

Bulletin OIML n° 115

Juin 1989

ISSN 0473-2812

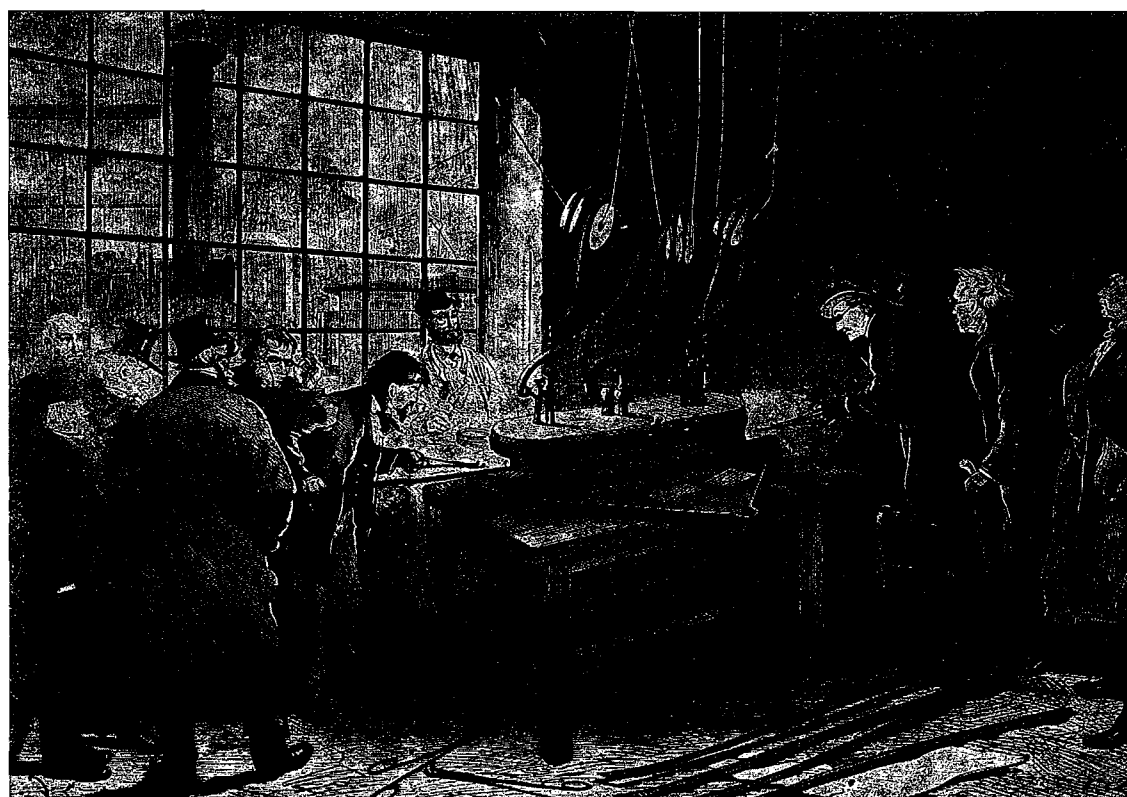
BULLETIN

DE

L'ORGANISATION

INTERNATIONALE

DE MÉTROLOGIE LÉGALE



BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE
11, Rue Turgot — 75009 PARIS — France

BULLETIN

de

l'ORGANISATION INTERNATIONALE de MÉTROLOGIE LÉGALE

SOMMAIRE

	Pages
1789 - 1889 - 1989	2
Turgot, Condorcet et la recherche d'une mesure universelle par L. MARQUET	3
La métrologie légale sous la Révolution française par B. ATHANÉ	9
Legal metrology under the French Revolution by B. ATHANÉ	17
Le Chevalier DELAMBRE	21
1889 - 1989 Centenary of National metric standards by A. THULIN	22
ROYAUME-UNI — The Yard and the Pound : a short history by S. BENNETT	26
International comparisons of standards 1820-1850 by A. THULIN	33
Littérature sur la métrologie historique	38
Literature on historical metrology	39
Réunions OIML	41

DOCUMENTATION

Publications : Liste complète à jour	42
Etats membres de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale	49
Membres actuels du Comité International de Métrologie Légale	50
Adresses des Services des Membres Correspondants	55

Abonnement pour 1989 : Europe : 175 F-français
Autres pays : 230 F-français
Chèques postaux : Paris 8 046-24 X
Banque de France : B.P. 140-01 - 75049 Paris Cedex 01
Comptes Courants, Banques Etrangères, Cpte n° 5051-7

BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE
11, Rue Turgot — 75009 Paris — France
Tél. 33 (1) 48 78 12 82 Le Directeur : Mr B. ATHANÉ
et 42 85 27 11 Télécopie : 33 (1) 42 82 17 27
Télex : SASVP 215463F ATTN OIML

I 7 8 9 - I 8 8 9 - I 9 8 9

Ce numéro du Bulletin est entièrement consacré à la métrologie historique.

Nous évoquons en particulier dans un article du Directeur du BIML le début des aspects réglementaires du système métrique qui fut mis en œuvre dans son pays d'origine dans les années qui ont suivi la Révolution française dont on célèbre cette année le bicentenaire.

La préparation du système métrique a cependant commencé bien avant la Révolution, voir l'article de Monsieur Louis Marquet sur le Ministre Turgot et le savant Condorcet, noms bien connus des visiteurs du BIML dont les locaux sont pratiquement situés au coin des rues du même nom.

Nous rappelons également dans un bref exposé en anglais que ce fut cent ans après la Révolution, en 1889, que les prototypes du Mètre International et du Kilogramme International furent officiellement sanctionnés lors de la première Conférence Internationale des Poids et Mesures et que les premières copies de ces étalons furent distribuées aux pays ayant signé la Convention du Mètre en 1875.

Nous signalons pour ceux qui viendront à Paris cette année et en particulier à nos Membres du CIML les deux expositions suivantes organisées dans le cadre du bicentenaire de la Révolution :

- Les Savants en Révolution, du 19 avril 1989 au 7 janvier 1990,
à la Cité des Sciences et de l'Industrie,
30, Avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris
- L'aventure du mètre, du 4 avril au 30 octobre 1989,
au Musée National des Techniques,
270, rue Saint-Martin, 75003 Paris

This number of the Bulletin is entirely devoted to historical metrology.

A paper, in both French and English versions, by the Director of BIML evokes the beginning of the regulatory aspects of the metric system which started to be implemented in its country of origin during the years which followed the French Revolution, the bi-centenary of which is celebrated this year.

The preparation of the metric system had however started long before the Revolution, see the paper in French by Mr Louis Marquet on the role of the Minister Turgot and the scientist Condorcet, names familiar to visitors of BIML, which has its offices located almost on the corner of streets with these names.

We also recall in a brief note that it was hundred years after the Revolution, in 1889 that the International Metre and Kilogramme were officially sanctioned at the First General Conference of Weights and Measures and the first copies of these international standards were distributed to the countries which had signed the Convention du Mètre in 1875.

We would also like to draw the attention to visitors coming to Paris this year and in particular our CIML members that there are two important exhibitions retracing the history of the metric system and its creators :

TURGOT, CONDORCET ET LA RECHERCHE D'UNE MESURE UNIVERSELLE

par **Louis MARQUET**

Dans le n° 30 (décembre 1967) du Bulletin de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale, Monsieur Jacob, ancien président du Comité International de Métrologie Légale, rappelait que le ministre Anne Robert Jacques Turgot (1722-1781), partisan sous Louis XVI de la liberté du commerce, avait tenté, dans ce but, d'uniformiser les mesures en se faisant aider par Condorcet. Et Monsieur Jacob s'était félicité auparavant de l'heureux hasard de l'installation justement rue Turgot, à Paris, du Bureau International de Métrologie Légale. En réalité, le nom que porte cette rue depuis son ouverture en 1833 est celui du père du ministre. Michel Etienne Turgot (1690-1751), prévôt des marchands de 1729 à 1740, qui fit dresser le plan de Paris dit "Plan de Turgot". Mais comme il n'existe pas à Paris d'autre rue Turgot, rien ne nous empêche de la considérer comme consacrée autant au ministre de Louis XVI qu'au prévôt des marchands, son père.

A l'occasion du colloque Condorcet qui s'est tenu à Paris du 8 au 11 juin 1988, nous avons examiné les manuscrits laissés par le savant et conservés à l'Institut de France, et surtout ceux relatifs aux poids et mesures, reliés un peu en désordre sous la cote XXXVI (883), feuillets 1 à 249. Tous ceux qui avaient cherché avant lui un remède à la trop grande diversité des mesures se contentaient de proposer une unité "universelle et naturelle" de longueur, mais on verra que Condorcet va plus loin en pensant à des unités dérivées pour d'autres grandeurs, en prévoyant la façon d'imposer dans le public les unités adoptées et en prenant des précautions pour éviter de heurter les susceptibilités nationales.

A la recherche d'une mesure universelle

Pour commencer, Condorcet va s'inspirer des idées de La Condamine qui, à son retour de l'équateur où il avait mesuré trois degrés de méridien, avait proposé en 1747, dans un mémoire à l'Académie des Sciences, une solution au problème de la diversité des mesures. On veut une unité universelle, dit-il, mais on ne peut pas choisir parmi celles en usage en raison des amours-propres locaux, régionaux ou nationaux ; donc il faut qu'elle soit aussi naturelle, et La Condamine pense au pendule à secondes. Mais la longueur de ce dernier n'est pas la même partout, alors on prend ou bien cette longueur en un lieu unique, ou bien une longueur moyenne, par exemple celle du pendule battant la seconde sur le 45^e parallèle, au niveau de la mer, à égale distance du pôle et de l'équateur. La Condamine n'est pas partisan de cette dernière solution, car il y a deux parallèles à la latitude de 45°, et le choix de celui de l'hémisphère boréal le rendrait suspect aux pays de l'hémisphère austral et même aux autres parce que, comme par hasard, il traverse la France.

La Condamine préfère le pendule qu'il a mesuré avec beaucoup de soins à l'équateur avec Godin et Bouguer et dont il a reproduit la longueur sur une dalle restée à Quito. En commençant par les savants entre eux, la diffusion de cette unité universelle et naturelle s'étendrait peu à peu dans le public.

Chargé de prononcer l'éloge funèbre de La Condamine après le décès de ce dernier survenu le 4 février 1774, Condorcet résume le projet en ces termes :

" Il se livra à un objet dont les sciences et le commerce devaient retirer un égal avantage, dont l'exécution était simple et facile, et qui n'a été abandonné que par l'indifférence générale des hommes pour ce qui n'est qu'utile au bien public : c'est l'établissement d'une mesure universelle. Il proposait de choisir pour unité de longueur la longueur du pendule sous l'équateur... et



cette mesure, qu'aucune idée de vanité nationale n'aurait fait rejeter par aucun peuple, ne pouvait changer qu'avec une révolution du globe."

A peu de choses près, Condorcet va faire siennes les idées de La Condamine et avoir très vite l'occasion de les appliquer.

Turgot et Condorcet : un projet de réforme des mesures

En effet, quelques mois plus tard, en août 1774, Turgot devient contrôleur général des finances et propose une place d'inspecteur des monnaies à Condorcet, volontaire pour se charger "du travail important de la réduction des mesures".

Parmi les manuscrits du volume XXXVI (883) de l'Institut de France, on trouve un "Mémoire sur les monnaies", commençant par :

" Lorsque M. Turgot me donna en 1775 la place d'inspecteur des monnaies, il me dit qu'il se proposait d'embrasser dans un système général la réforme des poids et mesures, la législation des monnaies, et le commerce des matières d'or et d'argent."

Condorcet indique ensuite la façon dont il pensait opérer pour la réforme des mesures :

" L'uniformité des mesures et celle des poids procureraient au commerce de très grands avantages, cette vérité paraît être reconnue de tous les hommes éclairés : et si les tentatives qui ont été faites plus d'une fois pour parvenir à établir cette uniformité ont été bientôt abandonnées, ce n'est pas ou qu'on ait eu des doutes sur l'utilité de ce travail ou qu'il entraîne de grandes difficultés. Mais personne n'en ayant été chargé spécialement, les administrateurs

qui en avaient formé le projet ont été distraits par d'autres occupations et n'en ont pas suivi l'exécution.

En me donnant la place d'inspecteur des monnaies, M. Turgot parut désirer que je me chargeasse de ce travail. Voici le plan que je me proposais de suivre d'après ses vues. Il y a trois objets dans ce travail :

- le premier, de déterminer quelle sera l'unité de la mesure universelle, et celle du poids qu'on veut établir ;
- le second, de déterminer le rapport de cette mesure ou de ce poids avec les mesures ou les poids usités ;
- le troisième, d'établir l'usage de la nouvelle mesure.

Le premier objet n'est que de pure physique. Dans le second, la manière de déterminer le rapport cherché appartient encore à la physique, mais celle de rendre cette détermination authentique et légale n'est plus de son ressort. Le troisième regarde uniquement l'administration."

Quelle unité : méridien ou pendule ?

Condorcet examine tout de suite le premier "objet", "du choix d'une mesure universelle". Des étalons inaltérables d'unités existantes de longueur et de poids ("de masse", dirions-nous maintenant), comme la toise et la livre de Paris, ne seraient pas acceptés par tous. Il faut donc

"choisir pour unité de mesure universelle une quantité déterminée par un phénomène constant dans la nature, en sorte que si les étalons une fois construits venaient à se perdre, on pût la retrouver toujours et que le choix de cette mesure n'étant fondé sur aucune vanité nationale, celle des nations étrangères ne les empêcherait point de l'adopter

Les deux seules quantités de ce genre connues jusqu'ici sont un degré du méridien ou la longueur du pendule simple qui fait son oscillation pendant une seconde."

Il faut aussi préciser le lieu où se fera la mesure, équateur ou 45^e parallèle. Condorcet penche pour le pendule au 45^e parallèle, plus facile à révéfier que celui de l'équateur, quitte à faire plus tard la mesure d'un degré de méridien.

Condorcet examine ensuite quelle peut être l'influence sur cette mesure

- 1° de la température (et il écrit textuellement cette anomalie : "une verge métallique est plus longue dans un temps froid que dans un temps chaud"),
- 2° de la proximité des montagnes et de la mer agissant sur "la force de gravité" (nous dirions "l'intensité de la pesanteur"),
- 3° du fait que le pendule simple est purement fictif et qu'on travaille sur des pendules composés,
- 4° du fait qu'on veut la longueur dans le vide et qu'on opère dans l'air.

La "vérification" des anciennes mesures

Ensuite il est question "De la comparaison des mesures et poids universels avec les mesures et poids du commerce", que Condorcet appelle "vérification" ou "réduction des mesures". Pour lui, il n'est pas nécessaire de rechercher la même précision pour la confection d'étalons à distribuer dans les provinces, et il énumère le matériel à prévoir pour cette opération :

"Voici donc quels instruments il faudra donner aux personnes chargées de la vérification : 1° une mesure de longueur bien étalonnée, avec deux montants perpendiculaires mobiles pour faire la comparaison des mesures de



CONDORCET

longueur entre elles ; 2° une balance bien faite avec des poids dont la pesanteur spécifique soit connue ; 3° un thermomètre comparable avec celui du physicien qui aura fait les observations du pendule ; 4° un bon baromètre avec les instruments et l'instruction qui serait dressée.

Il n'y a point d'ingénieur des ponts et chaussées qui ne soit en état de faire les vérifications demandées et il n'y a point de moyen plus sûr et moins dispendieux de faire ces vérifications que d'y employer les ingénieurs."

Pour finir, Condorcet suggère que pour frapper les esprits, on ne saurait donner trop de solennité à la "vérification".

D'autres manuscrits

On trouve encore dans les manuscrits de la bibliothèque de l'Institut un long "Mémoire sur la réduction des mesures" où Condorcet reprend d'une façon plus détaillée les points cités ci-dessus, sans qu'on puisse dater le document. Ce mémoire est divisé en cinq articles :

- 1° "De l'unité de mesure qui soit invariable" : il n'est plus question d'un degré de méridien, mais uniquement de la longueur du pendule simple battant la seconde à l'équateur, longueur qu'on pourra retrouver, sans y aller, en connaissant avec précision son rapport avec celle du pendule à Paris, et qu'on reproduira sur une règle d'or ou d'argent incrustée dans une règle d'acier ou de cuivre ; on tiendra compte de la dilatation due à la température. A noter que sur un autre feuillet, Condorcet propose en-

core comme unité invariable la longueur du pendule battant la seconde sur le 45^e parallèle.

- 2° " De la réduction des mesures usuelles pour les longueurs à la mesure invariable donnée. "
- 3° " Des mesures qui ont leurs trois dimensions. "
- 4° " Des poids " : l'étalon serait un pouce cube d'or, d'argent ou d'eau distillée.
- 5° " Des moyens qu'on peut employer pour parvenir à la réduction des mesures et des poids " :

" On pourrait charger de la vérification les ingénieurs des ponts et chaussées qui sont en grand nombre et qui ont pendant l'hiver un loisir suffisant, que le Roi paie déjà et qui ont plus de connaissances mathématiques et physiques qu'il n'en faut. Ainsi en choisissant parmi eux les plus exacts et les plus laborieux, on aurait le nombre nécessaire de vérificateurs... On leur dresserait une instruction détaillée de ce qu'ils auraient à faire dans tous les cas. " Après avoir rédigé des tables de comparaison des mesures, " on placerait dans chaque juridiction ou ville considérable les étalons des nouvelles mesures avec un mémoire sur la manière de comparer avec les étalons soit les mesures faites sur le modèle ancien, soit des mesures nouvelles. On en donnerait aux tribunaux et aux officiers publics, dans tous les actes où il serait question de mesures. Dans l'évaluation en mesures universelles, cette mesure serait la seule employée par le Roi dans tous les actes du gouvernement, dans tous les établissements royaux. Par ce moyen, la mesure universelle s'établirait d'elle-même sans contrainte, sans gêner la liberté du commerce ou celle des particuliers, sans tourmenter le peuple en le forçant à quitter des mesures auxquelles il est accoutumé, dont il ne juge que par l'habitude et sur lesquelles cette habitude l'a conduit à une évaluation tellement précise qu'il s'aperçoit aisément des plus petites altérations. "

C'est à peu près le plan qui va être mis en application à partir de 1791, excepté pour le choix de l'unité. On verra les ingénieurs des ponts et chaussées, dont Condorcet insinue qu'ils sont payés l'hiver pour ne rien faire, mis à contribution après 1795 pour recevoir dans chaque département les premiers étalons du mètre et du kilogramme et faire ensuite partie des commissions départementales chargées de la comparaison des mesures. Quant aux étalons disposés dans les lieux publics, il reste encore à Paris deux mètres en marbre visibles, 36, rue de Vaugirard et 13, place Vendôme, sur les seize installés en 1797 ; il y en a un à Croissy et un à Sceaux, et d'autres en fer visibles à Lyon, Agde, Montauban, Marvejols...

La mise en application et l'arrêt de la réforme

Condorcet a d'abord réglé le premier " objet " : le 3 octobre 1775, sur ses conseils Turgot donne à Messier les ordres nécessaires pour la mesure de la longueur du pendule simple battant la seconde sur le 45^e parallèle, à Bordeaux. La pendule astronomique de l'abbé Chappe est mise à sa disposition, mais elle est en mauvais état à l'Observatoire de Paris. On pense qu'un nettoyage suffira, mais on s'aperçoit qu'en réalité elle est inutilisable telle quelle et que la réparation sera longue.

La partie scientifique lancée, Condorcet se préoccupe de la partie " politique ", c'est-à-dire administrative, le deuxième " objet " de son rapport : il écrit à Turgot pour savoir où en est resté le travail demandé à Tillet en 1765 pour la comparaison des mesures locales à celles de Paris. On lui apprend que ce travail a été interrompu par manque de crédits. Alors Condorcet suggère à Turgot que Tillet et lui, tous deux inspecteurs des monnaies, le fassent sans crédits supplémentaires dans le cadre de leurs fonctions. Il faut demander aux Intendants 1° les noms des mesures, 2° s'il existe des étalons et où 3° combien valent ces mesures en unités de Paris et comment a été faite l'estimation.

Tout semble bien parti, mais... en mai 1776, Turgot cesse ses fonctions et est remplacé par Necker. Il n'est plus question de réforme ! Et Necker, son successeur, déclarera en 1781, dans son "Compte rendu" à Louis XVI, que, tout en croyant la réforme nécessaire, il doute de son utilité vu les "difficultés de toute espèce que cette opération entraînerait".

Vers le système métrique décimal

On a vu avec quel souci des détails Condorcet recherchait des solutions au problème de la diversité des mesures, solutions techniques et aussi solutions diplomatiques pour que la vanité des nations étrangères ne les empêche pas d'adopter le nouveau système. En tant que secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, il va participer très activement aux premiers travaux pour la création du système métrique décimal.

En particulier, dans la proposition que Talleyrand présentera à l'Assemblée Nationale Constituante le 9 mars 1790, on découvre un parallélisme curieux entre trois paragraphes du texte de l'évêque d'Autun et trois paragraphes également successifs d'un manuscrit de Condorcet.

Dans le premier paragraphe, il s'agit de la collaboration possible de l'Angleterre qui a entrepris elle-même un travail de réduction des mesures après que des savants français et anglais aient effectué ensemble en 1787 la liaison géodésique entre les méridiens de Greenwich et de Paris. Le deuxième paragraphe rappelle que l'Angleterre n'ayant aucune possession sur le 45^e parallèle, la vanité nationale ne pourra pas l'empêcher de collaborer à la mesure du pendule faite à Bordeaux, et que l'opération faite sous les auspices des deux nations n'en sera que plus solennelle et plus crédible. Enfin dans le troisième paragraphe, il est prévu que chacune des deux nations confectionnera des étalons copiés sur cette longueur et les conservera avec le plus grand soin de façon à savoir un jour si la durée de la révolution de la Terre a varié.

En décembre 1790, Condorcet publie ses "Mémoires sur les monnaies". Il éprouve alors une grosse déception : il croyait encore à une entente avec l'Angleterre, et voilà que le 3 décembre, le gouvernement anglais fait savoir à notre ambassadeur à Londres que le projet de réforme des mesures est impraticable ! Condorcet montrera quelque humeur contre "l'esprit qui dirige le gouvernement des Anglais et qu'il ne faut pas confondre avec celui de leurs philosophes."

On peut dire que la liberté et l'égalité sont les deux idées de base qui ont valu à Condorcet de s'intéresser à la création d'un nouveau système de mesures. Un acheteur n'est pas libre s'il se heurte à une infinité de poids et mesures qu'il ne connaît pas, et il n'y a pas égalité entre lui et le négociant qui, de son côté, sait jouer sur les différences entre les mesures.

Pour finir, citons ce dernier passage des manuscrits de la bibliothèque de l'Institut, qui semble bien résumer les intentions de Condorcet :

L'Assemblée Nationale "a formé le projet d'établir dans le royaume l'uniformité des mesures et des poids et même d'y introduire un nouveau système de divisions numériques le plus simple et le plus commode. Elle veut qu'à l'avenir les citoyens puissent se suffire à eux-mêmes dans tous les calculs relatifs à leurs intérêts, indépendance sans laquelle ils ne peuvent être ni réellement égaux en droits, car cette égalité suppose dans tous la capacité de les faire valoir, ni réellement libres car on ne l'est point lorsqu'on est contraint d'agir sur la parole d'autrui."



LA METROLOGIE LEGALE SOUS LA REVOLUTION FRANÇAISE

par

Bernard ATHANÉ

1989... la France célèbre le bicentenaire de sa Révolution. Parmi les nombreux sujets de commémoration (abolition des privilèges, abolition de l'esclavage, Déclaration des droits de l'homme...) nous retiendrons bien sûr la création d'un nouveau système de poids et mesures, le Système métrique.

Il y a 200 ans, la France, comme la plupart des autres pays, connaissait un désordre quasi indescriptible dans son système d'unités de mesures : des unités différentes, et le plus souvent non reliées entre elles, étaient utilisées pour mesurer une même grandeur en fonction de l'utilisation prévue (l'aune pour la longueur des tissus, la toise pour les longueurs de bâtiments, la pinte pour les capacités de liquides, le picotin pour les capacités de grains, etc.) ; de plus, à travers tout le royaume, les unités variaient même si elles portaient le même nom : la livre, unité de masse, n'avait pas la même valeur à Paris, Bordeaux ou Marseille.

L'instauration d'un système de poids et mesures unique à travers tout le pays fut immédiatement perçu par l'Assemblée Nationale comme un moyen puissant d'unification de la nation.

De plus, suivant en cela l'esprit d'universalité développé par la philosophie du XVIII^e siècle, l'Assemblée Nationale souhaitait que ce nouveau système de poids et mesures puisse être adopté par tous les pays et soit tellement parfait qu'il ait une valeur éternelle : "A tous les temps, à tous les peuples", telle était la devise qui guida l'Assemblée Nationale dans ses travaux. Pour cela il fallait que le nouveau système de poids et mesures soit basé sur une unité ayant un caractère universel qui ne puisse être remis en question par aucun peuple de la terre, et que cette unité soit déterminée avec suffisamment de perfection pour qu'elle reste valable dans les temps à venir.

Ces idées furent émises dès les premiers mois d'existence de l'Assemblée Nationale. Bien sûr il fallut plusieurs années pour les mettre en pratique.

Puisque le rôle de l'OIML est de développer les règlements sur la métrologie, nous allons essayer de suivre cette longue gestation du Système métrique à travers les lois et décrets qui furent successivement édictés par les divers gouvernements qui régiront la France à partir du 14 juillet 1789, jusqu'aux premières années de l'Empire, établi par Napoléon en 1804.

1. Les antécédents

Bien évidemment la métrologie légale en France ne date pas de la Révolution. Depuis plusieurs siècles les instruments de mesure utilisés dans le commerce étaient soumis à des contrôles et à la perception de taxes. Sans doute la grande diversité de ces mesures favorisait-elle le travail de ces vérificateurs des poids et mesures que l'on pouvait davantage assimiler à des percepteurs d'impôts (figure 1).

Les discussions au niveau de l'Assemblée nationale sur la création d'un nouveau système d'unités aboutirent provisoirement à un Décret adopté le 8 mai 1790 suivi d'une proclamation du roi (1) en date du 22 août 1790 : " L'Assemblée Nationale désirant faire jouir à jamais la France entière de l'avantage qui doit résulter de l'uniformité des poids et mesures " ordonnait aux autorités régionales d'envoyer à l'Académie des Sciences des modèles des poids et mesures en usage et demandait au roi d'inviter Sa Majesté Britannique à engager le Parlement d'Angleterre à concourir avec l'Assemblée Nationale pour fixer une unité naturelle des poids et mesures, qui serait basée sur la longueur d'un pendule ; ce même décret (figure 2) fixait également diverses procédures en vue de l'instauration du nouveau système.

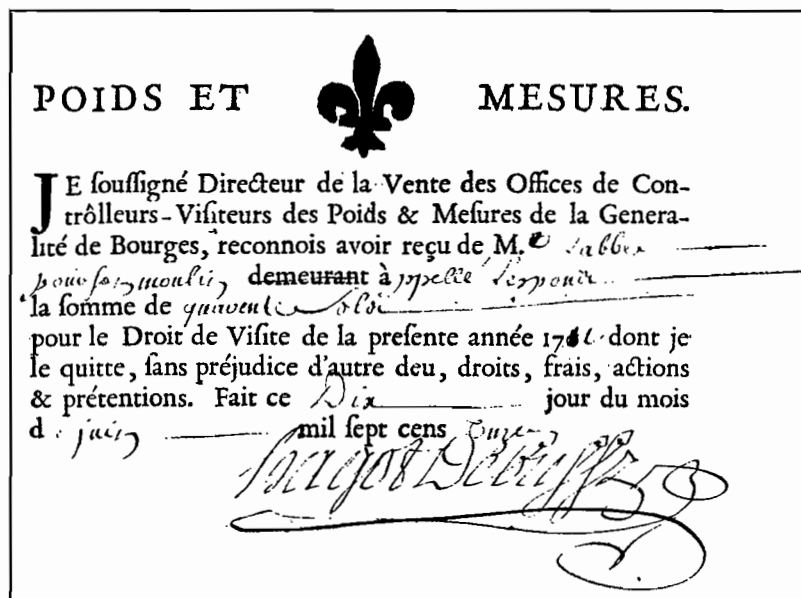


Figure 1 — Quittance de vérification de poids et mesures, 10 juin 1711

2. La mise sur pied du Système métrique

Constatant l'absence de réponse positive de la part de Sa Majesté Britannique et ayant longuement discuté des mérites relatifs du pendule et du méridien comme base de la nouvelle unité, l'Assemblée Nationale adopta, le 26 mars 1791 et le roi promulga, le 30 mars 1791, une loi relative aux moyens d'établir une uniformité des poids et mesures. Cette nouvelle loi se référait bien sûr au décret de 1790, et stipulait " qu'il était nécessaire de fixer une unité de mesure naturelle et invariable et que le seul moyen d'étendre cette uniformité aux nations étrangères et de les engager à convenir d'un même système de mesures était de choisir une unité qui, dans sa détermination, ne renferme rien ni d'arbitraire ni de particulier à la situation d'aucun peuple sur le globe ". Il fut également décidé que la nouvelle unité de mesure serait basée sur le quart du méridien terrestre et que l'on réaliserait la mesure d'un arc du méridien depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone. Pour cela, il était demandé au roi de se concerter avec l'Espagne pour permettre les mesures qui devraient être faites sur son territoire.

(1) Après le 14 juillet 1789, la France connut un régime de monarchie constitutionnelle dans laquelle le législatif était assuré par un parlement et l'exécutif par Louis XVI, roi des Français et non plus roi de France. Ayant trahi la confiance que continuaient de lui accorder les Français et s'étant enfui pour tenter de dresser les pays voisins contre la France, Louis XVI fut arrêté, emprisonné, jugé, condamné et finalement exécuté le 21 janvier 1793. La République fut instaurée le 21 septembre 1792.

(1)



PROCLAMATION DU ROI,

*Sur le Décret de l'Assemblée
Nationale, du 8 Mai 1790,
concernant les Poids & Mesures.*

Du 22 Août 1790.

VU par la Roi le Décret de l'Assemblée Nationale, du 8 Mai dernier, dont la teneur suit :

DÉCRET de l'Assemblée Nationale, du 8 Mai 1790.

L'Assemblée Nationale désirant faire jouir à jamais la France entière de l'avantage qui doit résulter de l'uniformité des poids & mesures, & voulant que les rapports des anciennes mesures avec les nouvelles soient clairement déterminés & facilement saisis, décrète

A

Figure 2 — Décret du 8 mai 1790

Les "observations et expériences à faire par les commissaires de l'Académie des Sciences" pour l'exécution de cette loi firent l'objet d'une proclamation du roi en date du 10 juin 1792 : Delambre et Méchain, membres de l'Académie des Sciences, étaient chargés de s'occuper spécialement de la "mesure géométrique des degrés du méridien depuis Dunkerque jusqu'à Perpignan et Barcelone". Les autorités des départements, villes et villages traversés par Delambre et Méchain étaient chargées d'apporter toute leur aide aux deux académiciens, "de leur procurer les moyens d'établir en tel lieu qu'ils jugeront nécessaire, des signaux, des mâts, des réverbères et des

échafauds même sur le faite et à l'extérieur des clochers, tours et châteaux, à la charge par eux en cas de quelque dommage de faire remettre à leurs frais les choses et lieux en leur premier état ; comme aussi de leur procurer à un prix convenu entre les municipalités et les dits commissaires les chevaux et voitures dont ils pourraient avoir besoin pour le transport de leurs instruments ainsi que les bois et matériaux nécessaires pour la construction des échafauds, et de pourvoir à ce que les dits commissaires ne soient point troublés dans leurs observations et à ce que les signaux, échafauds et autres ouvrages qu'ils auront fait construire ne soient ni endommagés, ni détruits ”.

Le 1er août 1793, la Convention Nationale (qui succéda à l'Assemblée Nationale) adopta un décret établissant l'uniformité et le système général des poids et mesures : la Convention se déclarait satisfaite des travaux déjà réalisés conformément à la loi de 1790 et instituait un nouveau système des poids et mesures avec le mètre comme unité de mesure linéaire (dix millionième partie du quart du méridien), la pinte ou décimètre cubique et le cade ou mètre cubique comme unités de mesures de capacité, le grave (poids du décimètre cubique d'eau) et le bar ou millier (poids du mètre cubique d'eau) comme unités de poids. Ce décret donnait les valeurs des nouvelles unités en unités anciennes et fixait au 1er juillet 1794 la date à partir de laquelle les dispositions du décret seraient obligatoires. Le décret fixait également, comme unité monétaire, le Franc d'argent : pièce d'argent pesant la centième partie du grave.

3. Les réglementations détaillées

Parallèlement ou après l'adoption de ces lois de base, l'Assemblée Nationale puis la Convention adoptèrent un grand nombre de règlements détaillés sur les poids et mesures. On notera en particulier :

- Décret du 8 décembre 1790 et loi du 15 décembre 1790 sur les nouvelles mesures pour grains (cette loi était accompagnée d'une lettre de Condorcet, Secrétaire de l'Académie des Sciences, et d'une instruction aux Directoires des 83 départements français, sur le recensement des mesures usuelles en vue de leur remplacement par de nouvelles mesures).
- Décret du 17 août 1793 ordonnant la "difformation" des poinçons en usage et leur remplacement par un nouveau poinçon, les deux lettres R et F entrelacées.
- Décret du premier jour du deuxième mois de l'an deuxième (1er brumaire an II ou 22 octobre 1793) (2) ordonnant la fabrication d'étalons prototypes des poids et mesures pour toute la République.
- Décret du 16 brumaire an II (6 novembre 1793) indiquant que les signes de la royauté ou de la féodalité sur les poids et mesures de la République pourront être conservés, attendu leur renouvellement prochain. (Il est à noter que, à peu près à la même période, un décret ordonnait de remplacer par un emblème républicain les fleurs de lys que l'on trouvait sur les bornes indiquant les distances sur les routes du pays).
- Décret du 28 frimaire an II (18 décembre 1793) sur la division des poids au-dessus du grave.
- Décret du 12 nivôse an II (1er janvier 1794) sur le calcul du tonnage des navires.
- Décret du 30 nivôse an II (19 janvier 1794) nommant la pinte "cadil" (ce n'est qu'un peu plus tard qu'on l'appela le litre).

(2) A partir de l'instauration de la République, un nouveau calendrier dit "républicain" fut instauré : l'année républicaine commençait à l'équinoxe d'automne, le 22 septembre, dénommé 1er vendémiaire. L'année comprenait 12 mois de 30 jours plus 5 jours complémentaires qui devaient être consacrés à la célébration des fêtes républicaines. Chaque mois était divisé en 3 semaines de 10 jours (décades).

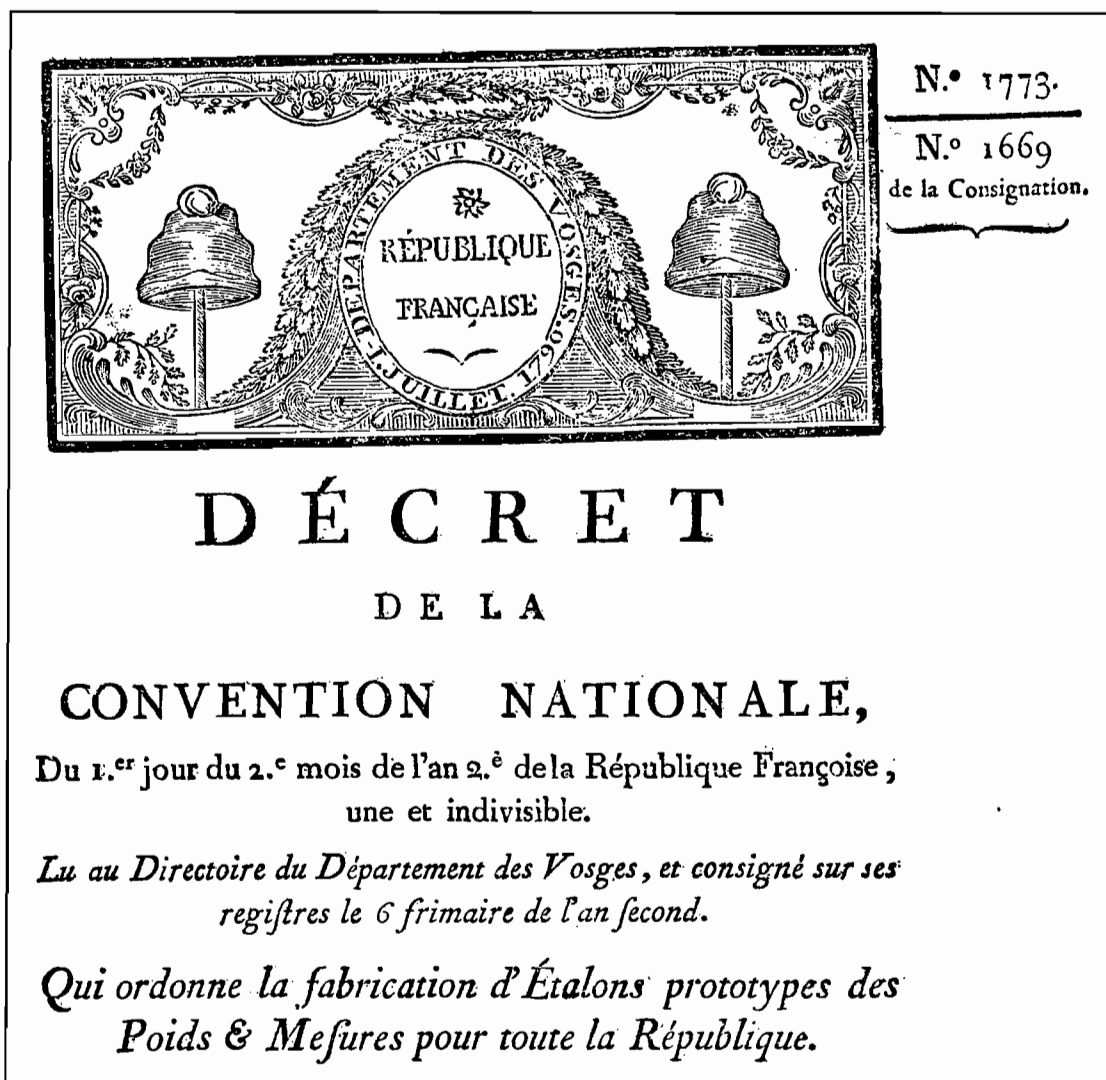


Figure 3 — Décret du 22 octobre 1793 publié dans le département des Vosges le 26 novembre 1793

- Décret du 21 pluviôse an II (9 février 1794) établissant un concours sur les moyens d'organiser les montres et pendules en divisions décimales.
- Loi du 13 vendémiaire an IV (5 octobre 1795) rendant obligatoire l'utilisation du mètre dans les travaux publics, à l'exception des travaux relatifs aux anciennes adjudications exprimées en toises ; cette même loi fixait les conditions de vérification, de poinçonnage et de fourniture (à un prix raisonnable) des nouvelles mesures.

Ces réglementations étaient complétées par des instructions ou des rapports en provenance de la Commission des poids et mesures, par exemple une instruction s'adressant aux artistes constructeurs de mesures de capacités fixant les dimensions des mesures pour liquides et pour grains, ou encore un rapport sur la vérification du mètre qui devait servir d'étalon provisoire en attendant la fin des mesures entreprises par Delambre et Méchain.

4. Dissémination et mise en application des règlements

Une fois adoptés par l'Assemblée Nationale ou la Convention, ces lois et règlements devaient être communiqués à toutes les autorités régionales et à tous les Français, en vue de leur mise en application.

Cela n'allait pas toujours sans mal ni sans délai. Les moyens d'impression et de communication étaient, à l'époque, encore nettement insuffisants et le télégraphe optique, que venait d'inventer Chappe, ne permettait pas encore de transmettre en deux ou trois heures, dans toute la France, les lois votées par l'Assemblée. Le plus souvent la loi devait être imprimée par une imprimerie officielle, royale, nationale ou républicaine, sise à Paris. Elle était ensuite expédiée dans tous les coins de France (3). Une fois arrivée dans le chef-lieu (ville principale) du département, la loi était le plus souvent réimprimée avant d'être distribuée à toutes les villes ou villages du département. Cette réimpression, malgré tous les soins apportés par les correcteurs, ne se faisait pas sans erreurs : ainsi le décret du 17 août 1793, mentionné ci-dessus, une fois republié à Marseille dans les Bouches-du-Rhône, le 8 septembre 1793, devint "décret du 17 août 1791" !

Certains départements cherchaient également à rendre la réglementation plus esthétique en décorant les textes par des vignettes qui, de nos jours, attirent l'attention des collectionneurs (figure 3).

L'envoi à toutes les villes et villages du département des décrets réimprimés sur place était accompagné de l'envoi d'affiches permettant l'information de tous les citoyens. Une de ces affiches, décrivant les poids et mesures qui seront fournis aux communes et mentionnant l'impôt extraordinaire que ces communes pourront lever pour couvrir leur coût, est reproduite en figure 4 ; elle avait été publiée à Digne, dans les Basses-Alpes, le 25 ventôse an X (17 mars 1802).

Il arrivait même que les textes de lois imprimés à Paris et expédiés sur tout le territoire français contiennent de telles erreurs que l'on doive les annuler et les remplacer par de nouvelles expéditions. La figure 5 reproduit un décret du 9 septembre 1793, qui précise que "l'expédition de la loi relative à l'uniformité des poids et mesures... est retirée à cause des fautes qu'elle contient et qu'elle sera réimprimée et renvoyée de nouveau".

5. Le retour en arrière

On se doute que la mise en application des décisions sur le nouveau système des poids et mesures se heurta à d'immenses difficultés, en particulier l'inertie des Français à l'encontre de tout ce qui change leurs habitudes (4).

En 1798, les Comités des poids et mesures des différents départements furent invités à établir des tableaux comparatifs donnant les valeurs des anciennes mesures par rapport aux mesures républicaines.

En 1804 ces rapports entre anciennes et nouvelles mesures furent officiellement publiés sous forme de réglementations.

En 1805, un nouvel effort réglementaire fut réalisé en vue d'établir l'uniformité des poids et mesures : visites périodiques aux administrés, saisie des anciens poids et mesures, confiscation des mauvaises mesures, fixation du poids du pain, enseignement du Système métrique.

(3) Le territoire français, après le 14 juillet 1789, fut divisé en 83 puis 86 unités territoriales appelées "départements". Cette division existe toujours actuellement.

(4) Cette inertie existe toujours. Il y a plus de 25 ans on changea l'unité monétaire française pour passer de l'ancien au nouveau franc (1 nouveau franc = 100 anciens francs). De nos jours encore une très large partie de la population française, encouragée par les journaux et la télévision, continuent de parler en anciens francs pour toutes les sommes importantes.

Egalité.



Liberté.

POIDS ET MESURES.

EXTRAIT DES REGISTRES DES ARRÊTÉS DE LA PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DES BASSES-ALPES.

LE PRÉFET du département des Basses-Alpes ;

Vu la loi du premier vendémiaire an 4 relative aux poids & mesures ;

Vu l'arrêté des Consuls du 13 brumaire an 9 qui fixe l'époque où les nouvelles mesures seront obligatoires dans toute la République au premier vendémiaire dernier ;

Vu les lettres du Ministre de l'intérieur des 17 & 27 frimaire aussi dernier ;

Considérant 1°. que pour remplir le but de la loi & de l'arrêté précités, il est indispensable que les communes soient approvisionnées des nouveaux poids & mesures pour leur servir d'étalon de comparaison & faciliter l'exécution du nouveau système décimal ;

2°. Que la plupart desdites communes sont dans l'impossibilité en raison de leur peu de ressource dans le produit de leurs centimes additionnels, de faire l'achat desdits poids & mesures ; que cette circonstance nécessite des mesures extraordinaires pour procurer les moyens de faire cette acquisition à celles qui n'en ont aucun.

ARRÊTE ce qui suit :

ARTICLE PREMIER.

Il sera fourni aux communes du département, par le citoyen Durand, soumissionnaire, les séries en poids & mesures ci-après désignées ;

S A V O I R :

Mesures de contenance.	Pour les liquides . . .	Décalitre. Litre ou Pinte. Demi-Litre. Double Décilitre. Demi Décilitre.
	Pour les matières sèches.	Double Décalitre. Décalitre ou Boisseau. Demi Décalitre. Double Litre. Litre.
Mesures de longueur.		Mètres.
POIDS, la série composée de		2 Kilogrammes.
		1 idem ou Livre.
		5 Hectogrammes.
		2 idem.
		1 idem ou Once.
		5 Décagrammes.
		2 idem.
		1 idem ou Gros.

II. Les conseils municipaux des communes dont les revenus sont insuffisants pour faire cet achat, sont autorisés d'imposer extraordinairement, sur leur commune respective, jusqu'à la concurrence de la somme à laquelle s'élèvera le montant desdites séries & de le faire acquitter par le percepteur, immédiatement après la remise desdits objets, sur le mandat qui sera délivré à cet effet.

Fait à Digne, à l'Hôtel de la Préfecture, le 25 ventôse, an 10 de la République française, une & indivisible. Le préfet, Signé L. TEXIER - OLIVIER ; par le Préfet, le secrétaire général de la préfecture, BARBIER.

Pour expédition conforme :

Le secrétaire-général de la Préfecture ;

BARBIER.

A Digne, chez les frères GUICHARD, Imprimeurs du Département des Basses-Alpes.

Figure 4

Envoyé Le 25.7.1793 N° 1049

D É C R E T

N° 1502.

D E L A

CONVENTION NATIONALE,

Du 9 Septembre 1793, l'an second de la république Française;
une & indivisible,

*Qui retire l'expédition de la Loi sur les Poids &
Mesures, envoyée dans les Départemens.*

LA CONVENTION NATIONALE décrète que l'expédition de la loi relative à l'uniformité des poids & mesures pour toute la république Française, envoyée dans les départemens, est retirée à cause des fautes qu'elle contient, & qu'elle fera réimprimée & renvoyée de nouveau.

Visé par l'inspecteur. Signé BLAUX.

Collationné à l'original, par nous président & secrétaires de la Convention nationale. A Paris, le 9 septembre 1793, l'an second de la république, une & indivisible. *Signé* BILLAUD-VARENNE, *président*; GARNIER (de Saintes) & S. P. LEJEUNE, *secrétaires*.

AU NOM DE LA RÉPUBLIQUE; le Conseil exécutif provisoire mande & ordonne à tous les Corps administratifs &

Figure 5

Malheureusement, l'Empereur Napoléon décidait d'un retour en arrière dramatique, en autorisant, parallèlement au Système métrique, l'utilisation des noms des anciennes mesures usuelles (aune, boisseau, etc.) pour représenter des mesures dont les valeurs étaient certes rattachées aux unités métriques, mais dont la sous-division (moitié, quart, huitième) ne suivait pas les règles fondamentales d'un système décimal.

A cause de ce retour en arrière, ce n'est qu'en 1840 que la réglementation française imposa enfin l'utilisation exclusive du Système métrique décimal. Auparavant plusieurs pays européens, avaient précédé la France sur le chemin de la métrication définitive.

LEGAL METROLOGY UNDER THE FRENCH REVOLUTION

by

Bernard ATHANÉ

1989... France celebrates the bicentenary of her Revolution. Among the numerous events to be commemorated (abolition of privileges, abolition of slavery, the Declaration of the Rights of Man...) we shall certainly recall to mind the creation of a new system of weights and measures — the Metric System.

Two hundred years ago France, like most other countries, was in a state of almost indescribable chaos in its system of units of measurement. Different units, usually with no link between them, were used for the measurement of the same quantity, according to the use to be made of them (the aune for the length of cloth, the toise for the lengths of buildings, the pinte for liquid capacity, the picotin for grain capacity, etc.) ; the livre, unit of mass, had different values in Paris, Bordeaux and Marseilles.

The founding of a system of weights and measures, to be the same throughout the country, was immediately recognised by the National Assembly as a powerful means for unifying the nation.

Moreover, in accord with the spirit of universality of eighteenth-century philosophy, the National Assembly wanted this new system of weights and measures to be adopted by all countries and to be of such perfection as to have eternal worth. "For all time, for all peoples" was the Assembly's guiding motto. The new system of weights and measures would have to be based on a unit having a universal character so that it could not be open to question by any people anywhere on earth, and so perfectly determined that it would remain valid in future times.

These ideas were proclaimed from the first months of the National Assembly's existence ; needless to say it took many years to put them into practice.

As OIML's role is to develop metrological regulations, we shall try to follow this long gestation of the Metric System through the medium of the acts and decrees which were successively passed by the various governments which ruled France from the 14th July 1789 to the first years of the Empire which Napoleon established in 1804.

1. The antecedents

Obviously French legal metrology does not date from the French Revolution ; for centuries the measuring instruments used in trade had been submitted to examination and were subject to taxation. Doubtless the great variety of measures gave beneficial work to the inspectors of weights and measures, who mainly acted as tax collectors (figure 1).

The debate in the National Assembly ended provisionally in a Decree passed on the 8th May 1790, followed by a royal proclamation dated the 22nd August 1790 (1) : "The National Assembly, desirous that the whole of France should enjoy the advantages which must result from a uniformity of weights and measures," ordered the regional authorities to send in patterns of the weights and measures in use,

(1) After the 14th July 1789 France was a constitutional monarchy in which there was a legislative parliament and in which Louis XVI, king of the French and not of France, enjoyed executive powers. When he betrayed the confidence which the French had continued to place in him and fled to try to raise the neighbouring states against France, Louis XVI was arrested, imprisoned, tried, condemned and finally executed on the 21st January 1793. The Republic was founded on the 21st September 1792.

and asked the king to invite his Britannic Majesty to cause the British parliament to cooperate with the National Assembly in establishing a natural unit of weights and measures, which would be based on the length of a pendulum ; the same decree also laid down various procedures by which the new system should be established.

2. The creation of the Metric System

In the absence of a positive reply from his Britannic Majesty and after lengthy discussion of the relative merits of the pendulum and the meridian as the basis of the new unit, the National Assembly passed, on the 26 March 1791, and the king promulgated on the 30th March 1791, an Act regulating how a uniformity of weights and measures should be established. Naturally this new law referred to the decree of 1790 and stipulated "that it is necessary to establish a natural and invariable unit of measurement, and that the only way in which this uniformity may extend to foreign countries and induce them to conform to a common measuring system is to choose a unit whose determination implies nothing that is arbitrary or special to any of the world's peoples." It was also decided that the new unit of measurement would be based on a quarter of the terrestrial meridian, and that the meridional arc between Dunkirk and Barcelona should be measured. The king was asked to reach an understanding with Spain so that the measurements that would have to be made on her territory might be accomplished.

The "observations and experiments required of the commissioners of the Academy of Science" for the execution of this law were the subject of a royal proclamation dated the 10th June, 1792. Delambre and Méchain, members of the Academy of Science, were especially charged with the "geometric measurement of the degrees of the meridian from Dunkirk to Perpignan and Barcelona". The authorities in the departments, towns and villages to be crossed by Delambre and Méchain were enjoined to give every assistance to the two academicians, "to obtain for them the means to establish, to the extent that it might be judged necessary, signals, masts, lamps and even scaffolding on the tops and the outside of campaniles, towers and chateaux, at their expense [and,] in the case of any damage being caused, to restore the sites and buildings, with the costs charged to their account, to the original condition ; also to procure, at a price to be agreed between the municipalities and the said commissioners, the horses and carriages that they might need to carry their instruments and the timber and materials necessary for the construction of scaffolding ; and to ensure that the said commissioners are not obstructed in their observations and that the signals, scaffolds and other structures that they build are neither damaged nor destroyed".

On the 1st August 1793 the National Convention, which succeeded the National Assembly, passed a decree establishing the uniformity of the general system of weights and measures ; the Convention expressed its satisfaction with what had already been done in conformity with the Act of 1790 and instituted a new system of weights and measures with the metre as the unit of length (a ten millionth part of the quarter meridian), the pinte or cubic decimetre and the cade or cubic metre as units of capacity, the grave (weight of a cubic decimetre of water) and the bar or millier (weight of a cubic metre of water) as units of weight. This decree gave the values of the new units in old units and fixed the 1st July 1794 as the date from which the provisions of the decree became mandatory. The decree also established the silver franc as the monetary unit — a silver piece weighing a hundredth of a grave.

3. The detailed regulations

Parallel with or after the passing of these basic acts the National Assembly, and after that the Convention, passed a large number of detailed regulations on weights and measures. Of particular note were :

— the decree of the 8th December 1790 and the Act of the 15th December 1790 on the new grain measures (this law was accompanied by a letter from Condorcet,

Secretary of the Academy of Science, and by an instruction to the directorates of the eighty-three French departments on the conduct of a census of the measures in use, with a view to their replacement by new measures] ;

- the decree of the 17th August 1793 ordering the "deformation" of the stamps in use and their replacement by a new stamp, a monogram of the letters R and F.
- the decree of the first day of the second month of Year Two (1st Brumaire, Year II or 22nd October 1793) (2) ordering the manufacture of prototype weights and measures for the whole Republic ;
- the decree of 16th Brumaire, Year II (6 November 1793) to say that royal or feudal emblems on the weights and measures of the Republic might be retained, pending their forthcoming replacement (but note that at about the same time a decree ordered the replacement of the fleurs de lys by republican emblems on the country's milestones) ;
- the decree of 28th Frimaire Year II (18th December 1793) on the division of weights above the grave ;
- the decree of the 12th Nivôse, Year II (1st January 1794) on the computation of vessels' tonnage ;
- the decree of the 30th Nivôse, Year II (19th January 1794) giving the pinte the name cadil (only a little later was it called the litre) ;
- the decree of the 21st Pluviose, Year II (9th February 1794) instituting a competition on how to devise watches and clocks showing decimal divisions ;
- the Act of the 13th Vendémiaire, Year IV (5th October 1795) making mandatory the use of the metre in public contracts, with the exception of earlier awards expressed in toises : this same law specified the conditions for the verification, stamping and supply (at a reasonable price) of the new measures.

These regulations were supplemented by instructions or reports from the Commission of Weights and Measures, for example instructions addressed to the skilled makers of capacity measures, specifying the dimensions of liquid measures and grain measures, or again a report on the verification of the metre to serve as a temporary standard pending the completion of the measurements undertaken by Delambre and Méchain.

4. Promulgation and application of the regulations

Once passed by the National Assembly or the Convention, the acts and regulations had to be communicated to all the regional authorities and to all French people to ensure that they were applied.

That was not done without mishap or delay. The techniques of printing and of communication of that time were quite inadequate, and the visual telegraph, which Chappe had just invented, was not yet able to transmit the laws passed by the Assembly throughout France in two or three hours. Usually the Act had to be printed by a royal, national or republican stationery office in Paris. It had then to be despatched to all the corners of France (3). Once delivered to the chef-lieu (principal town) of the department the Act was usually reprinted before distribution to all the towns and villages of the department. This reprinting, despite all the pains of the proof readers, was not without errors ; thus the decree of the 17th August 1793, mentioned above, once it was republished in Marseilles in the Bouches-du-Rhône on the 8th September 1793, became the "decree of the 17th August 1791" !

(2) From the inauguration of the Republic a new "Republican" calendar was instituted ; the Republican year began with the autumnal equinox, the 22nd September, called 1st Vendémiaire. The year consisted of twelve months of thirty days, plus five extra days which were to be devoted to the celebration of republican feasts. Each month was divided into three weeks (decades) of ten days.

(3) The territory of France, after 14th July 1789, was divided into eighty-three, then into eighty-six territorial units called "departments". This division persists to the present day.

Some departments also tried to improve the appearance of the regulations by decorating the texts with vignettes, which nowadays have an appeal for collectors (figure 3).

The despatch of locally-printed decrees to all the towns and villages of the department was accompanied by the distribution of posters to inform every citizen. One of these notices, describing the weights and measures which would be supplied to the communes and mentioning the special tax which the communes could levy to cover their costs, is reproduced in figure 4 ; it was published at Digne, in the Basses-Alpes, on the 25th Ventôse, Year X (17th March 1802).

There were even occasions when copies of acts printed in Paris and distributed throughout France contained errors of such importance that they had to be cancelled and replaced by new despatches. Figure 5 reproduces a decree dated the 9th September 1793 which says that "the copies of the Weights and Measures Act earlier distributed are withdrawn because of textual errors ; they will be reprinted and distributed anew".

5. Retrogressive movements

No doubt the application of the decisions about the new system of weights and measures came up against immense difficulties, particularly the Frenchman's inertia when confronted with anything that requires a change in his normal habits (4).

In 1798 all the departmental Committees of Weights and Measures were invited to draw up tables of comparisons between the values of the old measures and those of the new republican measures.

In 1804 these relationships between the old and new measures were published officially in the form of regulations.

In 1805 a new regulatory effort was made to establish the uniformity of weights and measures : periodic visits to users subject to control, seizure of old weights and measures, confiscation of defective measures, specification of the weights of loaves, education in the Metric System.

The Emperor Napoleon made the unfortunate decision to take a dramatic backward step in authorising the use, in parallel with the Metric System, of the names of the old common measures (aune, boisseau, etc.) of which the values were in exact ratio to the metric units, but of which the subdivisions (half, quarter, eighth) were not in accord with the fundamental rule of a decimal system.

Because of that backward step it was only in 1840 that French law finally required that the decimal Metric System be used exclusively. Earlier, a few European countries, had preceded France on the path to definite metrication.

(4) Such inertia persists to this day. Over twenty-five years ago the French currency unit was changed from the old franc to the new franc (1 new franc = 100 old francs). Even now a very large part of the French population, with the encouragement of the newspapers and television, continue to express all large sums in old francs.



LE CHEVALIER DELAMBRE,

(Jean-Baptiste, Joseph.)

*Chevalier de s.^t Michel et de la Légion d'honneur,
Membre du bureau des Longitudes, Professeur d'Astronomie au Collège de France, etc.*

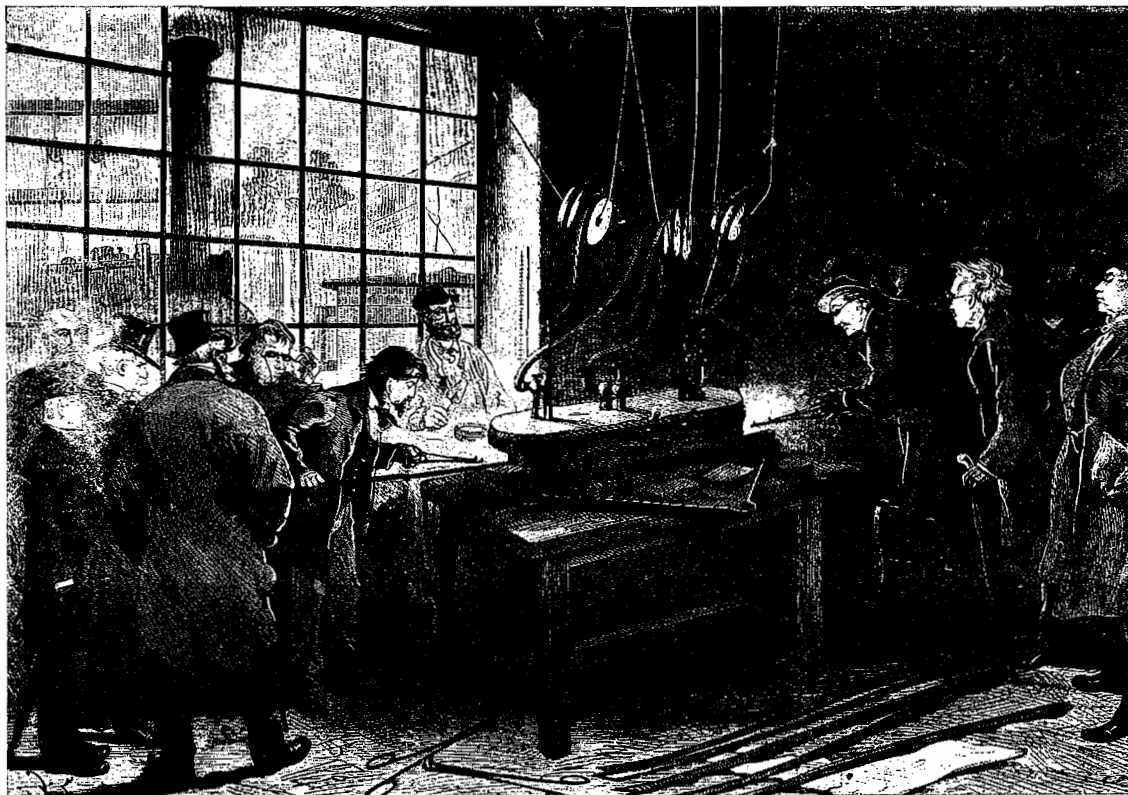
Jean Baptiste Joseph DELAMBRE was together with Pierre François André MECHAIN during the years 1792 to 1799 in charge of the measurement by optical triangulation of the distance between a selected point referred to sea level at Dunkirk in the north of France and another point also referred to sea level in Barcelona, Spain. This determination, combined with astronomical observations and by taking into account the then estimated amount of the flattening of the earth at the poles, was used as a basis for the adjustment of the Metre des Archives, in accordance with the idealistic intent of the decree of 26 March 1791, see the previous paper.

The Metre des Archives served as primary reference from 1799 until 1889 when the International Metre prototype was officially designated, see the following paper.

More recent geodetical measurements have shown that the International Metre, as well as the present definition of the Metric unit of length, is about 0.2 mm shorter than the ten millionth part of the quarter of the earth's meridian.

1889 - 1989

CENTENARY of NATIONAL METRIC STANDARDS



Though there had already been some successful attempts to spread the metric system outside France by the time of the French revolution it took about 100 years before the system could be applied internationally on a scientific basis.

The official designation of the prototypes of the metre and the kilogram took place, in fact, on 26 September 1889 in accordance with the "Convention du Mètre", which had been signed on 20 May 1875 thereby creating the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).

The International Metre and the International Kilogram were on 28 September 1889, together with their witness copies ("temoins"), placed in the lower vault of the laboratory building ("l'Observatoire") which had been built on the grounds of the Pavillon de Breteuil in Sevres.

Thirty copies of the metre and forty copies of the kilogram had also been manufactured, compared and given identification numbers; the countries which had signed the "Convention du Metre" had placed orders for these copies, to be used as national standards. The distribution of the copies was organised by drawing lots at the first Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM (General Conference of Weights and Measures), at the same session as that which sanctioned the international prototypes. The result of the lottery is shown in Fig. 1.

The years preceding this distribution of the national standards witnessed a high degree of intensive scientific research. It had thus been already decided in 1872,

PREMIÈRE CONFÉRENCE GÉNÉRALE

Liste des résultats du tirage au sort des Prototypes commandés.

PAYS.	MÈTRES A TRAITS				KILOGRAMMES.	
	en alliage du Comité.		en alliage de 1874.			
	Nombre	Numéros sortis.	Nombre	Numéros sortis.	Nombre	Numéros sortis.
1. Allemagne.....	1	18	»	»	1	22
2. Bavière.....	1	7	»	»	1	15
3. Autriche.....	2	15, 19	»	»	2	14, 33
4. Hongrie.....	1	14	»	»	1	16
5. Belgique.....	2	23, 12	1	1	2	28, 37
6. Observat. de Bruxelles	1	25	»	»	»	»
7. Danemark.....	»	»	1	3	1	27
8. Espagne.....	2	24, 17	»	»	2	24, 3
9. États-Unis.....	2	21, 27	1	12	2	4, 20
10. France.....	3	8, 20, 4	»	»	5	34, 35, 17, 13, 25
11. Grande-Bretagne....	1	16	»	»	1	18
12. Italie.....	2	9, 1	»	»	2	5, 19
13. Japon.....	1	22	»	»	1	6
14. Portugal.....	1	10	»	»	1	10
15. Russie.....	1	28	»	»	1	12
16. Acad. de Pétersbourg.	1	11	»	»	1	26
17. Serbie.....	1	30	»	»	1	11
18. Suède.....	1	29	»	»	1	40
19. Norvège.....	1	3	»	»	1	36
20. Suisse.....	1	2	»	»	1	38
21. Bureau international..	1	26	»	»	2	31, 9
Totaux.....	27		3		30	

Fig. 1 — Results of the lottery organised on 26 September 1889 for the distribution of the copies of the international metre and kilogram standards (From ref. 1)

before the signature of the Convention, that the new standards should be made from a platinum-10 % iridium alloy, and that the metre should be a line standard whereas the original "Metre des Archives" was an end standard in the form of a flat rectangular bar of platinum.

The choice of the new alloy had many advantages; its elastic characteristic is close to that of a good carbon steel and it has a fairly moderate coefficient of thermal expansion. Furthermore it has not yet been proved even to-day that this alloy, produced before 1879 at a time when metallurgy was much less developed, presents any dimensional changes beyond the limit of observation, which until recently was about 1 or 2 parts in 10^7 .

The choice and development of this excellent alloy was due to the French chemist Henri Sainte-Claire Deville (1814-1885). The first trials in producing these new standards were made at the Conservatoire National des Arts et Métiers in Paris in 1874 [see engraving above]. The alloy then produced is designated as "alliage de 1874" in Fig. 1. It was found, however, that this alloy was not of the purity required and finally the firm Johnson, Matthey and Co of London was commissioned to make the alloy and to fabricate the large number of bars and cylinders, which were subsequently finished and adjusted in France.

The particular cross-section of the Metre, calculated by Henri Tresca (1814-1885), was chosen so as to use as little material as possible for a maximum of rigidity (Fig. 2).

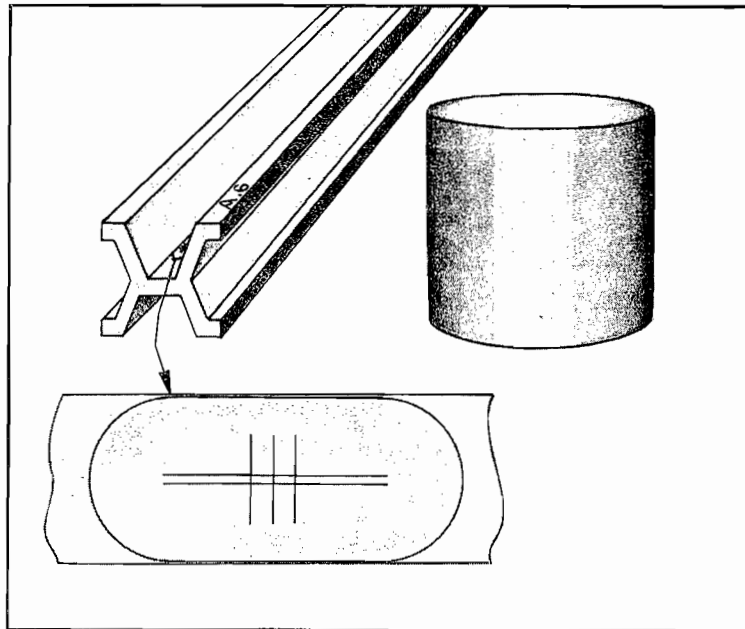


Fig. 2 — Sketch of the metric prototypes. The International Metre defined until 1960 the metric unit of length by the distance between the central transversal lines at each end of the bar at the temperature of 0 °C.

The International Kilogram which defines the unit of mass is a cylinder of platinum-10 % iridium alloy with height = diameter = 39 mm (From ref. 2).

When the metres and the kilograms had been manufactured, the lengthy task of making comparisons was begun at BIPM using specially constructed line comparators and balances. The length between two lines of the metre (see Fig. 2) was defined at 0 °C (the melting point of ice) ; however, the metres were compared at normal room temperatures and it was thus necessary to make measurements of thermal expansion and to define a temperature scale.

A considerable amount of work on difficult gas thermometry had consequently to be undertaken to establish the first accurate temperature scale against which mercury-in-glass thermometers could be calibrated. Each of the distributed national metre standards was accompanied by two such calibrated mercury-in-glass thermometers.

The International Metre and the International Kilogram were selected from the comparisons of the total number of standards produced in the years 1874 to 1888 so that their values were as close as possible to those of the original Metre and Kilogramme des Archives, which had been produced during the years following the French revolution.

The International Metre preserved at BIPM is nowadays, like the Metre des Archives kept at the Archives de France, more of historical interest as it has been superseded by the new definition of the metre based on the conventional value adopted for the velocity of electromagnetic waves, combined with the new definition of the second.

The various national copies of the metre continue, however, to constitute the basic reference for line standards in many countries, and can be compared indirectly to the new definition by BIPM, using its special combined line and end standards comparator.

The national kilograms are compared at more or less regular intervals at BIPM to the working standards and thus indirectly to the International Kilogram. The latter now remains the only international material standard constituting an unique piece, not yet replacable by other universal definitions offering a comparable stability and degree of measurement reproducibility [*].

A.T.

References

- [1] Comptes Rendus des Séances de la Première Conférence Générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1889.
- [2] H. Moreau : Le Système Métrique, Editions Chiron, Paris 1975.

The engraving above and on the cover page of this Bulletin showing the production of the platinum-iridium ingots was published in the French review L'illustration No. 1629, 16 May 1874.

[*] The "Kilogramme des Archives" was based on the universal definition that it should equal the mass of 1 dm³ of distilled water at + 4°C.

It was found later that the International Kilogram is in fact about 28 mg heavier than this idealistic definition, which however generally cannot be realized practically with an uncertainty lower than 5·10⁻⁶. National Kilogram standards present a stability between comparisons which usually is about hundred times better than this value.

THE YARD AND THE POUND : A SHORT HISTORY

by

Seton BENNETT

Deputy Director
National Weights & Measures Laboratory
Teddington

Origins

The origins of the pound and the yard are lost in the mists of history. There has been weights and measures law in England for more than a thousand years and Saxon legislation in the early eleventh century outlawed untrue weights and false measures. In 1215, a group of northern barons demanded the granting of a charter confirming the ancient liberties of the realm and on 15 June King John signed the Magna Carta. Among the detailed provisions of that charter appeared the following injunction :

" Let there be one measure of wine throughout our whole realm ; and one measure of ale ; and one measure of corn, to wit, "the London quarter" ; and one width of cloth (whether dyed, or russet, or halberget), to wit, two yards within the selvedges ; of weights also let it be as of measures " .

The units "yard" (Latin *ulna*) and "pound" (*libra*) were already in use by this time, with references to an iron yard appearing at the end of the twelfth century. It is in the succeeding centuries, however, that we can trace the history of the yard and the pound with the efforts made to define and disseminate them as standard units throughout the land. Succeeding kings issued laws requiring a single system of weights and measures, but it was not until 1824 that detailed legislation for "ascertaining and establishing uniformity of weights and measures" was introduced.

The yard

The origin of today's yard is alleged to have been measured by the arm of Henry I. This has been dismissed as improbable myth by many, but it would certainly not have been the first use of a monarch's body in this way, the French "*pied du roi*" having been based on the length of Charlemagne's foot. Whether or not it was derived from Henry's arm, the length of the yard was chosen so that $5 \frac{1}{2}$ yards made a rod, the basis of land measurement.

Records from the thirteenth century show that yard measures were in the custody of the cloth guilds and the oldest English yard measure is the silver yard in the possession of the Merchant Taylors' Company in London. This is thought to date from 1445, although it was probably adjusted at a later date. In 1895 its length was measured and found to be 36.001 inches.

Two other important yards survive from the fifteenth century, the better of which is known as the "Winchester" yard. This is a hexagonal bronze bar bearing at one end the letter "h", indicating that it was manufactured in the reign of Henry VII (Fig. 1). At the other end is an iron cap with the letter "E", suggesting that this standard was adjusted in the days of Queen Elizabeth I. The overall length of this yard was measured in 1927 as 0.004 inch short of 36 inches and the length is divided in a binary scale at 18, 9, $4 \frac{1}{2}$, $2 \frac{1}{4}$ and $1 \frac{1}{8}$ inches. A further yard from the same period is the "Exchequer" yard of 1497, which is in the Science

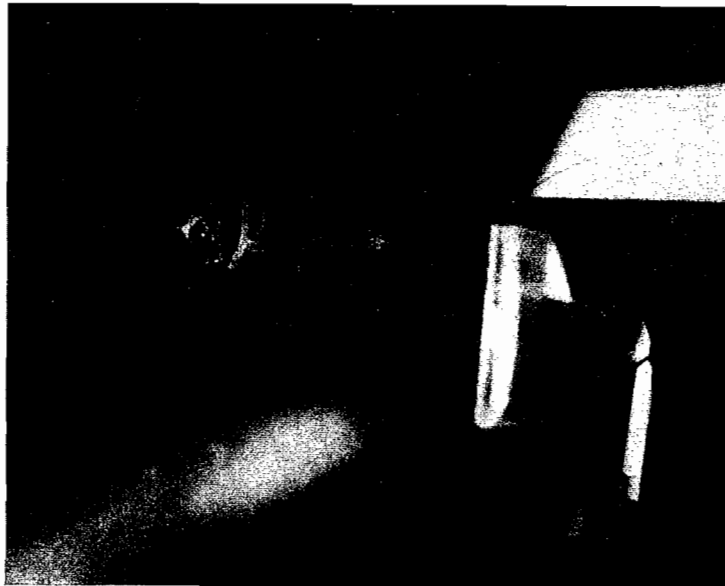


Fig. 1 — The Winchester yard dates from the reign of Henry VII and bears the letter "h". It is divided in a binary scale.

Museum in London. This is of brass, much more crudely made, and has a foot scale, divided into 12 inches in addition to the same binary scale.

During the following 300 years, further yard standards were manufactured and a number of these have survived until today. In 1742 George Graham, a Fellow of the Royal Society in London, carried out the first international intercomparison of length standards when he took to Paris two 42-inch brass rods on which he had marked off a length of one yard. In Paris, the same bars were marked with the length of the half-toise and on return to London, a comparison showed that the half-toise measured 38.355 inches.

The pound

This unit should not really be spoken of in the singular, as it is necessary to consider both the Troy pound and the Avoirdupois pound. The former, derived from the Roman libra, is divided into 12 ounces each containing 20 pennyweights or 480 Troy grains. Traditionally the weight of a grain of barley equals that of a Troy grain. The importance of the Troy pound lies in its links with the coinage. Thus although the number of pennies making up a pound weight of silver appears to have varied it seems probable that bullion, and particularly the king's revenue, was weighed on the basis of one Troy pound for each pound owing from 1066 onwards. The Troy pound is still used for dealing in bullion and precious metals.

Meanwhile, in the thirteenth century, an alternative pound appeared for commercial purposes (*libra mercatoria*). By the fifteenth century this had become the Avoirdupois pound of 16 ounces. At 7 000 grains, this pound is equal to slightly more than 1.215 Troy pounds of 5 760 grains.

Few weights remain from before the reign of King Edward III, although a lead weight of 6 1/4 lb in the London Science Museum possibly dates from Edward I. A unique set of weights has survived, however, from 1357 when an Act of Edward III required weights and balances to be sent to all the sherriffs of England. This set of weights (91 lb, 56 lb, 28 lb, 14 lb, and 7 lb Avoirdupois) is in the Winchester City Museum which also houses the Winchester yard (Fig. 2).



Fig. 2 — The City of Winchester's bronze Avoirdupois weights date from 1357. The weights are of 91 lb, 56 lb, 28 lb, 14 lb and 7 lb (2).

The 1824 Weights and Measures Act

Following a series of reports from a most distinguished Royal Commission (J. Banks, G. Clerk, D. Gilbert, W.H. Wollaston, T. Young and H. Kater), the parliamentary Select Committee on Weights and Measures reported in 1821. The recommendations of this Committee formed the basis of the 1824 Weights and Measures Act.

This Act defined the Imperial Standard Yard as the "distance between the centres of the two points in the gold studs in the straight brass rod, now in the custody of the Clerk of the House of Commons, whereon the words and figures "Standard Yard 1760" are engraved". Similarly, a brass Troy pound made by Harris in 1758 was specified to be the Imperial Standard Troy Pound and this was also placed in the custody of the Clerk of the House of Commons.

The Royal Society Commissioners were men of science who appreciated the shortcomings of bronze bars and brass weights as standards of length and mass. They therefore considered whether alternative definitions of the yard and the pound, based on the length of a pendulum and the mass of a known volume of water respectively, could replace the 1760 yard and Harris's Troy pound. Their deliberations led to the inclusion in the 1824 Act of precise instructions for restoring the standards, should they be destroyed, defaced or otherwise injured, by reference to some invariable natural standards.

In the case of the Imperial Standard Yard it had been ascertained that the said Yard, "when compared with a pendulum vibrating seconds of mean time in the latitude of London, in a vacuum at the level of the sea, is in the proportion of thirty

six inches to thirty nine inches and one thousand three hundred and ninety three ten thousandth parts of an inch". Likewise, the Standard Troy Pound was to be restored thus :

"And whereas it has been ascertained, by the Commissioners appointed by his Majesty to inquire into the subjects of weights and measures, that a cubic inch of distilled water, weighed in air by brass weights at the temperature of sixty two degrees of Fahrenheit's thermometer, the barometer being at thirty inches, is equal to two hundred and fifty two grains and four hundred and fifty eight thousandth parts of a grain, of which, as aforesaid, the Imperial Standard Troy Pound contains five thousand seven hundred and sixty."

Fire !

On the 16th October 1834, the Houses of Parliament were destroyed by fire. The Troy Pound was never recovered from the ruins of the House of Commons and the Imperial Standard Yard was damaged beyond use, having lost one of its two gold inserts which bore the defining points.

Following the Fire, a Treasury Commission was set up, under the chairmanship of Sir George Airy, the Astronomer Royal, to recommend the best course for restoring the standard weight and measure. It quickly became apparent to this Commission, however, that the instructions of the 1824 Act were totally inadequate. Errors and shortcomings had been demonstrated in almost every aspect of the reduction of the pendulum measurements to the stated conditions, and determination of the density of water in England, France, Austria, Sweden and Russia had shown a spread of 1 part in 1200. The Commission therefore recommended the repealing of the Act and the manufacture of a new set of standards to be calibrated by reference to existing pounds and yards which were known to have been previously compared with the lost Imperial Standards.

The task of restoring the yard was entrusted to the Astronomer Royal, while the responsibility for the pound was given to W.H. Miller, Professor of Mineralogy at Cambridge. The work took 12 years and accounts of the process occupy 276 pages of Philosophical Transactions. The results of these labours were incorporated in a new "Act for legalizing and preserving the restored Standards of Weights and Measures" which received the royal assent on 30 July 1855.

This described the new No. 1 Standard Yard and Parliamentary Standard Pound, which had been placed in the Office of the Exchequer at Westminster (and are now preserved at the National Physical Laboratory) as well as several copies, deposited at the Royal Mint, the Royal Society and the Royal Observatory. A further copy of each standard was immured in the wall of the New Palace of Westminster.

There was no mention of a natural procedure for restoring the standards in the new Act which was at pains to point out that "by the Research of scientific Men Doubts were thrown on the Accuracy of the Methods provided by the (former) Act for the Restoration of the said Standards". Instead, a simple procedure for restoration was given :

"If at any Time hereafter the said Imperial Standard Yard and Standard Pound Avoirdupois respectively, or either of them, be lost, or in any Manner destroyed, defaced, or otherwise injured, the Commissioners of Her Majesty's Treasury may cause the same to be restored by Reference to or Adoption of any of the Copies so deposited as aforesaid, or such of them as may remain available for that Purpose."

The new Parliamentary Standard Pound was an Avoirdupois pound in the form of a platinum cylinder nearly 1.35 inch (34.3 mm) in height and 1.15 inch (29.2 mm) in diameter with a groove around it about 0.34 inch (8.6 mm) below the top for the insertion of the ivory fork by which it was to be lifted (Fig. 3). This pound was marked "P.S. 1844 1 lb" and a new Weights and Measures Act, in 1855, identified it as the only standard measure of weight, the Troy pound being defined as



Fig. 3 — The Parliamentary Standard Pound and four copies were manufactured in 1844 following the destruction of the 1758 brass Troy pound in the fire of 1834.

5 760 grains each equal to one seven thousandth part of the Standard Pound. A further Act, in 1878, required all transactions, except those in gold and silver, to be in terms of the avoirdupois pound and it is this unit which remains in use today.

The No. 1 Standard Yard, with its 4 copies (a fifth was manufactured in 1878), was designed and constructed by F. Baily, who chose a bronze, known as Baily's metal, which consisted of 16 parts copper, 2 ½ parts tin and one part zinc. The standards were in the form of 1-inch square bars, 38 inches long and Baily devised a design which involved inserting gold plugs in holes bored in the bars so that the surfaces of the plugs were in the neutral plane (Fig. 4). Baily died in August 1844, and the detailed painstaking work of intercomparing the new standards was undertaken by the Reverend R. Sheepshanks despite his own failing health. He died the day before the 1855 Weights and Measures Act received the Royal Assent and his memorial faces Newton's statue in the chapel of Trinity College, Cambridge. He was described by Airy as "a man whose equal, in talent and perseverance, in disinterestedness, in love of justice and truth, I have scarcely known".

The twentieth century

Regular measurements at the National Physical Laboratory soon showed that the Imperial Standard Yard was not stable. By 1932 it was suspected that the bronze bars were shrinking and subsequent measurements showed a steady reduction in length of 2.6 parts per million between 1895 and 1963. Meanwhile the American yard had been linked to the metre since 1866, when an Act of Congress approved the relationship 1 metre = 39.37 inches, making an inch equal to 25.400051 mm. Discussion in the 1950s led to a joint declaration in 1959 by the Directors of certain Standards Laboratories in the British Commonwealth and the American National Bureau of Standards, accepting an international value for the yard midway between the British and American yards. This corresponded to an inch of exactly 25.4 mm.

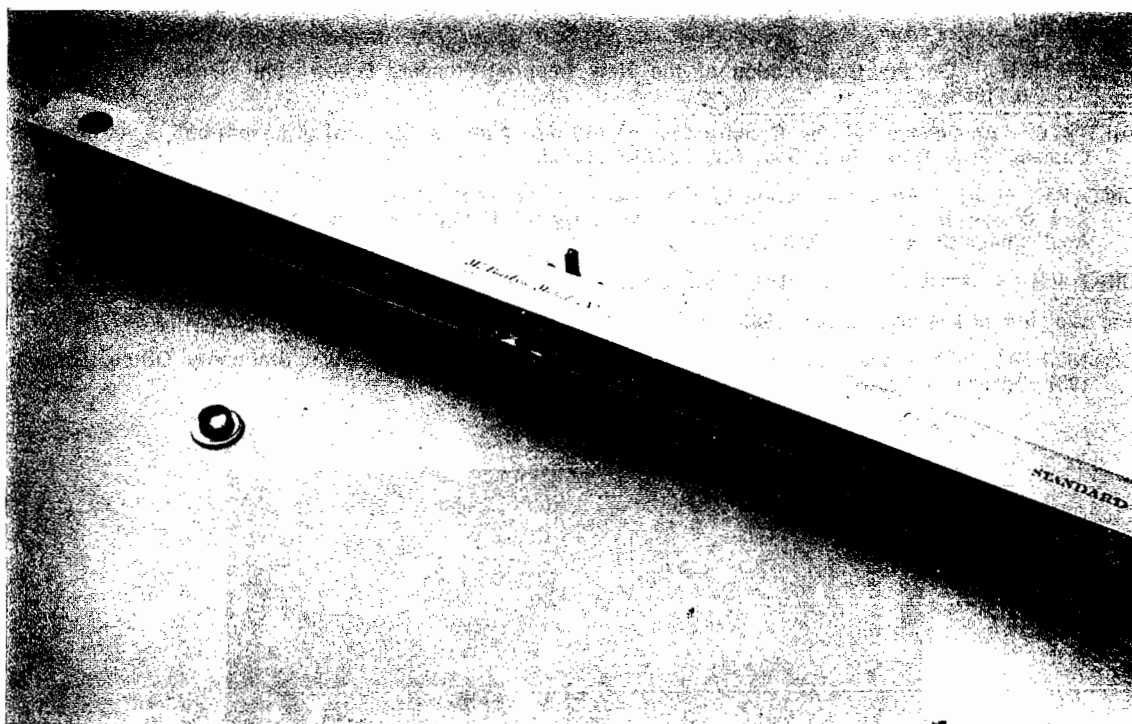


Fig. 4 — The Imperial Standard Yard is one of 40 cast in an alloy of copper tin and zinc, known as Mr Bailey's metal no. 1.

In Britain this was recognised in the 1963 Weights and Measures Act which fixed the yard at the internationally agreed value of 0.9144 m although still requiring the maintenance of the Imperial Standard Yard and its copies.

During the same period, the relationship of the pound to the kilogram was also being investigated in England and in the United States where the declared value of the Avoirdupois pound was 0.4535924227 kg. The difference was about 1 part in 5 million, and agreement was once again reached on a value for the pound midway between the US and British values. The 1963 Weights and Measures Act which fixed the value of the yard also defined the pound as 0.45359237 kg. Calls for the replacing of all the Imperial units with the units of the metric system were meanwhile increasing.

Metrication

The use of metric units for trade has been lawful in Britain since 1897. Progress to metrication has been slow, however, in spite of the activities of the Metrication Board in the 1970s. The intention was to ensure that industry would be mostly metric by 1975. Although metrication was achieved in many parts of industry it soon became clear that substantial economic and social barriers to total metrication remained and the pound and the yard continue in use.

The 1980 European Directive, 80/181/EEC, defines the legal units for use within the European Community, specifying the kilogram and the metre for mass and length measurement. The continued use of the pound and the yard is permitted in the UK and Ireland until a date to be set before the end of 1989. Proposals currently under discussion would end virtually all use of Imperial units by the end of 1999. With the possible exception of the mile for road use, the only Imperial unit in general use in the 21st century will be the pint — but that is another story !

Bibliography

MILLER W.H. "On the Construction of the New Imperial Standard Pound" Phil. Trans. Roy Soc. **146**, 753-946 (1856).

AIRY G.B. "An account of the Construction of the New National Standard of Length and of its Principal Copies" Phil. Trans. Roy. Soc. **147**, 621-684 (1857).

BIGG P.H. ET AL. "Re-determination of the values of the Imperial Standard Pound and of its parliamentary copies in terms of the international kilogram during the years 1960 and 1961" Brit. Jnl. Appl. Phys. **13**, 456-461 (1962).

BIGG P.H. & ANDERTON P. "The Yard Unit of Length" Nature **200**, 730-732 (1963).

The Weights and Measures Act 1985. Her Majesty's Stationery Office, London. ISBN 0 10 547285 9.

CONNOR R.D. "The Weights and Measures of England". Her Majesty's Stationery Office, London. 1987. ISBN 0 11 290435 1.



This engraving reproduced from the book by R.D. Connor: "The Weights and Measures of England" shows the importance of legal metrology in ancient times: King Henry VII presiding over a trial of weights and measures. Unjust measures are being burned in the right foreground (From Harleian manuscript, British Museum, MS 698 f 64-5) 1496.

INTERNATIONAL COMPARISONS OF STANDARDS 1820-1850

by
Ake THULIN

A number of countries had attempted to unify their systems of weights and measures long before the metric system became fully international by the signature of the Meter Convention in 1875.

In creating new national measurement standards of higher accuracy there were, in the period with which this paper is concerned, basically two international physical references: the standard yard, deposited in the House of Commons in London in 1760, and the end standard of the Metre, deposited in the Archives of the Republic in Paris in 1799.

The national standards for mass in several countries were originally defined from the length standard by weighing a given volume of distilled water.

The creation of the metric system during the French revolution was the impulse for a considerable amount of metrological work in a number of countries, with the purpose of ascertaining and preserving values and improving the national reference standards. Measurements of length standards in terms of the frequency of oscillation of a pendulum were thus, for example, made in London, Stockholm and Berlin; and determinations of the various mass standards in terms of the mass of a defined volume of distilled water were undertaken in Stockholm, Vienna, Altona, Copenhagen, etc.

In spite of all these determinations the main effort was concentrated on obtaining and preserving high accuracy in the national standards rather than on reaching internationally identical units. In fact, several of the national metrology commissions considered that any important change in the magnitudes or names of the traditional units was at that time completely impossible.

Reference tables of weights and measures

Trade between countries, and even between localities within a country, required the conversion of weight, measure and money, the value of the latter frequently being tied to the weight of certain metals. A number of privately published conversion tables were currently used for this purpose, but few, if any, gave information as to the origin of the stated values.

Before 1800 there were, in fact, very few conversion factors officially endorsed by governments.

In Great Britain and the English-speaking world it became customary to use, in trade, conversion factors published in the *Universal Cambist*, edited by Patrick Kelly [1]. The first edition, issued in 1811, was based mainly on earlier publications, in particular J.E. Kruse's "*Allgemeiner und besonders Hamburgischer Contorist*", which had been first published in 1753.

The British intercomparison of standards, 1820

Kelly was aware of that there could, in his first tables, be considerable deviations from the actual values of weights and measures used in some places, and he persuaded the British Government to undertake an intercomparison of certified standards from various countries obtained through British Consuls abroad.

The weights were compared at the Royal Mint on a balance made in 1758 by the instrument maker John Bird and which was claimed to weigh a pound to an

accuracy of $4 \cdot 10^{-6}$. The linear measures were compared by Edward Troughton, another instrument maker, and Fellow of the Royal Society.

The results of these intercomparisons were published in 1821 in the second edition of the *Universal Cambist*, which seems to have been among the most frequently used reference tables for many years, and at least until the new Imperial standards of the pound and the yard came into effect in 1855.

The new standards were constructed under the leadership of the Astronomer Royal G.B. Airy to replace the national standards of the pound and the yard which were destroyed during the fire at the House of Commons in 1834.

Copies of these new imperial standards were sent to many countries all over the world which was another attempt at unification which, like the metric system, was intended to obviate the use of conversion tables.

The Russian intercomparison of standards, 1830-1841

The Russian national weights and measures had been based on the British standards since the time of Peter the Great.

This was reconfirmed in an Imperial decree (*oukaze*) of 11 October 1835, which stated that the basic unit of length, the *sagene*, was defined as 7 English foot = 3 *archines*, each *archine* being divided into 28 inches (or 16 *verchocs*). The Russian inch was thus in principle identical to the English inch.

The definition of the Russian standard of mass is, in this *oukaze* stated, to be equal to the mass of 25.019 cubic inch (*) of water at the temperature of $13 \frac{1}{3}$ degree Réaumur (= 16.66°C) or exactly equal to the mass of the Russian pound standard deposited at the Mint in St Petersburg in 1747.

The *oukaze* refers to work made by a special Commission appointed to establish weights and measures. This work was published in French under the direction of A. Th. Kupffer [2] in 1841.

In addition to the supervision of the manufacture of new standards for scientific and administrative uses, the work of the Commission was for a large part devoted to the intercomparison of foreign standards with the new standards designed by the Commission.

Kupffer refers in the introduction to the first volume to the British inter-comparisons of 1820; however he justifies the new Russian intercomparisons by the fact that much progress had been made since that time in scientific observations and in the construction of length comparators and balances.

The Russian mass standard and the foreign mass standards that had been collected were compared on two balances, one for high capacity constructed by Berge in London and the other, for loads less than 600 g, constructed by Girgensohn in the workshop of the Academy of Sciences in Leningrad.

The sensitivity of the latter balance seems to have been such that mass differences of the order of 0.1 mg could easily be detected. Furthermore the Russian scientists used the transposition method of weighing, which doubles the sensitivity.

The fundamental reference for the length units was a standard yard supplied with its own measuring microscope assembly, which had been constructed and calibrated in Great Britain to the Imperial standard yard by Captain Henry Kater.

This new Russian yard was compared to a specially made divided line measure constructed by Girgensohn using a comparator equipped with measuring microscopes which allowed measurements down to 1 μm on high quality line standards. Taking

(*) Which represents 25 cubic inches at the temperature of 3.12 degree Réaumur (= 3.9°C) at which water was considered to have its maximum density.

into account residual errors in the corrections of the divisions of the Girgensohn scale it seems, from studying the publication by Kupffer, that a global accuracy slightly better than 10 μm could be obtained on standards having sufficiently fine lines.

A few of the foreign length standards were end standards. In that case two cylindrical rods, each comprising a transversal line and having slightly convex surfaces, were pressed by springs on each end of the standard to be measured. The additional length introduced by these rods was measured by taking away the end standard and bringing the rods in contact with each other.

This brief account of the characteristics of the equipment used in this comparison gives only a glimpse of all the scientific activities described in the work by Kupffer.

The decision to compare foreign standards to the Russian standards was in fact taken prior to 1830 and was due to the Minister of Finance, the Count Cancr ne. The standards from various countries were collected through diplomatic missions and Russian consulates.

The standards were accompanied by official justifications or certificates and, in several cases, also by extracts of laws, descriptions and sometimes lengthy reports from scientific commissions.

All this documentation is included in the first volume of the work of Kupffer and provides an interesting introduction to the various systems of weights and measures, mainly in Europe, at that time.

The second volume contains a long description of the determination of the mass of one cubic inch of water, and descriptions of the balances, comparators and standards specially manufactured, as well as the reports on the most important comparisons of standards. The third volume contains illustrations of the standards and of the measuring instruments used.

The first volume also contains numerous conversion tables based on the final results of the intercomparisons. These tables give the Russian equivalents of foreign units. If it is assumed that the tables concerning French standards represent with reasonable accuracy the metric equivalents of Russian units one may calculate the metric equivalents of the other units involved in the comparisons. We have made this calculation for a few of the compared mass standards and included them in Table 1. Metric equivalencies as indicated in official decrees are also shown in several cases in this table.

The French international exchange of standards 1841

Earlier traditions made difficult the acceptance of the metric system and it was not until 1840 (law of 4 July 1837) that it could be effectively implemented in its country of origin, thereby making obsolete most old denominations, though some are still currently used in market places, but as fractions of metric units such as the livre (0.5 kg) and the quart (0.125 kg).

In 1841 the French government suggested to a number of Governments an exchange of collections of standards of length, mass and volume [3].

Eighteen countries took part in this exchange between 1844 and 1848. In addition, the official laboratory, Conservatoire National des Arts et Métiers, distributed collections of metric standards to eight other countries, including Great Britain.

Only a part of these countries were in a position to send representative copies of their own standards in exchange, and the author is not aware of any officially published tables of conversion based on comparisons made at the Conservatoire of these standards.

Table 1 — Metric equivalencies of some units of mass in use by 1830 as indirectly deduced from the Russian intercomparison of standards

Country or City	Main official unit	Computed metric equivalent in grams
Russia	1 pound = 96 solotnik = 9 216 doli	409.517 3 (*)
Great Britain	1 pound avoirdupois official equivalency 1963	453.595 453.592 37
Austria	1 pfund = 32 loths official equivalency 1871	560.026 560.060
Bavaria (Munich)	1 pfund = 32 loths as per decree of 28-02-1809	559.979 560
Bremen	1 pfund = 32 loths as per decree of 10-11-1818	498.585 498.5
Lübeck	1 pfund = 32 loths as determined by Schumacher, Altona, May 1828	484.716 484.722
Nuremberg	1 pfund = 32 loths	510.233
Prussia (Berlin)	1 pfund = 32 loths report by Berlin Academy, 1825	467.709 467.711
Saxonia (Leipzig)	1 pfund = 32 loths	467.148
Wurtemberg (Stuttgart)	1 pfund = 32 loths	467.744
Milano	1 libbra piccola	327.016
Naples	1 libbra official equivalency 19-05-1811	320.697 320.759
Piemonte (Turin)	1 libbra report by Turin Academy 19-05-1816	368.880 368.880
Roma	1 libbra	339.159
Toscana (Florence)	1 libbra	339.586
Venise	1 libbra sottile veneta	301.286
Poland	1 pound = 32 loths official equivalency 1830	405.239 405.504
Sweden	1 skalpund official equivalency 1878	425.088 425.076

(*) From comparisons with standards supplied by France.

A collection of the various standards of mass thus received by France can however be seen to-day at the Musée National des Techniques of the Conservatoire National des Arts et Métiers, which still houses the primary laboratories of mass and length of France.

Conclusions

The reports of the above mentioned exchanges and intercomparisons of standards before the effective implementation of the international metric system enable us to appreciate the level of practical and scientific metrology during the period 1820-1850.

The comparisons of the standards in the national laboratories were often surprisingly accurate.

But those copies of national standards sent through the diplomatic missions, how representative were they of the weights or measures actually used in the country's trading activities? Many of the accompanying official statements simply say that the samples were "correct" without any statement of possible uncertainty.

References

- [1] D. Vaughan : Patrick Kelly and the Universal Cambist, *Acta Metrologiae Historicae*, 3e Congrès International de la Métrologie Historique, Linz 1983, p. 73-76.
- [2] A. Th. Kupffer : *Travaux de la Commission pour fixer les poids et mesures de l'Empire de Russie*, St Petersburg 1841.
- [3] *Le Système Métrique décimal, sa création en France, son évolution, ses progrès*, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie, Gauthier-Villars, Editeurs, Paris 1930, p. 72-73.

LITTERATURE SUR LA METROLOGIE HISTORIQUE

La littérature dans le domaine de la métrologie historique est abondante et souvent publiée sous forme de comptes rendus des congrès ou colloques nationaux et internationaux. Signalons que deux de ces congrès auront lieu cette année : l'Union Internationale d'Histoire et de Philosophie des Sciences (IUHPS) tiendra son 18e congrès à Munich du 1er au 9 août sur le thème de la métrologie légale : "L'Etat et les poids et mesures" et le Comité International pour la Métrologie Historique (CIMH) tiendra son 5e congrès à Linz, Autriche du 29 septembre au 1er octobre.

Le Bulletin No. 3 du CIMH nous informe que les Actes de son 4e congrès à Linz en 1986 paraîtront en 1989. On signale également la parution des ouvrages suivants :

- Metrologische Strukturen und die Entwicklung des alten Mass-Systeme (Structures métrologiques et développement des anciens systèmes de mesure) constituant les Actes d'un Symposium tenu à Stuttgart en 1985, 214 p., édité sous la direction de H. Witthöft, J.C. Hocquet et I. Kiss par la société Scripta Mercaturae Verlag, R.F.A., 1988
- The Weights and Measures of England, par R.D. Connor, 422 pages, édité sous les auspices du Science Museum et publié par Her Majesty's Stationery Office en 1987.
Cet important ouvrage de référence, dont un exemplaire a dernièrement été présenté au BIML par le National Weights and Measures Laboratory, est d'une lecture facile et passionnante. Il renseigne en particulier sur l'origine de celles des mesures anglo-saxonnes qui ont des noms des parties du corps humain mais également sur l'origine de la livre, des poids monétaires, des mesures agraires et des mesures de capacité. Un important chapitre est consacré aux étalons à travers les âges et deux autres relatent les efforts faits au Royaume-Uni en vue de la conversion au système métrique.
- En France, la publication "Cahiers de Métrologie", dirigée par B. Garnier et J.C. Hocquet, est désormais mise en vente. Le N° 6 (1988) coûte 60 F et peut être obtenu en s'adressant au secrétaire général du CIMH : Jean-Claude Hocquet, 34, allée de la Comédie, 59650 Villeneuve d'Ascq, France.

Les expositions à Paris, signalées à la deuxième page de ce Bulletin, ont donné lieu à deux publications de vulgarisation mais néanmoins très intéressantes du point de vue documentaire et très bien illustrées :

- "Les savants en révolution" par Nicole Dhombre, coédition Cité des Sciences et de l'Industrie et Calmann-Levy, Paris, 1989, disponible en librairie.
- "Les Arts et Métiers en Révolution : l'Aventure du Mètre", 100 pages, 1989, CNAM - Musée National des Techniques, 270, rue Saint-Martin, 75003 Paris.

La Physikalisch-Technische Bundesanstalt, R.F.A. a récemment publié une brochure de 40 pages sur le développement des unités de base du système SI aussi bien du point de vue historique que scientifique :

PTB - Die SI-Basiseinheiten, Definition, Entwicklung, Realisierung.

Notre membre du CIMH pour la Suède, M. le Professeur Rolf Ohlson, est l'auteur d'un livre publié très récemment sur un système de mesures décimal qui fut en quelque sorte un pré-curseur du système métrique en Suède et proposé par un savant et poète du 17e siècle, Georg Stiernhielm : "Fran Stiernhielms Carl-Staf till metern" Statens provningsanstalt et Norma Bokförlag, Borås 1989.

L'inauguration du Centro Español de Metrologia à Tres Cantos, près de Madrid, a donné lieu à une réimpression par l'Instituto Geografico Nacional d'une brochure éditée en 1886 et donnant les équivalences en unités métriques légales des différentes unités de poids et mesures utilisées jusqu'alors dans diverses provinces d'Espagne.

LITERATURE ON HISTORICAL METROLOGY

The literature in the field of historical metrology is abundant and frequently published in the form of proceedings of national or international conferences or symposia. Two of these international events will take place this year: the International Union of History and Philosophy of Sciences (IUHPS) holds its 18th Congress in Munich, 1-9 August, on the subject of legal metrology: "The State and Weights and Measures" and the International Committee for Historical Metrology (CIMH) has its 5th Congress in Linz, Austria from 29 September to 1 October.

The CIMH Bulletin No. 3 has informed us that the collection of papers presented at its 4th Congress in Linz in 1986 will be published during 1989. It also announces the issue of the following publications:

- Metrologische Strukturen und die Entwicklung des alten Mass-systeme (Metrological structures and development of old systems of measurement) constituting the Acts of a Symposium held in Stuttgart in 1985, 214 p. edited by H. Witthöft, J.C. Hocquet and I. Kiss and published by Scripta Mercaturae Verlag, F.R.G., 1988.

- The Weights and Measures of England by R.D. Connor, 422 pages published by the Science Museum and Her Majesty's Stationery Office, 1987.

This important book containing extensive references of which a copy was recently donated to BIML by the National Weights and Measures Laboratory, is pleasant to read and extremely interesting. A large part is devoted to the origin of measures which are named after parts of the human body followed by the basis for early currency and origin of commercial weight, measures of capacity, the assize of bread and ale etc. An important chapter describes the evolution of the physical standards through the ages and two other chapters relate the efforts made in the U.K. for converting to the metric system.

- In France the publication "Cahiers de Métrologie" edited by B. Garnier and J.C. Hocquet is now commercially available. Contact the general secretary of CIMH: Jean-Claude Hocquet, 34, allée de la Comédie, 59650 Villeneuve d'Ascq, France.

Two very well illustrated books of general interest have been published in France in connection with the exhibitions mentioned on the second page of this Bulletin:

- "Les savants en révolution" by Nicole Dhombre, coedition Cité des Sciences et de l'Industrie et Calmann-Lévy, Paris, 1989 available in library.
- "Les Arts et Métiers en Révolution: l'Aventure du Mètre", 100 pages, 1989, CNAM - Musée National des Techniques, 270, rue St Martin, 75003 Paris.

The Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Fed. Rep. of Germany has recently published a brochure of 40 pages on the SI-units treating both the historical and the present scientific aspects:

PTB - Die SI-Basiseinheiten, Definition, Entwicklung, Realisierung.

The CIML member of Sweden, Professor Rolf Ohlson, is the author of a book recently published on a decimal system of measures which in a way was a predecessor of the metric system in Sweden and was proposed by the 17th century scientist and poet Georg Stiernhielm: "Fran Stiernhielms Carl-Staf till metern" Statens provningsanstalt et Norma Bokförlag, Borås 1989.

The inauguration of the Centro Español de Metrología at Tres Cantos near Madrid was an opportunity for the reprinting by Instituto Geográfico Nacional of a brochure published in 1886 stating the official equivalences in legal metric units of units previously used in various provinces of Spain.

REUNIONS OIML

	Groupes de travail	Dates	Lieux
SP 27 et ses Sr	Principes généraux de l'utilisation des matériaux de référence en métrologie légale	oct. 1989 (provisoire)	SVERDLOVSK URSS
SP 5D-Sr 7	Méthodes et dispositifs de vérification des instruments de mesure de liquides	6-10 nov. 1989	TSUKUBA JAPON
SP 5D-Sr 9	Compteurs vortex		
SP 12-Sr 7	Thermomètres médicaux	8-11 mai 1990	R.F. d'ALLEMAGNE

24e Réunion du CIML	27-29 sept. 1989	PARIS FRANCE
Séminaire sur la planification et l'équipement de laboratoires de métrologie et d'essai + Conseil de Développement	25-26 sept. 1989	PARIS FRANCE

Note : Cette liste a été établie le 15 juin 1989 et peut ne plus être à jour.
This list was established 15th June 1989 and may no longer be up to date.

PUBLICATIONS

- Vocabulaire de métrologie légale
Vocabulary of legal metrology
- Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie
International vocabulary of basic and general terms in metrology

RECOMMANDATIONS INTERNATIONALES

INTERNATIONAL RECOMMENDATIONS

R N°

- 1 — Poids cylindriques de 1 g à 10 kg (de la classe de précision moyenne)
Cylindrical weights from 1 g to 10 kg (medium accuracy class)
- 2 — Poids parallélépipédiques de 5 à 50 kg (de la classe de précision moyenne)
Rectangular bar weights from 5 to 50 kg (medium accuracy class)
- 3 — Voir R 76
See R 76
- 4 — Fioles jaugées (à un trait) en verre
Volumetric flasks (one mark) in glass
- 5 — Compteurs de liquides autres que l'eau à chambres mesureuses
Meters for liquids other than water with measuring chambers
- 6 — Dispositions générales pour les compteurs de volume de gaz
General provisions for gas volume meters
- 7 — Thermomètres médicaux (à mercure, en verre, avec dispositif à maximum)
Clinical thermometers (mercury-in-glass, with maximum device)
- 9 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Brinell
Verification and calibration of Brinell hardness standardized blocks
- 10 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Vickers
Verification and calibration of Vickers hardness standardized blocks
- 11 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Rockwell B
Verification and calibration of Rockwell B hardness standardized blocks
- 12 — Vérification et étalonnage des blocs de référence de dureté Rockwell C
Verification and calibration of Rockwell C hardness standardized blocks
- 14 — Saccharimètres polarimétriques
Polarimetric saccharimeters

- 15 — Instruments de mesure de la masse à l'hectolitre des céréales
Instruments for measuring the hectolitre mass of cereals
- 16 — Manomètres des instruments de mesure de la tension artérielle (sphygmo-manomètres)
Manometers for instruments for measuring blood pressure (sphygmomanometers)
- 17 — Manomètres, vacuomètres, manovacuumètres indicateurs
Indicating pressure gauges, vacuum gauges and pressure-vacuum gauges
- 18 — Pyromètres optiques à filament disparaissant
Optical pyrometers of the disappearing filament type
- 19 — Manomètres, vacuomètres, manovacuumètres enregistreurs
Recording pressure gauges, vacuum gauges, and pressure-vacuum gauges
- 20 — Poids des classes de précision E_1 E_2 F_1 F_2 M_1 de 50 kg à 1 mg
Weights of accuracy classes E_1 E_2 F_1 F_2 M_1 from 50 kg to 1 mg
- 21 — Taximètres
Taximeters
- 22 — Tables alcoométriques internationales
International alcoholometric tables
- 23 — Manomètres pour pneumatiques de véhicules automobiles
Tyre pressure gauges for motor vehicles
- 24 — Mètre étalon rigide pour agents de vérification
Standard one metre bar for verification officers
- 25 — Poids étalons pour agents de vérification
Standard weights for verification officers
- 26 — Seringues médicales
Medical syringes
- 27 — Compteurs de volume de liquides (autres que l'eau). Dispositifs complémentaires
Volume meters for liquids (other than water). Ancillary equipment
- 28 — Voir R 76
See R 76
- 29 — Mesures de capacité de service
Capacity serving measures
- 30 — Mesures de longueur à bouts plans (calibres à bouts plans ou cales-étalons)
End standards of length (gauge blocks)
- 31 — Compteurs de volume de gaz à parois déformables
Diaphragm gas meters
- 32 — Compteurs de volume de gaz à pistons rotatifs et compteurs de volume de gaz à turbine
Rotary piston gas meters and turbine gas meters

- 33 — Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air
Conventional value of the result of weighing in air
- 34 — Classes de précision des instruments de mesurage
Accuracy classes of measuring instruments
- 35 — Mesures matérialisées de longueur pour usages généraux
Material measures of length for general use
- 36 — Vérification des pénétrateurs des machines d'essai de dureté
Verification of indenters for hardness testing machines
- 37 — Vérification des machines d'essai de dureté (système Brinell)
Verification of hardness testing machines (Brinell system)
- 38 — Vérification des machines d'essai de dureté (système Vickers)
Verification of hardness testing machines (Vickers system)
- 39 — Vérification des machines d'essai de dureté (systèmes Rockwell B, F, T - C, A, N)
Verification of hardness testing machines (Rockwell systems B, F, T - C, A, N)
- 40 — Pipettes graduées étalons pour agents de vérification
Standard graduated pipettes for verification officers
- 41 — Burettes étalons pour agents de vérification
Standard burettes for verification officers
- 42 — Poinçons de métal pour agents de vérification
Metal stamps for verification officers
- 43 — Fioles étalons graduées en verre pour agents de vérification
Standard graduated glass flasks for verification officers
- 44 — Alcoomètres et aréomètres pour alcool et thermomètres utilisés en alcoométrie
Alcoholometers and alcohol hydrometers and thermometers for use in alcoholometry
- 45 — Tonneaux et futailles
Casks and barrels
- 46 — Compteurs d'énergie électrique active à branchement direct (de la classe 2)
Active electrical energy meters for direct connection (class 2)
- 47 — Poids étalons pour le contrôle des instruments de pesage de portée élevée
Standard weights for testing of high capacity weighing machines
- 48 — Lampes à ruban de tungstène pour l'étalonnage des pyromètres optiques
Tungsten ribbon lamps for calibration of optical pyrometers
- 49 — Compteurs d'eau (destinés au mesurage de l'eau froide)
Water meters (intended for the metering of cold water)
- 50 — Instruments de pesage totalisateurs continus à fonctionnement automatique
Continuous totalising automatic weighing machines
- 51 — Trieuses pondérales de contrôle et trieuses pondérales de classement
Checkweighing and weight grading machines
- 52 — Poids hexagonaux. Classe de précision ordinaire de 100 g à 50 kg
Hexagonal weights. Ordinary accuracy class, from 100 g to 50 kg
- 53 — Caractéristiques métrologiques des éléments récepteurs élastiques utilisés pour le mesurage de la pression. Méthodes de leur détermination
Metrological characteristics of elastic sensing elements used for measurement of pressure. Determination methods

- 54 — Echelle de pH des solutions aqueuses
pH scale for aqueous solutions
- 55 — Compteurs de vitesse, compteurs mécaniques de distances et chronotachygraphes des véhicules automobiles - Réglementation métrologique
Speedometers, mechanical odometers and chronotachographs for motor vehicles. Metrological regulations
- 56 — Solutions-étalons reproduisant la conductivité des électrolytes
Standard solutions reproducing the conductivity of electrolytes
- 57 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Dispositions générales
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. General provisions.
- 58 — Sonomètres
Sound level meters
- 59 — Humidimètres pour grains de céréales et graines oléagineuses
Moisture meters for cereal grains and oilseeds
- 60 — Réglementation métrologique des cellules de pesée
Metrological regulations for load cells
- 61 — Doseuses pondérales à fonctionnement automatique
Automatic gravimetric filling machines
- 62 — Caractéristiques de performance des extensomètres métalliques à résistance
Performance characteristics of metallic resistance strain gages
- 63 — Tables de mesure du pétrole
Petroleum measurement tables
- 64 — Exigences générales pour les machines d'essai des matériaux
General requirements for materials testing machines
- 65 — Exigences pour les machines d'essai des matériaux en traction et en compression
Requirements for machines for tension and compression testing of materials
- 66 — Instruments mesureurs de longueurs
Length measuring instruments
- 67 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Contrôles métrologiques
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. Metrological controls
- 68 — Méthode d'étalonnage des cellules de conductivité
Calibration method for conductivity cells
- 69 — Viscosimètres à capillaire, en verre, pour la mesure de la viscosité cinématique
Glass capillary viscometers for the measurement of kinematic viscosity.
- 70 — Détermination des erreurs de base et d'hystérésis des analyseurs de gaz
Determination of intrinsic and hysteresis errors of gas analysers
- 71 — Réservoirs de stockage fixes. Prescriptions générales
Fixed storage tanks. General requirements

- 72 — Compteurs d'eau destinés au mesurage de l'eau chaude
Hot water meters
- 73 — Prescriptions pour les gaz purs CO, CO₂, CH₄, H₂, O₂, N₂ et Ar destinés à la préparation des mélanges de gaz de référence
Requirements concerning pure gases CO, CO₂, CH₄, H₂, O₂, N₂ and Ar intended for the preparation of reference gas mixtures
- 74 — Instruments de pesage électroniques
Electronic weighing instruments
- 75 — Compteurs d'énergie thermique
Heat meters
- 76 — Instruments de pesage à fonctionnement non automatique
Non-automatic weighing instruments

Partie 1 : Exigences métrologiques et techniques - Essais
Part 1 : Metrological and technical requirements - Tests

Partie 2 : Rapport d'essai de modèle
Part 2 : Pattern evaluation report
- 77 — Ensembles de mesurage de liquides autres que l'eau équipés de compteurs de volumes. Dispositions particulières relatives à certains ensembles
Measuring assemblies for liquids other than water fitted with volume meters. Provisions specific to particular assemblies
- 78 — Pipettes Westergren pour la mesure de la vitesse de sédimentation des hématies
Westergren tubes for measurement of erythrocyte sedimentation rate
- 79 — Etiquetage des préemballages
Information on package labels
- 87 — Contenu net des préemballages
Net content in packages

DOCUMENTS INTERNATIONAUX

INTERNATIONAL DOCUMENTS

D N°

- 1 — Loi de métrologie
Law on metrology
- 2 — Unités de mesure légales
Legal units of measurement
- 3 — Qualification légale des instruments de mesurage
Legal qualification of measuring instruments
- 4 — Conditions d'installation et de stockage des compteurs d'eau froide
Installation and storage conditions for cold water meters
- 5 — Principes pour l'établissement des schémas de hiérarchie des instruments de mesure
Principles for the establishment of hierarchy schemes for measuring instruments
- 6 — Documentation pour les étalons et les dispositifs d'étalonnage
Documentation for measurement standards and calibration devices
- 7 — Evaluation des étalons de débitmétrie et des dispositifs utilisés pour l'essai des compteurs d'eau
The evaluation of flow standards and facilities used for testing water meters
- 8 — Principes concernant le choix, la reconnaissance officielle, l'utilisation et la conservation des étalons
Principles concerning choice, official recognition, use and conservation of measurement standards
- 9 — Principes de la surveillance métrologique
Principles of metrological supervision
- 10 — Conseils pour la détermination des intervalles de réétalonnage des équipements de mesure utilisés dans les laboratoires d'essais
Guidelines for the determination of recalibration intervals of measuring equipment used in testing laboratories
- 11 — Exigences générales pour les instruments de mesure électroniques
General requirements for electronic measuring instruments
- 12 — Domaines d'utilisation des instruments de mesure assujettis à la vérification
Fields of use of measuring instruments subject to verification
- 13 — Conseils pour les arrangements bi- ou multilatéraux de reconnaissance des : résultats d'essais - approbations de modèles - vérifications
Guidelines for bi- or multilateral arrangements on the recognition of : test results - pattern approvals - verifications
- 14 — Qualification du personnel en métrologie légale
Qualification of legal metrology personnel
- 15 — Principes du choix des caractéristiques pour l'examen des instruments de mesure usuels
Principles of selection of characteristics for the examination of measuring instruments

- 16 — Principes d'assurance du contrôle métrologique
Principles of assurance of metrological control
- 17 — Schéma de hiérarchie des instruments de mesure de la viscosité des liquides
Hierarchy scheme for instruments measuring the viscosity of liquids
- 18 — Principes généraux d'utilisation des matériaux de référence certifiés dans les mesurages
General principles of the use of certified reference materials in measurements
- 19 — Essai de modèle et approbation de modèle
Pattern evaluation and pattern approval
- 20 — Vérifications primitive et ultérieure des instruments et processus de mesure
Initial and subsequent verification of measuring instruments and processes

Note — Ces publications peuvent être acquises au / *These publications may be purchased from*
Bureau International de Métrologie Légale, 11, rue Turgot, 75009 PARIS.



ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE

ETATS MEMBRES

ALGERIE
REP. FEDERALE D'ALLEMAGNE
REP. DEMOCRATIQUE ALLEMANDE
AUSTRALIE
AUTRICHE
BELGIQUE
BRESIL
BULGARIE
CAMEROUN
CANADA
REP. POP. DE CHINE
CHYPRE
REP. DE COREE
REP. POP. DEM. DE COREE
CUBA
DANEMARK
EGYPTE
ESPAGNE
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
ETHIOPIE
FINLANDE
FRANCE
GRECE
HONGRIE
INDE

INDONESIE
IRLANDE
ISRAEL
ITALIE
JAPON
KENYA
LIBAN
MAROC
MONACO
NORVEGE
PAKISTAN
PAYS-BAS
POLOGNE
PORTUGAL
ROUMANIE
ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE
ET D'IRLANDE DU NORD
SRI LANKA
SUEDE
SUISSE
TANZANIE
TCHECOSLOVAQUIE
TUNISIE
U.R.S.S.
YUGOSLAVIE

MEMBRES CORRESPONDANTS

Albanie - Bahrein - Bangladesh - Barbade - Botswana - Burkina Faso - Colombie - Costa Rica - Equateur
Fidji - Ghana - Hong Kong - Irak - Islande - Jordanie - Koweït - Luxembourg - Malaisie - Mali - Maurice
Mexique - Népal - Nouvelle-Zélande - Oman - Panama - Pérou - Philippines - Seychelles - Syrie
Trinité et Tobago - Turquie - Venezuela

MEMBRES

du

COMITE INTERNATIONAL de METROLOGIE LEGALE

ALGERIE

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance adressée à
Office National de Métrologie Légale
1, rue Kaddour Rahim Hussein Dey
ALGER

REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

Mr M. KOCHSIEK
Directeur
Physikalisch-Technische Bundesanstalt,
Bundesallee 100 - Postfach 3345
3300 BRAUNSCHWEIG.
TP 49-531-592 80 10 TC 49-531-592 76 14
TX 9-52 822 PTB
TG Bundesphysik Braunschweig

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE ALLEMANDE

Mr K. HASCHE
Leiter der Fachabteilung « Mechanik/Metrologie
in der Fertigungstechnik »
Amt für Standardisierung, Messwesen,
und Warenprüfung,
Fürstenwalder Damm 388
1162 BERLIN.
TP 37-2-65 260
TX 112630 asmw

AUSTRALIE

Mr J. BIRCH
Executive Director
National Standards Commission,
P.O. Box 282
NORTH RYDE, N.S.W. 2113.
TP 61-2-888 39 22 TC 61-2-888 30 33
TX AA 23144
TG NATSTANCOM Sydney

AUTRICHE

Mr R. LEWISCH
Director of the Metrology Service
Vice-President of Bundesamt für Eich- und
Vermessungswesen
Postfach 20
Arltgasse 35
A-1163 WIEN.
TP 43-222-92 16 27 TC 43-222-73 79 95
TX 115 468 bevwn

BELGIQUE

Madame M.L. HENRION
Inspecteur Général
Service de la Métrologie
24-26, rue J.A. De Mot
B-1040 BRUXELLES
TP 32-2-233 61 11 TC 32-2-230 83 00

BRESIL

Mr MASAO ITO
Président, INMETRO
Praça Mauah N° 7, 13 Andar
20081 RIO DE JANEIRO
TP 55-21-233 1586 et 233 1184
TX 2134599 IMNQ BR

BULGARIE

Mr V. TZAREVSKI
Vice-Président
Comité de la Qualité auprès du Conseil des
Ministres de la R.P. de Bulgarie
21, rue du 6 Septembre
1000 SOFIA
TP 359-2-8591
TX 22 570 DKS BG
TG techprogress

CAMEROUN

Mr E. NDOUGOU
Sous-Directeur des Poids et Mesures
Direction des Prix, Poids et Mesures
Ministère du Développement Industriel
et Commercial
B.P. 501
YAOUNDE
TP 237-22 35 69
TX 82-68 à Yaoundé

CANADA

Mr R.G. KNAPP
Director, Legal Metrology Branch
Consumer and Corporate Affairs
207, rue Queen
OTTAWA, Ontario K1A OC9
TP 1-613-952 0655
TX 053 3694

REPUBLIQUE POPULAIRE DE CHINE

Mr BAI JINGZHONG
Deputy Director General
State Bureau of Technical Supervision
P.O. Box 2112
BEIJING
TP 86-1-44 43 04
TX 210209 SBTS CN
TG 1918 Beijing

CHYPRE

Mr M. EROKORITIS
Director General
Ministry of Commerce and Industry
NICOSIA.
TP 357-21-40 34 41
TX 2283 MIN COMIND
TG mincommind Nicosia

REPUBLIQUE DE COREE

Mr SON BOCK-GILL
 Director of Metrology Division
 Bureau of Standards
 Industrial Advancement Administration
 2, Chung-and-dong,
 KWACH'ON, KYONGGI-DO 171-11
 TP 82-2-590 89 90
 TG KORIAA.

REPUBLIQUE POP. DEM. DE COREE

Mr DJEUNG KI TCHEUL
 Directeur de l'Institut Central de Métrologie
 auprès du Comité National de la Science
 et de la Technologie
 Arrondissement de Sadong
 PYONGYANG
 TG standard

CUBA

Membre à désigner par son Gouvernement
 Correspondance adressée à :
 Mr Acosta Alemany
 Comité Estatal de Normalizacion
 Egido 610 e/Gloria and Apodaca
 HABANA Vieja
 TP 7-67901 et 619587
 TX 512236 CENDH
 TG CEN HAVANA

DANEMARK

Mr Ove E. PETERSEN
 Senior Executive Engineer
 Division of Metrology
 National Agency of Industry and Trade
 Tagensvej 135
 DK-2200 COPENHAGEN N
 TP 45-1-85 10 66 TC 45-1-81 70 68
 TX 15768 INDTRA DK

EGYPTE

Mr M. HILAL
 Président,
 Egyptian Organization for Standardization
 and Quality Control
 2 Latin America Street, Garden City
 CAIRO.
 TP 20-2-26 355
 TX 93 296 EOS
 TG TAWHID

ESPAGNE

Mr M. CADARSO
 Director,
 Centro Espanol de Metrologia
 c/ del alfar s/n
 28760 TRES CANTOS (Madrid)
 TP 34-1-803 33 03 TC 34-1-803 11 78
 TX 47254 CEME E

ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Mr S.E. CHAPPELL
 Chief, Office of Standards Management
 Office of the Associate Director for Industry
 and Standards
 National Institute of Standards and Technology
 Bldg. 101, A625
 GAITHERSBURG, Maryland 20899
 TP 1-301-975 40 24 TC 1-301-975 21 28
 TX 197674 NBS UT

ETHIOPIE

Mr Yohannes AFEWORK
 Head of Technical Service
 Ethiopian Authority for Standardization
 P.O. Box 2310
 ADDIS ABABA.
 TP — 15 04 00 et 15 04 25
 TG ETHIOSTAN

FINLANDE

Madame U. LAHTENMÄKI
 Director of Metrology Department
 Technical Inspection Centre
 Box 204
 SF 00181 HELSINKI 18
 TP 358-0-61 671 TC 358-0-605 474
 TG TEKTARTOS HKI

FRANCE

Mr Ph. BERTRAN
 Sous-Directeur de la Métrologie
 S.A.R.S.C.I. Ministère de l'industrie et de l'amé-
 nagement du territoire
 30-32, rue Guersant
 75840 PARIS Cedex 17
 TP 33-1-45 72 85 85 TC 33-1-45 72 87 57
 TX 649 917 F

GRECE

Mr A. DESIS
 Technical Officer
 Directorate of Weights and Measures
 Ministry of Commerce
 Canning Sq.
 10181 ATHENS
 TP 30-1-36 14 168
 TX 21 67 35 DRAG GR et 21 52 82 YPEM GR

HONGRIE

Mr D. BELEDI
 Président, Országos Mérésügyi Hivatal.
 P.O. Box 19
 H-1531 BUDAPEST
 TP 36-1-567 722
 TX 22-4856 OMH
 TG HUNGMEETER Budapest

INDE

Mr S. HAQUE
 Director, Weights & Measures
 Ministry of Food and Civil Supplies
 Weights and Measures Unit
 12-A, Jam Nagar House
 NEW DELHI 110 011
 TP 91-11-38 53 44
 TX 31 61962 COOP IN
 TG POORTISAHAKAR

INDONESIE

Mr G.M. PUTERA
Director of Metrology
Directorate General of Domestic Trade
Departemen Perdagangan
Jalan Pasteur 27
40171 BANDUNG.
TP 62-22-50 597 et 50 695
TX 28 176

IRLANDE

Mr J. LOWE
Assistant Secretary
Department of Industry and Commerce
Frederick Building, Setanta Centre,
South Frederick Street,
DUBLIN 2.
TP 353-1-61 44 44
TX 93478
TG TRADCOM Dublin

ISRAEL

Mr A. RONEN
Controller of Weights, Measures and Standards
Ministry of Industry and Trade
P.O.B. 299
JERUSALEM 91002
TP 972-2-27 241
TG MEMISCOM Jerusalem

ITALIE

Mr C. AMODEO
Capo dell'Ufficio Centrale Metrico,
Via Antonio Bosio, 15
00161 ROMA.
TP 39-6-348 78 34

JAPON

Mr S. HATTORI
Director General
National Research Laboratory of Metrology
1-4, Umezono 1-Chome, Tsukuba
IBARAKI 305.
TP 81-298-54 41 49 TC 81-298-54 41 35
TX 03652570 AIST
TG KEIRYOKEN TSUCHIURA

KENYA

Mr P.A. AYATA
Director of Weights and Measures
Weights and Measures Department
Ministry of Commerce
P.O. Box 41071
NAIROBI
TP 254-2-33 51 55 et 33 51 11
TG ASSIZERS, Nairobi

LIBAN

Membre à désigner par son Gouvernement
Correspondance à adresser à
Service des Poids et Mesures,
Ministère de l'Economie et du Commerce,
Rue Al-Sourati, imm. Assaf
RAS-BEYROUTH.
TP — 34 40 60

MAROC

Mr M. BENKIRANE
Chef de la Division de la Métrologie Légale
Direction de l'Industrie
5, rue Errich, Immeuble A, Quartier Hassan
RABAT.
TP 212-7-51 792
TX 31816 M

MONACO

Mr A. VEGLIA
Ingénieur au Centre Scientifique de Monaco
16, Boulevard de Suisse
MC 98000 MONTE CARLO
TP 33-93-30 33 71

NORVEGE

Mr K. BIRKELAND
Directeur Général
Service National de Métrologie
Postbox 6832 St. Olavs Plass
0130 OSLO 1
TP 47-2-20 02 26 TC 47-2-20 77 72

PAKISTAN

Mr M. ASAD HASAN
Director
Pakistan Standards Institution
39-Garden Road, Saddar
KARACHI-3.
TP 92-21-72 95 27
TG PEYASAI

PAYS-BAS

Mr G.J. FABER
Deputy Managing Director
Nederlands Meetinstituut nv
Postbus 654
2600 AR DELFT.
TP 31-15-69 15 00 TC 31-15-61 29 71
TX 38 373 IJKWZ NL

POLOGNE

Mr T. PODGORSKI
Président Adjoint,
Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakosci
ul. Elektoralna 2
00-139 WARSZAWA.
TP 48-22-20 54 34
TX 813 642 PKN
TG PEKANIM

PORTUGAL

Mr A. CRUZ
Directeur du Service de la Métrologie
Instituto Português da Qualidade
Rua Prof. Reinaldo Santos
Lote 1378
1100 LISBOA
TP 351-1-78 61 58 TC 351-1-53 00 33
TX 65744 METROQ P

ROUMANIE

Mr I. ISCRULESCU
Directeur, Institutul National de Metrologie,
Sos Vitan-Birzesti nr. 11
BUCAREST 4.
TP 40-0-83 23 20
TX 11 871

ROYAUME-UNI

Mr P.B. CLAPHAM
 Director,
 National Weights and Measures Laboratory
 Stanton Avenue
 TEDDINGTON, Middlesex TW 11 OJZ
 TP 44-1-943 72 72 TC 44-1-943 72 70
 TX 262 344 G

SRI LANKA

Mr H.L.R.W. MADANAYAKE
 Deputy Commissioner of Internal Trade
 Measurement Standards and Services Division
 Department of Internal Trade
 101, Park Road
 COLOMBO 5.
 TP 94-1-83 261

SUEDE

Mr R. OHLON
 Ingénieur en Chef, Statens Provvningsanstalt.
 P.O. BOX 857
 S-501 15 BORÅS.
 TP 46-33-16 50 00 TC 46-33-13 55 02
 TX 36252 TESTING S

SUISSE

Mr P. KOCH
 Vice-Directeur, Office Fédéral de Métrologie,
 Lindenweg 50
 3084 WABERN/BE.
 TP 41-31-59 61 11 TC 41-31-59 62 10
 TX 912860 TOPO CH
 TG OFMET

TANZANIE

Mr A.H.M. TUKAI
 Commissioner for Weights and Measures
 Weights and Measures Bureau
 P.O. Box 313
 DAR ES SALAAM
 TP — 63 639

TCHECOSLOVAQUIE

Mr M. CIBAK
 Director
 Czechoslovak Institute of Metrology
 L. Novomeskeho 4
 842 55 BRATISLAVA
 TP 42-7-329 820 et 329 865
 TX 93486 CSMU
 TG METR BRATISLAVA

TUNISIE

Mr Ali BEN GAID
 Président Directeur Général
 Institut National de la Normalisation
 et de la Propriété Industrielle
 Boîte Postale 23
 1012 TUNIS BELVEDERE
 TP 216-1-785 922
 TX 13 602 INORPI

U.R.S.S.

Mr A.I. MEKHANNIKOV
 Vice-Président
 Gosstandart
 Leninsky Prospect 9
 117049 MOSCOU.
 TP — 236 40 44
 TX 411 378 GOST
 TG Moskva-Standart

YUGOSLAVIE

Mr M. MEZEK
 Directeur-Adjoint
 Bureau Fédéral des Mesures et Métaux Précieux
 Mike Alasa 14
 11000 BEOGRAD.
 TP 38-11-18 37 36
 TX 11 020 YUZMBG

TP = telephone TC = telecopie (telefax)

Les numéros sont en général indiqués pour le régime automatique international à l'exception des numéros qui sont précédés d'un trait.

The call numbers are generally indicated for international automatic dialling except where the local number is preceded by a dash.

TG = telegramme TX = telex

Pour tout télex ou télégramme, il est nécessaire d'indiquer le nom de la personne et sa qualité.

For all telex or telegrams it is necessary to indicate name of person and occupation.

PRESIDENCE

Président K. BIRKELAND, Norvège
1er Vice-Président ... A.I. MEKHANNIKOV, U.R.S.S.
2e Vice-Président ... S.E. CHAPPELL, U.S.A.

CONSEIL DE LA PRESIDENCE

K. BIRKELAND, Norvège, Président
A.I. MEKHANNIKOV, U.R.S.S., V/Président S.E. CHAPPELL, U.S.A., V/Président
M. KOCHSIEK, Rép. Féd. d'Allemagne Ph. BERTRAN, France
P.B. CLAPHAM, Royaume-Uni
Le Directeur du Bureau International de Métrologie Légale

BUREAU INTERNATIONAL DE METROLOGIE LEGALE

Directeur	B. ATHANÉ
Adjoint au Directeur	S.A. THULIN
Adjoint au Directeur	F. PETIK
Ingénieur Consultant	W.H. EMERSON
Administrateur	Ph. LECLERCO

MEMBRES D'HONNEUR

J. STULLA-GOTZ, Autriche — Président du Comité
H. MOSER, Rép. Féd. d'Allemagne — Membre du Conseil de la Présidence
V. ERMAKOV, U.R.S.S. — Vice-Président du Comité
A.J. van MALE, Pays-Bas — Président du Comité
A. PERLSTAIN, Suisse — Membre du Conseil de la Présidence
W. MUEHE, Rép. Féd. d'Allemagne — Vice-Président du Comité
H.W. LIERS, Rép. Dém. Allemande — Membre du Conseil de la Présidence

ADRESSES DES SERVICES DES MEMBRES CORRESPONDANTS

ALBANIE

Directeur
Drejtoria e Standardeve dhe e Mjeteve
Matëse (DSMA)
në Komisionin e Planit të Shtetit
TIRANA

BAHREIN

The Responsible of Metrology
Standards and Metrology Section
Ministry of Commerce and Agriculture
P.O. Box 5479
MANAMA

BANGLADESH

Director General
Bangladesh Standards and Testing Institution
116-A, Tejgaon Industrial Area
DHAKA 1208

BARBADE

Director
Barbados National Standards Institution
Culloden Road
St. Michael
BARBADOS W.I.

BOTSWANA

The Permanent Secretary
Division of Weights and Measures
Department of Commerce and Consumer Affairs
Private Bag 48
GABORONE

BURKINA FASO

Direction Générale des Prix
Ministère du Commerce
et de l'Approvisionnement du Peuple
B.P. 19
OUAGADOUGOU

COLOMBIE

Superintendencia de Industria y Comercio
Centro de Control de Calidad y Metrologia
Cra. 37 No 52-95, 4° piso
BOGOTA D.E.

COSTA RICA

Oficina Nacional de Normas y Unidades
de Medida
Ministerio de Economía y Comercio
Apartado 10 216
SAN JOSE

EQUATEUR

The Director General
Instituto Ecuatoriano de Normalizacion
Calle Baquerizo Moreno No 454
entre 6 de Diciembre y Almagro
Casilla No 3999
QUITO

FIDJI

The Chief Inspector of Weights and Measures
Ministry of Economic Development, Planning
and Tourism
Government Buildings
P.O. Box 2118
SUVA

GHANA

Ghana Standards Board
Kwame Nkrumah Conference Centre
(Tower Block - 2nd Bay, 3rd Floor)
P.O. Box M-245
ACCRA

HONG-KONG

Commissioner of Customs and Excise
(Attn. Trading Standards Investigation Bureau)
Room 1405, Wing on Centre
111 Connaught Road Central
HONG KONG

IRAK

Planning Board
Central Organization for Standardization
and Quality Control
P.O.B. 13032
Al Jadiria
BAGHDAD

ISLANDE

The Director
Icelandic Office of Metrology
Löggildingarstofan
Sioumuli 13
105 REYKJAVIK

JORDANIE

Directorate of Standards
Ministry of Industry and Trade
P.O. Box 2019
AMMAN

KOWEIT

The Under Secretary
Ministry of Commerce and Industry
Department of Standards and Metrology
Post Box No 2944
KUWAIT

LUXEMBOURG

Le Préposé du Service de Métrologie
Administration des Contributions
Rue des Scillas
2529 HOWALD

MALAISIE

The Acting Director of Standards
Standards and Industrial Research Institute of
Malaysia
P.O. Box 35, Shah Alam
SELANGOR

MALI

Le Directeur Général des Affaires Economiques
(Service des Poids et Mesures)
B.P. 201
BAMAKO

MAURICE

The Permanent Secretary
Ministry of Trade and Shipping
(Division of Weights and Measures)
New Government Centre
PORT LOUIS

MEXIQUE

Direccion General de Normas
Secretaria de Comercio y Fomento Industrial
Sistema Nacional de Calibracion
Ave. Puente de Tecamachalco no. 6 - Planta Baja
Lomas de Tecamachalco, Seccion Fuentes
56500 NAUCALPAN DE JUAREZ

NEPAL

The Chief Inspector
Ministry of Industry
Nepal Bureau of Standards and Metrology
KATHMANDU

NOUVELLE-ZELANDE

The Chief Inspector of Weights and Measures
Ministry of Commerce
P.O. Box 1473
WELLINGTON

OMAN

The Director General
for Specifications and Measurements
Ministry of Commerce and Industry
P.O. Box 550
MUSCAT

PANAMA

Le Directeur
Comision Panamena de Normas Industriales
y Tecnicas
Ministerio de Comercio e Industrias
Apartado 9658
PANAMA 4

PEROU

The Director General
ITINTEC Instituto de Investigacion Tecnologica
Industrial y de Normas Tecnicas
Apartado 145
LIMA 100

PHILIPPINES

The Director
Product Standards Agency
Ministry of Trade and Industry
Trade & Industry Building
361 Sen. Gil J. Puyat Avenue
Makati, Metro Manila
PHILIPPINES 3117

SEYCHELLES

The Director
Seychelles Bureau of Standards
P.O. Box 199
INDEPENDENCE HOUSE

SYRIE

The General Director
The Syrian Arab Organization
for Standardization and Metrology
P.O. Box 11836
DAMASCUS

TRINITE ET TOBAGO

The Director
Trinidad and Tobago Bureau of Standards
P.O. Box 467
PORT OF SPAIN

TURQUIE

Le Directeur du Service des Poids et Mesures
Ticaret Bakanlığı, Ölçüler ve Ayarlar
Müdür Vekili - Bakanlıklar
ANKARA

VENEZUELA

Le Directeur
Direccion General de Tecnologia
Servicio Nacional de Metrologia
Ministerio de Fomento,
Av. Javier Ustariz, Edif. Parque Residencial
Urb. San Bernardino
CARACAS.