

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 26 (1900)
Heft: 1

Artikel: Le centenaire du mètre
Autor: Michel, Jules
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-21442>

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: 29.06.2025

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

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT A LAUSANNE 8 FOIS PAR AN

ADMINISTRATION : GEORGES BRIDEL & C^{ie} ÉDITEURS, PLACE DE LA LOUVE

Volume V

Sommaire : Le centenaire du mètre, par Jules Michel, ingénieur en chef. (Suite et fin.) — Chauffage des habitations. Calcul de la dépense de combustible. — Bibliographie. — Question du *Bulletin* : Circulaire. Procès-verbal de la conférence du 10 décembre 1899 avec des délégués du Comité central de la Société suisse des ingénieurs et architectes.

LE CENTENAIRE DU MÈTRE

par JULES MICHEL

Ingénieur en chef.

(Suite et fin ¹.)

VII. L'uniformité des poids et mesures en France.

Le but primordial qu'avaient en vue les auteurs du système métrique, le plus grand bienfait qu'il ait procuré, a été de réaliser l'uniformité des poids et mesures par toute la France et d'assurer leur fixité par la conservation scrupuleuse des étalons. Il ne sera pas sans intérêt d'exposer les efforts qui avaient été faits à diverses époques de notre histoire pour amener la question au point où elle s'est trouvée le 22 juin 1799 et le 1^{er} janvier 1840.

Sans remonter jusqu'à Charlemagne et Charles le Chauve, dont les Capitulaires insistent à plusieurs reprises sur l'obligation imposée aux marchands et aux juges de se conformer aux mesures dont les types sont conservés dans le palais impérial, on trouve, à partir du treizième siècle, de nombreuses ordonnances royales qui témoignent de la préoccupation de nos anciens gouvernements au sujet de la variété des mesures qui s'étaient introduites en France sous le régime féodal.

En janvier 1312, Philippe le Bel ordonne que « chacun marchand d'épicerie et autres avoirs de pois ait et tienne bon pois et léal ajusté au patron du métier². »

En 1320, Philippe le Long veut « qu'en notre royaume, où il y a divers pois et diverses mesures en déception et lésion de plusieurs, soient faits de nouveau un seul pois et une seule mesure convenable, desquels le peuple usera dorénavant. »

Voilà l'uniformité des mesures prescrites, et voici que l'année suivante, dans une ordonnance du 13 février 1321, de Charles le Bel, apparaît le souci de la conservation des étalons officiels. « Chacun des dits marchands bourgeois de Paris tiendra bon pois et loyal justifié au patron d'un pois, que le prévôt de Paris,

au Châtelet de Paris, gardera pour nous : le pois qu'on appelle le *pois le roy*¹. »

Les malheurs de la guerre de Cent ans n'ont pas permis à ces ordonnances de porter leurs fruits; il faut attendre jusqu'à Louis XII et à ses successeurs pour les voir renouveler.

Voici, par exemple, une ordonnance de François I^{er}, du 13 mars 1540 : « Voulons qu'une seule forme d'aune soit établie dans notre royaume, pays et seigneuries..., et sera nommée l'aune du roy. Sera fait un étalon de fer ou cuivre et mis en garde en un coffre ou lieu public, sous la garde de la prévôté, et semblables seront faites, mises et tenues en nos bonnes villes. »

En 1542, nouvelle ordonnance, d'une portée plus grande que la précédente; elle s'applique, en effet, à tous les poids et mesures, qui seront réduits et évalués aux poids et mesures de la ville de Paris.

Henri II la confirme par ordonnance du 21 mars 1557, qui prescrit la réduction de tous les poids et mesures à un seul type, « qui sera dit par tout le royaume le *poids et mesure du roy*. »

Ces prescriptions furent renouvelées par un édit du mois de mai 1581².

Cependant les efforts de François I^{er} et de Henri II ne furent pas tout à fait stériles. Nous savons, par un rapport adressé à l'Académie des sciences en 1746, que les étalons de l'aune datant de 1554 se retrouvaient encore à Paris et à Lyon avec leur longueur officielle³.

¹ Cette désignation le *pois le roy* pour le poids royal, le poids étalon officiel, fournit l'explication de l'expression jadis si usitée du *pied de roi*, dont on a donné des interprétations fantaisistes, en disant que l'unité de longueur en France (0,3248) avait été basée sur le pied d'un roi; et comme c'eût été un roi dont le pied dépassait la longueur moyenne, ce devait être la mesure du pied de Charlemagne. La véritable signification de cette expression est bien plus simple : le pied de roi, c'est la mesure officielle du royaume de France, c'est le pied royal ou le *pied le roy*, expression dont la prononciation populaire a fait le *pied de roi*.

² Voy. *Ordonnances des rois de France de la troisième race*, par de Launère, Paris, imprimerie royale, 1723, tome II, p. 381; et les *Edits et ordonnances des rois de France depuis saint Louis*, par Fontanon. Paris, 1735, tome I, p. 778 et suiv.

³ L'aune de Lyon existe encore à l'hôtel de ville. On voit aussi des exemplaires de ces anciens étalons à Rouen et sur un pilier de l'église de Montferand (Puy-de-Dôme).

¹ Voir *Bulletin* N° 8 de 1899.

² Les *avoirs de pois* sont les denrées qui se vendent au poids. De là vient le nom de la livre anglaise, dite *Livre avoir du poids*, pour la distinguer de la *livre troy*, usitée pour les produits pharmaceutiques, etc. L'orthographe ancienne *pois* est plus conforme à l'étymologie que l'orthographe moderne du mot *poids*.

Dès sa fondation en 1666, l'Académie des sciences s'attache résolument à la solution de toutes les questions concernant les poids et mesures, et nous allons la voir à l'œuvre dès la fin du dix-septième siècle et pendant tout le cours du dix-huitième pour préparer les éléments de la réforme qui aboutira à l'établissement du système métrique.

Vers 1738, le contrôleur général Orry s'emploie de tout son pouvoir à provoquer l'uniformité des poids et mesures. Il tombe malheureusement victime des intrigues de cour, mais l'opinion publique demeure saisie de la question, pour laquelle elle se passionne, comme en témoignent à plusieurs reprises les procès-verbaux du Comité d'agriculture et le vœu de l'établissement d'une mesure uniforme par tout le royaume, consigné dans les cahiers de plusieurs bailliages et présenté aux états généraux de 1789.

Dès le début de l'année 1790, une proposition faite dans ce sens à l'Assemblée nationale est suivie d'un décret en date du 8 mai 1790, par lequel l'Assemblée supplie le roi Louis XVI de charger l'Académie des sciences de déterminer, à la latitude de 45 degrés, la longueur du pendule qui bat la seconde, et d'en déduire un module invariable pour toutes les mesures et tous les poids, de fixer avec précision le rapport des anciens poids et mesures avec le nouveau module, et d'indiquer l'échelle de divisions qu'elle croira la plus convenable. L'Assemblée décrète, en outre, qu'il sera envoyé à chaque municipalité un certain nombre de poids et mesures-types, et que, six mois après cet envoi, les anciennes mesures seront abolies et remplacées par les nouvelles.

Voilà, n'est-il pas vrai, toutes les conditions de la réforme des poids et mesures parfaitement énumérées : base invariable empruntée à la nature physique, nouvelle échelle de division, enfin uniformité obligatoire. Qu'est-ce qui a valu à l'Académie des sciences l'honneur d'être chargée d'une si haute tâche? Comment l'Assemblée nationale a-t-elle pu, dès le 8 mai 1790, définir cette tâche avec autant de précision, et comment l'Académie a-t-elle pu fournir presque sur-le-champ le travail qui lui était réclamée? L'histoire de l'ancienne Académie des sciences va nous l'apprendre.

VIII. Les précurseurs du mètre.

Lorsqu'en 1666 Colbert fonda l'Académie des sciences pour donner aux recherches scientifiques en France une impulsion semblable à celle que l'Académie française avait donnée à l'étude de la langue, un des premiers membres de la nouvelle Académie fut le savant hollandais Huyghens, qui s'était fait connaître par des inventions originales aussi bien que par ses travaux de mathématiques.

Mettant à profit la célèbre observation de Galilée sur la régularité des mouvements d'un corps pesant suspendu à un fil (ce qu'en terme de physique on appelle l'isochronisme des oscillations d'un pendule), Huyghens avait imaginé, en 1657, d'adapter un pendule ou balancier aux horloges pour régulariser leur mouvement. Avant lui, les horloges ressemblaient beaucoup à nos anciens tourne-broches à poids.

On sait que la vitesse d'oscillation d'un pendule est d'autant plus lente que la tige de suspension est plus longue. On conçoit donc qu'on puisse donner à la tige une longueur telle que l'os-

cillation ait exactement la durée d'une seconde ou d'un soixantième de minute. Dans le cours de ces études sur le pendule, Huyghens fut frappé de l'invariabilité que devait présenter une pareille longueur; il crut avoir trouvé un module absolu de mesure linéaire, l'unité naturelle dont le monde savant commençait à se préoccuper. L'astronome Picard, à qui nous devons la fondation de l'Observatoire de Paris, fit la détermination de la longueur du pendule qui bat la seconde à Paris, et la trouva égale à un peu plus de trois pieds de roi (0^m993). Il lui sembla aussi qu'un système de mesures universel basé sur une unité empruntée à la nature, identique par toute la terre, serait facile à réaliser. Il développa cette idée en 1669, dans un mémoire célèbre sur la mesure de la terre. Il voulait, disait-il, « que la longueur de la toise fût rattachée à un original, lequel, étant tiré de la nature même, doit être invariable et universel. La longueur du pendule à secondes pourrait être appelée du nom de rayon astronomique, dont le tiers serait le pied universel, et le double la toise universelle. Le quadruple ferait la perche universelle, et le mille universel contiendrait 1000 perches¹. »

Malheureusement, la poursuite de ces beaux projets fut compromise bientôt après par les expériences de l'astronome Richer qui, opérant à Cayenne en 1672, constata que le pendule qui bat la seconde est plus court sous l'équateur qu'à Paris. L'Absolu se déroba. Ce fut une désillusion!

Pendant ce temps, Mouton, l'astronome de Lyon dont j'ai déjà rappelé le nom à propos du système décimal, prétendait résoudre d'une autre façon le problème de l'unité naturelle de mesures. En 1670, il proposa de choisir pour unité de longueur la soixantième partie d'un degré de latitude. Il l'appelait le *mille*. Le mille devait être divisé en 1000 *virga* dont la longueur, d'environ 1^m85, eût été un peu plus courte que la toise.

Mouton imagina de prendre, comme multiples de la *virga*, les *decuria* et les *centuria*, et de la diviser en *decima* et en *centesima*. N'est-ce pas là tout le système métrique, avec l'unité empruntée à la mesure d'un arc de méridien, avec la numération décimale et même avec sa nomenclature empruntée à la langue latine.

L'abbé Picard venait de mesurer l'arc du méridien entre Paris et Amiens. Les circonstances semblaient favoriser la réforme des mesures en lui donnant une base scientifique. Les astronomes de la Société royale de Londres émirent alors la même idée, et nous allons la voir poursuivie sous diverses formes pendant tout le cours du dix-huitième siècle.

En 1718, Cassini proposa de prendre pour unité de mesure la six-millième partie de la minute du degré de latitude. C'était, au fond, la reproduction de l'idée de Mouton; seulement, au lieu d'une toise de 1^m85, on obtenait un pied de 0^m308².

Cependant, l'idée de Huyghens et de Picard ne fut pas abandonnée par les savants; car, trente ans plus tard, en 1748, La Condamine lut en séance publique de l'Académie des sciences

¹ *Mémoires de l'Académie des sciences*, tome VII, p. 139. A la fin de son mémoire, l'abbé Picard exprime cependant quelques craintes au sujet de la variation de la longueur du pendule à secondes avec la latitude.

² Cassini proposa aussi de prendre la dix-millionième partie du rayon de la terre, qu'il n'avait pas naturellement la prétention de mesurer, mais qu'il déduisait de la mesure du méridien. Il obtenait ainsi une longueur de 0^m635, sorte d'aune ou de coudée.

un rapport intitulé : « Nouveau projet d'une mesure invariable propre à servir de mesure commune à toutes les nations¹. »

Pour couper court aux objections que pourrait soulever le choix du pendule à Paris, il proposait de prendre pour unité de mesure la longueur du pendule qui bat la seconde sous l'équateur au niveau de la mer.

Les savants du dix-huitième siècle ne s'étaient pas bornés à discuter l'étalon de mesure de longueur qu'ils voulaient emprunter à la nature physique du globe; ils s'étaient aussi préoccupés de l'unification de mesures de poids. L'Académie des sciences avait institué à ce sujet une vaste enquête. Elle avait réclamé, par l'intermédiaire des agents diplomatiques, des exemplaires authentiques des poids en usage dans les pays étrangers, pour les comparer à la fameuse *pile* dite de Charlemagne, qui se trouvait à la cour des Monnaies².

Un rapport de l'académicien Tillet, en 1767, nous a conservé le résultat de ces comparaisons, qui devaient servir de point de départ à la réforme des unités de poids³.

On voit, par cet exposé historique, comment l'Académie était préparée à remplir la mission dont l'Assemblée nationale la chargea le 8 mai 1790. Les solutions qu'elle allait proposer n'étaient point une nouveauté, et les termes mêmes du décret de l'Assemblée sont comme un écho des discussions de l'Académie.

IX. *La réforme des poids et mesures et l'introduction du système métrique en France.*

Turgot, pendant son trop court ministère, s'était préoccupé de la réforme des poids et mesures; Necker la comprit dans son programme de gouvernement, ainsi qu'il résulte de son compte rendu au roi pour l'année 1781.

En 1788, les cahiers de plusieurs bailliages exprimèrent le vœu de la voir aboutir, et lorsque la réunion de l'Assemblée nationale fit naître tant de légitimes espérances pour tout ce qui devait tendre au bien public, on vit surgir des projets inspirés par les travaux des membres de l'Académie des sciences.

C'est ainsi qu'un officier au corps royal du génie, membre de l'Académie de Dijon, Prieur du Vernois, qui depuis se fit appeler Prieur de la Côte-d'Or, remit, le 9 février 1790, au président de l'Assemblée nationale, un mémoire accompagné d'un projet de loi qui peut se résumer ainsi : « A compter du 1^{er} janvier 1791, toutes les anciennes mesures demeurent supprimées et abolies. — Le tiers du pendule à secondes forme le pied national. — Toutes les divisions des mesures seront décimales⁴. »

Ce mémoire provoqua sans doute la motion que présenta peu

¹ *Histoire de l'Académie des sciences*, année 1747, p. 489.

² La pile de Charlemagne est composée de cônes tronqués creux en cuivre, rentrant l'un dans l'autre. L'ensemble pesait 50 marcs ou 25 livres (12 kg. 227g). Cette pile servait à contrôler le poids des monnaies; son existence remonte certainement au quatorzième siècle, sinon plus loin. Elle est aujourd'hui déposée au Conservatoire des arts et métiers.

³ *Histoire de l'Académie des sciences*, année 1767, p. 175.

⁴ *Mémoire sur la nécessité et les moyens de rendre uniformes dans le royaume toutes les mesures d'étendue et de pesanteur, de les établir sur des bases fixes et invariables, d'en régler tous les multiples et les divisions suivant l'ordre décuple*, par M. Prieur (ci-devant du Vernois), officier au corps royal du génie, de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Dijon, ouvrage présenté à l'Assemblée nationale. Paris et Lyon, 1790.

après l'évêque d'Autun, Talleyrand, pour la réforme des poids et mesures. Elle donna lieu à deux rapports : l'un de Brisson, du 14 avril 1790; l'autre de Bonnay et de Bureaux de Pusy, en date du 6 mai, et elle aboutit au fameux décret du 8 mai 1790, dont j'ai déjà parlé.

Ce décret, premier acte législatif d'une réforme qui fut définitivement réalisée en France le 1^{er} janvier 1840, reçut la sanction du roi Louis XVI le 22 août 1790; et la commission de l'Académie, dans laquelle figuraient des hommes comme Borda, Lagrange, Lavoisier, se mit immédiatement à l'œuvre.

Le 27 octobre, elle déposait un premier rapport, où elle concluait à l'adoption du système décimal comme condition du succès de la réforme projetée. Quelques mois plus tard, le 19 mars 1791, la commission, après avoir constaté qu'il n'y avait que trois unités naturelles entre lesquelles on pût choisir, savoir : le pendule qui bat la seconde, une fraction de l'équateur, ou une fraction du méridien, donnait la préférence à la dernière, parce que, dit le rapport, le pendule introduit dans la définition une quantité hétérogène : le temps, et une division arbitraire : la division du jour en secondes; et parce que, d'autre part, l'arc du méridien est plus facile à mesurer que l'arc de l'équateur.

Les propositions de l'Académie des sciences furent approuvées par décret royal du 26 mars 1791. Deux savants opérateurs, Delambre et Méchain, furent chargés de prodéder à la mesure de l'arc du méridien de Paris avec les instruments les plus perfectionnés. Ils poursuivirent leurs opérations au milieu des difficultés incessantes que leur suscitait à chaque instant cette époque troublée, et l'Académie, de son côté, continua ses études sur l'ensemble du système des poids et mesures. Le 11 juillet 1792, elle proposa la nomenclature des mesures de longueur et de surface.

Le système était complet; la réforme aurait pu être appliquée; Louis XVI était encore sur le trône; c'était donc bien l'œuvre de l'ancien régime. Mais alors pourquoi en fait-on honneur aux hommes de la Convention? Quel a été le rôle de la Convention dans la création du système métrique?

Le 7 avril 1793, la Convention, trouvant sans doute la commission de l'Académie suspecte, l'épura, laissant dans son sein, cependant, des hommes de haute valeur, tels que : Borda, Laplace, Lavoisier. Cette nouvelle commission, désireuse de mener à bonne fin sa grande entreprise, présenta, le 29 mai 1793, son rapport sur l'ensemble du système des poids et mesures et sur la nomenclature nouvelle. Un décret du 1^{er} août 1793 approuva le travail de l'Académie, et fixa au 1^{er} juillet 1794 la date où le système métrique serait obligatoire pour toute la France.

Huit jours après, le 8 août, la Convention supprimait l'Académie des sciences et, quatre mois plus tard, elle rayait Lavoisier, Laplace, Coulomb, Borda, Brisson du nombre des membres de la commission, qui fonctionnait encore; elle révoquait Delambre et Méchain, au grand désespoir de ceux qui avaient pris à cœur de justifier la base scientifique du mètre. Mais les lenteurs de ces savants scrupuleux et exigeants dans l'accomplissement de leur travail n'étaient pas pour plaire à des gouvernants infatués de leur autorité. Ils décidèrent qu'il n'y fallait pas prendre tant de peine; qu'on se contenterait d'un mètre et

d'un kilogramme provisoires! Non contents de repousser le concours de Lavoisier pour l'œuvre de l'établissement du système métrique, ces mêmes hommes n'allaient pas tarder à le faire monter sur l'échafaud. Voilà le mérite qui leur revient!

Le 1^{er} juillet 1794 se passa sans que la réforme projetée eût abouti. Ce fut seulement le 20 février 1795 que la question revint à l'ordre du jour. Elle fut traitée longuement dans un rapport du représentant Prieur de la Côte-d'Or, qui, dans le style emphatique particulier à cette époque, rappelle l'histoire du système métrique.

Dans son rapport, Prieur proposait de modifier la nomenclature adoptée en 1793: et le rôle de la Convention se termina par le décret du 7 avril 1795 (18 germinal an III), qui se prononçait pour la nomenclature de Prieur de la Côte-d'Or, et par l'arrêté du 7 juillet 1795, qui fixait la valeur des étalons provisoires du mètre et du kilogramme¹.

Ce fut le dernier acte de la Convention dans le domaine de la réforme des poids et mesures. Le gouvernement du Directoire laissa les savants, que tant de vexations n'avaient pas rebutés, terminer en paix leurs opérations, et nous avons vu comment enfin, le 22 juin 1799, ceux-ci avaient pu présenter au corps législatif les précieux étalons de platine, fruits de sept années de laborieuses et consciencieuses recherches.

Cette fois, c'étaient le mètre et le kilogramme définitifs; cependant, l'arrêté des consuls du 11 décembre 1799, promulguant la loi qui rendait ces étalons légaux et qui révoquait la loi du 7 avril 1795 en ce concerne la fixation du mètre provisoire, n'eut, pas plus que les décrets de 1791 et de 1793, pour résultat de faire disparaître les anciennes mesures.

Il fallait habituer les populations au nouveau système; on l'essaya par un arrêté du 6 octobre 1800, qui abandonnait la nomenclature de Prieur de la Côte-d'Or, pour revenir à celle qu'avait proposée l'Académie en 1793. Puis un décret du 12 février 1812 introduisit l'usage de mesures transitoires, telles que le pied métrique égal à 0^m30, et l'aune égale à 4 pieds métriques, etc.².

La loi du 4 juillet 1837 réussit enfin à doter la France de l'uniformité des poids et mesures, qui devint obligatoire à partir du 1^{er} janvier 1840.

X. Le système métrique à l'étranger.

La 22 juin 1799, Van Swinden terminait son rapport au corps législatif en disant: « Il nous reste à former des vœux pour que ce beau système métrique soit adopté par tous les peuples de la terre. » Quelques années plus tard, la *Revue d'Edimbourg*, dans deux articles remarquables d'octobre 1806 et de janvier 1807, recommandait à l'Angleterre l'adoption du système métrique, « dû en souffrir l'amour-propre national. »

Cependant, aussi longtemps que la France n'eut pas rendu ce système obligatoire chez elle, les peuples étrangers n'y prêtèrent qu'une médiocre attention; mais, à partir de 1850, en suite des relations établies entre les savants et les ingénieurs

¹ L'étalon provisoire du mètre fut terminé le 9 juin 1795. Il est déposé au Conservatoire des arts et métiers.

² La Suisse adopta en 1850 une réforme analogue. Elle eut le pied métrique de 30 centimètres divisé en 10 pouces, etc. Le système métrique complet a été introduit en Suisse en 1875 seulement.

de tous les pays civilisés par les expositions de 1851, 1855 et 1862, les avantages du système métrique furent de plus en plus universellement appréciés. Lors de l'exposition de 1867 à Paris, le mouvement d'opinion du monde savant se manifesta avec une signification toute particulière.

Un comité, formé de la plupart des délégués des pays représentés à l'Exposition, s'était constitué sous le titre de Comité des poids, des mesures et des monnaies. Le rapport, présenté le 5 juin 1867 par M. Jacobi, président de l'Académie de Saint-Petersbourg, exprimait le vœu de voir prescrire l'enseignement du système métrique dans toutes les écoles, et de voir introduire son usage exclusif dans les publications scientifiques, les douanes, les postes, les travaux publics, etc.

Quelques mois après, en octobre 1867, la Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés de longitude en Europe vota la résolution suivante: « Il est dans l'intérêt des sciences en général et de la géodésie en particulier qu'un système unique de poids et mesures avec subdivisions décimales soit adopté en Europe; » et la Conférence se prononça pour le choix du système métrique.

Ces vœux furent renouvelés en 1869 par l'Académie de Saint-Petersbourg et par l'Association britannique pour l'avancement des sciences.

Le devoir du gouvernement français était de donner, dans le plus bref délai possible, satisfaction à des vœux si honorables pour la France; aussi le 16 novembre 1869, une circulaire du ministère des affaires étrangères invitait les gouvernements étrangers à nommer des délégués pour prendre part aux travaux d'une commission chargée de reproduire les étalons prototypes du mètre.

La première réunion de la Commission internationale eut lieu le 4 août 1870: 24 gouvernements y étaient représentés. La seconde réunion, où 29 gouvernements avaient envoyé des délégués, eut lieu en septembre 1872; elle arrêta les bases de la confection et de la vérification des étalons internationaux, dont le mètre et le kilogramme des Archives devaient former les prototypes.

II^e PARTIE

Les mesures internationales.

I. La Commission internationale du mètre.

Le mètre-étalon de 1799, déposé aux Archives nationales, à Paris, est une règle de platine de 0^m025 de largeur et de 0^m004 d'épaisseur, dont la longueur, prise entre les extrémités, légèrement arrondies, représente exactement l'unité linéaire, base du système métrique. C'est ce qu'on appelle un *étalon à bouts*. Pour comparer une autre règle avec l'originale, il faut les faire passer l'une et l'autre entre les touches d'un instrument spécial, qui accuse les plus légères différences de longueur. Cette opération, si délicatement qu'elle soit effectuée, risque cependant à la longue de déformer les extrémités de l'étalon officiel par des contacts répétés.

Les savants anglais chargés de rétablir la longueur légale du *yard*, dont les étalons avaient disparu dans l'incendie du palais de Westminster, en 1834, furent frappés des objections que motivait la forme des étalons à bouts, et proposèrent une

disposition nouvelle, qui consiste à prendre une barre à section carrée un peu plus longue que l'unité linéaire, à la creuser près de ses extrémités sur la moitié de son épaisseur et à tracer un trait fin au fond de chacun des deux puits ainsi obtenus. L'intervalle entre les deux traits est déterminé de manière à représenter exactement l'unité de longueur¹.

On a ainsi ce qu'on appelle un *étalon à traits*; et les comparaisons avec d'autres barres se font à distance avec des appareils spéciaux, munis de lunettes dont les plus petits déplacements sont appréciés à l'aide de vis micrométriques. Il n'est plus besoin de toucher à l'original, dont les dimensions resteront intactes, en dépit des opérations de comparaison, si fréquentes qu'on les suppose.

Déduire du mètre à bouts des Archives un mètre à traits qui présentât les mêmes garanties comme unité linéaire fondamentale, tel était le premier but assigné à l'activité de la Commission internationale du mètre. Lorsqu'elle se réunit pour la seconde fois en 1872, elle prit le mètre des Archives dans son état actuel comme prototype, et décida qu'il y avait lieu de confectionner un mètre à traits de même longueur, destiné à devenir l'étalon international, et de reproduire cet étalon à trente exemplaires dûment vérifiés et certifiés, pour en munir chacun des Etats représentés à la conférence².

On discuta longtemps le choix de la matière avec laquelle devrait être fabriqué le mètre international. Pour éviter jusqu'au soupçon de modifications moléculaires, qui pourraient se produire dans les barres métalliques, on avait proposé de construire les étalons types en cristal de roche. Mais les beaux travaux de Sainte-Claire-Deville sur le platine rallièrent les suffrages de la commission, qui décida de donner la préférence à un alliage composé de neuf parties de platine et d'une d'iridium. Pour être bien homogène, l'alliage devait être fondu, opération dont Sainte-Claire-Deville avait démontré la possibilité, en même temps qu'il avait donné dans son laboratoire de l'Ecole normale les moyens de la réaliser d'une manière industrielle.

La cherté d'un pareil alliage, qui revient à 2000 fr. le kilogramme; sa densité considérable, qui va jusqu'à 21,53, faisaient désirer d'économiser la matière dans la fabrication des barres. Il fallait les rendre moins coûteuses et plus maniables, tout en leur assurant une rigidité transversale assez grande pour que, appuyées sur leurs extrémités, elles ne subissent pas une flexion appréciable³.

¹ L'incendie de Westminster prouve que les préoccupations des auteurs du système métrique étaient fondées et qu'il faut trouver un moyen de reproduire les étalons des mesures fondamentales, au cas où ils viendraient à disparaître. Si le bâtiment des Archives et celui du Conservatoire des arts et métiers avaient été brûlés dans les incendies allumés par les fauteurs de la Commune, en 1871, il aurait fallu déterminer à nouveau la longueur officielle du mètre.

² Tous les Etats de l'Europe et de l'Amérique étaient représentés à la Conférence de 1872, à l'exception de la Roumanie, du Brésil et du Mexique, qui y ont adhéré plus tard.

³ Le platine et l'iridium sont les plus lourds des métaux connus, les seuls, avec l'or, qui résistent aux agents atmosphériques et aux acides faibles. L'or est trop mou et trop cher pour devenir la matière destinée à fabriquer les étalons des mesures. L'iridium, métal de la même famille que le platine, lui communique une plus grande dureté. Ils sont l'un et l'autre infusibles aux températures ordinaires des fourneaux de laboratoire.

La solution de ce double problème fut donnée d'une manière très ingénieuse par M. Tresca, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers. Il proposa de prendre les étalons du mètre à traits dans des barres de 0^m020 de côté et de 1^m02 de longueur, et de leur donner une section transversale en forme d'X.

Ainsi découpée, la barre ne pèse plus que 3 kilogrammes et demi, au lieu de 8 kilogrammes et demi que pèserait la barre pleine; et sa raideur est cependant quarante fois plus forte que celle de la règle plate, du poids de 2 kg. 100 gr., qui constitue le mètre des Archives.

Cette forme tout à fait nouvelle répond à toutes les exigences scientifiques au point de vue de la rigidité et de la facile répartition de la température dans la barre; elle deviendra désormais sans doute la forme classique de tous les étalons de mesures linéaires.

Les traits qui définissent la longueur du mètre sont tracés dans un plan ménagé au centre de gravité de la figure, entre les branches de l'X, qui les protègent contre tout contact dangereux. Chacun de ces traits primordiaux est compris entre deux autres traits espacés de 0^m001, de sorte que la même barre donne à la fois le mètre et le millimètre officiels. Les traits sont, d'ailleurs, tellement fins que c'est à peine si on les distingue à l'œil nu⁴.

La Commission internationale s'était proposé de réaliser l'unification des poids aussi bien que celle des mesures linéaires; la question de fabrication d'étalons prototypes du kilogramme fut résolue comme l'avait été celle du mètre. Le kilogramme des Archives, dans son état actuel, fut pris pour base fondamentale de l'unité de poids. Le choix de la Commission s'arrêta aussi sur l'alliage d'iridium et de platine, malgré des avis très motivés en faveur des cylindres de crystal de roche, et on décida d'en fabriquer trente exemplaires, identiques, comme forme, au kilogramme des Archives.

Enfin, la Commission a décidé de procéder le plus tôt possible à la détermination du poids du décimètre cube d'eau ramené à son maximum de densité.

II. Le bureau international des poids et mesures.

En se séparant, le 12 octobre 1872, la Commission du mètre confia l'exécution de ses décisions à un comité permanent de douze membres, et exprima le vœu de la création d'un Bureau international des poids et mesures, chargé de procéder à la vérification des divers étalons, de conserver les prototypes internationaux et d'exécuter tous les travaux qui pourraient lui être demandés dans l'intérêt de la métrologie ou de la propagation du système métrique.

La création de ce bureau fut décidée le 29 mai 1875, à la suite d'une conférence diplomatique où avaient été convoqués les représentants des Etats adhérents à la Commission du mètre. Le gouvernement français mit à la disposition de cette institution nouvelle le pavillon de Breteuil, situé au milieu du parc de Saint-Cloud, loin des bruits et des fumées de la capitale, charmant séjour où l'on pouvait espérer échapper aux trépidations du sol, causées par le passage des voitures ou des trains de chemin de fer.

⁴ Les traits ont une épaisseur de 6 à 7 microns au plus, autrement dit 6 à 7 millièmes de millimètres.

Là, sous la direction de savants éminents, ont été exécutés, depuis vingt ans, des travaux de la plus haute importance scientifique. C'est là que les mètres étalons en platine, après avoir été tracés au Conservatoire des arts et métiers, ont été vérifiés et contrôlés avec le plus grand soin. Il est impossible, en effet, quelles que soient les précautions prises, de reproduire, entre les deux traits d'une règle, la longueur rigoureusement exacte de l'étalon prototype. Les vérifications ont eu pour but de déterminer la différence qui peut exister pour chaque règle. Cette différence ne doit jamais dépasser 5 *microns*, c'est-à-dire 5 millièmes de millimètre. Quand la vérification est terminée, la barre nouvelle est définie par sa différence en plus ou en moins par rapport au prototype. C'est là ce qu'on appelle son *équation*. On fait de même pour les étalons secondaires du kilogramme.

En 1889, ces travaux préparatoires étaient terminés, et le Bureau des poids et mesures put remettre à chacun des Etats contractants les étalons du mètre et du kilogramme qui lui étaient destinés et qu'il doit conserver avec un soin religieux comme les bases légales de son système de mesures¹.

Quant aux étalons prototypes internationaux, qui ont été copiés sur ceux des Archives, et dont les équations ont été parfaitement déterminées, ils ont été confiés à la garde du Bureau international des poids et mesures, au pavillon de Breteuil².

Au fond d'une cave à deux étages, creusée spécialement dans ce but, les prototypes internationaux sont enfermés dans une armoire en fer munie de trois serrures. L'une des clefs est entre les mains du président de la Commission internationale, actuellement le docteur Forster, directeur de l'observatoire de Berlin; la seconde est confiée au directeur du Bureau international, à Breteuil et la troisième est déposée aux Archives nationales de Paris. Les étalons sont, dans cette cave, à l'abri des variations de température et à l'abri des chances d'incendie. Le mètre prototype est accompagné de quatre barres semblables, qui lui servent de témoins, et sur lesquelles, à des intervalles plus ou moins éloignés, on opérera des vérifications pour s'assurer si, avec le temps, elles n'ont point subi de modifications appréciables dans leurs propriétés physiques. Depuis 1889, on n'a ouvert qu'une fois (en 1892) le souterrain qui renferme les prototypes des étalons internationaux. On a constaté que la température n'avait pas varié et que la fermeture, bien étanche, n'avait pas laissé pénétrer l'humidité.

On espère, de cette façon, pouvoir garantir la conservation et l'invariabilité de la mesure universelle, rêvée par les savants au siècle dernier. On a, d'ailleurs, en plus, pour les vérifications ultérieures, la possibilité, de recourir à quelques-uns des trente étalons qui viennent d'être établis avec tout le luxe de précautions dictées par l'expérience la plus minutieuse.

Car, se proposer de reproduire exactement le mètre au moyen d'une nouvelle mesure d'un arc du méridien à Paris, c'est une pure légende. Personne, dans le monde scientifique, n'y a jamais songé.

¹ Le prix d'un mètre étalon est d'un peu plus de 10 000 francs. Le kilogramme étalon revient à un peu plus de 3 000 francs.

² Le mètre prototype international est égal au mètre des Archives, à moins de $\frac{1}{10}$ de micron, différence absolument insignifiante. Son équation est *zéro*.

L'Académie des sciences, en décidant, en 1792, de prendre pour l'unité linéaire nouvelle une fraction du méridien, avait eu soin de dire qu'on établirait d'une manière rigoureuse la relation entre cette fraction du méridien et la longueur du pendule à secondes, à la latitude de 45° et au niveau de la mer, et que se serait cette relation qui permettrait un jour de reproduire la longueur primitive du mètre, s'il en était besoin. Il n'était pas question d'une nouvelle mesure de l'arc du méridien.

De nos jours, la confiance dans la facilité de définir exactement, scientifiquement, la longueur du pendule à secondes, est beaucoup moindre qu'au siècle dernier. Faut-il donc renoncer à se mettre en possession d'une relation qui rattache la longueur de l'unité linéaire fondamentale à quelque phénomène physique dont on puisse obtenir à volonté la détermination rigoureuse à l'aide de nos procédés d'observation? La Commission du mètre ne l'a pas pensé; et, sous son impulsion, le Bureau international a été conduit à proposer une solution du problème très originale, très élégante, et qui, on peut l'espérer, fournira, un jour (car les recherches ne sont pas terminées), une définition scientifique du mètre telle, que sa précision ne pourra être dépassée.

Voici ce dont il s'agit. A la suite de travaux d'optique qui ont donné à son nom une notoriété spéciale, M. Michelson, professeur de physique à l'université de Chicago, aux Etats-Unis, a été invité à venir à Paris repérer la longueur du mètre à l'aide de la longueur d'onde lumineuse de la raie rouge caractéristique fournie par le spectre de la vapeur du cadmium¹.

Je ne puis entrer ici dans le détail des recherches prodigieusement délicates que le professeur Michelson a exécutées en 1891, avec le concours de M. Benoit, directeur du Bureau international des poids et mesures. Le résultat, consigné dans le rapport du Bureau pour l'exercice 1892, est que le mètre contient 1 555 163,6 longueurs d'onde lumineuse de la raie rouge du spectre du cadmium, valeur sûre à une longueur d'onde près, c'est-à-dire à moins de 1 micron près, ou de un millième de millimètre².

Mais on ne se contente pas de cette approximation, si rigoureuse qu'elle nous paraisse, et on a des raisons de croire qu'en perfectionnant les appareils et les procédés employés dans les premières expériences, on pourra quadrupler l'approximation, et atteindre par cette méthode l'exactitude à $\frac{1}{4}$ de micron près. Les instructions sont données pour que ce travail soit prochainement mené à bonne fin. On aura alors un témoin impérissable du mètre. Ce sera le triomphe de la science à la fin du dix-neuvième siècle.

¹ Ces recherches sont basées sur le principe des interférences. Pour apprécier sûrement des mesures aussi délicates, il faut opérer avec un rayon lumineux aussi simple que possible. Les raies caractéristiques du spectre des métaux lumineux sont presque toujours composées de plusieurs raies juxtaposées, qui rendent le résultat des interférences moins facile à évaluer. Par une exception heureuse, le spectre du cadmium présente trois raies : rouge, bleue et verte, qui sont, dit M. Michelson, presque idéalement simples.

² Comme conséquence, on peut dire que la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium est de $\frac{1 \text{ mètre}}{1\,555\,163}$, c'est-à-dire 0 micron 643 847 22, autrement dit 644 millièmes de millimètre. On a mesuré également, comme moyen de contrôle, les longueurs d'onde des radiations vertes et des radiations bleues du cadmium.

En même temps, le Bureau poursuit ses recherches, non moins délicates, sur le poids du décimètre cube d'eau; recherches bien délicates, en effet, si l'on songe aux précautions qu'exige l'emploi des appareils éminemment sensibles dont on dispose aujourd'hui. Car il suffit que l'opérateur s'approche de la cage vitrée où est enfermée la balance, pour influencer les résultats de la pesée. Aussi a-t-on imaginé des systèmes très ingénieux de leviers, qui permettent à l'opérateur de déplacer sur les plateaux de la balance les poids à comparer, tout en restant à une distance de 3 mètres. Il suit avec une lunette les oscillations de l'aiguille qui sert à apprécier la pesée.

III. Nouvelle définition des unités du système métrique.

Les travaux de la Commission du mètre, si minutieusement poursuivis, ont eu pour conséquence une nouvelle conception du système métrique, qu'il importe de faire connaître; car elle est introduite dans les définitions légales des unités métriques des pays étrangers. Désormais, le mètre, mesure internationale, n'est plus la dix-millionième partie du quart du méridien; ce n'est même plus la longueur de la barre de platine conservée aux Archives nationales à Paris. Le rôle de l'étalon de 1799 est terminé; il ne lui reste plus qu'à dormir d'un sommeil glorieux, dans son armoire de fer, au voisinage des vieux documents qui nous racontent l'histoire de la France.

Le mètre, aujourd'hui, c'est la longueur de l'étalon prototype en platine et en forme d' $\times$ renfermé dans l'armoire de fer de la cave du pavillon de Breteuil, longueur prise à la température de la glace fondante entre les deux traits tracés près des extrémités de la barre.

De même, le kilogramme international est le poids du cylindre étalon déposé dans la cave du pavillon de Breteuil à côté du mètre; et le litre international est le volume de l'eau distillée qui, prise à la température du maximum de densité, et pesée dans le vide, fait équilibre au poids du kilogramme international. Le litre n'est donc plus la capacité d'un décimètre cube: il est défini par un poids, et non par des dimensions géométriques. On peut le considérer provisoirement comme équivalent au décimètre cube; mais on ne saura pas sa valeur exacte tant que les recherches entreprises à ce sujet par le Bureau international des poids et mesures ne seront pas terminées.

IV. Extension du système métrique à la fin du dix-neuvième siècle.

Comme on le voit, les travaux poursuivis par la Commission du mètre ont donné une vive impulsion à la propagation du système métrique pendant les trente dernières années; on peut dire qu'à la fin du dix-neuvième siècle, ce système est devenu l'instrument incontesté de la science et des relations internationales chez tous les peuples civilisés.

Il y a vingt-cinq ans, dans une publication qui a eu un grand retentissement aux Etats-Unis, M. Frédéric Barnard, président du *Columbia College* à New-York, fit le parallèle du mètre français et du yard anglais au point de vue de leur emploi comme mesures internationales, et réfuta les objections qu'on pouvait faire à l'adoption du système métrique.

Tout en faisant ressortir les difficultés de la réforme aux

Etats-Unis, il rappelle dans son travail ce que disait, en 1827, un de ses compatriotes, John Quincy Adams: « Le mètre, aussi bien que ses dérivés, enveloppera le monde. Un seul langage de poids et mesures sera parlé de l'équateur au pôle. » M. Barnard présente, à cette occasion, le tableau de l'extension du système métrique. Il distingue les Etats qui ont rendu légales et obligatoires les unités métriques et ceux qui en tolèrent seulement l'emploi.

Il résulte de ce relevé, complété par les adhésions survenues depuis 1872, qu'une population d'environ trois cent millions d'hommes se sert uniquement des mesures métriques. Ce sont les habitants de l'Europe, à l'exception de l'Angleterre et de la Russie, et ceux de l'Amérique, à l'exception des Etats-Unis et du Canada. En Asie deux cent millions d'hommes, habitant l'Inde et le Japon, emploient des mesures modifiées de manière à présenter un rapport simple avec le mètre, en attendant de prendre le système complet.

Enfin, plus de cent millions d'hommes, habitant les Etats-Unis, la Grande-Bretagne et ses colonies, ont, de par la loi, la faculté de s'en servir dans leurs transactions, quoiqu'il ne soit pas admis dans les usages commerciaux de chaque jour.

Si l'on ajoute qu'en Russie le système métrique est seul en usage dans les travaux des ingénieurs et des savants, c'est-à-dire de l'élite d'une population de près de cent millions d'hommes, répartis en Europe et en Asie, on peut dire qu'à la fin du dix-neuvième siècle le mètre est parlé de l'équateur au pôle, comme l'annonçait en 1827 John Quincy Adams.

* * *

L'auteur a terminé son étude sur le système métrique par des considérations historiques intéressantes sur les mesures de longueur qui ont joué un rôle international, plus ou moins affirmé, telles que la coudée égyptienne, le pied romain, le pied anglais et le pied de Paris ou pied de roi. Les personnes qui voudraient approfondir ces questions pourront se reporter aux trois derniers chapitres publiés dans la revue *Le Correspondant*.

CHAUFFAGE DES HABITATIONS

CALCUL DE LA DÉPENSE DE COMBUSTIBLE

Correspondance.

Lausanne, le 4 février 1900.

Monsieur le rédacteur du *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes* à Lausanne.

Permettez-moi de présenter quelques observations, que me suggère la lecture de l'article sur « la quantité de combustible nécessaire pour le chauffage d'un local, » dû à la plume de M. l'ingénieur Orpizewski, et qui a paru dans le précédent numéro du *Bulletin*.

Tout d'abord, soit que l'on ait à rechercher quelle est la puissance de l'appareil qui convient à un local donné, soit qu'il s'agisse d'estimer, comme le montre M. l'ingénieur Orpizewski, quelle sera la dépense moyenne de combustible pendant la saison froide, il convient de ne pas admettre sans contrôle les chiffres, que donnent les divers aides-mémoires sous la rubrique de « coefficients de perte de chaleur. » Ces chiffres n'ont pas un caractère général suffisant pour pouvoir être admis sans cette réserve.