



## Informations destinées aux utilisateurs concernant le projet de révision du SI

Le Système international d'unités<sup>1</sup>, le SI, fondé sur la **seconde**, le **mètre**, le **kilogramme**, l'**ampère**, le **kelvin**, la **mole** et la **candela** (qui constituent les unités de base), est en cours de révision, l'objectif étant de mettre à jour la définition de quatre des unités de base. En novembre 2018, il est attendu que la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), l'entité internationale responsable de la comparabilité mondiale des mesures, approuve la révision des définitions du **kilogramme**, de l'**ampère**, du **kelvin** et de la **mole**. Les définitions révisées devraient entrer en vigueur le 20 mai 2019.

Les définitions révisées seront fondées sur sept constantes de la physique (telles que la vitesse de la lumière, la constante de Planck, la constante d'Avogadro) et seront, par conséquent, intrinsèquement stables. Ces constantes ont été choisies de façon à ne pas avoir besoin de modifier les définitions révisées lorsque les technologies utilisées pour réaliser ces unités auront évolué et permettront d'obtenir de meilleurs résultats. C'est dans cette perspective que la révision du SI a été envisagée dans les résolutions de la CGPM adoptées en 2011<sup>2</sup> et 2014<sup>3</sup>. Ces résolutions prévoient par ailleurs des exigences supplémentaires visant à assurer une transition aisée concernant la mise en œuvre des quatre définitions révisées. La majorité des utilisateurs ne se rendront compte d'aucun changement. Une nouvelle édition de la *Brochure sur le SI*<sup>1</sup> fournira des informations essentielles sur le SI révisé aux utilisateurs ; elle sera disponible après l'adoption officielle des définitions révisées. Des documents d'orientation sur la réalisation pratique des unités seront également mis à disposition<sup>4,8</sup>.

Des informations sur l'incidence que pourrait avoir la révision du SI sur divers domaines de mesure sont présentées ci-après :

- **Le kilogramme** sera défini à partir de la constante de Planck, ce qui garantira la stabilité à long terme de l'échelle de masse du SI. Le kilogramme pourra alors être réalisé à partir de n'importe quelle méthode appropriée (telle que la balance de Kibble (balance du watt) ou la méthode Avogadro (mesures de masse volumique de cristaux par rayons X)). Les utilisateurs pourront établir la traçabilité de leurs mesures au SI à partir des mêmes sources qu'actuellement (BIPM, laboratoires nationaux de métrologie et laboratoires accrédités). Des comparaisons internationales permettront d'assurer la cohérence des mesures de ces différentes sources. La valeur de la constante de Planck sera choisie de façon à garantir que le kilogramme du SI ne sera pas modifié au moment de la redéfinition. De façon générale, la redéfinition du kilogramme n'aura pas de répercussions sur les incertitudes associées aux étalonnages offerts par les laboratoires nationaux de métrologie à leurs clients.
- **L'ampère** et les autres unités électriques seront mis en pratique au plus haut niveau métrologique à l'aide des méthodes actuelles qui deviendront alors pleinement cohérentes avec les définitions de ces unités. La transition des valeurs conventionnelles de 1990 au SI révisé introduira de faibles changements pour l'ensemble des unités électriques disséminées. Pour la vaste majorité de ceux qui pratiquent des mesures, aucune action ne sera requise car le changement ne sera que d'environ 0,1 partie par million pour le volt et il sera encore moindre pour l'ohm. Il est probable que les utilisateurs travaillant au plus haut niveau d'exactitude devront ajuster les valeurs de leurs étalons et réexaminer leurs bilans d'incertitude.
- **Le kelvin** sera redéfini sans que cela n'ait d'effet immédiat sur les mesures de température ou sur leur traçabilité et la plupart des utilisateurs ne se rendront pas compte que le kelvin a été redéfini. La redéfinition du kelvin pose les bases de futures améliorations. Une définition qui ne se fonde pas sur des contraintes matérielles et technologiques ouvrira la voie au développement de techniques

nouvelles et plus exactes pour assurer la traçabilité au SI des mesures de température, en particulier celles réalisées à des températures extrêmes. Après la redéfinition, des guides sur la réalisation pratique du kelvin permettront de soutenir la dissémination mondiale de l'unité de température thermodynamique en décrivant les méthodes primaires de mesure de la température thermodynamique et également à l'aide des échelles définies EIT-90 et PLTS-2000.

- **La mole** sera redéfinie par rapport à un nombre spécifié d'entités (typiquement des atomes ou molécules) et ne dépendra plus de l'unité de masse, le kilogramme. La traçabilité à la mole du SI pourra toujours être établie à l'aide des approches précédemment utilisées qui comprennent, entre autres, les mesures de masse réalisées avec les tables de poids atomiques et la constante de masse molaire  $M_u$ . Les poids atomiques ne seront pas affectés par ce changement de définition et  $M_u$  sera toujours de 1 g/mole, avec cependant une incertitude de mesure. Cette incertitude sera si faible qu'il ne sera pas nécessaire de modifier les pratiques actuelles.

Les définitions révisées du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole n'auront pas d'impact sur la seconde, le mètre et la candela.

- **La seconde** continuera à être définie à partir de la fréquence de la transition hyperfine de l'atome de césium 133. La chaîne de traçabilité à la seconde ne sera pas affectée. La métrologie du temps et des fréquences ne sera pas impactée.
- **Le mètre** dans le SI révisé continuera à être défini en fonction de la vitesse de la lumière, l'une des constantes fondamentales de la physique. La pratique de la métrologie dimensionnelle n'en sera pas modifiée de quelque façon que ce soit mais elle bénéficiera de l'amélioration de la stabilité à long terme du système.
- **La candela** continuera à être définie à partir de  $K_{cd}$ , une constante technique de la photométrie. La candela continuera par conséquent à être liée au watt. La traçabilité à la candela sera toujours établie avec la même incertitude de mesure, à l'aide de méthodes radiométriques utilisant des détecteurs étalonnés de manière absolue.

Le SI a été révisé à plusieurs reprises depuis son adoption officielle par la CGPM en 1960. Toutefois, la redéfinition de quatre unités de base en une seule fois est inédite, ce qui requiert des collaborations internationales simultanées dans divers domaines de la métrologie. Comme par le passé, une attention particulière a été portée au fait de s'assurer que la révision n'aura pas de répercussions perceptibles sur la vie quotidienne et que les mesures réalisées à l'aide des anciennes définitions d'unités resteront valides dans les limites de leurs incertitudes. Peu d'utilisateurs en dehors des laboratoires nationaux de métrologie se rendront compte des changements. Les exactitudes expérimentales requises dans les Résolutions de la CGPM ont été obtenues et les conditions nécessaires à la révision remplies, ce qui constitue une réussite remarquable : cela garantit en outre que le SI continuera à répondre aux besoins des utilisateurs les plus exigeants.

1. <http://www.bipm.org/fr/publications/si-brochure/1>
2. <http://www.bipm.org/fr/CGPM/db/24/1/>
3. <http://www.bipm.org/fr/CGPM/db/25/1/>
4. <http://www.bipm.org/fr/publications/mises-en-pratique/>
5. [http://www.bipm.org/cc/CCM/Allowed/15/02A\\_MeP\\_kg\\_141022\\_v-9.0\\_clean.pdf](http://www.bipm.org/cc/CCM/Allowed/15/02A_MeP_kg_141022_v-9.0_clean.pdf)
6. <http://www.bipm.org/cc/CCEM/Allowed/26/CCEM-09-05.pdf1>
7. [http://www.bipm.org/cc/CCT/.../MeP-K-14\\_DRAFT\\_Dec\\_2015.pdf](http://www.bipm.org/cc/CCT/.../MeP-K-14_DRAFT_Dec_2015.pdf)
8. [http://www.bipm.org/cc/CCQM/Allowed/22/CCQM16-04\\_Mole\\_m\\_en\\_p\\_draft.pdf](http://www.bipm.org/cc/CCQM/Allowed/22/CCQM16-04_Mole_m_en_p_draft.pdf)

Cette note a été préparée en 2017 par les Comités consultatifs du CIPM afin de promouvoir la révision du Système international d'unités planifiée pour 2018.