

Contribuer à la (re)définition des unités de mesure du système international

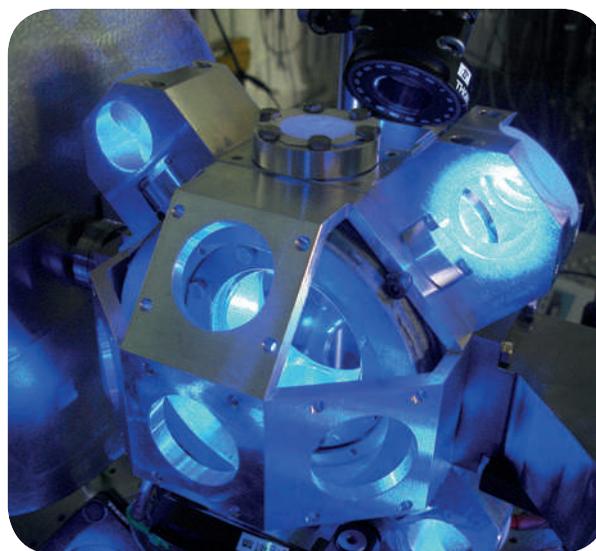
Le *Comité science et métrologie* de l'Académie des sciences, coprésidé par Christian Bordé et Jean Kovalevsky, succède à un groupe de travail qui a mené, entre 2003 et 2007, une réflexion sur les constantes fondamentales à la base du système international.

Missions

L'Académie a, vis-à-vis de la métrologie mondiale, une responsabilité inscrite dans un traité international, la Convention du mètre (1875), qui stipule que le président de l'Académie des sciences française préside la Conférence générale des poids et mesures (CGPM).

Les laboratoires de métrologie nationaux, de même que le Bureau international des poids et mesures, ont pour fonction essentielle la diffusion des étalons. Ils n'ont ni la vocation, ni les moyens, de s'investir dans des recherches importantes sur les fondements théoriques de la métrologie. Dès lors, le *Comité science et métrologie* a été créé pour :

- ▶ être un interlocuteur scientifique de la CGPM et du Comité international des poids et mesures (CIPM), qui en est l'émanation, afin de conserver à la France sa place historique dans cette organisation ;
- ▶ jouer un rôle national en encourageant les laboratoires français à s'engager dans de telles recherches et les coordonner ;
- ▶ développer une vision prospective de la métrologie en réfléchissant aux applications métrologiques des progrès de la recherche scientifique.



Horloge optique au strontium

© Observatoire de Paris - LNE - Syrte

Contributions

- ▶ prises de position au Comité consultatif des unités du CIPM, chargé de redéfinir les unités à partir des constantes fondamentales, contre la fixation arbitraire du nombre d'Avogadro pour la mole, pour le maintien de la perméabilité du vide à la base des unités électriques, pour l'utilisation de la constante de Planck pour la redéfinition du kilogramme et pour celle de la constante de Boltzmann pour le kelvin ;
- ▶ audit du Laboratoire national de métrologie et d'essais français : recommandations dans les domaines de la chimie, de l'électricité, de l'optique, de la radiométrie et de la balance du watt ;
- ▶ présidence de la 24^e CGPM en octobre 2011 ;
- ▶ exploration, sur le plan théorique, de quelques aspects de la métrologie future en relation avec la physique moderne, concernant notamment : la métrologie électrique quantique, les limites quantiques des mesures, la redéfinition de l'unité de temps et son lien profond avec l'unité de masse et l'impact de la théorie de la relativité générale en métrologie du temps ;
- ▶ organisation, avec d'autres organismes, de plusieurs colloques portant sur la détermination de la constante de Boltzmann, les horloges atomiques et les senseurs inertiels à ondes atomiques, la définition du mètre et de la seconde et l'effet Hall quantique et ses applications à la métrologie. Plusieurs dossiers thématiques ont été réalisés et publiés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*.

Quelle métrologie pour demain ?

Le *Comité science et métrologie* poursuit sa réflexion sur l'évolution de la métrologie, en considérant notamment les points suivants :

- ▶ Le décalage entre les définitions pratiques des unités et leur lien théorique avec des constantes fondamentales évolue avec le progrès des méthodes expérimentales et des connaissances en physique. Il s'agit de développer une ligne de conduite pour que la métrologie future prenne en compte ce décalage. Un exemple concerne les horloges optiques : comme pour les horloges à césium actuelles, la définition de la seconde qu'elles réalisent ne peut être réduite à un simple jeu de constantes fondamentales. Dans ces conditions, quelles sont les perspectives pour une nouvelle définition de la seconde ?
- ▶ Quel sera l'impact, pour la mesure des températures, de l'utilisation des méthodes acoustiques, optiques et électriques dans la définition de la constante de Boltzmann?
- ▶ Le rôle de la gravitation doit-il être pris en compte dans la redéfinition du système d'unités, mais aussi pour les mesures d'espace, de temps et de masse ? Quel serait l'impact des théories unifiées de la gravitation et de l'électromagnétisme sur la métrologie fondamentale ?
- ▶ La métrologie est de plus en plus quantique : jusqu'où ira cette évolution ? Quel est le rôle de la décohérence dans cette nouvelle métrologie ?
- ▶ En chimie, que faire pour réaliser la nouvelle mole ?

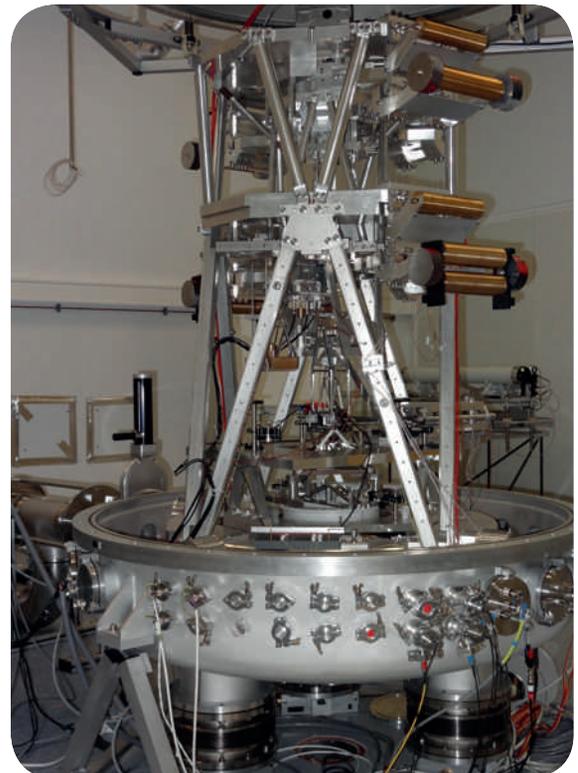
En cours et perspectives

Au-delà de ces questions sur la métrologie future, le *Comité science et métrologie* a entamé une réflexion concernant :

- ▶ l'uniformisation indispensable des résultats des techniques de mesure dans des disciplines comme la géophysique, les sciences du climat et de l'environnement ou, encore, la physique médicale ;
- ▶ la nécessité d'une démarche épistémologique sur la métrologie ;
- ▶ l'enseignement de la métrologie en France.

Le *Comité science et métrologie* se doit par ailleurs de proposer une formulation des nouvelles définitions des unités comportant un contenu de physique pertinent et rigoureux, tout en étant compréhensible du grand public.

Il participera à nouveau au Comité consultatif des unités en juin 2013, et organisera un colloque à l'occasion du centenaire de l'effet Sagnac le 10 octobre 2013.

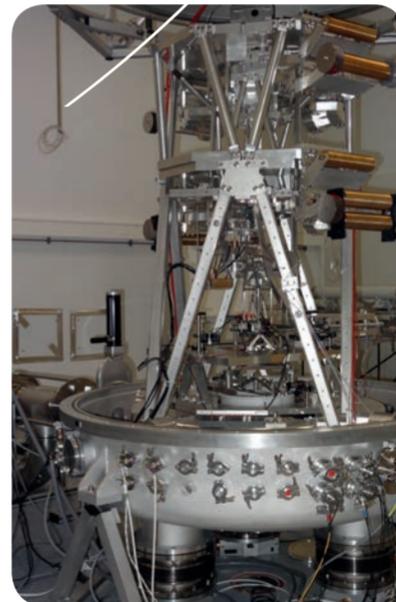


 Balance du watt

L'Académie a, vis-à-vis de la métrologie mondiale, une responsabilité inscrite dans un traité international (Convention du mètre, 1875). Ce traité prévoit que le président de l'Académie des sciences préside la Conférence générale des poids et mesures (CGPM). La 25^e édition de cette conférence s'est tenue à Versailles du 18 au 20 novembre 2014 : elle a regroupé les délégués des gouvernements des États membres, ainsi que des observateurs des associés à la CGPM, sous la présidence de Philippe Taquet. La CGPM a adopté cinq résolutions portant sur des questions scientifiques et institutionnelles³⁶, parmi lesquelles la redéfinition à venir du Système international d'unités (SI), déjà évoquée lors de la 24^e CGPM, en 2011.

Le *Comité science et métrologie* contribue à cet effort de redéfinition. Il s'est ainsi réuni sur ce thème au Bureau international des poids et mesure (BIPM), à Sèvres, en avril 2013. Lors de cette séance, le *Comité science et métrologie* a auditionné Martin Milton, directeur du BIPM, et Michael Stock, directeur du département de l'électricité et (par interim) du département des masses du BIPM, qui ont fait un point sur les obstacles encore à l'œuvre avant toute redéfinition du SI, notamment la divergence persistante des valeurs expérimentales obtenues pour la constante de Planck. Par ailleurs, le *Comité science et métrologie* s'est penché sur la rédaction de la prochaine brochure de présentation du SI, éditée par le BIPM.

En 2014, le *Comité science et métrologie* a organisé un colloque consacré au centenaire de la découverte de l'effet Sagnac (*Sagnac Effect: 100 years later - 10 octobre 2013*)³⁷. En 1913, le physicien français Georges Sagnac observe en effet un déphasage dans l'interférence de deux signaux lumineux circulant en sens opposés à la circonférence d'un disque en rotation, quand ils sont émis par une source fixée sur ce même disque. Cette découverte, connue sous le nom d'effet Sagnac, est publiée la même année dans les *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*. Elle est à l'origine des gyromètres laser qui permettent, notamment, la navigation des avions (10 octobre 2013).



 La balance du watt