

Comité international  
des poids et mesures

**Procès-verbaux de la 106<sup>e</sup> session**

(16, 17 et 20 octobre 2017)

## Résumé

### 106<sup>e</sup> session du CIPM (16, 17 et 20 octobre 2017)

#### Révision du SI

Le CIPM accueille favorablement les recommandations relatives à la révision du SI formulées par ses Comités consultatifs. Le CIPM note que les conditions fixées pour procéder à la révision du SI sont désormais remplies et décide de soumettre le Projet de résolution A à la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) à sa 26<sup>e</sup> réunion et de prendre toutes les autres dispositions nécessaires en vue de procéder, tel que cela a été planifié, à la redéfinition du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole.

Le CIPM accepte la version révisée du Projet de résolution A avec quelques modifications mineures.

Le CIPM autorise le président du CIPM à transmettre au *Task Group on Fundamental Constants* de CODATA son accord concernant la publication des valeurs numériques finales des constantes de définition.

Le CIPM demande au CCM de préparer une note formellement approuvée concernant la procédure de dissémination de l'unité de masse une fois le kilogramme redéfini, qui traitera en particulier de la définition de la valeur de consensus, et de mettre à jour la mise en pratique du kilogramme.

#### États Membres ayant des contributions arriérées

Le CIPM décide de préparer un projet de résolution concernant la procédure d'exclusion des États Membres en situation d'arriérés qui sera soumis à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion.

#### Amendements à la Caisse de retraite du BIPM

Le CIPM amende le Statut de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM relatif à la Commission consultative sur la Caisse de retraite (CCCR) afin d'ajouter à ses membres un représentant élu des pensionnés et titulaires d'une pension différée du BIPM et d'augmenter de un à trois le nombre de membres du personnel en activité, élus par le personnel à la CCCR.

Le CIPM décide que l'unité de calcul des pensions sera le *point applicable aux pensions* que le CIPM pourra ajuster si cela est justifié par le besoin d'assurer la soutenabilité financière à long terme.

#### Organismes de liaison

Le CIPM décide d'octroyer le statut d'organisme de liaison, dans le contexte des Comités consultatifs, au cas par cas selon des critères définis. Les organisations auxquelles le statut d'organisme de liaison n'est pas octroyé seront désignées sous le nom d'« organisations en coopération ».

#### Plan financier à long terme du BIPM (2020-2023)

Le directeur présente au CIPM un plan financier à long terme du BIPM couvrant la période de 2020 à 2023.

Le CIPM décide de porter le niveau de réserves indiqué dans le Rapport financier du BIPM à 50 % de la dotation annuelle afin de couvrir tout retard ou défaut de paiement.

#### Micro-CEEMS

Le CIPM adopte des critères qui permettront aux États dont le pourcentage est inférieur à 0,02 % dans le « Barème des quotes-parts pour la répartition des dépenses des Nations Unies » de participer aux activités du BIPM. Ces États seront désignés sous le nom de « micro-CEEMS » (Countries and Economies with Emerging Metrology Systems - Pays et économies au système de métrologie émergent).

**MEMBRES DU  
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES**

au 16 octobre 2017

**Président**

B. Inglis, Lindfield, Australie.

**Secrétaire**

J.W. McLaren, Ottawa, Canada.

**Membres**

F. Bulygin, Moscou, Fédération de Russie.

M. Buzoianu, Bucarest, Roumanie.

I. Castelazo, Querétaro, Mexique.

Y. Duan, Beijing, Chine.

L. Érard, Paris, France.

D.-I. Kang, Daejeon, République de Corée.

H. Laiz, Buenos Aires, Argentine.

T. Liew, Singapour.

W. Louw, Pretoria, Afrique du Sud.

W.E. May, Gaithersburg, États-Unis d'Amérique. *Vice-président du CIPM.*

M.L. Rastello, Turin, Italie.

P. Richard, Berne-Wabern, Suisse.

G. Rietveld, Delft, Pays-Bas.

M. Sené, Teddington, Royaume-Uni.

J. Ullrich, Brünswick, Allemagne. *Vice-président du CIPM.*

T. Usuda, Tsukuba, Japon.

**Membres honoraires**

W.R. Blevin, Glenhaven, Australie.

L.M. Branscomb, La Jolla, États-Unis d'Amérique.

E.O. Göbel, Brünswick, Allemagne.

K. Iizuka, Tokyo, Japon.

R. Kaarls, Zoeterwoude, Pays-Bas.

D. Kind, Brünswick, Allemagne.

J. Kovalevsky, Grasse, France.

J. Skákala, Bratislava, Slovaquie.

## Ordre du jour

1. Ouverture de la session, quorum, approbation de l'ordre du jour
2. Approbation des procès-verbaux de la 105<sup>e</sup> session (26 – 28 octobre 2016) et liste des décisions
3. Rapport du secrétaire sur les activités du bureau du CIPM
4. Compte rendu sur les activités du BIPM par le directeur du BIPM
5. Finances du BIPM
6. Compte rendu sur les États Membres et les États et Entités économiques Associés
7. Exclusion des États Membres en situation d'arriérés
8. Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM
9. Rapport du Groupe de travail *ad hoc* du CIPM sur les conditions d'emploi
10. Rapports du CCU et du CCM sur les progrès réalisés concernant la possible révision du SI
11. Compte rendu sur le Groupe de travail du CIPM sur la promotion du SI
12. Rapports du Département de la chimie du BIPM, du JCTLM et du CCQM
13. Rapports du Département des rayonnements ionisants du BIPM, du CCRI, du CCAUV et du CCT
14. Rapports du Département du temps du BIPM, du CCTF et du CCL
15. Rapports du Département de la métrologie en physique, du CCEM, du CCM et du CCPR
16. Révision des règles de participation aux Comités consultatifs
17. Demandes pour être membre ou observateur de Comités consultatifs
18. Participation aux activités du BIPM des États à très faible PIB et au système de métrologie émergent (micro-CEEMS)
19. Discussion et approbation du plan stratégique du BIPM (2018)
20. Présentation du plan financier à long terme du BIPM
21. Ordre du jour et programme de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2018)
22. Préparations concernant l'élection de la Commission pour l'élection du CIPM et celle du CIPM à la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM
23. Dépôt des prototypes métriques
24. Compte rendu de réunions et rapport du Sous-comité du CIPM sur l'attribution de distinctions
25. Rapport sur les relations internationales et la coordination du BIPM
26. Dates des réunions de 2018 et 2019
27. Questions diverses

**106<sup>e</sup> SESSION DU CIPM – PREMIER JOUR – 16 OCTOBRE 2017****1. OUVERTURE DE LA SESSION ; QUORUM ; ORDRE DU JOUR**

Le Comité international des poids et mesures (CIPM) s'est réuni pour sa 106<sup>e</sup> session les lundi 16, mardi 17 et vendredi 20 octobre 2017 au Bureau international des poids et mesures (BIPM).

Étaient présents : F. Bulygin, M. Buzoianu, I. Castelazo, Y. Duan, L. Énard, B. Inglis, D.-I. Kang, H. Laiz, T. Liew, W. Louw, W.E. May, J.W. McLaren, M.J.T. Milton (directeur du BIPM), M.L. Rastello, P. Richard, G. Rietveld, M. Sené, J. Ullrich et T. Usuda.

Assistaient aussi à la session : C. Fellag Ariouet (assistante personnelle du directeur et responsable du Service Secrétariat et Entretien des locaux), C. Planche (bibliothécaire/rédacteur) et R. Sitton (chargé de publications).

Étaient également présents pendant une partie de la réunion : S. Arlen (responsable du Service Juridique), E.F. Arias (directrice du Département du temps et secrétaire exécutive du CCTF), H. Fang (secrétaire exécutive du CCM), A. Henson (directeur du Département des relations internationales et de la communication), R. Guliyeva (chargée des relations internationales), S. Judge (directeur du Département des rayonnements ionisants et secrétaire exécutif du CCRI), E. de Mirandés (secrétaire exécutive du CCU), G. Panfilo (secrétaire exécutive du CCAUV), S. Picard (coordinatrice de la KCDB et secrétaire exécutive du CCT), T.J. Quinn (directeur honoraire), L. Robertsson (secrétaire exécutif du CCL), M. Stock (directeur du Département de la métrologie en physique et secrétaire exécutif du CCEM), J. Viallon (secrétaire exécutive du CCPR), A. Wallard (directeur honoraire) et R. Wielgosz (directeur du Département de la chimie et secrétaire exécutif du CCQM et du JCTLM).

M. Inglis, président du CIPM, ouvre la session. Il précise que M. Liew arrivera plus tard dans la matinée et que MM. Castelazo, Kang et Ullrich seront absents lors de la séance du vendredi 20 octobre. Il souhaite la bienvenue aux trois nouveaux membres du CIPM : M. Laiz, Mme Rastello et M. Sené. Avec dix-sept membres du CIPM présents, le quorum est atteint, conformément à l'article 12 du Règlement annexé à la Convention du Mètre.

Le président note que le point 9 de l'ordre du jour relatif au rapport du Groupe de travail *ad hoc* sur les conditions d'emploi a été supprimé car le Groupe de travail ne s'est pas réuni depuis la dernière session du CIPM. Le point 10 de l'ordre du jour relatif au rapport du CCU sur les progrès réalisés concernant la possible révision du SI comprendra également un rapport du CCM. L'ordre du jour, qui ne fait l'objet d'aucun commentaire, est adopté.

Le président annonce le décès de trois anciens membres du CIPM : M. John Vernon Dunworth (1917-2017), M. Bernard Guinot (1925-2017) et M. Ernest Ambler (1923-2017). M. Dunworth fut vice-président du CIPM de 1968 à 1975 puis président de 1975 à 1985. Ayant reconnu le besoin croissant d'une collaboration européenne entre ce qui était dénommé à l'époque les laboratoires nationaux d'étalons, il fut en 1974 l'un des fondateurs du « Western European Metrology Club », le précurseur de l'EURAMET. M. Guinot fut membre du CIPM de 1978 à 1984 et président du Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS, désormais appelé CCTF). En 1985, il fut responsable du transfert au BIPM des activités du Bureau international de l'heure relatives au TAI. Il devint ainsi le premier chef de la Section du temps du BIPM et lança les travaux du BIPM sur les échelles de temps. Il prit sa retraite en 1990. M. Ambler, huitième directeur du NIST (1978-1989), fut membre du CIPM de 1972 à 1989 puis il fut nommé membre honoraire. Il fut également président du Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CCEMRI, désormais appelé CCRI) de 1974 à 1985, puis président du Comité consultatif de l'électricité (CCE, désormais appelé CCEM) de 1985 à 1989. Les membres du CIPM observent une minute de silence en leur mémoire.

## 2. APPROBATION DES PROCÈS-VERBAUX DE LA 105<sup>e</sup> SESSION (26 – 28 OCTOBRE 2016) ET LISTE DES DÉCISIONS

Les procès-verbaux de la 105<sup>e</sup> session du CIPM (2016), validés par correspondance, sont approuvés.

**Décision CIPM/106-01** Le CIPM approuve les procès-verbaux de la 105<sup>e</sup> session du CIPM.

Les décisions de la 105<sup>e</sup> session du CIPM (2016) ne font l'objet d'aucun commentaire ; le président précise que les actions requises dans les décisions ont été accomplies.

## 3. RAPPORT DU SECRÉTAIRE SUR LES ACTIVITÉS DU BUREAU DU CIPM

M. McLaren, secrétaire du CIPM, présente son rapport écrit (voir Annexe 1). Il précise que le rapport oral qu'il donne au CIPM ne couvre que la réunion du bureau qui s'est tenue du 13 au 15 octobre 2017, les rapports écrits des deux autres réunions (9 et 10 mars ; 12 au 14 juin 2017) étant disponibles sur la page internet réservée aux membres du CIPM. Ces rapports rendent également compte de la participation du secrétaire aux réunions d'examen annuel du Système de management de la qualité et du Système de management de la santé et de la sécurité du BIPM, aux réunions bilatérales annuelles BIPM/ILAC et BIPM/OIML, ainsi qu'à la réunion quadripartite annuelle BIPM/ILAC/OIML/ISO, qui se sont toutes tenues en mars 2017.

Le rapport du secrétaire évoque un projet de décision, examiné par le bureau du CIPM, qui propose d'harmoniser la politique de collaboration avec les organisations internationales considérées comme « organismes de liaison » dans le cadre des Comités consultatifs. Il est demandé au secrétaire de fournir de plus amples informations à ce sujet : M. McLaren répond que cette question sera traitée au point 16 de l'ordre du jour « Révision des règles de participation aux Comités consultatifs ».

## 4. COMPTE RENDU DES ACTIVITÉS DU BIPM PAR LE DIRECTEUR DU BIPM

M. Milton dresse le bilan de l'année 2017 au cours de laquelle de nombreux progrès ont été accomplis au BIPM.

L'élément majeur depuis la dernière réunion du CIPM a été la mise en œuvre des premières activités du BIPM dans le cadre du nouveau programme de renforcement des capacités. Une formation intitulée « Leaders of Tomorrow » (Dirigeants de demain), financée par le NIST, a notamment été organisée pour 18 participants venant de dix États Membres et cinq États Associés ; une seconde formation intitulée « Sound beginning in the CIPM MRA » (Première approche du CIPM MRA) est prévue en novembre 2017.

Le travail du BIPM dans le domaine du renforcement des capacités comprend également des activités techniques réalisées dans le cadre du projet « Metrology for Safe Food and Feed » (La métrologie et la sécurité des denrées alimentaires et des aliments pour animaux) : ce projet, coordonné par le Département de la chimie du BIPM, soutient les laboratoires nationaux de métrologie en renforçant leur infrastructure nationale d'analyse des mycotoxines et de production d'étalons dans ce domaine.

Les activités de renforcement des capacités sont développées et mises en œuvre par le Département des relations internationales et de la communication dirigé par M. Henson. Du fait de la charge de travail accrue de ce département et des demandes d'informations plus nombreuses venant des États Membres et des États Associés, le directeur a augmenté le nombre de membres de personnel soutenant M. Henson en recrutant

Mme Rahima Guliyeva, qui travaillait précédemment à l'Organisation mondiale du commerce (OMC), en tant que chargée des relations internationales, ainsi que Mme Justine Evans, qui travaillait précédemment au Comité européen de normalisation (CEN) à Bruxelles, en tant que chargée de communication. Ces dernières collaborent avec M. Chingis Kuanbayev qui a rejoint le BIPM avant la dernière réunion du CIPM en 2016 : la nouvelle équipe ainsi formée augmente de façon significative l'efficacité des activités liées aux relations internationales.

Ainsi, les membres du Département des relations internationales et de la communication, de sept nationalités différentes et parlant neuf langues, ont contribué à réduire le montant des arriérés dus par les États Membres et Associés, à lancer de nouvelles activités telles que la collaboration avec les organisations internationales coordonnées par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et à améliorer davantage les documents de communication du BIPM en prévision de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2018).

Au cours de 2017, le BIPM a également établi deux nouvelles collaborations importantes : la première avec la Commission pour l'énergie atomique (CEA) à Saclay concernant la plateforme DOSEO qui permet au BIPM d'accéder à un accélérateur linéaire afin de conduire des comparaisons clés pour les laboratoires nationaux de métrologie ; la seconde avec le Centre international des études pédagogiques (CIEP) à Sèvres, concernant la mise à disposition de salles pour les réunions du BIPM accueillant un grand nombre de participants, telles celles du CCQM, et concernant l'hébergement des participants à ces réunions.

M. Milton précise que lorsqu'il est devenu directeur, cela a été pour lui une priorité d'accroître la participation des scientifiques invités au travail du BIPM. Cet objectif a augmenté de façon considérable la charge de travail de l'équipe des ressources humaines : ainsi, M. Philippe Imbert a rejoint le BIPM en novembre 2016 en tant que responsable des ressources humaines. Il a depuis travaillé avec son assistante pour accroître le taux de recrutement afin de répondre aux exigences du programme de travail du BIPM. Douze nouveaux membres du personnel, ainsi que deux personnes recrutées à la fin de 2016, ont rejoint le BIPM en 2017. Cela fait suite à cinq départs à la retraite, quatre départs et, malheureusement, un décès. Parmi les recrutements, il est particulièrement important de noter l'arrivée de deux nouveaux directeurs de département. M. Steven Judge remplace M. José María Los Arcos en tant que directeur du Département des rayonnements ionisants ; il apporte au BIPM l'expérience considérable qu'il a acquise aussi bien au sein d'un laboratoire national de métrologie que dans l'industrie. Mme Patrizia Tavella succède à Mme Felicitas Arias en tant que directrice du Département du temps ; elle mettra au service du BIPM la grande expérience qu'elle a acquise au sein d'un laboratoire national de métrologie et lors de projets de collaboration relatifs à la dissémination des échelles de temps.

Par ailleurs, les membres du personnel suivants ont rejoint le BIPM en 2017 : M. Bastien Avenel (jardinier principal), Mme Evelyne Van (assistante comptable principale), Mme Johanna Goncalves (assistante au Département du temps) et M. Gustavo Martos (chimiste). Des recrutements sont en cours concernant : un nouveau responsable Qualité, santé et sécurité ; une personne qui remplacera M. Guy Ratel (physicien chercheur principal) ; un nouveau technicien pour le Département de la métrologie en physique ; et une secrétaire qui contribuera à préparer la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM.

Le directeur indique qu'à la fin de 2017, le BIPM aura un effectif de 74 membres du personnel, tel qu'approuvé par la CGPM à sa 25<sup>e</sup> réunion. Il souligne l'évolution importante vers le recrutement de personnel en contrat à durée déterminée (CDD) : seulement trois personnes étaient en CDD lorsqu'il a pris ses fonctions de directeur en 2013 contre sept (voire huit) à la fin de 2017. À la fin de 2018, 25 membres du personnel (sur 74) auront été recrutés depuis qu'il est directeur.

Comme mentionné précédemment, le nombre de scientifiques invités venant de laboratoires nationaux de métrologie pour travailler au BIPM a considérablement augmenté. En 2017, le BIPM a atteint un record de 12 années-personnes effectuées par 30 visiteurs. Cette participation accrue a été une priorité pour le directeur : elle est désormais trois fois plus élevée que lorsqu'il a pris ses fonctions au BIPM il y a cinq ans. M. Milton ajoute que le BIPM est désormais au maximum de ses capacités pour une organisation de sa taille.

Le BIPM continue à être très actif dans la promotion du rôle de la métrologie au niveau international. En septembre 2017, l'atelier intitulé « The Quantum Revolution in Metrology » qui s'est tenu au BIPM a constitué un défi dans la façon dont le BIPM organise de telles réunions car il a comptabilisé 137 participants venant de 27 pays, 23 présentations orales et 56 posters.

Un autre atelier intitulé « The fundamental constants of physics: what are they and what is their role in redefining the SI? » a également été organisé en septembre. Selon le directeur, les présentations données lors de cet atelier ont été les plus intéressantes et passionnantes de toutes celles auxquelles il a assisté depuis qu'il travaille au BIPM. Il recommande aux membres du CIPM de lire ces présentations, disponibles sur le site internet du BIPM.

La mise en œuvre de la réforme de la Caisse de retraite, approuvée lors de la dernière réunion du CIPM, a été un autre domaine d'activité intense pour le BIPM. Cette question sera examinée à un point ultérieur de l'ordre du jour. Il est à espérer que cette étape soit celle à partir de laquelle le BIPM pourra indiquer que les mesures auxquelles il s'est engagé lors de la 25<sup>e</sup> réunion de la CGPM ont été mises en place.

Ce compte rendu succinct concerne principalement des questions opérationnelles : les rapports des directeurs des départements du BIPM qui seront présentés au CIPM le 17 octobre feront une synthèse des progrès réalisés dans les laboratoires.

L'ordre du jour des dernières réunions du CIPM a été très chargé et certains projets très importants sont en cours de mise en œuvre. Il s'agit notamment des travaux visant à redéfinir le SI et de la préparation de la réunion de la CGPM en 2018 mais aussi de l'examen du CIPM MRA et de l'adoption d'une approche plus stratégique du programme de travail du BIPM, ce qui a conduit le BIPM à lancer des activités de renforcement des capacités et à accroître ses activités de liaison. Ces activités sont des étapes fondamentales dans le développement du rôle du BIPM.

Le directeur observe que, par manque de temps, il ne sera pas possible pour les membres du CIPM de visiter les laboratoires rénovés de l'Observatoire. Il rappelle que, lors de la session du CIPM d'octobre 2016, il avait été convenu que plus de temps serait alloué aux rapports des directeurs de département mais cela n'a pas été possible. La visite du caveau des prototypes sera par conséquent de courte durée.

En outre, 2017 a été une année très chargée pour le directeur et le BIPM en raison du nombre significatif de réunions organisées. Huit réunions de Comités consultatifs (contre cinq à six généralement) ont eu lieu. D'après les chiffres, on compte plus de 4 000 jours-visiteurs, ce qui est près de 50 % plus élevé qu'en 2016. Depuis 2010, cela représente une augmentation de 50 % du nombre de participants, avec une augmentation du budget de seulement 4 % depuis 2009.

L'augmentation du budget se justifie par l'organisation de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM en 2018. Étant donné la révision attendue du SI, il n'a jamais été si important pour le BIPM de mener de manière efficace son rôle technique, de coordination et de liaison au bénéfice des États Membres.

Le président remercie le directeur pour son compte rendu et ajoute qu'en dehors du programme chargé mentionné par le directeur, le bureau du CIPM rencontrera les organisations régionales de métrologie le 17 octobre et une délégation de l'Iran le 18 octobre. La préparation de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM sera discutée lors du point 21 de l'ordre du jour intitulé « Ordre du jour et programme de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2018) ».

## 5. FINANCES DU BIPM

### Rapport du président du Sous-comité du CIPM sur les finances

M. Sené présente brièvement les états financiers de 2016. Il remercie Mme Etter (qui dirige le Service Finances du BIPM) et le comptable externe de la société InExtenso pour leurs efforts afin de préparer les états financiers en un temps record. Les états financiers ont été audités et certifiés sans réserve le 31 mai 2017 mais avec une observation concernant la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM. Le Sous-comité du CIPM sur les finances s'est réuni le 12 juin 2017 afin d'examiner les états financiers, de discuter de la planification financière à long terme et d'être tenu informé de la situation concernant la Caisse de retraite et de prévoyance.

Les principaux points à noter concernant les états financiers sont que les revenus ont été conformes à ceux prévus et que les dépenses de fonctionnement continuent à baisser (6 % entre 2013 et 2016). Cette baisse des dépenses de fonctionnement couvrira une hausse anticipée liée aux frais d'accès à la plateforme DOSEO à Saclay, le BIPM ayant commencé à utiliser l'équipement en 2017. Les dépenses d'investissement ont été limitées à 1 601 millions d'euros en prévision d'une augmentation des dépenses, du fait du renouvellement du site internet et de logiciels entre 2017 et 2019.

M. Sené observe que l'EBITDA « corrigé » (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization – résultat avant intérêt, impôts et amortissement) est un bon indicateur de la performance sous-jacente du BIPM et de sa gestion financière. L'EBITDA a continué à augmenter et l'EBITDA corrigé a été de 3,2 millions d'euros en 2016, ce qui reflète la bonne gestion des opérations et des finances du BIPM. Le Sous-comité du CIPM sur les finances a félicité le directeur et le Service Finances du BIPM pour les contrôles financiers prudents qu'ils ont appliqués dans un contexte de dotation annuelle non augmentée. Les membres du Sous-comité ont convenu à l'unanimité de recommander au CIPM d'approuver les états financiers et de donner quitus au directeur de sa gestion concernant les états financiers audités du BIPM et de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM, au titre de l'année 2016.

M. Sené rappelle que le Sous-comité du CIPM sur les finances a discuté du niveau de réserves du BIPM. Selon la politique en cours, les réserves représentent 35 % du montant de la dotation. Le Sous-comité recommande d'augmenter ces réserves, éventuellement à 50 % de la dotation, afin de tenir compte de la situation politique mondiale incertaine. Cette question sera discutée lors du point 20 de l'ordre du jour « Présentation du plan financier à long terme du BIPM ».

Le président remercie M. Sené pour son rapport et demande aux membres du CIPM s'ils ont des questions. Il est demandé si la performance financière du BIPM a été comparée à celle d'autres organisations internationales. Le directeur répond qu'au BIPM, l'équilibre entre les activités de laboratoire et celles de coordination est unique. Des comparaisons avec des organisations telles que l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) ne sont pas révélatrices car ces organisations ont des dépenses d'investissement bien plus élevées. La question est posée de savoir si l'EBITDA continuera à augmenter. Le directeur note qu'un ralentissement est attendu car l'inflation va commencer à avoir des répercussions sur les dépenses de fonctionnement ; lorsque cela est combiné à une dotation non augmentée, il faut prévoir une stabilisation suivie d'une baisse marquée. Cette question sera discutée lors du point 20 de l'ordre du jour. M. Sené ajoute que la bonne performance sous-jacente du BIPM a contribué à l'augmentation de la trésorerie et des équivalents de trésorerie avant le ralentissement attendu.

## Quitus au titre de l'année 2016

Le directeur demande au CIPM de lui donner quitus de sa gestion pour les états financiers audités du BIPM et de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM, au titre de l'exercice 2016. Le Sous-comité du CIPM sur les finances a été unanime lors de sa réunion du 12 juin 2017 pour recommander au CIPM d'approuver les états financiers et donner quitus de sa gestion au directeur. Le CIPM a approuvé les états financiers de façon unanime par correspondance en juillet 2017.

**Décision CIPM/106-02** Le CIPM confirme son approbation des états financiers audités du BIPM et de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM, examinés par le Sous-comité du CIPM sur les finances en juin 2017. Le CIPM donne quitus de sa gestion au directeur, au titre de l'exercice financier 2016.

## Approbation du budget pour 2017 et 2018

Le directeur indique qu'il est nécessaire que le CIPM approuve le budget des années 2017 et 2018. Selon l'exécution du budget de 2016 (Rapport financier 2016), des économies ont été réalisées dans certains domaines par rapport au budget prévu. Le directeur souligne le coût des réunions en 2016 qui a fait l'objet d'un contrôle rigoureux. Malgré l'augmentation significative du nombre de journées-visiteurs, pour atteindre le record de plus de 4 000 en 2017, le coût des réunions n'a augmenté que de 4 % depuis 2009.

Le directeur présente le budget proposé pour 2018, ainsi que celui pour 2019 pour information, et rappelle qu'un certain nombre de décisions budgétaires ont été prises par le CIPM ces dernières années, parmi lesquelles : la création d'une nouvelle ligne budgétaire pour les fournisseurs sous contrat, le maintien à 2,4 millions d'euros des contributions du BIPM à la Caisse de retraite (en sus des 46 % auxquels le BIPM s'est engagé), ainsi que des contributions supplémentaires de 400 000 euros en 2017 puis de 150 000 euros par an à compter de 2018. Le budget prévoit une réduction des dépenses de fonctionnement de 60 000 euros en 2018 et de 100 000 euros en 2019 afin de prendre en considération la tendance de ces dernières années. Les budgets de 2018 et 2019 devraient être proches de l'équilibre. Le directeur donne la répartition détaillée des dépenses de fonctionnement, en soulignant les dépenses de 2016, celles projetées pour 2017 et celles proposées dans les budgets de 2018 et 2019. Il explique brièvement l'évolution de la valeur du *point*<sup>1</sup> au cours de ces dernières années. Le CIPM a précédemment convenu d'appliquer un plafond de 1 % au *point* (Décision CIPM/104-29) et, en 2018, le *point* sera fixé à 0,8 %.

Le directeur invite les membres du CIPM à lui poser des questions. Un membre du CIPM lui demande de plus amples informations concernant l'augmentation projetée des contributions des États Membres en 2018 et 2019. Le directeur répond que cette question sera traitée plus en détail lors du point de l'ordre du jour concernant la planification financière à long terme ; en résumé, un certain pourcentage d'Associés qui ont atteint l'étape ultime du mécanisme d'augmentation de leur souscription pourraient devenir États Membres : les revenus supplémentaires ainsi générés seraient compensés par la perte des revenus perçus au titre d'Associés. Les États aux économies les plus importantes qui ne sont ni Membres ni Associés et qui pourraient devenir directement États Membres sont l'Algérie, la Libye, le Maroc et le Nigeria.

Le président demande des informations sur la surfacturation d'EDF, le fournisseur d'électricité du BIPM. Le directeur précise que le problème, qui a commencé au premier trimestre de 2012, était dû à un compteur électrique vieillissant présentant une surconsommation de 40 %. EDF a reconnu son erreur et a accepté de régler ce différend à l'amiable, en remboursant au BIPM près de 250 000 euros. Le BIPM est confiant dans le fait que ces 250 000 euros ont été remboursés, par le biais de crédits et d'un paiement, bien qu'il ait été difficile de déterminer de façon exacte le coût de la consommation d'électricité.

---

<sup>1</sup> Le point est un facteur de conversion interne utilisé pour corriger le calcul des salaires, allocations et pensions en fonction du coût de la vie, selon les dispositions actuelles. Il se fonde sur l'indice des prix à la consommation, tel qu'indiqué dans l'« Ajustement annuel des rémunérations » du personnel des organisations coordonnées.

**Décision CIPM/106-03** Le CIPM approuve le budget proposé par le directeur du BIPM pour 2018 (document CIPM/2016-05.3).

## 6. COMPTE RENDU SUR LES ÉTATS MEMBRES ET LES ÉTATS ET ENTITÉS ÉCONOMIQUES ASSOCIÉS

Mme Arlen, Mme Guliyeva et M. Henson se joignent à la réunion pour les points 6 et 7 de l'ordre du jour.

M. Henson rappelle que le malentendu entre la Lituanie et le ministère français des Affaires étrangères au sujet de la date d'accession à la Convention du Mètre, signalé au CIPM lors de ses précédentes réunions, n'est pas encore résolu. Le BIPM a incité le ministère français des Affaires étrangères et les autorités lituaniennes à clarifier la situation. Cette expérience a conduit le BIPM, en consultation avec le ministère français des Affaires étrangères, à modifier les conseils qu'il donne aux États souhaitant devenir Membre : ainsi, lorsqu'un État notifie le ministère français des Affaires étrangères de sa décision d'accéder à la Convention du Mètre, il lui est également demandé de transmettre une copie de l'instrument d'accession.

M. Henson rend ensuite compte de la situation concernant la République islamique d'Iran et ses contributions arriérées (voir section 27 des procès-verbaux de la seconde partie de la 103<sup>e</sup> session du CIPM et section 6 des procès-verbaux de la 105<sup>e</sup> session du CIPM). Il rappelle que la République islamique d'Iran est devenue État Membre en 1975 et qu'elle s'est acquittée de sa contribution de 1975, de sa contribution d'entrée ainsi que d'une petite partie de sa contribution de 1976. L'Iran a ensuite commencé à accumuler des arriérés. En mars 1979, l'Institute of Standards and Industrial Research of Iran, sous la tutelle du ministère de l'Industrie et des Mines, a écrit au BIPM afin de l'informer que l'Iran devait renoncer à être Membre ; cette lettre suggérait aussi que le statut d'État Membre de l'Iran devait être suspendu et que le BIPM serait informé si l'Iran envisageait de rejoindre l'organisation. Le BIPM n'a pas agi après réception de cette requête et la République islamique d'Iran n'a pas été exclue après six années d'arriérés, tel que prévu par l'article 6 du Règlement annexé à la Convention du Mètre. Par conséquent, les contributions de l'Iran ont été réparties entre les autres États Membres jusqu'à l'année 2011 incluse.

Conformément aux dispositions de la Résolution 6 adoptée par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011), le CIPM a signé avec l'Iran un accord de rééchelonnement en 2012 selon lequel l'Iran a accepté de payer sa contribution annuelle et de rembourser ses arriérés sur une période de sept ans. L'accord de rééchelonnement de 2012 reconnaissait l'intention de l'Iran de contester le montant total de ses arriérés lors de la 25<sup>e</sup> réunion de la CGPM en 2014.

En 2014, l'Iran a envoyé une lettre au BIPM décrivant les arguments qu'elle souhaitait présenter à la CGPM à sa 25<sup>e</sup> réunion. Cette lettre n'est toutefois arrivée au BIPM que quelques jours avant la réunion de la CGPM, délai qui n'a pas été jugé suffisant pour que les États Membres puissent examiner la situation en amont de la réunion de la CGPM. Par conséquent, le CIPM a signé le 14 novembre 2014 un avenant à l'accord de rééchelonnement avec l'Iran : cet avenant requiert que l'Iran continue à verser sa contribution annuelle tout en l'exemptant du règlement de ses contributions arriérées jusqu'à ce que le cas de l'Iran soit examiné par la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018).

M. Henson précise que, lorsque le remboursement de la dette a été gelé en 2014, l'Iran avait remboursé près de 417 000 euros sur les 1 446 000 euros d'arriérés. Depuis 2012, l'Iran a toujours réglé sa contribution annuelle dans les délais impartis. Lors d'une réunion qui s'est tenue au BIPM le 20 juillet 2017, une délégation iranienne a confirmé que l'Iran exigeait toujours que le montant total de sa dette soit reconsidéré et avait l'intention de porter son cas devant la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018). L'Iran a ensuite transmis un projet d'argumentaire au BIPM en septembre 2017.

Le directeur fait une synthèse des arguments avancés lors de la réunion de juillet 2017 et présentés dans le projet d'argumentaire. Il rappelle que l'Iran conteste le paiement de la totalité des sommes considérées comme des arriérés, affirmant avoir déclaré son intention de se retirer du BIPM dans les lettres envoyées au BIPM en 1979 et avançant que, même si cela n'a pas été fait, l'Iran aurait dû être exclu après six années d'arriérés conformément à l'article 6 du Règlement annexé à la Convention du Mètre. L'Iran fait valoir qu'il n'est pas en mesure de régler les arriérés réclamés car il ne peut juridiquement justifier leur remboursement ou transmettre le cas à son Parlement, étant donné qu'il n'a bénéficié d'aucun service ni avantage du BIPM pendant une période de plus de 30 ans. L'argumentaire comprend aussi des exemples de règlement de situations similaires à celle de l'Iran par d'autres organisations internationales au cours de cette période. Le directeur attire également l'attention du CIPM sur une lettre du ministère français des Affaires étrangères, en date du 23 septembre 1999, relative à la possible exclusion de la République islamique d'Iran et de la République dominicaine :

*« La Convention créant le BIPM prévoit en effet qu'après six années d'arriérés l'État déficitaire est exclu de la Convention. Il appartient donc au BIPM de notifier officiellement au Ministère des Affaires Étrangères de la décision du Comité International des Poids et Mesures d'exclure les deux États en cause. Nous en prendrions note comme État dépositaire de la Convention et en informerions ensuite les autres États Membres. »*

Le bureau du CIPM a discuté de cette question lors de ses réunions en 1998, 1999 et 2000, mais il n'en a résulté aucune action.

M. Henson rappelle que, même si les lettres de l'Iran reçues en 1979 ne suivaient pas la procédure établie, rien n'atteste dans les archives du BIPM qu'il ait été demandé à l'Iran de clarifier le contenu desdites lettres.

M. Henson informe ensuite le CIPM que le Venezuela n'a pas payé ses contributions depuis l'année 2012 incluse. Des notifications ont été régulièrement envoyées à l'ambassade du Venezuela à Paris mais toutes les tentatives de communication ont échoué. Une Note verbale a été envoyée à l'ambassade en avril 2017 informant le Venezuela qu'à défaut de paiement de ses arriérés, il serait demandé à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018) de prendre une décision quant à son exclusion conformément à la Résolution 8 adoptée par la CGPM à sa 23<sup>e</sup> réunion (2007). M. Laiz ajoute qu'aucun contact n'a pu être établi depuis 2011 entre SENCAMER, le laboratoire national de métrologie vénézuélien, et le Système interaméricain de métrologie (SIM).

M. Henson note qu'aucun autre État Membre n'est en situation d'arriérés depuis plus de deux ans. Il évoque le paiement des souscriptions par les Associés et indique que seuls la Jamaïque et le Yémen ont des arriérés depuis 2015. En outre, Cuba n'a pas encore réglé sa souscription au titre de l'année 2016. La Jamaïque et le Yémen seront exclus au 1<sup>er</sup> janvier 2018 si aucun paiement n'est effectué avant cette date car ces États seront alors en situation d'arriérés depuis trois ans. La Jamaïque, qui atteint la dernière étape du mécanisme d'augmentation de sa souscription, a informé le BIPM qu'elle ne pouvait justifier le paiement de la souscription actuelle de 50 000 euros par an, ni celui de la contribution de 56 000 euros par an si elle devenait État Membre. M. Henson précise que le cas de la Jamaïque sera discuté lors du point 18 de l'ordre du jour.

M. Henson évoque les États Associés encouragés à accéder à la Convention du Mètre et à devenir État Membre (par le biais du mécanisme d'augmentation de leur souscription). Il mentionne ensuite que le BIPM est en discussion avec deux États qui envisagent de devenir Associés. L'Éthiopie a désormais effectué toutes les formalités nécessaires et deviendra Associée à la CGPM le 1<sup>er</sup> janvier 2018. M. Louw indique que l'Éthiopie collabore avec le NMISA depuis 10 ans. L'Éthiopie a reçu un financement de la Banque mondiale pour mettre en place de nouveaux laboratoires et le NMISA a été mandaté pour l'aider à établir des équipements de référence. La Tanzanie devrait également devenir Associée à la CGPM le 1<sup>er</sup> janvier 2018 si toutes les formalités sont accomplies.

Le président remercie M. Henson pour son rapport et constate que les souscriptions des Associés s'élèvent désormais à environ 1 million d'euros par an, ce qui prouve le succès du statut d'Associé. Il note également avec satisfaction qu'à l'exception des deux cas précédemment mentionnés, aucun État Membre n'est en situation d'arriérés depuis plus de deux ans et que la situation est considérablement meilleure que les années

passées en ce qui concerne les paiements. M. Henson précise que Mme Fellag Ariouet et Mme Guliyeva doivent également être remerciées pour les contacts qu'elles ont établis avec les États Membres et les États Associés afin de s'assurer du paiement en temps et en heure de leur contribution ou souscription.

## 7. EXCLUSION DES ÉTATS MEMBRES EN SITUATION D'ARRIÉRÉS

Le directeur estime qu'en prévision de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM, il serait utile pour le CIPM d'examiner l'évolution de la pratique historique concernant les États Membres en situation d'arriérés et d'évaluer si des mesures doivent être prises à ce sujet.

M. Henson prend pour référence l'article 6 alinéas 6 à 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, dont les dispositions sont claires : un État Membre débiteur voit ses avantages et prérogatives suspendus après trois années d'arriérés, puis il est exclu après trois autres années d'arriérés. Toutefois, nonobstant ce qui précède, la pratique historique a été de ne pas exclure les États Membres en situation d'arriérés depuis plus de six ans. Mme Arlen note que la tendance générale dans les organisations internationales est d'éviter, autant que faire se peut, les exclusions fondées uniquement sur des motifs d'arriérés.

M. Henson explique que la pratique historique a conduit certains États Membres débiteurs à accumuler des arriérés pendant des décennies. Pendant cette période prolongée, les avantages et prérogatives conférés à ces États par leur accession à la Convention du Mètre ont été suspendus et leurs contributions redistribuées entre les autres États Membres.

Le président rappelle que par le passé, la question de savoir qui était en définitive responsable d'exclure un État Membre ayant des arriérés depuis plus de six années a porté à confusion. Il n'était pas clairement établi si le ministère français des Affaires étrangères, le CIPM ou la CGPM avait cette responsabilité. Par conséquent, la décision d'exclure n'a pas été prise dans certains cas.

M. Henson poursuit en précisant que la Résolution 8 adoptée par la CGPM à sa 23<sup>e</sup> réunion (2007) a mis fin à la pratique historique selon laquelle les États Membres débiteurs continuaient à accumuler des arriérés pendant des décennies. Toutefois, cette résolution a introduit le concept, au-delà de six années d'arriérés, d'une période déterminée pour conclure un accord de rééchelonnement et requiert finalement de façon expresse une décision de la CGPM au cas par cas avant qu'un État Membre en situation d'arriérés ne soit exclu. Dans la pratique, la nécessité d'avoir recours à une décision explicite de la CGPM complique davantage la situation. Cette exigence implique que les arriérés peuvent s'accumuler au-delà de six années, pendant une période qui dépend du calendrier des réunions de la CGPM. Ainsi, des États Membres débiteurs peuvent ne pas être traités de façon équitable.

Le président note qu'il serait fondé d'appliquer de nouveau l'article 6 à tous les États Membres débiteurs, avec une étape de la procédure qui reviendrait au CIPM. Cela offrirait plus de clarté à toutes les parties.

Le directeur précise qu'il est demandé au CIPM d'examiner s'il accepte qu'un projet de résolution soit développé afin d'être soumis à la CGPM. M. Henson présente un texte qui a été discuté avec le bureau du CIPM. Un projet de résolution pourrait inclure les points clés suivants :

La CGPM [...]

confirme :

- qu'un État Membre exclu ne peut de nouveau accéder à la Convention du Mètre que si le reliquat de ses contributions arriérées a été acquitté,
- que, conformément à l'article 11 de la Convention du Mètre, cet État Membre doit acquitter une contribution d'entrée dont le montant est égal à sa première année de contribution,

décide :

- qu'un État débiteur depuis six ans doit être exclu sur décision du CIPM,
- que le CIPM entreprendra un examen des rapports financiers du BIPM afin de rectifier les comptes dans tous les cas où le traitement d'un État Membre a conduit à des arriérés injustifiés.

Le directeur ajoute que le projet de résolution amenderait la Résolution 8 adoptée par la CGPM à sa 23<sup>e</sup> réunion (2007) et supprimerait l'inégalité de traitement découlant de la périodicité des réunions de la CGPM.

M. Henson constate que si cette approche était adoptée, il serait logique de réexaminer les arriérés accumulés sur des décennies en raison du défaut d'application de l'article 6. Il rappelle que la dotation approuvée est répartie entre les États Membres et que les arriérés sont distribués entre les États Membres au prorata de leur contribution. Ainsi, le montant total annuel versé par chaque État Membre est exactement le même, qu'un État débiteur ait ses contributions distribuées ou qu'il soit exclu.

Il est demandé au directeur plus d'informations sur ce que l'expression « examen des rapports financiers du BIPM » signifie dans le projet de résolution (deuxième point sous « décide que »). Il explique que cet examen viserait à considérer comment la période postérieure à la suspension des avantages et prérogatives d'un État est traitée dans les états financiers.

Le président rappelle que le ministère français des Affaires étrangères devra toujours être impliqué afin qu'il informe les États Membres de toute exclusion, ce qui devrait être pris en considération lors de la rédaction du projet de résolution. Le directeur note qu'une réunion est prévue avec le ministère français des Affaires étrangères afin de discuter de cette question. Il est convenu de poursuivre la rédaction d'un projet de résolution sur la procédure d'exclusion des États Membres débiteurs.

**Décision CIPM/106-04** Le CIPM décide de préparer un projet de résolution concernant le processus d'exclusion des États Membres en situation d'arriérés qui sera soumis à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion.

Mme Arlen et Mme Guliyeva quittent la réunion et M. Henson quitte temporairement la réunion pendant la durée de la session à huis clos.

## 8. CAISSE DE RETRAITE ET DE PRÉVOYANCE DU BIPM

Le point 8 de l'ordre du jour est discuté lors d'une session à huis clos au cours de laquelle M. Liew rejoint la réunion.

### Rapport du président de la Commissions consultative sur la Caisse de retraite (CCCR)

M. Énard présente son rapport sur la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM et sur les mesures prises pour assurer sa stabilité financière à long terme. Il récapitule les progrès effectués depuis l'adoption de la Résolution 3 par la CGPM à sa 25<sup>e</sup> réunion (2014), cette dernière invitant 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 ».

M. Énard présente un graphique montrant les effets de la mise en œuvre d'un gel des pensions sur les actifs de la Caisse de retraite et de prévoyance de 2016 à 2056. Il rappelle que les propositions faites en octobre 2016, qui comprennent un taux de cotisation plus élevé pour les membres du personnel recrutés après le 1<sup>er</sup> janvier 2017 et des augmentations des taux de cotisation des membres du personnel actuels, ont été approuvées par le CIPM suite à la décision CIPM/105-06. Ces mesures sont entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2017. M. Énard indique que le CIPM abordera la question du gel des pensions à un point ultérieur de l'ordre du jour. Il confirme qu'une étude actuarielle complète est programmée pour 2019.

M. Énard présente les résultats d'une étude effectuée par Mercer sur la stratégie de placement des actifs de la Caisse de retraite, avec des projections jusqu'en 2037. L'étude a confirmé le choix actuel qui a été fait concernant la stratégie de placements financiers. Il précise que les prochaines étapes seront de mettre en place un Comité d'investissement *ad hoc* qui se réunira avec les gestionnaires de placements afin de revoir leurs émoluments et la stratégie.

### Examen d'options afin de réformer la CCCR

M. Énard évoque les prochaines étapes nécessaires pour réformer la CCCR. La première est d'impliquer les pensionnés et les titulaires d'une pension différée dans la CCCR conformément à la Décision CIPM/105-09. Dans l'attente d'une décision formelle du CIPM, le président de la CCCR et le directeur ont convenu, comme mesure provisoire, de convier à la CCCR, en tant qu'observateur, un représentant des pensionnés et des titulaires d'une pension différée. À cette fin, le BIPM a contacté l'ensemble des pensionnés existants pour s'enquérir de candidats potentiels. Seul M. Thomas Witt s'est porté candidat : il a donc été désigné représentant des pensionnés à la CCCR.

M. Énard indique que le CIPM doit désormais amender le Titre IV du Statut de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM relatif à la CCCR afin de formaliser la participation du représentant des pensionnés et titulaires d'une pension différée à la CCCR en tant que membre, élu pour un mandat de quatre ans. M. Énard invite les membres du CIPM à lui faire part de leurs commentaires. Le directeur précise que cette proposition a été soumise à la Commission des conditions d'emploi (CCE) pour avis consultatif. La CCE a indiqué dans son avis que ce changement ne devrait intervenir que dans le cadre d'un ensemble de modifications concernant la participation à la CCCR, tel qu'elle l'a proposé. Après examen de cet avis, le CIPM approuve cet amendement.

**Décision CIPM/106-05** Le CIPM décide d'amender le Titre IV du Statut de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM relatif à la Commission consultative sur la Caisse de retraite afin d'ajouter à ses membres un représentant des pensionnés et titulaires d'une pension différée du BIPM, élu pour un mandat de quatre ans.

M. Énard rappelle les mesures qui ont été mises en œuvre par le CIPM afin d'assurer la soutenabilité à long terme de la Caisse de retraite et de prévoyance, parmi lesquelles l'augmentation de la contribution du BIPM et de la cotisation des membres du personnel. Il note que Mercer a également modélisé l'introduction d'un gel des pensions pour la période 2018-2019.

Il ajoute qu'un tel gel signifie que les pensions ne seraient pas révisées par rapport au coût de la vie en 2018 et 2019. Cela requerrait une modification de la définition du point. La façon privilégiée de procéder serait de créer un nouveau « *point applicable aux pensions* » qui serait spécifiquement utilisé pour le calcul des pensions et qui ne serait plus équivalent au « *point* » qui continuerait d'être utilisé pour le calcul des salaires et allocations du BIPM.

Le président ajoute que cette proposition a été soumise à la CCE pour avis consultatif. La CCE a indiqué dans son avis que la question étant liée à la soutenabilité de la Caisse de retraite, elle ne recommandait pas que cette modification soit effectuée sans que la CCCR modifiée n'en ait discuté en profondeur.

Le directeur signale que le BIPM a demandé un avis juridique dont le président du CIPM et le président de la CCCR ont pris connaissance. Cet avis confirme que les organisations peuvent diminuer les ajustements sur le coût de la vie des pensionnés dans des circonstances où cela est nécessaire d'un point de vue financier. Il précise qu'une décision doit être prise par le CIPM pour définir le nouveau « *point applicable aux pensions* ». Il rappelle que le CIPM avait adopté la position selon laquelle les pensionnés actuels ne devaient être affectés par aucun changement concernant la Caisse de retraite. Toutefois, lors des discussions avec les membres de la CCE, le point de vue selon lequel les pensionnés devaient contribuer d'une certaine façon à la soutenabilité financière de la Caisse de retraite a été formulé.

La discussion du CIPM se concentre sur la nécessité de prendre des décisions difficiles pour assurer la soutenabilité à long terme. Il a été clairement précisé que la proposition d'un gel des pensions de deux ans couvrirait la période jusqu'à l'étude actuarielle prévue pour 2019. Il est noté que les calculs concernant l'évolution projetée de la Caisse de retraite dépendent du taux d'actualisation, qui pourrait varier d'ici à la prochaine étude actuarielle.

Le président présente deux projets de décision qui permettraient de découpler le point et de geler les pensions pour 2018-2019. Après une brève discussion, les décisions sont adoptées à l'unanimité comme suit :

**Décision CIPM/106-06** Le CIPM décide à l'unanimité d'amender le Règlement de la Caisse de retraite et de prévoyance du BIPM : l'unité de calcul des pensions sera désormais le *point applicable aux pensions* et le CIPM pourra, si cela est justifié par le besoin d'assurer la soutenabilité financière à long terme, échelonner l'ajustement de la valeur du *point applicable aux pensions*, l'appliquer en partie, le suspendre ou le reporter. (Cet amendement est applicable aux trois Sections de la Caisse de retraite : Pré-2010, Post-2010 et Post-2017.)

**Décision CIPM/106-07** Faisant suite à l'examen de la modélisation actuarielle effectuée par l'actuaire (Mercer) et à la Décision CIPM/105 06 selon laquelle le CIPM :

- a octroyé une contribution supplémentaire du BIPM à la Caisse de retraite d'un montant de 400 000 euros en 2017 puis de 150 000 euros par an les années suivantes,
- a appliqué des augmentations du taux de cotisation des membres du personnel du BIPM en activité,

le CIPM décide à l'unanimité de ne pas réviser le point applicable aux pensions pour la période 2018-2019.

Le président note que le bureau a informellement accepté de transmettre au CIPM certaines vues des membres du personnel du BIPM qui ont été exprimées lors d'une réunion avec la CCE. Ainsi, le personnel a demandé la parité concernant la représentation au sein de la CCCR, ce qui impliquerait d'y augmenter le nombre de représentants du personnel de un à trois. Il est rappelé qu'en 2016, le CIPM a discuté du principe général selon lequel la participation à la CCCR devait refléter l'équilibre des contributions financières des différentes parties impliquées. Un tableau comparant la gouvernance des fonds de pension du BIPM, des Nations Unies, de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN)/Observatoire européen austral (ESO) et de l'Office européen des brevets (OEB) est présenté pour discussion.

Il est observé que la CCCR est uniquement un organe consultatif qui n'a pas de pouvoirs d'exécution.

Le président rappelle que la CCE a demandé à pouvoir nommer un expert externe à la CCCR pour équilibrer la désignation d'un expert par le CIPM. Le bureau du CIPM a examiné cette proposition et pense que cela ne serait pas approprié car l'expert nommé par le CIPM est indépendant et assume un rôle similaire à celui d'un représentant d'un « État Membre ». Après discussion, le CIPM approuve à l'unanimité la décision suivante :

**Décision CIPM/106-08** Le CIPM décide d'augmenter de un à trois le nombre de membres du personnel en activité, élus par le personnel à la Commission consultative sur la Caisse de retraite, chacun pour un mandat de quatre ans. Le CIPM continuera, tant que faire se peut, à nommer un expert externe au sein de la Commission, parmi les représentants des États Membres.

## 9. RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL *AD HOC* DU CIPM SUR LES CONDITIONS D'EMPLOI

Le point 9 de l'ordre du jour est supprimé car le Groupe de travail ne s'est pas réuni depuis la dernière session du CIPM.

## 10. RAPPORTS DU CCU ET DU CCM SUR LES PROGRÈS RÉALISÉS CONCERNANT LA POSSIBLE RÉVISION DU SI

M. Henson, Mme de Mirandés, M. Quinn et M. Wallard rejoignent la réunion.

M. Ullrich annonce que la 23<sup>e</sup> réunion du Comité consultatif des unités (CCU) qui s'est tenue les 5 et 6 septembre 2017 a été très productive, avec notamment la présentation d'une étude des laboratoires nationaux de métrologie sur les progrès attendus d'ici la fin de 2017 et de 2020 concernant les réalisations primaires du kilogramme.

M. Ullrich présente les derniers résultats concernant la mesure de la constante de Boltzmann. Les exigences consistant à disposer de données cohérentes et à obtenir une mesure présentant une incertitude inférieure à  $3 \times 10^{-6}$  à partir d'au moins deux méthodes indépendantes (thermométrie à gaz par mesure de la constante diélectrique à la PTB et thermométrie à bruit au NIST et au NIM, en plus de la thermométrie acoustique à gaz au LNE et au NPL) sont remplies ; ces résultats ont été pris en considération par CODATA dans son analyse par la méthode des moindres carrés. M. Ullrich indique que les résultats des mesures de la constante de Boltzmann réalisées par des chercheurs en Russie à l'aide d'un résonateur acoustique quasi-sphérique n'ont été communiquées au Task Group on Fundamental Constants (TGFC) de CODATA qu'une fois l'ajustement spécial de 2017 de CODATA terminé, soumis pour publication et transmis au CCU pour discussion. Après discussion au sein du TGFC, ainsi qu'avec des experts dans le domaine de la thermométrie acoustique à gaz, le TGFC a décidé de ne pas intégrer ces résultats dans l'ajustement spécial de 2017.

M. Ullrich rappelle que le Comité consultatif de thermométrie (CCT), à sa 28<sup>e</sup> réunion (1<sup>er</sup> et 2 juin 2017), a approuvé la Recommandation T 1 (2017) « Pour une nouvelle définition du kelvin en 2018 » qui recommande au CIPM de finaliser les redéfinitions des unités en convenant de fixer les valeurs des constantes physiques fondamentales à partir desquelles une valeur numérique fixée de la constante de Boltzmann comportant 8 chiffres sera adoptée pour la redéfinition du kelvin, et aux laboratoires nationaux de métrologie des États Membres de tirer pleinement parti des possibilités qu'offrent la redéfinition du kelvin et la mise en pratique de la définition du kelvin concernant la réalisation et la dissémination de la température thermodynamique.

Concernant la constante de Planck,  $h$ , les données examinées par CODATA n'étaient pas pleinement cohérentes. M. Ullrich note que M. Bich, responsable du Groupe de travail du JCGM sur l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), a été consulté en tant qu'expert indépendant. M. Bich a observé que le mot « cohérent » avait disparu de la Recommandation G 1 (2017) du Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM) mais qu'il était implicitement présent dans les exigences. M. Bich a fourni des définitions des termes « indépendance » et « cohérence » pour lesquels le GUM ne donne aucune indication. La cohérence ne peut jamais être considérée en termes absolus et dépendra toujours du test d'homogénéité choisi. M. Bich a alors examiné les données transmises à CODATA. Toutes les données, telles que reçues, ne sont pas cohérentes selon les critères conventionnels fondés sur le ratio de Birge. En effet, les données présentent un ratio de Birge de 1,92 bien au-dessus du niveau critique de 1,24. Lorsque les trois données présentant l'incertitude la plus faible (NIST-17, NRC-17 et IAC-17) sont prises en considération, l'incohérence demeure. Toutefois, l'analyse des moindres carrés de CODATA utilise un facteur d'élargissement de 1,7 : lorsque l'analyse est effectuée en appliquant ce facteur aux incertitudes, les données

sont alors totalement cohérentes, avec un ratio de Birge de 1,12 inférieur au niveau critique de 1,24. Par ailleurs, même avec le facteur d'élargissement, deux valeurs présentent une incertitude relative inférieure à  $2 \times 10^{-8}$ , alors qu'une seule est requise par le CCM, et cinq valeurs demeurent avec une incertitude relative inférieure à  $5 \times 10^{-8}$ , ce qui était également requis par le CCM. En outre, ces résultats ont été obtenus à l'aide de plus de deux méthodes distinctes. Par conséquent, les conditions fixées par le CCM sont remplies lorsqu'un facteur d'élargissement de 1,7 est appliqué.

Les parties prenantes ont été consultées afin de vérifier si les résultats des déterminations de  $h$  étaient acceptables. La Recommandation R111 de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML) sur les poids de classe  $E_1$  requiert une incertitude relative de  $\leq 8,3 \times 10^{-8}$  et ces poids de classe  $E_1$  sont généralement étalonnés par les laboratoires nationaux de métrologie. Ainsi, les laboratoires nationaux de métrologie devraient atteindre une incertitude meilleure d'un facteur 3 par rapport aux laboratoires qui disposent d'étalons de masse de classe  $E_1$ . Il est attendu que les laboratoires nationaux de métrologie soient en mesure de fournir des étalonnages avec une incertitude d'environ  $3 \times 10^{-8}$ . Les parties prenantes ont exprimé leurs préoccupations quant à la cohérence des résultats et l'exigence d'obtenir des valeurs stables, uniformes dans le monde entier et disponibles pour tous les utilisateurs. Pour les applications critiques, la communauté de la métrologie ne peut pas se permettre d'avoir des différences d'une région à l'autre. En attendant que les résultats soient cohérents, il a été convenu d'utiliser une valeur de consensus temporaire après la révision du SI à partir de laquelle disséminer l'unité de masse.

Le CCM a soulevé la question de la future stabilité de cette valeur de consensus. M. Bich a conclu que les six valeurs de  $h$  fournies dans les ajustements de CODATA depuis 1998 ne présentent pas une cohérence satisfaisante. Depuis 2010, les trois dernières valeurs présentent une meilleure cohérence, dépassant les 95 % de niveau de confiance et remplissant presque les critères de Birge. M. Ullrich note que la façon d'assurer la stabilité de la valeur de consensus dans le futur et de définir cette dernière a fait l'objet de discussions intenses. La Recommandation G 1 (2017) du CCM « Pour une nouvelle définition du kilogramme en 2018 » demande aux laboratoires nationaux de métrologie qui disposent d'une réalisation du kilogramme d'utiliser la valeur de consensus (telle que déterminée à partir de la comparaison en continu des réalisations primaires). Il ajoute que la définition exacte de la valeur de consensus n'est pas encore bien établie. M. Richard rappelle que des discussions sur l'utilisation temporaire d'une valeur de consensus ont eu lieu pendant la réunion du CCM. Si une valeur de consensus était adoptée, les laboratoires disposant d'une réalisation primaire du kilogramme dissémineraient cette valeur de consensus, et non leur propre valeur, en appliquant une correction à la valeur de leur réalisation locale de l'unité de masse, jusqu'à ce que la dispersion des résultats soit compatible avec les incertitudes des réalisations individuelles. La valeur de consensus serait obtenue à partir d'une comparaison périodique de toutes les réalisations primaires du kilogramme. Elle serait en quelque sorte équivalente à une valeur de référence d'une comparaison clé. Il est nécessaire d'établir une procédure claire qui serait mentionnée dans la mise en pratique du kilogramme et expliquée dans un document du CCM.

M. Ullrich ouvre la discussion aux questions. Il lui est demandé avec quelle autorité le TGFC de CODATA a décidé de ne pas inclure les données russes sur la mesure de la constante de Boltzmann. M. Ullrich répond que cela a été une décision combinée du TGFC et du CCT. La question est posée de savoir si l'intégration des données russes aurait eu un impact. La prise en considération de ces données n'aurait pas eu d'impact car la valeur numérique de la constante sera arrondie jusqu'à sept chiffres et les données russes auraient eu un impact sur le huitième chiffre.

M. Ullrich passe ensuite la parole à M. Richard pour son rapport sur le CCM. M. Richard indique que toutes les étapes de la feuille de route élaborée conjointement par le CCM et le CCU pour réviser le SI ont été réalisées et il rappelle les conditions définies par le CCM pour procéder à la redéfinition des unités. Le CCM a discuté, lors de sa 16<sup>e</sup> réunion les 18 et 19 mai 2017, des progrès réalisés pour remplir ces conditions. M. Richard donne des informations complémentaires à celles fournies par M. Ullrich concernant les mesures de  $h$ . L'exigence de cohérence entre les résultats de trois expériences indépendantes, comprenant au moins deux méthodes différentes (XRCD et balance de Kibble), chacune présentant une incertitude relative de

$u_{\text{rel}} < 5 \times 10^{-8}$ , n'a pas été strictement remplie mais l'est avec un élargissement de l'incertitude de 30 % afin de forcer la cohérence. Il est noté que, même en appliquant le facteur d'élargissement, l'incertitude des trois mesures reste inférieure à l'incertitude cible ( $u_{\text{rel}} < 5 \times 10^{-8}$ ). L'exigence consistant à ce qu'au moins l'un des résultats présente une incertitude de  $u_{\text{rel}} < 2 \times 10^{-8}$  a également été remplie, même avec l'application d'un facteur d'élargissement. La traçabilité au prototype international du kilogramme a été assurée en réalisant une campagne extraordinaire d'étalonnages et la version presque finale de la mise en pratique de l'unité de masse a été approuvée lors de la dernière réunion du CCM. Les résultats de l'analyse effectuée par le CCM lors de sa 16<sup>e</sup> réunion ont été inclus à la Recommandation G 1 (2017) du CCM. Selon cette recommandation, autant de déterminations de la valeur de  $h$  que possible devraient être prises en considération. M. Richard précise que le CCM a conclu que la cohérence des résultats est convenable, même pour les applications les plus exigeantes, ce qui répond aux préoccupations des parties prenantes. La Recommandation G 1 (2017) du CCM demande aux laboratoires nationaux de métrologie d'utiliser la valeur de consensus pour disséminer l'unité de masse et recommande au CIPM de prendre les dispositions nécessaires en vue de procéder à la redéfinition du SI lors de la prochaine réunion de la CGPM, tel que cela est prévu. L'utilisation temporaire d'une valeur de consensus pour la dissémination est expliquée dans la mise en pratique de la définition du kilogramme, dans l'article « Maintaining and disseminating the kilogram following its redefinition »<sup>2</sup> et dans le document « Short note on the dissemination process after the proposed redefinition of the kilogram ». M. Richard rappelle que la Recommandation G 1 (2017) du CCM est le résultat d'un compromis obtenu à l'issue de longues discussions au cours de la 16<sup>e</sup> réunion du CCM, avec seulement quelques voix contre. Ce compromis a été trouvé de façon à ne pas ralentir le processus de redéfinition.

M. Richard présente des schémas montrant les voies de traçabilité actuelles et futures du kilogramme et les voies proposées de dissémination. Le calendrier concernant la dissémination et l'utilisation de la valeur de consensus consiste en quatre phases. La Phase 0 correspond à la traçabilité actuelle à l'aide du prototype international du kilogramme qui sera utilisée jusqu'au 19 mai 2019. L'incertitude vient du processus de dissémination et de la stabilité actuelle des étalons de masse. La Phase 1 correspond à la traçabilité actuelle mais prend en considération l'incertitude supplémentaire découlant de la nouvelle définition. La Phase 1 commencera à la date de mise en œuvre du SI révisé, le 20 mai 2019 (Journée mondiale de la métrologie), et continuera jusqu'à ce que la première valeur de consensus soit adoptée par le CCM à sa 18<sup>e</sup> réunion, selon toute vraisemblance au premier trimestre de 2020. La dissémination continuera à se faire par rapport au prototype international du kilogramme mais avec  $u_{\text{mIPK}} = 10 \mu\text{g}$  (l'incertitude associée à la masse du prototype international immédiatement après la redéfinition ; l'incertitude de la valeur ajustée de  $h$  de  $1 \times 10^{-8}$ , avant la redéfinition, sera attribuée à la masse du prototype international du kilogramme juste après la redéfinition). La Phase 2 est la dissémination de la valeur de consensus ; elle commencera une fois la valeur de consensus adoptée. La source de traçabilité au cours de la Phase 2 sera la valeur de consensus. Chaque laboratoire national de métrologie disposant d'une réalisation primaire devra appliquer une correction. Un Groupe de travail du CCM sera établi afin de définir exactement la valeur de consensus, en se fondant sur les résultats d'une analyse statistique de toutes les données obtenues des réalisations du kilogramme et des connaissances concernant la stabilité des étalons de masse du BIPM. La Phase 2 commencera au premier trimestre de 2020 et prendra fin lorsque le CCM décidera que la cohérence des résultats des réalisations primaires est suffisante : la dissémination sera alors possible par l'intermédiaire des réalisations individuelles et la valeur de consensus ne sera plus nécessaire. Lorsque tel sera le cas, la Phase 3 de dissémination par des réalisations individuelles commencera. La source de traçabilité au cours de la Phase 3 sera la valeur fixée de  $h$  sans aucune incertitude. L'incertitude des étalonnages de masse du BIPM deviendra l'incertitude de la valeur de référence de la comparaison clé des réalisations primaires, en tenant compte aussi de l'incertitude de la stabilité de l'ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM. Le président du CIPM remercie M. Richard et demande s'il y a des questions ou commentaires.

<sup>2</sup> Stock M., Davidson S., Fang H., Milton M., de Mirandés E., Richard P., Sutton C., Maintaining and disseminating the kilogram following its redefinition, *Metrologia*, 2017, 54(6), S99-S107.

Il est rappelé qu'on ne sait pas dans quelle mesure la masse du prototype international du kilogramme a évolué depuis 1889. L'incertitude des étalonnages de masse du BIPM est de 5 µg par rapport au prototype international du kilogramme tel qu'il est aujourd'hui, non par rapport à la valeur de 1889. M. Ullrich ajoute que l'amplitude du changement de masse reste inconnue car les mesures antérieures de la constante de Planck avaient une incertitude bien supérieure à la stabilité du prototype international, même si les deux convergent désormais. Il souhaite des clarifications concernant la valeur de consensus et demande ce qu'il se passerait si de nouvelles expériences permettent d'obtenir des résultats significativement différents de la valeur de consensus, ce qui conduirait à un important saut de la valeur. M. Richard répond que d'importants sauts ne sont pas attendus et que le Groupe de travail sur la dissémination du kilogramme étudiera ce type de questions. Il ajoute que deux types de méthodes de pondération sont décrits dans le document « Short note on the dissemination process after the proposed redefinition of the kilogram ». La première méthode est l'établissement d'une valeur de référence d'une comparaison clé qui serait complétée par des comparaisons spécifiques réalisées lorsqu'une nouvelle détermination à partir d'une réalisation primaire devient disponible. Un commentaire souligne que les nouvelles expériences ne sont pas totalement indépendantes du prototype international du kilogramme puisque ce dernier est utilisé pour établir  $h$ , c'est pourquoi il apparaît que le kilogramme est « fixé » en se fondant sur  $h$ . Si cela n'était pas le cas, une masse traçable au prototype international ne serait pas requise pour les balances de Kibble. Il est précisé, en réponse à ce commentaire, que le jour suivant la redéfinition, le kilogramme ne sera plus traçable au prototype international du kilogramme. Il faudra, dans le futur, être sûr que la valeur de consensus ne dérive pas : cela dépendra de l'existence de plusieurs balances de Kibble garantissant une exactitude suffisante et des avancées de la technologie. Des inquiétudes sont exprimées quant à la valeur de consensus et la possibilité que cela puisse causer certaines craintes parmi les utilisateurs ; il est suggéré que lors de la Phase 1, les laboratoires nationaux de métrologie puissent réviser les incertitudes des certificats émis. La question de la portée et de l'ampleur de ces révisions est discutée car délivrer de nouveau des certificats pourrait générer de l'inquiétude au sein des laboratoires nationaux de métrologie et il pourrait être nécessaire que le CCM produise une déclaration rédigée avec soin à ce sujet. M. Richard observe que le CCM choisira la valeur de consensus optimale et qu'il ne sera pas nécessaire de délivrer des nouveaux certificats de masse aux laboratoires nationaux de métrologie. Le changement dans l'incertitude est seulement de 10 µg et les laboratoires nationaux de métrologie utilisent 50 µg comme référence. La question est posée de savoir s'il y a une limite à l'incertitude qui doit être démontrée pour pouvoir contribuer à la valeur de référence de la comparaison clé et si des directives ont été définies concernant les compétences qui doivent être démontrées afin qu'un laboratoire national de métrologie contribue à la valeur de consensus. Les limites pourraient être les mêmes que celles utilisées par CODATA et les compétences pourraient être examinées par le CCM. Le directeur indique que la question de la valeur de consensus a été débattue et que les valeurs de référence des comparaisons clés sont parfaitement connues car elles sont utilisées lors des comparaisons clés conduites dans le cadre du CIPM MRA. La valeur de référence sera introduite lors de la Phase 3 : toutefois, elle constituera un « instantané » de la meilleure estimation de la réalisation du kilogramme à l'issue de la comparaison clé. Elle n'a pas de propriété intrinsèque de stabilité et, à cet égard, le CIPM MRA deviendra très important par rapport à la façon de disséminer l'unité de masse au cours de la Phase 3. Lors des Phases 1 et 2, une condition supplémentaire est requise, c'est pourquoi la valeur de consensus a été proposée. La valeur de consensus est un nouveau concept et sera différente de la valeur de référence d'une comparaison clé. Elle aura la propriété de conserver la stabilité, ce qui n'est pas forcément le cas de la valeur de référence. Cela pourrait être atteint en excluant les résultats aberrants, comme le fait CODATA, en se fondant sur l'incertitude et non sur l'écart par rapport à la valeur centrale. Les valeurs de référence des comparaisons clés sont très sensibles aux points extrêmes avec de faibles incertitudes. Par ailleurs, l'ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM a une stabilité qui est bien connue et qui a bien été modélisée. Cela pourrait constituer un élément solide de la stabilité du système, ainsi qu'une référence qui pourrait être graduellement remplacée par les balances de Kibble et par les autres réalisations primaires à mesure qu'elles s'améliorent. L'incertitude des étalons du BIPM est décisive et devrait être intégrée à la valeur de consensus. Des discussions seront requises avant la prochaine réunion du CCM afin de s'assurer que la communauté des masses approuve une approche qui leur semble compréhensible et afin d'asseoir la confiance par rapport au fait que les

propositions de dissémination sont aussi satisfaisantes, si ce n'est meilleures, que le système actuel. M. Richard note que les critères ou limites pour passer de la Phase 2 à la Phase 3 devront être fournis ; il est suggéré que cela soit réalisé lorsque les réalisations primaires permettront d'obtenir de meilleurs résultats que les étalons du BIPM.

M. Ullrich présente un projet de décision qui demande au CCM de préparer, pour la prochaine réunion du CIPM, une note formellement approuvée par le CCM concernant la procédure de dissémination de l'unité de masse une fois le kilogramme redéfini, qui traiterait en particulier de la définition de la valeur de consensus, et de mettre à jour la mise en pratique du kilogramme. La formulation de cette décision fait l'objet d'une discussion puis la décision est approuvée. M. Richard précise que l'approbation formelle du CCM se fera par correspondance.

**Décision CIPM/106-09** Le CIPM demande au CCM de préparer pour la prochaine réunion du CIPM une note formellement approuvée concernant la procédure de dissémination de l'unité de masse une fois le kilogramme redéfini, qui traitera en particulier de la définition de la valeur de consensus, et de mettre à jour la mise en pratique du kilogramme, en tenant compte des commentaires formulés par le CIPM à sa 106<sup>e</sup> session.

M. Ullrich présente la Recommandation U 1 (2017) du CCU « Sur l'éventuelle redéfinition du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole en 2018 » qui recommande « au CIPM de prendre les dispositions nécessaires en vue de procéder, tel que cela a été planifié, à la redéfinition du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole lors de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM en 2018. » Le CIPM soutient la Recommandation U 1 (2017) du CCU et approuve la décision suivante :

**Décision CIPM/106-10** Le CIPM accueille favorablement les recommandations relatives à la révision du SI formulées par ses Comités consultatifs.

Le CIPM note que les conditions fixées pour procéder à la révision du SI sont désormais remplies et décide de soumettre le Projet de résolution A à la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) à sa 26<sup>e</sup> réunion et de prendre toutes les autres dispositions nécessaires en vue de procéder, tel que cela a été planifié, à la redéfinition du kilogramme, de l'ampère, du kelvin et de la mole.

M. Ullrich présente brièvement les informations transmises par les laboratoires nationaux de métrologie concernant la révision du SI ainsi que leurs futurs projets en la matière. Il décrit les questions envoyées aux laboratoires nationaux dans l'enquête du CCU concernant leurs projets. Les laboratoires nationaux de métrologie ont communiqué l'incertitude qu'ils comptaient obtenir avant la fin de 2017 pour la détermination de la constante de Planck : METAS  $5 \times 10^{-8}$ , NPL  $1 \times 10^{-7}$ , BIPM  $1 \times 10^{-7}$ , NIM  $n \times 10^{-7}$  et KRISS  $5 \times 10^{-7}$ . La question est posée de savoir si la PTB espère avoir une meilleure compréhension de sa valeur divergente de  $h$ , dérivée de mesures de sphères en silicium, avant la fin de 2017. M. Ullrich répond que les différentes valeurs obtenues à partir de sphères en silicium ne sont pas incohérentes mais présentent un accord dans les limites de leur incertitude et que la PTB obtiendra plus de données ; toutefois, la question ne devrait pas être résolue avant la fin de 2017 car la PTB ne dispose que d'un paramètre valeur de réseau. Il est demandé s'il est possible que le décalage des résultats de la PTB impacte les résultats du NMIJ car les deux mesures sont liées. M. Ullrich rappelle que la valeur du NMIJ est dérivée d'un nouveau cristal et pense que la valeur est limite mais pas incohérente. Il peut y avoir des incertitudes systématiques de l'ordre de 30-40  $\mu\text{g}$ , liées à la physique de l'état solide des cristaux, comme des défauts ou des impuretés de carbone qui ne sont pas encore pleinement maîtrisés. De nouveaux cristaux de silicium seront prêts en 2018 et trois valeurs indépendantes pourront être obtenues pour la première fois à partir de cristaux produits de façon indépendante. Cela pourrait améliorer la situation. Il est demandé à M. Ullrich s'il y a une grande différence entre les résultats obtenus par les anciennes méthodes d'analyse de surface (réflectométrie des rayons x, fluorescence des rayons x et ellipsométrie spectroscopique) et les nouvelles (spectroscopie de photoélectrons x et fluorescence des rayons x combinées) concernant les sphères en silicium de la PTB. M. Ullrich répond qu'il y a une différence systématique de près de  $1 \times 10^{-8}$ . M. Richard ajoute que METAS publiera sa valeur de  $h$  d'ici la fin de 2017.

M. Richard fait quelques commentaires concernant la proposition de changer la date limite de soumission de données à CODATA pour l'ajustement spécial en la reportant à la fin de 2017. Il rappelle la situation actuelle : les conditions définies par le CCM ont globalement été remplies et de futures comparaisons clés des réalisations primaires du kilogramme, ainsi que l'utilisation de la valeur de consensus, permettront d'éviter, après la redéfinition du kilogramme, tout risque d'incohérences entre la valeur de masse attribuée aux différents étalons nationaux dans le domaine de la métrologie des masses. Toutefois, certaines parties de l'expérience XRCD ne sont pas complètement comprises et des données supplémentaires concernant les balances de Kibble sont attendues dans un futur proche ; METAS a en particulier confirmé la publication d'une nouvelle valeur d'ici la fin de 2017. Une façon de procéder serait de changer la date de clôture concernant la soumission de données à prendre en considération dans l'ajustement spécial de CODATA. Les arguments pour et contre ce changement de date sont avancés. M. Richard demande que la date limite soit reportée du 1<sup>er</sup> juillet 2017 au 31 décembre 2017 et que la feuille de route élaborée conjointement par le CCM et le CCU soit révisée en conséquence. Il rappelle que cela ne contredirait pas la Recommandation G 1 (2017) du CCM ou la Recommandation U 1 (2017) du CCU mais donnerait la possibilité d'obtenir des réponses concernant les écarts entre les résultats des expériences de la méthode XRCD et de la balance de Kibble et de disposer d'au moins une valeur supplémentaire pour la détermination de  $h$ . Le CIPM serait toujours en mesure d'indiquer dans le projet de résolution sur la révision du SI (pour l'envoi de la Convocation de la CGPM) les chiffres finaux des valeurs des constantes ; cela n'aurait pas de répercussion sur le processus de redéfinition. M. Richard rappelle que la date de mise en œuvre du SI révisé a été changée au 20 mai 2019, six mois après la date proposée dans la feuille de route. Il demande des clarifications quant à la question de savoir si le changement proposé de date limite aurait des conséquences pratiques sur la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM. Bien que le changement de date n'ait pas de conséquences pratiques, il est confirmé que le fait d'inclure les données finales dans la Convocation serait un « signal favorable » envoyé aux États Membres.

M. Richard invite les membres du CIPM à lui faire part de leurs questions et commentaires. Il s'ensuit une discussion approfondie, la majorité des membres du CIPM partageant l'avis qu'il n'est pas nécessaire de prolonger la date limite car cela n'aurait pas d'effet significatif sur les chiffres et la question des écarts ne sera vraisemblablement pas résolue au cours des six mois supplémentaires. M. Ullrich rappelle qu'il a été discuté de cette question lors de la réunion du CCU et que le calendrier suivi est celui indiqué dans la feuille de route du CCM et du CCU, approuvée par le CIPM. Il est précisé que si les laboratoires nationaux de métrologie avaient su que la date limite devait être reportée, ils auraient probablement procédé différemment. Par ailleurs, le fait de prolonger la date limite ne serait pas raisonnable car certaines parties prenantes ont dû modifier leurs priorités concernant leurs travaux de recherche afin de respecter cette date limite. Le directeur suggère un compromis : la date limite actuelle serait conservée et les données que METAS prévoit de soumettre à la fin de 2017 pourraient être utilisées, une fois l'analyse des moindres carrés terminée, comme la première détermination de  $h$  réalisée après l'ajustement du CODATA afin de confirmer la cohérence de l'ajustement. Le président procède à un vote à main levée concernant la soumission de données pour l'ajustement spécial de CODATA pour savoir s'il faut conserver la date limite actuelle (1<sup>er</sup> juillet 2017) ou la reporter au 31 décembre 2017. La majorité est en faveur de la date limite du 1<sup>er</sup> juillet 2017.

**Décision CIPM/106-11** Le CIPM autorise le président du CIPM à transmettre au *Task Group on Fundamental Constants* de CODATA son accord concernant la publication des valeurs numériques finales des constantes de définition.

M. Ullrich présente le Projet de résolution A révisé « Le Système international d'unités (SI) » qui sera soumis à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018). Il ajoute que les seuls changements dans cette version révisée sont la modification apportée à la rédaction de la définition de la mole et l'intégration des valeurs finales de l'analyse des moindres carrés de CODATA pour les constantes. La rédaction modifiée de définition de la mole, qui a été proposée par l'IUPAC et dont le CCQM et le CCU ont discuté, est la suivante :

« La mole, symbole mol, est l'unité de quantité de matière du SI. Une mole contient exactement  $6,022\,140\,857 \times 10^{23}$  entités élémentaires. Ce nombre, appelé « nombre d'Avogadro », correspond à la valeur numérique fixée de la constante d'Avogadro,  $N_A$ , lorsqu'elle est exprimée en  $\text{mol}^{-1}$ .

La quantité de matière, symbole  $n$ , d'un système est une représentation du nombre d'entités élémentaires spécifiées. Une entité élémentaire peut être un atome, une molécule, un ion, un électron, ou toute autre particule ou groupement spécifié de particules. »

Après discussion, le CIPM soutient de façon générale la rédaction modifiée de la définition de la mole. La nouvelle définition est considérée comme plus compréhensible par la communauté des utilisateurs de la chimie. M. Ullrich présente ensuite les valeurs finales de CODATA concernant les constantes choisies pour redéfinir les unités et indique qu'un paragraphe supplémentaire, qui donne des explications sur les unités hertz, joule, coulomb, lumen et watt, a été ajouté. Ce paragraphe explicatif a été accepté par le CCU et apparaît dans la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011). M. Ullrich rappelle également que le symbole de l'efficacité lumineuse a été changé de place dans la définition. Après une brève discussion, le CIPM approuve la version révisée du Projet de résolution A telle que présentée par M. Ullrich.

**Décision CIPM/106-12** Le CIPM accepte le Projet de résolution A révisé qui lui est présenté à sa 106<sup>e</sup> session et qui inclut les amendements suivants :

- modification de la définition de la mole telle que suggérée par le CCU, en se fondant sur les propositions du CCQM et de l'IUPAC,
- intégration des valeurs fournies par CODATA dans son ajustement spécial des constantes fondamentales par la méthode des moindres carrés pour les constantes de définition,
- harmonisation de l'ordre d'apparition de la constante  $K_{cd}$  dans la définition de l'efficacité lumineuse,
- ajout d'un texte explicatif concernant les unités hertz, joule, coulomb, lumen et watt.

M. Ullrich présente la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*, telle que modifiée par l'équipe de rédaction et validée par le CCU : cette version doit être approuvée par le CIPM. Il évoque les principales modifications et note que l'équipe de rédaction a demandé que soit ajoutée la préface « Le BIPM et la Convention du Mètre » de la 8<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI* en mettant à jour le nombre d'États Membres et d'États et entités économiques associés. Cela permettrait de supprimer l'Annexe 1 « La Convention du Mètre et ses organes ». Le texte proposé de la préface est présenté au CIPM. Après discussion, le CIPM approuve les modifications proposées et la version révisée de la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*, en y ajoutant la préface « Le BIPM et la Convention du Mètre » de la 8<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*.

**Décision CIPM/106-13** Le CIPM approuve la version révisée de la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*, telle qu'approuvée par le CCU, en y ajoutant la préface « Le BIPM et la Convention du Mètre » de la 8<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI* avec le nombre d'États Membres et d'États et entités économiques associés mis à jour, et en supprimant simultanément l'Annexe 1 « La Convention du Mètre et ses organes ».

M. Ullrich présente brièvement le « Résumé de la Brochure sur le Système international d'unités, le SI » qui a été rédigé par l'équipe de rédaction. Il est noté que le CIPM n'apparaît pas dans ce Résumé : cet oubli sera corrigé. M. Ullrich remercie l'équipe de rédaction pour son travail et conclut sa présentation en mentionnant l'atelier intitulé « The Fundamental Constants of Physics » qui s'est tenu à la fin de la réunion du CCU, le 7 septembre 2017. Le directeur ajoute que l'un des orateurs de cet atelier, Jean-Philippe Uzan, pourrait être invité à la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM.

## 11. COMPTE RENDU SUR LE GROUPE DE TRAVAIL DU CIPM SUR LA PROMOTION DU SI

M. Ullrich rappelle la structure et les objectifs du Groupe de travail du CIPM sur la promotion du SI. Le Groupe de travail dispose d'une page dédiée sur le site internet du BIPM qui comprend, parmi ses documents téléchargeables, le « SI Brand Book », des directives concernant l'utilisation du logo du SI et des fichiers graphiques. La zone de téléchargement du SI comprend aussi des illustrations qui peuvent être utilisées par des publics spécifiques. Le Groupe de travail développe des matériels promotionnels destinés à être partagés au sein de la communauté de la métrologie et au-delà. M. Ullrich indique que les droits d'auteur de tout matériel partagé sur la page internet doivent être détenus par le laboratoire national de métrologie qui a conçu ce matériel et chaque laboratoire national devra choisir une licence générique Creative Commons (CC BY 4.0) pour tout document qu'il souhaite proposer en téléchargement. Cela devrait permettre aux utilisateurs de copier et transformer un matériel, avec l'obligation cependant de mentionner les auteurs d'origine et de les informer des modifications effectuées. Il existe sept autres licences Creative Commons qui varient l'une de l'autre, en restreignant par exemple la possibilité de modifier l'œuvre originale. La version finale du « Brand Book » sur la révision à venir du SI est présentée. Le Groupe de travail a accompli ses principales actions pour 2017, parmi lesquelles figurait la rédaction d'une déclaration commune des Comités consultatifs. La collaboration avec l'EURAMET concernant le poster de la Journée mondiale de la métrologie de 2018 est en cours : le thème de 2018 sera la révision du SI. Par ailleurs, le tournage d'un film de 60-90 min intitulé « The last artifact », financé par une subvention conséquente du NIST, a commencé. Ce film sera distribué à la fin de 2018 ou au début de 2019.

En 2018, le Groupe de travail lancera la campagne officielle de promotion du SI avec la diffusion de la version 2 du « Brand Book » et la conception d'un pack de lancement RP pour la Journée mondiale de la métrologie. Les célébrations prévues lors de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM concernant la révision du SI sont à définir plus avant. Les laboratoires nationaux de métrologie seront encouragés à partager leurs projets et à mettre en œuvre des campagnes locales ; le Groupe de travail développera des matériels destinés à marquer la fin de la campagne en 2019. La prochaine réunion du Groupe de travail est prévue le 18 janvier 2018. Le président remercie M. Ullrich et les membres du Groupe de travail pour leur excellent travail concernant la promotion du SI révisé.

La question est posée de savoir si les gouvernements des États Membres seront encouragés à promouvoir le SI révisé : leur législation reflète en effet le SI, notamment lorsqu'il s'agit de soutenir le commerce. M. Ullrich indique que ce point sera soulevé lors de la prochaine réunion du Groupe de travail. Il est demandé si les objectifs de développement durable de l'ONUDI, du fait de leur lien aux mesures, ont été pris en considération concernant la promotion du SI révisé. Le directeur répond que le BIPM a travaillé avec l'ONUDI pour élaborer une brochure qui illustre la contribution de la métrologie pour atteindre les objectifs de développement durable. Cette brochure, promue par l'ONUDI, sera présentée à un point ultérieur de l'ordre du jour.

**Décision CIPM/106-14** Le CIPM reconnaît les excellents progrès concernant la promotion du SI révisé qui ont été effectués par le Groupe de travail du CIPM sur la promotion du SI et encourage l'ensemble des laboratoires nationaux de métrologie à tirer parti des outils promotionnels développés.

## 106<sup>e</sup> SESSION DU CIPM – DEUXIÈME JOUR – 17 OCTOBRE 2017

Le président accueille les membres du CIPM pour la deuxième journée de réunion à laquelle participent également Mme Arias, Mme Fang, M. Henson, M. Judge, Mme Panfilo, Mme Picard, M. Quinn, M. Robertsson, M. Stock, Mme Viallon et M. Wielgosz.

### 12. RAPPORTS DU DÉPARTEMENT DE LA CHIMIE DU BIPM, DU JCTLM ET DU CCQM

#### Département de la chimie du BIPM

M. Wielgosz présente la structure et les membres du personnel du Département de la chimie qui compte actuellement 10,5 membres à temps plein. Des changements ont eu lieu depuis la dernière réunion du CIPM. M. Idrees, qui était auparavant affecté 50 % du temps au Département de la métrologie en physique, travaille désormais à temps plein en métrologie des gaz. M. Stoppacher a quitté le BIPM : il sera remplacé par M. Martos, qui rejoindra l'équipe d'analyse organique fin octobre 2017. Par ailleurs, Mme Viallon a été nommée secrétaire exécutive du CCPR, en continuité avec les activités de liaison qu'elle menait déjà avec l'Organisation météorologique mondiale (OMM). M. Wielgosz observe que le département a accueilli en 2017 un nombre considérable de scientifiques invités venant de laboratoires nationaux de métrologie, soit vingt personnes, ce qui équivaut à un total de 7,2 années-personnes d'activités supplémentaires. Huit scientifiques ont été affectés au programme de comparaisons et douze au programme de renforcement des capacités. Le financement de quinze des vingt scientifiques invités était assuré par leur propre laboratoire national de métrologie ou par des subventions. Bien que le nombre de scientifiques invités augmente, les ressources du BIPM pour soutenir ces détachements ont baissé. Ainsi, les frais des trois scientifiques invités venant du Royaume-Uni ont été pris en charge par leur institution mère (LGC, NIBSC et NPL).

Depuis la dernière réunion du CIPM, 142 laboratoires nationaux de métrologie ont participé à des comparaisons coordonnées par le BIPM et à quatre comparaisons du BIPM. Au total, cinq rapports de comparaisons du BIPM ont été publiés, ainsi que sept articles dans des journaux soumis à un examen par des pairs, cinq autres étant en préparation. Le département a contribué à la publication de quatre normes et directives et sept autres sont en préparation. Comme précédemment mentionné, le département a accueilli vingt scientifiques invités en détachement et a organisé cinq ateliers. M. Wielgosz présente ensuite brièvement les progrès accomplis concernant les 13 comparaisons clés coordonnées par le Département de la chimie.

Concernant la métrologie des gaz, la comparaison de CO<sub>2</sub> dans l'air (CCQM-K120), soutenue par un certain nombre de laboratoires nationaux de métrologie, est en cours. C'est l'une des comparaisons les plus importantes coordonnées par le département puisque 46 bouteilles de gaz venant de 16 laboratoires nationaux et laboratoires désignés sont comparées. Durant la phase de préparation de cette comparaison, un article a été publié dans *Analytical Chemistry*<sup>3</sup> : il explique comment étalonner les instruments servant à mesurer les rapports isotopiques car leur mesure de concentration de CO<sub>2</sub> est biaisée par les différences de rapports isotopiques dans les étalons. Par ailleurs, des scientifiques invités du NIST et de RISE ont travaillé sur une seconde version du système manométrique servant à mesurer les fractions molaires de CO<sub>2</sub>. Cet équipement a été utilisé par le BIPM dans une étude pilote qui a été menée dans le cadre de la comparaison clé et qui constituera, dans le futur, le système central de référence d'une comparaison clé en continue (BIPM.QM-K2). La collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) au sujet de nouvelles comparaisons des rapports isotopiques du CO<sub>2</sub> dans les gaz a commencé. Un générateur de mélanges de gaz de référence pour les isotopes stables

<sup>3</sup> Flores E., Viallon J., Moussay P., Griffith D.W.T., Wielgosz R.I., Calibration strategies for FT-IR and other isotope ratio infrared spectrometer instruments for accurate  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  measurements of CO<sub>2</sub> in air, *Anal. Chem.*, 2017, **89**(6), 3648-3655.

(Stable Isotope Reference Mixture Generator (SIRM-GEN)) a été développé avec le soutien d'un détaché du NIM (Chine), qui a aussi contribué à développer des méthodes de mesure des rapports isotopiques de mélanges de CO<sub>2</sub> pur. Ce travail sera suivi d'une comparaison afin d'étayer les mesures dans ce domaine.

La comparaison en continu d'étalons mesureurs d'ozone (BIPM.QM-K1) a été mise en place avec le NIST en 2000. L'instrument de référence de mesure de l'ozone étant vieillissant et ses composants électroniques obsolètes, un nouveau système a été développé avec le NIST. Un prototype est opérationnel et le système devrait être achevé en 2018 ; les nouveaux composants électroniques devraient permettre de mettre à jour les instruments des laboratoires nationaux de métrologie, ce qui prolongerait leur durée de vie de 20 ans. M. Wielgosz présente les résultats de la première comparaison internationale d'étalons de formaldéhyde (CCQM-K90). La concentration de formaldéhyde a été contrôlée par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) et les étalons ont présenté une dérive linéaire pendant les deux années aux cours desquelles leur stabilité a été surveillée. Cette comparaison a démontré la stabilité du système de mesure du BIPM et pourrait être utilisée comme modèle pour de futures comparaisons de gaz semi-stables.

Concernant le programme d'analyse organique, la comparaison de calibrateurs primaires pour la surveillance du diabète est en cours. Les résultats du travail sur le peptide C ont fait l'objet d'un article publié dans *Clinical Chemistry*<sup>4</sup>. Cet article décrit la hiérarchie d'étalonnage qui doit être appliquée pour mesurer avec exactitude le peptide C dans du sérum. Le peptide C est un marqueur qui peut être utilisé pour différencier et contrôler différents types de diabète. M. Wielgosz observe que l'application de la hiérarchie d'étalonnage proposée et l'utilisation d'un calibrateur dont la valeur de peptide C dans du sérum est assignée permettent d'obtenir une meilleure harmonisation des résultats de mesure entre les fabricants d'insuline.

Dans le domaine des étalons de peptides, des progrès ont été réalisés concernant de futures comparaisons et le modèle utilisé pour étayer les aptitudes de mesure dans ce domaine. Le travail effectué sur le peptide natriurétique de type B, un biomarqueur de l'insuffisance cardiaque, a bénéficié du travail d'un scientifique invité, en détachement de LGC (Royaume-Uni) du 15 janvier au 15 avril 2017. Le peptide natriurétique de type B a une structure en anneau, ce qui pose des défis techniques différents du peptide C. Dans le cadre d'un futur programme de comparaisons sur les peptides, le travail a commencé sur l'hexapeptide de l'hémoglobine glyquée (HbA1c), qui est un biomarqueur efficace de suivi à long terme de l'équilibre glycémique chez les patients diabétiques. Ce programme est coordonné en association avec l'HSA (Singapour), le NIM (Chine) et le LNE (France). Le système de mesure pour l'HbA1c peut être étalonné à l'aide d'un mélange de deux calibrateurs d'hexapeptides, l'un avec une molécule de sucre, l'autre sans. Le BIPM étudiera différentes méthodes d'assignation de valeur à ces peptides courts et la future comparaison étayera cette hiérarchie d'étalonnage.

M. Wielgosz indique que le travail sur les calibrateurs organiques de molécules de petite taille se poursuit. La résonance magnétique nucléaire quantitative est étudiée comme méthode d'assignation de valeur aux calibrateurs primaires organiques de molécules de petite taille. Cette technique, qui détermine la pureté d'un composé en mesurant les concentrations relatives d'atome d'hydrogène, est indépendante du composé mesuré. Le BIPM a collaboré avec le NMIJ afin de caractériser sept étalons pour la résonance magnétique nucléaire quantitative avec différentes solubilités dans quatre solvants majeurs ; ces sept étalons peuvent être utilisés comme un ensemble d'étalons permettant d'assigner une valeur à tout matériau organique pur. Les très nombreuses données générées par les recherches sur la résonance magnétique nucléaire quantitative sont utilisées pour produire des documents de référence intitulés « Internal Standard Reference Data for qNMR », le premier portant sur l'acide maléique. Ces documents fourniront toutes les informations requises par un laboratoire national de métrologie pour utiliser le composé concerné, tel l'acide maléique, comme étalon interne pour la résonance magnétique nucléaire quantitative. Six autres documents suivront afin de couvrir d'autres étalons internes.

---

<sup>4</sup> Little R.R., Wielgosz R.I., Josephs R., Kinumi T., Takatsu A., Li H., Stein D., Burns C., Implementing a reference measurement system for C-peptide: Successes and lessons learned, *Clin. Chem.*, 2017, **63**(10), 1447-1456.

Le département participe activement au programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances avec des projets dans le domaine de la sécurité alimentaire et de la pureté de l'air. Dix laboratoires nationaux de métrologie ont participé à ces projets jusqu'à présent. Le programme de métrologie des mycotoxines a commencé en avril 2016 avec neuf participants lors de la première réunion. Trois autres laboratoires nationaux, le CENAM (Mexique), l'INRAP (Tunisie) et le LATU (Uruguay), ont participé à la réunion d'avril 2017 qui a permis de discuter des futurs projets. En 2017, cinq scientifiques invités venant de l'INMETRO (Brésil), de l'INTI (Argentine), du KEBS (Kenya), du NIMT (Thaïlande) et du NMISA (Afrique du Sud) ont bénéficié d'une formation au BIPM sur la façon de produire, caractériser et assigner une valeur aux calibrateurs pour les mycotoxines. Une comparaison de l'un de ces matériaux sera organisée à la fin de 2018 avec les laboratoires nationaux de métrologie qui ont participé au programme de formation et qui ont par conséquent pu mettre en place leurs propres équipements. M. Wielgosz remercie le NIM (Chine), le NMISA (Afrique du Sud), l'UME (Turquie) et la PTB (Allemagne) pour le soutien financier qu'ils ont apporté au programme de métrologie des mycotoxines.

Le programme de métrologie pour l'air pur vise en premier lieu à former des scientifiques invités à l'utilisation de la spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) pour assigner une valeur à des étalons de gaz. Le programme, à l'origine financé par la PTB, a reçu d'autres sources de financement du NPL (Royaume-Uni) qui permettront de soutenir, en 2019, la formation de trois autres scientifiques venant du NPLI (Inde), du NMISA (Afrique du Sud) et de KazInMetr (Kazakhstan). Le NPL a également financé un ensemble d'étalons primaires qui seront utilisés par les scientifiques invités lors de leur travail au BIPM. Ces étalons seront ensuite transférés aux laboratoires nationaux de métrologie participants qui, grâce aux connaissances acquises par les détachés, pourront développer des aptitudes en interne puis participer à de futures comparaisons. Le BIPM a conçu un logiciel opérationnel pour les systèmes FTIR (B\_FOS) : ce logiciel, qui est à la disposition des laboratoires nationaux de métrologie, constitue une solution complète pour le développement de systèmes de mesure d'étalons de pureté de l'air lorsqu'il est combiné aux activités couvertes par le programme de transfert de connaissances.

M. Wielgosz conclut son rapport en présentant le programme de comparaisons coordonnées en chimie qui est proposé pour les années 2019 à 2023 et qui est intégré à la stratégie du CCQM pour les années 2017 à 2026. Le président remercie M. Wielgosz pour son rapport et souligne l'impressionnant programme de travail réalisé par le Département de la chimie. Il invite les membres du CIPM à faire part de leurs questions et commentaires.

Il est demandé à M. Wielgosz si les documents « Internal Standard Reference Data for qNMR » seront publiés sur le site internet du BIPM et combien de matériaux seront couverts. M. Wielgosz confirme que ces documents seront disponibles sur le site du BIPM et répète que sept matériaux seront traités car c'est le minimum requis pour disposer d'un ensemble d'étalons qui couvre la plupart des situations lors de la mise en place d'un appareil de résonance magnétique nucléaire quantitative. Il sera toutefois possible, dans le futur, d'ajouter d'autres matériaux. Il est observé que certains fabricants d'instruments d'analyse et producteurs de substances chimiques accueilleront favorablement la publication de ces documents. M. May ajoute que le travail sur la résonance magnétique nucléaire quantitative effectué au BIPM est utile pour la communauté mondiale des mesures en chimie.

### **Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM)**

M. Wielgosz présente brièvement le JCTLM aux nouveaux membres du CIPM. La base de données du JCTLM continue à évoluer : le nombre de matériaux de référence s'est stabilisé autour de 300 et les méthodes et services de mesure, au nombre de 184 et 161 en 2017, continuent à croître. Lorsque le contenu de la base de données est analysé par rapport à une substance en particulier, on constate une forte représentation de matériaux, méthodes et services traçables au SI et un nombre moins important de matériaux, méthodes et services traçables aux unités de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le JCTLM essaiera de remédier à

cette situation dans sa future stratégie. Il est demandé à M. Wielgosz pourquoi le nombre de services de mesure de référence pour les enzymes est plus important que les autres catégories. M. Wielgosz répond que les enzymes sont un domaine spécialisé où la traçabilité est établie par rapport à une méthode de référence. Il s'agit de mesurer le taux de perte d'un composé connu afin de déterminer la concentration en enzymes. Le transfert de cette procédure se fait par la mise en œuvre d'un service de mesure de référence. Il ajoute que l'établissement de laboratoires de mesure de référence a considérablement augmenté en Asie et, en particulier, en Chine. M. Wielgosz présente succinctement les nouvelles données enregistrées et les matériaux retirés de la base de données en 2017.

Les activités visant à former la communauté de la chimie clinique au sujet de la traçabilité métrologique, menées par l'International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC), se sont considérablement développées. Il est à espérer que cette initiative pédagogique aidera l'ensemble du secteur de la chimie clinique à obtenir des résultats de mesure uniformes. Le Groupe de travail du JCTLM sur la traçabilité, l'éducation et la promotion a mis en place un site internet dédié qui comprend des séminaires en ligne expliquant l'importance de la traçabilité pour la médecine de laboratoire, y compris les médecins et le grand public.

M. Wielgosz indique que la newsletter sur la base de données du JCTLM (« JCTLM Database Newsletter ») est distribuée une fois par an et qu'elle est appréciée de la communauté. Il conclut son rapport en mentionnant l'atelier biennal organisé par le JCTLM. Le prochain atelier, qui se tiendra au BIPM les 4 et 5 décembre 2017, est intitulé « Accurate Results for Patient Care 2017 » : il se concentrera sur les mesures de référence pour les maladies neurodégénératives.

Le président remercie M. Wielgosz et demande quels sont les principaux utilisateurs de la base de données du JCTLM. M. Wielgosz répond qu'ils sont divers, allant des utilisateurs directement impliqués à l'industrie et aux laboratoires de référence. La base de données fonctionne par secteur : ainsi, un nombre considérable d'utilisateurs de l'industrie utilisent la base pour répondre à leurs besoins spécifiques en matière de traçabilité. Une question est posée concernant la variabilité des mesures dans les laboratoires d'analyse et le fait de savoir si ce sujet est traité par la législation ou par des actions volontaires de la communauté de la chimie analytique. M. Wielgosz répond que chaque pays a sa propre approche. En Allemagne par exemple, la situation est bien réglementée : il existe 40 substances à analyser pour lesquelles la traçabilité doit être établie. Tous les trois mois, chaque laboratoire d'analyse allemand participe à un programme d'essai d'aptitude dont les valeurs sont fixées par une méthode de référence d'ordre supérieur. Des tolérances sont définies par rapport à ces valeurs et le fait pour un laboratoire d'obtenir des résultats en dehors de ces tolérances a des conséquences, comme ne pas être remboursé par les compagnies d'assurance. Il est demandé si la Commission européenne a progressé concernant une législation sur la variabilité des mesures des laboratoires d'analyse. M. Wielgosz répond qu'en 2017, la directive européenne sur les dispositifs de diagnostic *in vitro* (IVD) est devenue un règlement européen : le document mentionne la traçabilité métrologique à six reprises. Il observe que le JCTLM n'a pas été en contact direct avec la Commission européenne sur ce sujet car la base de données du JCTLM n'est pas un outil exclusivement destiné aux utilisateurs européens et elle n'est pas financée par l'Union européenne.

### **Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie et biologie (CCQM)**

M. May, président du CCQM, indique que la 23<sup>e</sup> réunion du CCQM en avril 2017 a été la réunion comptabilisant le plus grand nombre de participants jamais atteint, avec plus de 230 personnes lors de la session plénière et des réunions des groupes de travail. Le CCQM a discuté de ses objectifs et a conclu qu'ils étaient en phase avec ceux des autres Comités consultatifs et consistaient à : documenter et améliorer la comparabilité mondiale des mesures et des étalons de mesure ; améliorer la science de la mesure dans les domaines de la chimie et de la biologie ; apporter des solutions en chimie et biologie fondées sur la métrologie afin de répondre aux défis mondiaux et sociétaux importants. Ce dernier objectif est lié à la volonté d'avoir un rayonnement accru, ce qui est considéré comme un moyen de parvenir à proposer des solutions métrologiques.

M. May rappelle que le domaine de la biologie au sein du CCQM a été sous-divisé en 2015 en groupes de travail individuels qui couvrent l'analyse cellulaire, l'analyse de l'acide nucléique et l'analyse des protéines car la biologie est un domaine trop vaste pour pouvoir être couvert par un unique groupe de travail. Cette décision était justifiée car on compte désormais, dans chacune des réunions de ces groupes de travail, vingt laboratoires nationaux de métrologie représentés.

À la fin de mai 2017, 24 820 CMCs étaient publiées dans la KCDB pour toutes les disciplines de la métrologie : 6 226 CMCs, soumises par 48 pays, concernaient la chimie et la biologie. Par ailleurs, on comptait 979 résultats de comparaisons clés pour l'ensemble des Comités consultatifs, dont 172 pour le CCQM qui avait conduit 134 études pilotes autonomes. M. May indique que le CCQM a contribué à l'examen du CIPM MRA afin de déterminer comment gérer plus efficacement la charge de travail liée aux activités du CIPM MRA, dans le contexte d'une augmentation du nombre de CMCs et de comparaisons clés.

M. May précise que le CCQM s'inquiète du fait que le CIPM MRA ne bénéficie qu'à la communauté des laboratoires nationaux de métrologie. Le CCQM envisage un changement afin que le CIPM MRA devienne un moyen pour les laboratoires nationaux de métrologie de documenter et évaluer les aptitudes qu'ils maintiennent afin d'étayer les services de mesure qu'ils fournissent à leurs clients et un moyen pour ces clients d'évaluer le degré de comparabilité d'un service donné entre les laboratoires nationaux et désignés. Il ajoute que l'approche du CCQM vis-à-vis de la mise en œuvre contextuelle du CIPM MRA implique de donner les messages suivants aux membres actuels et futurs :

*Les laboratoires nationaux de métrologie et laboratoires désignés fournissent à leurs clients des services et/ou produits métrologiques internationalement reconnus dans le cadre du CIPM MRA.*

- *Les CMCS sont des descriptions revues par des pairs des aptitudes maintenues par ces laboratoires pour soutenir la cohérence des services individuels fournis ou d'une classe de ces services.*
- *Le développement et l'articulation d'aptitudes qui ne soutiennent pas des services métrologiques ne sont pas conformes à l'esprit du CIPM MRA.*

M. May présente le travail en cours concernant l'approche stratégique en quatre volets d'harmonisation des comparaisons entre les groupes de travail. Cette approche a été développée avec succès par le Groupe de travail du CCQM sur l'analyse organique. Des exemples sont donnés des stratégies visant à gérer un grand nombre de comparaisons clés.

M. May conclut son rapport en présentant les décisions et actions découlant de la 23<sup>e</sup> réunion du CCQM. Il évoque le développement de la stratégie du CCQM (2017-2026) qui comprend des exemples des activités mises en place par les groupes de travail du CCQM afin d'améliorer l'état de l'art de la métrologie et de soutenir le CIPM MRA et la communauté métrologique mondiale. Il ajoute que le CCQM célébrera son 25<sup>e</sup> anniversaire en 2019. La réunion du CCQM de 2019 comprendra un atelier sur les avancées de la métrologie en chimie et biologie ; les présentations données à cette occasion seront incluses dans un numéro spécial de *Metrologia*. Le président du CIPM remercie M. May pour son rapport.

## 13. **RAPPORTS DU DÉPARTEMENT DES RAYONNEMENTS IONISANTS DU BIPM, DU CCRI, DU CCAUV ET DU CCT**

### **Département des rayonnements ionisants du BIPM**

M. Judge, nouveau directeur du Département des rayonnements ionisants, rend compte du travail effectué et explique brièvement comment les valeurs de référence des comparaisons clés sont maintenues par le BIPM dans le domaine de la dosimétrie et de la radioactivité.

M. Judge présente le travail accompli par son personnel dans le domaine de la dosimétrie depuis la dernière réunion du CIPM en octobre 2016. Des comparaisons d'étalons dans des faisceaux de rayons x ont été réalisées avec le KRISS (République de Corée) et le NIM (Chine), ainsi que onze étalonnages d'étalons nationaux secondaires. Dans le domaine des étalons dans des faisceaux de rayonnement gamma, des comparaisons ont été menées avec le SCK (Belgique) et le SMU (Slovaquie) et 25 étalonnages ont été réalisés pour des laboratoires nationaux de métrologie et l'AIEA. Ce travail est étayé par les efforts continus pour maintenir et développer les équipements requis pour fournir les valeurs de référence des comparaisons clés. Un nouveau logiciel a été conçu pour l'exploitation des appareils à rayons x et le département continue à maintenir des étalons primaires et des instruments de transfert. M. Judge remercie le personnel administratif du BIPM pour l'aide qu'il apporte au Département des rayonnements ionisants pour assurer l'expédition internationale d'instruments sensibles en toute sécurité et dans les délais souhaités.

Le développement d'un nouvel étalon primaire de dose absorbée dans l'eau dans des faisceaux de rayons x de 100 kV à 250 kV et l'accès à la plateforme DOSEO sont, depuis octobre 2016, les deux faits majeurs dans le domaine de la dosimétrie des rayonnements. Le nouvel étalon primaire de dose absorbée dans l'eau a été obtenu en suivant une procédure en plusieurs étapes. Un instrument de transfert est d'abord étalonné par rapport à un étalon primaire à parois d'air à une distance de référence par rapport à l'appareil à rayons x. L'ionisation dans un fantôme d'eau est ensuite mesurée au même endroit à l'aide du même instrument de transfert. La dose absorbée dans l'eau est déterminée par des mesures de ce type pour une série de différentes chambres de transfert et par des simulations de Monte Carlo pour l'ensemble du processus, y compris la source de rayons x. Cette nouvelle méthode a réduit les incertitudes de mesure dans le domaine clinique de 3 % à 0,7 %. Ce nouveau système a permis au BIPM d'offrir aux laboratoires nationaux de métrologie un étalon primaire de grande stabilité et de haute exactitude pour les comparaisons. Le BIPM a amélioré le service qu'il offre dans le domaine des comparaisons d'étalons primaires dans les faisceaux de photons aux hautes énergies en signant un accord de collaboration avec le CEA-LIST concernant l'accès à la plateforme DOSEO à Saclay. Cet accord a permis au Département des rayonnements ionisants de mettre en place un nouveau service de comparaison des étalons dans les faisceaux de photons aux hautes énergies. La caractérisation des faisceaux et la validation de l'accélérateur linéaire de DOSEO sont achevées et la première comparaison avec le KRISS commencera en octobre 2017.

Dans le domaine de la métrologie des radionucléides, le principal comparateur du département est le Système international de référence (SIR) qui permet de déterminer la valeur de référence des comparaisons clés de 68 radionucléides émetteurs de rayonnement gamma à longue durée de vie. Le résultat du SIR pour le  $^{60}\text{Co}$  du CNRC (Canada), obtenu au sein du nouveau laboratoire de métrologie des radionucléides du CNRC, a été publié en 2017. Des comparaisons ont été réalisées en 2017 à l'aide du SIR pour les radionucléides suivants :  $^{60}\text{Co}$  (PTB),  $^{231}\text{Pa}$  (NPL),  $^{113}\text{Sn}$  (LNE-LNHB),  $^{54}\text{Mn}$  (PTB),  $^{131}\text{I}$  (NMISA) et  $^{166\text{m}}\text{Ho}$  (NMISA). Le BIPM a travaillé avec le NPL en 2017 pour développer un nouveau protocole afin que le SIR puisse être utilisé pour les radionucléides présentant une chaîne de désintégration complexe. M. Judge ajoute que le Département des rayonnements ionisants étudie comment mettre en place des comparateurs pour les radionucléides émetteurs de rayonnement alpha et bêta et comment contribuer à améliorer les mesures environnementales pour des domaines tels que le démantèlement nucléaire. Il souligne que ces domaines sont en pleine évolution.

M. Judge rappelle qu'un instrument de transfert robuste pour les comparaisons de radionucléides à courte durée de vie a été développé en 2009. Il a été utilisé pour une comparaison avec l'ANSTO (Australie) qui a commencé en novembre 2017 ainsi que pour des comparaisons de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , de  $^{18}\text{F}$  et de  $^{64}\text{Cu}$  réalisées au POLATOM (Pologne) en octobre 2016. Par ailleurs, une première comparaison de  $^{11}\text{C}$ , utilisé pour la tomographie par émission de positrons, a été effectuée au CNRC (Canada). Une étude concernant la mise en place d'un comparateur similaire au SIR pour les radionucléides émetteurs de rayonnement bêta a commencé : cette extension du SIR représente un véritable défi technique et deux détachés, l'un du NIM (Chine) et l'autre du NIST (États-Unis d'Amérique), ont achevé une étude initiale portant sur huit laboratoires nationaux de métrologie, quatre radionucléides et deux techniques possibles. Aucun consensus ne s'est dégagé quant à la meilleure technique à utiliser : cette question continuera donc à être explorée en 2018.

M. Judge évoque brièvement les travaux à venir du Département des rayonnements ionisants. L'objectif est de permettre aux laboratoires nationaux et désignés de démontrer l'équivalence de leurs étalons primaires, de façon simple et à un niveau d'exactitude adéquat. L'utilisation de l'accélérateur linéaire de DOSEO sera consolidée et de nouvelles technologies seront mises en place pour maintenir les étalons de référence internationaux. Le SIR sera étendu aux émetteurs de rayonnement bêta puis aux émetteurs de rayonnement alpha et aux étalons de faible activité. Les possibilités de détachements, de coopération et de travaux de recherche collaboratifs seront accrues et le département travaillera avec le CCRI pour simplifier la procédure utilisée afin de démontrer l'équivalence des mesures.

M. Judge termine son rapport en soulignant que le 150<sup>e</sup> anniversaire de la naissance de Marie Curie sera célébré le 7 novembre 2017 : il présente brièvement quelques faits marquants de la vie de Marie Curie et les liens qu'elle a établis avec le BIPM. Il remercie ses collègues du Département des rayonnements ionisants et salue le travail de M. Los Arcos et de M. Ratel qui sont tous deux partis à la retraite depuis peu.

Le président remercie M. Judge pour son rapport et demande s'il y a des questions ou commentaires. Des éclaircissements sont demandés quant à la place du réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage en dosimétrie (ou réseau LSED) dans la chaîne de traçabilité. Il est confirmé que l'AIEA ainsi que certaines organisations du réseau de l'AIEA envoient au BIPM des chambres pour étalonnage. Le réseau de l'AIEA compte cinq organisations, dont le BIPM, qui collaborent ainsi que 15 laboratoires affiliés qui disposent d'étalons primaires et offrent des services d'étalonnage aux laboratoires de l'AIEA. Le BIPM constitue le point central de tous les étalons primaires pour les laboratoires nationaux de métrologie et les laboratoires de l'AIEA peuvent choisir le BIPM, l'AIEA ou des laboratoires nationaux de métrologie pour leurs étalonnages. Le réseau LSED soutenu par l'AIEA, dont les mesures sont traçables au BIPM, est très important pour les états membres de l'AIEA car il soutient la traçabilité de la dosimétrie dans les domaines de la radiothérapie, de l'imagerie diagnostique et de la radioprotection. Sans ce réseau, le BIPM aurait une charge de travail supplémentaire considérable. Il est demandé à M. Judge s'il a établi un plan de travail clair concernant l'extension du SIR aux émetteurs de rayonnement bêta, étant donné le travail important qui a déjà été réalisé. M. Judge répond que diverses techniques ont été essayées. La première technique impliquait d'utiliser un système de comptage par scintillation liquide du commerce mais les études initiales n'ont pas été concluantes par rapport à l'utilisation de tels systèmes comme comparateurs. D'autres technologies vont être étudiées comme des billes de plastique scintillant ou des scintillateurs en plastique. La question est posée de savoir comment le BIPM contribue à la réduction des incertitudes de mesure de 3 % à 0,7 % dans le domaine clinique pour les nouveaux étalons primaires de dose absorbée dans l'eau. M. Judge répond que le BIPM a travaillé sur la méthode utilisée et a développé des simulations de Monte Carlo.

M. Milton observe que le Département des rayonnements ionisants a considérablement changé l'année passée, M. Judge ayant succédé à M. Los Arcos comme directeur du département, et le projet collaboratif DOSEO ayant été mis en place. Il salue le travail de M. Los Arcos concernant la négociation de l'accord avec le CEA-LIST pour l'accès à la plateforme DOSEO à Saclay. Il note que d'autres sources et accélérateurs disponibles à Saclay pourraient constituer la base de futurs projets stratégiques du département. Il est demandé à M. Judge qui est responsable de s'assurer que l'accélérateur à Saclay est caractérisé à un niveau approprié pour des étalonnages. M. Judge répond que les contrôles de la stabilité de l'équipement et la caractérisation des faisceaux ont été effectués par le personnel du Département des rayonnements ionisants. L'accélérateur lui-même est exploité par le personnel à Saclay et l'accord de collaboration donne au BIPM accès à la plateforme pendant un certain nombre de semaines par an. Mme Picard ajoute que le BIPM a près de dix ans d'expérience dans le monde entier dans le domaine des faisceaux aux hautes énergies. M. Judge souligne que Saclay est à une distance proche du BIPM, ce qui réduit de manière significative la nécessité pour les membres du personnel du BIPM de voyager pour effectuer des mesures de référence et des comparaisons. Par ailleurs, le fait d'avoir accès à un accélérateur dont le faisceau est bien caractérisé évite de devoir répéter le travail lors de voyages dans les laboratoires nationaux de métrologie, améliorant ainsi l'efficacité du service fourni. Actuellement, le travail nécessaire peut être accompli par l'équipe du BIPM en place, sans avoir besoin de

recruter de nouvelles personnes. M. Usuda, président du CCAUV, rappelle qu'un représentant de la Commission préparatoire de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE) a été invité à la réunion du CCAUV en septembre 2017. L'OTICE est intéressée par les activités du Département des rayonnements ionisants : M. Usuda demande si le BIPM a des projets de collaboration avec cette organisation. M. Judge répond qu'il a été en contact avec l'OTICE et qu'une rencontre est prévue. Il ajoute que l'OTICE assure déjà la traçabilité au SI des mesures de radioactivité effectuées sur les filtres à air par l'intermédiaire des laboratoires nationaux de métrologie.

### **Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI)**

M. Louw indique que les réunions du CCRI qui se sont tenues en juin 2017 ont été les premières organisées avec la nouvelle structure du CCRI. Il rappelle quelle est cette nouvelle structure et observe que la durée des réunions est passée de 21 jours précédemment à 9 jours en 2017. Le CCRI compte désormais huit membres, 14 observateurs officiels et quatre organismes de liaison, à savoir le Centre commun de recherche de la Commission européenne (JRC), l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) et l'International Committee for Radionuclide Metrology (ICRM). Les réunions ont permis de discuter de la stratégie du CCRI et notamment des « grands défis » dans le domaine des rayonnements ionisants, tels que la radiothérapie par faisceau externe, la radio-immunothérapie, le démantèlement nucléaire, l'énergie nucléaire de prochaine génération, la criminalistique nucléaire et la radioprotection. Lors des discussions sur la stratégie du CCRI, l'examen du CIPM MRA, ainsi que les rôles et responsabilités du BIPM, des laboratoires nationaux de métrologie et de l'AIEA ont été abordés.

M. Louw rappelle que le CCRI a discuté des réglementations concernant l'utilisation de sources scellées de haute activité, qui sont devenues de plus en plus strictes, et qu'un travail considérable pourrait être requis pour s'assurer du respect des réglementations locales. Cela affecte en particulier le SIR qui dépend de deux chambres d'ionisation et de sources scellées de  $^{226}\text{Ra}$ . M. Louw précise que des discussions à ce sujet sont en cours avec l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Parmi les progrès réalisés par la Section I du CCRI (rayons x et gamma, particules chargées) depuis la dernière réunion du CIPM figurent le lancement du travail sur les faisceaux de photons aux hautes énergies après la signature d'un accord de collaboration avec le CEA-LIST concernant l'accès à la plateforme DOSEO à Saclay, ainsi que des discussions sur ce qui est nécessaire pour assurer la traçabilité pour l'hadronthérapie. Dans le cadre de sa stratégie, la Section I du CCRI a examiné les futures sources de  $^{60}\text{Co}$  au BIPM. L'une des sources de  $^{60}\text{Co}$  au BIPM devra être remplacée dans approximativement 5 ans. Il est noté que, même si de nombreux appareils de rayonnement sont remplacés dans les hôpitaux par des accélérateurs linéaires, il subsiste un nombre significatif de sources de  $^{60}\text{Co}$  utilisées dans le monde entier et certains laboratoires nationaux de métrologie maintiennent des sources de  $^{60}\text{Co}$  qui constituent leur référence la plus stable. Des discussions concernant le fait de savoir s'il faut remplacer les sources de  $^{60}\text{Co}$  ou chercher d'autres moyens de fournir ce service sont en cours. Une autre source de  $^{60}\text{Co}$  ne sera pas remplacée en 2018, ce qui permettra d'économiser près de 200 000 euros.

Concernant la Section II du CCRI (mesure d'activité des radionucléides), la future stratégie porte notamment sur l'extension du SIR aux émetteurs de rayonnement alpha et bêta, activité dont la nécessité se justifie pleinement (applications des laboratoires nationaux de métrologie en soutien à la médecine nucléaire, l'industrie nucléaire et la criminalistique nucléaire). La possibilité d'établir un nouveau SIR indépendant pour les émetteurs de rayonnement gamma est à l'étude. Cela réduirait le risque de dysfonctionnement à long terme et éviterait de devoir maintenir les sources de haute activité de  $^{226}\text{Ra}$ . Concernant la stratégie de la Section II, les thèmes suivants seront examinés : le besoin de comparaisons concernant la radioactivité dans l'air ou d'autres comparaisons supplémentaires de sources étendues de référence, la question de savoir si le BIPM doit avoir une aptitude pour réaliser certains étalons primaires de radioactivité et s'il faut établir un schéma clair

concernant la traçabilité de la radioactivité dans les matrices (matériaux de construction, métaux, sols, etc.) dans le domaine du démantèlement nucléaire.

M. Louw indique que dans le cadre de la Section III du CCRI (mesures neutroniques), des discussions sont en cours concernant les futurs besoins pour étayer la métrologie des neutrons pour les réacteurs nucléaires de prochaine génération, y compris le Réacteur expérimental thermonucléaire international (ITER), et concernant l'infrastructure nécessaire pour la dosimétrie des neutrons à haute énergie afin d'assurer la radioprotection autour des accélérateurs.

M. Louw rappelle les conclusions de l'examen du CIPM MRA effectué par le CCRI et ajoute que les trois sections du CCRI examinent actuellement les catégories de service afin d'apporter leurs contributions d'ici janvier 2018 concernant les formulaires de déclaration de CMCs de la KCDB 2.0. La réunion du CCRI de juin 2017 a permis de discuter des questions de gouvernance du CCRI, concernant en particulier la méthodologie et la procédure pour devenir membre ou observateur du CCRI, et comment bien les appliquer. M. Louw conclut son rapport en présentant brièvement le travail du Groupe de travail du CCRI sur la stratégie qui a examiné : les besoins des laboratoires nationaux de métrologie, des laboratoires désignés et de la communauté des utilisateurs de rayonnements ionisants ; le rôle sur le plan international du programme des rayonnements ionisants du BIPM ; et les activités potentielles de renforcement des capacités et de transfert des connaissances au sein du Département des rayonnements ionisants pour des détachés. Le président du CIPM remercie M. Louw et demande s'il y a des questions ou commentaires. M. Louw est félicité pour les progrès significatifs réalisés au sein du CCRI au cours de ces dernières années.

Mme Fang, M. Robertsson et Mme Viallon quittent la réunion.

### **Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUV)**

M. Usuda indique que la dernière réunion du CCAUV a eu lieu en septembre 2017 et que les réunions des Groupes de travail, un atelier et la session plénière ont regroupé 51 participants. Il précise que le CCAUV compte 18 membres, 12 observateurs et deux organismes de liaison, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (IEC).

Le plan stratégique du CCAUV de 2017 à 2027 et sa synthèse ont été publiés sur le site internet du BIPM. Parmi les éléments d'importance de la stratégie figurent des applications dans les domaines suivants : la surveillance de l'environnement, la médecine et le diagnostic, la sécurité au travail, ainsi que l'ingénierie et la production. Le plan stratégique intègre également des applications émergentes pour les capteurs à systèmes micro-électromécaniques et souligne l'importance des relations avec d'autres organisations internationales telles que l'ISO, l'IEC et la Commission préparatoire de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE). L'OTICE souhaite en particulier maintenir un dialogue régulier avec le CCAUV au sujet de la traçabilité des infrasons et des vibrations à basse fréquence pour son Système de surveillance internationale (IMS). M. Usuda ajoute que le CCAUV n'a pas d'activité particulière en cours concernant l'examen des CMCs mais qu'il est prévu, dans le futur, de suivre une approche d'évaluation fondée sur le risque pour examiner les CMCs. Le processus de planification des comparaisons clés doit être effectué avec soin afin d'optimiser les ressources nécessaires pour répondre aux besoins des parties prenantes. Certaines comparaisons clés matures ont atteint un niveau où leur répétition, généralement conduite après un cycle de 10 ans, permet d'évaluer ces comparaisons et d'étendre leur plage d'étalonnage.

M. Usuda présente brièvement les implications de l'examen du CIPM MRA pour le CCAUV. Il termine son rapport en informant le CIPM de la position du CCAUV sur la révision du SI et la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*. La révision à venir du SI n'aura pas d'impact immédiat sur la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations ; toutefois, cette révision permettra de répondre aux exigences à venir en matière d'amélioration de l'exactitude. Un système métrique cohérent concernant les grandeurs mécaniques et électro-magnétiques est indispensable pour améliorer les étalonnages des capteurs à systèmes

micro-électromécaniques. Compte tenu de ces éléments, le CCAUV accueille très favorablement la révision à venir du SI ainsi que le calendrier convenu. M. Usuda observe que les unités des grandeurs logarithmiques, le « néper » et le « bel », sont utilisées dans un domaine technique spécifique. Le CCAUV accueille favorablement le projet de 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*, qui intègre ces unités non SI, dont l'utilisation est acceptée avec les unités du SI dans le tableau 8 de la brochure. Il ajoute que le CCAUV recommande de mentionner dans l'Annexe 1 la valeur conventionnelle de  $g_n$  (accélération normale de la pesanteur) associée à la déclaration faite lors de la 3<sup>e</sup> réunion de la CGPM (1901).

Le président remercie M. Usuda pour son rapport et demande s'il y a des questions. La question est posée de savoir si le nombre de laboratoires nationaux de métrologie impliqués dans le domaine de l'acoustique, en particulier de l'acoustique dans l'eau, a augmenté ; de façon historique, le nombre de laboratoires a toujours été assez modéré et le CCAUV a établi des liens avec la communauté de la défense. M. Usuda indique que bien que le nombre de laboratoires ait augmenté lentement, on compte désormais 18 membres du CCAUV. Des laboratoires nationaux émergents et des pays de la région du Golfe ont récemment exprimé leur intérêt à participer au CCAUV : il était indiqué dans la feuille de route présentée par SASO (Arabie saoudite) au cours de la réunion du CCAUV que SASO avait l'intention de devenir membre. Au sujet du néper et du bel, le directeur précise qu'ils seront inclus dans le tableau 8 de la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI* et que  $g_n$  sera dans l'Annexe 1.

### Comité consultatif de thermométrie (CCT)

M. Duan indique que la dernière réunion du CCT s'est tenue en juin 2017. Une part significative de la réunion a été consacrée à discuter de la redéfinition du kelvin, notamment des techniques qui ont été utilisées pour déterminer la constante de Boltzmann et des données disponibles. M. Duan rend compte des progrès effectués concernant la redéfinition à venir du kelvin et évoque les données soumises pour l'ajustement spécial de 2017 de CODATA. Les critères fixés dans la Recommandation du CCT de 2014 « Sur une nouvelle définition du kelvin », à savoir que l'incertitude-type relative de la valeur ajustée de  $k$  soit inférieure à  $1 \times 10^{-6}$  et que la détermination de  $k$  soit fondée sur au moins deux méthodes fondamentalement distinctes qui permettent d'obtenir, chacune, au moins un résultat présentant une incertitude-type relative inférieure à  $3 \times 10^{-6}$ , sont remplis. La mise en pratique de la définition du kelvin a été soumise au CCU et ses annexes, en cours de rédaction, devraient être achevées en décembre 2017. Le CCT a élaboré la Recommandation T 1 (2017) « Pour une nouvelle définition du kelvin en 2018 » qui recommande au CIPM de finaliser les redéfinitions des unités en convenant de fixer les valeurs des constantes physiques fondamentales à partir desquelles une valeur numérique fixée de la constante de Boltzmann comportant huit chiffres sera adoptée pour la redéfinition du kelvin, et aux laboratoires nationaux de métrologie des États Membres de tirer pleinement parti des possibilités qu'offrent la redéfinition du kelvin et la mise en pratique de la définition du kelvin concernant la réalisation et la dissémination de la température thermodynamique.

M. Duan observe qu'à court terme, la redéfinition du kelvin permettra, entre autres, de disposer d'une définition indépendante de tout matériau, sans point fixe ou méthode de mesure privilégié. Par ailleurs, il n'y aura pas de propagation d'erreur depuis le point triple de l'eau ; les mesures thermodynamiques et l'EIT-90 coexisteront. Sur le long terme, les améliorations apportées aux mesures thermodynamiques primaires pourraient remplacer l'EIT-90. Il a été mis fin au Groupe de travail du CCT sur le SI et au Sous-groupe de travail pour la réalisation du kelvin, ces derniers ayant accompli les tâches qui leur avaient été confiées.

Le Sous-groupe de travail sur les cellules scellées à point de congélation des métaux a rempli sa mission et a cessé ses activités. Un nouveau Sous-groupe de travail sur les technologies émergentes a été créé : il fait partie du Groupe de travail du CCT sur la thermométrie par contact qui aura six domaines d'action. Dans le domaine de la thermométrie primaire, ce groupe de travail se concentrera sur la thermométrie opto-mécanique, sur la thermométrie optique, sur la thermométrie fondée sur la nanoélectronique et sur la conductance quantique. Concernant la thermométrie traçable à l'EIT-90, il se concentrera sur les résonateurs de la thermométrie

optique et sur la thermométrie photonique. Le Sous-groupe de travail sur les technologies émergentes a pour responsabilité d'étudier les nouvelles technologies qui pourraient être utilisées par l'ensemble de la communauté de la thermométrie dans le cadre des futures réalisations primaires du kelvin.

M. Duan conclut son rapport en indiquant que le CCT a lancé une révision de sa stratégie et recommande que le Sous-groupe de travail sur l'environnement devienne un groupe de travail, en reconnaissance de sa collaboration croissante avec l'Organisation météorologique mondiale (OMM) : en 2019, une conférence commune aux communautés de la thermométrie et de la météorologie sera organisée et aura pour thème la surveillance de la température. Le président remercie M. Duan pour son rapport.

## 14. RAPPORTS DU DÉPARTEMENT DU TEMPS DU BIPM, DU CCTF ET DU CCL

### Département du temps du BIPM

Mme Arias présente les activités du Département du temps du BIPM depuis octobre 2016. Une activité majeure du département a été d'améliorer l'incertitude de  $[UTC - UTC(k)]$ , ce qui a été réalisé en améliorant l'incertitude statistique des comparaisons d'horloges, en approfondissant les connaissances des étalonnages par un programme avec les organisations régionales de métrologie, et en perfectionnant les algorithmes.

Mme Arias décrit les progrès effectués pour les sept projets de la métrologie du temps contenus dans le programme de travail du BIPM pour les années 2016 à 2019. Le Département du temps a accueilli trois visiteurs et détachés depuis la dernière réunion du CIPM : Demetrios Matsakis (USNO, États-Unis d'Amérique) a travaillé sur les algorithmes en novembre 2016 ; Liang Kun (NIM, Chine) travaille sur les techniques de comparaisons d'horloges à l'aide de BeiDou, décrites ci-dessous, dans le cadre d'un protocole d'accord entre le BIPM et le NIM, il sera au BIPM de février 2017 à février 2018 ; et Julia Leute (précédemment à la PTB, Allemagne) travaille en tant que post-doctorante sur les techniques avancées de comparaison de temps, elle sera au BIPM d'août 2017 à août 2019.

Mme Arias décrit les premières expériences de comparaison de temps à l'aide des satellites BeiDou sur de multiples distances. Ces expériences pilotes sont effectuées dans le cadre d'un accord de coopération entre le BIPM et le NIM (Chine) afin de valider l'intégration des comparaisons de temps à l'aide de BeiDou dans le calcul régulier de l'UTC. Les comparaisons de temps ont impliqué le BIPM et des laboratoires bien répartis dans toutes les régions (LNE-SYRTE, CNES, PTB, NIST, VNIIFTRI, TL et NIM). L'étalonnage absolu d'un récepteur BeiDou sera réalisé au CNES dans le cadre d'un accord déjà conclu avec le BIPM ; c'est la première fois que cette chaîne d'étalonnage a un impact sur la communauté du temps. Le savoir acquis lors des expériences pilotes sera utilisé pour développer des aptitudes d'étalonnage au BIPM et au NIM. Ce travail est également une première étape importante dans la mise en œuvre de comparaisons de temps multi-systèmes pour le calcul de l'UTC. Une comparaison GPS-BeiDou de 30 jours sur la distance BIPM-NIM a permis de montrer que les différences de temps obtenues avec BeiDou sont cohérentes avec celles du GPS.

Le département a continué à travailler sur les comparaisons bidirectionnelles de temps et de fréquences par satellite afin d'améliorer l'incertitude des comparaisons d'horloges : c'est une technique très stable et exacte mais elle pose un problème du fait de la présence de bruit diurne. Il est possible de réduire le bruit diurne dans les comparaisons de temps en utilisant des récepteurs de système de radiocommunication défini par logiciel (SDR) dans les stations. Une étude pilote a été lancée en 2016 pour tester la technique SDR, avec la participation des laboratoires suivants : TL, NICT, KRISS, NTSC, NIM, PTB, LNE-SYRTE, VNIIFTRI, INRIM, METAS, AOS, RISE et NIST. Elle a permis de démontrer que les systèmes SDR réduisent le bruit des comparaisons de temps de manière significative sur de courtes distances mais dans une moindre mesure sur de longues distances. La plupart des stations de comparaisons bidirectionnelles par satellite ont mis en œuvre cette technique et la prochaine étape est de mettre en place les systèmes SDR dans les comparaisons de temps

contribuant au calcul de l'UTC. Des travaux supplémentaires sur cette technique seront effectués en coopération avec le LNE-SYRTE.

L'amélioration de l'incertitude de  $[UTC - UTC(k)]$  nécessitera de changer l'algorithme sous-jacent. Les valeurs actuelles d'uA et d'uB, telles que publiées dans la *Circulaire T*, dépendent fortement des incertitudes des liaisons horaires. Toutes les liaisons horaires connectent chaque laboratoire participant au calcul de l'UTC à la PTB et l'incertitude de la PTB est sous-estimée. Aucune corrélation n'est prise en considération dans l'algorithme actuel de propagation de l'incertitude. Un nouvel algorithme a été développé pour le calcul des incertitudes de  $[UTC - UTC(k)]$  afin de prendre correctement en considération les corrélations dans la propagation de l'incertitude. L'algorithme, validé par le CCTF en juin 2017, devrait être appliqué en novembre 2017. Le nouvel algorithme apportera deux changements majeurs : le pivot des liaisons horaires GNSS sera une échelle de temps auxiliaire et non plus la PTB, et les corrélations seront ajoutées.

Mme Arias présente les progrès réalisés concernant les étalonnages des équipements GNSS afin d'améliorer l'exactitude de  $[UTC - UTC(k)]$  en mettant en œuvre des campagnes d'étalonnage régulières visant à réduire l'incertitude des liaisons horaires de 5 ns à 1,5-2,5 ns. Ces campagnes, établies en 2014, impliquent les laboratoires dénommés G1 des organisations régionales de métrologie qui fournissent des étalonnages au sein de leur région. Le BIPM a étalonné, dès la première campagne, les équipements de tous les laboratoires G1 et la seconde campagne d'étalonnage est désormais en cours puisqu'il avait été convenu de répéter les étalonnages tous les deux ans. Ce système fonctionne bien.

Mme Arias rend compte des services réguliers fournis par le Département du temps. Concernant l'UTC, on compte désormais 80 participants à la *Circulaire T* mensuelle et 59 participants à la comparaison clé CCTF-K001.UTC. La différence est due aux laboratoires qui n'ont pas signé le CIPM MRA et ne peuvent donc pas participer à la comparaison clé. Il est attendu qu'au moins 90 laboratoires participent au calcul de l'UTC en 2018. L'UTC rapide (UTC<sub>r</sub>) comptait 52 participants en octobre 2017. L'algorithme utilisé pour calculer l'UTC<sub>r</sub> a été amélioré au milieu de 2017 en corrigeant dans le modèle de pondération des horloges une incohérence entre l'UTC<sub>r</sub> et l'UTC. L'UTC<sub>r</sub> fonctionne bien et reproduit l'UTC avec une incertitude à mieux que 3 ns environ.

Le Département du temps participe au programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances en organisant une formation sur la participation efficace au calcul de l'UTC intitulée « Effective participation in UTC » qui devrait se tenir en février 2018. Quinze laboratoires y participeront et la formation sera ouverte aux présidents des comités techniques des organisations régionales de métrologie dans le domaine du temps et des fréquences. Cette formation sera financée par METAS et fera intervenir des orateurs du METAS et de la PTB, ainsi que des développeurs d'équipements GNSS ; l'objectif est le transfert de connaissances sur la façon de travailler efficacement avec des récepteurs et des équipements au cours d'une campagne d'étalonnage.

Mme Arias évoque la célébration du 50<sup>e</sup> anniversaire de l'adoption de la définition atomique de la seconde par la CGPM à sa 13<sup>e</sup> réunion, le 13 octobre 1967. Le CCTF a célébré cet événement en invitant M. Dennis McCarthy (USNO, UAI) à faire une présentation lors de la réunion du CCTF en juin 2017. Par ailleurs, la *Journée scientifique* « *La seconde atomique a cinquante ans* » s'est tenue à l'Observatoire de Paris le 13 octobre 2017. Mme Arias et M. Petit étaient co-organisateurs de cet événement, ainsi que conférenciers.

Mme Arias conclut son rapport en évoquant l'effectif du Département du temps et en annonçant qu'elle part à la retraite le 30 novembre 2017. M. Jiang partira à la retraite au milieu de 2018 et M. Robertsson à la fin de 2018. Du fait de ces départs, le BIPM pourrait ne plus avoir de savoir-faire dans le domaine des comparaisons bidirectionnelles de temps et de fréquence par satellite et dans le domaine de la métrologie optique. Après le départ à la retraite de M. Lewandowski en 2014, les travaux de recherche sur GLONASS avaient déjà été interrompus. Mme Arias avertit le CIPM qu'il est nécessaire de remédier à cette perte de savoir-faire afin de maintenir la présence du BIPM dans des domaines clés, tels que la redéfinition de la seconde, et afin de trouver une solution à l'accroissement potentiel de la charge de travail des physiciens actuels. Le président remercie Mme Arias pour son rapport et ouvre la discussion.

Des éclaircissements sont demandés au sujet du statut actuel des comparaisons de gravimétrie et, en particulier, de l'implication du BIPM suite à la décision du CIPM de mettre fin à cette activité. Mme Arias indique que le BIPM fournit toujours un soutien dans le domaine de la gravimétrie. Le BIPM est consulté lorsque des protocoles techniques de comparaisons de gravimétrie sont préparés et il lui a été demandé d'auditer les équipements des participants à ces comparaisons. Il est noté que ce soutien pourrait ne plus être apporté après le départ à la retraite de M. Jiang. Il est demandé à Mme Arias de donner des précisions sur la façon dont le BIPM peut garantir qu'il maintient sa présence dans le travail de redéfinition de la seconde. Mme Arias observe que le BIPM participe principalement à ce travail par les comparaisons de temps et de fréquences qu'il effectue. Les laboratoires nationaux de métrologie ont réalisé un excellent travail en développant des étalons optiques et le BIPM doit maintenir son implication en comparant ces étalons. Le BIPM doit s'assurer qu'il ne perd pas son savoir-faire, mais le fait évoluer, dans le domaine des comparaisons par fibre optique et qu'il développe d'autres méthodes. Le département a travaillé en étroite coopération avec le Groupe de travail du CCTF sur la coordination de la mise au point de techniques avancées de comparaison de temps et de fréquences afin de garantir qu'il poursuit son implication, en particulier lorsque la géodésie et la métrologie optique sont concernées. Le directeur rappelle qu'un certain nombre de recrutements vont être effectués, parmi lesquels un nouveau directeur pour le Département du temps et un nouveau physicien en 2018. Il note que la vacance pour le poste de physicien pourra intégrer la nécessité de disposer d'un savoir-faire dans le domaine des étalons de fréquence optiques.

### **Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF)**

M. Énard présente la structure du CCTF et indique que 48 représentants des laboratoires membres, ainsi que quatre représentants des observateurs officiels et quatre représentants d'organismes de liaison, ont assisté à la 21<sup>e</sup> réunion du CCTF, organisée les 8 et 9 juin 2017. Les laboratoires nationaux ont présenté les avancées de leurs travaux lors de cette réunion : des fontaines à césium et à césium et rubidium sont en cours de développement, l'objectif étant d'améliorer davantage leurs incertitudes, et quatre fontaines à césium fonctionnent de manière presque continue. Des avancées significatives concernant les horloges optiques sont à noter, les réseaux Yb et Sr et les ions individuels Yb<sup>+</sup> et Sr<sup>+</sup> étant les plus étudiés, les ions Hg<sup>+</sup> et Al<sup>+</sup> offrant actuellement la meilleure exactitude. Les laboratoires nationaux de métrologie ont observé que certaines liaisons par fibre optique (Europe et Asie) sont opérationnelles pour les comparaisons de temps et de fréquences alors que d'autres sont en développement. La PTB travaille sur une horloge optique transportable.

Le Groupe de travail du CCTF sur les étalons primaires et secondaires de fréquence a indiqué lors de sa réunion que 11 étalons primaires de fréquence (Cs) et une représentation secondaire de la seconde (Rb) participaient régulièrement au calcul du TAI et qu'une représentation secondaire de la seconde (<sup>87</sup>Sr du LNE-SYRTE) a été acceptée pour publication dans la *Circulaire T*. Le Groupe de travail commun au CCL et au CCTF sur les étalons de fréquence s'est réuni et a approuvé trois nouveaux logiciels pour traiter les résultats de mesures de fréquence transmis au Groupe de travail. Il a également rendu compte des résultats de l'évaluation des fréquences recommandées et des incertitudes associées de 14 transitions qui sont comparées au <sup>133</sup>Cs. Six n'ont pas eu besoin d'être mises à jour et huit l'ont été. La transition de <sup>199</sup>Hg a été recommandée comme nouvelle représentation secondaire de la seconde. M. Énard annonce que précédemment, la liste des fréquences recommandées comme représentations secondaires de la seconde était soumise au CIPM pour approbation. Il est proposé à l'avenir que les nouvelles fréquences, analysées par le Groupe de travail commun au CCL et au CCTF puis acceptées par le CCTF et par le CCL, soient approuvées par ces Comités consultatifs puis simplement présentées au CIPM pour information. Cela permettrait au CCTF et au CCL de modifier la liste sans avoir à attendre l'approbation du CIPM, les fréquences ayant été analysées par les spécialistes des Comités consultatifs concernés. Mme Arias ajoute qu'un article sur la manière d'établir la liste de fréquences a été soumis à *Metrologia*.

Le Groupe de travail du CCTF sur le TAI a rédigé une recommandation qui donne une définition formelle du TAI et de l'UTC. Il est requis que ces définitions soient présentées pour approbation à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion dans un projet de résolution. Il est en effet nécessaire de disposer de définitions officielles du TAI et de l'UTC approuvées par la CGPM : cela permettra de clarifier le rôle du système métrologique international dans la définition de l'échelle de temps de référence et apportera une contribution à la Conférence mondiale des radiocommunications de 2023 (CMR-23) de l'Union internationale des télécommunications (UIT).

Le Groupe de travail du CCTF sur les comparaisons bidirectionnelles de temps et de fréquences sur satellite a discuté des points suivants : les études sur l'instabilité à long terme des liaisons horaires UTC ; l'amélioration de l'incertitude statistique à l'aide de récepteurs de système de radiocommunication défini par logiciel (SDR) pour les comparaisons bidirectionnelles sur satellite (variation diurne quotidienne) et l'amélioration des liaisons UTC ; et des mesures bidirectionnelles utilisant la phase des porteuses. Le Groupe de travail a discuté du développement de modems numériques pour les mesures bidirectionnelles utilisant du code pseudo-aléatoire et la phase des porteuses, ainsi que des campagnes d'étalonnage des stations terrestres de comparaisons bidirectionnelles et d'une mise à jour des directives.

Le Groupe de travail du CCTF sur les comparaisons de temps à l'aide de systèmes GNSS a validé une nouvelle version des directives du BIPM pour l'étalonnage des systèmes GNSS et a développé un nouveau format de transfert des données des satellites GPS, Galileo, BeiDou et GLONASS. Des études visant à améliorer l'incertitude associée à la technique de positionnement précis avec résolution des ambiguïtés en valeurs entières (IPPP) sont en cours. Le Groupe de travail du CCTF sur la coordination de la mise au point de techniques avancées de comparaison de temps et de fréquences a discuté du développement d'une horloge optique transportable à la PTB et des progrès du projet Atomic Clock Ensemble in Space (ACES). Le point a été fait sur le développement des liaisons par fibre optique ; de nouvelles techniques sont requises afin de pouvoir comparer des horloges entre continents.

Le Groupe de travail du CCTF sur le CIPM MRA a élaboré deux nouvelles directives sur la participation des laboratoires au calcul de l'UTC et sur les critères du CCTF pour établir la traçabilité dans le domaine du temps et des fréquences (« Contribution of time laboratories to UTC » et « CCTF criteria for obtaining traceability in time and frequency »), ainsi qu'un nouveau guide concernant les annexes B et C du CIPM MRA (« Time and Frequency Supplementary Guide for Appendix B and C of CIPM MRA »). Le Groupe de travail du CCTF sur la stratégie a mis à jour la stratégie du CCTF, ainsi que la feuille de route concernant la redéfinition de la seconde.

M. Érard présente quatre recommandations du CCTF pour information. La Recommandation CCTF 3 (2017) sur la définition des échelles de temps devrait être soumise à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion sous la forme d'un projet de résolution, ce qui fera l'objet d'une discussion lors du point 20 de l'ordre du jour.

M. Érard termine son rapport en notant que Mme Arias part à la retraite et que Mme Tavella prendra la direction du Département du temps en novembre 2017. Le président remercie M. Érard pour son rapport et demande s'il y a des questions ou commentaires.

Concernant la prolifération des horloges atomiques sur puce, la question de savoir qui est responsable d'établir leur traçabilité est soulevée. C'est une question importante car ces horloges sont de plus en plus utilisées dans l'industrie et le commerce. Il est suggéré au CCTF de discuter de ce thème au cours d'une future réunion.

### **Comité consultatif des longueurs (CCL)**

M. Castelazo indique qu'il n'y a pas eu de réunion du CCL depuis la dernière session du CIPM. Néanmoins, le Groupe de travail commun au CCL et au CCTF sur les étalons de fréquence s'est réuni les 3 et 4 mai, ainsi que le 6 juin 2017, et le Groupe de travail du CCL sur le CIPM MRA se réunira en Finlande les 19 et 20 octobre 2017. M. Castelazo rappelle la structure du CCL et note que le Comité compte 1 608 CMCs enregistrées dans la KCDB. Il indique par ailleurs que lors de la prochaine série de comparaisons, les cales de petites et grandes dimensions seront combinées en une unique comparaison.

Le Groupe de travail du CCL sur la nanométrie dimensionnelle a rédigé le document « Realization of the SI metre using silicon lattice and TEM for dimensional nanometrology » (réalisation du mètre du SI à l'aide de réseaux de silicium et de la microscopie électronique à transmission pour la nanométrie dimensionnelle). La raison pour laquelle ce document a été produit est que la réalisation du mètre du SI à l'aide de réseaux de silicium pourrait être plus exacte et plus facile pour la nanométrie dimensionnelle que celle fondée sur l'utilisation de sous-division de franges optiques. Le document donne des directives afin que la microscopie électronique à transmission et la valeur de référence de la constante de réseau du silicium brut soient utilisées comme une voie de traçabilité au mètre du SI pour les applications en nanométrie dimensionnelle. Deux autres documents sont actuellement en préparation ; ils constituent des propositions supplémentaires de réalisation du mètre qui répondent mieux aux besoins de la communauté de la nanométrie.

M. Castelazo indique que la disponibilité de lasers stables à gaz fait l'objet de préoccupations. Dans l'industrie, la majorité des lasers utilisés pour la métrologie dimensionnelle sont des lasers à hélium-néon (He-Ne) : leur traçabilité est assurée par le biais de lasers asservis à l'aide d'une cellule d'iode, généralement à 633 nm. Des discussions au sein du Groupe de discussion 11 (lasers) du CCL et lors d'une récente réunion du CCL ont mis en lumière le manque croissant de tubes He-Ne spécialisés (utilisés pour les lasers He-Ne asservis à l'aide d'une cellule d'iode) et de nouvelles cellules d'iode. La demande de l'industrie afin d'obtenir une meilleure exactitude et des mesures sur de plus grandes longueurs, ainsi que le besoin de chaînes d'étalonnage plus courtes, pourraient nécessiter de développer de nouveaux lasers à diode asservis pour une réalisation sur site du mètre mais à des puissances disponibles pour de l'interférométrie à multiples chemins/à très longue base. La question sera traitée lors de la prochaine réunion du CCL.

M. Castelazo conclut en observant que le CCL réexamine la Recommandation 1 du CIPM (CI-1983) afin de déterminer s'il est nécessaire de l'amender pour préciser clairement que le mètre peut être réalisé de deux manières différentes (temps de vol et interférométrie) mais avec une représentation secondaire du mètre telle que le paramètre de réseau du silicium. Le président du CIPM remercie M. Castelazo pour son rapport et demande s'il y a des questions ou commentaires.

Des éclaircissements sont demandés quant au statut de la révision de la stratégie du CCL, dont la dernière version disponible sur le site du BIPM date de 2015. M. Castelazo répond que la stratégie sera discutée lors de la prochaine réunion du CCL en juin 2018. M. Robertsson ajoute qu'une version abrégée de la stratégie a été produite en 2016.

## 15. **RAPPORTS DU DÉPARTEMENT DE LA MÉTROLOGIE EN PHYSIQUE, DU CCEM, DU CCM ET DU CCPR**

### **Département de la métrologie en physique du BIPM**

M. Stock présente les changements de personnel de son département depuis la dernière réunion du CIPM. Un nouveau physicien sera recruté pour l'équipe de la métrologie des impédances afin de remplacer M. Fletcher qui a démissionné le 31 août 2017. Un second recrutement sera effectué afin d'embaucher une personne qui travaillera sur l'ensemble d'étalons de masse de référence et contribuera aux étalonnages de masse, suite au transfert de M. Idrees au Département de la chimie et au congé-maladie de longue durée d'un membre du personnel. Deux détachés travaillent actuellement dans le département : Norihiko Sakamoto du NMIJ (Japon), du 1<sup>er</sup> octobre 2017 au 30 septembre 2018, dans le domaine de la mesure des impédances et Mun-Seog Kim du KRISS (République de Corée), du 1<sup>er</sup> octobre 2017 au 30 septembre 2018, dans le domaine de la tension.

Concernant le programme de comparaisons dans le domaine de l'électricité, les comparaisons suivantes ont été réalisées depuis la dernière réunion du CIPM : une comparaison sur site d'étalons de résistances de Hall quantifiées (BIPM.EM-K12) avec le CMI (République tchèque), une comparaison bilatérale d'étalons de tension à diode de Zener (BIPM.EM-K11) avec le NMISA (Afrique du Sud) et une comparaison bilatérale de résistance (BIPM.EM-K13) avec le NMISA. Par ailleurs, la comparaison de capacité organisée au sein du CCEM (CCEM-K4), dont le BIPM est le laboratoire pilote, est en cours avec les participants suivants : METAS (Suisse), NIM (Chine), NIST (États-Unis d'Amérique), NMIA (Australie), NPL (Royaume-Uni), PTB (Allemagne) et VNIIM (Russie). C'est la première fois qu'une comparaison du CCEM est organisée selon un « schéma en étoile ». Ce schéma permet de réaliser la comparaison beaucoup plus rapidement et s'avère plus robuste vis-à-vis d'éventuels problèmes de transport : dans l'hypothèse où un défaut surviendrait avec l'un des étalons, un seul participant y serait confronté et non l'ensemble des participants. Le projet A de rapport devrait être prêt à la fin de 2017. D'autres comparaisons sur site d'étalons de résistances de Hall quantifiées (BIPM.EM-K12) sont prévues pour 2018 avec le CNRC (Canada) et le NMIJ (Japon). Dix autres laboratoires nationaux de métrologie ont exprimé leur souhait de participer à cette comparaison clé.

Le BIPM est à la fois membre du groupe de soutien et participant à la comparaison clé d'étalons de tension à diode de Zener (GULFMET.BIPM.EM-K11) ; son coordinateur, Steven Yang du SCL (Hong-Kong, Chine), a suivi une formation de deux mois au BIPM lors d'un détachement. Le département participe à ce projet dans le cadre du programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances. Une comparaison pilote des systèmes à effet Josephson en courant alternatif a été réalisée avec la PTB ; l'étalon de tension à effet Josephson programmable de 18 GHz du BIPM est fondé sur la technologie du NIST. Les résultats sont encourageants, avec une incertitude inférieure à 1 ppm. L'incertitude est limitée par la source de tensions alternatives, c'est pourquoi il est nécessaire de développer un générateur dédié de signaux de tensions alternatives afin d'atteindre de plus faibles incertitudes. Des problèmes d'interférences et de boucles de masse sont survenus et doivent être étudiés. M. Stock présente l'évolution du nombre d'étalonnages de tension, de résistance et de capacité de 2000 à 2016.

La fabrication de prototypes de 1 kg pour les États Membres se poursuit. Depuis la dernière réunion du CIPM, le prototype n° 110 a été livré au NIM (Chine) en décembre 2016 et le n° 111 au KRISS (République de Corée) en juillet 2017 ; le n° 107, qui demeure toujours au BIPM, a de nouveau été étalonné pour le NPSL (Pakistan). Le prototype n° 112 est en cours de fabrication mais n'a pas encore été attribué : ainsi, il pourra être rapidement livré lors de la prochaine commande. Depuis la dernière réunion du CIPM, trois prototypes en platine iridiée pour le KRISS, l'UME (Turquie) et le NPSL, ainsi que trois prototypes en acier inoxydable pour le LATU (Uruguay), le KIM-LIPI (Indonésie) et l'EIM (Grèce), ont été étalonnés. Le BIPM participe à la comparaison clé d'étalons de masse de 1 kg en acier inoxydable organisée par l'EURAMET (EURAMET.M.M-K4) afin de relier cette comparaison à la comparaison du CCM précédemment organisée par le BIPM.

M. Stock fait le point sur l'étude pilote du CCM concernant une comparaison des futures réalisations du kilogramme dont l'objectif est de tester l'uniformité des réalisations indépendantes du kilogramme, ainsi que la continuité de la mise en pratique de la nouvelle définition avec la définition actuelle fondée sur la masse du prototype international du kilogramme. Les mesures ont été achevées en novembre 2016 et le projet de rapport A a été publié en décembre 2016. Le rapport final a été publié en juin 2017 et un article a été soumis à *Metrologia* pour le numéro spécial consacré à la redéfinition du kilogramme. La comparaison des résultats des pesées d'étalons de masse de 1 kg qui ont été réalisés au LNE (France), au NIST (États-Unis d'Amérique), au NMIJ (Japon), au CNRC (Canada) et à la PTB (Allemagne) à l'aide des expériences qui serviront à réaliser le kilogramme une fois redéfini, ont donné de bons résultats, quatre résultats présentant un accord dans les limites de l'incertitude-type et un résultat présentant un accord avec l'incertitude étendue décrite à la section 10. La moyenne pondérée des cinq résultats a une incertitude de seulement 10 µg, en accord avec l'étalonnage réalisé au BIPM à l'aide du prototype international du kilogramme.

De nouvelles déterminations de la constante de Planck, publiées en 2017 et disponibles pour l'ajustement spécial des constantes fondamentales de CODATA de 2017, ont présenté des écarts allant jusqu'à  $7 \times 10^{-8}$  qui ont été traités, tel que décrit à la section 10, en appliquant aux incertitudes un facteur d'élargissement de 1,7. Le CCM a discuté des données préliminaires et a approuvé la Recommandation G 1 (2017) du CCM qui définit comment procéder à la dissémination cohérente du kilogramme à l'aide de la valeur de consensus.

M. Stock présente un schéma des différentes voies de traçabilité possibles (balances de Kibble et sphères en silicium) pour le kilogramme après sa redéfinition. M. Stock note que les laboratoires nationaux de métrologie qui ne disposent pas d'une méthode de réalisation primaire pourront toujours faire effectuer des étalonnages au BIPM ou dans un laboratoire national de métrologie qui dispose d'une méthode primaire. L'ensemble d'étalons de masse de référence, opérationnel depuis le début de 2017, sera un élément central du nouveau schéma de dissémination : il constituera la référence de futures comparaisons clés des réalisations primaires du kilogramme et permettra de relier des comparaisons bilatérales à des comparaisons plus importantes du CCM. Un article décrivant les futures procédures de conservation et de dissémination du kilogramme après sa redéfinition a été publié dans le numéro spécial de *Metrologia* consacré à la redéfinition du kilogramme<sup>5</sup>.

M. Stock termine son rapport en présentant l'état d'avancement de la balance de Kibble. Depuis la dernière réunion du CIPM, une nouvelle installation mécanique a été mise en place, offrant une suspension plus stable avec des supports d'ajustement supplémentaires qui facilitent l'alignement de la bobine. Le nouveau système plus rigide de chargement et d'échange de masses permet désormais d'utiliser des étalons de masse de 1 kg, plutôt que des étalons de 100 g. L'alignement a été amélioré et le bruit lors de la mesure des forces a été réduit. Deux étalons de tension à effet Josephson programmables ont été achevés et la balance de Kibble est désormais pleinement opérationnelle dans l'air et dans le vide. Deux articles décrivant certains aspects importants de ce travail ont été soumis à *Metrologia* (« Coil-current effect in Kibble balances: analysis, measurement, and optimization »<sup>6</sup> et « Self-attraction mapping and an update on local gravitational acceleration measurement in BIPM Kibble balance »<sup>7</sup>). Le premier inclut les facteurs de correction importants qui pourraient être utilisés pour d'autres balances de Kibble. La répétabilité quotidienne des mesures permet d'obtenir une incertitude de quelques  $10^{-7}$  et une incertitude d'environ  $1 \times 10^{-7}$  est espérée d'ici la fin de 2017. L'incertitude-cible est d'environ  $3 \times 10^{-8}$  d'ici la fin de 2019. Le président remercie M. Stock pour son rapport et demande s'il y a des questions.

Il est demandé à M. Stock pourquoi les résultats de la balance de Kibble du BIPM n'ont pas été publiés avant la date limite de CODATA du 1<sup>er</sup> juillet 2017 étant donné qu'une incertitude de  $1 \times 10^{-7}$  est espérée d'ici la fin de 2017. M. Stock répond que le BIPM ne disposait pas d'un bilan d'incertitude complet avant la date limite et ne voulait pas publier de valeur avant d'être totalement sûr de pouvoir l'atteindre. Il est suggéré de publier un article afin de promouvoir les efforts considérables fournis par le BIPM pour faire connaître les redéfinitions au public le plus large possible. M. Stock indique que le travail du BIPM est bien promu et le directeur rappelle qu'un chargé de communication a été recruté pour diffuser ce type de message auprès du plus grand nombre de personnes.

Mme Arias, M. Judge, Mme Panfilo, Mme Picard et M. Robertsson quittent la réunion et Mme Guliyeva la rejoint.

### Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM)

M. Rietveld rappelle que le CCEM a tenu sa 30<sup>e</sup> réunion en mars 2017. Lors de cette réunion, une session d'une demi-journée a été consacrée à la révision du SI au cours de laquelle le Groupe de travail du CCEM sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du prototype international du kilogramme a rendu compte des progrès des différentes expériences de la balance de Kibble et le Groupe de travail du CCEM sur

<sup>5</sup> Stock M., Davidson S., Fang H., Milton M., de Mirandés E., Richard P., Sutton C., Maintaining and disseminating the kilogram following its redefinition, *Metrologia*, 2017, 54, S99-S107.

<sup>6</sup> Li S., Bielsa F., Stock M., Kiss A., Fang H., Coil-current effect in Kibble balances: analysis, measurement, and optimization, *Metrologia*, 2018, 55(1).

<sup>7</sup> Li S., Bielsa F., Kiss A., Fang H., Self-attraction mapping and an update on local gravitational acceleration measurement in BIPM Kibble balance, *Metrologia*, 2017, 54(4) 445.

les projets de modifications au SI a présenté au CCEM l'avancement de ses travaux. M. Rietveld note que la version finale de la mise en pratique des unités électriques et celle des directives du CCEM sur la mise en œuvre du SI révisé sont presque achevées. Le Task Group on Fundamental Constants (TGFC) de CODATA a donné un rapport sur l'ajustement spécial programmé après la date limite du 1<sup>er</sup> juillet 2017 et M. Ullrich a présenté au CCEM un rapport sur les activités du CCU concernant la préparation des redéfinitions planifiées. Le CCEM a eu une discussion sur l'unité « var », une proposition ayant été transmise au CCU afin d'ajouter l'unité « var » dans une annotation de la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*. Aucune recommandation formelle sur le SI révisé n'a été faite mais le CCEM considère sa Recommandation E 1 (2007) comme toujours valable. Le CCEM a également organisé un atelier d'une demi-journée sur les futurs défis de la métrologie électrique et M. Rietveld évoque les sujets dont il a été question.

M. Rietveld présente les grandes lignes des directives du CCEM concernant la mise en œuvre du SI révisé. Une fois le SI révisé mis en œuvre, il y aura un saut d'amplitude pour les valeurs des mesurandes dans le domaine de la métrologie électrique. Les directives mentionnent ainsi un petit changement discontinu le jour de la mise en œuvre du SI révisé. Ces directives donnent des orientations à la communauté de l'électricité concernant deux questions : que faut-il faire pour se préparer au SI révisé et que faudra-t-il faire le jour de sa mise en œuvre (20 mai 2019) ou immédiatement après. M. Rietveld demande au CIPM à quelle date rendre publiques la nouvelle mise en pratique des unités électriques et les directives.

M. Rietveld évoque la comparaison CCEM-K4 mentionnée par M. Stock à la section 15 et félicite le Département de la métrologie en physique pour son travail lors du pilotage de cette comparaison, en particulier en ce qui concerne l'utilisation du schéma en étoile, ce qui améliorera considérablement l'efficacité de cette comparaison. Il souligne le travail entrepris par les laboratoires d'électricité du BIPM, en mettant en avant la valeur ajoutée considérable que le BIPM apporte à la communauté internationale de l'électricité et du magnétisme lors des comparaisons sur site d'étalons quantiques.

La réunion du Groupe de travail du CCEM sur la coordination des organisations régionales de métrologie a porté principalement sur l'examen du CIPM MRA et a permis de discuter, entre autres, de l'évaluation de l'approche fondée sur le risque, actuellement utilisée, lors de l'examen interrégional des CMCs. La révision des catégories 8 et 9 de CMCs a fait l'objet d'une discussion. Il a été convenu, pour le domaine de l'électricité et du magnétisme, que le nombre de catégories ne devait pas être réduit car cela générerait plus de travail que nécessaire. Les Groupes de travail du CCEM pour les grandeurs aux basses fréquences et pour les grandeurs aux radiofréquences ont discuté du plan stratégique des comparaisons clés : le plan stratégique concernant les comparaisons clés dans le domaine de l'électricité est achevé mais il est reconnu qu'un travail supplémentaire pourrait être requis au niveau des organisations régionales de métrologie. Le CCEM a examiné et mis à jour sa stratégie : une synthèse est disponible sur le site internet du BIPM et une version plus complète sera publiée dans un avenir proche. Le président remercie M. Rietveld pour son rapport.

### **Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM)**

M. Richard observe qu'il a présenté la majeure partie de son rapport au point 10 de l'ordre du jour. Il remercie Mme Fang, M. Stock et Mme de Mirandés pour leur soutien au cours de l'année passée.

Au cours de sa 16<sup>e</sup> réunion en mai 2017, le CCM a examiné les progrès réalisés par rapport aux exigences de la Recommandation G 1 (2013) et a approuvé la Recommandation G 1 (2017) ; il a également approuvé les résultats finaux de l'étude pilote sur une comparaison des futures réalisations du kilogramme et a noté que l'ensemble d'étalons de masse de référence du BIPM était opérationnel. M. Richard indique qu'un numéro spécial de *Metrologia* sur la réalisation, la conservation et la dissémination du kilogramme a été publié. Il souligne qu'une grande partie des articles de ce numéro sont des références importantes concernant la mise en pratique de la définition du kilogramme, dont la version presque finale a été approuvée par le CCM. Le CCM a approuvé la déclaration destinée à informer les parties prenantes au sujet de la révision du SI et des

conséquences pour la communauté des masses. La stratégie du CCM a été mise à jour et sera publiée en octobre 2017. La prochaine session du CCM est prévue en mai 2019.

M. Richard conclut son rapport en indiquant que la traçabilité à une valeur commune, appelée valeur de consensus, assurera l'uniformité de la future définition du kilogramme et ajoute qu'en effectuant la dissémination du kilogramme à l'aide de cette valeur de consensus, le CCM est prêt pour la redéfinition en 2018. Il note que, conformément aux réponses données à la récente enquête du CCU, un nombre suffisant de réalisations primaires seront disponibles après la redéfinition et que certains laboratoires nationaux de métrologie développent des appareils moins onéreux et plus faciles à manier pour réaliser le kilogramme. Enfin, il suggère d'harmoniser l'ensemble des mises en pratique développées par les Comités consultatifs, à l'aide d'une mise en page et d'une feuille de style communes.

Le président du CIPM remercie M. Richard et demande s'il y a des questions ou commentaires. Le directeur soutient la suggestion d'harmoniser la présentation des mises en pratique et propose de prendre une décision formelle à ce sujet. Cette proposition est approuvée par le CIPM.

**Décision CIPM/106-15** Le CIPM décide que les mises en pratique préparées par les Comités consultatifs pour chacune des unités de base du SI devront être présentées dans un format commun qui sera défini par l'équipe de rédaction du BIPM.

### Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR)

Mme Rastello, qui a pris les fonctions de présidente du CCPR en janvier 2017, commence par remercier Mme Viallon, secrétaire exécutive du CCPR, pour son soutien au cours de cette période de transition. Elle présente brièvement la structure et les membres du CCPR et observe qu'il n'y a pas eu de réunion du CCPR depuis la dernière réunion du CIPM, bien que les Groupes de travail se soient réunis à Tokyo du 10 au 12 juin 2017. Mme Rastello annonce que trois Groupes de travail ont un nouveau président : Maria E. Nadal-Laracuenta (NIST, États-Unis d'Amérique) deviendra présidente du Groupe de travail sur la stratégie en juillet 2018 ; Dong-Hoon Lee (KRISS, République de Corée) deviendra président du Groupe de travail sur les comparaisons clés également en juillet 2018 ; et Marek Šmíd (CMI, République tchèque) est président du Groupe de travail sur les CMCs depuis janvier 2017. Ces nouveaux présidents représentent trois organisations régionales de métrologie différentes : le SIM, l'APMP et l'EURAMET.

Mme Rastello rappelle que la mise en pratique de la définition de la candela<sup>8</sup> a été publiée en mai 2016 dans *Metrologia*. Une nouvelle version de l'Annexe 3 sur les grandeurs photochimiques et photobiologiques a été produite et sera disponible en ligne pour la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*. Le CCPR a envoyé des commentaires au CCU au sujet de cette 9<sup>e</sup> édition qui ont été, pour l'essentiel, acceptés. Les directives du document « Principes régissant la photométrie » ont été révisées par la Commission internationale de l'éclairage (CIE) et seront publiées en même temps que la 9<sup>e</sup> édition de la *Brochure sur le SI*. Ces directives seront ensuite publiées dans la section « Guides, Standards and Conventions » de *Metrologia*.

Le CCPR a établi trois sous-groupes pour son Groupe de travail sur les CMCs afin d'examiner l'utilisation des résultats de comparaison dans l'évaluation des déclarations de CMCs, de mettre à jour les fichiers de CMCs en photométrie et radiométrie, et de clarifier et harmoniser le processus d'examen des CMCs. Ces tâches seront achevées d'ici juillet 2018. Deux orateurs invités du CCPR ont été conviés à la 13<sup>e</sup> International Conference on New Developments and Applications in Optical Radiometry (NEWRAD 2017), qui s'est tenue à Tokyo du 13 au 16 juin 2017. La 24<sup>e</sup> réunion du CCPR a été reportée à 2019 mais ses Groupes de travail se réuniront en juillet 2018 au BIPM.

<sup>8</sup> Zwinkels J., Sperling A., Goodman T., Campos Acosta J., Ohno Y., Rastello M.L., Stock M., Woolliams E., *Mise en pratique for the definition of the candela and associated derived units for photometric and radiometric quantities in the International System of Units (SI)*, *Metrologia*, 2016, **53**(3), G1.

Le président remercie Mme Rastello pour son rapport et précise qu'elle a accepté de reprendre le rôle de présidente du CCPR avant d'assister à sa première réunion du CIPM. Il demande s'il y a des questions ou commentaires. Le directeur indique que la mise en pratique de la définition de la candela a été le premier document à être publié dans la nouvelle section de *Metrologia* intitulée « Guides, Standards and Conventions ». Cette section permet de publier tout document qui a été examiné par des pairs dans le cadre d'un comité. L'avantage est qu'un DOI (Digital Object Identifier - identifiant d'objet numérique) est attribué à ces articles, ce qui leur permet d'être plus facilement référencés et plus facilement identifiables électroniquement. Des précisions sont requises sur la redéfinition à venir de la candela plutôt que du lumen comme unité de base. Selon Mme Rastello, c'est une question qui pourra être traitée dans le futur car passer de la candela au lumen présente de nombreux avantages mais la CIE est fortement opposée au fait que le lumen soit une unité de base. Il est demandé s'il est prévu d'organiser une réunion commune au CCPR et à la CIE. Mme Rastello répond que cela pourrait être considéré pour 2019.

Mme Arias, Mme Fang, M. Stock, Mme Viallon et M. Wielgosz quittent la réunion.

## 16. RÉVISION DES RÈGLES DE PARTICIPATION AUX COMITÉS CONSULTATIFS

### **Collaboration avec les organisations internationales ayant le statut d'organismes de liaison**

M. Henson indique que l'analyse sur la collaboration avec les organisations internationales ayant le statut d'organismes de liaison au sein des Comités consultatifs a été réalisée par Mme Guliyeva. Il observe que le BIPM entretient diverses formes de collaboration. Ces collaborations fonctionnent bien et leurs dispositions sont régulièrement révisées. Les collaborations établies via des Comités communs sont clairement définies dans les règlements et termes de références qui y sont associés.

La situation est moins bien définie en ce qui concerne les organismes de liaison des Comités consultatifs. Au total, 31 organisations collaborent avec les Comités consultatifs. Dans certains cas, plusieurs entités d'une même organisation peuvent avoir des liens avec le BIPM : ainsi, pour l'Organisation internationale de normalisation (ISO), le BIPM travaille avec l'ISO CASCO (Comité pour l'évaluation de la conformité) et l'ISO REMCO (Comité pour les matériaux de référence), aussi bien au niveau institutionnel que technique.

Les relations du BIPM avec les organisations intergouvernementales et les organismes internationaux sont bien documentées, alors que celles avec les unions scientifiques internationales, les organisations spécialisées dans un domaine spécifique et les organisations régionales sont moins bien définies.

Afin d'améliorer la situation, une étude a été réalisée sur la façon dont les autres organisations définissent leurs organismes de liaison et interagissent avec eux. M. Henson propose ainsi que le statut d'organisme de liaison soit accordé à une organisation selon les critères suivants :

- avoir une structure et un domaine d'activité de caractère international<sup>9</sup> et être représentative du domaine d'intérêt spécialisé dans lequel elle exerce ses activités ;
- s'occuper de questions couvrant, en partie ou en totalité, le domaine d'activité du BIPM ;
- avoir des buts et des objectifs conformes à la vision, à la mission et aux objectifs du BIPM ;
- avoir un organe directeur et un secrétariat permanents, des représentants autorisés, et une procédure et un mécanisme systématiques lui permettant de communiquer avec ses membres dans divers pays ;

---

<sup>9</sup> Les organisations internationales non-gouvernementales seront considérées avoir une structure et un domaine d'activité de caractère international si elles ont des membres et mènent des activités dans au moins trois pays.

- permettre à ses membres d'exercer leurs droits de vote concernant les politiques à suivre ou les actions à mener ou disposer d'autres mécanismes appropriés pour exprimer leur opinion ;
- avoir été créée au moins trois ans avant la demande d'obtention du statut d'organisme de liaison.

M. Henson observe que ces critères ne seront pas remplis par toutes les organisations. Une collaboration peut également être conclue à court terme, pour un cas particulier, sans impliquer nécessairement de relations sur le long terme ou d'accord officiel : dans ce cas, les organisations impliquées peuvent être considérées avoir le statut d'« organisations en coopération » et leur demande de collaboration sera traitée au cas par cas. M. Henson ajoute qu'une décision a été préparée : elle propose une façon structurée de gérer les collaborations avec les organisations internationales considérées comme organismes de liaison au sein des Comités consultatifs.

Le président remercie M. Henson et demande l'opinion des membres du CIPM, en particulier en ce qui concerne la façon de s'assurer que les représentants d'organismes de liaison expriment réellement les vues de leur organisation. Des éclaircissements sont demandés quant au fait de savoir si le BIPM peut inviter une organisation à devenir organisme de liaison au lieu que ce soit l'organisation qui contacte le BIPM. M. Henson confirme que ça pourrait être le cas si une raison valable le justifie ; une organisation peut simplement être contactée comme organisation en coopération pour collaborer sur un sujet ponctuel. Il ajoute que lorsque le BIPM rejoint une autre organisation en tant que liaison, il doit généralement remplir les critères fixés par cette organisation. M. Ullrich indique que le CCU a organisé ses membres en unions internationales, commissions et comités internationaux et entités internationales. Il demande si le CCU doit conserver sa classification ainsi que les critères proposés pour être organisme de liaison. Le directeur répond que la classification du CCU n'est pas formelle mais qu'il n'y a pas de nécessité d'effectuer de changement car les organisations membres avec lesquelles le CCU collabore répondent aux critères proposés. M. Henson ajoute que le terme « organisme de liaison » est générique et que, dans ce contexte, il est plus important de savoir comment une organisation interagit avec les Comités consultatifs plutôt que savoir dans quelle catégorie elle est classée. M. Rietveld demande si les critères proposés permettraient de résoudre le problème de savoir si le représentant d'un organisme de liaison va réellement exprimer les vues de son organisation et aura suffisamment de connaissances dans les domaines couverts par un Comité consultatif particulier. Il précise son commentaire en expliquant avoir pensé à inviter l'IEC à devenir un organisme de liaison du CCEM. Le directeur prend pour exemple le cas de l'ISO qui participe à des Comités communs du BIPM en déléguant un membre de son personnel qui représentera la politique de l'ISO à un haut niveau. Concernant les représentants de groupes de travail de l'ISO, les critères et les connaissances spécifiques deviennent plus importants afin de s'assurer que ces représentants apportent une perspective propre à leur comité technique et qu'ils peuvent contribuer au travail des Comités consultatifs. M. Louw observe que la collaboration du CCRI avec des organisations telles que l'AEIA est clairement définie ; les règles du protocole d'accord conclu et celles de tels accords devraient mentionner que tout représentant doit exprimer les vues de son organisation. Il est suggéré d'inclure dans la décision que les représentants doivent être nommés suffisamment à l'avance pour pouvoir se préparer à une réunion d'un Comité consultatif. Cela permettrait de s'assurer qu'ils représentent leur organisation et contribuent utilement aux réunions. Le texte de la décision est présenté.

**Décision CIPM/106-17** Faisant suite à la Décision CIPM/105-27 (sur l'engagement des organisations internationales en tant qu'« organismes de liaison » au sein des Comités consultatifs), le CIPM décide que le statut d'organisme de liaison, dans le contexte des Comités consultatifs, sera octroyé par le CIPM au cas par cas.

Le CIPM prendra sa décision en examinant dans quelle mesure l'organisation internationale concernée remplit les critères suivants :

- avoir une structure et un domaine d'activité de caractère international et être représentative du domaine d'intérêt spécialisé dans lequel elle exerce ses activités ;
- s'occuper de questions couvrant, en partie ou en totalité, le domaine d'activité du BIPM ;
- avoir des buts et des objectifs conformes à la vision, à la mission et aux objectifs du BIPM ;

**Décision CIPM/106-17 (suite)**

- avoir un organe directeur et un secrétariat permanents, des représentants autorisés, et une procédure et un mécanisme systématiques lui permettant de communiquer avec ses membres dans divers pays ;
- permettre à ses membres d'exercer leurs droits de vote concernant les politiques à suivre ou les actions à mener ou disposer d'autres mécanismes appropriés pour exprimer leur opinion ;
- avoir été créée au moins trois ans avant la demande d'obtention du statut d'organisme de liaison.

Les organisations auxquelles le statut d'organisme de liaison n'est pas octroyé dans le contexte des Comités consultatifs seront désignées sous le nom d'« organisations en coopération ».

Le document CIPM-D-01 sera mis à jour en conséquence.

**Objectifs des Comités consultatifs**

Le directeur informe le CIPM qu'il a été discuté des objectifs des Comités consultatifs lors de la réunion des présidents des Comités consultatifs en juin 2017 et qu'il a terminé l'action qui lui a été confiée de proposer des changements au document CIPM-D-01 « Rules of procedure for the Consultative Committees (CCs), CC working groups and CC workshops » afin de refléter les conclusions des discussions. Cette action requiert que le texte révisé soit présenté au CIPM pour discussion et approbation. Après lecture du texte révisé, M. Henson rappelle que les changements proposés visent à résoudre le problème perçu selon lequel le CIPM MRA commençait à dominer le travail des Comités consultatifs. Le CIPM MRA étant désormais bien établi et fonctionnant de façon efficace, cette révision du document CIPM-D-01 met au premier plan du travail des Comités consultatifs les objectifs « collaborer avec les parties prenantes » et « offrir un forum sur l'état de la technique ».

Le texte révisé fait l'objet d'une discussion approfondie ; il est noté que certaines suggestions sont couvertes dans le document CIPM-D-01 par la section traitant des « responsabilités », plutôt que des « objectifs » dont le CIPM discute. Le directeur observe que d'autres éléments du document CIPM-D-01 devront être modifiés et que la révision des objectifs constitue simplement une première étape. D'autres informations concernant le document CIPM-D-01, tels que le rôle des Comités consultatifs de conseiller le CIPM sur tous les sujets scientifiques ayant des répercussions sur la métrologie, ne seront pas concernées par la révision proposée et ne seront pas changées.

**Décision CIPM/106-16** Le CIPM décide d'insérer le texte suivant au document CIPM-D-01 :

*In order to be informed of technical developments and evolving stakeholder needs in different areas of metrology, the CIPM has Consultative Committees with agreed scopes and the following three objectives:*

- *to progress the state-of-the art by providing a global forum for NMIs to exchange information about the state of the art and best practices,*
- *to define new possibilities for metrology to have impact on global measurement challenges by facilitating dialogue between the NMIs and new and established stakeholders, and*
- *to demonstrate and improve the global comparability of measurements. Particularly by working with the RMOs in the context of the CIPM MRA to:*
  - *plan, execute and monitor KCs, and to*
  - *support the process of CMC review.*

Le document CIPM-D-01 sera mis à jour en conséquence.

M. Ullrich revient à la question des organismes de liaison : il rappelle que le CCU a reçu des lettres du président de l'IUPAC et de celui de l'IUPAP exprimant leur mécontentement car leur organisation est passée du statut de membre à celui d'organisme de liaison (voir Décisions CIPM/105-27 et CIPM/105-28). Le représentant de l'IUPAP a lancé une discussion sur ce point lors de la réunion du CCU et a suggéré que les unions scientifiques aient un rôle spécial au sein du CCU, avec des critères spécifiques pour devenir membres. MM. Ullrich et Milton ont expliqué au CCU, pendant sa réunion, qu'en introduisant la catégorie d'organisme de liaison, l'intention du CIPM était d'améliorer les interactions entre le CCU et les unions scientifiques. Il a été rappelé que la Décision CIPM/105-28 indique que le CCU adoptera les mêmes critères pour devenir membre du CCU que ceux des autres Comités consultatifs, pour les réunions prévues à compter de 2018. Cela interviendra après la date de mise en œuvre des redéfinitions proposées, ce qui ne changera donc pas la situation concernant tout vote du CCU lié au SI révisé. Les unions scientifiques ont également fait part de leur préoccupation quant au fait de ne pas avoir été consultées avant que la catégorie d'organisme de liaison ne soit créée ; elles ont souhaité que le CIPM soit avisé de leurs inquiétudes. L'OIML et la CIE ont informé le CCU qu'elles étaient satisfaites du changement de statut pour passer à celui d'organisme de liaison car cela correspond à la pratique internationale. Le président précise qu'une lettre a été envoyée aux présidents des unions scientifiques le 8 août 2017 afin de répondre à leurs inquiétudes.

Il est rappelé que les membres du CCU considèrent important de pouvoir voter au cours des réunions, ce qui pourrait ne plus être le cas avec le changement de statut de membre à organisme de liaison. Le document CIPM-D-01 mentionne précisément : « *The operation of the CC is normally by consensus (nem. con.) of Members while present at the meeting. If no consensus is reached the CC President may decide to defer to an electronic vote of all Members.* »<sup>10</sup> M. Henson indique qu'une part de la confusion concernant le vote vient de la formulation du document CIPM-D-01 qui implique que les Comités consultatifs fonctionnent par vote, alors que le processus de prise de décision est en réalité fondé sur le consensus. M. Ullrich ajoute que si le texte du document CIPM-D-01 est modifié de façon à ne plus mettre l'accent sur le vote, cela répondra à certaines préoccupations des unions scientifiques. Une brève discussion permet au CIPM de s'accorder sur le fait que si aucun consensus n'est trouvé au cours d'une réunion d'un Comité consultatif concernant une question importante, le président du Comité devrait porter cette question devant le CIPM. Le directeur répète que le texte du paragraphe 5.10 du document CIPM-D-01 pourrait être révisé afin de ne pas mettre l'accent sur la procédure de vote au sein des Comités consultatifs. Une décision a été rédigée afin de mettre en lumière la nature consultative des Comités consultatifs et l'importance du processus de prise de décision fondé sur le consensus et afin de mettre à jour le document CIPM-D-01 pour supprimer les références à une procédure de vote au sein des Comités consultatifs.

**Décision CIPM/106-18** Le CIPM décide, afin de souligner davantage la nature consultative des Comités consultatifs et l'importance de processus de prise de décision fondé sur le consensus, que le document CIPM-D-01 soit mis à jour afin qu'il n'y soit pas fait référence à une procédure de vote au sein des Comités consultatifs.

<sup>10</sup> Traduction du BIPM : Un Comité consultatif fonctionne normalement par consensus des membres présents lors de la réunion. Si aucun consensus n'est trouvé, le président du Comité consultatif peut décider d'avoir recours à un vote électronique de l'ensemble des membres du Comité.

## 17. DEMANDES POUR ÊTRE MEMBRE OU OBSERVATEUR DE COMITÉS CONSULTATIFS

Les demandes pour être membre ou observateur d'un Comité consultatif sont discutées et la décision suivante est approuvée.

**Décision CIPM/106-19** Le CIPM approuve les changements suivants concernant la composition des Comités consultatifs :

- CCEM
  - NIS (Égypte) : observateur.
- CCM
  - DFM (Danemark) : membre.
- CCQM
  - VNIIFTRI (Fédération de Russie) : observateur.
  - SL (Irlande) n'est plus membre du CCQM. (L'Irlande étant État Membre, un représentant de SL pourra assister aux réunions du CCQM en tant qu'observateur, sur demande.)
- CCT
  - CMI (République tchèque) : membre.
- CCTF
  - Chungwa Telecom Laboratory (Taïpei chinois) : observateur.
- CCU
  - LNE (France) : membre.

## 18. PARTICIPATION AUX ACTIVITÉS DU BIPM DES ÉTATS À TRÈS FAIBLE PIB ET AU SYSTÈME DE MÉTROLOGIE ÉMERGENT (MICRO-CEEMS)

M. Henson présente le document de travail CIPM/17-17.1 intitulé « Reflections on the engagement of states with very-low GDP and with emerging metrology systems in the activities of the BIPM ». Il explique que ce document a été rédigé afin que le CIPM considère d'amender les critères qu'il a adoptés lors de ses 98<sup>e</sup> et 99<sup>e</sup> sessions et dont il tient compte lorsqu'il décide si un État Associé doit être officiellement encouragé à accéder à la Convention du Mètre. La proposition est de ne pas appliquer le mécanisme d'augmentation progressive de la souscription à un sous-ensemble de très « petits »<sup>11</sup> États Associés. Ce mécanisme augmente progressivement la souscription des Associés pour atteindre 90 % de la contribution qu'ils paieraient s'ils étaient États Membres. M. Henson souligne que toute décision amendant les critères devra préciser clairement qu'un Associé peut toujours choisir d'accéder à la Convention du Mètre à tout moment s'il le souhaite. L'amendement proposé concernerait six États Associés sur les dix-sept qui sont actuellement soumis au mécanisme et versent une souscription augmentée.

M. Henson précise que les Associés auxquels le mécanisme ne serait pas appliqué selon les critères amendés serait ceux ayant un coefficient ONU inférieur ou égal à 0,02 (un cinquième de la souscription minimale d'un Associé, un vingt-cinquième de la contribution minimale d'un État Membre).

M. Henson explique les raisons de cette proposition. Il rappelle que lorsque le statut d'Associé a été créé en 1999, la question de la capacité financière a été prise en considération, l'objectif étant de permettre aux États

<sup>11</sup> Dans ce contexte, le terme « petit » fait référence au pouvoir économique de l'État, en tenant compte de son développement, tel qu'indiqué dans le Barème des quotes-parts de l'Organisation des Nations Unies, et ne fait pas référence à la surface géographique ou à la population.

dont l'économie était relativement modeste de participer aux activités du BIPM. La souscription minimale était à l'époque fixée à 0,05 % de la dotation. Fin juillet 2017, 107 des 193 États listés par l'ONU participaient aux activités du BIPM et couvraient 97 % du PIB mondial. Dans le futur, les nouveaux Associés seront presque exclusivement des États disposant d'une infrastructure métrologique limitée, la plupart étant classés comme pays en développement : les 86 États qui ne participent pas aux activités du BIPM représentent 3 % du PIB mondial. Le statut d'Associé a été révisé par la CGPM à sa 23<sup>e</sup> réunion (2007) en raison du nombre d'Associés participant très activement au CIPM MRA. Il a été considéré que ces États devaient accéder à la Convention du Mètre et devenir États Membres et, par conséquent, supporter une part plus importante et plus équitable des coûts. La Résolution 5 adoptée par la CGPM à sa 23<sup>e</sup> réunion (2007) comprend dans ses considérations le fait « que le statut d'État associé peut constituer une première étape avant d'adhérer à la Convention du Mètre ». Il a été décidé que le CIPM examinerait la situation de chaque État Associé cinq ans après son association, en vue de l'encourager à accéder à la Convention du Mètre. Le CIPM a été invité à établir des critères permettant de mettre en œuvre ce processus. Cette question a été étudiée en détail par le CIPM lors de ses réunions de 2008 et 2009, conduisant à l'adoption de trois critères sur lesquels fonder la décision d'encourager officiellement un État qui est Associé depuis au moins 5 ans à devenir Membre. La Résolution 4 adoptée par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011) a créé le mécanisme d'augmentation progressive de la souscription appliqué aux Associés qui, ayant rempli les critères, sont encouragés à devenir État Membre. La résolution indique : « après la période initiale de cinq ans susmentionnée, si le CIPM considère, sur le fondement des critères qu'il a adoptés, qu'il est approprié qu'un État Associé devienne État Partie à la Convention du Mètre, le montant de la souscription dudit Associé sera augmenté tous les ans progressivement et de manière irréversible afin d'atteindre, après cinq ans, un montant équivalent à 90 % de la contribution annuelle dont cet État devrait s'acquitter s'il était État Partie à la Convention du Mètre. » Cette résolution a également porté la souscription minimale à 0,1 % de la dotation.

Depuis l'introduction du mécanisme d'augmentation de la souscription, deux États, la Slovaquie et la Lituanie, ont accédé à la Convention du Mètre. En 2011, les souscriptions versées par les Associés, alors au nombre de 30, s'élevaient à 190 000 euros, montant qui n'était pas considéré à l'époque comme suffisant pour couvrir les coûts engendrés. En 2017, les souscriptions des 38 Associés s'élèvent à près d'un million d'euros. Par ailleurs, les deux États qui sont devenus Membres suite à l'augmentation de leur souscription versent désormais des contributions. Les actions mises en place en 2011 ont permis de rééquilibrer les avantages et les coûts des Associés d'un point de vue global.

M. Henson observe que la participation aux activités du BIPM, et en particulier au CIPM MRA, suscitent un intérêt continu des États. Il rappelle que les États plus développés sont déjà Membres ou Associés et, par conséquent, tout nouvel État Associé sera un État dont l'infrastructure et les aptitudes métrologiques, ainsi que la capacité de financement de la souscription, seront limitées. Depuis un certain temps, le BIPM utilise le terme « CEEMS » (Countries and Economies with Emerging Metrology Systems - Pays et économies au système de métrologie émergent). Ce terme a d'abord été adopté par l'OIML et, pour éviter toute confusion, il est également utilisé par le BIPM. Dans le contexte de la présente discussion, le nouveau terme « micro-CEEMS » est proposé pour faire référence aux États Associés à la CGPM dont le coefficient ONU est inférieur ou égal à 0,02. Ce chiffre a été choisi car il correspond au niveau à partir duquel il a été établi que l'impact financier d'une réduction de la souscription, qui sera probablement compensée par un risque moindre d'exclusion, serait acceptable et financièrement réalisable pour le BIPM. On compte 21 Associés ayant un coefficient ONU en dessous de 0,02 (micro-CEEMS) et il se trouve qu'on observe un fossé autour de ce chiffre car aucun Associé soumis au mécanisme d'augmentation de sa souscription n'a un coefficient proche de 0,02. Le chiffre de 0,02 établit un rapport de 5:1 entre le coefficient ONU d'un micro-CEEMS (0,02 %) et la souscription minimale d'un Associé (0,1 %), qui est équivalent au rapport entre la souscription minimale d'un Associé et la contribution minimale d'un Membre (0,1 % contre 0,5 %). Six des 21 micro-CEEMS sont déjà soumis au mécanisme d'augmentation de leur souscription et trois autres y seront soumis à compter de 2018.

M. Henson rappelle que le BIPM a instauré un dialogue avec ces micro-CEEMS : il est clair que, dans certains cas, il est difficile pour ces États de justifier le rapport coût-avantages de la participation aux activités du BIPM lorsqu'ils sont soumis au mécanisme d'augmentation de leur souscription. Ce mécanisme a pour but d'amener les Associés à devenir Membres : cependant, alors que ces États sont en mesure de participer activement au CIPM MRA, ils ont généralement une marge de manœuvre limitée, dans un avenir proche, pour tirer pleinement parti des avantages de la participation aux activités du BIPM en tant que Membre. Ils n'ont pas, et n'auront probablement pas, la capacité de participer aux Comités consultatifs, ni aux ateliers, en raison de contraintes financières, et ne seraient pas en mesure de bénéficier des étalonnages du BIPM car leur système de métrologie ne fonctionne pas avec le type d'équipements étalonnés par le BIPM. M. Henson ajoute qu'il est nécessaire de traiter la question des micro-CEEMS car l'équilibre entre les avantages et les coûts n'est pas équitable pour ces États, en particulier à partir du moment où ils sont soumis au mécanisme d'augmentation de leur souscription. Par exemple, la Jamaïque qui compte 22 CMCs (concernant des étalons de masse) a atteint le dernier niveau d'augmentation progressive de sa souscription en 2017 : la souscription qu'elle doit verser est ainsi 47 fois supérieure à son coefficient ONU. Si le plus petit Associé devait publier des CMCs et voir sa souscription augmenter progressivement, il devrait payer 420 fois son coefficient ONU au dernier niveau d'augmentation progressive de sa souscription et 470 fois s'il devenait Membre.

Par ailleurs, la situation concernant le paiement des contributions et souscriptions est de plus en plus difficile. Historiquement, les paiements concernant les organisations internationales étaient centralisés dans la plupart des pays et effectués par le ministère des Affaires étrangères. Au fil des années, les États ont eu tendance à déléguer ces paiements, d'abord au ministre en charge de la métrologie, puis dans plusieurs cas, de ce ministre au laboratoire de métrologie. L'autre raison importante par rapport au fait d'établir dès à présent une stratégie est que le BIPM devra traiter avec de nombreux micro-CEEMS dans le futur : sur les 86 États listés par l'ONU qui ne sont ni Membres ni Associés, 72 ont un coefficient ONU inférieur ou égal à 0,02 %. M. Henson observe que si rien n'est entrepris pour pallier cette situation, certains Associés cesseront probablement toute activité avec le BIPM.

M. Henson propose au CIPM de réexaminer les critères selon lesquels un État est soumis au mécanisme d'augmentation de sa souscription de façon à en exempter les Associés qui sont des micro-CEEMS. Il rappelle que le changement proposé n'empêcherait pas un micro-CEEMS de devenir Membre s'il le souhaite. Les micro-CEEMS actuellement soumis au mécanisme verraient leur souscription réduite au montant minimum à compter de 2018 mais ce changement ne sera pas rétroactif. M. Henson souligne le cas de l'un des micro-CEEMS qui a failli avoir trois années d'arriérés et être exclu : cet État continuerait à être Associé si l'approche proposée est adoptée mais pourrait avoir besoin de temps pour rembourser ses arriérés.

Le président remercie M. Henson et demande s'il y a des questions. Le CIPM discute de façon approfondie de la proposition qui est largement soutenue, notamment parce qu'elle permettrait aux micro-CEEMS de participer aux activités du BIPM et de les faire contribuer au système métrologique mondial. Selon les membres du CIPM impliqués dans l'AFRIMETS, l'APMP, l'EURAMET et le SIM, les propositions seraient soutenues par ces organisations régionales de métrologie. Il est noté que, même en adoptant cette nouvelle approche, d'un point de vue global, les Associés couvrent totalement le coût de leur participation. Le CIPM approuve trois décisions : l'amendement des critères permettant de décider si le mécanisme d'augmentation progressive de la souscription doit être déclenché, la réduction de la souscription des micro-CEEMS au montant minimum, et la conclusion d'un accord de rééchelonnement avec les États impactés par la précédente décision.

**Décision CIPM/106-20** Le CIPM décide, lorsqu'il considère s'il est approprié pour un État Associé à la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) d'être encouragé à accéder à la Convention du Mètre et devenir État Membre, de prendre en considération les éléments suivants :

- être État Associé à la CGPM depuis au moins 5 ans,
- disposer d'un laboratoire national de métrologie ayant signé le CIPM MRA,

**Décision CIPM/106-20 (suite)**

- avoir publié des résultats de comparaison dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB),
- avoir enregistré au moins une aptitude en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) dans la KCDB,
- avoir un pourcentage supérieur à 0,02 dans le « Barème des quotes-parts pour la répartition des dépenses des Nations Unies ».

Les critères ci-dessus seront appliqués lors de la mise en œuvre de la Résolution 4 de la CGPM (2011) « Sur le statut d'État Associé à la Conférence générale ».

La présente décision amende les critères adoptés par le CIPM lors de sa 98<sup>e</sup> (2009) et 99<sup>e</sup> (2010) réunions.

Le CIPM réaffirme qu'un État Associé à la CGPM peut choisir d'accéder à la Convention du Mètre et devenir État Membre à tout moment s'il le souhaite.

**Décision CIPM/106-21** Le CIPM décide qu'un État Associé à la CGPM qui ne remplit pas les critères fixés dans la Décision CIPM/106-20, qui a déjà été encouragé à accéder à la Convention du Mètre et qui par conséquent paye une souscription qui a été augmentée, verra sa souscription réduite au montant minimum fixé pour un État Associé. La réduction entrera en vigueur en 2018 et ne sera pas rétroactive.

**Décision CIPM/106-22** Le CIPM demande au BIPM de travailler avec tout État Associé concerné par la Décision 106-21 et en situation d'arriérés afin de conclure un accord de rééchelonnement.

## 19. DISCUSSION ET APPROBATION DU PLAN STRATÉGIQUE DU BIPM (2018)

Le directeur présente le projet de plan stratégique du BIPM (2018) qui est disponible depuis le 1<sup>er</sup> août 2017 sur le site internet du BIPM pour commentaires. Il explique le contexte de la rédaction de ce document et les raisons pour lesquelles il fait partie de la préparation de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2018). Le plan stratégique a été développé par le BIPM en consultation avec le Sous-comité du CIPM sur la stratégie et le CIPM. Il tient compte des objectifs fixés dans la vision, la mission et les objectifs du BIPM qui ont été précédemment révisés et approuvés par le CIPM à sa 105<sup>e</sup> session (2016). Les documents de stratégie des Comités consultatifs ont été consultés pour développer le plan stratégique qui contient des plans stratégiques détaillés pour le court terme (2018-2019) et le long terme (2020- 2025). Quatre priorités spécifiques ont été considérées au cours de la rédaction du plan stratégique (2018) :

- identifier les activités ayant la plus haute valeur ajoutée, requises par les États Membres,
- examiner le travail technique qui devra être effectué au BIPM dans le domaine de la métrologie en physique une fois que la décision attendue de redéfinir quatre unités de base aura été prise par la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018),
- équilibrer les ressources engagées entre les trois objectifs stratégiques (relations internationales, collaboration technique et coordination) avec les activités de renforcement des capacités et de transfert des connaissances,
- développer un plan financier à long terme pérenne permettant au BIPM de remplir sa mission jusqu'en 2025.

Le directeur indique que l'approbation du plan stratégique (2018) par le CIPM permettra au BIPM d'avancer dans la rédaction du Programme de travail pour les années 2020 à 2023, qui sera soumis à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018). Après une brève discussion et quelques changements éditoriaux mineurs, le CIPM soutient le plan stratégique (2018).

**Décision CIPM/106-23** Le CIPM approuve la Stratégie du BIPM (2018) en modifiant le texte de la dernière ligne de la « mission » de la façon suivante : « l'amélioration de la qualité de vie et la préservation de l'environnement ».

## 20. PRÉSENTATION DU PLAN FINANCIER À LONG TERME DU BIPM

Le directeur présente au CIPM un plan financier à long terme du BIPM couvrant la période de 2020 à 2023. Il indique qu'il a été nécessaire de développer un modèle pour les finances du BIPM qui couvre les années restantes du Programme de travail (2017 à 2019) et le prochain Programme de travail (2020 à 2023). Le plan financier est fondé sur un certain nombre d'hypothèses concernant les revenus, ainsi que les dépenses de personnel, de fonctionnement et d'investissement. Aucune hypothèse particulière n'a été faite concernant l'équilibre technique du Programme de travail pour les années 2020 à 2023 car le document n'est pas encore finalisé, mais les dépenses de fonctionnement et d'investissement demeureront proches de leur niveau actuel. Les hypothèses concernant les revenus se fondent sur une dotation non-augmentée jusqu'en 2023, à l'exception de l'augmentation de la dotation due à de nouvelles admissions. L'équilibre entre dépenses de personnel, coûts des pensions et dépenses de fonctionnement se fonde sur des activités qui sont proches du niveau actuel. M. Milton précise que le fait de ne pas soumettre les micro-CEEMS au mécanisme d'augmentation de leur souscription a été pris en considération.

Le directeur explique que le plan financier à long terme est développé parallèlement au plan stratégique du BIPM (2018) et qu'il sera affiné lorsque le Programme de travail pour les années 2020 à 2023 sera terminé. Le BIPM est parvenu à contrôler ses coûts de fonctionnement de manière très efficace au cours de l'actuel programme de travail. Il conclut, en se fondant sur la modélisation, que si le BIPM continue à contrôler ses dépenses de façon stricte, il sera en mesure de continuer à fournir le niveau actuel d'activités et à conserver son impact et sa valeur, même s'il est décidé de ne pas augmenter la dotation pour le prochain programme de travail (2020-2023). Il souligne qu'à la fin de l'actuel programme de travail, le BIPM aura fonctionné pendant 8 ans sans que les États Membres n'aient augmenté la dotation, avec seulement une légère augmentation des souscriptions des Associés soumis au mécanisme d'augmentation de leur souscription. L'inflation et la nécessité d'effectuer des dépenses d'investissement supplémentaires indiquent qu'un nouveau modèle financier sera nécessaire pour assurer la soutenabilité financière du BIPM au-delà de cette période.

Le président remercie le directeur et observe que le BIPM ne pourra pas continuer à fonctionner sur le long terme avec une dotation qui n'est pas augmentée. Il est demandé au directeur si les déficits projetés peuvent être compensés par les réserves du BIPM. Le directeur confirme que cela devrait être possible. Le président du Sous-comité du CIPM sur les finances prévient que la situation actuelle du BIPM concernant la trésorerie se détériorerait vite si les réserves étaient utilisées à cette fin.

Le CIPM examine de nouveau la question du niveau des réserves du BIPM, qui a été discutée au point 5 « Rapport du président du Sous-comité du CIPM sur les finances ». Il est rappelé que, selon la politique en cours, les réserves représentent 35 % du montant de la dotation. Le Sous-comité a recommandé que ces réserves soient augmentées à 50 % de la dotation, si possible, afin de tenir compte de la situation politique mondiale incertaine. Le directeur fait remarquer que le niveau de 35 % est à peu près équivalent aux contributions des quatre États Membres payant le plus : si ces États sont en retard de paiement pour quelque raison que ce soit, les réserves seraient rapidement épuisées. Il répète que la proposition est d'augmenter les réserves à 50 % de la dotation et le président ajoute qu'il juge cette proposition prudente, en particulier en raison de la situation politique et économique mondiale incertaine. Il invite les membres du CIPM à exprimer leur point de vue. Le fait d'utiliser le terme « réserves » au cours de discussions sur la dotation suscite des préoccupations car cela pourrait générer des malentendus quant à l'utilisation qu'il est envisagé d'en faire :

il doit être clair que les réserves ont une finalité précise et qu'elles ne peuvent être utilisées à d'autres fins, comme la Caisse de retraite. M. Sené, président du Sous-comité sur les finances, suggère de déconnecter ce qui est considéré comme un niveau de réserves prudent, utilisé uniquement pour permettre au BIPM de fonctionner dans le cas d'un problème de trésorerie si un État est en retard ou en défaut de paiement, et la question secondaire de savoir comment expliquer aux États Membres les équivalents de trésorerie du BIPM. Les réserves servent à amortir les retards de paiement et permettent ainsi des investissements dans les activités du BIPM qui, sinon, ne pourraient être financés à partir de la trésorerie. Le CIPM décide de porter le niveau de réserve à 50 % de la dotation.

**Décision CIPM/106-24** Le CIPM décide de porter le niveau de réserves indiqué dans le Rapport financier du BIPM à 50 % de la dotation annuelle, avec effet immédiat.

## 106<sup>e</sup> SESSION DU CIPM – TROISIÈME JOUR – 20 OCTOBRE 2017

Le président du CIPM souhaite la bienvenue aux membres du CIPM pour la troisième journée de réunion. Mme Arlen rejoint la réunion pour le point 21 de l'ordre du jour.

### 21. ORDRE DU JOUR ET PROGRAMME DE LA 26<sup>e</sup> RÉUNION DE LA CGPM (2018)

Le directeur annonce que le président du CIPM et lui-même ont rendu visite à M. Sébastien Candel, président de l'Académie des sciences, le jeudi 12 octobre 2017, et que ce dernier a accepté d'être président de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM, tel que cela est prévu dans la Convention du Mètre.

Cinq projets de résolutions, préparés pour la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM, sont présentés au CIPM.

- **Projet de résolution A sur le Système international d'unités (SI)**

Ce projet de résolution est achevé et a été approuvé par le CIPM dans sa Décision CIPM/106-10. Le BIPM examinera une dernière fois les aspects juridiques et institutionnels du texte avant qu'il ne soit traduit.

- **Projet de résolution B sur la définition des échelles de temps**

Le projet de résolution B a été examiné en détail par le CCTF et le président du CCTF et a été traduit.

- **Projet de résolution C sur la dotation du BIPM pour les années 2020 à 2023**

Le directeur précise que ce projet de résolution suit le même modèle que celui utilisé pour les précédentes réunions de la CGPM. Aucun commentaire n'est formulé.

- **Projet de résolution D sur le rôle, la mission et les objectifs du BIPM**

Le directeur présente le projet de résolution D en observant que ce projet donne une vision globale du travail du BIPM et en souligne le caractère international. Les objectifs du BIPM y sont confirmés, tels qu'approuvés par le CIPM en 2016.

M. Henson ajoute que l'Annexe C des Comptes rendus de la 24<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2014) proposait d'établir un « Programme de visiteurs du BIPM » qui est par la suite devenu le Programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances. Cette proposition demandait aux autres institutions d'apporter des ressources mais ne donnait pas au BIPM un mandat explicite pour réaliser le travail. Le dernier point du Projet de résolution D donne au BIPM ce mandat : « *[la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion] confirme le soutien qu'elle apporte au BIPM concernant le fait de mettre davantage l'accent sur le renforcement des capacités et le transfert des connaissances et concernant les améliorations qui en découleront pour le CIPM MRA en matière d'efficacité et d'efficience* ». Le directeur souligne le lien fort entre les aspirations pour une plus grande participation mondiale et le travail du BIPM dans le renforcement des capacités et le transfert des connaissances, ce qui constitue l'un des messages clés de ce projet de résolution. Le CIPM discute d'un certain nombre de modifications éditoriales qui sont effectuées.

- **Projet de résolution E sur les contributions arriérées des États Membres et la procédure d'exclusion**

Le directeur observe qu'il a été convenu avec le CIPM de préparer un projet de résolution sur ce sujet (voir section 7, Décision CIPM/106-04). Une réunion est prévue au ministère français des Affaires étrangères le 30 octobre 2017, ce qui permettra de discuter de la procédure d'exclusion des États Membres en situation d'arriérés. Un projet révisé sera rédigé et transmis au CIPM après cette réunion.

Le président remercie le directeur et demande si les membres du CIPM ont des commentaires ou questions au sujet des projets de résolution, de l'ordre du jour et du programme de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM. M. May rappelle la discussion qui a eu lieu lors de la réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie concernant la proposition sur les micro-CEEMS, tel que discuté à la section 18, et le développement d'un projet de résolution sur ce sujet et sur le rôle plus vaste des Associés. Il est noté qu'un tel projet de résolution ne serait pas approprié actuellement car ce travail est en cours mais cette question pourra de nouveau être examinée dans le futur, en particulier lorsque le travail sur les redéfinitions sera achevé. Mme Arlen observe que le pouvoir d'adopter des critères, comme ceux permettant d'encourager des Associés à accéder à la Convention du Mètre, appartient au CIPM : si cette question est intégrée à un projet de résolution, le CIPM perdrait le pouvoir de modifier les critères qui ne pourraient dès lors être changés que lors d'une réunion de la CGPM. Après une discussion approfondie, il fait consensus qu'un projet de résolution n'est pas nécessaire pour le moment et que le rôle des Associés sera abordé plus en profondeur lors d'une prochaine réunion du CIPM.

Il est suggéré d'harmoniser les présentations des présidents des Comités consultatifs qui seront présentées à la CGPM, en particulier celles qui seront données en présence de la presse et des médias. Il est par ailleurs suggéré de rendre aussi compréhensible que possible le contenu de ces présentations, sans donner trop de détails scientifiques superflus. Le directeur précise que le bureau du CIPM a discuté d'un modèle pour les présentations et les rapports des présidents des Comités consultatifs : les idées évoquées seront améliorées et transmises aux présidents des Comités consultatifs. Il ajoute que l'ordre de passage exact des présentations des présidents des Comités consultatifs est en discussion car un certain nombre de discours sont prévus. Par conséquent, il pourrait être nécessaire de décaler à d'autres jours certaines des quatre présentations prévues lors de la session du vendredi matin.

Le CIPM discute ensuite de l'ordre du jour et du programme de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM : il est souligné qu'il faudra mettre en lumière le nombre significatif de travaux intéressants qui ont été réalisés pour parvenir à redéfinir les unités. Le directeur suggère que les présidents des quatre Comités consultatifs les plus impliqués dans les redéfinitions seraient les mieux placés pour orienter leur présentation en ce sens. Ces présentations pourraient mettre en valeur le travail qui a été accompli et expliquer en quoi ce travail est important pour le futur.

## 22. PRÉPARATIONS CONCERNANT L'ÉLECTION DE LA COMMISSION POUR L'ÉLECTION DU CIPM ET CELLE DU CIPM À LA 26<sup>e</sup> RÉUNION DE LA CGPM

Ce point de l'ordre du jour est discuté lors d'une session à huis clos. Deux décisions sont approuvées.

**Décision CIPM/106-25** Le CIPM décide d'amender la Section B (page 4) du document « Critères et procédure pour l'élection du CIPM » (septembre 2014), en ajoutant la phrase suivante :

« Chaque membre du CIPM doit être prêt à assumer le rôle de président d'un Comité consultatif ou d'un Sous-comité du CIPM ».

**Décision CIPM/106-26** Le CIPM demande à M. May de reconstituer le Groupe de travail *ad hoc* du CIPM sur les règles et les principes relatifs à la composition du CIPM afin d'apporter des clarifications au paragraphe « Étape 5 : Prise de fonctions du CIPM nouvellement élu » du document « Critères et procédure pour l'élection du CIPM » et de les soumettre pour discussion au CIPM lors de sa prochaine réunion.

## 23. DÉPÔT DES PROTOTYPES MÉTRIQUES

Le 20 octobre 2017, à 15 h 30, en présence du président du Comité international des poids et mesures et du directeur du Bureau international des poids et mesures, il a été procédé à la visite du dépôt des prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil (voir Annexe 2).

## 24. COMPTE RENDU DE RÉUNIONS ET RAPPORT DU SOUS-COMITÉ DU CIPM SUR L'ATTRIBUTION DE DISTINCTIONS

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

M. May rappelle que le JCRB, dans son Action 38/1 adoptée à sa réunion de septembre 2017, demande au CIPM d'inviter des représentants du JCRB à participer aux réunions des présidents des Comités consultatifs afin d'encourager la communication entre le JCRB et les Comités consultatifs : le CIPM doit ainsi discuter de cette requête. M. May ajoute que le JCRB et les Comités consultatifs travaillent souvent sur les mêmes sujets concernant la mise en œuvre du CIPM MRA ; la suggestion d'inviter des représentants du JCRB aux réunions des présidents des Comités consultatifs a été formulée dans la perspective d'améliorer le dialogue, de permettre de décider des responsabilités individuelles et, par conséquent, d'accroître l'efficacité. Il avance que les décisions stratégiques pourraient être traitées par les présidents des Comités consultatifs (en consultation avec les organisations régionales de métrologie) et les questions opérationnelles par le JCRB.

Il est convenu d'inviter un ou deux représentants de chaque organisation régionale de métrologie aux réunions des présidents des Comités consultatifs ; l'invitation sera envoyée par le président du CIPM. Un ordre du jour clair devra être développé pour ces réunions communes et les représentants devront être préparés à discuter de questions techniques et de questions relatives aux systèmes qualité.

**Décision CIPM/106-27** Le CIPM charge le président du CIPM d'inviter chacune des organisations régionales de métrologie à envoyer un ou deux représentants à la prochaine réunion des présidents des Comités consultatifs (19-20 juin 2018). Ces représentants devront être préparés à discuter des recommandations établies lors de l'examen du CIPM MRA afin de s'assurer que les Comités consultatifs et les organisations régionales de métrologie ont une compréhension commune des questions techniques et de celles relatives aux systèmes qualité.

## **Réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie**

Selon M. Louw, la réunion des représentants des États Membres et des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie qui s'est tenue les 18 et 19 octobre a été très productive pour tous les participants mais certains sujets traités faisaient l'objet de discussions depuis des années. Il est suggéré dans le futur de trouver de nouveaux thèmes de discussion, notamment des sujets présentant spécifiquement un intérêt pour les pays en développement et les Associés. Le président reconnaît le succès de cette réunion et rappelle que ce sont les directeurs des laboratoires nationaux qui ont organisé la session du second jour et qui ont proposé les sujets de discussion.

Mme Rastello évoque l'impact des métadonnées sur la métrologie qui a été discuté lors de la réunion des directeurs. Elle observe que, si ce thème avait été abordé lors d'un atelier d'un Comité consultatif, un sous-groupe de travail aurait été créé pour établir une stratégie : elle demande si un processus similaire devrait être suivi pour définir des sujets de discussion et organiser un atelier. Le directeur répond que le calendrier pour 2018 est complet mais que cela pourrait être envisagé en 2019.

### **Sous-comité du CIPM sur l'attribution de distinctions**

M. Bulygin présente un projet de règlement pour le système de distinctions en métrologie, ainsi qu'un projet de termes de référence pour le Sous-comité du CIPM sur l'attribution de distinctions. L'objectif du système est de faire participer les laboratoires nationaux de métrologie des États Membres à un concours afin de promouvoir une meilleure compréhension de la métrologie et l'importance de la coopération internationale. Le système de distinctions aurait pour mission de : mettre en valeur le rôle du CIPM et du BIPM auprès des métrologistes des laboratoires nationaux du monde entier ; stimuler les jeunes scientifiques des laboratoires nationaux dans leurs activités de recherche ; promouvoir l'évolution de carrière de scientifiques talentueux dans les laboratoires nationaux du monde entier ; et soutenir la coopération internationale et la collaboration entre métrologistes. Les distinctions pourraient être attribuées en reconnaissance de contributions exceptionnelles au système métrologique international dans un ou plusieurs des domaines suivants : travaux de recherche significatifs en métrologie, travail avec les Comités consultatifs du CIPM, renforcement des capacités et/ou transfert des connaissances en métrologie, et amélioration des services de mesure.

M. Bulygin indique qu'il reviendrait au CIPM d'attribuer les prix. Il note que le financement du BIPM en la matière est limité et suggère en premier lieu de concentrer le concours sur les laboratoires nationaux de métrologie de pays dont le système métrologique est émergent. Il décrit le projet de règlement en matière de participation, nominations, sélection et remise des distinctions. Trois catégories de prix sont proposées : réalisations exceptionnelles dans le domaine de la promotion du SI révisé ; réalisations exceptionnelles dans le développement de la métrologie pour la qualité de la vie par un scientifique venant d'un pays dont le système de métrologie est émergent ; et prix annuel spécifique en lien avec le thème de la Journée mondiale de la métrologie. Il est proposé d'inviter les lauréats au BIPM, lors d'une réunion du CIPM, pour recevoir leur prix. Les termes de référence du Sous-comité sont présentés. M. Bulygin observe que le Sous-comité a besoin de plus de membres puisqu'il ne compte actuellement que deux membres, M. Kang et lui-même.

Il est demandé à M. Bulygin si les distinctions seraient remises aussi bien à des laboratoires désignés qu'à des laboratoires nationaux. M. Bulygin confirme que cela devrait être possible. Il est discuté de la possibilité d'augmenter la limite d'âge des candidats, afin que le CIPM puisse attribuer des distinctions reconnaissant des contributions de long terme apportées à la métrologie. Il est suggéré d'ouvrir les candidatures aux scientifiques venant d'États Associés et pas seulement d'États Membres.

Le directeur précise que les prix visant à encourager le travail de jeunes métrologistes auront des bénéfices tangibles mais il met en garde contre le fait de reproduire les systèmes de remise de prix de l'APMP et de COOMET qui sont un succès. M. Liew confirme que l'APMP a mis en place un système de prix pour les jeunes métrologistes et a spécifiquement créé en 2017 une nouvelle catégorie pour les jeunes venant de pays

dont le système métrologique est en développement.

Après discussion, il est convenu que le CIPM étudiera les projets de termes de référence et de règlement et enverra des commentaires à M. Bulygin pour mars 2018. Ces commentaires seront ensuite synthétisés et les documents révisés seront transmis au bureau du CIPM en juin 2018. MM. Liew et Énard acceptent de rejoindre le Sous-comité sur l'attribution de distinctions. Le président remercie M. Bulygin pour son rapport.

**Décision CIPM/106-28** Le CIPM accueille favorablement comme base de travail les projets de termes de référence et de règlement du Sous-comité sur l'attribution de distinctions.

Les membres du CIPM acceptent d'étudier les projets de documents et d'envoyer des commentaires et corrections à M. Bulygin d'ici mars 2018. M. Bulygin synthétisera les propositions des membres du CIPM et soumettra un document final au bureau du CIPM en juin 2018.

Le CIPM décide que MM. Liew et Énard deviennent membres du Sous-comité sur l'attribution de distinctions.

### Réunion du bureau du CIPM avec les présidents des organisations régionales de métrologie

Le président rappelle que cette réunion a permis au bureau du CIPM et aux présidents des organisations régionales de métrologie de discuter de nombreux sujets, parmi lesquels l'approche fondée sur le risque pour l'examen interrégional des CMCs. Il ajoute que cette réunion a été utile et que les présidents, d'un commun accord, souhaitent qu'elle continue à être organisée.

## 25. RAPPORT SUR LES RELATIONS INTERNATIONALES ET LA COORDINATION DU BIPM

M. Henson note que le JCRB, à sa 38<sup>e</sup> réunion en septembre 2017, a accepté les amendements apportés au document CIPM MRA-D-01 « Rules of procedure for the JCRB » : l'objectif est de mieux refléter que les termes de référence du JCRB requiert un travail par consensus, qui constitue le mode de fonctionnement normal, et un vote uniquement lorsqu'il n'est pas possible de parvenir à un consensus.

M. Henson évoque la récente collaboration du BIPM avec l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE). Les objectifs stratégiques du BIPM sont de faire reconnaître les activités de la Convention du Mètre, ses structures et ses participants comme un élément critique de l'infrastructure de la qualité et de pouvoir, lors de l'assemblée des organisations internationales organisée par l'OCDE, transmettre des informations sur la métrologie dans le contexte de l'infrastructure de la qualité. Il observe que le BIPM sera listé parmi les organisations qui soutiennent l'initiative de l'OCDE en termes de réglementation. Un accord a été conclu afin que l'OCDE conduise une étude sur le BIPM et la métrologie, ou sur l'impact du CIPM MRA, par l'intermédiaire d'un post-doctorant qui viendra au BIPM. La collaboration avec l'OCDE permettra également au BIPM de participer aux groupes de travail du « Partnership for effective international rule-making » (partenariat visant à établir des règles internationales efficaces).

M. Henson indique que l'objectif stratégique clé de la récente collaboration avec l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) est d'avoir des étalonnages réalisés dans le cadre du CIPM MRA reconnus comme acceptables selon le cadre réglementaire de l'AESA. Le BIPM a fourni des conseils à l'AESA qui a convenu, en principe, de reconnaître le CIPM MRA comme référence pour valider les étalonnages effectués dans les ateliers de réparation des avions du monde entier. La documentation de l'AESA est révisée en conséquence.

M. Henson présente les activités clés du Département des relations internationales et de la communication et souligne en particulier le facteur d'impact de *Metrologia*, qui est passé à 3,411 : *Metrologia* a un programme actif d'édition de numéros spéciaux et les données pour l'ajustement spécial de 2017 de CODATA y ont été publiées.

Une nouvelle brochure intitulée « The role of metrology in the context of the 2030 Sustainable Development Goals » (Le rôle de la métrologie dans le contexte des objectifs de développement durable à l'horizon 2030) a été publiée en 2017 suite au partenariat stratégique dans le domaine de la métrologie entre l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), le BIPM et l'OIML. La brochure, rédigée principalement par le BIPM, souligne la contribution de la métrologie à la mise en œuvre de l'agenda 2030 pour le développement durable. Cette collaboration permet aux trois organisations de coordonner leurs activités dans des domaines de soutien complémentaires et mutuels, afin de renforcer l'impact du développement industriel sur la croissance économique.

M. Henson aborde ensuite un certain nombre d'autres questions. Il rappelle qu'une nouvelle définition de l'infrastructure de la qualité a été adoptée par les membres du Réseau DCMAS et la Banque mondiale en juin 2017. Il annonce que la révision de la norme internationale ISO/IEC 17025 est presque terminée et sera publiée fin novembre 2017. Il rappelle l'importance de la Journée mondiale de la métrologie qui permettra de lancer la campagne de promotion de la révision du SI. Les cinq posters soumis dans le cadre de la compétition organisée par l'EURAMET pour la Journée mondiale de la métrologie de 2018 sont présentés : le poster gagnant est celui de METAS (Suisse). Il précise que l'équipe de sélection a été très impressionnée par les posters proposés et il espère que certaines des idées présentées pourront être réutilisées d'une autre façon. Il conclut sa présentation en reconnaissant l'importance des activités de liaison effectuées par les départements scientifiques du BIPM et salue le soutien des services informatiques, finances et administration du BIPM. Le président remercie M. Henson et le Département des relations internationales et de la communication pour le travail conséquent qui a été accompli : il constate que les fruits de ce travail sont visibles.

## 26. DATES DES RÉUNIONS DE 2018 ET 2019

### 2018

12-13 mars	Groupe de travail <i>ad hoc</i> du CIPM sur la mise en œuvre des recommandations établies lors de l'examen du CIPM MRA
14-16 mars	39 <sup>e</sup> réunion du JCRB
18 juin	Réunion du Sous-comité du CIPM sur les finances
19-20 juin	Réunion des présidents des Comités consultatifs
21-22 juin	107 <sup>e</sup> session du CIPM
13-16 novembre	26 <sup>e</sup> réunion de la CGPM

### 2019

20-21 mars	108 <sup>e</sup> session du CIPM (Première partie)
22 mars	Réunion du nouveau bureau du CIPM
Semaine 42	108 <sup>e</sup> session du CIPM (Seconde partie)

Il est convenu qu'il n'y aura pas de réunion du bureau du CIPM avec les présidents des organisations régionales de métrologie en 2018, sauf si une telle réunion était spécifiquement requise. Si tel est le cas, elle pourrait être combinée à la réunion du JCRB en mars 2018.

## 27. QUESTIONS DIVERSES

Le directeur présente pour discussion le document CIPM/17-23.1 sur la position du CIPM concernant le VIM. Le CIPM approuve le document comme représentant sa position concernant la révision du *Vocabulaire international de métrologie* (VIM).

**Décision CIPM/106-29** Le CIPM accepte le document CIPM/17-23.1 comme sa position sur la révision du *Vocabulaire international de métrologie* (VIM).

M. Richard demande si le directeur travaillera avec des spécialistes de la communication pour établir un programme détaillé pour le dernier jour de la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM concernant la séance publique ouverte à la presse et aux médias. Le directeur confirme que ce sera le cas et que la plupart des idées formulées pour la séance du dernier jour ont été développées avec les quatre membres du Groupe d'experts en relations publiques.

M. Richard propose que, dans le futur, les projets de décision soient soumis aux membres du CIPM préalablement à la réunion. Le président répond que nombre de décisions résultent des discussions qui ont lieu lors des réunions du CIPM et qu'elles ne peuvent donc pas être rédigées à l'avance. Il note que les autres décisions sont préparées au cours des réunions du bureau du CIPM qui se tiennent juste avant la réunion du CIPM. Il pourrait être possible d'organiser les réunions du bureau du CIPM de façon à ce qu'elles soient décalées dans le temps par rapport à la réunion du CIPM, ce qui permettrait de transmettre les projets de décision qui auraient déjà été rédigés, mais cela poserait des difficultés en termes de modalités de voyage. Par ailleurs, si des décisions étaient rédigées à l'avance, les membres du CIPM pourraient critiquer le fait qu'ils n'ont pas été suffisamment impliqués dans le processus de prise de décision. Après discussion, il est convenu de transmettre les décisions à l'avance lorsque cela est possible.

Le président du CIPM remercie l'équipe du BIPM pour son soutien au cours de cette réunion puis il clôt la réunion à 18 h 15.

## Annexe 1

### RAPPORT DU SECRÉTAIRE ET ACTIVITÉS DU BUREAU DU CIPM

(octobre 2016 - octobre 2017)

Le bureau du CIPM s'est réuni au BIPM les 9 et 10 mars, du 12 au 14 juin, et du 13 au 15 octobre 2017.

Le secrétaire a participé aux réunions d'examen annuel du Système de management de la qualité et du Système de management de la santé et de la sécurité du BIPM. Par ailleurs, le président, le secrétaire et l'un des vice-présidents ont participé à la réunion annuelle bilatérale avec l'ILAC, à la réunion quadripartite BIPM/ILAC/OIML/ISO et à une réunion bilatérale informelle avec l'OIML, qui se sont toutes tenues en mars 2017.

En juin 2017, les membres du bureau du CIPM ont participé à une réunion du Sous-comité sur les finances et à une réunion des présidents des Comités consultatifs (cette dernière faisant l'objet d'un rapport distinct).

L'ordre du jour des réunions du bureau comprenait les questions administratives et financières habituelles ; les paragraphes suivants présentent brièvement les autres points à l'ordre du jour.

#### **Caisse de retraite du BIPM**

M. Érard, président de la Commission consultative sur la Caisse de retraite du BIPM (CCCR), a participé aux parties de la réunion du bureau consacrées à la Caisse de retraite. La CCCR s'est réunie en février et septembre 2017. En février, la contre-proposition soumise par la Commission des conditions d'emploi (CCE) a constitué le principal point à l'ordre du jour. Le 10 mars, les membres du bureau du CIPM et M. Érard ont rencontré cinq membres de la CCE pour une seconde présentation de la contre-proposition. L'un des éléments proposés était de transformer la CCCR en un « Comité exécutif paritaire » qui comprendrait quatre « représentants de l'employeur » et quatre « représentants des employés » et qui rendrait compte de ses activités directement à la CGPM et non au CIPM. Un deuxième élément concernait le fait de supprimer les augmentations annuelles de la cotisation de retraite prévues après 2019 jusqu'à ce que l'étude actuarielle programmée pour 2019 soit terminée. Un troisième élément portait sur l'implication des pensionnés dans les discussions au sujet des réformes de la Caisse de retraite. Le quatrième élément était une demande de compensations non-financières, telles que des jours de fermeture lors de la période entre Noël et Nouvel an.

Le bureau du CIPM et M. Érard ont répondu à cette contre-proposition en formulant des observations mais sans s'engager à modifier les conditions actuelles proposées. Tout d'abord, il a été noté qu'il n'était pas possible sur le plan pratique de rendre compte à un organe qui ne se réunit qu'une fois tous les quatre ans. Deuxièmement, des augmentations de la cotisation de retraite après 2019 sont nécessaires afin de démontrer la soutenabilité de la Caisse de retraite à la CGPM lors de sa réunion de 2018. Troisièmement, les projets actuels se fondent déjà sur une implication des pensionnés en 2017. Enfin, le directeur rappelle à la CCE qu'il a accepté d'envisager des compensations non-financières une fois que la CCE lui aura soumis une proposition détaillée à ce sujet.

En juin 2017, la discussion du bureau du CIPM a porté sur la demande formulée par la CCE afin que le personnel et les pensionnés soient davantage représentés à la CCCR : cette discussion a été facilitée par un tableau préparé par le conseiller juridique du BIPM concernant la composition des comités des fonds de pension de plusieurs organisations intergouvernementales.

En octobre 2017, la discussion a couvert quatre points : la demande de la CCE pour une plus grande représentation du personnel et des pensionnés à la CCCR ; un rapport sur l'élection d'un représentant des pensionnés ; les termes de référence révisés de la CCCR ; et un gel de deux ans de l'ajustement des pensions sur le coût de la vie.

La CCE a donné son avis consultatif sur la composition de la CCCR et sur le « découplage du point » visant à permettre un gel de l'ajustement des pensions sur le coût de la vie.

M. Thomas Witt, qui a été choisi par les pensionnés du BIPM pour les représenter à la CCCR, a participé à la réunion de septembre 2017 en tant qu'observateur. Son statut de membre de la CCCR a ensuite été approuvé par le CIPM.

Les termes de référence révisés de la CCCR, ainsi que les Statut, Règlement et Instructions amendés, doivent être approuvés par le CIPM afin de pouvoir mettre en place le gel de deux ans de l'ajustement du point applicable aux pensions.

Le bureau a accepté une demande de la CCE souhaitant lui soumettre une présentation le 14 octobre 2017.

### **Stratégie et programme de travail du BIPM (2020-2023)**

En mars 2017, le directeur a présenté un graphique concernant la rédaction de la stratégie du BIPM et du programme de travail pour les années 2020 à 2023 qui seront présentés à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018). Dans la version mise à jour de la stratégie, le BIPM s'engage à équilibrer les ressources allouées aux objectifs stratégiques (coordination, relations internationales et collaboration technique) tout en prenant en considération : les besoins des pays et économies dont le système métrologique est émergent ; le besoin d'une plus grande flexibilité dans le modèle de financement du BIPM afin de tirer parti de projets financés par des donateurs ; et le besoin pour tous les départements du BIPM d'être impliqués dans les activités de renforcement des capacités et de transfert des connaissances. Dans sa stratégie, le BIPM s'engage à revoir le travail technique nécessaire au BIPM après la révision attendue du SI. La stratégie doit être examinée et approuvée par le CIPM lors de sa réunion de 2017.

En discutant de la stratégie proposée, le bureau du CIPM a décidé d'inclure, lors de la réunion de 2017 du CIPM, une discussion sur les rôles et responsabilités du CIPM, et en particulier du Sous-comité du CIPM sur la stratégie, par rapport à l'élaboration de la stratégie.

Lors de la réunion du bureau du CIPM de juin 2017, le directeur a apporté des réponses aux commentaires formulés par les membres du CIPM au sujet de la stratégie du BIPM et du programme de travail pour les années 2020 à 2023 qui seront présentés à la CGPM à sa 26<sup>e</sup> réunion (2018). Une version révisée prenant en considération la majorité de ces commentaires sera soumise pour consultation aux laboratoires nationaux de métrologie en août/septembre 2017. D'autres questions de stratégie à long terme qui ont été soulevées seront discutées lors d'une future réunion du CIPM.

### **Position du CIPM sur le VIM**

Le bureau a examiné un projet de document dont l'objectif est de donner des orientations au Groupe de travail 2 du JCGM sur le VIM concernant l'évolution du VIM. Ce projet de document met l'accent sur les principes suivants :

1. Les termes listés dans le VIM devraient correspondre autant que possible à ceux actuellement utilisés.
2. Les définitions devraient être plus compréhensibles (que celles de la 3<sup>e</sup> édition du VIM), sans qu'il soit nécessaire de consulter la signification de plusieurs autres termes.
3. Seul un nombre limité de termes de propriétés qualitatives devrait être introduit.

Le document sera transmis au CIPM pour examen et approbation avant d'être envoyé au Groupe de travail 2 du JCGM qui se réunira en mai 2017.

## Personnel du BIPM

Lors de sa réunion de mars 2017, le bureau du CIPM a été informé des points suivants : Mme Rahima Guliyeva a rejoint le Département des relations internationales et de la communication pour une durée déterminée de deux ans en tant que chargée des relations internationales ; le nouveau secrétaire exécutif du JCRB, M. Nikita Zviagin, est arrivé en janvier 2017 ; le recrutement d'un chargé de communication suite au départ de Mme Nina De Sousa Dias en avril 2017 est programmé ; Mme Johanna Goncalves a rejoint le Département du temps et les recrutements d'un nouveau directeur pour le Département du temps et pour le Département des rayonnements ionisants sont en cours.

Le bureau a appris en juin que d'excellents candidats avaient été recrutés pour diriger le Département du temps et le Département des rayonnements ionisants. Ainsi, Mme Patrizia Tavella, directrice de recherches à l'INRIM (Italie), prendra les fonctions de directrice du Département du temps (à compter du 1<sup>er</sup> novembre 2017). M. Steven Judge, responsable du groupe de métrologie nucléaire au NPL (Royaume-Uni), sera le nouveau directeur du Département des rayonnements ionisants (à compter du 15 août 2017). Mme Justine Evans a été recrutée au poste de chargée de communication au sein du Département des relations internationales et de la communication. D'autres recrutements sont prévus dans un futur proche pour les postes de comptable junior, technicien dans le domaine des masses et scientifique au sein du Département de la chimie. Le poste d'acheteur a été supprimé. Un technicien doit être recruté pour les masses car un membre du personnel qui était affecté à mi-temps aux masses a été transféré à temps plein au Département de la chimie. Le nouveau chimiste remplacera M. Norbert Stoppacher qui a accepté un nouveau poste dans le secteur privé.

Le directeur a noté l'augmentation significative du nombre d'employés à contrat de durée déterminée depuis qu'il a pris ses fonctions en 2013, ainsi que l'augmentation marquée du nombre de détachés. Sept employés sur 74 au total sont en contrat de durée déterminée. Les détachements, exprimés en équivalents temps-plein, sont passés de quatre à douze au cours de ces quatre dernières années.

## Programme de renforcement des capacités et de transfert des connaissances en métrologie

Le directeur du Département des relations internationales et de la communication a présenté une synthèse impressionnante des projets réalisés et de ceux en cours concernant le programme du BIPM de renforcement des capacités et de transfert des connaissances. Dix-huit personnes, la plupart venant de l'AFRIMETS et du SIM, ont participé au premier cycle de la formation de 11 jours « *Leaders of Tomorrow* » qui s'est tenue au BIPM en novembre 2016. À la demande de l'EURAMET, dix-huit participants ont bénéficié d'une version condensée sur 4 jours de cette formation en février 2017. Le retour des participants concernant ces deux formations est très positif. Des progrès concernant les projets effectués au sein des laboratoires sont également à noter.

## Pays et économies au système de métrologie émergent

Lors de la réunion de mars du bureau du CIPM, le directeur a indiqué qu'il pourrait être nécessaire de développer une façon moins onéreuse pour les pays et économies dont le système de métrologie est émergent (CEEMS) de participer aux activités de la Convention du Mètre. Actuellement, la contribution annuelle minimale pour un Membre du BIPM est de 56 000 euros, soit près d'un vingtième de la contribution la plus importante, alors que le coefficient ONU de nombreux CEEMS est plus de 20 fois inférieur à ceux du coefficient ONU le plus élevé. Le directeur du BIPM et le directeur du Département des relations internationales et de la communication établiront un groupe de travail dont le but sera de développer une proposition pour répondre aux besoins et préoccupations de ces pays, décrits comme micro-CEEMS.

Lors de sa réunion de juin, le bureau du CIPM a discuté d'un rapport préparé par M. Henson sur les défis auxquels sont confrontés les États dont le système de métrologie est émergent et dont le PIB est très bas (micro-CEEMS). Le point principal de cette analyse est que la pratique actuelle qui consiste à soumettre les Associés à la CGPM à un mécanisme d'augmentation de leur souscription lorsqu'ils ont rempli certains critères pourrait ne pas être appropriée pour les micro-CEEMS qui souhaitent participer au CIPM MRA (cette pratique a été établie par l'adoption d'une résolution par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion en 2011).

Il sera demandé au CIPM d'étudier une proposition visant à modifier ces critères afin de permettre aux Associés dont le coefficient ONU est inférieur ou égal à 0,02, et qui remplissent les critères pour être encouragés à devenir Membre, de ne pas être soumis au mécanisme d'augmentation progressive de leur souscription.

### **Révision du SI**

Lors de sa réunion de juin, le bureau du CIPM a examiné les recommandations du CCM et du CCT concernant la redéfinition du kilogramme et du kelvin et a étudié les résultats obtenus à partir de la balance de Kibble et de sphères en silicium pour la détermination de la constante de Planck,  $h$ . Les résultats les plus récents pour  $h$  ont mené certains à penser qu'il fallait trouver l'origine des écarts avant de fixer une date pour la redéfinition du kilogramme. Une recommandation du CCU sera disponible lors de la réunion du CIPM en octobre 2017.

Lors de la réunion du bureau du CIPM d'octobre 2017, M. Ullrich a présenté un rapport concernant la réunion du CCU qui s'est tenue début septembre 2017 ; ce même rapport sera présenté au CIPM le 16 octobre 2017.

### **Questions institutionnelles**

Le bureau a également rédigé un projet de résolution pour la 26<sup>e</sup> réunion de la CGPM (2018) qui permettrait au CIPM de revenir à la procédure décrite dans la Convention du Mètre concernant l'exclusion d'un État Membre en situation d'arriérés depuis plus de six ans. Ce projet de résolution requerrait également du CIPM qu'il entreprenne un examen des rapports financiers du BIPM afin de rectifier les comptes dans tous les cas où le traitement d'un État Membre a conduit à des arriérés injustifiés. Ces changements permettraient un traitement équitable des États Membres en situation d'arriérés et réduiraient la complexité de la gestion financière des arriérés.

### **Questions relatives au CIPM**

Le bureau a examiné deux projets concernant des décisions qui, après approbation du CIPM, s'appliqueraient à tous les Comités consultatifs. La première de ces décisions serait d'établir un ensemble d'objectifs communs à tous les Comités consultatifs ; la seconde serait d'harmoniser la politique de participation des organisations internationales en tant qu'organismes de liaison au sein des Comités consultatifs. Après approbation du CIPM, le document CIPM-D-01 sera mis à jour en conséquence.

### **Utilisation du nom « BIPM »**

L'après-midi du 15 octobre 2017, M. Quinn, directeur honoraire du BIPM, et Mme Arlen, conseiller juridique du BIPM, ont donné au bureau du CIPM des présentations sur l'utilisation du terme « Bureau international des poids et mesures » (ou son sigle BIPM) qui proposaient des points de vue différents. Les présentations se fondaient sur un grand nombre de documents historiques, tels que la Convention du Mètre, des rapports de réunions et des correspondances plus récentes entre le BIPM et d'autres organisations, notamment le ministère français des Affaires étrangères.

Le fait que la Convention du Mètre ait créé une organisation intergouvernementale comprenant trois organes (la CGPM, le CIPM et l'institut situé à Sèvres) n'est pas contesté. Il y a toutefois désaccord quant à l'utilisation du terme « BIPM ». M. Quinn estime que le BIPM est uniquement le nom donné à l'institut situé à Sèvres ; Mme Arlen soutient que le BIPM est le nom de l'organisation intergouvernementale créée par la Convention du Mètre mais que la pratique de longue date de se référer également à l'établissement de Sèvres en utilisant le terme BIPM ne présente pas de difficultés d'un point de vue juridique.

## Annexe 2

## Visite du dépôt des prototypes métriques

## PROCÈS-VERBAL

Le 20 octobre 2017 à 15 heures 30 en présence du Président du Comité international des poids et mesures et du directeur du Bureau international des poids et mesures, il a été procédé à la visite du dépôt des prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil.

On avait réuni les trois clefs qui ouvrent le dépôt : celle qui est confiée au directeur du Bureau international, celle qui est habituellement déposée aux Archives nationales et actuellement confiée au directeur du Bureau international des poids et mesures pour la campagne extraordinaire d'étalonnage avec le prototype international du kilogramme, et celle enfin dont le Président du Comité international a la garde.

Les deux portes de fer du caveau ayant été ouvertes ainsi que le coffre-fort, on a constaté dans ce dernier la présence des prototypes et de leurs témoins.

On a relevé les indications suivantes sur les instruments de mesure placés dans le caveau :

température actuelle	:	21 °C
température maximale	:	21 °C
température minimale	:	19 °C
état hygrométrique	:	57 %

On a alors refermé le coffre-fort ainsi que les portes du caveau.

Le Directeur  
du BIPM



M.J.T. MILTON

Le Président  
du CIPM



B.D. INGLIS