

Histoire du Système métrique

par **Thierry Thomasset**

URL : <http://www.utc.fr/~tthomass/Themes/Unites>

contact : thierry.thomasset@utc.fr

Mise à jour : 2 septembre 2010

Du système métrique au Système International

Auparavant, les tissus se mesuraient en aunes. L'aune valait 0,677 m à Bourges, 1,188 m à Paris, 1,432 m à Laval... Les mesures de longueur se basaient sur des dimensions caractéristiques du corps humain, le yard représentant par exemple, la distance entre le nez du roi Edgar et le bout de son doigt... Hélas, Edgar, roi anglo-saxon était mort depuis des lustres... Aujourd'hui encore, le gallon US vaut 3,78 litres, tandis que les gallons anglais ou canadiens n'en valent que 4,55 litres, le billion vaut mille millions aux USA, mais un million de millions en SI, ... La France, pionnière dans l'uniformisation des unités, sera parfois en décalage par rapport aux recommandations des organismes internationaux qu'elle abrite sur son territoire et dont elle a suscité la création.

9 mars 1790

Talleyrand, évêque d'Autun, reprend une proposition de l'abbé Gabriel Mouton datant de 1670, et propose de créer un système de mesures basé sur la longueur d'un pendule battant la seconde à la latitude de 45°.

15 mars 1790

L'Assemblée Nationale supprime les droits féodaux qui étaient perçus notamment sous "le prétexte de poids, mesures, marques, fournitures, ou inspections de mesure, ou mesurages de marchandises".

8 mai 1790

L'Assemblée nationale adopte la proposition de Talleyrand et décide la création d'un projet d'unification des unités de mesure. La première unité de base choisie est le pendule battant la seconde. Des délégués sont envoyés en Espagne, en Angleterre et aux États-Unis. Le Président Jefferson se montre très favorable.

19 mars 1791

L'Académie des Sciences propose :
- le système décimal pour les poids, mesures et monnaies,
- de faire référence au quart du méridien terrestre pour définir l'unité de longueur (abandon du pendule battant la seconde, il varie avec la latitude).

30 mars 1791

Une commission regroupant les académiciens Borda, Condorcet, Lagrange, Laplace et Monge ainsi que Tillet et Lavoisier, décide que le mètre (du grec metron : mesure), unité de longueur, sera 1/10 000 000 du quart du méridien terrestre (distance pôle Nord-équateur). Lavoisier et Haüy s'attachent à la détermination du poids de l'unité de volume d'eau distillée à 0 °C.

13 avril 1791

La triangulation et la détermination des latitudes sont confiées à Cassini, Legendre et Méchain alors que Monge et Meusnier sont chargés de la mesure des bases.

mai 1792 Les "cercles répéteurs" de Borda sont terminés. Méchain est chargé de mesurer Barcelone à Rodez et Delambre, Rodez à Dunkerque.

Deux bases de référence sont utilisées : l'une entre Melun et Lieusaint, l'autre entre Le Vernet et Salses (près de Perpignan).

juin à août 1792 Cassini et Borda effectuent, à l'Observatoire de Paris, leurs expériences sur le pendule à seconde ; ils en déterminent une longueur de 440,559 3 lignes de la toise du Pérou (soit 993,826 3 mm).

1792

Nomenclatures proposées par l'Académie des Sciences

Longueur :			Volume, capacité :		Poids :		Monnaie
millaire	décade	1 000 km	muid	tonneau	millier	millier	unité
	degré	100 km	décimuid	setier		quintal	dixième
	poste	10 km	centimuid	boisseau		décal	centième
	mille	1 km	pinte	pinte	grave*	livre	
	stade	100 m			décigrave	once	
mètre	perche	10 m			centigrave	drâme	
	mètre				milligrave	maille	
	décimètre					grain	
centimètre							
millimètre	trait						

(*) Le mot « grave » vient du latin *gravis* qui veut dire *lourd*.

1^{er} mars 1793 Provisoirement, l'Académie des Sciences prend le mètre comme unité de longueur, défini d'après la mesure effectuée en 1740, par l'abbé Louis de La Caille (1713-1762), sur le méridien de Paris.

1 mètre égale 3 pieds 11,44 lignes de la toise du Pérou à 13°Réaumur, soit 0,513 243 toise.

La guerre contre l'Espagne vient ralentir les relevés de Méchain.

1^{er} août 1793 Pressée, la Convention se base sur les résultats des mesures effectuées en 1735 par La Condamine au Pérou et par Maupertuis en Laponie, sur ceux de Cassini en 1740 (mesure de Dunkerque à Perpignan) ainsi que sur l'estimation de La Caille. Un décret institue un système de mesures décimales provisoires.

1^{re} définition du mètre : 1/10 000 000 de la longueur du quart nord du méridien de Paris (5 132 430 toises de Paris, du pôle Nord à l'équateur), soit 3 pieds et 11,44 lignes de Paris. L'étalon est confectionné en mousse de platine aggloméré de section rectangulaire.

définition de l'unité de poids : Le grave, est représentée par un décimètre cube d'eau pure à 0 °C.

Nomenclature des unités

Longueur :	Volume, capacité :	Poids :	Surface :
quart du méridien, 10 000 km	cade*, 1 m ³	bar** ou	are, 100 m ²
grade ou degré décimal, 100 km	décicade, 0,1 m ³	millier, 1 000 kg	déciare, 10 m ²
millaire, 1 km	centicade, 0,01 m ³	décibar, 100 kg	centiare, 1 m ²

mètre décimètre centimètre millimètre	pinte, 0,001 m ³	centibar, 10 kg grave, 1 kg décigrave, 100 g centigrave, 10 g gravet, 1 g décigravet, 0,1 g centigravet, 0,01 g milligravet, 0,001 g	
--	-----------------------------	---	--

Le franc d'argent est l'unité monétaire.

(*) Le mot "cade" vient du mot grec kados qui signifie baril.

(**) Le mot "bar" vient du mot grec barus qui signifie lourd.

Lavoisier et Haüy sont les artisans de l'unité de poids qui vaut 18 841 grains du marc de la Pile de Charlemagne.

8 août 1793 Suppression de l'Académie des Sciences.

22 octobre 1793 Présentation des premiers modèles métriques à la Convention qui seront en platine.

23 décembre 1793 La Commission temporaire des poids et mesures exclut Lavoisier, Borda, Laplace, Coulomb, Brisson et Delambre et les remplace par Buache, Hassenfratz et Prony.

janvier 1794 La pinte (0,001 m³) prend le nom de cadil.

avril 1794 La Commission travaille au ralenti et publie une "Instruction sur les mesures déduites de la grandeur de la terre".
À l'instigation de Haüy, elle publie une "Instruction abrégée..." et se met en sommeil.

8 mai 1794 Lavoisier est guillotiné, on lui reproche d'être un ancien fermier-général (trésorier payeur général aujourd'hui, intéressé aux rentrées fiscales).

7 avril 1795 Le système métrique décimal est institué pour toute la République (loi du 18 germinal an III).

Ce système de mesure comprend :

- le **mètre**, comme unité de longueur,
- l'**are**, (du latin area) comme unité dérivée de superficie agraire,
- le **litre**, (du grec litra) et stère comme unités dérivées de capacité,
- le **gramme**, (du grec gramma) comme unité dérivée de masse,
- le **bar**, comme unité dérivée de pression

et utilise des préfixes grecs pour les multiples :

- déca (x 10), hecto (x 100), kilo (x 1 000), myria (x 10 000),

et des préfixes latins pour les fractions :

- déci (1/10), centi (1/100), milli (1/1 000).

- Les préfixes bi et mi pour double et moitié sont interdits.

- Le kilogramme est la masse du décimètre cube d'eau pure à 0°C.
(1 litre)

	<p>- L'unité monétaire est le franc (dit germinal) avec comme sous-multiples, les décimes et centimes.</p> <p>Le stère, le gramme, le kilogramme et la tonne remplacent respectivement le cade, le gravet, le grave et le bar.</p> <p>Les étalons seront dorénavant en platine.</p>
11 avril 1795	<p>L'Agence temporaire des poids et mesures est formée de Le Gendre, Coquebert et Gattey.</p> <p>Berthollet, Borda, Brisson, Coulomb, Delambre, Haiiy, Lagrange, Laplace, Méchain, Monge, Prony et Vandermonde sont les commissaires chargés de continuer les travaux scientifiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méchain et Delambre poursuivent la triangulation avec l'aide de l'armée. Laplace et Prony aident Delambre à établir la base proche de Paris, - Borda, Haiiy et Prony font fabriquer un poids étalon provisoire, - Berthollet, Monge et Vandermonde conduisent l'élaboration du platine destiné à l'étalon du mètre et ses copies.
6 juillet 1795	<p>Un mètre étalon provisoire en laiton, fabriqué par Lenoir après qu'une seconde mesure ait été effectuée le long de l'axe Dunkerque-Barcelone (5 130 740 toises de Paris), est présenté au Comité d'Instruction Publique par Borda et Brisson.</p>
22 août 1795	<p>La nouvelle Constitution du Directoire consacre deux para-graphes aux nouvelles unités de mesure. L'article 371 affirme "... il y a, dans la République, uniformité des poids et mesures..."</p>
22 décembre 1795	<p>Mise en application de la loi du 23 septembre 1795 (1^{er} vendémiaire an IV) rendant obligatoire l'usage du mètre. Des vérificateurs sont prévus dans les "principales communes".</p>
20 février 1796	<p>L'Agence temporaire des poids et mesures est supprimée. Au sein du ministère de l'Intérieur est formé le Bureau consultatif, qui deviendra plus tard, le Bureau des poids et mesures.</p>
1^{er} août 1796	<p>Le mètre est défini comme la dix millionième partie de l'arc du méridien terrestre compris entre le pôle Nord et l'équateur. Sa valeur, en anciennes mesures, est estimée à 3 pieds, 11 lignes, 296 millièmes (La mesure réelle ne sera terminée qu'en 1799).</p> <p>Le quart de méridien est estimé à une longueur de 5 130 740 toises soit 1690 toises de moins que la valeur temporaire prise en 1793.</p> <p>Le mètre définitif mesure 443,296 lignes.</p>
1796 - 1797	<p>Installation dans Paris de 16 mètres-étalon gravés dans du marbre. Il en reste 4 dont celui situé 36, rue de Vaugirard en face du Sénat.</p>
juin 1798	<p>Talleyrand invite les nations alliées et neutres à participer à la détermination des étalons définitifs.</p>

mai 1799 Delambre et Méchain, qui ont mis près de sept ans pour mesurer l'arc de méridien compris entre Dunkerque et Barcelone, en déduisent la longueur du quart du méridien de Paris. Ils sont aidés dans leur calcul par Laplace, Le Gendre, Ciscar, Van Swinden (Pays-Bas) et Trallès (Suisse).

La commission, composée de Coulomb, Mascheroni (Rép. Cisalpine), Van Swinden, Vassalli (Piémont) et Trallès, et chargée de vérifier la détermination de l'unité de poids, rend son rapport à l'Institut.

22 juin 1799 La loi du 4 messidor an VII fixe la longueur du mètre et adopte les étalons prototypes en platine (mètre et kilogramme).

Les étalons (le mètre est une règle plate de section rectangulaire sans talon) sont présentés au Corps législatif (Conseil des Cinq-Cents et Conseils des Anciens) et déposés aux Archives de la République dans une double armoire métallique fermée par 4 clefs, sous la responsabilité de Camus.

Le mètre et le kilogramme ont été respectivement fabriqués par Étienne Lenoir et Nicolas Fortin.

10 décembre 1799 Le système métrique décimal devient obligatoire en France (Loi du 19 frimaire an VIII).

2^e définition du mètre : Le mètre est égal à 3 pieds et 11,296 lignes de la toise de Paris.

Plus court de 0,144 ligne par rapport à la mesure de 1795 ; en outre, la référence au méridien est abandonnée.

définition du kilogramme : Le kilogramme est défini par un cylindre en platine "matérialisant" la masse du décimètre cube d'eau à 4°C. (d'après les expériences de L. Lefèvre-Gineau assisté de G. Fabbroni*)

Les premières copies du mètre et du kilogramme sont conservées au Conservatoire National des Arts et Métiers ; une seconde copie du mètre et deux du kilogramme sont conservées à l'Observatoire ; une troisième copie du mètre est conservée à l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

(*) Lefèvre-Gineau et Fabbroni ont déterminé que la masse du décimètre cube d'eau distillée possède une densité maximale à 4°C et non pas à 0°C. Une Commission modifie la masse du décimètre cube d'eau en lui donnant la valeur de 18 827,15 grains.

Le kilogramme remplace le gramme car plus facile à manipuler.

4 novembre 1800 Pour accélérer la mise en place du système métrique décimal, un arrêté (13 brumaire an IX) fixe son application à toute la République à compter du 23 septembre 1801 (1^{er} vendémiaire an X).

En outre, il autorise l'utilisation du vocable des anciennes mesures pour l'appellation des nouvelles ; on peut appeler le kilogramme, "livre"! Que de confusions et fraudes...

- **Longueur :** lieue-10 km, mille-1 km, perche-10 m, palme-10 cm,

doigt-1 cm, trait-1 mm.

- **Superficie agraire** : arpent-10000 m², perche carrée-100 m², mètre carré-1 m².

- **Volume (capacité)** : muid-1 m³, setier-0,1 m³, boisseau ou velte-0,01 m³, pinte-0,001 m³, verre-0,0001 m³.

- **Mesure des bois** : stère-1 m³, solive-0,1 m³.

- **Masse** : millier-1000 kg, quintal-100 kg, livre-1 kg, once-100 g, gros-10 g, denier-1 g, grain-0,1 g.

- **Monnaie** : franc, sol-décime, denier-centime.

3 novembre 1801 **Décret rendant légal le système métrique en France.**

Un corps d'Inspecteurs des Poids et Mesures est créé.

24 septembre 1803 *L'arrêté du 1^{er} vendémiaire an XII prescrit le dépôt des étalons à l'Observatoire National, sous la surveillance du Bureau des longitudes. Il ne sera pas exécuté...*

12 février 1812 *La difficulté à passer aux nouvelles unités conduit Napoléon I^{er} à définir, par Décret Impérial, un système d'unités usuelles : l'aune (120 cm), la toise (2 m), le boisseau (1/8 hl), la livre (1/2 kg)... sont autorisés à titre transitoire..., ce qui ajoute encore à la confusion.*

Ex : le kilogramme prend le nom de "livre métrique", alors qu'il existe une "livre" valant 500 g et qu'on utilise toujours la "livre poids de marc" de 489,5 g.

juillet 1814 *Malgré les plaintes, Louis XVIII décide de ne rien modifier au système en place.*

21 février 1816 *Un arrêté ministériel ordonne la suppression des fractions décimales des poids et mesures, et l'emploi exclusif des mesures "usuelles" pour la vente au détail des denrées et marchandises.*

À Metz, on rencontre un pied métrique, un pied de roi, un pied messin et un pied des carriers, l'ensemble variant entre 27 cm et 33,3 cm.

1832 *Gauss propose un système MGS (millimètre, gramme, seconde).*

4 juillet 1837 *Une loi promulguée par Louis-Philippe interdit, sous peine de sanctions (art. 479 du code pénal), dès le 1^{er} janvier 1840, l'utilisation d'autres unités que celles définies par la loi du 18 germinal an III : "... seront punis ceux qui, dans leurs magasins, boutiques, ateliers ou maisons de commerce ou dans les halles, foires ou marchés, auront des poids et mesures autres..."*

1 janvier 1840 **Entrée en vigueur de la loi du 4 juillet 1837...**

Le corps des Inspecteurs de 1801 est transformé en un corps officiel des Vérificateurs des Poids et Mesures, assermentés, afin de lutter efficacement contre la fraude.

8 août 1870 La 1^{re} Commission Internationale du Système Métrique, regroupant 24 nations, se réunit à Paris pour préparer l'internationalisation du système métrique décimal.
En raison du conflit franco-prussien (juillet 1870), la commission ajourne ses travaux.

octobre 1872 La Commission du mètre (participation des États-Unis) définit un nouveau prototype du mètre.
C'est une règle (90% Pt, 10% Ir) à talons, de 1,02 m et de section en **X**, sur laquelle deux traits indiquent l'unité. Cette règle est l'œuvre de Henri Tresca, professeur de mécanique au Conservatoire National des Arts et Métiers.

1873 Création du système CGS (centimètre, gramme, seconde).
Weber définit le système EMCGS reposant sur l'unité de masse magnétique déduite de la loi de Coulomb magnétique. De cette unité dérivent toutes les autres : champ magnétique, flux magnétique, ...
Les unités, déduites des unités de base (longueur, masse et temps), de ce système forment un ensemble cohérent.

20 mai 1875 La "Convention du Mètre" est signée par une assemblée de diplomates de 17 états.
Elle crée la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) et le Bureau international des Poids et Mesures (BIPM).
Ce bureau, entretenu par tous les pays membres, a son siège au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, près de Paris, en l'honneur de la France, berceau du système métrique.

Le pavillon de Breteuil à Sèvres a été bâti en 1743 par le duc Louis-Philippe d'Orléans (grand-père du futur roi des français). Il a été offert gracieusement par le gouvernement français (loi du 27-11-1875).

1883-1886 La Maison Johnson-Matthey de Londres est chargée de la fonte d'un nouvel alliage plus pur d'où l'on tire une trentaine de règles métriques. L'étalon n° 6, dont la valeur est la plus proche de celle du mètre des Archives, est choisi comme prototype international.
Le prototype du kg (cylindre poli, de diamètre égal à la hauteur soit 39 mm, en platine iridié avec arêtes très légèrement arrondies) est choisi en 1883 parmi 3 étalons construits en 1879, après comparaison avec celui des Archives.

24-28 septembre 1889 La première Conférence Générale des Poids et Mesures (**1^{re} CGPM**) organise la distribution de copies des prototypes internationaux aux états membres de la "Convention du Mètre". (La France reçoit la copie n° 8 du prototype international.)

3^e définition du mètre : Le mètre est la distance, à la température de 0 °C (température de la glace fondante), des axes des 2 traits

médians tracés sur le prototype international en platine iridié (90% Pt, 10% Ir) profilé en **X**, conservé au Pavillon de Breteuil (les références de 1793 disparaissent).

définition du kilogramme : Le kilogramme est défini comme la masse d'un cylindre de platine iridié de hauteur égale au diamètre soit 39 mm.

Aujourd'hui, on sait comparer deux masses de 1 kg à mieux que 10^{-8} , soit 0,01 mg. Toutefois l'exactitude du kilogramme est bien inférieure à celle du mètre, basée sur une donnée pérenne contrairement au cylindre de platine périssable.

Ces étalons, conservés au Pavillon de Breteuil, au BIPM, serviront jusqu'en 1960.

Les étalons sont déposés dans un caveau du pavillon de Breteuil, à 9 m sous terre. 3 clés sont nécessaires pour y accéder, elles sont détenues par le président du CIPM, le directeur du BIPM et le directeur des Archives de France.

Le mètre international, comme le mètre des Archives, est d'environ 0,2 mm inférieur à la dix millionième partie du quart du méridien terrestre. Le kilogramme international excède de 28 mg la masse du dm^3 d'eau à sa densité maximale.

Le kilogramme est la seule unité de base dont le nom contient un préfixe (kilo).

Différents noms de remplacement ont été suggérés : berg, bes, bob, borda, brize, dalembert, dimno, einstein, fortin, galileo, gaul (ou gaulle), giorgi, gramme, grave, iners, inertia, ka, képler, ker, kig, kilg, kilo, kilon, klog, kog, lib, libra, moles, néogramme, pig, quant, quilo, quram, (ou qurram), stathm, statmo, sigramme (de SI et gramme), yle (ou hyle).

Avec la seconde, ce système d'unités (m, kg et s) est **cohérent** et similaire au système CGS.

4-14 septembre 1895 **II^e CGPM**, Aucune résolution...

13 octobre 1901 Giovanni Giorgi démontre au cours du congrès de l'Associazione Elettrotecnica Italiana (AEI) à Rome qu'il est possible d'associer les unités mécaniques du système mètre-kilogramme-seconde au système pratique d'unités électriques pour former un seul système cohérent quadridimensionnel, en ajoutant une quatrième unité de nature électrique telle que, l'ampère ou l'ohm : création du système MKS(x).

15-22 octobre 1901 Deux résolutions sont prises au cours de la **III^e CGPM** :

- la définition de 1889 du kilogramme est confirmée en tant qu'unité de masse et non de poids. La valeur de l'accélération normale de la pesanteur, g, est fixée à $980,665 \text{ cm/s}^2$. (R-1)

- l'unité de volume, le litre, correspond à l'encombrement d'un kilogramme d'eau pure, à son maximum de densité et sous pression atmosphérique normale. (R-2)

11 juillet 1903 La France adopte les résolutions de la **I^{re} CGPM** de 1889.

La France possède la copie n° 8 du mètre-étalon et la copie n° 35 du kilogramme-étalon. Ces étalons nationaux français remplacent ceux

	<i>des Archives, ils sont déposés au Conservatoire National des Arts et Métiers.</i>
1906	<i>La valeur du mètre en longueurs d'onde de la raie rouge du cadmium, déjà déterminée par Michelson à l'aide de son interféromètre, est confirmée par Benoît, Fabry et Pérot au moyen de l'interféromètre de Pérot et Fabry.</i>
15-22 octobre 1907	IV^e CGPM <i>L'unité de force est le kilogramme-force, défini comme le poids du kilogramme étalon en tout point de latitude 45° au niveau de la mer. La valeur de g est fixée à 9,806 16 m/s².</i>
1908	<i>La conférence internationale des unités, réunie à Londres, définit l'ampère, l'ohm et le volt.</i> <i>L'ampère est un courant électrique invariable qui, en passant à travers une solution aqueuse de nitrate d'argent, dépose 0,001 118 00 g d'argent par seconde.</i> <i>L'ohm est résistance offerte à un courant électrique invariable par une colonne de mercure à la température de la glace fondante, d'une masse de 14,452 g, d'une section constante et d'une longueur de 106,300 cm.</i> <i>Le volt est la fraction 1/1,018 30 de la force électromotrice de la pile de Weston au sulfate de cadmium, prise à la température de 20 °C.</i>
9-17 octobre 1913	V^e CGPM , aucune résolution...
2 avril 1919	<i>Adoption, en France, des résolutions de la conférence de 1908, institution obligatoire du système MTS (mètre, tonne, seconde), les unités CGS étant reconnues trop faibles.</i>
26 juillet 1919	<i>Décret d'application, en France, du système MTS, avec des unités électriques provenant du système EMCGS.</i> <i>Les unités EMCGS plus cohérentes sont préférées aux nouvelles.</i>
27 sept.-6 oct. 1921	La VI^e CGPM étend les attributions et les responsabilités du Bureau international à d'autres domaines de la physique.
1927	<i>L'ångström est utilisé comme unité de longueur en spectroscopie et en physique atomique. Il est fondé sur la détermination, en 1893, de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium. Il sera abandonné en 1960.</i>
27 sept.-6 oct. 1927	La VII^e CGPM crée le CCE (aujourd'hui CCEM Consultative

Committee for Electricity and Magnetism). La proposition de Giorgi (1901) est discutée en détail par le CEI (Comité Électrotechnique International), l'UIPPA (Union internationale de physique pure et appliquée) et d'autres organisations internationales.

- le mètre se réfère au prototype international ; c'est la distance qui sépare deux traits sur une règle. (R-1)

3-10 octobre 1933 La **VIII^e CGPM** invite les participants à remplacer les unités électriques "internationales" de 1908 par des unités absolues.

1939 Le CCE propose l'adoption d'un système MKSA quadri-dimensionnel fondé sur le mètre, le kilogramme, la seconde et l'ampère. Le CEI recommandait ce système depuis 1935.

1946 Le CIPM (Comité International des Poids et Mesures) approuve la proposition d'un système quadridimensionnel fondé sur le mètre, le kilogramme, la seconde et l'ampère. (45 ans après la première proposition)

définition de l'ampère : L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance d'un mètre l'un de l'autre dans le vide produirait entre ces conducteurs une force égale à $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur. (R-2)

28 février 1948 La France revient au système EMCGS et adopte l'ampère.

12-21 octobre 1948 La **IX^e CGPM** définit la candela et donne au degré centésimal, le nom de degré Celsius après une adaptation des points fixes d'étalonnage. La définition de 1946 de l'ampère est approuvée. Adoption du système MKSA. (R-6)

définition de la candela : La candela (symb. cd) est l'unité de mesure de l'intensité lumineuse équivalente à l'intensité lumineuse, dans la direction perpendiculaire d'une surface de $1/600\,000$ de mètre carré d'un corps noir à la température de congélation du platine sous la pression de 101 325 pascals.

- le nom de l'unité MKS de force est le newton. La perméabilité du vide est fixée à $4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m. (R-2)

- l'unité de quantité de chaleur est le joule. (R-3)

- le séparateur décimal d'un nombre dans un texte en français est la virgule et non le point qui peut néanmoins être utilisé dans les textes en anglais.

les symboles des unités s'écrivent en caractères minuscules romains ou en majuscule si les symboles sont dérivés de noms propres. Ils ne sont pas suivis d'un point.

Le stère, le bar et l'heure ont comme symbole "st", "bar" et "h", et

le mot degré peut avoir une abréviation "deg". (R-7)

5-14 octobre 1954 La **X^e CGPM** adopte 6 unités de base (mètre, kilogramme, seconde, ampère, degré Kelvin et candela). (R-6)

- la définition de l'unité de température thermodynamique, le degré Kelvin, (symbole °K), fait référence au point triple de l'eau comme point fixe fondamental en lui attribuant la température de 273,16 °K par définition. (R-3)
- la pression atmosphérique normale est fixée à 101 325 N/m². (R4)

11-20 octobre 1960 La **XI^e CGPM** adopte le Système International d'unités (avec son abréviation internationale "SI"), dernière version d'un système métrique qui a successivement connu les systèmes CGS (centimètre, gramme, seconde), MTS (mètre, tonne, seconde), MKS (mètre, kilogramme, seconde) et MKSA (mètre, kilogramme, seconde, ampère).

À la différence des autres systèmes, les unités du système SI forment un système dit "**cohérent**".

4^e définition du mètre : "égal à 1 650 763,73 longueurs d'onde dans le vide de la radiation orangée correspondant à la transition entre les niveaux 2p₁₀ et 5d₅ de l'atome de krypton 86..". (définition 100 fois plus précise que celle de 1889). (R-6)

Le nombre de longueurs d'onde contenu dans le mètre a été choisi de sorte que le mètre soit compatible avec le mètre-étalon précédent dans l'intervalle d'incertitude de ce dernier, qui était de $2 \cdot 10^{-7}$.

définition de seconde : La seconde est définie par rapport à l'année tropique ; elle est définie sur la rotation de la Terre comme la fraction 1/86 400 du jour solaire moyen (ou 1/31 556 925,9747 de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12 heures de temps des éphémérides), ce qui autorise une précision de 10^{-7} . (R-9)

La résolution 12 fixe :

- les noms des multiples et sous-multiples des unités sont formés au moyen des préfixes,
- les unités dérivées sont des expressions des unités de base,
- une classe d'unités supplémentaires est instaurée pour le radian et le stéradian.

20 mai 1961 Journal Officiel : **décret n° 61-501 du 3 mai 1961** rendant le S.I. légal en France (les autres systèmes d'unités sont illégaux).

6-13 octobre 1964 La **XII^e CGPM** décide :

- le litre en place depuis 1901, est redéfini comme étant équivalent à 1 dm³. (R-6)
- le curie (Ci), unité d'activité en dehors du SI, avec la valeur $3,7 \cdot 10^{10}$ /s est encore autorisé. (R-7)

- l'utilisation des préfixes femto ($f=10^{-15}$) et atto ($a=10^{-18}$). (R-8)

7 janvier 1966 Journal Officiel : décret n° 66-16 du 5 janvier 1966...

10-16 octobre 1967 /juin 1968 La **XIII^e CGPM** redéfinit la seconde (R-1), le kelvin (R-3 et 4) et la candela (R-5, amendement de la définition de 1948).

définition de seconde : La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.

définition du kelvin : La dénomination de l'unité de température est "kelvin" (symb. K) et non "degré Kelvin".

Le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) est égal au kelvin. La température, exprimée en degré Celsius, est donnée par la relation :

$$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15 \quad (\text{R-3})$$

Le kelvin est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau. (R-4)

- suppression du mot micron (symb. μ) et remplacement par le terme micromètre (μm). (R-7)

Bien que l'unité de masse soit le kilogramme, les masses seront exprimées en gramme. Ex : on dira 1 mg et non 1 μkg .

La durée de la session d'octobre 1967 étant insuffisante pour traiter le nombre d'affaires, la XIII^e CGPM siège à nouveau en juin 1968.

28 mai 1969 Décret créant le Bureau national de métrologie en France.

4-8 octobre 1971 La **XIV^e CGPM** définit la mole (R-3), cette dernière devient la septième unité de base du système SI.

définition de la mole : La mole (symbole mol) est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12.

Les entités élémentaires doivent être spécifiées. Elles peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de telles particules.

Le pascal et le siemens sont introduits.

27 mai-2 juin 1975 La **XV^e CGPM** décide :

- la valeur recommandée de la vitesse de la lumière est :

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s.} \quad (\text{R-2})$$

- le becquerel (Bq) est l'unité d'activité (R-8) et le gray (Gy), l'unité de dose absorbée. (R-9)

- l'utilisation des préfixes peta ($P = 10^{15}$) et exa ($E = 10^{18}$). (R-10)

23 décembre 1975 Journal Officiel : décret n° 75-1200 du 4 décembre 1975 relatif aux unités de mesure et au contrôle des instruments de mesure.

8-12 octobre 1979 La **XVI^e CGPM** redéfinit la candela (R-3) et introduit le sievert (symb. Sv) (R-5) avec pour valeur le joule par kilogramme.

- le litre a deux symboles "L" et "l", mais une commission ultérieure devra trancher. (R-6)

- le symbole de la minute "mn" (unité de temps) devient "min".

définition de la candela : La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet une radiation monochromatique de fréquence 540.10^{12} hertz (longueur d'onde $0,555 \mu\text{m}$) et dont l'intensité énergétique dans cette direction est $1/683$ watt par stéradian.

1980 La définition de la mole de 1971 (XIV^e CGPM R-3) fait référence à des atomes de carbone 12 non liés, au repos et dans leur état fondamental.

28 février 1982 Journal Officiel : décret n° 82-203 du 26 février 1982...

17-21 octobre 1983 **XVII^e CGPM**

5^e définition du mètre : Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de $1/299\,792\,458$ s. (R-1)

Sa précision potentielle est celle de l'unité de temps, 100 000 fois meilleure que celle de l'unité de longueur fondée sur le krypton. Cette nouvelle définition s'appuie sur une constante physique universelle et non plus sur un objet matériel ni même sur une radiation émise par une substance particulière. Elle aurait donc de très bonnes garanties de pérennité.

En partant d'un mètre étalon matériel, la précision de la mesure ne peut excéder 10^{-8} or avec la mesure des longueurs d'onde, la précision atteint 10^{-11} .

La définition légale du mètre a varié avec le temps, suivant en cela l'évolution de la science et l'amélioration régulière des instruments de mesure. La qualité de la définition du mètre fut ainsi rendue de plus en plus précise, mais quelle que soit sa définition, sa longueur est restée inchangée.

Le nombre de longueurs d'onde contenu dans le mètre de 1960 a été choisi de sorte qu'il soit compatible avec le précédent dans l'intervalle d'incertitude de ce dernier, soit 2.10^{-7} .

3 janvier 1985 Journal Officiel : décret n°85-1500 du 30 décembre 1985...

Il a été abrogé par l'article 4 du décret n° 2003-165 du 27 février 2003.

12-15 octobre 1987 **XVIII^e CGPM**

30 sept.-3 oct. 1991 La **XIX^e CGPM** recommande l'utilisation des constantes de Josephson, KJ-90 et de Klitzing, RK-90 (résistance de Hall quantique) de manière à améliorer significativement la cohérence des mesures électriques. La définition de l'ampère implique le

kilogramme. Une possibilité consisterait à utiliser ces constantes.

Les unités de base du SI sont liées au monde réel par l'intermédiaire de constantes de la physique, universelles et par nature, invariables.

- adoption des préfixes zetta ($Z = 10^{21}$), zepto ($z = 10^{-21}$), yotta ($Y = 10^{24}$) et yocto ($y = 10^{-24}$) comme multiples d'unités. (R-4)

9-13 octobre 1995 *La **XX^e CGPM** invite les laboratoires nationaux à réfléchir à une nouvelle définition de l'unité de masse fondée sur des constantes fondamentales ou atomiques.*

La notion d'unités supplémentaires est supprimée. Le radian et le stéradian deviennent des unités dérivées sans dimension dont les noms et symboles peuvent être néanmoins utilisés (R-8).

1997 *La définition de la seconde de 1967 (XIII^e CGPM R-1) fait maintenant référence à un atome de césium au repos, à une température de 0 K.*

11-15 octobre 1999 *La **XXI^e CGPM** recommande de tenter de relier l'unité de masse à des constantes fondamentales ou atomiques qui pourraient, servir de base à une nouvelle définition du kilogramme. (R-7)*

Elle invite à étudier une équation (dépendant de la pression de fusion de ^3He) permettant des mesures comprises entre 0,65 K et 1 mK. (R-9).

*- Adoption du katal (symb. kat) comme unité SI d'activité catalytique enzymatique en médecine et biochimie. (R-12)
- L'euro (€) sera la monnaie utilisée pour le vote de la dotation annuelle du Bureau International. (R-13)*

1^{er} mars 2003 *Journal Officiel : décret n°2003-165 du 27 février 2003...*

Article 4

Le décret n° 85-1500 du 30 décembre 1985 modifiant le décret n° 61-501 du 3 mai 1961 modifié relatif aux unités de mesure et au contrôle des instruments de mesure est abrogé.

13-17 octobre 2003 ***XXII^e CGPM***
*Le symbole séparateur de la partie décimale d'un nombre peut être le point ou la virgule sur la ligne.
Les nombres peuvent être séparés en tranches de trois chiffres sans aucun symbole de séparation. (R-10)*

Projet de résolution : Uniformisation des symboles des préfixes

*- en majuscule, ceux supérieurs à 1,
- en minuscule, ceux inférieurs à 1.*

Cela impliquerait que deca ($d = 10^1$), hecto ($h = 10^2$) et kilo ($k = 10^3$) devinssent D, H et K.

27 janvier 2005

Le BNM (Bureau National de Métrologie) est dissous. La responsabilité de la métrologie française est transférée au LNE (Laboratoire National d'Essais) rebaptisé Laboratoire national de métrologie et d'essais.

Les 4 laboratoires nationaux (LNE, INM, LNHB et SYRTE) sont fédérés.

12-16 novembre 2007

XXIII^e CGPM...

- Le Comité International envisage que des entités économiques pourraient devenir Associés à la Conférence Générale. (R-6)

- La définition du kelvin se réfère à une eau de composition isotopique spécifiée (R-10):

- 0,000 155 76 mole de ²H par mole de ¹H,
- 0,000 379 9 mole de ¹⁷O par mole de ¹⁶O,
- 0,002 005 2 mole de ¹⁸O par mole de ¹⁶O.

- Une réflexion sur la possibilité de redéfinir le kilogramme, l'ampère, le kelvin et la mole en utilisant des valeurs fixées pour certaines constantes fondamentales est engagée. (R-12)

16 octobre 2009

Journal Officiel : **décret n°2009-1234 du 14 octobre 2009...**

Ce décret met la loi française en harmonie avec les Directives européennes et les dernières résolutions de la CGPM.

novembre 2011

XXIV^e CGPM...

1 août 2002

Date de concernant que la France.

Malgré les origines françaises du Système International, durant certaines périodes, la France ne fut pas en accord avec les instances internationales.

Références bibliographiques et sites internet

à lire :

- H. Moreau, *Le Système métrique*, Ed. Chiron, 1975.
- D. Guedj, *Le mètre du monde*, Ed. du Seuil Paris, 2000.
- *L'épopée du Mètre*, Histoire du système Métrique décimal, publié par le Ministère de L'industrie et de l'Aménagement du Territoire, Collection Études, 1989.
- L. Marquet, A. le Bouch, Y. Roussel *Le système métrique hier et aujourd'hui*, Ed. ADCS, 1996.
- L. Marquet, *La mise en application en France du Système métrique décimal (1790-1840)*, Paris, 1982.
- M.-Y. Bernard, *Le conservatoire national des arts et métiers; vers le XX^e siècle*. Paris, Eyrolles, 1994.
- F. Jedrzejewski, *Histoire universelle de la mesure*, Editions Ellipses.
- Éducation technologique n° 22 (nov. 2003), *La mesure*.
(revue de la technologie au collège, Académie de Versailles)

à consulter :

- *Le Bureau International des Poids et Mesures*
<http://www.bipm.org/fr/home/>
- *La métrologie française*
<http://www.metrologie-francaise.fr/fr/histoire/histoire-mesure.asp>
- *Le Bureau de Longitudes*
<http://www.bdl.fr/fr/presentation/>
- Denis Fevrier, *Un historique du METRE*
<http://www.industrie.gouv.fr/metro/aquoisert/metre.htm>
- *Le Quid*
<http://www.quid.fr/2000/Q006790.htm>
- *Le système métrique décimal*
<http://smdsi.quartier-rural.org/>
- *L'histoire par l'image*
http://www.histoire-image.org/site/etude_comp/etude_comp_detail.php?analyse_id=306
- *Liste des arrêtés, directives, décrets et circulaires se rapportant aux unités et contrôles des instruments de mesure.*
http://www.industrie.gouv.fr/metro/reglemen/t_1.htm
- *Décrets successifs relatifs aux unités*
 - n° 61-501 du 3 mai 1961,
<http://www.admi.net/jo/dec61-501.html>
 - n° 66-16 du 5 janvier 1966,
<http://www.admi.net/jo/dec66-16.html>
 - n° 75-1200 du 4 décembre 1975,
<http://www.industrie.gouv.fr/metro/reglemen/textes/decr-75-1200.pdf>
 - n° 82-203 du 26 février 1982,
<http://www.industrie.gouv.fr/metro/reglemen/textes/decr-82-0203.pdf>
 - n° 85-1500 du 30 décembre 1985,
<http://www.admi.net/jo/dec85-1500.html>
 - n° 2003-165 du 27 février 2003.
<http://www.adminet.com/jo/20030301/INDI0301011D.html>
 - n° 2009-1234 du 14 octobre 2009
http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20091016&numTexte=10&pageDebut=16931&pageFin=16935

Quelques dates d'adoption du SI à l'étranger

1836 - Grèce

1864 - Hollande

adopté en 1816 et obligatoire en 1864

1872 - Allemagne

introduit en 1868, adopté en 1872

1873 - Egypte

... ..

1956 - Inde

facultatif

1965 - Royaume Uni

autorisé en 1864, adopté en 1965

1970 - Australie

facultatif

1970 - Canada

introduit en 1871, adopté en 1970

1972 - Pakistan

1974 - Chypre

1979 - Gambie

1991 - Brunei

1996 - États-Unis

légal et facultatif en 1866, conseillé en 1975 ("Metric conversion Act"), obligatoire en 1996 suite à l'Omnibus Trade & Competitiveness Act de 1988 couplé à l'executive order de 1991

Bangladesh, Libéria et Myanmar (ex Birmanie)

pays non métrique

Hong Kong, Qatar, Belize, Sierra Leone, les Émirats AU

en cours d'adoption

Certains domaines de l'industrie utilisent toujours des unités anglo-saxonnes malgré les accords de ratifications internationaux.

- l'électronique (dimension des composants en "inch"),
- l'aviation (les altitudes sont exprimées en pieds ; le crash d'un Airbus sur le Mont Ste-Odile dans les Vosges, en janvier 1992, pourrait être dû à une erreur de lecture d'altitude pied/mètre),
- la température en degré Fahrenheit (°F) est toujours utilisée dans de nombreux pays,
- le pétrole est vendu au baril,
- ...

Cette page est extraite d'un site concernant les unités de mesure dont l'adresse est :

<http://www.utc.fr/~thomass/Themes/Unites/index.html>

© septembre 2010