

« Le nouveau kilogramme sera plus pratique »

À partir de 2018, le kilogramme sera défini à partir de la constante de Planck et non d'un cylindre de platine conservé dans un coffre-fort près de Paris. Richard Davis nous explique pourquoi cette nouvelle définition sera plus fiable et, surtout, plus pratique d'utilisation.



Richard DAVIS est ancien directeur du département responsable de la masse au BIPM (Bureau international des poids et mesures), à Sèvres, près de Paris.

POUR LA SCIENCE

Quels sont les inconvénients du Grand K, le prototype étalon du kilogramme ?

RICHARD DAVIS : Le Grand K est utilisé depuis 1889 comme référence. Il s'agit d'un cylindre de platine iridié conservé sous vide sous une triple cloche pour le protéger de la poussière. Pour s'assurer que sa masse ne varie pas, elle est comparée à celle de six « témoins », des cylindres identiques au Grand K, conservés dans le même coffre-fort.

Depuis 1889, la masse des témoins a augmenté de 50 microgrammes par rapport à celle du Grand K. Comme cette différence est relative, il est difficile de conclure si le Grand K a perdu de la masse, si les témoins en ont gagné, ou, pire, si tous les cylindres ont pris du poids et que nous ne mesurons ici qu'un détail de cette évolution.

Diverses hypothèses ont été avancées pour expliquer cette déviation. Par exemple, si un gaz prisonnier du platine du Grand K s'en échappe au fur et à mesure, celui-ci perdrait de la masse. Mais un tel gaz n'a pas été décelé. Nous n'avons pas d'explication satisfaisante pour l'instant.

Du fait du manque de fiabilité de l'étalon, les métrologues ont décidé de changer de référence.

PLS

La nouvelle définition se veut donc plus fiable, plus précise et plus pratique ?

R. D. : Absolument. La nouvelle définition repose sur la constante de Planck, qui apparaît dans la théorie quantique. Cette constante h est reliée notamment à l'énergie d'un photon: $E = h\nu$, où ν est la fréquence lumineuse. Et comme on peut aussi convertir la masse en énergie grâce à la formule d'Einstein $E = mc^2$, il est assez naturel de relier le kilogramme à la constante de Planck.

Le comité chargé de redéfinir les unités a la volonté de faire des choix pratiques pour les métrologues. Pour le kilogramme, nous ne serons plus tributaires d'un objet unique, le Grand K, d'autant peu accessible qu'il est rarement extrait de son coffre. Tout laboratoire équipé des bons instruments pourra étalonner une masse de façon fiable et précise à partir de la constante de Planck.

PLS

Concrètement, comment la nouvelle définition du kilogramme sera-t-elle mise en œuvre ?

R. D. : La future définition du kilogramme n'impose pas la méthode utilisée pour convertir la constante de Planck en une

masse. Contrairement au cas de la seconde, par exemple, définie à partir de la fréquence d'une radiation du césium 133 – alors que ce n'est peut-être plus aujourd'hui le moyen le plus précis pour mesurer le temps. En ce qui concerne la constante de Planck et le kilogramme, un des deux moyens les plus précis actuellement est la balance du watt. Celle-ci ressemble à une balance classique, mais on y compare la force de pesanteur à une force électromagnétique, du type force de Laplace, la mesure de cette dernière étant reliée à la constante de Planck.

Dans le processus de redéfinition du kilogramme, on utilise aujourd'hui les balances du watt pour mesurer la constante de Planck avec une bonne précision, afin d'en fixer ultérieurement la valeur une fois pour toutes. Ces expériences sont délicates, car beaucoup d'effets peuvent perturber les mesures.

Il existe deux balances très performantes en fonctionnement, celle du NIST, l'Institut américain des normes et technologies, et une autre au Canada, qui est pour l'instant la plus précise. D'autres sont en cours de développement: une au BIPM, une au Laboratoire national de métrologie et d'essais, à Trappes, une en Suisse et une en Corée. En Chine, les chercheurs développent une balance du joule, au principe équivalent.