



« La nouvelle définition du kilo est une révolution théologique »

ENTRETIEN - Pour Simon Schaffer, professeur d'histoire des sciences à l'université de Cambridge, l'évolution du système de mesure marque la fin de l'incarnation

Simon Schaffer est professeur d'histoire des sciences à l'université de Cambridge. Il a étudié l'établissement des systèmes d'unités à travers le monde. Il met en perspective la décision de la Conférence générale des poids et mesures de modifier la définition du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole.

Depuis quand disposons-nous d'un système d'unités reconnu ?

Le système international date de 1960. Mais le moment crucial reste la Convention du mètre de 1875, où l'on a établi la première vraie résolution internationale sur le sujet. Presque simultanément, on a installé une triade d'institutions – une conférence, un comité et un bureau. L'établissement du Bureau international des poids et mesures [BIPM], à Sèvres, est essentiel.

Pour enregistrer et reproduire un système d'unités qui ait plus qu'une valeur formelle, ça nécessitait un atelier, un laboratoire, un musée, des processus et des procédures, auxquels on a donné, avec la puissance des lois, suffisamment de ressources pour régler les choses globalement, grâce à un système de vigilance, de surveillance et surtout de travail quotidien. Ce travail répétitif de maintenance est invisible mais essentiel. Comme pour un crime, le secret n'est pas de le commettre mais de le faire disparaître. Personne ne doit trop se demander si la règle qu'il tient dans les mains est juste. L'enjeu est fondamental si l'on songe que l'utilisation quotidienne des mesures constitue presque une définition de la modernité.

L'humain n'a pourtant pas attendu la modernité pour mesurer ?

Non, mais les systèmes médiévaux, par exemple, étaient d'une extrême variabilité spatiale et temporelle. La politique métrologique sur une longue durée, c'est l'assimilation du local sous le régime des grandes régions puis de l'Etat. Ces systèmes permettaient néanmoins des liens d'une très grande robustesse autour du marché et du travail. Le paiement du travail a été une source essentielle de la production de mesures, mais jusqu'au XVII^e siècle, la négociation était intrinsèque au système de régulation. Qu'est-ce qu'un pied, un yard, un gallon, un bushel?... Si l'on prend le bushel [unité de mesure de volume du blé], on a construit des grands objets en bois ou en métal que l'on a installés au centre du marché pour incarner cette unité, et l'on a établi des rituels. A Winchester, on coupait les blés à plat en haut du récipient ; à Bristol, ils dépassaient... Et ce caractère ritualisé est la troisième caractéristique : les mesures relèvent d'un système de croyance quasiment théologique, incarné dans des étalons que l'on montre à la foule.

Jusqu'à aujourd'hui ?

Les nouvelles définitions marquent la fin de l'incarnation. C'est une révolution théologique. Le grand principe de l'histoire de la métrologie aura été l'évolution très lente, très compliquée, souvent contestée entre incarnation et processus. Et la nouvelle définition du kilo sera un processus : on va mesurer avec une balance électromécanique la valeur de la constante de Planck. On pourra ainsi mesurer n'importe quel poids. En exagérant un peu, on remplace l'esprit catholique par l'esprit protestant. L'idée que chaque croyant peut reconstituer tout le système, par lui-même, est au cœur de l'Eglise réformée. A l'inverse, l'idée qu'il y a des objets sacrés, préservés dans une Eglise à Sèvres – le Vatican de la métrologie – était fondamentalement catholique. Le système a certes été institutionnalisé sous la III^e République, mais c'était une catholicisation assez explicite de la mesure.

Le Bureau international des poids et mesures ne présente pas sa réforme comme ça...

Il fait même le contraire. Dans son dernier communiqué de presse, il insiste sur le fait que rien ne va changer. Ça montre avec une clarté inouïe le rôle essentiel de l'invisibilité. Si l'on peut voir et débattre de ce qui se passe dans les institutions métrologiques, elles ont failli. C'est magnifique. Normalement, les institutions veulent établir leur importance et leur visibilité. Les métrologues font l'inverse : ce que nous faisons n'a aucune conséquence ! C'est pour ça qu'il faut nous soutenir.

La mesure a-t-elle été un enjeu politique ?

Un enjeu fondamental. Economique bien sûr, c'est le terrain d'affrontements entre les agents



Simon Schaffer, à Cambridge, le 7 novembre. MAGDA RAKITA POUR « LE MONDE »

commerciaux, qui voulaient échapper à l'impôt, et le système fiscal, soucieux de fabriquer des unités fiables. Mais aussi d'unité politique. L'acte d'union de 1707 entre l'Angleterre et l'Ecosse a été crucial pour l'imposition d'un espace de mesures partagé, permettant l'échange des marchandises. Par exemple pour la production des machines à vapeur : il fallait fabriquer des tubes chez les canoniers d'Edimbourg et de Glasgow pour les utiliser à Birmingham ou en Cornouailles. Cela dépendait de mesures communes. N'exagérons toutefois pas non plus la nécessité d'unification formelle. Les commerçants de la Renaissance, comme les Fugger et les Médicis, avaient des cahiers remplis de tables de conversion. Et Braudel a montré comment cette diversité d'unités était exploitée dans toute la Méditerranée.

Les introductions de nouveaux systèmes étaient-elles contestées ?

Toujours ! Les étalons constituaient l'âme des villes. L'idée que des officiers puissent venir et les remplacer était insupportable. Mais à l'inverse, le petit peuple dénonçait régulièrement la corruption des mesures, leur exploitation par les marchands. Si bien que dans les émeutes populaires de la première modernité britannique, la première cible était presque toujours les étalons, systématiquement brûlés. La même chose s'est passée lors de l'introduction du système métrique sous la Révolution. Marseille, par exemple, a résisté à la propagande massive qui était déployée. Il a fallu attendre 1848 pour standardiser l'Hexagone.

Votre collègue Will Ashworth a parlé de lutte des classes métrologique...

Elle s'est manifestée de multiples façons. Il y a la dénonciation du système d'exploitation des surveillants liés à l'imposition de mesures. Ou encore le fait que les petits métiers, qui pouvaient profiter des variations de mesures, se retrouvaient victimes de la standardisation. Certains ont dénoncé la mesure en tant que telle, d'autres le choix des unités.

L'unité a-t-elle été un instrument de contrôle colonial ?

Oui. En Inde, l'Empire britannique a imposé, dans les années 1800, des mesures, depuis la monnaie jusqu'aux longueurs et aux poids, pour assimiler tout le système des marchés. Cette standardisation a constitué un système bien plus puissant, en vérité, que le contrôle militaire. On a exploité les réseaux commerciaux indiens pour diffuser les valeurs anglai-

ses, dans les deux sens du terme. Et lors de la première guerre d'indépendance, en 1857, les *cipayes [soldats indiens]* ont saisi les étalons de mesures à Delhi et les ont détruits.

Par ailleurs, la métrologie a servi d'outil pour tenter de pénétrer l'obscurité du passé des sociétés orientales. C'est ce qu'a fait Sylvestre de Sassy, l'inventeur de l'orientalisme, qui a commencé par étudier la métrologie arabe. Ou encore les Britanniques, qui ont essayé de montrer que les valeurs de la métrologie classique en Egypte et en Inde étaient les mêmes que celles des Saintes Ecritures. L'arrivée des troupes européennes devenait un retour au pays de la naissance de nos civilisations...

Les scientifiques sont donc au service des puissances politiques, sans intérêts propres ?

Si, bien sûr. La clé pour les scientifiques, c'est la possibilité de reproduire les expériences. La métrologie permet de lier deux endroits spatio-temporels différents. Elle offre aussi un moyen de calibrer les expériences, les outils, les machines. Sans métrologie, comment savoir si l'impossibilité de reproduire une expérience signifie que la première était fautive ou simplement que la seconde a mal suivi la recette ? Pourtant, le contraste entre le laboratoire métrologique et le laboratoire d'expérience est spectaculaire : dans le second, il faut que tout soit reproductible. Dans le premier, c'est l'inverse : aucun autre expérimentateur ne doit pouvoir, ni même vouloir, reproduire ce qui se passe à Sèvres.

Aujourd'hui, reste-t-il des enjeux politiques ?

Oui, sur la place de la science et de la physique contemporaines, qui repose sur le fait que l'on a des constantes de la nature qui ne changeront jamais. Et l'on peut définir nos unités sur cette base-là, et sous un régime qui lie ensemble relativité et mécanique quantique. C'est un acte de foi : dans un système nécessairement conjectural – mécanique quantique et relativité – il y a des constantes de la nature sur lesquelles on peut fonder la société moderne. Le probabilisme de la physique contemporaine retrouve ainsi, dans son cœur même, la notion de constance. C'est assez fascinant. A l'époque des Lumières, il n'est pas étonnant que l'on ait fondé la mesure sur la dimension de la planète. La décision d'appuyer désormais les unités sur la vitesse de la lumière ou la charge de l'électron est un déplacement qui nous révèle l'historicité de l'évidence en soi. Car si la vitesse de la lumière venait à changer, que deviendraient le temps et l'espace comme objets métrologiques ? ■

PROPOS RECUEILLIS PAR NATHANIEL HERZBERG



CARTE
BLANCHE

Prendre date, une tradition scientifique

Par ÉTIENNE GHYS

Les querelles de priorité empoisonnent la science depuis toujours. On pourrait penser que l'honneur d'une découverte doit revenir à celui qui l'a publiée le premier, mais la question est parfois plus subtile. Une procédure passablement désuète existe à l'Académie des sciences depuis le XVII^e siècle. Un inventeur peut déposer un pli cacheté pour prendre date. A tout moment, il peut demander l'ouverture de cette enveloppe pour réclamer la priorité de son invention et, s'il ne le fait pas, un comité de l'académie ouvre l'enveloppe cent ans plus tard.

La plupart du temps, ces « vieilleries » n'ont plus qu'un intérêt historique, mais on trouvera peut-être un jour un trésor enfoui depuis un siècle ? Le 15 octobre 2018, une enveloppe envoyée le 14 octobre 1918 par le docteur Baudouin a été ouverte. Elle faisait part de la « découverte d'un dépôt de pierres-figures taillées dans une station néolithique sous-marine en Vendée ». Le contenu de ce pli est actuellement analysé par un expert, peut-être les feuilles reprendront-elles ?

Parfois, ces plis ont en effet permis à leurs auteurs de réclamer leurs « droits ». Par exemple, le mathématicien Pierre Fatou publie en 1917 deux articles dans le but de concourir au grand prix des sciences mathématiques de l'Académie. Quelques jours plus tard, Gaston Julia demande l'ouverture de plis cachetés qu'il avait envoyés quelques semaines auparavant. Fatou perdra la priorité et Julia gagnera le prix. Pauvre Fatou !

En 1940, le jeune mathématicien Vincent Doblin envoyait un pli cacheté alors qu'il était sous les drapeaux, quelques jours avant de se suicider pour éviter de tomber aux mains de l'armée allemande. L'enveloppe sera ouverte en 2000 à la demande de son frère, et on découvrira qu'elle contenait des idées remarquables sur la théorie des probabilités, redécouvertes par la suite par Kiyoshi Ito.

Ces plis ne sont pourtant en aucun cas des publications puisque leur contenu reste secret. Quel sens peut-on donner à la priorité en science ? Peu après mon recrutement comme chercheur au CNRS, il y a bien longtemps, un collègue senior m'expliquait (pas très gentiment) qu'il n'avait pas soutenu ma candidature car il était parvenu aux mêmes résultats que moi et qu'il les avait rédigés quelques mois plus tôt dans un cahier personnel (que je n'ai d'ailleurs jamais vu).

D'autres méthodes possibles

Il existe pourtant d'autres méthodes pour assurer une priorité. On peut publier rapidement l'annonce d'un résultat, par exemple dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, dans laquelle on se contente de décrire des idées générales, dans l'attente d'une publication complète qui prend souvent beaucoup de temps.

Aujourd'hui, on peut aussi déposer une prépublication sur une base de données comme arXiv ou Hal. L'article est alors public, mais il n'a pas été validé par les pairs. Il faut bien reconnaître que la course effrénée aux publications que nous connaissons aujourd'hui n'est pas favorable au fair-play et au respect des « priorités ». L'important n'est-il pas pourtant de rendre publics ses résultats bien plus que de prendre date ? La vraie priorité ne s'acquiert pas dans un pli cacheté, mais par la reconnaissance de la communauté scientifique.

Il arrive souvent qu'un résultat soit déjà publié et que la priorité ne soit pas discutée, mais qu'un autre éclairage le présente sous un nouveau jour. Un théorème peut ainsi avoir plusieurs auteurs, parfois avec plus d'un siècle d'intervalle. C'est ainsi que la science devrait avancer, dans l'émulation plus que dans la compétition.

On a longtemps pensé que le Coton-Tige avait été inventé par Leo Gerstenzang en 1923, mais Harold De Coninck avait envoyé un pli cacheté le 20 juillet 1914 décrivant un « nettoyeur hygiénique pour oreilles ». ■

Etienne Ghys

Mathématicien, directeur de recherche (CNRS) à l'Ecole normale supérieure de Lyon
etienne.ghys@ens-lyon.fr