

## Un nouveau kilogramme en 2018

La Conférence générale des poids et mesures doit établir une nouvelle définition du kilogramme fin 2018. Reportage chez les métrologues français qui s'attellent à la mise au point du kilo nouveau.



La balance du watt, un appareil plus proche du réacteur de fusée que de la balance de cuisine... / Philippe Stroppa

Le bâtiment, dans le 15<sup>e</sup> arrondissement de Paris, ressemble à ses voisins. Mais sur trois sous-sols, le *Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE)* offre un labyrinthe d'expériences. Entre science fondamentale et considérations philosophiques, c'est ici que l'on détermine qu'un kilo fait un kilo et un mètre un mètre.

Évidemment, aucun des métrologues du laboratoire n'a jamais testé directement votre pèse-personne. Mais ils sont les gardiens du kilogramme de référence pour la France : le Pt 35.

Pour le voir, il faut descendre plusieurs volées de marches et longer des couloirs obscurs avant de pénétrer dans un sas immaculé. Là, on abandonne ses possessions pour revêtir combinaison, surchaussures et charlotte.

"Il faut éviter de contaminer les mesures", explique Florian Beaudoux, responsable de département délégué section masse.

### L'IPK ne sort de son coffre qu'une fois tous les cinquante ans

Après un dédale de salles blanches, où tous les paramètres environnementaux sont contrôlés, une vieille armoire blindée et, à l'intérieur, un petit coffre noir qui ressemble étrangement à un chapeau haut de forme. L'écrin abrite un cylindre plus petit que le poing, mélange de platine et d'iridium.

C'est à partir de lui et de ses multiples copies que les administrations et les industries font étalonner leurs balances et poids, un service payant du LNE, établissement public à caractère industriel et commercial. Le cylindre, façonné en 1889, est lui-même la copie conforme du kilogramme original, l'IPK (*International Prototype of the Kilogram*).

Ce dernier est jalousement conservé à Sèvres, au *Bureau international des poids et mesures* (BIPM), et son accès est très restreint. L'IPK ne sort de son coffre qu'une fois tous les cinquante ans.

"Même moi je n'ai pas la clé", plaisante Michael Stock, le directeur du département de la métrologie en physique du BIPM.

## La masse des cylindres varie

Mais les rares comparaisons avec les copies nationales et les comparaisons entre copies montrent que la masse des cylindres varie.

*"Il est impossible de savoir si les copies sont plus lourdes ou si l'étalon a perdu de sa masse", raconte Matthieu Thomas, ingénieur de recherches au laboratoire de métrologie. "Mais par définition, un kilogramme vaut le poids de l'IPK, donc on estime que ce sont les copies qui s'alourdissent."*

Cette variation est infime et ne change pas grand-chose pour le quotidien : votre maraîcher ne vous trompe même pas d'un fil de poireaux.

*"Mais dans le domaine des nouvelles technologies, de la pharmacie, de l'environnement et bien d'autres, cette différence a des conséquences importantes", détaille Thomas Grenon, à la tête du LNE.*

Comment connaître l'impact des particules fines sur la santé si on ne peut pas les mesurer ? Comment développer de nouveaux médicaments sans déterminer la quantité de principes actifs ? Pour mettre fin au problème, une seule solution : se débarrasser du cylindre en métal pour redéfinir le kilogramme sur une base immuable. Le mètre, par exemple, est passé d'une barre à

*"la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde."*

*"Aujourd'hui, le mètre ruban a pratiquement disparu de l'usage professionnel, remplacé par la télémétrie laser", précise Thomas Grenon.*

## La balance du futur

La balance du futur, elle, s'appelle "balance de Kibble" ou "balance du watt". D'un côté on place la masse, et de l'autre une bobine plongée dans un champ électromagnétique.

*"Il s'agit de comparer la masse avec une force générée par des tensions et des résistances, qui sont elles-mêmes basées sur la constante de Planck, notée  $h$ ", détaille Matthieu Thomas.*

Finalement, un appareil plus proche du réacteur de fusée que de la balance de cuisine, dont toute l'importance réside dans la huitième lettre de l'alphabet.

Car à partir de la prochaine Conférence générale des poids et mesures, en novembre 2018, les sept unités de mesure du système international **1** seront toutes basées sur une constante fondamentale.

---

<sup>1</sup> Ces unités qui changent en 2018 : Le Système international d'unités (SI) compte sept unités de base : le kilogramme (kg, unité de masse), la seconde (s, unité de temps), le mètre (m, unité de longueur), le kelvin (K, unité de température), l'ampère (A, unité d'intensité électrique), la mole (mol, quantité de matière, utilisée notamment en chimie), la candela (cd, unité d'intensité lumineuse). 4 unités seront redéfinies lors de la prochaine Conférence générale des poids et mesures, en novembre 2018. Le kilo-gramme sera basé sur la constante de Planck  $h$ , l'ampère sur la charge élémentaire  $e$ , le kelvin sur la constante de Boltzmann  $k_B$  et la mole sur le nombre d'Avogadro  $N_A$ . La formulation de toutes les définitions sera harmonisée pour être sur le même modèle.

Dans le cas du kilogramme, il s'agit de  $h$ , la constante de Planck. La valeur de cette constante, issue de la physique quantique et qui caractérise l'infiniment petit, est aujourd'hui dépendante du kilogramme.

Mais les métrologues entendent bien la recalculer précisément grâce à la *balance de Kibble* et la fixer une bonne fois pour toutes. Puis le système fonctionnera dans l'autre sens, et  $h$  servira à calculer les masses.

## Balance ou sphère ?

Si les Français et les Américains ont choisi ce système pour redéfinir le kilogramme, ils sont en concurrence avec d'autres pays, comme l'Allemagne, qui ont opté pour une sphère de silicium parfaitement pure et polie. La contempler provoque un certain malaise : la sphère reflète tout son environnement à 360 degrés avec un niveau de perfection bien au-delà d'un simple miroir.

Ce projet, baptisé "Avogadro Project" (il repose sur le **nombre d'Avogadro**), pose un problème car

*"il faut à nouveau intervenir un objet physique comme le kilogramme", argumente Florian Beaudoux. "Au contraire, la balance du watt permet un lien direct avec les unités électriques."*

Dans les faits,

*"la nouvelle définition du kilogramme n'indiquera pas la façon de déterminer la constante de Planck mais juste sa valeur", tempère Michael Stock du BIPM.*

Peu importe donc qu'il s'agisse d'une sphère ou d'une balance, tant que les deux expériences donnent le même résultat. À savoir : qu'un kilo fasse toujours un kilo.

*"La notion de kilogramme est totalement théorique, l'important c'est qu'elle soit la même pour tout le monde et que les gens aient confiance dans sa valeur, comme la monnaie", renchérit -Thomas -Grenon.*

Car hors de question qu'un kilo de pommes devienne subitement 100 grammes : les conséquences pour la vie quotidienne seraient bien trop catastrophiques.

*"La nouvelle définition doit donner une valeur identique à l'ancienne, conclut Matthieu Thomas. La difficulté est justement que les changements ne changent rien."*

## À lire aussi

- **Le kilogramme étalon vit ses dernières années**
- **Les connaissances sur la pollution de l'air ont-elles progressé ?**
- **Pharao, une horloge spatiale pour affiner la seconde**