Amérique du Nord.  
M. Aguirre y Montufar, pour la République de l'Équateur.  
MM. Mathieu, général Morin, Laugier, Faye, Delaunay et Tresca, pour la France.  
M. le professeur Miller et M. Chisholm, pour la Grande-Bretagne.  
M. Soutzo, pour la Grèce.  
M. E. Boniface, pour le Pérou.  
M. le général Morin, pour le Portugal.  
M. Otto Struve et M. le professeur Wild, pour la Russie.  
M. le professeur Mohn, pour la Norvège.  
M. le docteur Hirsch, pour la Suisse.  
M. le commandant Husny-Bey, pour la Turquie.

La séance est ouverte sous la présidence de M. Mathieu, président de la Commission française.

M. Mathieu souhaite la bienvenue à MM. les commissaires étrangers qui ont bien voulu répondre à l'appel de la France. Cette mission devait être remplie par M. le Ministre, ou, en son absence, par M. Dumoustier de Fredilly, directeur du com-

merce intérieur au Ministère de l'agriculture et du commerce; mais l'heure à laquelle la réunion devait commencer étant déjà écoulée, il paraît évident que M. Dumoustier aura été retenu par un empêchement majeur, pour lequel MM. les délégués voudront bien agréer ses excuses.

M. Mathieu rappelle le but de la réunion, à Paris, d'une Commission pour la construction d'un mètre à traits international; il s'estime heureux de ce nouveau progrès, fait en vue d'une application plus précise encore du système métrique, auquel cette fois viennent coopérer un grand nombre de gouvernements américains avec ceux de l'Europe. Pour que la Commission puisse se constituer, il charge M. le secrétaire de la Commission française de donner connaissance des différentes pièces officielles.

Lecture est successivement donnée par M. Tresca :

Du rapport à l'Empereur et du décret en date du 1<sup>er</sup> septembre 1869, qui constitue la Commission internationale, et qui nomme commissaires pour la France : MM. Mathieu, général Morin, Laugier, Faye, Le Verrier, Fizeau, Henri-Sainte-Claire Deville, général Jarras et Tresca.

Du décret en date du 2 mai 1870, qui appelle M. Delaunay, directeur de l'Observatoire impérial de Paris, à faire partie de la Commission; et des lettres de M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, faisant connaître les réponses des différents gouvernements à la proposition du gouvernement français. Ces réponses peuvent être résumées ainsi qu'il suit :

*Autriche — Hongrie.* — Pour l'Autriche : Commissaires, M. le docteur Herr et M. le docteur Lang. — Pour la Hongrie : MM. de Krusper et de Szily.

*Bavière.* — Adhésion à la suite de laquelle M. le docteur Steinheil, conseiller du ministère, à Munich, aurait été désigné.

*Belgique.* — M. le colonel Liagre et M. Stas, membres de l'Académie royale de Belgique ; M. J. Heusschen, suppléant.

*Chili.* — M. C. Gay, membre de l'Institut, à Paris.

*Colombie.* — M. Torres el Caicedo, ministre des États-Unis de Colombie, à Paris.

*Équateur.* — M. Aguirre y Montufar, ancien président du Sénat.

*Espagne*. — M. le colonel Ibañez, directeur du bureau de statistique.

*États-Romains*. — Le révérend père Secchi, directeur de l'Observatoire du collège Romain.

*États-Unis de l'Amérique du Nord*. — M. Joseph Henry, secrétaire de l'institution Smithsonienne, et M. Hilgard, intendant des poids et mesures, à Washington.

*Grande-Bretagne*. — M. Airy, astronome royal; M. le professeur Miller, membre de la Société royale de Londres, et M. Chisholm, conservateur des étalons des poids et mesures, à Londres.

*Grèce*. — M. Soutzo, secrétaire de la légation hellénique, à Paris.

*Italie*. — M. le lieutenant général marquis Ricci, à Turin.

*Nicaragua*. — M. Michel Chevalier, membre de l'Institut, à Paris.

*Pays-Bas*. — M. le docteur Kaiser et M. Stamkart, membres de l'Académie des sciences des Pays-Bas; M. Cohen Stuart et M. Bosscha, suppléants.

*Pérou*. — M. E. Boniface, chargé d'affaires, à Paris, et M. Pedro Galvez.

*Portugal*. — M. Cazal Ribeiro; ambassadeur, à Paris, et M. le général Morin.

*Prusse et Confédération de l'Allemagne du Nord*. — M. le docteur Foérster, directeur des poids et mesures, professeur et directeur de l'Observatoire de Berlin.

*Russie*. — M. de Jacobi, membre de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg; M. Otto Struve, directeur de l'Observatoire de Pulkowa, et M. Wild, directeur de l'Observatoire central de physique à Saint-Pétersbourg, tous deux membres de l'Académie des sciences.

*San Salvador*. — M. Herran, ministre de la République de San Salvador, à Paris.

*Suède et Norvège*. — *Suède*. — M. le lieutenant général baron Wrede, à Stockholm. — *Norvège*. — M. le professeur Christie et M. le professeur Mohn, directeur de l'institut météorologique de Norvège, à Christiania.

*Suisse.* — M. le docteur Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.

*Turquie.* — M. Husny Bey, chef d'escadron d'état-major attaché à l'ambassade ottomane, à Paris.

*Venezuela.* — M. Eliseo Acosta.

*Wurtemberg.* — M. Von Steinbeis, président du commerce et de l'industrie, à Stuttgart.

Tous les gouvernements ont été prévenus, dès le mois de mai dernier, de l'époque de la première réunion de la Commission, qui peut dès lors se constituer immédiatement.

En ce qui concerne la constitution du Bureau, plusieurs commissaires étrangers proposent de prier le Bureau de la Commission française de remplir les mêmes fonctions auprès de la Commission internationale; et après l'adoption de cette proposition, MM. Struve, Henry, Miller et Herr sont nommés vice-présidents.

Les choix se seraient portés sur M. Airy s'il eût été présent à la séance, et la Commission se réserve de statuer à son égard lorsque les occupations de M. Airy lui permettront de donner son concours aux travaux de la Commission.

Sur la proposition de M. Faye, M. le docteur Hirsch est également nommé secrétaire de la Commission.

M. Mathieu déclare le Bureau constitué; et comme président de la Commission internationale, il l'invite à procéder à l'accomplissement de sa mission, qui consiste dans l'exécution d'un mètre à traits international. Sans doute l'absence, due aux circonstances présentes, d'un certain nombre de commissaires étrangers, sera peut-être un obstacle au complet achèvement des travaux; mais la Commission pourrait toujours discuter les points les plus importants et recevoir communication des travaux préparatoires faits par la Commission française, dans le but d'apporter à la Commission internationale quelques données scientifiques sur le problème à résoudre.

M. Tresca donne lecture d'une lettre qu'il vient de recevoir de M. Airy, qui s'excuse de ne pouvoir en ce moment prendre part aux travaux de la Commission.

M. Airy commence par exprimer ses regrets de ce que la Commission soit privée de l'assistance des représentants de la science

dans l'Allemagne du Nord, surtout dans une question où ils seraient si parfaitement compétents : je puis à peine croire, dit-il, qu'aucune décision de la Commission puisse être regardée comme définitive jusqu'à ce que la Commission soit devenue véritablement internationale par la coopération de ces pays.

Il entre ensuite dans des considérations scientifiques d'un grand intérêt, et termine en exprimant le désir d'être tenu, de temps en temps, au courant des opérations de la Commission, et en promettant de faire par correspondance toute communication qui paraîtrait utile.

M. le président, auquel s'associent M. Faye et plusieurs autres membres, regarde comme très-précieuse cette promesse de M. Airy, à qui les remerciements de la Commission seront adressés.

M. Mathieu rappelle, à l'occasion de la lettre de M. Airy, que le système métrique est légalement facultatif en Angleterre, et faisant allusion au procédé à employer pour la traduction d'un mètre à bouts en un mètre à traits, M. Struve indique que cette opération a été faite, comme l'indique M. Airy, dès 1847, à Pulkowa.

M. le président invite M. Tresca, comme secrétaire de la Commission française, à faire connaître le résumé des études préparatoires auxquels s'est livré cette Commission. Les différents objets qu'elle a examinés sont indiqués dans le registre des procès-verbaux qui est tenu à la disposition de Messieurs les commissaires. Un résumé plus succinct leur sera d'ailleurs distribué, et M. le général Morin veut bien se charger d'en indiquer verbalement les résultats principaux.

Pendant cet exposé, la règle préparatoire en platine iridié, fondu, dont il y est fait mention, est mise sous les yeux de la Commission internationale.

M. Struve, en son nom et en celui de plusieurs de ses collègues, demande qu'avant de s'occuper des détails de la question, la Commission veuille bien examiner la situation qui lui est faite par les circonstances ; il trouve tout à la fois, dans les paroles prononcées par M. le président, et dans les observations de M. Airy, des raisons pour faire la proposition qu'il formule par écrit de la manière suivante :

« En présence des circonstances actuelles qui empêchent un

nombre considérable des pays intéressés d'envoyer leurs représentants à Paris, la Commission internationale du mètre, dans l'intérêt même de sa mission, croit devoir renvoyer toute décision définitive à une époque ultérieure plus favorable. »

« En attendant, elle profite de sa réunion actuelle pour discuter, à titre d'études préliminaires, les principes d'après lesquels le nouveau prototype du mètre international devra être construit. »

« La Commission prie le gouvernement français de la convoquer à nouveau aussitôt que les circonstances le permettront, et elle émet le vœu que le programme de sa mission soit élargi, de façon à comprendre toutes les mesures propres à donner au système métrique des poids et mesures un caractère véritablement international, et à conformer les nouveaux prototypes aux exigences de la science actuelle. »

En ce qui concerne le premier paragraphe, M. Laugier pense que la Commission aura à se livrer à de nombreuses observations, pour lesquelles celles de la Commission française doivent être simplement considérées comme préparatoires ; mais il croit qu'il est impossible en ce moment de se livrer à un travail aussi sérieux. Dans son opinion, ce paragraphe seul pourrait être adopté et la réunion prorogée à une autre époque.

M. Tresca croit, au contraire, qu'il est impossible de séparer le second paragraphe du premier en ce qu'il permet d'utiliser la présence à Paris d'un grand nombre de savants étrangers ; les vues qu'ils peuvent émettre seraient utilement examinées par chacun de nous et par la Commission française elle-même avant une nouvelle réunion. Par la constitution de son bureau la Commission est, dès à présent, en mesure d'établir des relations scientifiques avec ceux de ses membres qui sont absents et dont les opinions peuvent être connues et discutées utilement par correspondance.

M. Delaunay fait remarquer qu'on entrerait ainsi dans une seconde période aussi provisoire que la première.

M. le Révérend Père Secchi est d'avis que la Commission entre, dès à présent, dans l'étude des questions qui lui sont déférées : il ne faut pas que les longs voyages faits par plusieurs membres restent inutiles, alors surtout que le maintien de la réunion

actuelle a été officiellement confirmé jusque dans ces derniers jours.

Il est indispensable d'ailleurs que la délimitation de la mission soit nettement définie : il y a des pays, par exemple, dans lesquels les étalons ont été déduits de la toise de Bessel. Les mesures ainsi obtenues par Marieni doivent-elles être reprises ? N'est-ce pas là, entre autres, une des questions fondamentales sur lesquelles la Commission internationale peut et doit se prononcer immédiatement ?

En ce qui concerne le troisième paragraphe, M. Mathieu fait remarquer que la Commission n'est officiellement saisie que des questions relatives à la construction d'un mètre à traits international, et des mètres analogues destinés aux différents gouvernements étrangers ; mais lorsque son travail sera terminé, il sera sans doute avantageux d'examiner à titre officieux toutes les questions qui se rattachent au système métrique.

D'ailleurs il est présumable que si, comme quelques personnes le pensent, le kilogramme prototype n'était pas parfaitement exact pour le maximum de densité de l'eau, on pourrait modifier sa définition en précisant la température pour laquelle la concordance existerait.

M. Morin demande à M. Struve de vouloir bien expliquer ce qu'il entend par les exigences de la science en ce qui concerne le mètre international. Voudrait-on, par exemple, attacher une trop grande importance à la définition théorique du mètre et chercher, dans la poursuite peut être illusoire d'une plus grande exactitude, si le morceau de terre que chacun possède représente une partie mieux définie de la surface entière du globe ? Pour sa part, il ne croirait pas qu'une pareille recherche soit vraiment utile. Il comprend très-bien, au contraire, que la Commission puisse être appelée à s'occuper de l'unité des poids et de celle des mesures de capacité ; mais, en ce qui touche le mètre, il ne pense pas qu'il y ait autre chose à faire qu'un bon mètre à traits.

M. Struve répond qu'il y a un grand nombre de questions à étudier, même en ce qui concerne le mètre international. Le mètre à traits est-il préférable ? Il vaudrait mieux que ce point fut décidé par la Commission elle-même. Si cela paraît indubitable, quant à la facilité des comparaisons, il faudrait voir si,

dans d'autres cas, la préférence ne devrait pas être accordée au mètre à bouts.

M. Herr ajoute que la conférence géodésique elle-même n'a encore pris aucun parti définitif sur cette question, qui peut certainement être examinée d'une manière utile dans une réunion des représentants de tous les pays.

M. Faye demande que les propositions de M. Struve, dont la première surtout lui paraît avoir une grande gravité, soient imprimées et distribuées, pour que la discussion en ait lieu dans une séance prochaine.

M. Hirsch se propose de discuter les trois parties de la proposition de M. Struve, qui ont été examinées déjà entre plusieurs commissaires étrangers et auxquelles il adhère quant à lui d'une manière complète. Les entretiens amicaux qu'il a échangés avec plusieurs de ses collègues de la France et d'autres pays n'ont pas été sans influence sur la rédaction de la proposition. Il est évident pour tous que l'œuvre essentiellement pacifique, à laquelle nous sommes conviés, perdrait une grande partie de son autorité si on concluait en l'absence de plusieurs nations.

Cependant on comprend que l'opportunité actuelle de la réunion d'un grand nombre de savants ne puisse être entièrement perdue pour l'objet de la Commission, et que surtout en présence de l'insistance de plusieurs membres français, qui pourraient se trouver impressionnés dans leur sensibilité, si la Commission s'ajournait sans faire aucun travail, nous avons dû apporter à notre premier sentiment la modification qui fait l'objet du deuxième paragraphe.

M. Hirsch entre ensuite dans l'examen de la troisième partie de la proposition et insiste à nouveau, d'après l'avis de presque tous les représentants des pays étrangers, sur la nécessité d'un élargissement du programme.

M. Morin admet volontiers qu'il soit difficile cette fois de prendre des décisions précises, mais il ne peut croire que les commissaires étrangers soient si pressés qu'ils ne puissent faire connaître leurs vues sur les questions principales. Il est d'ailleurs indispensable qu'ils prennent immédiatement connaissance, aux Archives, des étalons prototypes et de leur bon état de conservation.

A la suite de ces observations, la proposition de M. Faye est adoptée et la discussion fixée à demain, une heure.

Plusieurs membres demandent que l'on règle le mode de votation. Tout en réservant cette question pour une décision ultérieure, il est convenu que, sur la proposition de M. Struve, les décisions seront prises à la majorité des votes personnels.

En l'absence de M. le général Morin, qui a été obligé de quitter pendant un instant la séance, M. Tresca fait connaître à MM. les commissaires étrangers que les instruments et la bibliothèque du Conservatoire sont mis à leur disposition par M. le Directeur, et qu'en outre de la salle de réunion et du laboratoire des poids et mesures, des cabinets de travail pourront leur être affectés suivant leurs convenances.

La séance est levée à trois heures.

*Le Président : MATHIEU.*

*Les Secrétaires : H. TRESCA, Ad. HIRSCH.*

---

## ANNEXE

### AU PROCÈS-VERBAL DE LA PREMIÈRE SÉANCE.

Observatoire royal. Greenwich, 4 août 1870.

Monsieur,

Je regrette d'avoir à vous faire connaître que, dans les circonstances présentes, il n'est pas en mon pouvoir d'assister en ce moment aux réunions de la Commission internationale pour la construction d'étalons métriques. Je suis actuellement dépourvu des services d'un adjoint à l'observatoire et ne saurais quitter cet établissement pour quelque temps.

2° Je suis très-peiné que la Commission soit privée de l'assistance des meilleurs représentants de la science de l'Allemagne du Nord, et considérant l'importance qu'il y aurait à consulter l'opinion des praticiens d'une contrée dans laquelle, dans ces dernières années, des mesures de longueur à bouts ont été construites avec le plus de soin, je veux à peine croire qu'aucune décision de la Commission puisse être regardée comme définitive jusqu'à ce que la Commission soit devenue véritablement internationale par la coopération du pays dont je parle. Je considère, en outre, comme un devoir de coopérer dès maintenant aux dispositions qui peuvent avoir une grande valeur préliminaire.

3° Dans le but de fixer nettement l'opération à laquelle la Grande-Bretagne prend part dans cette Commission, je prends la liberté de vous communiquer l'extrait suivant des procès-verbaux de la Commission des étalons, dont j'ai l'honneur de faire partie, séance du 21 décembre 1869 :

« En recevant dans sa correspondance la lettre de l'ambassadeur français au comte de Clarendon, invitant les représentants de l'Angleterre à la Commission internationale de Paris, lettre qui a été communiquée par le directeur des poids et mesures, la Commission des poids et mesures, tout en approuvant l'établissement d'un système international des poids

*A M. Tresca, Secrétaire de la Commission internationale  
pour la construction des étalons métriques.*

et mesures comme celui proposé par le gouvernement français, désire se mettre en garde contre les conclusions trop étendues que l'on pourrait tirer de l'emploi des mots « adoption générale du système métrique » à la fin du quatrième paragraphe.

« La Commission a déjà recommandé que le système métrique soit adopté comme système uniforme et international des poids et mesures, et que, à l'intérieur des îles Britanniques, l'usage que l'on désire en faire soit sanctionné par l'autorité ; mais en ce qui concerne toute transaction internationale, la Commission a plus nettement exprimé son opinion : que l'introduction générale en sera seulement permise et que son emploi exclusif ne sera pas rendu obligatoire par une loi. »

« La Commission des poids et mesures peut en conséquence reconnaître la compétence de la Commission internationale proposée, comme s'appliquant seulement aux objets internationaux ; mais elle ne pourrait en aucune manière s'occuper, même par voie d'inférence, du système des poids et mesures à adopter dans chaque État. »

4<sup>o</sup> En ce qui regarde le principe fondamental qui doit être définitivement adopté, suivant les progrès accomplis, pour rendre le système métrique vraiment convenable pour toutes les contrées qui le désirent, il me sera peut-être permis de signaler l'exemple de la Grande-Bretagne qui a le plus récemment construit des étalons nationaux. Voici le procédé qui a été suivi :

Un premier étalon, aussi parfait que possible, a été construit comme représentant la valeur que l'on désirait obtenir.

A l'aide de cette première mesure, un grand nombre d'étalons (plus de 60) ont été faits, tous également bons, mais chacun d'eux exigeant une correction qui a été déterminée avec la plus grande exactitude.

La plus grande partie de ces étalons a été distribuée aux différentes nations. L'un d'eux a été choisi comme l'étalon national de la Grande-Bretagne, non qu'il soit meilleur que les autres, mais parce qu'en raison de la petiteur de ses corrections il est d'un emploi plus commode. L'étalon envoyé à Paris, l'étalon envoyé à Berlin, l'étalon envoyé à Vienne, etc., sont chacun aussi parfait et aussi digne de confiance que l'étalon national lui-même. Je pense que le même principe doit être suivi pour les étalons internationaux.

5<sup>o</sup> Parmi les travaux relatifs à la construction des étalons, ce sont ceux des mesures de longueur avec lesquels je suis le plus familier.

Je ne vous rappellerai pas que, par suite des travaux successifs de Kater, de Baily et de Sheepshanks, on a acquis dans cette contrée une grande expérience dans la comparaison et la construction des mesures de longueur. J'indiquerai quelques résultats qui me paraissent appeler la plus grande attention de la part des expérimentateurs auxquels sera dévolue l'obligation de faire les comparaisons.

a) Aucune confiance ne peut être accordée à la mesure d'une barre reposant sur un plan ou sur toute autre surface continue. Il est indispensable qu'elle soit placée sur des rouleaux ou qu'elle soit supportée par des cordons de manière que la dilatation ou la contraction ne soit contrariée par aucun frottement appréciable.

b) Il est grandement à désirer que les pressions sur les différents points de support soient nécessairement et inévitablement égales entre elles. J'appelle l'attention sur le système adopté pour les étalons britanniques, dans lequel chaque barre est supportée par huit rouleaux, reliés par des leviers, dans de telles conditions que chacun d'eux supporte la même charge.

c) En ce qui concerne ce sujet, je me permets de référer à l'étude théorique que j'ai publiée dans les mémoires de la Société astronomique (t. 25) pour déterminer les intervalles linéaires, entre les supports, qui rendent la flexion sans influence fâcheuse sur la longueur de la barre.

d) Pour obtenir finalement toute sécurité en ce qui concerne l'influence perturbatrice de la flexion, il est bon que, pour les étalons à traits, les lignes soient faites sur des surfaces déprimées jusqu'au milieu de l'épaisseur de la barre.

Pour les étalons britanniques on a obtenu ce résultat en pratiquant de petites cavités ou trous dans les barres, ce qui d'ailleurs met les observations à l'abri de toute erreur provenant d'un éclairage latéral.

6° Je prévois que la Commission adoptera pour les étalons de longueur qui doivent être distribués aux différentes nations la forme des mesurés à traits. Mais l'étoile du mètre existant et dont toutes les autres mesures doivent être déduites est un étalon à bouts.

Je soumets au jugement de la Commission la suggestion suivante relativement au procédé à adopter pour déduire un étalon à traits d'un étalon à bouts.

e) Au moyen du mètre des archives préparer deux étalons à bouts pourvus chacun d'un trou, avec trait destiné aux observations microscopiques. Ces trous devront avoir une position correspondante sur les deux barres, mais il n'est pas nécessaire qu'ils soient au milieu, et une petite excentricité dans leur position serait même utile.

Les trous n'altèrent pas sensiblement la solidité des barres, mais, si cela était à craindre, il serait très-facile de donner plus de section au métal dans la partie correspondante.

f) Appliquer les barres bout à bout, premièrement en mettant deux extrémités B et C en contact, secondement en alternant les bouts et, au moyen d'un appareil microscopique, mesurer les distances entre les traits des trous.

Le premier mesurage donne  $B + C$ , le second  $A + D$ ; la somme des deux mesures donne  $A + B + C + D$  ou la somme des deux mesures à bouts, sous une forme immédiatement comparable avec une double mesure à traits.

Un principe analogue a été appliqué pour la construction des étalons à bouts déduits des étalons à traits de la Grande-Bretagne. Il a été nécessaire dans cette circonstance d'employer trois étalons à bouts.

Je suis désireux d'être, de temps en temps, tenu au courant des opérations de la Commission, et je serai heureux de faire par correspondance toute communication qui paraîtrait utile.

J'ai l'honneur d'être, etc.

G.-B. AIRY.

## PROCÈS-VERBAL DE LA DEUXIÈME SÉANCE.

---

9 Août 1870.

---

La séance est ouverte à une heure et demie, sous la présidence de M. Mathieu.

MM. de Krusper et de Szily, pour la Hongrie, et M. Claude Gay, pour le Chili, prennent part aux travaux de la Commission.

Sont présents :

M. Mathieu, président.

MM. Struve, Henry, Miller, Herr et général Morin, vice-présid.

MM. Lang, Torres el Caicedo, colonel Ibañez, Révérend père Secchi, Aguirre y Montufar, Delaunay, Faye, Chisholm, Soutzo, Boniface, Wild, Herran, Husny-Bey, Eliseo Acosta.

MM. Hirsch et Tresca, secrétaires.

M. Dumoustier de Fredilly, directeur du commerce intérieur, assiste à la séance.

L'un de Messieurs les secrétaires donne lecture du procès-verbal qui est adopté sans réclamation.

Lecture est également donnée de la lettre par laquelle le gouvernement ottoman charge M. Husny Bey de faire connaître à la conférence l'adoption du système métrique dans tout l'empire. Un exemplaire de la loi organique du 14-26 septembre 1869 est déposé sur le bureau et les étalons métriques, vérifiés au Conservatoire des arts et métiers, sont déjà dirigés sur Constantinople.

M. Dumoustier dit à la Commission que Son Excellence M. le Ministre de l'agriculture et du commerce avait formé

le projet de venir recevoir lui-même MM. les commissaires étrangers qui ont bien voulu répondre à l'appel de la France dans une question d'intérêt général. MM. les commissaires comprendront les motifs qui l'en ont empêché. Chargé par le Ministre de le remplacer en cette circonstance, M. le directeur du commerce intérieur a été lui-même retenu pour le service de l'État, et il espère que la Commission voudra bien recevoir l'assurance du regret qu'il a eu de ne pouvoir remplir ce devoir.

Son Excellence lui a d'ailleurs donné pour mission de présenter à la Commission l'assurance qu'il s'en rapportait complètement à la sagesse et aux lumières des membres qui la composent, en ce qui concerne le cadre des travaux auxquels elle voudra se livrer pour la plus grande perfection du système métrique.

Avant que la Commission discute les différents paragraphes de la proposition de M. Struve, M. Hirsch tient à remercier le gouvernement français de la déclaration qui vient d'être faite, et il ne lui reste plus qu'à constater que la proposition qui est en délibération est bien réellement l'expression de l'opinion de la Commission.

Lecture est donnée du premier paragraphe ainsi conçu :

« En présence des circonstances actuelles, qui empêchent un nombre considérable des pays intéressés d'envoyer leurs représentants à Paris, la Commission internationale du mètre, dans l'intérêt même de sa mission, croit devoir renvoyer toute décision définitive à une époque ultérieure plus favorable. »

M. Faye ne peut s'imaginer que la conférence ne puisse aboutir, même dans l'état actuel des choses, à quelque résultat. N'y a-t-il pas inconvénient d'ailleurs à ce que par les mots : « qui empêchent un nombre considérable des pays intéressés d'envoyer leurs représentants à Paris, » on fasse en quelque sorte à la Commission une obligation de ne délibérer que quand elle sera tout à fait complète ? Dans une réunion nouvelle, qui pourra sans doute être convoquée avant longtemps, sommes-nous bien sûrs de la présence de tous les commissaires ? On éviterait à cet égard toute difficulté en supprimant les mots qui viennent d'être cités.

M. Faye remercie également M. Dumoustier de la déclaration si libérale et si utile qu'il a bien voulu faire au nom du Ministre.

La proposition de M. Faye étant appuyée le paragraphe ainsi modifié est mis aux voix et adopté à l'unanimité.

Sur le deuxième paragraphe, M. le père Secchi demande s'il doit être entendu d'une manière tellement restrictive que la Commission ne puisse formuler aucune résolution.

M. Faye pense que, sans conclure sur aucun point, et en remerciant messieurs les commissaires étrangers du concours qu'ils voudront bien donner à la question qui nous occupe, la Commission pourrait, après discussion, recommander certaines opérations à faire.

Après ces explications, le second paragraphe de la proposition de M. Struve est adopté à l'unanimité moins une voix.

Sur le troisième paragraphe, aucun des membres de la Commission ne demandant la parole, M. Tresca se décide à présenter une observation qu'il sait à l'avance mal fondée, mais à laquelle il désire que les procès-verbaux de la Commission donnent une réponse nette et franche, moins pour sa part que pour les personnes du dehors qui pourraient se méprendre sur les intentions de la Commission.

Est-il bien entendu dans la Commission que le mètre des archives sera le point de départ de tous les travaux, et que ce mètre de platine est considéré comme le véritable prototype du mètre?

M. Hirsch croit pouvoir affirmer qu'aucun des savants qui ont quelque compétence sur cette question ne saurait avoir la pensée de recourir à la mesure directe du méridien, et que par conséquent il faut nécessairement que les opérations de la Commission soient basées sur le mètre des archives, dont la longueur actuelle doit cependant être discutée de manière à en déduire, autant que possible, la longueur primitive, au moment de sa confection.

Sur la demande de M. Morin, les observations de M. Hirsch seront l'objet d'une note spéciale qui sera lue à la prochaine séance de la Commission.

M. Morin se trouve très-satisfait des observations présentées par M. Hirsch et qui paraissent avoir l'adhésion de tous nos

collègues. Il ne doute pas que l'examen des prototypes ne soit absolument favorable à leur bon état de conservation. Et lorsque la Commission internationale, en répétant elle-même les comparaisons, aura constaté les faits déjà signalés par la Commission française, il a la confiance qu'il ne restera non plus aucun doute sur le maintien de l'état moléculaire du métal.

M. Mathieu craint qu'en décidant que la mission sera élargie, la commission n'ouvre à la discussion un champ trop vaste et peut-être dangereux quant au but spécial de sa mission.

M. Dumoustier se plaît à rappeler une fois de plus que le ministre a toute confiance dans la sagesse de la Commission, à laquelle se trouve complètement remise l'extension du sens à donner au décret d'investiture.

Le Ministre profitera avec empressement du vœu qu'elle veut bien formuler relativement à la suite à donner à ses travaux, et elle sera convoquée dans ce but aussitôt que les circonstances le permettront.

M. Delaunay pense que si le rapport à l'Empereur et le décret qui le sanctionne disent assez nettement que le mètre des archives est le point de départ, il ne saurait y avoir ni danger ni incertitude dans le sens qui pourrait être attribué à l'élargissement de la mission. Il serait ainsi parfaitement entendu que le mètre des archives, dûment contrôlé, servira de point de départ.

M. Morin lit quelques passages du rapport à l'Empereur, qui établissent surabondamment que même, dès le commencement de ses réunions, la conférence géodésique a formulé d'elle même l'opinion que la longueur du mètre européen devait différer aussi peu que possible du mètre des archives de Paris.

A la suite de ces explications, que M. Faye considérait même comme inutiles, M. Mathieu se rallie à la rédaction proposée, qui est votée à l'unanimité.

Est aussi voté unanimement l'ensemble de la proposition de M. Struve dans les termes définitifs qui suivent :

« En présence des circonstances actuelles la commission internationale du mètre, dans l'intérêt même de sa mission, croit devoir renvoyer toute décision définitive à une époque ultérieure plus favorable. »

« En attendant, elle profite de la réunion actuelle pour discu-

ter, à titre d'études préliminaires, les principes d'après lesquels le nouveau prototype du mètre international devra être construit. »

« La Commission prie le gouvernement français de la convoquer à nouveau aussitôt que les circonstances le permettront, et elle émet le vœu que le programme de sa mission soit élargi de façon à comprendre toutes les mesures propres à donner au système métrique un caractère véritablement international, et à conformer les nouveaux prototypes aux exigences de la science actuelle. »

La commission se réunira demain à une heure, aux archives, pour l'examen des prototypes.

La séance est levée à trois heures.

*Le Président : MATHIEU.*

*Les Secrétaires : H. TRESCA, Ad. HIRSCH.*

## PROCÈS-VERBAL DE LA TROISIÈME SÉANCE.

---

10 Août 1870.

---

La troisième séance de la Commission internationale du mètre a lieu aux archives, dans la salle de l'Armoire de fer, sous la présidence de M. Struve.

La séance est ouverte à une heure et demie.

M. le général Baron Wrède, pour la Suède, prend part aux travaux de la Commission.

Sont également présents :

MM. Henry, Miller, Herr, général Morin, vice-présidents ;  
MM. Lang, de Krusper, de Szily, Torres Caicedo, colonel Ibañez, évêrend père Secchi, Aguirre y Montufar, Faye, De launay, Chisholm, Boniface, Wild, Husny-Bey.

MM. Hirsch et Tresca, secrétaires.

M. le professeur Alfred Maury, directeur général des archives de France, membre de l'Institut, assiste à la séance.

M. Tresca donne lecture du procès-verbal de la dernière séance.

M. Hirsch demande que le procès-verbal mentionne la réponse favorable faite par M. Dumoustier quant à la nouvelle convocation de la Commission.

Le procès-verbal est adopté à l'unanimité après cette addition.

M. Hirsch donne lecture de la note dans laquelle il a reproduit

les observations qu'il a faites à la séance d'hier; cette note est ainsi conçue :

« M. Hirsch en répondant dans la séance d'hier aux appréhensions exprimées par M. Tresca, ne comprend pas que de pareilles craintes soient entretenues encore aujourd'hui. »

« En effet, il est convaincu qu'aucun savant sérieux de notre époque ne s'avisera de proposer la construction d'un nouveau mètre qui soit réellement la quarante millionième partie du méridien terrestre, parce qu'il serait démontré aujourd'hui que la longueur du mètre actuel s'éloigne assez sensiblement de sa définition théorique. Bien plus, le temps des mesures « naturelles » est passé, depuis qu'on a reconnu dans cette idée même un cercle vicieux qui consiste à vouloir définir l'unité des mesures par une opération très-compliquée, laquelle suppose l'emploi d'une autre unité préexistante, et qu'ainsi, par exemple, la longueur du mètre se trouve définie au fond par son rapport à la toise du Pérou, qui est l'unité dans laquelle sont exprimées les mesures de la méridienne de France, bien plutôt que par son rapport avec la circonférence du globe. »

« Du reste, qui nierait aujourd'hui que, si même le mètre était la quarante millionième partie du méridien terrestre tel qu'on l'a mesuré à la fin du dernier siècle, il ne le serait plus aujourd'hui, parce que les progrès de la géodésie ont modifié nos connaissances des dimensions terrestres. Or puisque ces progrès, on doit l'espérer, ne s'arrêteront jamais, il est évident que la définition du mètre, qui le rattache aux dimensions du globe, si même elle était logiquement possible, présenterait ce défaut capital de nous fournir une unité de mesure qui changerait nécessairement et continuellement avec les progrès des sciences. »

« Enfin tout le monde est aujourd'hui d'accord sur ce point que l'unité fondamentale ne peut pas être définie théoriquement, mais doit être déterminée par une longueur matérielle, par un prototype. »

« Et c'est ce prototype qui doit être construit d'après les exigences de la science actuelle; cela veut dire qu'on emploiera toutes les ressources de la science et des arts de notre époque, pour lui assurer non-seulement la plus grande inaltérabilité, mais aussi pour obtenir la plus grande facilité et surtout la plus

grande précision dans les comparaisons qui seules constituent l'utilité d'un prototype. Or la précision qu'on peut atteindre aujourd'hui dans les travaux métrologiques, est considérablement plus grande qu'à la fin du dernier siècle; c'est là la raison principale de la nécessité où l'on se trouve de construire un nouveau prototype du mètre. »

« Il a toujours été entendu que, dans l'intérêt des besoins pratiques aussi bien que dans celui de la science, il fallait rendre la longueur du nouveau mètre international aussi égale que possible à celle du mètre des archives. Le degré de précision avec lequel on pourra réaliser cette condition dépendra essentiellement de l'état dans lequel se trouvent les surfaces terminales du mètre des archives, et par conséquent du degré de précision qu'on pourra atteindre dans les comparaisons qu'il faudra faire entre ce mètre et le nouveau prototype à traits. L'inspection du mètre des archives, à laquelle le gouvernement français a bien voulu convier la Commission, fixera les idées sur ce point essentiel, et au besoin une série d'expériences pourra servir à établir le degré de précision qu'il sera possible d'atteindre dans les comparaisons avec le mètre des archives. »

« A un autre point de vue qui présente un intérêt purement scientifique, mais d'une grande importance pour la géodésie, il convient de rechercher jusqu'à quel point la longueur actuelle du mètre des archives est identique avec sa longueur primitive, et d'examiner si les faits de modifications moléculaires et par suite de changements de longueur que, d'après les recherches du général Baeyer, les règles métalliques subissent avec le temps, se seraient produits aussi pour l'étalon en platine des archives. »

M. Hirsch se résume en déclarant qu'à ses yeux, et il ne croit pas se tromper en disant qu'aux yeux du monde scientifique, il ne peut pas être question aujourd'hui de construire un nouveau mètre, dont la longueur s'écarteraient sensiblement de celle du mètre des archives, dans le but de la rendre plus conforme à l'ancienne définition théorique de la quarante millionième partie du méridien terrestre.

M. le Président rappelle que l'ordre du jour a fixé pour cette séance l'examen des étalons prototypes des archives.

Il invite M. le secrétaire à donner lecture du procès-verbal de l'examen préparatoire déjà fait par la Commission française, et, après la lecture de ce procès-verbal, M. le directeur des archives veut bien mettre sous les yeux de la Commission la pièce originale du dépôt des prototypes, revêtue des signatures de tous les membres de la première Commission internationale.

M. Tresca demande que cette pièce soit photographiée, et qu'un exemplaire de ce *fac-simile* soit remis à chacun des membres de la Commission. M. Maury ne voit pas d'obstacle à la réalisation de ce vœu, et les mesures seront prises pour son exécution.

Le mètre et le kilogramme prototypes des archives sont successivement placés sur la table et examinés dans toutes leurs parties par chacun des membres de la Commission.

A la suite de cet examen, le mètre et le kilogramme prototypes du Conservatoire sont l'objet d'un semblable examen.

La Commission rentre en séance, et M. Wild paraît être l'interprète de la pensée générale en exprimant que les prototypes n'ont éprouvé aucune avarie grave.

En ce qui concerne le mètre, les faces terminales portent encore, excepté au centre, la trace du travail primitif. Vers le centre cependant, l'une des faces est marquée d'une impression qui paraît due au contact, plusieurs fois répété, des touches d'un comparateur. La marque analogue de l'autre bout est plus étendue et paraît double. A l'exception de cette impression et de quelques traits insignifiants sur les faces latérales, le mètre paraît être encore dans le même état qu'au moment de sa construction.

Ces observations confirment en quelque sorte celle de la Commission française, et elles se trouvent assez exactement rendues dans le travail de M. Steinheil, publié en 1867, qui s'exprime ainsi :

« Les extrémités de ce mètre ne sont pas finement travaillées; on y voit encore les traces de la lime. Par suite des comparaisons précédemment faites, il existe plusieurs petites dépressions aux points en lesquels le comparateur a agi. »

M. Miller trouve aussi que les centres des extrémités terminales ne sont pas en très-bon état, et il sera certainement

utile d'en étudier tous les détails par des moyens convenablement appropriés.

M. Hirsch appuie les observations qui précèdent et croit que si l'on veut satisfaire à toutes les conditions que réclament les sciences physiques et la géodésie, il est avant tout nécessaire de s'assurer qu'à moins de un millième de millimètre, par exemple, la longueur actuelle représente encore la longueur primitive.

A cet effet, cette longueur pourrait être déterminée d'une manière absolue, ou même d'une manière relative, avec un bon mètre à bouts spécialement disposé à cet effet.

Quant à l'examen microscopique, il ne pourrait être sûrement fait que par le procédé des distances focales proposé par notre collègue M. Lang.

M. Lang donne quelques détails sur la manière de faire cet examen.

M. Tresca pense que pour se placer à l'abri de ces incertitudes et les éliminer en quelque sorte, il suffirait d'estimer la longueur du mètre des archives avec des palpeurs cylindriques, en tout semblables à ceux qui ont été employés par Lenoir au moment de la construction, sauf à recourir ultérieurement à d'autres moyens de palpation, s'il y a lieu, pour les opérations subséquentes.

M. Morin présente le résumé des diverses comparaisons qui ont déjà été faites soit pendant les recherches préparatoires de la Commission française, soit antérieurement, et sauf à répéter toutes ces opérations, la Commission pourrait dès maintenant dire comment elle veut définir le nouveau mètre international par rapport à l'état actuel du mètre des archives.

M. Herr est d'avis qu'il serait difficile, dans une assemblée aussi nombreuse, de discuter d'une manière générale et sans examen préparatoire les diverses opérations par lesquelles la Commission devra commencer ses travaux. Un comité de proposition serait peut-être plus apte à examiner les différents points de la question et à nous faire connaître l'ordre dans lequel ces points devraient être examinés, sans pour cela que la Commission puisse s'engager dans aucune décision définitive.

M. Faye confirme les observations précédentes, et la propo-

sition de M. Herr étant appuyée, la Commission décide successivement qu'il y a lieu de former un comité de proposition; que ce comité sera composé de cinq membres; et que MM. Miller, Wild, Ibañez, Tresca et Herr sont priés d'accepter cette mission.

Le comité se réunira demain au Conservatoire à neuf heures, et la Commission à une heure, pour la suite de la discussion.

*Le Vice-Président : OTTO STRUVE.*

*Les Secrétaires : H. TRESCA, AD. HIRSCH.*

## PROCÈS-VERBAL DE LA QUATRIÈME SÉANCE.

---

11 Août 1870.

---

La séance est ouverte à une heure et demie, sous la présidence de M. Struve.

M. le général Ricci, pour l'Italie, prend part aux travaux de la Commission.

Sont en outre présents :

MM. Mathieu, président; Henry, Miller, Herr, et général Morin, vice-présidents.

MM. Lang, de Krusper, de Szily, Gay, Ibañez, R. père Secchi, Aguirre y Montufar, Faye, Chisholm, Wild, Mohn, général Wrède, Husny-Bey.

MM. Hirsch et Tresca, secrétaires.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté ainsi que l'addition demandée hier à celui de la précédente réunion.

M. Miller, président du comité de proposition, fait connaître par l'organe de M. Tresca le résultat du travail auquel le comité s'est livré, tant au sujet de l'ordre des différentes opérations à exécuter qu'à celui de l'énoncé des principales questions en discussion.

Une première lecture est donnée de l'ensemble de la rédaction et les différentes propositions sont ensuite discutées isolément et adoptées ainsi qu'il suit :

1. Pour l'exécution du mètre international, on prend comme

point de départ le mètre des archives, dans l'état où il se trouve.

2. Jusqu'à l'époque des comparaisons définitives, le mètre des archives ne devra servir à aucune comparaison.

Sur la proposition de M. Faye, une lettre sera adressée dans ce but à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce. On pourrait en même temps demander que le kilogramme prototype fût conservé dans sa boîte.

3. Les comparaisons définitives devront être faites, en premier lieu, avec des touches cylindriques à génératrices verticales, et semblables à celles du comparateur original de Lenoir, puis avec des touches semblables à celles des comparateurs employés plus récemment, sous réserve d'employer ensuite tout autre moyen que les circonstances pourraient suggérer.

M. Lang désire qu'en outre des deux moyens indiqués, on se serve également des procédés optiques de comparaison. Il propose l'emploi de deux microscopes placés dans l'axe même de la règle et permettant, par la détermination de la position des objectifs, de connaître la différence entre les longueurs de deux mètres.

M. Tresca fait remarquer que si le comité a recommandé d'abord les deux premiers modes, c'est qu'ils correspondent soit à la méthode qui a servi à Lenoir pour la construction même du mètre, soit à celle dont il est fait usage dans la plupart des vérifications internationales. On obtiendra de cette façon une évaluation maximum et une évaluation minimum de la vraie longueur du mètre des archives; mais le comité, en assurant ainsi la parfaite conformité du prototype, n'a voulu en aucune façon écarter l'emploi ultérieur de tous autres moyens, parmi lesquels il y aura lieu de comprendre aussi celui qui a été proposé par M. Fizeau et qui consiste dans l'emploi de deux microscopes visant les extrémités des touches, extrémités qui seront vues ainsi, directement et par réflexion sous un angle très-aigu, sur les surfaces terminales du mètre.

M. Faye recommande d'une manière générale les moyens optiques, qui ont le grand avantage de ne pouvoir compromettre par aucun contact la surface qu'il s'agit d'étudier.

C'est à la suite de ces observations que l'art. 3 est complété par la dernière phrase de la rédaction.

4. Avant ces comparaisons, les détails des surfaces terminales devront être examinées par des moyens optiques convenablement appropriés, mais aucun appareil à contact ne pourra être employé dans le même but qu'après les vérifications mentionnées dans l'article 3.

Le comité avait demandé que l'examen de la surface n'eût lieu qu'après les premières comparaisons, mais à la suite des observations de M. Faye et de M. Hirsch, la Commission accepte unanimement la rédaction qui précéde.

M. le père Secchi voudrait que les comparaisons fussent faites non-seulement par rapport aux points centraux du mètre prototype, mais aussi en appliquant les touches à gauche et à droite du centre; en prenant la moyenne des résultats ainsi obtenus, on trouverait probablement la véritable longueur du mètre avec plus de précision, qu'en se bornant uniquement aux centres des surfaces, légèrement altérés par les comparaisons antérieures.

M. Mathieu insiste sur les incertitudes qui pourraient dépendre de l'inclinaison de ces faces par rapport à l'axe de la règle. La seule mesure vraie est celle qui est prise suivant l'axe.

M. Lang recommande d'obtenir des images photographiques des extrémités de la règle, et en appuyant cette proposition, M. le père Secchi distingue, comme également importantes, les images directes et celles des réflexions obtenues sur les surfaces terminales employées comme miroirs. Pendant l'examen qu'il a fait hier on a pu voir, par réflexion, des images très-différentes sur les deux bouts de la règle.

A la demande de M. Herr, il est expressément convenu qu'aucune exploration par contact ne sera faite avant les comparaisons.

5. D'après les résultats de toutes ces recherches, la Commission définira la longueur à donner au mètre international.

6. Le mètre international doit-il être un mètre à traits ou un mètre à bouts ?

La convenance de comprendre cette question dans le programme des études à faire est appuyée par M. Hirsch qui, personnellement, croit qu'elle doit être résolue en faveur du mètre à traits, tant sous le rapport de l'exactitude que sous celui de l'inaltérabilité ; il donne à ce sujet quelques détails sur les recherches en ce moment poursuivies par M. le général Baeyer et M. Steinheil. On aurait obtenu avec un nouveau comparateur à touches des résultats plus satisfaisants encore que ceux sur lesquels on compte jusqu'ici par les moyens optiques.

7. Quelle est la matière en laquelle le mètre international devra être construit ?

M. Lang demande si l'on ne pourrait pas indiquer en quel sens il serait utile d'étudier les matières qui paraîtraient convenables à l'exécution du mètre international, et M. le Président lui fait remarquer que les conditions à remplir étant multiples, les études devront porter sur toutes les propriétés qui intéressent la meilleure confection et la meilleure conservation du prototype.

8. Quelle forme convient-il de donner au mètre international ?

Il est expliqué par M. Miller que cette question comprend la détermination du profil et des dimensions les plus convenables.

9. Le mètre international doit-il être accompagné de thermomètres qui lui seraient spécialement affectés ?

10. Quels modes de supports convient-il d'employer pour que le mètre international soit constamment maintenu dans une condition autant que possible invariable ?

12. Dilatation.

13. Comparateur.

Le Comité s'excuse de n'avoir pu s'occuper, faute de temps, des sous-détails de ces deux questions importantes.

Sur la proposition de M. le général baron Wrède une question est posée en ces termes :

« A quelle température le mètre international doit-il avoir la longueur du mètre des archives ? Cette question prendra le numéro 11. »

M. Hirsch propose à la Commission, par un quatorzième article, de faire à nouveau le mesurage de la base de Melun.

Il y aurait, dit-il, une autre proposition à faire dans l'intérêt de la géodésie ; elle serait aussi d'un incontestable intérêt au point de vue métrologique. N'est-il pas évident, en effet, que si l'on mesurait à nouveau la base de Melun, non plus avec la toise du Pérou, qui n'existe plus comme instrument de précision, mais avec une règle déduite du mètre des archives, et si le résultat de cette opération se résumait par une parfaite concordance, on obtiendrait ainsi la preuve irrécusable que le prototype n'a subi, depuis sa construction, aucun changement essentiel.

Beaucoup de savants croient que le désaccord reconnu entre les arcs de méridien, mesurés dans différents pays, peuvent s'expliquer par les équations trop incomplètement définies des unités employées ; si les bases étaient ainsi mesurées à nouveau, on reconnaîtrait évidemment ce que l'on doit attribuer à cette cause.

Sur une observation de M. Struve, M. Hirsch déclare qu'il ne tient pas essentiellement à ce que la base de Melun soit mentionnée plutôt qu'une autre base de la méridienne de France. En examinant sa proposition au point de vue purement métrologique, on reconnaîtra sans doute qu'aucun autre moyen ne peut équivaloir à celui-là pour s'assurer de la permanence du mètre des archives, permanence en vue de laquelle la commission française elle-même a déjà fait des travaux d'un grand intérêt.

M. Morin ne conteste pas l'importance de la proposition de M. Hirsch ; il admettrait même qu'elle fût l'objet d'un vœu formulé par la Commission à l'époque où elle aura terminé sa mission. Nous avons, dit-il, un grand labeur devant nous, un labeur tel que quelques-uns d'entre nous n'en verront peut-être pas la fin, et il ne croit pas opportun d'élargir ainsi la mission de la Commission dans un sens qu'aucune des discussions antérieures ne laissait pressentir.

Il termine en demandant que la proposition de M. Hirsch soit ajournée, sauf à être représentée à un moment plus opportun.

Quant au point de vue technique, M. Morin ne croit pas que l'on puisse douter davantage de la permanence du métal de la règle, que de la permanence de la longueur de la base de Melun,

base composée d'éléments bien autrements hétérogènes et ne formant pas, comme la règle, un tout continu.

M. Mathieu ne croit pas que le mesurage de la base de Melun puisse conduire aux conséquences indiquées par M. Hirsch, et cette opération est, en tous cas, en dehors des attributions de la Commission.

Si l'on se reporte aux difficultés qui ont accompagné la mesure des bases, si l'on tient compte du degré de précision qu'une telle mesure comportait alors, si l'on veut bien se rappeler que les deux bases ne concordent pas entre elles, la concordance ou le désaccord d'un nouveau mesurage laisserait la question tout aussi indécise de savoir si la base a été mal mesurée, ou si la longueur du mètre s'est altérée. C'est là, d'ailleurs, un travail géodésique tout à fait en dehors des préoccupations de la Commission.

M. Herr croit, au contraire, que la Commission n'accomplirait qu'une partie de sa tâche si elle ne cherchait à s'assurer, par tous les moyens en son pouvoir, de l'invariabilité de la règle qui constitue le mètre.

M. Struve, reconnaît parfaitement l'intérêt que pourrait présenter un nouveau mesurage de la base de Melun, à tel point qu'il avait lui-même décidé une opération analogue pour la plus ancienne base de la Russie, dans le but de reconnaître si l'étalon russe avait conservé exactement sa valeur; cette opération n'ayant pu être exécutée par suite de la disparition des repères, des ordres sont déjà donnés pour qu'elle soit faite sur un autre point. Cependant M. Struve est d'avis qu'il conviendrait de ne pas insérer une telle opération dans le programme de la Commission.

M. Faye croit l'opération utile, mais il est important qu'elle soit formulée avec grand soin pour qu'on n'y puisse voir, en ce qui nous concerne, qu'une vérification *à posteriori*.

A l'époque des premiers mesurages les observateurs étaient loin d'avoir les idées de précision que l'on est en droit de demander aujourd'hui, et il insiste sur la nécessité de prendre, conformément aux propositions déjà adoptées, le mètre tel qu'il résulte de la grandeur de la règle des archives, et abstraction faite de toute vérification ultérieure.

M. Tresca, sans se permettre d'entrer dans aucune considéra-

tion géodésique, n'hésite pas à déclarer que l'acceptation de la proposition de M. Hirsch, dans les termes où elle est formulée, serait un empiétement sur les attributions de la conférence géodésique internationale, et il ne doute pas, d'ailleurs, que si cette conférence désire que l'une des bases françaises soit l'objet d'un nouveau mesurage, elle trouvera près du gouvernement français l'accueil le plus sympathique.

M. Hirsch répond aux observations précédentes qu'un but utile serait atteint quand bien même les divergences reconnues devraient être attribuées aux imperfections du premier mesurage ; que d'ailleurs, quelles que soient les variations que l'on puisse attribuer à la base de Melun, par exemple, ces variations devraient être divisées par 18 000 pour être rapportées au mètre, ce qui suffit pour enlever toute importance aux arguments tirés des changements de configuration du terrain.

Il reconnaît, d'ailleurs, que cette opération est plutôt du domaine de la conférence géodésique internationale à laquelle le gouvernement français a déjà donné son adhésion. Aussi, se contenterait-il volontiers de demander à la Commission d'émettre simplement le vœu que la base de Melun soit l'objet d'un nouveau mesurage.

M. Mathieu craint qu'ainsi réduite, la proposition n'entraîne encore l'idée de l'inexactitude du mètre. M. Hirsch résiste à cette interprétation, qui est loin de sa pensée, le vrai mètre n'étant autre que la longueur de la barre métallique que nous avons vue hier, mais dont il est parfaitement loisible d'examiner à nouveau le rapport avec les instruments du premier mesurage.

M. Husny est d'avis que la question, toute géodésique, est en dehors de notre mandat, et que le contrôle que nous voudrions exercer à cet égard ressemblerait à l'expression d'un doute que nous n'avons pas à manifester.

M. le général Ricci demande qu'il soit bien entendu que l'expression du vœu en discussion ne prendra pas un numéro d'ordre à la suite des articles déjà discutés, mais qu'elle sera seulement mentionnée au procès-verbal. Il croit, d'ailleurs, que c'est au gouvernement seul qu'il appartient de juger si ce vœu doit être l'objet d'une réalisation.

M. Morin prie la Commission de remarquer que si ce vœu devait être exprimé, il ne pourrait être déféré qu'à M. le Ministre

de l'Instruction publique, dans les attributions duquel se trouve le Bureau des longitudes et l'Observatoire ; M. le Ministre du commerce étant seulement chargé, sous le rapport des questions qui nous occupent, des poids et mesures.

M. Tresca est plus explicite encore dans sa résistance à la nouvelle proposition faite par M. Hirsch. Il pense même qu'elle ne doit pas être mise aux voix. En effet, la Commission, qui a été constituée par un décret, n'avait compétence que pour l'exécution d'un mètre à traits. A notre grande satisfaction, la mission a été, dans l'intérêt même du système métrique, élargie par M. le Ministre de l'agriculture et du commerce ; mais il est vraiment impossible d'admettre qu'elle l'ait été en dehors des attributions du ministre lui-même, et qu'ainsi une question géodésique quelconque puisse lui être déférée.

Sans doute ces difficultés pourront être levées pour l'avenir, mais la Commission pensera qu'il est préférable de s'y arrêter aujourd'hui.

En présence de ces dernières observations, faites par quelques membres français, M. Hirsch, qui n'avait pas pensé qu'il soulèverait des difficultés d'un ordre administratif, croit devoir retirer sa proposition.

M. Faye ne concevrait pas qu'une raison de compétence intérieure puisse être en aucune façon une raison de décision pour la Commission internationale. En mettant les choses à l'extrême, on pourrait de même prétendre que les questions métrologiques sont dans les attributions du ministère des beaux-arts auquel ressortissent les archives. En conséquence, il croit devoir reprendre le vœu exprimé par M. Hirsch en son nom personnel, et demande qu'on le mette aux voix.

M. Herr croit qu'en effet il n'y a plus que cela à faire, et, à la majorité de 11 voix contre 8, la Commission décide qu'elle émet, le vœu que, dans l'intérêt de la science géodésique, le gouvernement français fasse mesurer à nouveau, en temps opportun, une des anciennes bases françaises.

M. Miller demande à la Commission si elle attend du comité de proposition qu'il formule, comme il l'a fait pour le mètre, un questionnaire pour les diverses opérations que pourra nécessiter l'exécution du kilogramme international.

M. Morin pense que cette question pourrait être réservée pour

une autre époque ; mais, sur le désir exprimé par M. Wild qu'il en soit autrement, afin que les membres de la Commission qui voudraient s'occuper de certaines recherches puissent savoir, dès à présent, s'il y a lieu de les entreprendre, la Commission décide à l'unanimité qu'elle prie le même comité de lui faire à ce sujet des propositions.

M. Ibañez a déjà consulté avec grand intérêt les procès-verbaux de la Commission française, et il désirerait qu'ils fussent imprimés *in extenso* et communiqués à tous les membres de la Commission, en y comprenant, autant que possible, les notes plus développées, qui y sont seulement insérées par analyse, encore trop sommaire, suivant lui.

L'impression de tous ces documents est décidée. Messieurs les commissaires étrangers voudront bien aussi donner communication de ceux de leurs travaux qui se rattachent aux questions déférées à la Commission.

M. le général Morin, se faisant l'organe de M. Struve, propose à la Commission la formation d'un comité des recherches préparatoires auquel pourrait être remis le soin de faire exécuter et d'examiner tous les travaux relatifs au but que poursuit la Commission.

Les commissaires français qui résident à Paris formeraient naturellement le noyau de ce comité qui pourrait, par la présence de tout ou partie de ses membres, procéder à toutes études qui lui seraient suggérées par les membres de la Commission internationale. Ce comité établirait d'ailleurs un lien, désirable à tous égards, entre la Commission et ceux de nos collègues étrangers qui n'ont pu prendre part à nos travaux actuels.

La Commission décide la formation de ce comité des recherches préparatoires, et elle désigne nommément pour en faire partie :

Les membres de la Commission française.

M. Airy assisté de M. Chisholm.

M. le général baron Wrede.

MM. Wild, Hirsch, Ibañez, Steinheil, Foérster, Lang et Hilgard.

Tous les membres de la Commission sont d'ailleurs invités à prendre part à ces recherches préparatoires.

M. Hirsch et la Commission avec lui regrettent que M. le général Baëyer ne puisse, quant à présent, faire partie du comité; mais les circonstances permettront sans doute que ses connaissances, si précieuses pour les travaux qui nous occupent et auxquelles la Commission tient à rendre hommage, ne fcront pas toujours défaut à la Commission.

La séance est levée à six heures.

*Le Vice-Président : OTTO STRUVE.*

*Les Secrétaires : H. TRESKA, AD. HIRSCH.*

## PROCÈS-VERBAL DE LA CINQUIÈME SÉANCE.

---

12 Août 1870.

---

La séance est ouverte à une heure et demie sous la présidence de M. Struve.

M. de Jacobi, pour la Russie, prend part aux travaux de la Commission.

M. Michel Chevalier, commissaire de la république de Nicaragua, espère pouvoir assister à la séance si les travaux du Sénat le lui permettent.

Sont en outre présents : MM. Henry, Miller, Herr et général Morin, vice-présidents.

MM. de Krusper, de Szily, Ibañez, Révér. père Secchi, Aguirre y Montufar, Faye, Chisholm, Soutzo, général Ricci, Wild, baron Wrede, Mohn, Husny-Bey.

MM. Hirsch et Tresca, secrétaires.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

A la suite de l'adoption du procès-verbal, M. Jacobi, qui exprime ses regrets de n'avoir pu assister, comme il l'aurait désiré, aux premières réunions, déclare qu'il n'a pas une idée bien nette des attributions du comité des recherches préparatoires. Les membres qui en font partie resteront-ils à Paris ? auront-ils une compétence spéciale d'initiative ou d'examen ? auront-ils à rendre compte et à apprécier les travaux de diverses natures qui seront adressés à la Commission internationale ? enfin seront-ils chargés de centraliser les communications entre la Commission et ses différents membres ?

MM. Morin, Herr, Faye, Hirsch, Tresca, Wild, Struve, général Ricci, prennent part successivement à la discussion.

Il est expliqué :

Que la formation de ce comité a paru nécessaire pour établir, dès à présent, un lien avec ceux de nos collègues qui n'ont pu prendre part à nos premiers travaux, et pour centraliser les dépenses auxquelles certaines recherches personnelles pourraient donner lieu;

Qu'il doit être bien entendu que tous les membres de la Commission ont un droit égal et feront, toutes les fois qu'ils seront présents à Paris, partie du comité permanent;

Que, bien loin de constituer un droit pour les membres nommément désignés, cette désignation signifie seulement qu'ils se mettent d'une manière plus obligatoire à la disposition de la Commission, et qu'ils pourront être appelés à rendre compte sommairement des mémoires trop développés pour être communiqués *in extenso* dans les séances de la Commission. Que si ce Comité est aussi nombreux, alors qu'il aurait paru à plusieurs membres qu'un comité administratif composé de peu de personnes fût plus désirable, c'est qu'il avait paru à M. Struve, auteur de la proposition, que la Commission française était le centre naturel des recherches préparatoires qu'elle a en quelque sorte inaugurées, et qu'en faisant entrer dans le comité tous les membres de la Commission française, il était convenable d'y comprendre en même temps un assez grand nombre de commissaires étrangers.

Que le comité n'a droit de prendre aucune décision, mais seulement le devoir d'aider, par tous les moyens possibles, à l'ensemble des travaux.

Que d'ailleurs, le bureau de la Commission internationale étant dès à présent formé, il est en mesure de recevoir toutes les communications plus officielles qui pourraient être adressées à la Commission, sans aucunement passer par l'intermédiaire du comité des recherches.

A la suite de ces explications, M. le Président demande si la Commission entend revenir sur sa première décision.

A la majorité de 10 voix contre 8, la précédente décision est confirmée.

M. Miller prie M. Tresca de vouloir bien exposer le formulaire que le comité de proposition a préparé en ce qui concerne le kilogramme.

M. Tresca regrette que M. Miller ne veuille pas renouveler devant la Commission les explications qu'il a bien voulu donner au comité sur les travaux déjà entrepris au sujet de la valeur du kilogramme des archives, qu'il a soumis à près de deux cents déterminations, ainsi que sur la discussion des diverses évaluations du poids du décimètre cube d'eau distillée. La Commission ne peut être privée de ces importants documents, et elle espère que M. Miller voudra bien en faire l'objet d'une note qui serait distribuée à tous les membres.

Le comité a formulé ses propositions en sept questions distinctes et analogues à celles qu'il avait préparées pour le mètre. Il en est fait une lecture d'ensemble, à la suite de laquelle une nouvelle question, qui prendra le n° 5 dans la discussion, est introduite par M. le général Wrede.

Ces questions sont successivement admises dans les termes suivants :

1<sup>o</sup> Le kilogramme international doit-il être déduit directement du kilogramme des archives, dans son état actuel, ou être construit à nouveau en partant d'une définition théorique ?

2<sup>o</sup> En tous cas, il est nécessaire de déterminer, par les moyens les plus précis, le poids du décimètre cube d'eau distillée.

La connexité de ces deux questions a exigé qu'elles soient en quelque sorte discutées en même temps.

La première rédaction disant : ou être construit en partant de la définition théorique, M. de Jacobi désirerait qu'elle fût modifiée en ce sens qu'elle permit, tout au moins sous le rapport de la température, une autre définition théorique.

M. Hirsch trouve que la question aurait pu être affirmative en ce qui concerne la concordance entre le kilogramme des archives et le kilogramme international.

Il lui semble qu'il est nécessaire de faire pour le kilogramme comme pour le mètre, sauf à déterminer jusqu'à quel point le nouveau kilogramme se rapproche de la définition théorique. Il proposerait que la première question fût remplacée par une rédaction affirmative, analogue à celle qui a été adoptée pour le mètre.

M. le baron Wrede est du même avis et insiste sur la nécessité de ne pas donner à un même étalon deux définitions qui ne seront jamais également satisfaisantes. Le kilogramme est le repré-

sentant légal de l'unité de poids et rien autre chose. Dans le cas actuel, ce principe, tout à fait général, doit d'autant plus être sauvégarde que les moyens de peser sont aujourd'hui encore, de bien loin, en avance sur les moyens d'évaluer les volumes, et que l'on ne saurait faire dépendre un résultat, qui peut être en lui-même d'une grande précision, d'une donnée qui sera toujours moins approximative.

A un point de vue plus pratique, M. Wrede désirerait que l'étalon fût pesé dans l'air, dans des conditions déterminées.

Quant à la correspondance entre l'unité de poids et l'unité de volume, si importante qu'elle puisse être, elle ne saurait être assez dérangée par la conservation du poids actuel pour qu'il en pût résulter, dans ces limites, aucun inconvénient.

M. Wild est tout à fait d'accord avec M. Wrede quant à l'unité de définition et quant à la nécessité d'adopter pour étalon du kilogramme un représentant matériel. Mais il craint, par suite des diverses valeurs qui ont été données jusqu'ici du kilogramme des archives par rapport au poids du décimètre cube d'eau, qu'il s'éloigne un peu trop de sa définition théorique, et il désirerait que le nouvel étalon matériel s'en rapprochât autant que possible.

M. Jacobi est d'opinion qu'aucune raison ne peut permettre d'abandonner la relation établie originairement entre l'unité de poids et celle de longueur. Nous ne saurions oublier que cette relation a été sans doute la cause déterminante de l'adoption générale du système métrique; c'est elle qui a donné à ce système toute son autorité. Il y a lieu de croire, d'ailleurs, que les différences signalées sont assez petites pour que la concordance puisse être reconnue à une température peu différente de 4°.

La condition de cette concordance est aujourd'hui non moins importante qu'au premier jour, et rien ne saurait, dans son opinion, engager à l'abandonner.

M. Miller a lieu de croire que la différence est, dans tous les cas, trop petite pour qu'elle puisse présenter de sérieux inconvénients; il a été conduit dans ses travaux à l'estimer à 11 milligrammes, et il ne saurait vraiment trouver aucun préjudice à ce que le kilogramme vrai soit trop léger de 11 milligrammes sur 1000 grammes.

C'est pour cela qu'il a été d'avis, dans le comité, qu'il y a lieu de rendre le nouveau prototype exactement égal à celui des archives.

M. Wild, en reconnaissant que cette différence de 14 milligrammes résulte effectivement des expériences de Kupfer, rappelle qu'il y a aussi d'autres déterminations qui méritent peut-être autant de confiance et qui ne permettent pas d'affirmer qu'il n'y a pas eu, dans les opérations primitives, une erreur moindre que 300 milligrammes.

M. Tresca fait observer que, si la question a été ainsi posée sous la forme interrogative, ce n'est pas parce que l'opinion du comité fut douteuse; mais il suffisait qu'un seul membre présentât des objections à ce que le kilogramme des archives fût pris comme point de départ pour que le comité ne jugeât pas convenable de formuler dès à présent une opinion précise.

Mais, sur le fond de la question, l'avis de plusieurs de ses membres est de tous points conforme à celui qui a été exprimé par M. Hirsch et par plusieurs autres de nos collègues.

S'il était permis d'entrer encore dans quelques détails pour appuyer cette manière de voir, M. Tresca se hasarderait à faire remarquer que la détermination rigoureuse du poids d'un litre d'eau est une opération si délicate, que sa valeur n'est connue jusqu'ici que d'une manière approximative. Si la Commission doit considérer cette détermination comme une obligation de ses travaux préliminaires, il faut en même temps qu'elle se ré-signe à attendre longtemps encore avant qu'elle puisse s'occuper de l'étaillon de poids.

Une fois ce travail terminé, on parviendra sans doute à construire un nouveau kilogramme plus parfait, mais on voudra bientôt le faire plus parfait encore, à mesure que les procédés se perfectionneront; et ainsi, à la place d'un étaillon dont la première condition devrait être l'immuabilité, on arrivera à avoir des étalons variables, tendant sans doute vers une perfection plus absolue, mais, par cela même qu'ils seront variables, manquant du caractère essentiel qui leur convient.

Quant aux besoins scientifiques, l'étaillon constant répondra toujours à toutes les exigences, puisque son équation pourra être déterminée, en chaque temps, en mettant à profit tous les progrès accomplis par la science.

M. Chisholm croit qu'il faut s'en tenir quant à présent à la question telle qu'elle est posée. Il est, à son avis, désirable que le nouveau kilogramme corresponde à l'ancien, et tous nos collègues se rangeraient probablement à cette opinion, si, par des recherches préliminaires, on était arrivé à s'assurer que le kilogramme des archives diffère aussi peu que le pense M. Miller du poids du décimètre cube d'eau. Il est donc nécessaire que cette recherche soit préalablement faite avec la plus grande exactitude.

M. Hirsch ajoute en son nom personnel qu'il partage tout à fait l'opinion de M. Chisholm sur la détermination préalable de la valeur actuelle de l'étaalon des archives par rapport à sa définition.

M. Faye croit que l'on confond la définition admise dans l'enseignement avec la définition légale. Légalement parlant, le kilogramme ne peut être autre chose que le poids de l'étaalon, et la Commission internationale elle-même, quelle que soit sa compétence, ne saurait s'attribuer une autorité scientifique suffisante, ni pour porter atteinte à cette définition, ni pour la remplacer par une autre, fût elle meilleure.

M. le père Secchi pense que tous ces développements démontrent surabondamment que la question devait être ainsi proposée aux délibérations ultérieures de la Commission.

A l'unanimité, moins une voix, la première question est admise par l'assemblée.

Sur la deuxième question, quatre voix seulement se prononcent en faveur du remplacement des mots : il est nécessaire, par ceux-ci : il est important au point de vue scientifique.

### 3. Quelle est la matière en laquelle le kilogramme international doit être construit?

M. Miller profite de cette question pour demander à M. Hirsch quelques informations sur les cristaux de quartz qui ont été trouvés dernièrement en Suisse ; cette matière, si elle pouvait se rencontrer dans un état de pureté convenable, lui paraissant la plus propre à l'exécution des prototypes du mètre et du kilogramme.

M. Hirsch répond que les doutes élevés par les travaux de M. Baëyer, sur l'équilibre moléculaire des métaux fondus, ont

appelé l'attention des savants sur les substances anciennement cristallisées et particulièrement sur le quartz.

Il y a quelques années, on a rencontré, dans une grotte des Alpes Bernoises, des cristaux de quartz enfumé de dimensions très-considerables. Ces cristaux, qui se trouvent entre les mains de M. Burki, à Berne, sont bien conservés, leurs surfaces et leurs arêtes sont d'une régularité géométrique, et, s'ils laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la transparence, ils paraissent d'une grande homogénéité.

Le plus grand de ces cristaux, le Roi, a une longueur de 4<sup>m</sup>, 44 entre les pointes des pyramides et pèse 128 livres ; il appartient au musée de Berne, mais il serait probablement encore à la disposition de la Commission internationale. Il a coûté 800 francs.

Le n<sup>o</sup> 1 mesure 0<sup>m</sup>, 90 ; il pèse 213 livres. Son prix serait de 300 francs, et il pourrait servir à faire, dans les meilleures conditions, au moins deux demi-mètres.

Il y en a d'autres de 0<sup>m</sup>, 51, 0<sup>m</sup>, 60, 0<sup>m</sup>, 65 qui mériteraient aussi d'être examinés au point de vue qui nous occupe.

M. Wild n'a pas vu le cristal que l'on a appelé le Roi ; mais, en ce qui concerne les autres, aucun ne lui paraît présenter les conditions d'homogénéité nécessaires.

Interrogé par quelques membres de la Commission, M. Struve croit que les plus grands cristaux connus en Russie viennent des monts Altaï, mais ils sont loin d'avoir les dimensions indiquées par M. Hirsch.

M. Morin s'étonnerait que l'on pût avoir la pensée de recourir au cristal de roche pour la construction d'un mètre prototype ; car comment pourrait-on alors obtenir, dans les mêmes conditions, des copies identiques pour les différents pays ?

M. Hirsch lui répond qu'il y aurait déjà un grand intérêt si on pouvait construire avec cette substance un seul mètre, quand bien même il ne devrait servir qu'à contrôler le véritable étalon.

4. Quelle forme convient-il de donner au kilogramme international ?

5. Le kilogramme international doit-il être rapporté à la pesée dans le vide ou au poids dans l'air dans des conditions déterminées ?

6. Étudier l'influence des milieux, en ce qui concerne l'invariabilité du poids.

7. Poids spécifique et dilatation.
8. Balance et instruments accessoires.

Le comité fait, en outre, la proposition suivante qui est commune aux deux étalons :

Quelles sont les dispositions à prendre pour assurer la parfaite conservation et l'étude, à des intervalles déterminés, des étalons internationaux sous le rapport de leur invariabilité ?

M. Hirsch dit que cette proposition est certainement indispensable. Il a déjà été question des variations que peuvent présenter les métaux fondus dans leur état moléculaire, et dans le cas où la Commission arrêterait son choix sur une telle matière, il serait absolument nécessaire que des dispositions fussent prises pour s'assurer de l'invariabilité de l'étalon, dans des conditions parfaitement probantes.

Parmi les moyens que l'on pourrait employer, il cite l'emploi d'une ou de plusieurs bases, qu'on vérifierait, par exemple, tous les dix ans. Peut-être aussi l'observation des oscillations du nouveau prototype, dans des conditions données, pourrait-elle être employée dans le même but, si des expériences préparatoires prouvaient que ce procédé comporte un degré suffisant d'exactitude.

M. Jacobi appuie ces observations et reconnaît que cette question est peut-être une de celles qui présenteront le plus de difficultés.

La proposition est adoptée et la séance renvoyée à demain une heure, pour la lecture du procès-verbal.

La séance est levée à cinq heures et demi.

*Le Vice-Président : OTTO STRUVE.*

*Les Secrétaires : H. TRESCA, Ad. HIRSCH.*

## PROCÈS-VERBAL DE LA SIXIÈME SÉANCE.

---

13 Août 1870.

---

La séance est ouverte à une heure un quart sous la présidence de M. Struve.

Sont présents : MM. Henry, Miller, Herr et général Morin, vice-présidents.

MM. Lang, de Krusper, de Szily, Gay, Ibañez, Révérend père Secchi, Aguirre y Montufar, Faye, Chisholm, Soutzo, marquis Ricci, de Jacobi, Wild, baron Wrède, Mohn, Husny.

MM. Hirsch et Tresca, secrétaires.

M. Tresca donne lecture du procès-verbal de la dernière séance qui est adopté.

Il est également donné connaissance d'une lettre de M. l'ambassadeur d'Autriche à M. le Président de la Commission. Cette lettre accompagne l'envoi de vingt-quatre exemplaires d'un travail important sur la comparaison des kilogrammes.

Des remerciements seront adressés à M. l'ambassadeur pour l'envoi de ces documents, auxquels a si grandement coopéré notre collègue M. Herr.

M. Aguirre y Montufar fait part à la Commission de l'existence de la toise dont s'est servi La Condamine, et il profite de l'occasion qui lui est ainsi offerte de faire connaître également que des cristaux de quartz de grandes dimensions pourraient être facilement obtenus dans son pays.

M. Hirsch attache à cette communication un grand intérêt et pense que M. Aguirre y Montufar pourrait être prié de recueillir des renseignements exacts et définitifs sur ces deux questions.

M. Struve se fait l'organe de la Commission en remerciant M. le commissaire de la république de l'Équateur, et en le priant de vouloir bien déférer aux désirs de la Commission.

M. Jacobi désirerait que l'expression de définition légale fût substituée à celle de définition théorique dans le dernier procès-verbal : il sera fait mention de ce désir dans celui de ce jour.

M. Hirsch prie chacun de Messieurs les membres de la Commission de vouloir bien inscrire d'une manière complète leurs adresses sur la liste qui a été préparée, afin de rendre plus sûr l'envoi des procès-verbaux et des autres documents qu'il y aurait lieu de leur faire parvenir.

M. Morin tient à exprimer à la Commission, avant qu'elle ne se sépare, sa profonde gratitude de ce que les représentants de près de vingt-cinq États ont bien voulu se rendre à l'appel de la France, et de ce que surtout leurs discussions, toujours compétentes, ont été constamment empreintes d'un caractère d'urbanité et de confraternité scientifique si complet. En les remerciant du plus profond de son cœur, il affirme qu'en s'occupant ainsi, avec calme, au milieu des circonstances les plus graves, d'un sujet d'intérêt général, ils ont dignement travaillé aux progrès de la civilisation du monde.

Ces paroles prononcées avec une grande émotion sont accueillies avec enthousiasme.

M. Struve, avant de clore la séance, qui sera la dernière dans cette première réunion, tient à constater que si la Commission s'est refusée à prendre aucune décision définitive, chacun de ses membres emporte l'impression que sa mission a fait cependant de grands progrès.

« Nous connaissons maintenant d'une manière plus exacte son domaine, et nous savons sur quels dévouements nous pouvons compter pour son accomplissement.

« Ce résultat est en partie dû aux travaux préparatoires de la Commission française à laquelle tous nos remerciements sont dus, ainsi qu'à la bonne et franche hospitalité que nous avons reçue de la direction du Conservatoire.

« Nous leur offrons avec la même cordialité le témoignage de toute notre reconnaissance.

« Témoignons aussi à nos secrétaires toutes nos sympathies :

à M. Tresca pour la remarquable précision qu'il a su apporter dans la rédaction de nos procès-verbaux ; à M. Hirsch pour la part active qu'il a prise dans toutes nos discussions et la complaisance avec laquelle il a bien voulu reproduire en français les observations présentées par quelques-uns de nos collègues dans la langue qui leur était la plus familière. »

La séance est levée à trois heures.

*Le Vice-Président : OTTO STRUVE.*

*Les Secrétaires : H. TRESKA, Ad. HIRSCH.*

## LETTER DE M. MILLER DU 14 AOUT 1870.

Paris, 14 août 1870.

Cher Monsieur,

Les différences notables qui existent entre les valeurs du poids d'un décimètre cube d'eau distillée, à son maximum de densité, ont conduit beaucoup de physiciens à penser, non-seulement qu'une nouvelle détermination serait de grande importance, mais encore que le kilogramme des archives devrait être reconstruit.

Cette opinion perdra beaucoup de sa force si nous discutons la nature des observations dont cette valeur a été déduite. Il est vrai que quelques-uns des moyens employés par Lefèvre-Gineau et par Fabbroni donnent lieu à objection : par exemple, l'emploi du tube qui établissait la communication destinée à éviter la déformation du cylindre, par suite de la variation de la pression sur sa surface, particulièrement sur ses bases, ce qui a dû rendre très-difficiles les pesées du cylindre dans l'eau, la sensibilité de la balance devant être diminuée d'une manière notable, par suite de l'adhésion capillaire de l'eau sur la paroi extérieure du tube.

Je n'ignore pas, d'après ce que nous a appris l'astronome Danois Budge, dans la relation populaire de sa visite en France publiée dans un journal de voyage, que les opérations ont été faites dans les circonstances les plus défavorables, les observateurs étant soumis aux plus grandes privations, dans le cœur d'un hiver très-rigoureux. Néanmoins, je pense que les résultats de ces observations sont, fût-ce même par une heureuse coïncidence, tout à fait voisines de la vérité.

Les observations les plus rapprochées de l'institution du système métrique sont celles de sir George Shuckburgh et de Kater.

L'eau distillée avait été fournie par l'hôpital de Saint-Georges. Pour sa préparation, j'ai lieu de croire que cette eau a été distillée dans un alambic servant à la rectification de l'alcool déjà employé à la conservation des préparations anatomiques, habitude, je regrette d'avoir à le dire, qui n'est pas encore abandonnée aujourd'hui. L'eau distillée, ainsi préparée, ne tarde pas à abandonner un léger dépôt de matière organique. Il n'est pas improbable que les soins nécessaires n'ont pu être pris pour éviter tout entraînement d'eau avec la vapeur, ou qu'on ait négligé la précaution de rejeter le premier tiers du liquide, et de ne recueillir que la moitié seulement du surplus pour l'usage. L'estimation de la pureté de l'eau par un hydromètre est presque illusoire. La grande section de la tige, comparée au volume du liquide, et l'effet de l'adhérence contre les parois ne permettaient pas de reconnaître une très-petite variation de densité.

La détermination de la température de l'eau présentait à cette époque de grandes incertitudes, alors que les méthodes de calibrage introduites par Bessel et par le professeur James David Forbes n'étaient pas encore connues. A cette première cause d'erreur vient encore se joindre l'incertitude provenant du fait observé par M. Regnault, et absolument ignoré de ces observateurs, relativement à l'avance ou au retard d'au moins  $0^{\circ},2$  du thermomètre à mercure vers  $50^{\circ}$  par rapport au thermomètre à air, suivant la nature du verre employé, ce qui peut conduire vers  $16$  ou  $17^{\circ}$  à une erreur d'au moins  $0^{\circ},4$ .

Probablement il n'est jamais entré dans l'intention de sir George Stuckburgh de faire des observations comportant le degré d'exactitude qui est demandé aujourd'hui, et ce serait être injuste à sa mémoire que de lui adresser le moindre reproche, parce que ses résultats ne sont pas tels qu'ils puissent servir à une évaluation exacte du kilogramme.

Le champ des recherches du capitaine Kater a été limité à un nouveau mesurage des dimensions linéaires de la sphère, du cube et du cylindre, qui ont servi à établir les volumes. Il en résulte, dans mon opinion, que ces observations, qui conduisent pour le poids du décimètre cube d'eau à une valeur plus grande que toutes les autres, ne méritent pas une grande confiance.

Je ne suis pas bien au courant de tous les détails des observations faites en Suède, mais plusieurs des causes d'erreur signa-

lées au sujet des travaux de sir Shuckburgh y ont été évitées. L'eau devait être pure ; mais, si j'ai bon souvenir, les observations ont été réduites, avec les tables de Hällström, pour l'expansion de l'eau, tables qui diffèrent considérablement de celles qui ont été déterminées depuis. Probablement aussi il était difficile de se procurer à cette époque (1825) de bons thermomètres.

On pourrait difficilement citer un observateur plus habile que Stampfer, et l'on doit considérer pour très-exacte la valeur qu'il a donnée du poids d'un volume d'eau à son maximum de densité. Il y a cependant quelque raison de penser qu'en observant à des températures très-différentes la dilatation du cuivre a été estimée un peu trop grande. M. Sheepshanks a été, je crois, le premier qui ait reconnu que la dilatation du cuivre et de quelques autres substances augmente avec la température. Il faut aussi remarquer que le cylindre qu'il a employé pour mesurer le volume est plus petit que les solides employés par les autres observateurs.

Je me rappelle aussi que, dans nos conversations, il m'a parlé des difficultés qu'il avait rencontrées pour obtenir la valeur du klapfer autrichien exprimée en unités métriques.

Il est, en conséquence, plus que probable que, pour une grande part, la divergence de ses observations doit être attribuée aux erreurs des données employées pour exprimer les résultats de ses recherches en fonction des unités françaises de mesure et de poids. Ses observations fournissent la plus petite valeur du poids de l'eau.

Kupfer a pu profiter de l'expérience de ses prédécesseurs. Il a observé avec deux cylindres différents, et la concordance finale de ses résultats apporte une grande présomption en faveur de leur exactitude. Lorsque ces observations sont rapportées à la valeur du mètre donnée par Kater en pouces anglais, et à celle de la densité de l'eau que j'ai moi-même donnée dans les transactions de la Société royale pour 1856, page 791, et qui a été de très-près confirmée depuis par les résultats de plusieurs observateurs, le poids du décimètre cube d'eau à son maximum de densité paraît être 1000,0115 grammes conformément au calcul ci-joint.

En employant les tables de Rosetti, ce poids devient 1000,003 grammes.

D'après la valeur du mètre donnée par le capitaine Clarke, les nombres qui précèdent doivent être diminués de 0,026 ; mais M. Chisholm m'a fait remarquer plusieurs anomalies inexplicables dans les observations faites sur la barre employée par le capitaine Clarke dans ses comparaisons.

Kupfer a employé deux cylindres dont les volumes étaient respectivement 24,17753 et 49,89931 pouces cubes anglais. Les deux résultats sont 368,380 et 368,341 doli (dont il faut 22504,859 pour faire un kilogramme) pour le poids d'un pouce cube anglais d'eau à 62° Fahrenheit ou  $16^{\circ} \frac{2}{3}$  centigrades.

Un décimètre (Kater) équivaut à 3.937 079 pouces anglais.

Le poids moyen, 368,361 doli, correspond donc, pour le poids du décimètre cube d'eau, à  $16^{\circ} \frac{2}{3}$ , à  $(3,973\ 079)^3 \frac{368.361}{22.504\ 859}$  gr.

Log. (3.973 079) <sup>3</sup> . . . . .	1.7855 223
Log. 368.361 . . . . .	2.5662 737
Log. (maximum de densité de l'eau : densité à $16^{\circ} \frac{2}{3}$ ) . . . . .	0.0004 853
	4.3522 813
Log. 22,504 859. . . . .	1,3522 763
Log. 1000,0415 . . . . .	3,0000 050

Ce qui conduit pour le poids du décimètre cube d'eau, à son maximum de densité, à 1000.0415 grammes.

Les observations suédoises et autrichiennes rapportées dans l'excellent mémoire de M. Wild, montrent, il est vrai, une très-grande divergence, et méritent d'autant plus d'attention que l'on connaît le talent des observateurs de qui elles proviennent :

Observations Suédoises. . . . .	1000,296 gr.
— Autrichiennes . . . . .	999,653
— Moyenne . . . . .	999,975

Observations Suédoises.	1000,296
— Autrichiennes.	999,653
— Russes.	<u>1000,0415</u>
— Moyenne.	999,987

Ce résultat est tout à fait satisfaisant, lorsqu'on rejette les observations anglaises qui, ainsi que je l'ai indiqué, méritent moins de confiance.

En présence de ces faits, j'avoue que je ne puis concevoir le moindre motif pour faire subir un changement dans la valeur du kilogramme.

Nous ne devons pas perdre de vue la remarque faite à la réunion de vendredi dernier par le baron Wrede, que deux définitions d'une même chose sont, au point de vue métaphysique, inadmissibles. Le poids d'un décimètre cube d'eau était une bonne définition aussi longtemps que le kilogramme n'était pas représenté par un objet matériel. Mais aussitôt que le cylindre de platine, appelé le kilogramme des archives, a été déclaré Étalon par la loi, la vieille définition est devenue caduque ; ce morceau de platine, et lui seulement, par la logique des faits, est devenu le kilogramme.

Il est extrêmement désirable que le poids du kilogramme des archives soit très-approximativement celui du décimètre cube d'eau au maximum de densité, et, d'après les calculs que j'ai faits, il s'en approche assez pour répondre à tous les besoins de la vie ordinaire, peut-être même pour toutes les recherches scientifiques. Ceux qui ne s'en contenteraient pas pourront facilement y appliquer la petite correction requise, lorsque les recherches futures auront fait connaître avec une plus grande exactitude la mesure de l'erreur.

Si même l'erreur était considérable, ce qui certainement ne peut être, j'hésiterais beaucoup à recommander un changement. Tout coin porte sa date, et lorsque, pour une cause quelconque, il est retiré de la circulation, il est facile, par un édit du gouvernement, d'en supprimer l'emploi. Mais les kilogrammes ne sont point datés, et à supposer qu'un nouveau poids puisse être substitué au kilogramme des archives, la Commission ne saurait admettre qu'un agent fût armé de l'autorité nécessaire pour détruire tous les kilogrammes qu'il pourrait trouver; à défaut

de tout moyen de retirer les kilogrammes existants, nous aurions une différence entre les kilogrammes construits pendant plus de soixante-dix ans et ceux de date postérieure à 1870, ce qui produirait une confusion assez grande pour être, selon toute probabilité, fatale au système métrique en ce qui concerne tout au moins les poids.

Je suis, etc.

W.-H. MILLER.

M. Tresea.