

**Rapport du directeur sur l'activité et la gestion
du Bureau international des poids et mesures**
(1^{er} janvier 2014 – 31 décembre 2014)

Bureau international des poids et mesures

Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures

(1^{er} janvier 2014 – 31 décembre 2014)

Rapport du directeur du BIPM pour l'année 2014

Le Rapport du directeur sur les activités et la gestion du BIPM fait partie d'un ensemble de trois rapports publiés chaque année par le CIPM et le BIPM qui, collectivement, constituent les documents de communication officiels vis-à-vis des États Membres ; les deux autres publications de cet ensemble sont les suivantes :

- Procès-verbaux de la 103^e session du Comité international des poids et mesures (mars et novembre 2014),
- Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures 2014.

Note sur l'utilisation du texte anglais (*voir page 44*)

Afin de faire connaître le plus largement possible ses travaux, le Comité international des poids et mesures publie une version en anglais de ses rapports.

Le lecteur doit cependant noter que le rapport officiel est toujours celui rédigé en français. C'est le texte français qui fait autorité si une référence est nécessaire ou s'il y a doute sur l'interprétation.

Édité par le BIPM,
Pavillon de Breteuil,
F-92312 Sèvres Cedex
France

Imprimé par : Imprimerie Centrale, Luxembourg

ISSN 1606-3740
ISBN 978-92-822-2260-7

TABLE DES MATIÈRES

États Parties à la Convention du Mètre et Associés à la Conférence générale des poids et mesures **7**

Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures
(1^{er} janvier 2014 – 31 décembre 2014) **9**

- 1 Introduction **11**
 - 1.1 Introduction générale et résumé des activités de l'année 2014 **11**
- 2 Travail scientifique du BIPM **12**
 - 2.1 Masses **12**
 - 2.2 Temps **14**
 - 2.3 Électricité **15**
 - 2.4 Rayonnements ionisants **16**
 - 2.5 Chimie **17**
 - 2.6 Comparaisons **19**
 - 2.6.1 Masses **19**
 - 2.6.2 Temps **19**
 - 2.6.3 Électricité **20**
 - 2.6.4 Rayonnements ionisants **20**
 - 2.6.5 Chimie **21**
 - 2.7 Étalonnages **22**
- 3 Le CIPM MRA **22**
 - 3.1 Nouveaux signataires du CIPM MRA **22**
 - 3.2 La base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB) **23**
 - 3.2.1 Contenu de la KCDB **23**
 - 3.3 Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) **24**
- 4 Relations avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux et promotion de la Convention du Mètre **24**
 - 4.1 Nouveaux États Membres et nouveaux Associés à la CGPM **24**
 - 4.2 Collaboration avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux **25**
 - 4.3 Conférences et voyages **26**
 - 4.3.1 Voyages **26**
 - 4.3.2 Visiteurs **26**
 - 4.4 Comités communs **26**
 - 4.4.1 Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM) **26**
 - 4.4.2 Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM) **27**
- 5 Réunions organisées en 2014 **28**
- 6 Publications **35**
 - 6.1 *Metrologia* **35**
 - 6.2 Site internet du BIPM **35**

7	Bureau du directeur et services généraux	36
7.1	Service Finances, Budget et Achats	36
7.2	Service Juridique, Administration et Ressources humaines	36
7.3	Personnel	37
7.3.1	Engagements	37
7.3.2	Promotions et changements de grade	38
7.3.3	Consultants, détachements, chercheurs associés et chercheurs invités	38
7.3.4	Départs	39
7.4	Service Secrétariat et Entretien des locaux	39
7.5	Sécurité, qualité et extérieurs	40
Annexe 1 :	Certificats et notes d'études 2014	79
Annexe 2 :	Réunions et présentations au siège du BIPM	83
Annexe 3 :	Publications du BIPM pour l'année 2014	85
Annexe 4 :	Liste du personnel du BIPM	91
Annexe 5 :	Liste des sigles utilisés dans le présent volume	93

ÉTATS PARTIES À LA CONVENTION DU MÈTRE ET ASSOCIÉS À LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

au 31 décembre 2014

États Parties à la Convention du Mètre (56)

Afrique du sud	France	Pologne
Allemagne	Grèce	Portugal
Arabie saoudite	Hongrie	République de Corée
Argentine	Inde	République dominicaine
Australie	Indonésie	République tchèque
Autriche	Irak	Roumanie
Belgique	Iran	Royaume-Uni de Grande
Brésil	(République islamique d')	Bretagne et d'Irlande du
Bulgarie	Irlande	Nord
Canada	Israël	Serbie
Chili	Italie	Singapour
Chine	Japon	Slovaquie
Colombie	Kazakhstan	Suède
Croatie	Kenya	Suisse
Danemark	Malaisie	Thaïlande
Égypte	Mexique	Tunisie
Espagne	Norvège	Turquie
États-Unis d'Amérique	Nouvelle-Zélande	Uruguay
Fédération de Russie	Pakistan	Venezuela (République
Finlande	Pays-Bas	bolivarienne du)

Associés à la Conférence générale des poids et mesures (41)

Albanie	Ghana	Philippines
Bangladesh	Hong Kong (Chine)	République arabe syrienne
Bélarus	Jamaïque	République de Moldova
Bolivie	Lettonie	Seychelles
(État plurinational de)	Lituanie	Slovénie
Bosnie-Herzégovine	Luxembourg	Sri Lanka
Botswana	Malte	Soudan
CARICOM ¹	Maurice	Taipei chinois
Costa Rica	Mongolie	Ukraine
Cuba	Monténégro	Viet Nam
Équateur	Namibie	Yémen
Estonie	Oman	Zambie
Ex-République yougoslave	Panama	Zimbabwe
de Macédoine	Paraguay	
Géorgie	Pérou	

¹ CARICOM est Associée à la CGPM au nom de 11 de ses États Membres : Antigua-et-Barbuda, Barbade, Belize, Dominique, Grenade, Guyana, Sainte-Lucie, Saint-Christophe-et-Niévès, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, Suriname, Trinité-et-Tobago.

Rapport du directeur sur
l'activité et la gestion du
Bureau international des
poids et mesures

(1^{er} janvier 2014 – 31 décembre 2014)

1. INTRODUCTION

1.1. Introduction générale et résumé des activités de l'année 2014

La 25^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) a été l'événement majeur de l'année 2014. Chaque réunion de la CGPM représente une étape importante pour le BIPM puisque c'est au cours de cette réunion que les progrès concernant le travail du BIPM sont présentés aux États Membres et que les activités pour les années à venir sont convenues.

La CGPM a approuvé cinq résolutions (disponibles sur le site internet du BIPM). Dans cette introduction, je souhaite mettre l'accent sur certains faits marquants. Le premier est l'approbation d'une Résolution sur la révision du SI. Bien que la résolution ne précise pas de date particulière concernant l'adoption des nouvelles définitions d'unités, la discussion qui a eu lieu lors de la réunion de la CGPM a permis de reconnaître l'importance de la feuille de route approuvée par le Comité consultatif des unités (CCU) et par le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM) qui précise les étapes nécessaires pour pouvoir réviser le SI en 2018.

Le BIPM joue un rôle dans la préparation de la révision du SI en effectuant plusieurs des étapes convenues dans la feuille de route. L'une des plus importantes est la campagne extraordinaire d'étalonnages de masses avec le prototype international du kilogramme qui est décrite, dans le présent document, dans le rapport sur le travail du Département des masses du BIPM.

Une autre initiative lancée par la CGPM à sa 25^e réunion est l'examen de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (CIPM MRA). Après quinze années d'existence et de succès du CIPM MRA, il a été convenu qu'il était nécessaire d'examiner sa mise en œuvre et son fonctionnement. Cette tâche va au-delà des améliorations apportées dans le cadre actuel du CIPM MRA, parmi lesquelles l'approche de plus en plus stratégique vis-à-vis de la planification des comparaisons ainsi que d'autres mesures visant à rationaliser les procédures. L'examen du CIPM MRA comprendra un atelier organisé en 2015 dont l'objectif sera d'engager une discussion approfondie sur le CIPM MRA avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, les représentants des États Membres, les organisations régionales de métrologie, ainsi que d'autres parties prenantes concernées, afin de faire ressortir ce qui fonctionne correctement et ce qu'il est nécessaire d'améliorer concernant la mise en œuvre du CIPM MRA.

Enfin, la CGPM a discuté de la dotation du BIPM. Le programme de travail du BIPM pour les années 2016 à 2019, concernant ses activités techniques et de coordination, a été proposé par le CIPM et approuvé par les États Membres. Le CIPM a également présenté une proposition pour un programme de travail au BIPM visant à consolider l'infrastructure métrologique internationale en renforçant les capacités humaines et institutionnelles nécessaires au sein des États Membres qui ne disposent pas d'une infrastructure métrologique bien développée. Les objectifs de cette proposition ont bénéficié d'un large soutien et la CGPM, dans sa Résolution sur la dotation du BIPM, « [a prié] instamment les États Membres, ainsi que les organisations internationales, les organismes privés et les fondations de continuer à apporter un soutien volontaire supplémentaire de toute sorte afin de soutenir des activités spécifiques liées à la mission du BIPM, en particulier celles qui faciliteront la participation aux activités du BIPM par les pays qui ne disposent pas d'une infrastructure métrologique bien développée. » Cette requête renforce les possibilités en matière de collaboration offertes par le BIPM pour remplir sa mission ; en 2014, le BIPM a accueilli 12 personnes en détachement et stage.

Lorsque je considère ce que j'estime avoir été un soutien ferme de la CGPM vis-à-vis du travail du BIPM, je reconnais que la soutenabilité à long terme du BIPM dépend de sa capacité à être considéré comme une organisation efficace et efficiente qui exécute un mandat adéquat et financièrement réalisable et donc comme un partenaire de choix pour des activités de collaboration avec les laboratoires nationaux de métrologie, les États Membres, ainsi que les organisations intergouvernementales et les organismes privés.

2. TRAVAIL SCIENTIFIQUE DU BIPM

Afin de remplir sa mission, c'est-à-dire assurer et promouvoir la comparabilité mondiale des mesures, le BIPM possède des laboratoires dans les domaines des masses, du temps, de l'électricité, des rayonnements ionisants et de la chimie. Les travaux scientifiques effectués par le BIPM répondent à un ou plusieurs des objectifs suivants qui lui ont été fixés :

- établir et maintenir des étalons de référence appropriés, utilisés pour conduire, au plus haut niveau métrologique, un nombre limité de comparaisons clés internationales ;
- coordonner les comparaisons internationales des étalons de mesure nationaux par l'intermédiaire des Comités consultatifs du CIPM, en jouant le rôle de laboratoire pilote pour certaines comparaisons considérées prioritaires et en menant les travaux scientifiques requis pour ce faire ;
- proposer certains services d'étalonnage aux États Membres.

Les sections qui suivent présentent certains points marquants du travail scientifique effectué en 2014.

2.1. Masses

En décembre 2013, le Département des masses a commencé une campagne extraordinaire d'étalonnage de masses avec le prototype international du kilogramme en vue de préparer la redéfinition à venir du kilogramme. Cette campagne permettra de répondre à l'une des conditions requises par le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM) pour redéfinir le kilogramme¹: ainsi, les étalons de masse utilisés dans les expériences de la balance du watt et XRCD (mesures de masse volumique de cristaux par rayons x) qui contribueront à fixer la valeur numérique de la constante de Planck, ainsi que les étalons de travail du BIPM, seront comparés le plus directement possible au prototype international du kilogramme. Au cours de la première phase de la campagne, les six témoins du prototype international du kilogramme et les étalons de travail du BIPM ont été comparés pour la première fois au prototype international du kilogramme depuis la troisième vérification périodique (1988-1992). Les résultats montrent que les différences de masse entre le prototype international et ses témoins ont évolué en moyenne de seulement 1 µg depuis la troisième vérification ; ils ne confirment pas la tendance observée au cours des deuxième et troisième vérifications périodiques, à savoir que la masse des six témoins s'écarte de celle du prototype international. Tous les étalons de travail du BIPM ont été étalonnés par rapport au prototype international et tous présentent une masse inférieure à celle établie lors de l'étalonnage de la troisième vérification périodique. Par conséquent, il s'est avéré que l'unité de masse telle que maintenue par le BIPM présente un décalage de 35 µg par rapport au prototype international du kilogramme.

¹ Milton M.J.T., Davis R., Fletcher N., Towards a new SI: a review of progress made since 2011, *Metrologia*, (2014), **51**, R21

Afin de comprendre comment ce décalage de 35 µg, constaté en 2014, a évolué dans le temps, une modélisation mathématique exhaustive a été effectuée en prenant pour point de départ les résultats de toutes les comparaisons de masse effectuées à l'aide des étalons de travail du BIPM depuis la troisième vérification périodique. Différents modèles déterministes ont été testés à partir de ces données, ce qui a permis d'identifier le modèle décrivant de la façon la plus satisfaisante les données. Les phénomènes pris en compte dans le modèle sont l'augmentation de la masse d'un étalon après nettoyage-lavage et les variations de masse proportionnelles au nombre de pesées effectuées dans les deux comparateurs le plus fréquemment utilisés au cours de la période étudiée. La seule contrainte imposée audit modèle est que la masse du prototype international du kilogramme est exactement 1 kg immédiatement après le nettoyage-lavage, en 1992 et en 2014. Ce modèle permet de calculer de façon rétrospective des valeurs de masse révisées, avec une incertitude estimée à 3 µg, pour les étalonnages précédemment effectués. Les laboratoires nationaux de métrologie impliqués dans la détermination exacte de la constante de Planck ou de la constante d'Avogadro ont été informés de cette révision des valeurs de masse pour les étalonnages antérieurs afin qu'ils puissent recalculer leurs résultats, si nécessaire. La seconde phase de la campagne extraordinaire, qui consiste à étalonner les étalons de transfert de ces laboratoires nationaux, a débuté en décembre 2014 et se terminera en février 2015.

Les travaux visant à préparer une nouvelle version de la balance du watt du BIPM sont menés de manière active, avec pour objectif spécifique de réduire l'incertitude de type B due à un problème d'alignement. Le nouvel équipement comprendra plusieurs nouveaux dispositifs de mesure améliorés. Certains ont déjà été assemblés et testés sur la balance du watt : le plus important d'entre eux est un mécanisme d'alignement dynamique qui permettra de corriger la trajectoire de la bobine ; son fonctionnement a été validé avec succès en conditions réelles. Les techniques d'alignement de la bobine et du champ magnétique continuent à être perfectionnées. Le développement d'un nouvel interféromètre avance de façon satisfaisante. Il se fonde sur des techniques hétérodynes à faisceaux séparés spatialement dans le but d'obtenir une faible erreur non-linéaire et une résolution de phase élevée. Afin de faciliter l'alignement de l'interféromètre, un nouveau support ouvert permettant d'accéder plus facilement aux éléments de la balance du watt a été conçu. En plus d'être rigide et stable, la conception de ce nouveau support a été améliorée à l'aide de la méthode d'analyse des éléments finis pour éviter les pics de résonance de basse fréquence, en particulier ceux présents dans l'environnement. L'étalon de tension de Josephson utilisé pour les mesures du courant a été testé avec succès dans la balance du watt.

En 2011, la CGPM a encouragé le BIPM « à mettre au point un ensemble d'étalons de référence qui permettra de faciliter la dissémination de l'unité de masse une fois le kilogramme redéfini » (Résolution 1 (2011)). Depuis, le Département des masses a formé un nouvel ensemble de 12 étalons de masse de référence et de quatre piles de disques. Le réseau de stockage de l'ensemble d'étalons de masse de référence a fait l'objet de plusieurs améliorations en 2014. Le débit de gaz a été réduit et est désormais uniforme dans les différentes conduites de gaz. De nouveaux supports pour les étalons de masse stockés dans le gaz permettent de manipuler plus facilement et en toute sécurité les étalons dans la boîte à gants. De nouveaux supports ont par ailleurs été conçus pour les piles afin de pouvoir les transférer dans le comparateur de masses tout en les gardant dans leur milieu de stockage. Les premiers étalons seront placés dans leur caisson de stockage au début de 2015.

Quatre nouveaux prototypes de masse et une pile de huit disques ont été fabriqués en 2014. Les quatre prototypes ont été étalonnés et leur comportement lors du passage du vide à l'air, ainsi que celui d'une pile déjà existante, a été déterminé. Trois autres prototypes sont en cours de fabrication. Le département a déterminé la masse des deux sphères repolies en ^{28}Si , AVO-S5 et AVO-S8, dans l'air et dans le vide. Ces résultats ont contribué à une nouvelle détermination de la constante d'Avogadro avec une incertitude relative de 2×10^{-8} . Une étude a été lancée afin de déterminer la masse de la couche d'eau absorbée chimiquement qui est présente à la surface d'une sphère en silicium naturel. Le coefficient d'adsorption chimique moyen, obtenu à l'aide de deux méthodes différentes, est de $0,026 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ avec une

incertitude-type de $0,012 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$. Les résultats du BIPM confirment ceux obtenus par le laboratoire national japonais, le NMIJ/AIST, qui a mesuré les isothermes d'adsorption de surfaces planes en $\text{SiO}_2/\text{Si}(100)$. Le Département des masses a publié le rapport final de la comparaison clé CCM.M-K4 d'étalons de masse en acier inoxydable du CCM.

2.2. Temps

L'une des réalisations majeures du Département du temps en 2014 a été de mettre en œuvre un nouvel algorithme pour le calcul régulier du Temps universel coordonné (UTC). Cet algorithme se fonde sur un modèle parabolique de prédiction de la fréquence des horloges participant au calcul de l'UTC ainsi que sur une procédure de pondération des horloges qui a pour critère la prédictibilité des horloges. L'échelle de temps établie à partir de ce nouvel algorithme présente une stabilité à court terme et à long terme qui est améliorée d'environ 20 %.

Les méthodes utilisées pour comparer les horloges à distance sont la principale source de l'incertitude de $[\text{UTC} - \text{UTC}(k)]$ dans la comparaison clé CCTF-K001.UTC. Améliorer les comparaisons de temps par l'étude et la mise en œuvre de nouvelles méthodes a constitué une part importante du programme de travail du Département du temps, l'objectif étant de réduire l'incertitude statistique des comparaisons de temps par rapport à la meilleure valeur de 0,3 ns actuellement obtenue pour 46 % des liaisons horaires, et d'améliorer l'exactitude des comparaisons par des étalonnages plus fréquents et plus perfectionnés.

Le travail de coordination avec les organisations régionales de métrologie concernant l'étalonnage des liaisons horaires et des équipements des laboratoires participant au calcul de l'UTC a été une activité majeure du département en 2014. Ainsi, le BIPM a révisé ses directives concernant les procédures à suivre lors des étalonnages régionaux ; un programme définit les responsabilités du BIPM pour étalonner un ensemble de laboratoires sélectionnés et celles des organisations régionales de métrologie pour les autres laboratoires. Les mesures sous la responsabilité du BIPM sont presque achevées. À la fin du processus, toutes les liaisons horaires de l'UTC seront étalonnées et la valeur u_B qui caractérise les liaisons et a une incidence sur l'incertitude de $[\text{UTC} - \text{UTC}(k)]$ devrait diminuer d'un facteur deux.

En 2014, cinq nouvelles fontaines à césium ont été intégrées au calcul du Temps atomique international (TAI) afin d'améliorer l'exactitude de la fréquence du TAI suite à l'approbation du Groupe de travail concerné du Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF). Les résultats de douze étalons primaires de fréquence, parmi lesquels dix fontaines à césium, et ceux d'une représentation secondaire de la seconde ont contribué en 2014 à l'établissement du Temps atomique international (TAI), avec cinq à six fontaines à césium en moyenne fournissant des mesures chaque mois. Le nombre croissant de mesures enregistrées pour ces étalons renforce l'estimation de l'exactitude du TAI qui est de l'ordre de $2\text{-}3 \times 10^{-16}$.

La Circulaire T du BIPM continue à être publiée chaque mois et permet d'établir la traçabilité à la seconde du Système international d'unités (SI), par le calcul du Temps universel coordonné (UTC), des réalisations locales maintenues par les laboratoires nationaux. C'est la comparaison clé la plus fréquente, sa valeur de référence UTC et les degrés d'équivalence associés, $[\text{UTC} - \text{UTC}(k)]$, étant évalués tous les cinq jours. À la fin de 2014, 73 laboratoires fournissant les données de plus de 450 horloges atomiques, contre 400 en 2013, y participaient.

La publication régulière de l'UTC rapide UTC (UTC_r) s'est poursuivie en 2014, fournissant une solution hebdomadaire dont l'écart pic à pic par rapport à l'UTC publié dans la Circulaire T reste dans l'intervalle -3 ns à +2 ns. La publication de l'UTC_r étaye la qualité des représentations locales de l'UTC maintenues par les laboratoires de temps nationaux, ainsi que le pilotage des échelles de temps des systèmes globaux de navigation par satellite (GNSS) sur l'UTC.

2.3. Électricité

Un premier bilan d'incertitude a été établi pour le condensateur calculable incluant les résultats de la modélisation analytique de sa dépendance en fréquence. Il met en évidence que l'exactitude de l'alignement actuel des électrodes limite l'incertitude relative de la détermination de la constante de von Klitzing à environ 1×10^{-7} . De nombreuses séries de mesures de caractérisation de l'ensemble constitué du condensateur calculable et du pont coaxial en courant alternatif dédié ont été réalisées afin d'identifier d'éventuelles erreurs systématiques et sources de bruit. Ce travail a effectivement permis d'éliminer plusieurs sources de bruit de la chaîne de mesures, améliorant ainsi la répétabilité des mesures à 1×10^{-8} ou mieux. Deux causes d'erreurs systématiques ont également été détectées dans le condensateur calculable. L'une d'elle est liée à l'instabilité mécanique des électrodes et l'autre, récemment résolue, à une instabilité de la fréquence de référence du laser de l'interféromètre. Ces difficultés ont retardé la détermination prévue de la constante de von Klitzing au niveau d'incertitude de 10^{-7} , qui est désormais programmée pour le début de 2015. Une fois cette détermination effectuée, l'alignement des électrodes sera amélioré à l'aide d'une nouvelle sonde d'alignement spécifique en cours de fabrication par l'atelier de mécanique du BIPM. L'objectif final demeure de déterminer la constante de von Klitzing au niveau de 10^{-8} .

Un étalon de tension de Josephson dédié à la mesure du courant dans la bobine de la balance du watt du BIPM a été assemblé, testé et livré. Il a été démontré que la tension du réseau de Josephson reste quantifiée et que les performances du réseau ne sont pas affectées par le niveau de bruit électromagnétique dans l'environnement de la balance du watt. Le réseau a été intégré avec succès à la balance du watt, ce qui a permis de démontrer pour la première fois que la stabilité de la source de courant de la balance du watt doit être améliorée car elle constitue actuellement le facteur limitant.

La série de comparaisons sur site [BIPM.EM-K12](#) d'étalons de résistance de Hall quantifiée du BIPM a été relancée avec une première comparaison réussie au laboratoire national de métrologie allemand, la PTB, en novembre 2013². Cette comparaison a permis de mettre en évidence une source d'erreur limitant l'interprétation des mesures de résistance de 1Ω , qui a fait l'objet en 2014 d'une étude complémentaire en collaboration avec la PTB. L'échauffement par effet Peltier d'un ensemble de différentes résistances étalons de 1Ω a désormais été complètement caractérisé et les résultats ont été soumis pour publication. Cette meilleure connaissance de l'effet Peltier devrait permettre d'en réduire les conséquences lors des prochaines comparaisons et d'assurer une comparabilité des mesures de 1Ω à un niveau d'environ $10 \text{ n}\Omega/\Omega$ (notons que cet effet est moins important pour les résistances de valeur plus élevée et qu'ainsi, les comparaisons d'étalons de 100Ω et $10 \text{ k}\Omega$ par rapport à un étalon de référence de Hall quantifiée sont possibles à des incertitudes approchant $1 \text{ n}\Omega/\Omega$, comme observé lors de la comparaison de la PTB). La série de comparaisons sur site continuera avec deux comparaisons prévues en 2015.

La technologie employée dans le pont comparateur de courant à très basse fréquence (1 Hz ou moins) et température ambiante que le BIPM utilise pour les comparaisons sur site de résistance sert de base à un projet de recherche EURAMET concernant la mise en œuvre de la prochaine génération de systèmes de référence de Hall quantifiés à base de graphène. Dans ce contexte, le BIPM a collaboré avec la PTB et le laboratoire national de métrologie finlandais, le MIKES, pour tester de nouveaux ponts de résistance ne nécessitant pas de refroidissement par hélium liquide tout en permettant d'atteindre le niveau d'exactitude requis pour l'étalonnage des étalons primaires de résistance. Les premiers tests effectués sont encourageants et ont permis d'obtenir de bonnes mesures de rapports à l'aide des comparateurs de courant construits par le MIKES combinés à l'électronique existante du BIPM. Cette technologie, associée aux résistances de Hall quantiques à base de graphène, est désormais en développement et permettra de disposer de références primaires de résistance plus simples à mettre en œuvre et plus robustes.

² Goebel R. *et al*, Final report on the on-going comparison BIPM.EM-K12: Comparison of quantum Hall effect resistance standards of the PTB and the BIPM, *Metrologia* (2014) **51** 01011

2.4. Rayonnements ionisants

Le projet de mise au point d'un étalon de dose absorbée dans les faisceaux de rayons x aux moyennes énergies a progressé de façon significative en 2014. Les étalons de transfert construits au BIPM ont été mesurés dans l'air, avec la nouvelle configuration de fantôme d'eau, sur le domaine des énergies aux rayons x. Les calculs de Monte Carlo de la réponse relative des chambres indiquent, dans ces conditions de mesure, que la dose absorbée sera très probablement dans les limites de l'incertitude cible de 1 %.

Le Département des rayonnements ionisants a effectué les septième et huitième comparaisons bilatérales, avec le laboratoire national britannique, le NPL, et le laboratoire national néerlandais, le VSL, dans le cadre de la comparaison clé BIPM.RI(I)-K6 de dose absorbée dans l'eau dans les faisceaux de photons aux hautes énergies de 6 MV, 10 MV et 25 MV de l'accélérateur du NPL. Le BIPM a utilisé pour la première fois un système motorisé de contrôle et d'obturateur commandé à distance afin de pouvoir suivre de façon fiable les variations intrinsèques d'intensité des faisceaux et les corriger. La nouvelle conception de la chambre est compacte et présente une reproductibilité élevée par rapport au positionnement de l'obturateur. Le système étant commandé à distance, les opérateurs n'ont pas besoin de pénétrer dans la zone de rayonnement entre les irradiations, ce qui permet de gagner du temps et d'améliorer la radioprotection du personnel.

Les données cumulées de la comparaison clé BIPM.RI(I)-K6 ont été utilisées pour déterminer à nouveau la valeur de W_{air} , l'énergie moyenne requise pour créer une paire d'ions dans l'air, ce qui a eu une incidence au niveau international sur les mesures de dosimétrie ionométrique primaires³.

La comparaison clé BIPM.RI(I)-K8 de mesure du taux de kerma dans l'air de référence pour les sources de ^{192}Ir à niveau élevé de dose utilisées en curiethérapie a de nouveau été lancée : un nouveau protocole a été adopté, les résultats des trois précédentes comparaisons de nouveau analysés, et les rapports de comparaison correspondants préparés et publiés. Deux nouvelles comparaisons, avec le laboratoire national canadien, le NRC, et celui français, le LNE-LNHB, ont été effectuées.

Au total, seize comparaisons de dosimétrie et treize étalonnages d'étalons nationaux secondaires, étayés par les efforts significatifs consacrés à l'étalonnage et à la maintenance des équipements, ont été réalisés. En outre, onze rapports de comparaison ont été soumis pour publication.

Dans le cadre du programme de mesures d'activité de radionucléides liées au Système de référence international (SIR), 16 ampoules contenant 11 radionucléides différents ont été soumises par sept laboratoires qui souhaitent établir des valeurs d'équivalence pour la comparaison clé en continu BIPM.RI(II)-K1 du BIPM. Suite aux mesure de ^{222}Rn , un gaz radioactif à courte durée de vie ($T_{1/2} = 3,823\ 5\ \text{d}$, $u = 0,000\ 3\ \text{d}$), un article co-écrit sur la géométrie et le type de conteneurs a été rédigé. Le suivi de ^{222}Rn a été mis en place afin d'étudier de possibles corrélations entre le bruit de fond et les mesures du SIR.

Une étape importante a été franchie en 2014 avec l'utilisation effective de l'instrument de transfert du SIR afin d'étendre le SIR au ^{18}F ($T_{1/2} = 1,8\ \text{h}$), l'un des radionucléides les plus fréquemment utilisés pour la tomographie par émission de positrons, par le biais d'une nouvelle comparaison en continu BIPM.RI(II)-K4.F-18 effectuée sur site dans les locaux des laboratoires nationaux de métrologie. Un nouveau protocole spécifique a été établi et le lien entre l'instrument de transfert et le SIR a été mesuré pour le ^{18}F à l'aide d'une solution commerciale et d'une solution préparée par le LNE-LNHB. La validation du protocole a été effectuée au NPL en comparant le résultat de l'instrument de transfert du SIR et le résultat du SIR du NPL de 2003. Cette nouvelle comparaison en continu a commencé par des comparaisons au VNIIM (Fédération de Russie), au NPL et à l'ENEA-INMRI (Italie).

³ Burns D.T., Picard S., Kessler C., Roger P., Use of the BIPM calorimetric and ionometric standards in megavoltage photon beams to determine W_{air} and I_c , *Physics in Medicine and Biology* (2014) **59** 1353–1365

En parallèle, la comparaison clé BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m ($T_{1/2} = 6,0$ h) effectuée à l'aide de l'instrument de transfert du SIR s'est poursuivie avec le VNIIM et l'ENEA-INMRI en 2014. Il est remarquable qu'en dépit de son transport dans le monde entier, l'instrument de transfert du SIR présente une très haute reproductibilité depuis 2007, avec un écart-type relatif de 2×10^{-4} pour le taux de comptage de la source de référence de ^{94}Nb mesurée dans le monde entier.

Une autre étape significative a été le lancement effectif en novembre 2014 de l'exercice d'essai concernant l'extension du SIR aux émetteurs beta, avec des mesures de comptage par scintillation liquide du ^3H , du ^{14}C , du ^{55}Fe et du ^{63}Ni avec des scintillateurs, volumes et compteurs différents et avec la participation de 14 laboratoires nationaux ou désignés. L'exercice durera 5 à 7 mois et permettra d'établir les procédures d'une nouvelle comparaison clé en continu, qui sera effectuée sur demande, afin que les laboratoires nationaux de métrologie puissent obtenir rapidement l'équivalence de leurs mesures pour les émetteurs beta sans avoir à recourir à des comparaisons à grande échelle prenant beaucoup de temps.

Au total, dix-huit comparaisons d'activité de radionucléides ont été conduites et les rapports mis à jour de six exercices de la comparaison clé BIPM.RI(II)-K1 et d'un exercice de la comparaison clé BIPM.RI(II)-K4 ont été soumis pour publication dans un *Technical Supplement* de *Metrologia* couvrant le ^{131}I , le ^{133}Ba , le ^{152}Eu , le ^{177}Lu , le $^{166\text{m}}\text{Ho}$ et le $^{99\text{m}}\text{Tc}$, et comprenant des liens aux comparaisons régionales APMP.RI(II)-K2.I-131, COOMET.RI(II)-K2.Eu-152, CCRI(II)-K2.Lu-177 et EURAMET.RI(II)-K2.Ho-166m.

En 2014, le BIPM a ainsi effectué trente-quatre comparaisons et treize étalonnages, et publié dix-sept rapports de comparaison. Par ailleurs, quatre rapports de comparaisons du Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI) et cinq rapports d'organisations régionales de métrologie ont été examinés et publiés.

2.5. Chimie

Dans le domaine de la métrologie des gaz, le BIPM a continué en 2014 à coordonner les comparaisons d'étalons de gaz nécessaires au contrôle des gaz à effet de serre et de la qualité de l'air. Pour ce qui est des gaz à effet de serre et de leurs précurseurs, le rapport final de la comparaison clé CCQM-K82 sur le méthane dans l'air au niveau ambiant a été publié et les résultats ont été présentés lors de l'assemblée générale de l'Union européenne de géophysique. Un article démontrant l'équivalence entre les étalons à base d'air ambiant et les étalons à base d'air synthétique, mesurés par spectroscopie par absorption laser dans un spectromètre à CRDS et par chromatographie en phase gazeuse avec détection d'ionisation de la flamme (GC-FID) pour les applications de surveillance de l'atmosphère, a été soumis à *Analytical Chemistry* en novembre 2014. Le département a acquis un nouveau spectromètre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) qui a été validé dans le cadre de la préparation de la comparaison clé CCQM-K120 d'étalons de dioxyde de carbone dans l'air. Les étalons choisis pour couvrir à la fois la fraction molaire cible et les domaines de rapports isotopiques ont été obtenus par un travail de collaboration avec des laboratoires nationaux partenaires (le laboratoire national américain, le NIST, et celui britannique, le NPL). Une nouvelle méthodologie pour déduire le décalage isotopique ($\delta^{13}\text{C}$) de mélanges de dioxyde de carbone dans l'air par FTIR a été mise au point au cours du détachement au BIPM de Marta Doval Minarro du NPL. Un nouveau système de mesure des fractions molaires de dioxyde de carbone, traçable aux étalons de pression du BIPM, a également été installé dans un nouveau laboratoire. Le système repose sur la séparation cryogénique du dioxyde de carbone de sa matrice d'air et sur des mesures exactes de la pression, de la température et du volume. Des corrections concernant la présence de protoxyde d'azote (N_2O) seront effectuées à partir de mesures par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à capture d'électrons (GC-ECD), avec le soutien financier du laboratoire national coréen, le KRISS, pour l'achat de l'équipement. Ce dernier permettra par ailleurs d'étayer de futures comparaisons clés d'étalons de N_2O dans l'air.

Dans le domaine des étalons de gaz pour la qualité de l'air, la comparaison clé en continu BIPM.QM-K1 d'étalons de référence mesureurs d'ozone s'est poursuivie : quatre laboratoires y ont participé en 2014, ce qui porte le nombre total de participants à 21. Le travail portant sur de nouvelles mesures de la section efficace d'absorption de l'ozone a été terminé, ce qui a conduit à proposer une nouvelle valeur de $11,27 \times 10^{-18} \text{ cm}^2 \text{ molécule}^{-1}$ avec une incertitude relative étendue de 0,92 %. Cette valeur est inférieure à la valeur conventionnelle actuellement utilisée, et mesurée par Hearn en 1961, avec une différence relative de 1,8 % : par conséquent, les déterminations de la concentration d'ozone jusqu'alors publiées devraient être augmentées de 1,8 %. Un article décrivant les mesures a été publié en ligne dans *Atmospheric Measurement Techniques Discussions*⁴. La comparaison clé CCQM-K90 d'étalons de formaldéhyde dans l'azote a commencé après réception des mélanges de gaz servant d'étalons de transfert sélectionnés par le BIPM pour leur stabilité et après validation finale de deux systèmes différents pour générer de façon dynamique du formaldéhyde, l'un par perméation de paraformaldéhyde, l'autre par diffusion de trioxane. La mise au point d'un système de génération dynamique d'étalons d'acide nitrique dans l'azote a été effectuée lors du détachement de Céline Pascale du laboratoire national suisse, le METAS. Ce système a été utilisé pour étalonner le spectromètre FTIR, ce qui a permis de réduire l'incertitude relative des mesures d'acide nitrique d'un facteur trois. Cela réduira l'incertitude de la valeur de référence des étalons de dioxyde d'azote au cours des futures comparaisons clés (CCQM-K74.2018).

Le programme d'analyse organique du BIPM constitue une part essentielle de la stratégie du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse organique concernant les comparaisons démontrant les compétences clés. Un livre blanc décrivant une méthode pour lier les résultats de comparaisons clés d'analyse organique de pureté aux déclarations d'aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMCs) dans le domaine de l'analyse organique, a été préparé ; il comprend une importante compilation des résultats de tous les laboratoires nationaux de métrologie qui ont participé aux comparaisons de pureté coordonnées par le BIPM. Ce livre blanc a été accepté et sera mis en œuvre par les Groupes de travail du CCQM sur l'analyse organique et sur les comparaisons clés et la qualité des CMCs.

Un fabricant d'instruments a fait don au BIPM d'un spectromètre à résonance magnétique nucléaire à haut champ magnétique qui vient s'ajouter aux équipements de laboratoire du BIPM utilisés pour les comparaisons clés de pureté. Ce don est le premier résultat d'une collaboration entre le BIPM et le laboratoire national japonais, le NMIJ, concernant le projet d'analyse de pureté de composés chimiques organiques par spectroscopie à résonance magnétique nucléaire quantitative qui a commencé en 2014. Des membres du personnel du BIPM ont ensuite été formés au NMIJ et au laboratoire national canadien, le NRC, puis le spectromètre à résonance magnétique nucléaire a été installé et mis en marche au BIPM. En amont de cette collaboration, le BIPM a participé avec succès à l'étude pilote CCQM-P150 coordonnée par le NMIJ, sur l'utilisation de la résonance magnétique nucléaire quantitative pour évaluer la pureté du diméthylsulfoxyde avec l'acide 3,5-bis(trifluorométhyl)benzoïque utilisé comme étalon interne.

Le rapport final de la comparaison clé CCQM-K55.c [(L)-Valine, analyse de pureté] a été publié dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB) et le travail de préparation des échantillons de la comparaison clé CCQM-K55.d [acide folique, analyse de pureté] se poursuit, les mesures d'homogénéité et de stabilité étant en cours. Un article sur la méthode fondée sur la chromatographie en phase liquide normale et couplée à la spectrométrie de masse en tandem avec photoionisation à pression atmosphérique, et développée par le BIPM pour l'évaluation de la pureté du 17 β -estradiol dans le cadre de la comparaison CCQM-K55.a, a été publié dans *Analytical and Bioanalytical Chemistry*⁵. Le BIPM a

⁴ Viallon J., Lee S., Moussay P., Tworek K., Petersen M., and Wielgosz R. I., Accurate laser measurements of ozone absorption cross-sections in the Hartley band, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, (2014) 7, 8067-8100

⁵ Josephs R.D., Dairea A., Choteau T., Westwood S. and Wielgosz R.I., Normal phase-liquid chromatography-tandem mass spectrometry with atmospheric pressure photoionization for the purity assessment of 17 β -estradiol, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 1 Nov 2014, Springer Berlin Heidelberg

mené un groupe de travail de l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), comprenant des membres de douze laboratoires nationaux de métrologie et de deux organisations internationales, qui s'est réuni deux fois en 2014 afin de rédiger un guide technique intitulé « Methods for the SI Value Assignment of the Purity of Organic Compounds for use as Primary Reference Materials and Calibrators ». Un projet de rapport de ce groupe de travail devrait être préparé en 2015 afin de décrire les méthodes validées et les incertitudes de mesure qu'il est possible d'atteindre pour la caractérisation de composés organiques chimiques utilisés comme étalons primaires. La mise en œuvre de ces méthodes devrait améliorer la comparabilité internationale des mesures en chimie analytique.

Le programme d'analyse de pureté de molécules organiques de grande taille du BIPM s'est poursuivi avec le lancement de la première comparaison clé CCQM-K115/P55.2 du CCQM sur la détermination de la pureté d'un peptide (peptide C humain synthétique) : cette comparaison est coordonnée par le BIPM en collaboration avec le laboratoire national chinois, le NIM, et avec le soutien de deux scientifiques en détachement, Ming Li et Dewei Song. Au cours du travail de préparation de cette comparaison, la validation croisée de différentes approches d'assignation de la valeur de la fraction massique de pureté pour un décapeptide type (l'angiotensine I, en collaboration avec le NIST) ainsi que pour l'insuline a été effectuée avec succès. Trois publications externes, qui sont actuellement en préparation, décrivent ce travail.

2.6. Comparaisons

En 2014, on compte 35 comparaisons coordonnées par le BIPM et 206 participations de laboratoires nationaux de métrologie.

2.6.1. Masses

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>CCM.M-K4</u>	Comparaison d'étalons de masse de 1 kg en acier inoxydable, finalisation du rapport de comparaison	16

2.6.2. Temps

Le Département du temps pilote la comparaison clé CCTF-K001.UTC, dont les résultats sont publiés chaque mois dans la *Circulaire T*. En 2014, 12 comparaisons clés (une chaque mois, avec un degré d'équivalence calculé tous les cinq jours) ont été réalisées, incluant 73 participants.

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>CCTF-K001.UTC</u>	Calcul de l'échelle de temps de référence UTC	73

2.6.3. Électricité

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>BIPM.EM-K10</u>	Tension en courant continu, étalons de Josephson : (a) 1,018 V ; (b) 10 V	2
<u>BIPM.EM-K11</u>	Tension en courant continu, diodes de Zener : (a) 1,018 V ; (b) 10 V	5
<u>BIPM.EM-K12</u>	Étalons de résistance à effet Hall quantique et transfert à d'autres valeurs de résistances	1 (finalisation du rapport)
BIPM.EM-K13	Comparaison d'étalons de résistance : (a) 1 W ; (b) 10 kW	1
BIPM.EM-K14	Comparaison d'étalons de capacité : (a) 10 pF ; (b) 100 pF	3 (finalisation des rapports)
Total		12

2.6.4. Rayonnements ionisants

En 2014, le Département des rayonnements ionisants a conduit 35 comparaisons bilatérales dans le cadre des comparaisons en continu qu'il organise.

Comparaison	Description	Nombre de participants
<u>BIPM.RI(I)-K1</u>	Mesure du kerma dans l'air pour le ^{60}Co dans les faisceaux de rayonnement gamma	1
<u>BIPM.RI(I)-K2</u>	Mesure du kerma dans l'air dans les faisceaux de rayons x aux basses énergies	3
<u>BIPM.RI(I)-K3</u>	Mesure du kerma dans l'air dans les faisceaux de rayons x aux moyennes énergies	4
<u>BIPM.RI(I)-K5</u>	Mesure du kerma dans l'air pour le ^{137}Cs dans les faisceaux de rayonnement gamma	2
<u>BIPM.RI(I)-K6</u>	Mesure de la dose absorbée dans l'eau dans les faisceaux aux hautes énergies	2 (sur site : NPL ; VSL)
<u>BIPM.RI(I)-K7</u>	Mesure du kerma dans l'air dans les faisceaux destinés à la mammographie	2
<u>BIPM.RI(I)-K8</u>	Mesure du taux de kerma dans l'air de référence pour les sources de ^{192}Ir à niveau élevé de dose utilisées en curiethérapie	2 (sur site : NRC ; LNE-LNHB)
<u>BIPM.RI(II)-K1.Cs-134</u>	Activité du radionucléide ^{134}Cs	1

<u>BIPM.RI(II)-K1.Fe-59</u>	Activité du radionucléide ^{59}Fe	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Sr-89</u>	Activité du radionucléide ^{89}Sr	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Cs-137</u>	Activité du radionucléide ^{137}Cs	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Y-90</u>	Activité du radionucléide ^{90}Y	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Ra-223</u>	Activité du radionucléide ^{223}Ra	2
<u>BIPM.RI(II)-K1.Rn-222</u>	Activité du radionucléide ^{222}Rn	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Lu-177</u>	Activité du radionucléide ^{177}Lu	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Na-22</u>	Activité du radionucléide ^{22}Na	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Co-60</u>	Activité du radionucléide ^{60}Co	1
<u>BIPM.RI(II)-K1.Ge-68</u>	Activité du radionucléide ^{68}Ge	2
<u>BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m</u>	Activité du radionucléide $^{99\text{m}}\text{Tc}$ à l'aide de l'instrument de transfert du SIR	2 (sur site : VNIIM ; ENEA-INMRI)
<u>BIPM.RI(II)-K4.F-18</u>	Activité du radionucléide ^{18}F à l'aide de l'instrument de transfert du SIR	3 (sur site : VNIIM, NPL, ENEA-INMRI)
Total		34

2.6.5. Chimie

Les sept comparaisons clés et études pilotes associées (toutes coordonnées par le BIPM) sur lesquelles les activités du BIPM se sont concentrées sont présentées ci-après. Pour plus de clarté, distinction est faite entre les mesures effectuées en 2014, celles dont le rapport est en préparation, et celles pour lesquelles un travail de préparation et de validation a commencé et dont les mesures sont prévues pour 2015-2016.

Le BIPM a coordonné les comparaisons suivantes dont les mesures ont été effectuées en 2014 :

Comparaison	Description	Statut en 2014	Nombre de participants
<u>BIPM.QM-K1</u>	Ozone, niveau ambiant	Mesures achevées et rapports publiés ou en préparation	4
<u>CCQM-K90</u>	Formaldéhyde dans l'azote	Première série de mesures concernant les étalons de transfert commencée au BIPM avant envoi des étalons de transfert aux participants	8
CCQM-K115 (CCQM-P55.2)	Pureté du peptide C	Échantillons de comparaison envoyés aux participants et mesures commencées	14
Total			26

Le BIPM a coordonné les comparaisons suivantes dont les rapports étaient en cours de préparation en 2014 :

Comparaison	Description	Statut en 2014	Nombre de participants
<u>CCQM-K55.c</u>	L-Valine : analyse de pureté	Rapport publié dans la KCDB	19
CCQM-P117.c	L-Valine : analyse de pureté	Rapport final publié dans le dossier d'archivage du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse organique	10
<u>CCQM-K82</u>	Méthane dans l'air (niveau ambiant)	Rapport publié dans la KCDB	16
Total			45

Le BIPM coordonne les comparaisons suivantes pour lesquelles un travail de préparation et de validation a commencé :

Comparaison	Description	Statut en 2014	Nombre de participants
CCQM-K55.d	Acide folique : analyse de pureté	Méthode de validation et mesures d'homogénéité et de stabilité du matériau en cours	
CCQM-K120.a CCQM-K120.b	CO ₂ dans l'air	Étalons et équipements de validation en cours de développement	

2.7. Étalonnages

Au total, 81 certificats et 1 note d'étude ont été délivrés en 2014. La liste complète des certificats est disponible à l'Annexe 1 du présent rapport.

3. LE CIPM MRA

3.1. Nouveaux signataires du CIPM MRA

En 2014, les organismes suivants ont signé le CIPM MRA :

- Central Organization for Standardization and Quality Control (COSQC), Irak, le 13 juin 2014 ;
- Sudanese Standards and Metrology Organization (SSMO), Soudan, le 26 juin 2014 ;
- Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et qualité des produits et services – Bureau luxembourgeois de métrologie (ILNAS), Luxembourg, le 1^{er} octobre 2014 ;

- Yemen Standardization, Metrology and Quality Control Organization (YSMO), Yémen, le 17 novembre 2014 ;
- Directorate General for Specifications and Measurements (DGSM), Oman, le 20 novembre 2014.

3.2. La base de données du BIPM sur les comparaisons clés, KCDB

Des rapports semestriels sur les activités de la KCDB, ainsi qu'un tutoriel sur la KCDB et les conclusions d'une étude intitulée « Who visits the KCDB? », sont disponibles sur le site internet du BIPM à l'adresse <http://www.bipm.org/jsp/en/ViewKCDBReport.jsp>.

3.2.1. Contenu de la KCDB

3.2.1.1. Comparaisons clés et supplémentaires

Au 5 décembre 2014, la KCDB comptait 894 comparaisons clés (89 conduites par le BIPM, 436 par les Comités consultatifs et 369 par les organisations régionales de métrologie) et 411 comparaisons supplémentaires. Au total, 30 nouvelles comparaisons clés et 37 nouvelles comparaisons supplémentaires ont été enregistrées au cours de 2014. Des graphiques à jour illustrant la participation aux comparaisons clés et supplémentaires ont été mis en ligne sur la page « La KCDB en chiffres » du site de la KCDB.

À la même date, 78 comparaisons clés en continu du BIPM, parmi les 89 existantes, avaient des résultats publiés dans la KCDB ; les rapports finaux de 480 comparaisons clés des Comités consultatifs et des organisations régionales de métrologie étaient approuvés et disponibles sur le site de la KCDB, accompagnés des résultats numériques et graphiques correspondants. La KCDB contenait environ 2 300 graphiques d'équivalence.

Les résultats de 239 comparaisons clés régionales ont été publiés dans la KCDB. Des calculs de liens ont aussi été réalisés pour 60 comparaisons bilatérales subséquentes à des comparaisons clés des Comités consultatifs, ce qui a permis d'ajouter leurs résultats aux graphiques d'équivalence appropriés. La KCDB contient désormais une douzaine d'exemples de familles de plus de sept comparaisons clés liées ensemble, ce qui prouve le succès du système mis en place.

Les rapports finaux de 239 comparaisons supplémentaires, parmi les 411 enregistrées, étaient également publiés sur le site de la KCDB au 5 décembre 2014. Au total, 62 % des comparaisons enregistrées dans la KCDB étaient terminées et leur rapport final publié dans un *Technical Supplement* de *Metrologia*.

3.2.1.2. Aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages – CMCs

Au 5 décembre 2014, la KCDB contenait 23 964 CMCs, parmi lesquelles 14 175 en physique générale, 4 022 dans le domaine des rayonnements ionisants, et 5 767 en chimie. Le nombre total de CMCs a baissé d'environ 500 CMCs par rapport à la même période en 2013. C'est la seconde fois en huit ans que le nombre de CMCs diminue, bien que près de 600 nouvelles CMCs aient été approuvées et publiées au cours des douze derniers mois. Cette baisse est due à la rationalisation des CMCs en électricité et magnétisme effectuée par l'APMP, suite au processus similaire de rationalisation mis en place par l'EURAMET, tel que décrit dans le Rapport du directeur de 2013.

Les premiers ensembles de CMCs déclarés par les laboratoires de la Géorgie (neuf CMCs en thermométrie) et de l'Estonie (quatre CMCs dans le domaine de l'humidité) ont été enregistrés dans la KCDB le 20 mars 2014 et le 5 mai 2014, respectivement.

Au 5 décembre 2014, tous les Associés qui participent aux activités du CIPM MRA, à l'exception de deux, avaient au moins un de leurs laboratoires de métrologie inscrit en tant que participant à une comparaison clé ou supplémentaire, alors que seulement 22 Associés sur 41 disposaient de CMCs publiées dans la KCDB.

À la même date, 156 CMCs avaient été temporairement retirées de la KCDB, un nombre qui est désormais stable et qui est considéré comme faible par rapport au nombre total de CMCs enregistrées dans la KCDB.

3.3. Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB)

La 32^e réunion du JCRB s'est tenue au siège du BIPM, les 26 et 27 mars 2014. Le JCRB n'a pas organisé de réunion à l'automne 2014 en raison de la charge de travail liée à la préparation de la 25^e réunion de la CGPM.

Le JCRB a établi une série d'actions préparatoires et de recommandations concernant l'examen programmé du CIPM MRA. Les commentaires formulés par les Comités consultatifs au sujet du CIPM MRA et inclus dans leur document de stratégie ont été rassemblés et soumis au JCRB. Les résultats du questionnaire du CCQM sur le processus d'approbation des CMCs ont été analysés. En outre, le questionnaire de la KCDB a confirmé que la majorité des utilisateurs de la KCDB proviennent de la communauté de la métrologie bien qu'un nombre significatif d'utilisateurs viennent également de l'extérieur, notamment de laboratoires commerciaux d'accréditation, de laboratoires d'essais, d'industries ou d'organismes de réglementation.

L'EURAMET a formulé une série de propositions en vue de la préparation de l'examen du CIPM MRA. Ces propositions ont pour objectif de simplifier le CIPM MRA et d'en améliorer l'efficacité : elles sont incluses dans un document intitulé « Making the CIPM MRA sustainable: MRA Phase II ». Une version plus générale de ce document sera préparée en collaboration avec le BIPM et mis à la disposition des autres organisations régionales de métrologie. Ces dernières ont été invitées à soumettre leurs points de vue concernant les défis à relever et les moyens pratiques d'y parvenir lors de la réunion du JCRB de mars 2015. Il est prévu d'organiser un atelier en octobre 2015 afin d'engager une discussion approfondie sur le CIPM MRA avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, les représentants des États Membres, les représentants des organisations régionales de métrologie, ainsi que d'autres parties prenantes concernées. Lors de cet atelier, un comité d'examen sera mis en place pour finaliser la révision du CIPM MRA.

4. RELATIONS AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERGOUVERNEMENTALES ET AVEC DES ORGANISMES INTERNATIONAUX ET PROMOTION DE LA CONVENTION DU MÈTRE

4.1. Nouveaux États Membres et nouveaux Associés

À la fin de 2014, on comptait 55 Membres et 41 Associés.

La République dominicaine a été exclue le 1^{er} janvier 2015 en raison de son manquement à respecter les dispositions de l'accord de rééchelonnement conclu en 2012.

Les États suivants sont devenus Associés en 2014 :

- le Grand-Duché du Luxembourg, le 29 janvier 2014 ;
- la République du Soudan, le 6 juin 2014 ;
- la République du Yémen, le 21 juillet 2014.

4.2. Collaboration avec d'autres organisations intergouvernementales et avec des organismes internationaux

Le Département des relations internationales et de la communication a pour rôle de promouvoir la métrologie auprès de la communauté scientifique, de l'industrie et du grand public. Il accomplit sa mission en collaborant avec d'autres organisations intergouvernementales et organismes internationaux et en participant à des forums internationaux. Le BIPM entretient des relations continues et interagit avec une trentaine d'organisations intergouvernementales et organismes internationaux, et fournit ou partage avec ceux-ci des données liées au SI et à la comparabilité mondiale des mesures. Ces collaborations sont à la fois institutionnelles et techniques. L'année 2014 a été une année ordinaire : les membres du personnel du BIPM ont voyagé à plus de 120 occasions, ce qui équivaut à plus d'une année homme de travail, afin de partager leurs connaissances dans le domaine de la métrologie avec ces organisations et organismes et avec les laboratoires nationaux de métrologie.

Les principales activités de collaboration se font avec des organisations intergouvernementales, telles que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et avec des organismes internationaux, tels que l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Ce travail de coopération consiste aussi bien en des discussions de haut niveau qu'à la participation à des groupes de travail spécifiques mais l'objectif demeure identique : promouvoir l'importance et la comparabilité des mesures, ainsi que le Système international d'unités (SI), et assurer l'utilisation appropriée de la métrologie et de son infrastructure internationale. Des représentants de l'ILAC, de l'ISO et de l'OIML ont présenté leur point de vue sur leur collaboration avec le BIPM lors de la 25^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures qui s'est tenue en novembre 2014 (voir Section 5).

En novembre 2014, le BIPM a été invité à faire une présentation lors d'une session thématique du Comité sur les obstacles techniques au commerce (OTC) de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) consacrée au rôle de la métrologie dans l'évaluation de la conformité. Le BIPM a ainsi eu l'occasion d'expliquer et de souligner le rôle et l'importance des laboratoires nationaux de métrologie, des organisations régionales de métrologie, du SI et du CIPM MRA, devant la communauté mondiale du commerce.

Outre les organisations et organismes cités ci-dessus, les membres du personnel du BIPM sont en relation avec l'Agence mondiale antidopage (AMA), la Commission du Codex Alimentarius, la Commission internationale de l'éclairage (CIE), l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), le Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence (IERS) et l'Union astronomique internationale (UAI).

En assistant aux réunions du réseau DCMAS (métrologie, accréditation et normalisation dans les pays en développement), le BIPM participe, à un niveau modéré, aux activités visant à aider les pays en développement à consolider leur infrastructure technique. En octobre 2014, le BIPM a donné des conférences lors de l'école de métrologie légale de l'AFRIMETS, soutenue par le réseau DCMAS et l'ONUDI, qui s'est tenue en Tunisie et à laquelle des métrologistes de toute l'Afrique ont participé.

La Journée mondiale de la métrologie est un événement annuel célébré chaque 20 mai afin de commémorer la signature de la Convention du Mètre en 1875 ; elle est organisée conjointement par le BIPM et l'OIML avec le soutien d'un laboratoire national de métrologie différent chaque année. Le thème en 2014 était : « Les mesures et le défi énergétique mondial » et le poster a été conçu par le laboratoire national de métrologie coréen, le KRISS. La Journée mondiale de la métrologie de 2014 a battu des records de participation : cette journée est devenue une occasion dont profitent largement les laboratoires nationaux de métrologie des pays développés et en développement pour promouvoir la métrologie au niveau national. En 2014, le poster a été traduit dans plus de 20 langues et plus de 30 événements ont été organisés dans le monde entier. La Journée mondiale de la métrologie de 2015 est déjà en cours de préparation : le thème choisi s'inscrit dans le thème de l'Année internationale de la lumière et des technologies utilisant la lumière de l'UNESCO pour 2015. Le poster sera conçu par le laboratoire national de métrologie d'Afrique du Sud, le NMISA, et aura pour titre « Mesures et lumière ».

4.3. Conférences et voyages

4.3.1. Voyages

En 2014, 23 membres du personnel du BIPM ont assisté à plus de 45 conférences et réunions, ce qui représente environ 241 journées travaillées ; huit exposés ont été présentés. Les voyages effectués en 2014 sont listés de façon plus détaillée, par département, sur les pages du site internet consacrées au Rapport du directeur, dans la section « Informations supplémentaires » :

<http://www.bipm.org/fr/publications/directors-report/>.

Par ailleurs, les visites techniques effectuées en 2014 par 28 membres du personnel du BIPM auprès de 17 États ont représenté 324 journées travaillées.

4.3.2. Visiteurs

En 2014, les visites techniques effectuées au siège du BIPM par plus de 95 visiteurs venant de 26 États ont représenté un total de 138 journées. Les visites au BIPM effectuées en 2014 sont listées de façon plus détaillée, par département, sur les pages du site internet consacrées au Rapport du directeur, dans la section « Informations supplémentaires » : <http://www.bipm.org/fr/publications/directors-report/>.

Une liste des personnes en détachement au BIPM, des chercheurs associés et des chercheurs invités, est donnée à la section 7.3.3

4.4. Comités communs

4.4.1. Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM)

Le JCGM s'est réuni au siège du BIPM le 3 décembre 2014 pour sa session plénière annuelle. Le Groupe de travail 1 du JCGM sur le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM) et le Groupe de travail 2 du JCGM sur le Vocabulaire international de métrologie (VIM) ont présenté le rapport de leurs activités.

Le sujet principal du rapport du Groupe de travail 1 concerne la révision du GUM, projet auquel a été donnée la plus haute priorité. Le premier projet de document du JCGM concernant la révision du JCGM 100 « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure » et son complément JCGM 110 « Exemples d'évaluations de l'incertitude » seront envoyés aux organisations membres du JCGM et aux

laboratoires nationaux de métrologie pour commentaires. La première édition du document JCGM 110 comprendra un nombre limité d'exemples, la plupart extraits de l'actuel GUM et de ses suppléments, révisés de façon appropriée. Les présidents et secrétaires exécutifs des Comités consultatifs ont été invités à soumettre des exemples concrets pouvant être inclus dans des mises à jour à venir du document. Les Suppléments 1 et 2 du GUM devront être révisés afin que leurs exemples, terminologie et notation correspondent à ceux du GUM révisé.

En accord avec le BIPM, le Groupe de travail 1 organisera un atelier au siège du BIPM les 15 et 16 juin 2015 afin de permettre aux spécialistes de partager leurs points de vue lors d'une discussion ouverte. Un certain nombre de présentations seront faites par des orateurs invités et d'autres seront sélectionnées parmi les résumés de projets de présentation soumis par les participants.

En 2014, les activités du Groupe de travail 2 se sont concentrées sur quatre thèmes clés :

- L'analyse des commentaires formulés par les organisations membres du JCGM sur la proposition de plan de travail modifié du Groupe de travail 2 du JCGM : l'ISO est favorable au développement d'annotations pour le VIM3, à condition que cela n'entrave pas de manière significative l'élaboration du VIM4. Il a été suggéré de renforcer le Groupe de travail 2 en incluant parmi ses membres un expert en chimie organique et biologie et un terminologue.
- L'analyse du travail effectué par le Comité pour les matériaux de référence de l'ISO (ISO REMCO), et par l'IUPAC et l'IFCC sur la terminologie concernant les propriétés qualitatives : le Groupe de travail 2 a conclu que ces communautés ne partagent pas suffisamment de vocabulaire commun pour que le Groupe de travail 2 dispose d'un fondement solide à partir duquel prendre des décisions claires sur la façon de traiter les propriétés qualitatives dans le VIM4.
- La finalisation du produit électronique et l'élaboration de 25 annotations à intégrer au VIM3 annoté (désormais appelé « Définitions du VIM et annotations informatives ») qui a été mis en ligne sur le site internet du BIPM le 30 septembre 2014.
- La poursuite de la planification concernant le VIM4 : le Groupe de travail 2 a finalement été en mesure d'examiner en profondeur les aspects clés du VIM4, tels que sa structure et ses principes sous-jacents. Toutefois, du fait de la relative immaturité de la question du vocabulaire pour les propriétés qualitatives par rapport à celle du vocabulaire pour les grandeurs mesurables, le Groupe de travail 2 a décidé qu'il était trop tôt pour finaliser la structure du VIM4 (deux parties distinctes ou un ensemble de définitions entrecroisées).

Après discussion, le JCGM a décidé que les mises à jour des documents du Groupe de travail 1 qui concernent seulement des liens hypertexte vers de nouveaux exemples du document JCGM 110, ainsi que des mises à jour du document JCGM 110 visant à inclure de nouveaux exemples, ne nécessitent pas d'être approuvées de façon officielle mais devaient simplement être communiquées aux organisations membres. Le JCGM a également décidé que les révisions éditoriales mineures des suppléments du GUM, afin d'aligner le texte avec celui du GUM révisé, seront directement soumises aux organisations membres du JCGM pour approbation finale, sans circulation préalable. Le JCGM encourage ses organisations membres à promouvoir la version en ligne du VIM3 annoté.

Le JCGM note par ailleurs l'intention du Groupe de travail 2 de préparer un avant-projet du VIM4 d'ici la fin de 2016 et un premier projet de document du VIM4 d'ici la fin de 2018.

4.4.2. Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM)

En février 2014, les matériaux de référence et méthodes de mesure du Cycle 10 du Groupe de travail 1 du JCTLM et les services de mesure fournis par les laboratoires de référence du Cycle 8 du Groupe de

travail 2, approuvés par le Comité exécutif lors de sa 12^e réunion annuelle organisée en décembre 2013, ont été publiés dans la base de données du JCTLM.

En décembre 2014, la base de données du JCTLM comprenait :

- 319 matériaux de référence certifiés disponibles, couvrant onze catégories de substances. Parmi ces matériaux de référence, 33 sont actuellement inclus dans la Liste II (matériaux de référence dont la valeur a été assignée conformément à des protocoles reconnus au niveau international), et trois dans la Liste III (matériaux de référence pour les propriétés qualitatives) ;
- 167 méthodes ou procédures de mesure de référence applicables à environ 80 substances différentes appartenant à neuf catégories ;
- 106 services de mesure de référence fournis par dix laboratoires de référence et deux laboratoires nationaux de métrologie de huit pays, et couvrant sept catégories de substances.

L'appel à propositions pour le Cycle 11 du Groupe de travail 1 concernant les matériaux de référence de rang hiérarchique supérieur et les méthodes ou procédures de mesure de référence, et l'appel à propositions pour le Cycle 9 du Groupe de travail 2 concernant les services de mesure de référence fournis par les laboratoires ont été annoncés sur le site internet du JCTLM en février 2014 ; un courriel a par ailleurs été envoyé à ce sujet à près de 350 contributeurs potentiels. En juillet 2014, 12 propositions de matériaux, 9 de procédures et 31 de services avaient été reçues ; ces propositions ont été envoyées aux groupes d'examen afin d'être évaluées.

Le premier numéro de la newsletter sur la base de données du JCTLM (« JCTLM Database Newsletter ») a été publié en avril 2014 et a été envoyé par courriel aux contacts du JCTLM. Le JCTLM a reçu des commentaires positifs sur ce premier numéro ainsi que quelques demandes pour inclure des contributions externes dans les prochains numéros afin de promouvoir la traçabilité des résultats de mesure dans le domaine de la médecine de laboratoire.

La réunion annuelle des groupes de travail 1 et 2 du JCTLM s'est tenue au BIPM le 3 décembre 2014. Elle a été suivie, les 4 et 5 décembre 2014, de la 13^e réunion du Comité exécutif du JCTLM. Au cours de cette réunion, le Comité exécutif a décidé d'établir un Groupe de travail sur l'éducation et la promotion en matière de traçabilité qui deviendrait effectif en 2015. Il a également été décidé de créer un Groupe de travail *ad hoc* sur la gouvernance du JCTLM afin de réviser les procédures du JCTLM et de proposer la structure et la répartition des responsabilités les mieux appropriées au Comité exécutif du JCTLM, aux présidents des groupes de travail et au secrétariat.

Le Groupe de travail 2 du comité technique ISO/TC 212 sur les systèmes de mesure de référence pour la médecine de laboratoire travaille actuellement sur la révision de deux normes, ISO 17511 et ISO 15195, particulièrement importantes pour les procédures du JCTLM. Le BIPM, en tant qu'organisation de liaison de l'ISO/TC 212, a participé activement à ce travail.

5. RÉUNIONS ORGANISÉES EN 2014

Une liste complète des réunions organisées par le BIPM est disponible à l'Annexe 2 du présent rapport.

25^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM)

18-20 novembre 2014

La 25^e réunion de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) s'est tenue à Versailles du 18 au 20 novembre 2014. Présidée par le professeur Philippe Taquet, président de l'Académie des sciences, elle a réuni 167 représentants de gouvernement de 46 États Membres, ainsi que les représentants de 20 États et entités économiques associés présents en tant qu'observateurs. Par ailleurs, les représentants de six organisations intergouvernementales et organismes internationaux, à savoir l'OIML, l'ILAC, l'ISO, l'Agence spatiale européenne (ESA), le Versailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS) et la Commission européenne, ont assisté à la réunion de la CGPM. Trois représentants de la République d'Azerbaïdjan (Associée au 1^{er} janvier 2015) ont été invités en tant qu'observateurs.

Le directeur du BIPM et le président du CIPM ont donné des présentations afin de mettre en lumière les travaux accomplis depuis la 24^e réunion de la CGPM (2011), les réalisations du BIPM, la stratégie à long terme du BIPM et le programme de travail proposé pour les années 2016 à 2019. Les présidents des dix Comités consultatifs du CIPM ont présenté le rapport de leurs activités à la CGPM.

Les représentants de l'OIML, de l'ILAC et de l'ISO ont présenté le travail de leur organisation et leur collaboration avec le BIPM. Quatre orateurs invités ont fait des exposés sur les thèmes suivants : Des mesures exactes et stables pour déterminer les causes du changement climatique à l'échelle mondiale (James Butler, NOAA) ; Sécurité sanitaire des aliments et échanges commerciaux (Julia Doherty, USTR) ; Construire une métrologie internationale : un défi pour les pays émergents (Ndwakhulu Mukhufhi, NMISA) ; La mesure du temps (Christophe Salomon, CNRS/LKB).

Cinq résolutions sur des sujets scientifiques et institutionnels ont été adoptées au cours de la réunion :

Sur la révision à venir du Système international d'unités, le SI

Résolution 1

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 25^e réunion,

rappelant

- la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 24^e réunion (2011) qui prend acte de l'intention du Comité international des poids et mesures (CIPM) de proposer une révision du SI consistant à relier les définitions du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole à des valeurs numériques exactes de la constante de Planck h , de la charge élémentaire e , de la constante de Boltzmann k , et de la constante d'Avogadro N_A , respectivement, et à modifier la façon de définir le SI, ainsi que la formulation des définitions des unités du SI pour les grandeurs temps, longueur, masse, courant électrique, température thermodynamique, quantité de matière et intensité lumineuse, de manière à ce que les constantes de référence sur lesquelles se fonde le SI apparaissent clairement,
- les nombreux avantages, mentionnés dans la Résolution 1, que présentera cette révision du SI pour la science, la technologie, l'industrie et le commerce, tel que le fait de relier le kilogramme à une constante de la nature et non plus à la masse d'un objet matériel (artefact), ce qui assurera sa stabilité à long terme,
- la Résolution 7 adoptée par la CGPM à sa 21^e réunion (1999) qui encourage les laboratoires nationaux de métrologie à poursuivre les expériences visant à parvenir à une telle redéfinition du kilogramme,

- la Résolution 12 adoptée par la CGPM à sa 23^e réunion (2007) qui décrit les travaux devant être effectués par les laboratoires nationaux de métrologie, le Bureau international des poids et mesures (BIPM), ainsi que le CIPM et ses Comités consultatifs, afin de permettre l'adoption par la CGPM de la révision du SI,

considérant les progrès significatifs réalisés afin d'effectuer les travaux nécessaires, parmi lesquels

- l'acquisition des données pertinentes, et leur analyse par le Committee on Data for Science and Technology (CODATA), afin d'obtenir les valeurs requises pour les constantes fondamentales de h , e , k , et N_A ,
- la mise au point par le BIPM d'un ensemble d'étalons de masse de référence qui permettra de faciliter la dissémination de l'unité de masse une fois le SI révisé,
- la préparation des mises en pratique des nouvelles définitions du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole,

notant que le Comité consultatif des unités (CCU), le CIPM, le BIPM, les laboratoires nationaux de métrologie et les Comités consultatifs doivent poursuivre leurs travaux en se concentrant sur

- la mise en place de campagnes de sensibilisation pour informer les communautés d'utilisateurs et le grand public du projet de révision du SI,
- la préparation de la 9^e édition de la Brochure sur le SI dans laquelle le SI révisé serait présenté de façon compréhensible par l'ensemble des lecteurs sans pour autant compromettre la rigueur scientifique,

considérant que, malgré les progrès effectués, les données disponibles ne semblent pas encore suffisamment robustes pour que la CGPM adopte le SI révisé lors de sa 25^e réunion,

encourage

- les laboratoires nationaux de métrologie, le BIPM et les institutions universitaires à poursuivre leurs efforts afin de déterminer expérimentalement les valeurs des constantes de h , e , k , et N_A au niveau d'incertitude requis,
- les laboratoires nationaux de métrologie à continuer activement à examiner et discuter de ces résultats au sein des Comités consultatifs,
- le CIPM à continuer à planifier la mise en œuvre de la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 24^e réunion (2011), en collaboration étroite avec les Comités consultatifs et le CCU,
- le CIPM et ses Comités consultatifs, les laboratoires nationaux de métrologie, le BIPM, ainsi que d'autres organisations telles que l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), à poursuivre leurs efforts afin d'effectuer les travaux nécessaires pour que la CGPM adopte, lors de sa 26^e réunion, une résolution permettant de remplacer le SI actuel par le SI révisé, sous réserve que les données obtenues, tant concernant leur nombre, les incertitudes associées ou leur niveau de cohérence, soient jugées satisfaisantes.

Sur l'élection du Comité international des poids et mesures

Résolution 2

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 25^e réunion,

considérant

- les dispositions des articles 7, 8 et 9 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, relatives à l'élection et à la composition du Comité international des poids et mesures (CIPM),
- la décision de la CGPM, adoptée lors de sa 17^e réunion (1983) sur recommandation du Groupe de travail *ad hoc* créé par la CGPM lors de sa 16^e réunion (1979), selon laquelle le CIPM – en général – s'assure que chacun de ses membres est acceptable par son gouvernement au moment de l'élection provisoire,
- la Résolution 10 adoptée par la CGPM à sa 24^e réunion (2011) sur le rôle, la mission, les objectifs, la stratégie à long terme et la gouvernance du Bureau international des poids et mesures (BIPM), par laquelle la CGPM a invité le CIPM à établir un Groupe de travail *ad hoc* chargé de conduire un examen du rôle, de la mission, des objectifs, de la stabilité financière à long terme, de la direction stratégique et de la gouvernance du BIPM, ainsi qu'à présenter à la CGPM, à sa 25^e réunion, les recommandations qu'il aura formulées à la suite de l'examen par le Groupe de travail *ad hoc*, les actions qu'il aura menées en conséquence, ainsi que des propositions d'actions supplémentaires requérant l'approbation de la CGPM,
- les conclusions et recommandations dudit Groupe de travail *ad hoc*, en particulier celles relatives à l'élection et à la composition du CIPM,

accueille favorablement

- la révision par le CIPM, lors de la seconde partie de sa 102^e session (octobre 2013), des principes suivis par le CIPM pour procéder à une élection, qui avaient été adoptés par ce dernier lors de sa 94^e session (2005),

notant

- la décision 103/08 du CIPM, adoptée à l'unanimité lors de la première partie de sa 103^e session (mars 2014), de démission de l'ensemble des membres du CIPM, avec effet à compter de l'ouverture de la première partie de la 104^e session du CIPM prévue en mars 2015,

décide

- qu'à compter de la 25^e réunion de la CGPM (2014), les membres du CIPM seront élus pour un mandat fixe renouvelable,
- que le mandat des membres du CIPM débutera à la première session du CIPM organisée au plus tard six mois après la réunion de la CGPM lors de laquelle ils auront été élus, et se terminera au début de la session du CIPM ayant lieu après la réunion suivante de la CGPM,
- qu'est instituée une Commission pour l'élection du CIPM, dont les membres seront élus et assureront leur fonction selon une procédure qui sera adoptée par la Commission, afin d'assister le CIPM et la CGPM dans l'élection des membres du CIPM,
- que la Commission pour l'élection du CIPM sera composée de neuf représentants d'États Membres, chacun provenant d'un État Membre différent, à contributions maximales, intermédiaires et minimales, avec une représentation géographique appropriée, élus à la majorité par la CGPM, ainsi que du Président du CIPM et du Secrétaire du CIPM, et que sa présidence sera assurée par l'un des représentants d'États Membres,

- que la CGPM procèdera à chacune de ses réunions à l'élection des neuf représentants d'États Membres de la Commission pour l'élection du CIPM,

invite

- les États Membres à participer activement au processus d'élection du CIPM.

Sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM**Résolution 3**

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 25^e réunion,

rappelant

- l'institution par la CGPM à sa 3^e réunion (1901) d'une Caisse de retraite en faveur des membres du personnel du Bureau international des poids et mesures (BIPM),
- l'article 15 paragraphe 2 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, qui dispose en particulier qu'« [u]n prélèvement annuel pourra être effectué, en faveur de la Caisse des retraites, sur le total des taxes perçues par le Bureau »,
- l'adoption par la CGPM à sa 24^e réunion (2011) de la Résolution 10 sur le rôle, la mission, les objectifs, la stratégie à long terme et la gouvernance du BIPM, qui invite le CIPM à établir un Groupe de travail *ad hoc* chargé de conduire, entre autres, un examen de la stabilité financière à long terme du BIPM,

reconnaissant

- que le CIPM a établi en 2012 un Sous-comité permanent sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et l'assurance-maladie,
- qu'un régime de retraite soutenable est un mécanisme important pour permettre au BIPM d'attirer, retenir et motiver du personnel compétent,
- qu'il est nécessaire que le CIPM et le BIPM gèrent le budget et les finances du BIPM afin de remplir ses obligations financières relatives à la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM, dans le cadre de la dotation approuvée par les États Membres,
- que le CIPM a apporté une plus grande transparence aux comptes et aux états financiers de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM en adoptant les normes IPSAS (International Public Sector Accounting Standards, Normes comptables internationales du secteur public),

accueille favorablement

- les mesures déjà prises par le CIPM dans le but d'assurer la stabilité financière à long terme de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et, en particulier, les amendements qui ont été adoptés par le CIPM en 2009 et qui sont entrés en vigueur à compter du 1er janvier 2010, parmi lesquels l'augmentation de l'âge de départ à la retraite et l'augmentation de la contribution des membres du personnel du BIPM,
- le travail effectué depuis la 24^e réunion de la CGPM (2011) afin d'examiner et analyser les actifs et passifs actuels de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM par le Sous-comité du CIPM sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et l'assurance-maladie,

réaffirme

- la décision prise à sa 10^e réunion (1954) de confier au CIPM l'administration de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM,

invite le CIPM

- à mettre en œuvre les plans qu'il a élaborés afin d'assurer la soutenabilité de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM tout en continuant à examiner la question des passifs sur le long terme,
- à tenir informés les États Membres des conclusions des études actuarielles sur les actifs et les passifs de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM, par le biais des publications financières habituelles du CIPM et lors de la prochaine réunion de la CGPM.

Dotation du Bureau international des poids et mesures pour les années 2016 à 2019**Résolution 4**

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 25^e réunion,

considérant

- l'importance croissante du travail du Bureau international des poids et mesures (BIPM), dans tous les États Membres, pour le commerce international, l'innovation dans le secteur industriel, le changement climatique, la santé humaine et la médecine, l'alimentation et la médecine légale,
- le fait que le BIPM est reconnu comme l'organisation intergouvernementale scientifique experte dans le domaine de la métrologie, ainsi que la valeur ajoutée et l'optimisation des coûts que le travail du BIPM apporte aux États Membres sur le plan technique et économique,
- le processus engagé par le BIPM afin d'adopter les meilleures pratiques de gestion et améliorer son efficacité,

notant

- la Résolution 7 (1979), adoptée par la CGPM à sa 16^e réunion, établissant le principe de détermination de la dotation de base,
- la Résolution 10 (2011) adoptée par la CGPM à sa 24^e réunion sur le rôle, la mission, les objectifs, la stratégie à long terme et la gouvernance du BIPM, ainsi que les mesures prises en conséquence et mises en œuvre avec succès par le BIPM,
- la situation financière mondiale actuelle et les contraintes financières auxquelles les États Membres sont soumis,
- la mise en œuvre réussie, par le BIPM, de la recommandation formulée par la CGPM à sa 24^e réunion afin de chercher à obtenir un soutien volontaire supplémentaire de sorte que le BIPM puisse mettre en œuvre des activités supplémentaires liées à sa mission,

remercie les laboratoires nationaux de métrologie qui ont apporté au BIPM un soutien volontaire sous quelque forme que ce soit, en particulier par voie de détachement de membres de leur personnel auprès du BIPM,

décide que la dotation annuelle du BIPM, telle que définie à l'article 6, 1921, du Règlement annexé à la Convention du Mètre, sera fixée de façon à ce qu'elle corresponde, pour les États Parties à la Convention du Mètre au moment de la 25^e réunion de la CGPM, à :

11 980 000 euros en 2016
 11 980 000 euros en 2017
 11 980 000 euros en 2018
 11 980 000 euros en 2019

prie instamment

- les États Membres, ainsi que les organisations internationales, les organismes privés et les fondations de continuer à apporter un soutien volontaire supplémentaire de toute sorte afin de soutenir des activités spécifiques liées à la mission du BIPM, en particulier celles qui faciliteront la participation aux activités du BIPM par les pays qui ne disposent pas d'une infrastructure métrologique bien développée.

Sur l'importance de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM**Résolution 5**

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 25^e réunion,

considérant

- la pertinence et l'importance du CIPM MRA tel que formulé, en particulier, dans la Résolution 6 (2003) adoptée par la CGPM à sa 22^e réunion et dans la Résolution 4 (2007) adoptée par la CGPM à sa 23^e réunion,
- l'appréciation et le soutien que toutes les parties intéressées ont exprimés vis-à-vis du CIPM MRA depuis son entrée en vigueur il y a plus de quinze ans,
- l'impact économique et social positif qu'apporte le CIPM MRA en assurant la reconnaissance mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage,

notant

- qu'après quinze années d'existence et de succès du CIPM MRA, il est nécessaire de procéder à un examen de sa mise en œuvre et de son fonctionnement,
- que les activités menées dans le cadre du CIPM MRA revêtent une importance directe pour le rôle, la mission et les objectifs du Bureau international des poids et mesures (BIPM),
- le rôle unique et particulier des organisations régionales de métrologie dans les activités du CIPM MRA, au sein du Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) et pour les Associés à la CGPM,
- que des améliorations sont apportées au sein de la structure existante, parmi lesquelles la planification stratégique des comparaisons et la rationalisation continue des procédures,
- qu'un atelier sera organisé en 2015 avec pour objectif d'engager une discussion approfondie sur le CIPM MRA avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, les représentants des États Membres, les représentants des organisations régionales de métrologie ainsi que d'autres parties prenantes concernées, afin de souligner les bénéfices apportés par le CIPM MRA et de faire ressortir ce qui fonctionne correctement et ce qu'il est nécessaire d'améliorer concernant la mise en œuvre du CIPM MRA,

invite

- les Comités consultatifs et le JCRB à poursuivre leurs efforts continus afin de rationaliser le fonctionnement du CIPM MRA, dans le cadre de la structure existante, ainsi qu'à se préparer et à contribuer à l'examen plus large qui sera conduit en 2015,
- le Comité international des poids et mesures (CIPM) à établir un groupe de travail, dont la composition sera déterminée lors de l'atelier prévu en 2015 et qui sera placé sous la présidence du

président du CIPM, afin de conduire un examen de la mise en œuvre et du fonctionnement du CIPM MRA,

réaffirme

- sa recommandation selon laquelle les principes du CIPM MRA doivent figurer dans les accords intergouvernementaux si nécessaire,

encourage

- tous les signataires du CIPM MRA à soutenir les activités et le travail du groupe de travail sur le CIPM MRA.

6. PUBLICATIONS

Une liste des publications du BIPM pour l'année 2014 est disponible à l'Annexe 3 du présent rapport.

6.1. *Metrologia*

Metrologia se porte bien : son facteur d'impact est le plus élevé de toutes les revues dans le domaine des mesures. *Metrologia* a fêté ses 50 ans de publication en 2014 : avec la publication d'un volume par an depuis son lancement en 1965, on aurait pu espérer que le volume 50 soit publié en 2014. Toutefois, étant donné que deux volumes de *Metrologia* ont été publiés en 1987, l'année 2014 marque la publication du volume 51, qui comprend trois numéros spéciaux : « Watt and joule balances, the Planck constant and the kilogram », « 20th anniversary of the GUM » et « The 12th International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry (NEWRAD 2014) ».

Le partenariat avec IOP Publishing (IOPP) se poursuit bien et les délais de publication sont compétitifs. Le nombre d'articles soumis pour publication reste élevé.

6.2. Site internet du BIPM

Le site internet du BIPM demeure le moyen de communication privilégié du BIPM et constitue une source d'informations très riche. En 2014, il a joué un rôle clé pour mettre à la disposition des États Membres les documents importants relatifs à la réunion de la CGPM.

Une nouvelle version du site internet du BIPM, complètement restructurée et disposant d'une nouvelle présentation, a été achevée en septembre 2014. Une part importante de la refonte du site internet a été de concevoir une nouvelle charte graphique pour le BIPM, avec en particulier un nouveau logo. Ces nouveaux éléments ont été approuvés par le CIPM en mars 2014. La nouvelle charte graphique du BIPM est désormais utilisée dans tous les documents de communication du BIPM (présentations, posters, cartes de visite et documents de correspondance).

L'ancienne page d'accueil bilingue du site a été remplacée par un renvoi automatique sur une page d'accueil qui s'affiche soit en français soit en anglais, avec la possibilité de passer d'une langue à l'autre. La structure révisée du site prend en compte le contexte plus général de la métrologie internationale de sorte que les titres des principaux menus de la partie supérieure du site ont été reformulés. Par ailleurs, outre les traditionnels menus déroulants, de nouveaux menus techniques ont été ajoutés dans la partie inférieure de chaque page : ils permettent d'accéder à des informations spécifiques au(x) domaine(s)

métrologique(s) de chacun des dix Comités consultatifs du CIPM. Les menus déroulants, ainsi que les nombreux onglets qui ont été ajoutés au site, facilitent la navigation : ils seront affinés dans une seconde étape lors de la révision du système de gestion de contenu du site internet.

Le nouveau site internet du BIPM inclut de nouveaux contenus, en particulier un espace consacré à la réunion de la CGPM de 2014, une version mise à jour de la 8^e édition de la *Brochure sur le SI*, une version annotée du VIM3, et de plus amples informations sur le travail de liaison du BIPM, les groupes de travail des Comités consultatifs, les États Membres, les organisations régionales de métrologie, les conclusions des réunions du JCRB, ainsi que tous les rapports des réunions du CIPM. La Notification des contributions et le Rapport annuel sont publiés sur le site dès qu'ils sont disponibles. L'espace concernant les nouvelles du BIPM a été retravaillé et, à partir du début de 2015, le site servira de plateforme pour la publication de la Newsletter électronique du BIPM.

7. BUREAU DU DIRECTEUR ET SERVICES GÉNÉRAUX

7.1. Service Finances, Budget et Achats

Le service Finances, Budget et Achats a préparé un chiffrage détaillé des coûts pour le Programme de travail du BIPM pour les années 2016 à 2019. L'un des aspects les plus difficiles de ce travail a été d'estimer les coûts à venir des pensions à partir d'études actuarielles. Trois scénarios différents, chacun fondé sur une augmentation différente de la dotation entre 0 % et 2 %, ont été élaborés pour les années 2016 à 2019 en tenant compte de l'impact envisagé pour le BIPM et son travail. Le document *Principaux progrès réalisés par le BIPM depuis la 24^e réunion de la CGPM (2011) et Notes à l'appui de la dotation proposée pour 2016 - 2019* fournit des informations détaillées concernant le budget estimé, la performance financière et la situation financière du BIPM pour chacun des trois scénarios proposés pour la dotation. Le BIPM a continué à travailler à l'élaboration d'un plan financier à long terme jusqu'à sa présentation à la CGPM lors de sa 25^e réunion (2014). Le service a également collaboré tout au long de l'année 2014 avec le Sous-comité du CIPM sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et l'assurance-maladie. Pour la première fois, les états financiers du BIPM ont été certifiés sans réserve par l'auditeur en 2014. Cela représente une étape importante dans le processus entrepris par le BIPM pour passer totalement à une comptabilité d'engagement.

Les états financiers de 2013 complets peuvent être consultés dans le *Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau International des Poids et Mesures*.

Une synthèse des données financières clés pour l'année 2013 est disponible dans le document *BIPM Core data 2013*.

7.2. Service Juridique, Administration et Ressources humaines

Le Service Juridique, administration et ressources humaines supervise les ressources humaines, les questions juridiques et autres services, ainsi que les relations avec les autorités de l'État hôte, les États Membres et les Associés à la CGPM, ainsi qu'avec d'autres États, organisations intergouvernementales et organismes internationaux. Le travail du service porte ainsi sur des aspects juridiques et administratifs, et comprend également la négociation et la gestion quotidienne de tous les contrats et accords conclus par le BIPM.

Parmi les activités juridiques figurent :

- le soutien apporté au directeur concernant les questions juridiques, administratives et de ressources humaines liées au BIPM et à ses activités, et la préparation des éléments nécessaires au directeur pour prendre des décisions concernant, en particulier : les règles applicables aux membres du personnel du BIPM ; le droit international général, notamment les privilèges et immunités ainsi que toute question concernant l'interprétation et l'application des dispositions fondamentales et constitutives du BIPM ; les accords et contrats dont le BIPM est partie, ainsi que les contrats d'achat ;
- la préparation d'avis juridiques nécessaires pour assurer la sécurité juridique du BIPM en matière de questions institutionnelles, administratives, de procédures et de ressources humaines ;
- la rédaction des notes verbales et des courriers institutionnels que le BIPM adresse, en particulier, aux États et autres organisations intergouvernementales, et la collaboration avec leurs conseillers juridiques et leurs autorités administratives concernant des questions juridiques et administratives ;
- la contribution au développement des règles applicables au BIPM et à ses membres du personnel (amendements aux SRI) ;
- l'aide apportée aux directeurs de département et chefs de section concernant des questions juridiques, administratives et de ressources humaines liées au BIPM et à ses activités ;
- la participation à la relecture des publications officielles du BIPM.

Les activités administratives couvrent, en particulier : les relations administratives et protocolaires avec les institutions publiques telles que les ministères et les ambassades ; la gestion des opérations de douane ; l'aide apportée aux membres du personnel du BIPM pour accomplir des formalités administratives dans le cadre de leur travail au BIPM.

Les activités liées aux ressources humaines comprennent, en particulier : la mise en œuvre des *Statut, Règlement et Instructions applicables aux membres du personnel du BIPM (SRI)* ; la gestion des engagements, des détachements et des stages, ainsi que celle de la structure organisationnelle et des descriptions de poste ; les droits à congés, l'évaluation de la performance, les avancements et les promotions.

7.3. Personnel⁶

7.3.1. Engagements

- Pierre Gournay a été engagé en qualité de *physicien* au Département de l'électricité à compter du 1^{er} avril 2014.
- Damien Bautista a été engagé en qualité de *technicien* au Département des masses à compter du 1^{er} juillet 2014.
- Franck Bielsa a été engagé en qualité de *physicien* au Département des masses à compter du 15 juillet 2014.

⁶ Une liste du personnel du BIPM et un organigramme sont disponibles à l'Annexe 4 du présent rapport.

7.3.2. Promotions et changements de grade

À compter du 1^{er} janvier 2014 :

- Frédérique de Hargues, *secrétaire* au Service Secrétariat du bureau du directeur, a été promue *secrétaire principale* ;
- Pascal Lemartrier, *peintre* à la section Atelier de mécanique et entretien du site, a été promu *peintre principal* ;
- Manuel Nonis, *technicien principal* au Département des rayonnements ionisants, a été promu *technicien métrologiste* ;
- Benjamin Rolland, *technicien* au Département de l'électricité, a été promu *assistant*.

7.3.3. Consultants, détachements, chercheurs associés et chercheurs invités

- Le contrat de consultant de Richard Davis est prorogé jusqu'au 31 décembre 2014.
- Ming Li, du National Institute of Metrology (NIM, Chine), a été en détachement au Département de la chimie du 1^{er} mai 2013 au 30 avril 2014 et l'est de nouveau du 1^{er} novembre 2014 au 31 octobre 2015.
- Amale Kanj, en contrat de post-doctorant avec le BIPM et le Centre national d'études spatiales (CNES, France), a travaillé au Département du temps du 1^{er} au 15 février 2014 et du 1^{er} août au 31 décembre 2014.
- Céline Pascale, de l'Institut fédéral de métrologie (METAS, Suisse), a été en détachement au Département de la chimie du 1^{er} mars au 31 juillet 2014.
- Andrei Antohe, du Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH, Roumanie), a été en détachement au Département des rayonnements ionisants du 5 mai au 31 juillet 2014.
- Dewei Song, du National Institute of Metrology (NIM, Chine), a été en détachement au Département de la chimie du 1^{er} juin au 30 novembre 2014.
- Wu Wenjun, de la Chinese Academy of Sciences (CAS, Chine), est en détachement au Département du temps du BIPM du 1^{er} juin 2014 au 2 juin 2015.
- Stuart Davidson, du National Physical Laboratory (NPL, Royaume-Uni), a été en détachement au Département des masses du 16 juin au 16 septembre 2014 et du 22 septembre au 31 octobre 2014.
- Yunfeng Lu, du National Institute of Metrology (NIM, Chine), est en détachement au Département de l'électricité du 1^{er} septembre 2014 au 31 janvier 2015.
- Marta Doval Miñarro, du National Physical Laboratory (NPL, Royaume-Uni), a été en détachement au Département de la chimie du 1^{er} septembre au 30 novembre 2014.
- Leonor Rodriguez Barquero, précédemment scientifique au Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT, Espagne), a commencé un contrat de consultante au Département des rayonnements ionisants qui durera du 8 septembre 2014 au 6 mars 2015.
- Federica Parisi, de l'université de Turin (Italie), est en stage au Département du temps du 1^{er} novembre 2014 au 6 février 2015.
- Le détachement au BIPM de Chingis Kuanbayev, du Kazakhstan Institute of Metrology (RSE "KazInMetr"), en tant que secrétaire exécutif du JCRB, a été prorogé jusqu'au 31 janvier 2015.

7.3.4. Départs

- Cécile Goyon-Taillade, *assistante* au Département des masses, a démissionné de ses fonctions le 28 février 2014.
- Roland Goebel, *physicien principal* au Département de l'électricité, a pris sa retraite le 30 avril 2014.
- Włodzimierz Lewandowski, *physicien principal* au Département du temps, a pris sa retraite le 31 mai 2014.

7.4. Service Secrétariat et Entretien des locaux

Les activités menées par le Secrétariat sont essentielles au rôle de plus en plus important de coordination du BIPM. Le Secrétariat joue un rôle fondamental dans l'organisation et la gestion des réunions qui se tiennent au siège du BIPM ; il gère principalement les réunions des Comités consultatifs et de leurs groupes de travail, du CIPM, du bureau du CIPM, des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, des Comités communs, ainsi que des ateliers spécifiques. En 2014, plus de 1 300 personnes ont participé à des réunions organisées au siège du BIPM. La liste complète des réunions qui se sont tenues au siège du BIPM en 2014 est disponible à l'Annexe 2 du présent rapport.

Outre les réunions se tenant au siège du BIPM, le service Secrétariat et Entretien des locaux a organisé et géré la 25^e réunion de la CGPM qui a eu lieu du 18 au 20 novembre 2014 au Palais des congrès de Versailles. La préparation de cette réunion a commencé dès 2013 et son organisation a représenté une charge de travail conséquente. Comme mentionné à la section 5, la réunion de la CGPM a rassemblé 167 représentants de gouvernement de 46 États Membres, les représentants de 20 Associés présents en tant qu'observateurs, ainsi que les représentants d'un certain nombre d'organisations et des orateurs invités, ce qui porte le nombre total de participants à plus de 200 personnes.

Le travail effectué par le Secrétariat pour préparer la 25^e réunion de la CGPM a inclus tout un éventail de tâches, de l'envoi des invitations formelles à la réunion de la CGPM à l'organisation des services de restauration pour les délégués. Au cours de la réunion, le Secrétariat a assuré le bon déroulement des séances en effectuant un travail significatif "en coulisse" : nombre de délégués ont ainsi salué l'organisation professionnelle et efficace de cette réunion de la CGPM.

Un autre rôle clé du Secrétariat du BIPM est d'apporter son soutien à tous les membres du personnel du BIPM en termes de services de secrétariat et administratifs (notamment pour les voyages, les demandes de visa ou l'inscription à des symposiums internationaux). Parmi les autres responsabilités qui lui incombent, le Secrétariat est responsable des demandes d'utilisation du logo du CIPM MRA et de la mise à jour de la base de données centrale contenant, en particulier, certaines des informations publiées sur les sites internet et intranet du BIPM comme des coordonnées de personnes ou le calendrier des réunions.

Le Secrétariat transmet les documents de communication aux États Membres, aux Associés à la CGPM et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie. Par ailleurs, le Secrétariat met en ligne, sur certaines parties en accès restreint du site internet du BIPM, les documents de travail destinés au CIPM, aux représentants des États Membres et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, ainsi qu'aux Comités consultatifs et à leurs groupes de travail. Il conserve également les dossiers relatifs aux certificats d'étalonnage qu'il envoie aux laboratoires nationaux de métrologie et il édite chaque mois les « news » transmises en interne aux membres du personnel du BIPM.

7.5. Sécurité, qualité et extérieurs

Le Système de management de la qualité du BIPM a été examiné lors de la réunion annuelle d'examen qui s'est tenue le 2 octobre 2014. La révision 5.0 du Manuel Qualité du BIPM, conforme à la norme ISO/EIC 17025:2005 et au Guide ISO 34:2009, a été approuvée et mise en œuvre à compter de mars 2014. Les audits internes réguliers de 2014 ont été effectués avec la participation d'un auditeur technique venant d'un autre département du BIPM que celui audité : cette méthode a permis un examen plus approfondi des questions techniques et scientifiques lors de l'audit et a été très appréciée. En 2014, aucune non-conformité majeure n'a été relevée lors des audits internes et lors de ceux externes effectués sur site par des pairs. Les non-conformités mineures ont été traitées et les recommandations d'amélioration ont été prises en compte.

Le Système de management de la qualité du BIPM a été présenté lors d'une réunion du Comité technique sur la qualité de l'EURAMET qui s'est tenue en avril 2014 à Cavtat, Croatie. Le Comité technique sur la qualité a fait la déclaration de confiance suivante vis-à-vis du système qualité du BIPM : « *TC-Q has sufficient confidence in the QMS of BIPM and its ability to fulfil the requirements of the CIPM MRA. This will be reported to the EURAMET Secretariat.* »⁷

Le Système de management de la santé et de la sécurité au travail du BIPM est fondé sur les exigences de la norme BS OHSAS 18001:2007. Il a été évalué lors de la réunion annuelle d'examen qui s'est tenue le 2 octobre 2014. La révision 2 des versions française et anglaise du Manuel Santé et Sécurité au travail du BIPM a été publiée le 2 octobre 2013 et a été complètement mise en œuvre au BIPM.

La clôture entourant le site du BIPM a été remplacée à 80 % par une clôture métallique de 2,40 m de haut dans le cadre des travaux d'amélioration concernant la sécurité du site. Un programme proactif de gestion des arbres a commencé au BIPM avec le conseil des experts du Parc de Saint Cloud. Un programme d'amélioration et d'entretien des routes, parking et chemins du BIPM est désormais inclus dans le budget annuel.

⁷ Traduction non officielle du BIPM : *Le Comité technique sur la qualité a suffisamment confiance vis-à-vis du Système de management de la qualité du BIPM et de son aptitude à remplir les exigences du CIPM MRA. Cela sera notifié au Secrétariat de l'EURAMET.*

Annexe 1 / Appendix 1

CERTIFICATS ET NOTES D'ÉTUDE / CERTIFICATES AND STUDY NOTES

Entre le 1^{er} janvier 2014 et le 31 décembre 2014, 81 certificats et 1 note d'étude ont été délivrés. /
In the period from 1 January 2014 to 31 December 2014, 81 Certificates and 1 Study Note were issued.

Certificats / Certificates

2014

1.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01289 ¹	EIM, Grèce / Greece
2.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01290*	Id.
3.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01291*	Id.
4.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01292*	Id.
5.	1 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01210*	INMETRO, Brésil / Brazil
6.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01209*	Id.
7.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01163*	Id.
8.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01622*	BIM, Bulgarie / Bulgaria
9.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01623*	Id.
10.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01625	Id.
11.	1 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01245*	NMC, A*STAR, Singapour / Singapore
12.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01244*	Id.
13.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01240*	Id.
14.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01067*	CENAM, Mexique / Mexico
15.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01068*	Id.
16.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01070*	Id.
17.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hargerling model AH11A, No. 01071*	Id.
18.	1 kg mass standard in stainless steel, No. 1950507*	LATU, Uruguay

* Les étalons marqués d'un astérisque ont déjà été étalonnés au BIPM. /
Standards marked with an asterisk have been calibrated previously at the BIPM.

19.	1 kg mass standard in stainless steel, No. 116475	IPQ, Portugal
20.	1 kg mass standard in stainless steel, No. 116476	Id.
21.	1 kg mass standard in stainless steel, No. 116478	Id.
22.	1 kg mass standard, 3S2*	VSL, Pays-Bas / Netherlands
23.	1 kg mass standard, 4S2*	Id.
24.	1 kg mass prototype, No. 12*	Fédération de Russie / Russian Federation
25.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 076124*	MKEH, Hongrie / Hungary
26.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 470419*	Id.
27.	1 Ω resistance standard, Tinsley type 5658A, No. 17894/18	Id.
28.	1 Ω resistance standard, Tinsley type 5658A, No. 17894/19	Id.
29.	10 000 Ω resistance standard, ZIP type P331, No. 115021*	Id.
30.	10 000 Ω resistance standard, ESI type SR104, No. J201069130104*	DFM, Danemark / Denmark
31.	100 Ω resistance standard, TEGAM type SR102, No. A2011101SR102*	NMC, A*STAR, Singapour / Singapore
32.	1 Ω resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1758735*	DMDM, Serbie / Serbia
33.	1 Ω resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1758737*	Id.
34.	1 Ω resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1755134*	Id.
35.	100 Ω resistance standard, Tinsley type 5685A, No. 8738/19*	Id.
36.	10 000 Ω resistance standard, Tinsley type 5685B, No. 270356*	Id.
37.	10 000 Ω resistance standard, Tinsley type 5685B, No. 15807/02	Id.
38.	Ionization chamber PTW 32002, No. 0220 in a ^{137}Cs gamma-ray beam	ENEA- INMRI, Italie / Italy
39.	Zener diode voltage standard, Fluke type 732B, No. 5740201*	SMD, Belgique / Belgium

40.	Zener diode voltage standard, Fluke type 732B, No. 6945016*	BIM, Bulgarie / Bulgaria
41.	1 Ω resistance standard, Tinsley 5685A, No. 279 903	CMI, République tchèque / Czech Republic
42.	100 Ω resistance standard, Tinsley 5685A, No. 274 557*	Id.
43.	1 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 01832	GUM, Pologne / Poland
44.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 01025*	Id.
45.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 01026*	Id.
46.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 01027*	Id.
47.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 1507*	Id.
48.	Ionization chamber LS01, No. 115 in gamma-ray beams*	IAEA
49.	Ionization chamber HS01, No. 102 in gamma-ray beams*	Id.
50.	Ionization chamber LS10, No. 130 in gamma-ray beams*	Id.
51.	Ionization chamber Exradin A6, No. XQ090164 in gamma-ray beams	Id.
52.	Ozone analyzer Advanced Pollution Instrumentation 400, No. 823*	NMISA, Afrique du Sud / South Africa
53.	1 kg mass prototype, No. 102	NIST, États-Unis d'Amérique / United States of America
54.	1 kg mass prototype, No. 104	Id.
55.	1 kg mass prototype, No. 105	Id.
56.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 01305*	IPQ, Portugal
57.	1 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 02002	NIS, Égypte / Egypt
58.	10 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 02004	Id.
59.	100 pF capacitance standard, Andeen-Hagerling AH11A, No. 02006	Id.
60.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 17103*	INM, Roumanie / Romania
61.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 17112*	Id.

62.	10 000 Ω resistance standard, Fluke type 742A, No. 5 885 009*	Id.
63.	10 000 Ω resistance standard, Fluke type 742A, No. 5 885 010*	Id.
64.	1 Ω resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1799595*	IPQ, Portugal
65.	10 000 Ω resistance standard, ESI type SR104, No. J207 119 030 104*	Id.
66.	10 pF capacitance standard, General Radio model 1408-9702, No. 111*	SMU, Slovaquie / Slovakia
67.	10 pF capacitance standard, General Radio model 1408-9702, No. 112*	Id.
68.	1 Ω resistance standard, Leeds and Northrup type 4210, No. 1859 009*	Id.
69.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 222 039*	Id.
70.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 144 487*	Id.
71.	10 000 Ω resistance standard, ZIP type P331, No. 148 058*	Id.
72.	10 000 Ω resistance standard, ESI type SR104, No. 648 042	Id.
73.	Ionization chamber PTW 23344, No. 620 in low-energy x-rays*	STUK, Finlande / Finland
74.	Ionization chamber PTW 23344, No. 620 in low-energy x-rays	Id.
75.	Ionization chamber NE 2561, No. 097 in medium-energy x-rays*	Id.
76.	Ionization chamber NE 2561, No. 097 in a ^{60}Co gamma-ray beam*	Id.
77.	1 Ω resistance standard, Guildline type 9330, No. 40731*	GUM, Pologne / Poland
78.	1 Ω resistance standard, Guildline type 9330, No. 41394*	Id.
79.	1 Ω resistance standard, ZIP type P321, No. 75 735*	Id.
80.	100 Ω resistance standard, ZIP type P331, No. 097292	Id.
81.	10 000 Ω resistance standard, Guildline type 9330, No. 40694*	Id.

Note d'étude / Study Notes

2014

1.	Electronic voltage standard, Fluke model 732B, No. 8195025	SMD, Belgique / Belgium
----	--	----------------------------

Annexe 2 / Appendix 2

RÉUNIONS ET PRÉSENTATIONS AU BIPM / MEETINGS AND PRESENTATIONS AT THE BIPM

Réunions organisées par le BIPM / Meetings organized by the BIPM

Les réunions suivantes se sont tenues au siège du BIPM entre le 1^{er} janvier 2014 et le 31 décembre 2014. / The following meetings were held at the BIPM in 2014:

- Réunion du Groupe de travail du CCM sur les hautes pressions – 24 et 25 février / CCM Working Group on High Pressures (WGHP) – 24 to 25 February.
- Réunion du Groupe de travail du CCM sur les basses pressions – 25 février / CCM Working Group on Low Pressures (WGLP) – 25 February.
- Réunion du Sous-comité du CIPM sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et l'assurance-maladie – 7 mars et 15 novembre / CIPM Sub-Committee on the BIPM Pension and Provident Fund and Health Insurance – 7 March and 15 November.
- Réunion du bureau du CIPM – 8 au 10 mars, ainsi que 25 octobre / Bureau of the CIPM meeting – 8 to 10 March and 25 October.
- Réunion du Sous-comité du CIPM sur les finances – 10 mars / CIPM Sub-Committee on Finance – 10 March.
- Réunion des présidents des Comités consultatifs – 11 mars / Meeting of Consultative Committee Presidents – 11 March.
- Première partie de la 103^e session du CIPM – 12 et 13 mars / Session I of the 103rd meeting of the CIPM – 12 to 13 March.
- 32^e réunion du JCRB – 26 et 27 mars / 32nd meeting of the JCRB – 26 to 27 March.
- Réunion du Groupe de travail de la Section II du CCRI sur les comparaisons clés – 1^{er} et 2 avril, ainsi que 4 et 5 septembre / CCRI Key Comparisons Working Group (KCWG(II)) – 1 to 2 April and 4 to 5 September.
- Réunion du groupe de travail de l'IUPAC afin de rédiger des guides techniques sur le thème « Methods for the SI Value Assignment of the Purity of Organic Compounds for use as Primary Reference Materials and Calibrators » – 2 avril / IUPAC working group meeting to draft technical guidelines on 'Methods for the SI Value Assignment of the Purity of Organic Compounds for use as Primary Reference Materials and Calibrators' – 2 April.
- 19^e réunion du CCQM et réunions de ses groupes de travail – 3 au 11 avril / The 19th meeting of the CCQM and meetings of the CCQM Working Groups – 3 to 11 April.
- 27^e réunion du CCT et réunions de ses groupes de travail – 19 au 23 mai / The 27th meeting of the CCT and meetings of the CCT Working Groups – 19 to 23 May.
- Réunion du Groupe de travail 2 du JCGM sur le VIM – 4 au 6 juin, 1^{er} et 2 décembre, ainsi que 4 décembre / JCGM-WG2 (VIM) meeting – 4 to 6 June, 1 to 2 December and 4 December.
- Réunion du Groupe de travail 1 du JCGM sur le GUM – 10 au 13 juin, ainsi que 29 septembre au 3 octobre / JCGM-WG1 (GUM) meeting – 10 to 13 June and 29 September to 3 October.
- 22^e réunion du CCPR et réunions de ses groupes de travail – 15 au 19 septembre / The 22nd meeting of the CCPR and meetings of the CCPR Working Groups – 15 to 19 September.

- CODATA Task Group on Fundamental Constants – 3 et 4 novembre /3 to 4 November.
- Seconde partie de la 103^e session du CIPM – 13 et 14 novembre / Session II of the 103rd meeting of the CIPM – 13 to 14 November.
- Réunion informelle sur le programme de travail du BIPM et la dotation correspondante – 7 novembre / Preparatory meeting on the BIPM Work Programme and associated budget – 17 November.
- 25^e réunion de la CGPM –18 au 20 novembre** / 25th meeting of the CGPM – 18 to 20 November**.
- Réunion plénière du JCGM – 3 décembre / JCGM Plenary – 3 December.
- Réunion du Comité exécutif du JCTLM – 4 et 5 décembre / JCTLM Executive Committee – 4 to5 December.

Présentations données au siège du BIPM en 2014 / Presentations at the BIPM in 2014

- J. Faller (JILA), Precision measurement of the gravitational quantities g and G – 20 mars / 20 March.

** Réunion organisée à Versailles / Meeting held in Versailles, France.

Annexe 3 / Appendix 3

PUBLICATIONS

Publications du BIPM pour l'année 2014 / BIPM Publications 2014

- BIPM Core data 2013, 4 p. / 4 pp.
- BIPM e-News (juillet 2014 / July 2014).
- Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations, 9^e session (2014), 24 p. / Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration, 9th meeting (2014), 24 pp.
- Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie, 20^e session (2014), 31 p. / Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry, 20th meeting (2014), 31 pp.
- Notification des parts contributives dues par les Gouvernements des Hautes Parties contractantes pour l'entretien du Bureau international des poids et mesures et des souscriptions des États et Entités économiques associés à la Conférence générale en 2014, 4 p. / 4 pp.
- Procès-verbaux du Comité international des poids et mesures, 102^e session (2013), **81**, 188 p. / International Committee for Weights and Measures, 102nd meeting (2013), **81**, 188 pp.
- Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures en 2013, 138 p. / 138 pp.
- Rapport annuel du BIPM sur les activités du temps (2013), 124 p. / BIPM Annual Report on Time Activities (2013), 124 pp.
- Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures (2013), **14**, 91 p. / Director's Report on the Activity and Management of the BIPM (2013), **14**, 91 pp.

Publications pour la 25^e réunion de la CGPM / Publications for the 25th CGPM meeting

- BIPM Strategic Plan (2014), 20 p. / 20pp.
- Convocation de la Conférence générale des poids et mesures (25^e réunion), 44 p. / Convocation of the General Conference on Weights and Measures (25th meeting), 44 pp.
- Principaux progrès réalisés depuis la 24^e réunion de la CGPM (2011) et Notes à l'appui de la dotation proposée pour les années 2016 à 2019, 23 p. / Highlights of progress made since the 24th CGPM (2011) and Notes supporting the proposed dotation 2016-2019, 23 pp.
- Proposition pour un « Programme de visiteurs du BIPM pour les années 2016 à 2019 », 9 p. / Proposal for a "BIPM Visitor Programme 2016-2019", 9 pp.
- Rapport du président du CIPM sur les travaux accomplis depuis la 24^e réunion de la CGPM, 15 p. / Report of the President of the CIPM on the work accomplished since the 24th meeting of the CGPM, 15 pp.

- Résolutions adoptées par la CGPM lors de sa 25^e réunion (18-20 novembre 2014), 12 p. / Resolutions adopted by the CGPM at its 25th meeting (18-20 November 2014), 12 pp.
- Programme de travail du Bureau international des poids et mesures pour les années 2016 à 2019, 53 p. / Work programme of the International Bureau of Weights and Measures for the four years 2016-2019, 53 pp.

Publications scientifiques du BIPM pour l'année 2014 / BIPM scientific publications 2014

Masses / Mass

Publications extérieures / External publications

- Fang H., Kiss A., Picard A., Stock M., A watt balance based on a simultaneous measurement scheme, *Metrologia*, 2014, **51**, S80-S87.
- Fang H. *et al.*, Recent progress on the BIPM watt balance, *EPJ Web of Conferences*, 2014, **77**, 00023.
- Becerra L.O., *et al.*, Final report on CCM.M-K4: Key comparison of 1 kg stainless steel mass standards, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 07009.
- Davis R.S., Milton M.J.T., The assumption of the conservation of mass and its implications for present and future definitions of the kilogram and the mole, *Metrologia*, 2014, **51**(3), 169-173.
- Fang H., Kiss A., Lavergne T., Robertsson L., de Mirandés E., Solve S., Picard A., Stock M., Update from the BIPM Watt Balance, *Proc. 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM)*, 2014, 710-711.

Temps / Time

Publications extérieures / External publications

- Jiang Z., Total Delay and Total Uncertainty in UTC Time Link Calibration, *Proc. 45th PTTI Meeting*, 2014, 112-125.
- Jiang Z., Lewandowski W., Evolution of the Uncertainty of [UTC-UTC(k)], *Proc. 45th PTTI Meeting*, 2014, 208-216.
- Jiang Z., Accurate time link calibration for UTC time transfer - Status of the BIPM pilot study on the UTC time link calibration, *Proc. 28th European Frequency and Time Forum*, 2014.
- Jiang Z., Tisserand L., Stability of the BIPM GNSS travelling calibrator, *Proc. 28th European Frequency and Time Forum*, 2014.
- Jiang Z., Czubla A., Nawrocki J., Nogaś P., (2014) Calibration comparison between optical fiber and GPS time links, *Proc. ION/PTTI2014*.
- Jiang Z., Lewandowski W., An Approach to the Uncertainty Estimation of [UTC-UTC(k)], *Proc. ION/PTTI2014*.
- Konaté H., Arias E.F., The BIPM Time Department Database, *Proc. 45th PTTI Meeting*, 2014, 1-13.
- Panfilo G., Harmegnies A., Tisserand L., A new weighting procedure for UTC, *Metrologia*, 2014, **51**, 285-292.
- Panfilo G., Harmegnies A., Tisserand L., Arias E.F., The algorithm for the generation of UTC: latest improvements, *Proc. 45th PTTI Meeting*, 2014, 274-291.
- Petit G., A timescale based on the world's fountain clocks, *Proc. 45th PTTI Meeting*, 2014, 265-268.

- Petit G., Arias F., Harmegnies A., Panfilo G., Tisserand L., UTCr: a rapid realization of UTC, *Metrologia*, 2014, **51**(1), 33-39.
- Petit G., Kanj A., Harmegnies A., *et al.*, GPS frequency transfer with IPPP, *Proc. 28th European Frequency and Time Forum*, 2014, 451-454.
- Petit G., Wolf P., Delva P., Atomic time, clocks and clock comparisons in relativistic space-time: a review, in *Frontiers of Relativistic Celestial Mechanics, Volume 2. Applications and Experiments*, Sergei M. Kopeikin Ed., De Gruyter, 2014, 266pp.

Publications du BIPM

- Rapport annuel du BIPM sur les activités du temps 2013, **8**, 121 p. (rapport disponible uniquement sur la page internet <http://www.bipm.org/en/bipm/tai/annual-report.html>) / *BIPM Annual Report on Time Activities for 2013*, **8**, 121 pp., available only at <http://www.bipm.org/en/bipm/tai/annual-report.html>.
- *Circulaire T* (mensuelle), 8 p. / *Circular T* (monthly), 8 pp.
- *UTC rapide (UTCr)* (hebdomadaire), 1 p. / *Rapid UTC (UTCr)* (weekly), 1 pp.

Électricité / Electricity

Publications extérieures / External publications

- Burroughs C. J., Rüfenacht A., Waltrip B.C., Solve S., Dresselhaus P.D., Benz S.P., AC Waveform Source Referred to a Programmable Josephson Voltage Standard, *Proc. 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM)*, 2014, 736-737.
- Fang H., Kiss A., Lavergne T., Robertsson L., de Mirandés E., Solve S., Picard A., Stock M., Update from the BIPM Watt Balance, *Proc. 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM)*, 2014, 710-711.
- Fletcher N., Goebel R., “A measurement chain for the determination of R_K using a calculable capacitor”, *Digest CPEM 2014, 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements*, pp.474-475.
- Fletcher N., Götz M., Goebel R., Rolland B., “On the definition of DC in resistance measurements”, *Digest CPEM 2014, 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements*, pp.688-689.
- Fletcher N., Rietveld G., Olthoff J., Budovsky I., “Predicted impact of latest h and e values on resistance and voltage traceability in the new SI (système international)”, *Digest CPEM 2014, 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements*, pp.432-433.
- Satrapinski A., Pontynen H., Götz M., Pesel E., Fletcher N., Goebel R., Rolland B., “A low-frequency current comparator for precision resistance measurements”, *Digest CPEM 2014, 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements*, pp.760-761.
- Fletcher N., Rietveld G., Olthoff J., Budovsky I., Milton M., Electrical units in the new SI: Saying goodbye to the 1990 values, *NCSLI Measure*, 2014, **9**(2), 30-35.
- Goebel R., Fletcher N., Rolland B., Götz M., Pesel E., Final report on the on-going comparison BIPM.EM-K12: Comparison of quantum Hall effect resistance standards of the PTB and the BIPM, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 01011.
- Power O., Chayramy R., Solve S., Stock M., Bilateral comparison of 10 V standards between the NSAI-NML (Ireland) and the BIPM, January to February 2013 (part of the ongoing BIPM key comparison BIPM.EM-K11.b), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 01006.
- Solve S., Chayramy R., Power O., Stock M., Bilateral comparison of 10 V standards between the NSAI-NML (Ireland) and the BIPM, March 2014 (part of the ongoing BIPM key comparison BIPM.EM-K11.b), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 01008.

- Solve S., Chayramy R., Rüfenacht A., Burroughs C. J., Benz S.P., The leakage resistance to ground of a NIST Programmable Josephson Voltage Standard, *Proc. 2014 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM)*, 2014, 462-463.
- Solve S., Chayramy R., Stock M., Simionescu M., Cirneanu L., Bilateral comparison of 1 V and 10 V standards between the INM (Romania) and the BIPM, August to October 2013 (part of the ongoing BIPM key comparison BIPM.EM-K11.a and b), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 01005.
- Solve S., Chayramy R., Stock M., Yuan G., Honghui L., Zengmin W., Comparison of the Josephson Voltage Standards of the NIM and the BIPM (part of the ongoing BIPM key comparison BIPM.EM-K10.b), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 01009.

Rayonnements ionisants / Ionizing Radiation

Publications extérieures / External publications

- Alvarez J.T., de Pooter J.A., Andersen C., Aalbers A.H.L., Allisy-Roberts P.J., Kessler C., Comparison BIPM.RI(I)-K8 of high dose-rate Ir-192 brachytherapy standards for reference air kerma rate of the VSL and the BIPM, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06022.
- Alvarez J.T., Sander T., de Pooter J.A., Allisy-Roberts P.J., Kessler C., Comparison BIPM.RI(I)-K8 of high dose rate ¹⁹²Ir brachytherapy standards for reference air kerma rate of the NPL and the BIPM, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06024.
- Anton M., Allisy-Roberts P.-J., Kessler C., Burns D.T., A blind test of the alanine dosimetry secondary standard of the PTB conducted by the BIPM, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06001.
- Bailat C.J., *et al.*, International comparison CCRI(II)-S7 on the analysis of uncertainty budgets for $4\pi\beta\gamma$ coincidence counting, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06018.
- Burns D.T., Picard S., Kessler C., Roger P., Use of the BIPM calorimetric and ionometric standards in megavoltage photon beams to determine W_{air} and I_c , *Phys. Med. Biol.*, 2014, **59**, 1353–1365.
- Burns D.T., Kessler C., Büermann L., Key comparison BIPM.RI(I)-K3 of the air-kerma standards of the PTB, Germany and the BIPM in medium-energy x-rays, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06016.
- Burns D.T., Kessler C., de Prez L., Joulaeizadeh L., Key comparison BIPM.RI(I)-K2 of the air-kerma standards of the VSL, Netherlands and the BIPM in low-energy x-rays, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06010.
- Burns D.T., Kessler C., Pinto M., Cappadozzi G., Silvestri C., Toni M.P., Key comparison BIPM.RI(I)-K3 of the air-kerma standards of the ENEA, Italy and the BIPM in medium-energy x-rays, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06020.
- Burns D.T., Kessler C., Büermann L., Key comparison BIPM.RI(I)-K2 of the air-kerma standards of the PTB, Germany and the BIPM in low-energy x-rays, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06011.
- Kessler C., Allisy-Roberts P.J., Minniti R., Comparisons of the radiation protection standards for air kerma of the NIST and the BIPM for ⁶⁰Co and ¹³⁷Cs gamma radiation, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06013.
- Kessler C., Burns D.T., Büermann L., Key comparison BIPM.RI(I)-K5 of the air-kerma standards of the PTB, Germany and the BIPM in ¹³⁷Cs gamma radiation, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06015.
- Kessler C., Burns D.T., Büermann L., Key comparison BIPM.RI(I)-K1 of the air-kerma standards of the PTB, Germany and the BIPM in ⁶⁰Co gamma radiation, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06012.

- Kessler C., Burns D.T., de Prez L., Joulaeizadeh L., Key comparison BIPM.RI(I)-K7 of the air-kerma standards of the VSL, Netherlands and the BIPM in mammography x-rays, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06025.
- Michotte C., Ratel G., Courte S., Caffari Y., Fréchet C., Thiam C., Brettner-Messler R., Maringer F.J., Update of the BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Ba-133 of activity measurements of the radionuclide ^{133}Ba to include the 2009 result of the IRA (Switzerland) and the 2012 results of the LNE-LNHB (France) and BEV (Austria), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06017.
- Michotte C., *et al.*, BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Lu-177 of activity measurements of the radionuclide ^{177}Lu for the NPL (UK) and the IRMM (EU), with linked results for the comparison CCRI(II)-K2.Lu-177, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06002.
- Michotte C., *et al.*, BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.Eu-152 of activity measurements of the radionuclide ^{152}Eu for the VNIIM (Russia), the LNE-LNHB (France) and the CNEA (Argentina), with linked results for the COOMET.RI(II)-K2.Eu-152 comparison, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06004.
- Michotte C., *et al.*, BIPM comparison BIPM.RI(II)-K1.I-131 of activity measurements of the radionuclide ^{131}I for the NMIJ (Japan), the NIST (USA) and the LNE-LNHB (France), with linked results for the APMP.RI(II)-K2.I-131 comparison, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06003.
- Michotte C., Sahagia M., Ioan M.R., Antohe A., Luca A., Activity measurements of the radionuclide $^{99\text{m}}\text{Tc}$ for the IFIN-HH, Romania in the ongoing comparison BIPM.RI(II)-K4.Tc-99m, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06014.
- Picard S., *et al.*, Key comparison BIPM.RI(I)-K6 of the standards for absorbed dose to water of the ARPANSA, Australia, and the BIPM in accelerator photon beams, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 06006.

Chimie / Chemistry

Publications extérieures / External publications

- Flores, E., *et al.*, International comparison CCQM-K82: methane in air at ambient level (1800 to 2200) nmol/mol (2014) *Metrologia*, 2014, **52**, 08001.
- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Lagler F., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with JRC (October 2013), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 08006.
- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Norris J.E., Guenther F., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with NIST (February 2013), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 08005.
- Viallon J., Moussay P., Idrees F., Wielgosz R., Sweeney B., Quincey P., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with NPL (May 2013), *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 08004.
- Viallon J., Moussay P., Wielgosz R., Li H., Hui W.L., Norris J.E., Guenther F., Final report of the ongoing key comparison BIPM.QM-K1: Ozone at ambient level, comparison with NMC, A*STAR 2013, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 08007.
- Viallon J., Lee S., Moussay P., Tworek K., Petersen M., Wielgosz R.I., Accurate laser measurements of ozone absorption cross-sections in the Hartley band, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 2014, **7**, 8067-8100.
- Westwood S., *et al.*, Final report on key comparison CCQM-K55.c (L-(+)-Valine): Characterization of organic substances for chemical purity, *Metrologia*, 2014, **51**, *Tech. Suppl.*, 08010.

- Josephs R.D., Daireaux A., Choteau T., Westwood S., Wielgosz R.I., Normal phase-liquid chromatography-tandem mass spectrometry with atmospheric pressure photoionization for the purity assessment of 17 β -estradiol, *Anal. Bioanal. Chem.*, 23 September 2014 (Epub ahead of print), in print.

Publications diverses / Miscellaneous

Publications extérieures / External publications

- Arias E.F., Los Arcos J.-M., Stock M., Wielgosz R., Milton M., News from the BIPM laboratories - 2013, *Metrologia*, 2014, 51(1), 121-126.
- Davis R.S., Milton M.J.T., The assumption of the conservation of mass and its implications for present and future definitions of the kilogram and the mole, *Metrologia*, 2014, 51(3), 169-173.
- de Mirandés E., Reply to 'Some problems concerning the use of the CODATA adjusted values of fundamental constants in the definition of measurement units', *Metrologia*, 2014, 51(1), L5-L7.
- Milton M.J.T., Davis R., Fletcher N., Towards a new SI: a review of progress made since 2011, *Metrologia*, 2014, 51(3), R21-R30.

Annexe 4 / Appendix 4**LISTE DU PERSONNEL DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES /
STAFF OF THE INTERNATIONAL BUREAU OF WEIGHTS AND MEASURES**

au 31 décembre 2014 / on 31 December 2014

Directeur / Director: M. Milton**Masses / Mass:** A. Picard (M. Stock, directeur par interim / *interim* director)P. Barat, D. Bautista, F. Bielsa, H. Fang, F. Idrees¹, A. Kiss, T. Lavergne, E. de Mirandés**Temps / Time:** E.F. Arias

A. Harmegnies, Z. Jiang, H. Konaté, G. Panfilo, G. Petit, L. Robertsson, L. Tisserand

Électricité / Electricity: M. StockR. Chayramy, N.E. Fletcher, P. Gournay, A. Jaouen², B. Rolland, S. Solve**Rayonnements ionisants / Ionizing radiation:** J.M. Los Arcos

D.T. Burns, S. Courte, C. Kessler, C. Michotte, M. Nonis, S. Picard, G. Ratel, P. Roger

Chimie / Chemistry: R.I. WielgoszT. Choteau, A. Daireaux, E. Flores Jardines, R.D. Josephs, P. Moussay, N. Stoppacher, J. Viallon,
S.W. Westwood**Bureau du directeur / Director's Office****Juridique, Administration et Ressources humaines / Legal, Administration and Human****Resources:** S. Arlen

L. Dell'Oro

Finances, Budget et Achats / Finance, Budget and Procurement: I. Andernack

F. Ausset, D. Etter

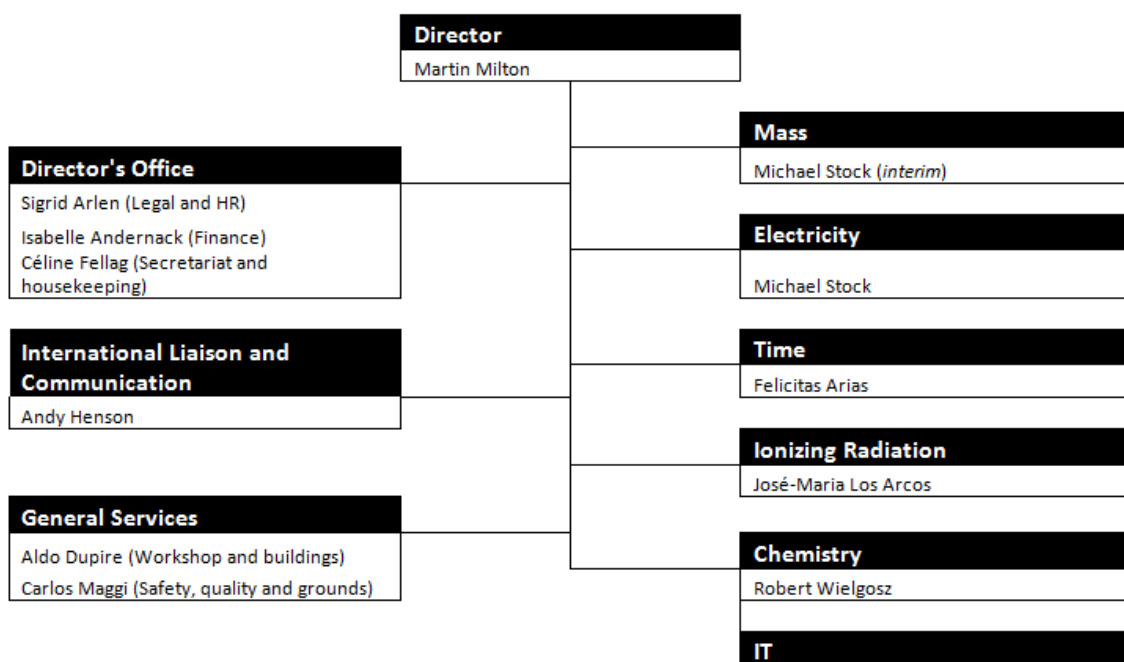
Secrétariat et Entretien des locaux / Secretariat and housekeeping: C. Fellag Ariouet

A. Da Ponte, M.-J. Fernandes, F. de Hargues, A. Mendes de Matos, I. Neves

Relations internationales et communication / International Liaison and Communication: A.S. HensonN. De Sousa Dias, S. Maniguet¹, J.R. Miles, C. Planche, R. Sitton, C. Thomas**Services informatiques / IT Services:** R.I. Wielgosz

L. Le Mée, T. Nguyen

¹ Également à la chimie / Also Chemistry² Sous le régime de l'invalidité / Under the invalidity scheme

Services généraux / General services**Sécurité, qualité et extérieurs / Safety, Quality and Grounds:** C. MaggiC. Dias Nunes, E. Dominguez³, C. Neves, A. Zongo**Atelier de mécanique et entretien du site / Workshop and Buildings:** A. DupireP. Benoit, F. Boyer, M. De Carvalho⁴, P. Lemartrier, S. Segura, B. Vincent**Directeurs honoraires / Emeritus directors:** T.J. Quinn, A.J. Wallard**Physicien chercheur principal honoraire / Honorary Principal Research Physicist:** R.S. Davis**Organigramme du siège du BIPM / Organigram of the BIPM headquarters**³ Également à l'atelier de mécanique et entretien du site / Also Workshop and Buildings⁴ Sous le régime de l'invalidité / Under the invalidity scheme

Annexe 5 / Appendix 5

LISTE DES SIGLES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT VOLUME / ACRONYMS USED IN THE PRESENT VOLUME

AFRIMETS	Système intra-africain de métrologie/Inter-Africa Metrology System
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
AMA	Agence mondiale antidopage
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme
BIPM	Bureau international des poids et mesures/International Bureau of Weights and Measures
CAS	Chinese Academy of Sciences (Chine/China)
CC	Consultative Committee of the CIPM
CCAUV	Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations/Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration
CCEM	Comité consultatif d'électricité et magnétisme/Consultative Committee for Electricity and Magnetism
CCL	Comité consultatif des longueurs/Consultative Committee for Length
CCM	Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées/Consultative Committee for Mass and Related Quantities
CCPR	Comité consultatif de photométrie et radiométrie/Consultative Committee for Photometry and Radiometry
CCQM	Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie et biologie/Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology
CCRI	Comité consultatif des rayonnements ionisants/Consultative Committee for Ionizing Radiation
CCRI(I)	CCRI Section I: x- and gamma rays, charged particles
CCRI(II)	CCRI Section II: Measurement of radionuclides
CCRI(III)	CCRI Section III : Neutron measurements
CCT	Comité consultatif de thermométrie/Consultative Committee for Thermometry
CCTF	Comité consultatif du temps et des fréquences/Consultative Committee for Time and Frequency
CCU	Comité consultatif des unités/Consultative Committee for Units
CGPM	Conférence générale des poids et mesures/General Conference on Weights and Measures
CIE	Commission internationale de l'éclairage/International Commission on Illumination
CIEMAT	<i>Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas</i> (Espagne/Spain)
CIPM	Comité international des poids et mesures/International Committee for Weights and Measures
CIPM MRA	CIPM Mutual Recognition Arrangement/Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM

CMC	Calibration and Measurement Capability/Aptitude en matière de mesures et d'étalonnages
CNES	Centre national d'études spatiales (France)
CODATA	Committee on Data for Science and Technology
COOMET	Coopération métrologique entre les États d'Europe centrale/Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions
COSQC	Central Organization for Standardization and Quality Control (Irak/Iraq)
CRDS	Cavity ring-down spectroscopy
DCMAS	Network on Metrology, Accreditation and Standardization for Developing Countries/Réseau de métrologie, d'accréditation et de normalisation pour les pays en développement
DGSM	Directorate General for Specifications and Measurements (Oman)
DI	Designated Institute
ENEA	<i>Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile</i> (Italie/Italy)
ERMS	Ensemble of Reference Mass Standards/ Ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM
ESA	European Space Agency/Agence spatiale européenne
EURAMET	European Association of National Metrology Institutes
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopy/Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier
GC-ECD	Gas chromatography – electron capture detector
GC-FID	Gas chromatography – flame ionization detector
GUM	Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement/Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure
HCHO	Formaldehyde
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAU	International Astronomical Union
ICRU	International Commission on Radiation Units and Measurements
IERS	International Earth Rotation and Reference Systems Service/ Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
IFIN-HH	“ <i>Horia Halubei</i> ” National Institute of Research and Development for Physics and Nuclear Engineering (Roumanie/Romania)
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation
ILNAS	Institut luxembourgeois de la normalisation, de l'accréditation, de la sécurité et qualité des produits et services – Bureau luxembourgeois de Métrologie (Luxembourg)
IPK	International prototype of the kilogram
ISO	Organisation internationale de normalisation/International Organization for Standardization
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
JCGM	Joint Committee for Guides in Metrology/Comité commun pour les guides en métrologie

JCRB	Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM/Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM
JCTLM	Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine/Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire
JVS	Josephson Voltage Standards
KazInMetr RSE	Kazakh Institute of Metrology RSE (Kazakhstan)
KCDB	BIPM key comparison database/Base de données du BIPM sur les comparaisons clés
KCWG	Working Group on Key Comparisons and CMC Quality
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science (République de Corée/Republic of Korea)
LNE-LNHB	LNE Laboratoire national Henri Becquerel (France)
METAS	Institut fédéral de métrologie/Federal Institute of Metrology (Suisse/Switzerland)
MIKES	Finnish Metrological Institute (Finlande/Finland)
NIM	National Institute of Metrology (Chine/China)
NIST	National Institute of Standards and Technology (États-Unis d'Amérique/USA)
NMI	National Metrology Institute
NMIJ/AIST	National Metrology Institute of Japan/Advanced Industrial Science and Technology (Japon/Japan)
NMISA	National Metrology Institute of South Africa (Afrique du Sud/South Africa)
NMR	Nuclear magnetic resonance/Résonance magnétique nucléaire
NPL	National Physical Laboratory (Royaume-Uni/UK)
NRC	National Research Council (Canada)
OAWG	CCQM Working Group on Organic Analysis
OIML	Organisation internationale de métrologie légale/International Organization of Legal Metrology
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
PET	Positron Emission Tomography
PTB	<i>Physikalisch-Technische Bundesanstalt</i> (Allemagne/Germany)
qNMR	Quantitative nuclear magnetic resonance/Résonance magnétique nucléaire quantitative
REMCO	ISO Committee on Reference Materials
RMO	Regional Metrology Organization
RRI	Regulations, Rules and Instructions applicable to the BIPM staff members
SI	Système international d'unités/International System of Units
SIR	Système international de référence pour les mesures d'activité d'émetteurs de rayonnement gamma/International Reference System for gamma-ray emitting radionuclides
SIRTI	Transfer Instrument of the SIR/Instrument de transfert du SIR
SRI	Statut, Règlement et Instructions applicables aux membres du personnel du BIPM
SSMO	Sudanese Standards and Metrology Organization (Soudan/Sudan)

TAI	Temps atomique international/ International Atomic Time
TBT	Technical Barriers to Trade
UAI	Union astronomique internationale
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UTC	Temps universel coordonné/Coordinated Universal Time
UTCr	UTC rapide/Rapid UTC
VAMAS	Versailles Project on Advanced Materials and Standards
VIM	Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (3 ^e édition)/International Vocabulary of Metrology, Basic and General Concepts and Associated Terms (3rd edition)
VNIIM	D.I. Mendeleev Institute for Metrology, Rostekhregulirovaniye of Russia (Fédération de Russie/Russian Federation)
VSL	Van Swinden Laboratorium (Pays-Bas/Netherlands)
WADA	World Anti-Doping Agency
WHO	World Health Organization
WMO	World Meteorological Organization
WTO	World Trade Organization
XRCD	X-ray crystal density
YSMO	Yemen Standardization, Metrology and Quality Control Organization (Yémen/Yemen)