

HISTORIQUE DE LA NAISSANCE DU KILOGRAMME

par Nicholas Bouillon, Directeur du CT2M

Les mesures, L'attribut du pouvoir

La balance du «Jugement Dernier» sur le sceau des officines notariales, comme bien d'autres, est une illustration des rapports étroits ayant existé ou existant entre le «Pouvoir» et «les mesures» : dans toutes les civilisations ou sociétés développées, c'est le pouvoir en effet qui dispose des mesures, leur donne force légale et détient les étalons qui ont souvent un caractère sacré. Il tend à unifier les mesures dans son territoire et punit les infractions. Déjà, l'Ancien Testament parle des «mesures du Temple» pendant la période de la suprématie des prêtres, puis de la «mesure royale» quand est instauré le pouvoir royal.

Cette relation mesure/pouvoir a donc une longue histoire. En fait dans la Grèce ancienne, on tenait toujours la mesure comme attribut du pou-

voir souverain au même titre que la monnaie. A Athènes, les étalons de poids et mesures, dédiés aux dieux, étaient conservés à l'Acropole. On y connaissait également l'office de vérification des poids et mesures.



Coupe d'Arcésilas II

Chez certains rois, on utilisait des poids plus gros que ceux du peuple ! C'était une façon comme une autre d'augmenter les impôts, en particulier en Chine jusqu'au début de XXe siècle. Historiquement, le droit du pouvoir à disposer des mesures est une tradition incontestée. De fait, les conflits autour des mesures traduisent les rivalités entre les divers organes du pouvoir. Les tentatives d'unification ont donc été un élément

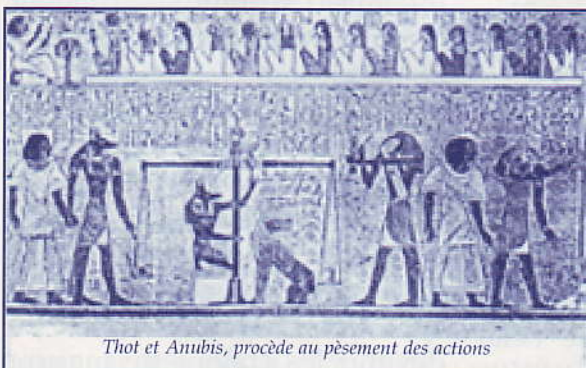
de lutte pour le pouvoir entre les différents organes de la classe «privilegiée» : l'unification des mesures par Charlemagne (qui cautionna les mesures existantes et les étendit) est indissociable de toute son action de politique unificatrice.

Avant le système Amétrique décimal

Jusqu'au 17e siècle, la multiplicité des unités de mesure ne gêne pas trop un commerce resté très local. Il n'y avait pas, à proprement parler, d'étalon individualisé, et la livre se définissait par rapport à une pile à godets appelée «pile de charlemagne». Fabriquée vers le dernier tiers du 15e siècle à partir d'étalons remontant à Charlemagne, elle a ensuite été conservée plusieurs siècles à la Cours des Monnaies. On avait les correspondances suivantes :

- 1 livre = 2 marcs
- 1 marc = 8 onces
- 1 once = 8 gros
- 1 gros = 3 deniers
- 1 denier = 24 grains
- soit 1 livre = 9 216 grains

Dès qu'on s'éloigne de la région parisienne, et pour tout ce qui n'est pas matière précieuse et qui se pèse, les livres varient d'une région à l'autre.



Thot et Anubis, procès au pèsement des actions

Il arrive même qu'on en ait plusieurs différentes dans la même ville suivant les denrées pesées. La valeur d'une livre peut également varier dans de grandes proportions en fonction de la qualité des «copies» (on dirait maintenant étalonnages) qui ont été faites au cours des âges à partir d'étalons anciens.



la pile de Charlemagne

Il existait donc un système de mesures assez complexe et plutôt chaotique. Mais à partir de cette époque, et surtout au 18^e siècle, le commerce, l'industrie et les sciences se développent : un langage commun devient donc nécessaire.

La naissance du système métrique décimal

Ce que l'on cherche d'abord, c'est une unité universelle et naturelle pour les mesures. L'unité retenue par les savants fut l'unité de longueur qui sera définie à partir d'un arc de méridien terrestre. L'idée logique était de prendre pour unité de poids (nous dirions maintenant «masse»), le poids d'un corps contenu dans un volume lié à l'unité de longueur.

C'est dans un rapport du 19 janvier 1793 que Borda, Condorcet, Laplace et Lagrange, baptisent «grave», un décimètre cube d'eau distillée et

ses sous multiples : décigrave, centigrave et milligrave (qui sera appelé plus tard «gravet»). Ensuite seront déterminés les multiples du grave : bar ou millier (équivalent de 1 000 graves, on dirait maintenant tonne), décibar, centibar. Le 11 ventôse an 3 (1^{er} Mars 1795), Prieur-Duvernois, après avoir cherché des noms tels que ponde, vichte, cycle, pèze, pouerr, stat... proposa le «gramme» en remplacement du gravet comme unité de poids. Le Gramme «équivalait au poids de l'eau sous le volume d'un centimètre cube ; ce qui fait environ 19 grains». En fait, celui-ci était très analogue au gramme des Grecs dont il tire le nom.

Il restera à déterminer les conditions de température de l'eau pour définir correctement l'unité de poids (la masse volumique de l'eau est en effet fonction de la température), puis à établir avec précision la correspondance entre les anciennes unités et les nouvelles. Lavoisier note «qu'il reste à déterminer les variations de volume et de pesanteur qu'éprouve l'eau suivant les différents degrés de température» avant d'être arrêté le 8 frimaire an 2 (28 Novembre 1793) et guillotiné le 19 floréal an 2 (8 mai 1794).

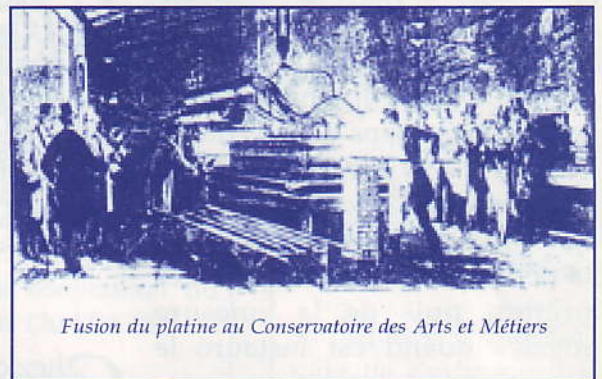
La condition de référence prise à l'origine pour l'eau est la température de 0° (température de glace fondante) sans bien connaître la relation qu'il y a entre la température et la masse volumique de l'eau. Puis, suite aux travaux de Lefèvre-Gineau qui montre que l'eau

atteint son maximum de densité à 4°, une nouvelle définition de l'unité est donnée en prenant l'eau à cette température.

Le Kilogramme des Archives

Pour des raisons pratiques, un décret du 22 octobre 1793 ordonnera la fabrication des étalons prototypes pour toute la république. Ils vont être fabriqués en platine. C'était, parmi les métaux, celui qui «était le moins susceptible de s'altérer, le moins dilatable par la chaleur, le moins condensable par le froid. le platine sait trouver et réunir tous ces avantages.»

Entre temps, Talleyrand, Ministre des relations extérieures du directoire, décide de donner une large audience aux nouveaux systèmes de mesures : il invite des savants



Fusion du platine au Conservatoire des Arts et Métiers

de plusieurs pays à vérifier les travaux des savants français. Ils arrivent à Paris en brumaire an 7 (octobre 1798), et le travail réalisé en commun constitue en quelque sorte le premier congrès international des poids et mesures.

Marc-Etienne Janety (seul Morfèvre en France capable de fabriquer des objets en platine de grande taille), a forgé les 4 règles et les 4 cylindres de platine appelés à devenir les étalons de mesure

légaux. Le 4 messidor an 7 (22 juin 1799), les prototypes définitifs en platine du mètre et du kilogramme sont présentés solennellement au Conseil des Cinq-cents, puis au conseil des Anciens, par une délégation composée de savants étrangers, et des membres restant de la commission des poids et mesures de l'institut national. Les étalons sont ensuite remis à Camus, Gardes des Archives, qui les renferme, ainsi que le mentionne le procès verbal, «dans la double armoire en fer fermant à quatre clefs». D'où le nom qu'on leur donnera par la suite : Mètre et Kilogramme des «Archives».

Outre le kilogramme déposé aux archives, un second fut remis au Bureau des poids et mesure du Ministère de l'Intérieur (puis le 22 mai 1848 au Conservatoire des Arts et Métiers). Les deux derniers seront livrés un peu plus tard au bureau des longitudes et conservés à l'Observatoire de Paris.

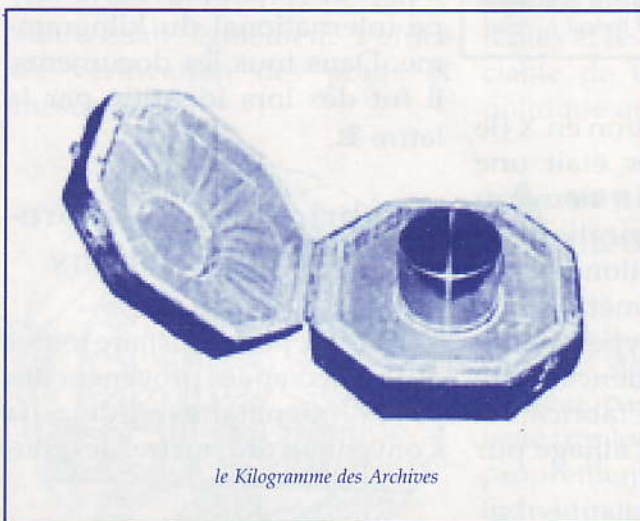
Le développement du système métrique

Le système métrique devient obligatoire en France en 1840. En 1869 douze pays avaient déjà adopté officiellement le système métrique et il était utilisé dans la presque totalité des pays Européens (même s'il n'était pas toujours officiellement approuvé).

Cependant, les étalons représentatifs du mètre et du kilogramme (Mètre et Kilogramme des archives) étaient des étalons Français. Du point de vue International, ils n'avaient aucun statut défini et il n'était pas facile d'y avoir accès. Ainsi, les diffé-

rents pays avaient des étalons du kilogramme, dérivés, de façon non officielle, du Kilogramme des Archives. De plus leurs étalons étaient de fabrications différentes et surtout dans des matériaux divers (laiton doré, quartz, platine...).

La popularité des expositions universelles au XIXe siècle, où l'on montrait une grande variété de biens et de produits dont les quantités et les valeurs étaient exprimées dans des systèmes différents, ont contribué à soulever de nouveau la question d'un système universel de mesure.



le Kilogramme des Archives

Toutefois, l'impulsion décisive est venue des géodésistes qui, lors des mesures qu'ils effectuaient en Europe, rencontraient des difficultés pour raccorder leurs mesures aux frontières (construction des voies ferrées et surtout percement des premiers tunnels). L'origine de ces difficultés résultant bien entendu de l'insuffisante uniformité entre les différents étalons nationaux

La convention du Mètre

Une commission internationale du mètre est créée en 1870. Elle a pour charge, entre autre, de confectionner les éta-

lons internationaux. Il lui faut d'abord déterminer si l'on revient à la définition initiale du mètre et du kilogramme (rapporté respectivement au méridien et à la masse volumique de l'eau) ou si l'on reste sur une définition proche de l'actuelle (Mètre et Kilogramme, objets matériels).

Pour des raisons de simplicité et surtout de compatibilité (des copies du Mètre et du Kilogramme avaient déjà été distribuées) la majorité du comité s'exprima en faveur de l'adoption d'un étalon international du kilogramme constitué par un étalon matériel ayant la même masse que le Kilogramme des Archives.

Il restait à retenir le matériau à utiliser pour la fabrication des étalons. Après des études et discussions, ce fut finalement un alliage de

platine avec 10% d'iridium qui fut retenu. On écarta notamment le quartz (malgré une bonne pérennité dans le temps), les critiques portant sur sa fragilité, sur la crainte de charges électrostatiques dues à ses propriétés d'isolant, sur la mauvaise conductibilité thermique, sur sa grande différence de masse volumique avec le platine et sur sa rareté.

Cette commission établit la convention du Mètre, signée le 20 Mai 1875 par 17 des 20 États représentés, créant ainsi le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) et le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).

Fabrication du prototype international du kilogramme

Compte tenu des difficultés rencontrées pour la coulée d'une quantité importante d'alliage et des problèmes soulevés par la fabrication des éta-



le prototype international du kilogramme et ses six témoins conservés au BIPM (Pavillon de Breteuil, à Sèvres)

lons du mètre à section en X (le mètre des Archives était une règle plate), il fut à nouveau discuté de la fabrication de prototypes internationaux du kilogramme et du mètre séparément des prototypes nationaux. En conséquence, une commande pour la fabrication de trois cylindres d'alliage pur

de 90% de platine et de 10% d'iridium fut passée en 1878 à la Société Johnson, Matthey and Co.

Une commission fut créée par le CIPM pour surveiller et comparer les trois étalons (appelés KI, KII et KIII) avec le Kilogramme des Archives. En 1880, après des ajustements et des pesées complémentaires, la commission conclut que le poids dans le vide de KIII et celui du Kilogramme des Archives étaient identiques (à l'incertitude d'étalonnage près). En 1883, le CIPM prit la décision de choisir KIII comme prototype international du kilogramme. Dans tous les documents, il fut dès lors identifié par la lettre \mathfrak{K} .

Fabrication des prototypes nationaux

En 1882, pour satisfaire toutes les demandes provenant des pays signataires de la Convention du mètre, le gou-

vernement Français commanda trente mètres et quarante kilogrammes à Johnson, Matthey and Co. En 1889, alors qu'une autre grande exposition universelle se tenait, la première Conférence générale des poids et mesure sanctionna unanimement le fait que le \mathfrak{K} serait dès lors considéré comme unité de masse. Elle sanctionna et distribua également par tirage au sort, les prototypes nationaux, aussi identiques entre eux que possible, aux désormais 20 pays signataires de la convention (soit environ 400 millions d'habitants).

Informations complémentaires :

CT2M
Centre des Creusets
Route de Lançon
13250 Saint-Chamas

Tél 04 90 50 90 14
Fax 04 90 50 89 63
E-mail :
bouillon@rht.cr-paca.fr

Les 43 États ayant adhéré à la convention du mètre au 1er Janvier 1975, avec la date de leur adhésion

1964	Afrique du sud	1960	Indonésie
1875	Allemagne	1926	Irlande
1875	Argentine	1875	Italie
1947	Australie	1885	Japon
1875	Autriche	1890	Mexique
1875	Belgique	1875	Norvège
1954	Brésil	1973	Pakistan
1911	Bulgarie	1929	Pays bas
1971	Cameroun	1925	Pologne
1907	Canada	1875	Portugal
1908	Chili	1883	Roumanie
1959	Corée	1884	Royaume unis
1875	Danemark	1875	Suède
1954	Dominicaine	1875	Suisse
1962	Égypte	1922	Tchécoslovaquie
1875	Espagne	1912	Thaïlande
1875	États-Unis	1933	Turquie
1875	France	1875	URSS
1921	Finlande	1908	Uruguay
1875	Hongrie	1960	Venezuela
1957	Inde	1879	Yougoslavie

Les 17 états signataires de la convention du mètre (20 Mai 1875)

Allemagne
Argentine
Autriche - Hongrie
Belgique
Brésil
Danemark
Espagne
États-Unis
France
Italie
Pérou
Portugal
Russie
Suède/ Norvège
Suisse
Turquie
Venezuela

BIBLIOGRAPHIE

- ◆ Esquisse d'une histoire de l'instrumentation et de la mesure (auteur inconnu)
- ◆ Bulletin BNM N°20 «spécial centenaire de la convention du mètre»
- ◆ Bulletin BNM N°76-77 «Historique de la naissance du kilogramme»
- ◆ Bulletin BNM N°102 «du platine à la lumière»