

Les Kilogrammes prototypes

La Convention du Mètre signée à Paris le 20 mai 1875 par les représentants de 17 Etats indique dans son article 6 que :

"Le Bureau International des Poids et Mesures⁽¹⁾ est chargé :

- 1° De toutes les comparaisons et vérifications des nouveaux prototypes du mètre et du kilogramme ;
- 2° De la conservation des prototypes internationaux ;
- 3° Des comparaisons périodiques des étalons nationaux avec les prototypes internationaux et avec leurs témoins, ainsi que de celles des thermomètres étalons ;

.....

Pour remplir cette mission, le B.I.P.M. put s'appuyer sur les résolutions prises par la Commission Internationale du Mètre⁽²⁾

En ce qui concerne l'étalon de masse, les principales décisions furent :

- le Kilogramme international sera déduit du Kilogramme des Archives (de France) dans son état actuel ;
- la matière du Kilogramme international sera le platine iridié contenant 10 pour 100 d'iridium ;
- sa forme sera celle d'un cylindre dont la hauteur sera égale au diamètre [39 mm] .

Le B.I.P.M. qui ne disposait pas encore d'installations et de matériels scientifiques, fut aidé grandement par la Section Française de la Commission Internationale du Mètre.

(1) Cette Convention indique également que le Bureau International des Poids et Mesures (B.I.P.M.) fonctionnera sous la surveillance d'un Comité International des Poids et Mesures (C.I.P.M.) placé lui-même sous l'autorité d'une Conférence Générale des Poids et Mesures (C.G.P.M.).

(2) La Commission Internationale du Mètre créée à la suite d'un vœu de la Conférence Géodésique internationale réunie à Berlin en 1867 et avec l'appui des Académies des Sciences de Saint-Pétersbourg et de Paris, tint des réunions de 1870 à 1875. Elle était composée des représentants de 32 pays. La signature de la Convention du Mètre mit fin à son existence.

Il fallait donc, en premier lieu, construire le Kilogramme international. Trois cylindres en platine iridié furent commandés à Johnson-Matthey à Londres (1879) ; le polissage et l'ajustage furent effectués par A. Collot (Paris) en 1880.

Après la détermination de leur densité (21,553 à 0 °C) ils furent comparés au Kilogramme des Archives par un très grand nombre de pesées faites par quatre observateurs de juin à octobre 1880, dans la salle de la Méridienne de l'Observatoire de Paris.

Le Kilogramme dont la masse était la plus proche de celle du Kilogramme des Archives fut choisi comme "Kilogramme international" et, le 26 avril 1882, le Directeur du B.I.P.M. le reçut en charge (avec le Mètre international).

Dès le début de septembre 1882, quarante cylindres furent commandés à Johnson-Matthey ; ils furent livrés en septembre 1884. Certains d'entre eux, qui présentaient des défauts, furent refondus.

La détermination de la masse volumique de chacun de ces cylindres fut effectuée avant qu'ils soient polis et ajustés au B.I.P.M. par A. Collot. Leur masse fut ajustée aussi près que possible de la valeur nominale (avec une tolérance de ± 1 mg). Les Kilogrammes furent ensuite comparés entre eux selon un schéma de comparaisons assez complet puis étalonnés directement par rapport au Kilogramme international.

La distribution d'une trentaine de ces prototypes aux Pays membres de la Convention du Mètre qui en avaient fait la demande, fut effectuée par tirage au sort au cours de la 1^{ère} C.G.P.M. en octobre 1889.

Deux Kilogrammes furent affectés comme "témoins" du Kilogramme international et déposés, avec lui, dans un coffre-fort au B.I.P.M. (3) ; celui-ci reçut deux Kilogrammes pour son usage courant. Par la suite, d'autres pays se rendirent acquéreurs des Kilogrammes encore disponibles.

En 1905, le C.I.P.M. décida de porter le nombre des "témoins" de deux à quatre.

Vers 1930, on demanda au Comptoir Lyon-Alemand, à Paris, de préparer quatre nouveaux cylindres en refondant des Kilogrammes anciens ; deux seulement furent acceptés.

En 1937, pour répondre aux demandes présentes et futures, il fut décidé de demander au Comptoir Lyon-Alemand de préparer six

(3) L'ouverture de ce coffre-fort, situé à environ 9 m de profondeur, nécessite la présence de trois clés dont une est détenue par le Directeur des Archives de France, la seconde par le Président du C.I.P.M. et la troisième par le Directeur du B.I.P.M.

cylindres ayant les mêmes caractéristiques que ceux distribués en 1889. Une demande semblable lui fut encore adressée en 1948 pour la confection de deux nouveaux Kilogrammes.

En 1937, le C.I.P.M. décida d'augmenter encore le nombre des "témoins" pour le porter à six.

De 1950 à 1963, onze cylindres furent préparés par Johnson-Matthey ; sept d'entre eux ont été polis et ajustés à l'atelier du B.I.P.M.

En 1972, trois nouveaux cylindres ont été commandés à Johnson-Matthey.

En 1956, le C.I.P.M. confia au B.I.P.M. un nouveau Kilogramme pour en faire un prototype d'usage exceptionnel.

Le Kilogramme international est donc actuellement accompagné de six témoins ; le B.I.P.M. dispose de son côté de trois prototypes, dont un d'usage exceptionnel et deux d'usage courant. Sur les 61 Kilogrammes en platine iridié construits sous la surveillance du B.I.P.M., à peine une dizaine ont été accidentés ou réformés ; les autres font toujours office d'étalons.

L'alinéa 3 de l'article 6 de la Convention du Mètre prévoyant des comparaisons périodiques des étalons nationaux aux étalons internationaux et à leurs témoins, il appartenait au B.I.P.M. de les organiser.

Une première vérification périodique des prototypes nationaux de masse fut effectuée de 1899 à 1911. Elle englobait dix-huit prototypes nationaux et ne fit pas intervenir le Kilogramme international, mais seulement un de ses témoins et quatre prototypes non attribués qui n'avaient jamais été utilisés depuis la grande comparaison de 1886-1888.

Ces comparaisons montrèrent que la masse de la plupart des prototypes n'avait pratiquement pas varié ; ceux qui montraient une variation portaient des traces visibles d'usure ou d'accident.

Ces résultats confirmèrent la justesse de vue de H. Sainte-Claire Deville qui proposa le platine iridié à 10 % d'iridium pour la réalisation des prototypes internationaux et nationaux. Cet alliage est le plus parfait que l'on puisse réaliser et son inaltérabilité n'est plus à démontrer.

Il était donc normal qu'à la lumière de cette conclusion rassurante, le C.I.P.M. attendit plus de vingt ans pour demander au B.I.P.M. d'organiser une seconde vérification périodique des Kilogrammes nationaux, précédée d'une comparaison du Kilogramme international à ses témoins. Seule cette dernière comparaison put avoir lieu avant la Seconde Guerre mondiale.

La période de guerre fut mise à profit pour étudier, entre autres, le nettoyage des Kilogrammes qui a une grande influence sur le résultat des pesées.

En 1946, une nouvelle comparaison du Kilogramme international et de ses témoins eut lieu ; elle fut suivie entre 1948 et 1953 de la 2^e vérification périodique des Kilogrammes nationaux à laquelle participèrent 33 prototypes.

Là encore, on constata la parfaite stabilité de certains Kilogrammes et dans bien des cas la variation constatée sur d'autres étalons put être expliquée.

Ainsi, le Kilogramme international n'a été utilisé qu'en de rares occasions : comparaisons de 1886-1888 (où il fut utilisé dans une quarantaine de pesées), de 1939 (7 pesées) et de 1946 (14 pesées).

Pendant la période s'écoulant entre deux vérifications périodiques, le B.I.P.M. peut vérifier tout Kilogramme pour lequel une demande lui est adressée. Pour ce faire, il dispose de ses deux Kilogrammes d'usage courant dont la valeur est déterminée lors des vérifications périodiques.

Si, pour une cause quelconque, on soupçonne, une variation d'un des prototypes d'usage, il était alors nécessaire que le C.I.P.M. autorisât la sortie d'un ou deux témoins du coffre-fort des Prototypes pour pouvoir procéder à de nouvelles comparaisons. Cette procédure peut être gênante et retarder les travaux d'étalonnage. C'est pour cette raison que le C.I.P.M. a décidé, en 1956, de mettre à la disposition du B.I.P.M. un Kilogramme d'usage exceptionnel qui ne servirait que rarement ; il est conservé dans un coffre-fort auquel le Directeur du B.I.P.M. a facilement accès.

Le Kilogramme international étant en platine iridié, il était normal que ses copies, distribuées aux Etats membres de la Convention du Mètre, le soient également.

Grâce aux recherches entreprises depuis le début du siècle pour construire des étalons de masse en un matériau moins onéreux, on dispose actuellement d'alliages d'acier inoxydable dont la stabilité est tout à fait satisfaisante. Il est possible maintenant, pour certains laboratoires, d'acquérir des Kilogrammes en acier inoxydable qui rendent des services comparables à ceux rendus par les Kilogrammes en platine iridié. En revanche, leur valeur est connue avec moins de précision que celle des étalons en platine iridié, car la détermination de leur masse nécessite l'application d'une correction de poussée de l'air de 100 mg environ qui n'est pas connue, pour le moment, avec toute la précision désirable.

Pour toutes les comparaisons de masse de 1 Kilogramme, le B.I.P.M. a disposé jusqu'à maintenant principalement d'une balance Rueprecht avec laquelle une précision de 0,01 mg pouvait être atteinte dans les meilleures conditions.

En 1970, le National Bureau of Standards (Etats-Unis d'Amérique) a fait don au B.I.P.M. d'une balance d'un type nouveau (à un seul plateau) avec laquelle on peut espérer atteindre une précision de 1 à 2 μg .

G. Girard
octobre 1972
