

**Bureau international des poids et mesures**

# **Comité international des poids et mesures**

90<sup>e</sup> session (octobre 2001)

Note sur l'utilisation du texte anglais (*voir* page 85)

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

Le lecteur doit cependant noter que le rapport officiel est toujours celui qui est rédigé en français.

C'est le texte français qui fait autorité si une référence est nécessaire ou s'il y a doute sur l'interprétation.

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

Conception graphique :  
Monika Jost

Imprimé par : Stedi, Paris

ISSN 0370-2596  
ISBN 92-822-2192-X

## TABLE DES MATIÈRES

Photographie des participants à la 90 <sup>e</sup> session du Comité international	2
États membres de la Convention du Mètre et associés à la Conférence générale	10
Le BIPM et la Convention du Mètre	11
Liste des membres du Comité international des poids et mesures	15
Liste du personnel du Bureau international des poids et mesures	17
 <b>Procès-verbaux des séances, 10-12 octobre 2001</b>	<b>19</b>
Ordre du jour	20
1 Ouverture de la session ; quorum ; ordre du jour	21
2 Rapport du secrétaire et activités du bureau du Comité (octobre 2000 – septembre 2001)	22
2.1 États membres de la Convention du Mètre	22
2.2 Associés à la Conférence générale	22
2.3 Composition du Comité international	23
2.4 L'arrangement de reconnaissance mutuelle	23
2.5 Discussions entre le BIPM, l'OIML et l'ILAC	24
2.5.1 Projet de loi sur la métrologie et le concept de traçabilité des mesures	24
2.5.2 Deuxième symposium sur le rôle de la métrologie dans le développement économique et social	24
2.5.3 Actions de l'ISO relatives à la métrologie	24
2.6 Memorandum of Understanding entre le CIPM et l'ILAC	24
2.7 Accord entre le CIPM et l'Organisation météorologique mondiale	25
2.8 ISO 17011	25
2.9 La traçabilité en médecine de laboratoire	26
2.10 Organisation mondiale du commerce	27
2.11 Étude faisant suite au rapport du CIPM sur les besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie	27

- 2.12 Réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en 2002 **27**
- 2.13 Préparation de la 22<sup>e</sup> Conférence générale **28**
- 2.14 Projet sur la constante d'Avogadro **28**
- 2.15 Questions relatives au BIPM **28**
  - 2.15.1 Le Pavillon du Mail **28**
  - 2.15.2 Recrutement pour la section de chimie et préparation des laboratoires **28**
  - 2.15.3 Remplacement de J.-M. Chartier en tant que responsable de la section des longueurs **29**
  - 2.15.4 Nouvelle section informatique et qualité **29**
  - 2.15.5 Diffusion électronique des documents des Comités consultatifs **29**
  - 2.15.6 École d'été du BIPM sur la métrologie en 2003 **29**
  - 2.15.7 Projets futurs d'activités scientifiques **30**
  - 2.15.8 Caisse de retraite du BIPM **30**
- 2.16 Indications financières **30**
- 3 Composition du Comité international **31**
  - 3.1 Élections **31**
  - 3.2 Candidats éventuels **31**
  - 3.3 Élection de membres honoraires **33**
- 4 États membres de la Convention du Mètre et associés à la Conférence générale **33**
- 5 Questions administratives et financières **33**
  - 5.1 Rapport aux Gouvernements pour 2001; quitus pour l'exercice 2000 **34**
  - 5.2 État d'avancement du budget en 2001 **34**
  - 5.3 Budget pour 2002 **34**
  - 5.4 Rapport final sur la construction du Pavillon du Mail **36**
  - 5.5 Personnel du BIPM **36**
  - 5.6 Caisse de retraite du BIPM **36**

- 6 Comités consultatifs et groupes de travail **37**
  - 6.1 Comité consultatif des unités **37**
    - 6.1.1 Proposition d'adopter le neper comme unité SI **38**
    - 6.1.2 Différente signification des termes « unité SI » et « unité du SI » **38**
  - 6.2 Comité consultatif pour la quantité de matière **39**
    - 6.2.1 État d'avancement de la mise en œuvre du MRA **39**
    - 6.2.2 Groupes de travail du CCQM **40**
    - 6.2.3 Matériaux de référence **40**
    - 6.2.4 Coopération internationale et contacts **41**
    - 6.2.5 Perspectives futures **41**
    - 6.2.6 Proposition d'ajouter « métrologie en chimie » en sous-titre **42**
  - 6.3 Comité consultatif de photométrie et radiométrie **42**
    - 6.3.1 Directions actuelles et à venir **42**
    - 6.3.2 Radiométrie pour l'ultraviolet dans l'air **43**
    - 6.3.3 Comparaisons clés et recommandation sur les étalons photométriques du BIPM **43**
    - 6.3.4 Personnel **44**
  - 6.4 Comité consultatif des rayonnements ionisants **44**
  - 6.5 Comité consultatif du temps et des fréquences **46**
    - 6.5.1 Étalons primaires de fréquence et liaison avec la communauté des longueurs **46**
    - 6.5.2 Le Temps atomique international (TAI) : état d'avancement et progrès **47**
    - 6.5.3 Horloges dans l'espace et futurs systèmes de navigation satellitaires **48**
    - 6.5.4 Les comparaisons clés et l'arrangement de reconnaissance mutuelle dans le domaine du temps et des fréquences **48**
  - 6.6 Comité consultatif de thermométrie **49**
    - 6.6.1 Comparaisons clés **49**
    - 6.6.2 Groupes de travail **50**

- 6.7 Comité consultatif des longueurs **51**
  - 6.7.1 Métrologie dimensionnelle et comparaisons clés **52**
  - 6.7.2 Mise en pratique de la définition du mètre **52**
- 6.8 Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations **54**
  - 6.8.1 Comparaisons clés et supplémentaires **54**
  - 6.8.2 Questions diverses **55**
- 6.9 Groupes de travail du Comité consultatif d'électricité et magnétisme **55**
- 6.10 Groupe de travail du CCM sur la masse volumique **56**
- 6.11 Comparaison internationale de gravimètres **56**
- 6.12 Composition des Comités consultatifs **57**
- 6.13 Réunions à venir des Comités consultatifs **57**
- 7 L'arrangement de reconnaissance mutuelle **58**
- 8 Nouvelle étude sur les besoins futurs dans le domaine de la métrologie **59**
- 9 Groupe de travail commun à l'OIML et à la Convention du Mètre **62**
- 10 Contacts avec d'autres organisations internationales **62**
  - 10.1 Organisation météorologique mondiale **62**
  - 10.2 ILAC **63**
  - 10.3 Traçabilité en médecine de laboratoire, contacts avec l'Organisation mondiale de la santé **63**
  - 10.4 ISO/CEI et ISO CASCO **63**
- 11 Comité commun pour les guides en métrologie **63**
- 12 Travaux du BIPM **64**
  - 12.1 Rapport du directeur sur les travaux du BIPM **64**
  - 12.2 Dépôt des prototypes métriques **71**
- 13 Questions diverses **72**
  - 13.1 Supplément technique à *Metrologia* **72**
  - 13.2 Projet sur la constante d'Avogadro **72**
  - 13.3 École d'été au BIPM **72**
  - 13.4 Site Web du BIPM **73**
- 14 Date de la prochaine session **74**

**Recommandation adoptée par le Comité international des poids et mesures**

1 (CI-2001) : Le neper et le bel **75**

**Liste des sigles utilisés dans le présent volume 77**

**ÉTATS MEMBRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE  
ET ASSOCIÉS À LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE**

au 12 octobre 2001

**États membres de la Convention du Mètre**

Afrique du Sud	Irlande
Allemagne	Israël
Argentine	Italie
Australie	Japon
Autriche	Malaisie
Belgique	Mexique
Brésil	Norvège
Bulgarie	Nouvelle-Zélande
Cameroun	Pakistan
Canada	Pays-Bas
Chili	Pologne
Chine	Portugal
Corée (Rép. de)	Roumanie
Corée (Rép. pop. dém. de)	Royaume-Uni
Danemark	Russie (Féd. de)
Dominicaine (Rép.)	Singapour
Égypte	Slovaquie
Espagne	Suède
États-Unis	Suisse
Finlande	Tchèque (Rép.)
France	Thaïlande
Grèce	Turquie
Hongrie	Uruguay
Inde	Venezuela
Indonésie	Yougoslavie
Iran (Rép. islamique d')	

**Associés à la Conférence générale**

Cuba	Lettonie
Équateur	Lituanie
Hong Kong, Chine	Malte



## **LE BIPM ET LA CONVENTION DU MÈTRE**

Le Bureau international des poids et mesures (BIPM) a été créé par la Convention du Mètre signée à Paris le 20 mai 1875 par dix-sept États, lors de la dernière séance de la Conférence diplomatique du Mètre. Cette Convention a été modifiée en 1921.

Le Bureau international a son siège près de Paris, dans le domaine (43 520 m<sup>2</sup>) du Pavillon de Breteuil (Parc de Saint-Cloud) mis à sa disposition par le Gouvernement français ; son entretien est assuré à frais communs par les États membres de la Convention du Mètre.

Le Bureau international a pour mission d'assurer l'unification mondiale des mesures physiques ; il est donc chargé :

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles pour la mesure des principales grandeurs physiques et de conserver les prototypes internationaux ;
- d'effectuer la comparaison des étalons nationaux et internationaux ;
- d'assurer la coordination des techniques de mesure correspondantes ;
- d'effectuer et de coordonner les mesures des constantes physiques fondamentales qui interviennent dans les activités ci-dessus.

Le Bureau international fonctionne sous la surveillance exclusive du Comité international des poids et mesures (CIPM), placé lui-même sous l'autorité de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) à laquelle il présente son rapport sur les travaux accomplis par le Bureau international.

La Conférence générale rassemble des délégués de tous les États membres de la Convention du Mètre et se réunit actuellement tous les quatre ans dans le but :

- de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour assurer la propagation et le perfectionnement du Système international d'unités (SI), forme moderne du Système métrique ;
- de sanctionner les résultats des nouvelles déterminations métrologiques fondamentales et d'adopter les diverses résolutions scientifiques de portée internationale ;
- d'adopter toutes les décisions importantes concernant la dotation, l'organisation et le développement du Bureau international.

Le Comité international comprend dix-huit membres appartenant à des États différents ; il se réunit actuellement tous les ans. Le bureau de ce Comité adresse aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre un rapport annuel sur la situation administrative et financière du Bureau international. La principale mission du Comité international est d'assurer l'unification mondiale des unités de mesure, en agissant directement, ou en soumettant des propositions à la Conférence générale.

Limitées à l'origine aux mesures de longueur et de masse et aux études métrologiques en relation avec ces grandeurs, les activités du Bureau international ont été étendues aux étalons de mesure électriques (1927), photométriques et radiométriques (1937), des rayonnements ionisants (1960), aux échelles de temps (1988) et à la chimie (2000). Dans ce but, un agrandissement des premiers laboratoires construits en 1876-1878 a eu lieu en 1929 ; de nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-1964 pour les laboratoires de la section des rayonnements ionisants, en 1984 pour le travail sur les lasers, en 1988 pour la bibliothèque et des bureaux, et en 2001 a été inauguré un bâtiment pour l'atelier, des bureaux et des salles de réunion.

Environ quarante-cinq physiciens et techniciens travaillent dans les laboratoires du Bureau international. Ils y font principalement des recherches métrologiques, des comparaisons internationales des réalisations des unités et des vérifications d'étalons. Ces travaux font l'objet d'un rapport annuel détaillé qui est publié dans le *Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures*.

Devant l'extension des tâches confiées au Bureau international en 1927, le Comité international a institué, sous le nom de Comités consultatifs, des organes destinés à le renseigner sur les questions qu'il soumet, pour avis, à leur examen. Ces Comités consultatifs, qui peuvent créer des groupes de travail temporaires ou permanents pour l'étude de sujets particuliers, sont chargés de coordonner les travaux internationaux effectués dans leurs domaines respectifs et de proposer au Comité international des recommandations concernant les unités.

Les Comités consultatifs ont un règlement commun (*BIPM Proc.-verb. Com. int. poids et mesures*, 1963, **31**, 97). Ils tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers. Le président de chaque Comité consultatif est désigné par le Comité international ; il est généralement membre du Comité international. Les Comités consultatifs ont pour membres des laboratoires de métrologie et des instituts spécialisés, dont la liste est établie par le Comité international, qui envoient des délégués de leur choix. Ils comprennent aussi

des membres nominativement désignés par le Comité international, et un représentant du Bureau international (Critères pour être membre des Comités consultatifs, *BIPM Proc.-verb. Com. int. poids et mesures*, 1996, **64**, 6). Ces Comités sont actuellement au nombre de dix :

1. Le Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif d'électricité (CCE) créé en 1927 ;
2. Le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), nouveau nom donné en 1971 au Comité consultatif de photométrie (CCP) créé en 1933 (de 1930 à 1933 le CCE s'est occupé des questions de photométrie) ;
3. Le Comité consultatif de thermométrie (CCT), créé en 1937 ;
4. Le Comité consultatif des longueurs (CCL), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition du mètre (CCDM) créé en 1952 ;
5. Le Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS) créé en 1956 ;
6. Le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CCEMRI) créé en 1958 (en 1969, ce Comité consultatif a institué quatre sections : Section I (Rayons x et  $\gamma$ , électrons), Section II (Mesure des radionucléides), Section III (Mesures neutroniques), Section IV (Étalons d'énergie  $\alpha$ ) ; cette dernière section a été dissoute en 1975, son domaine d'activité étant confié à la Section II) ;
7. Le Comité consultatif des unités (CCU), créé en 1964 (ce Comité consultatif a remplacé la « Commission du système d'unités » instituée par le Comité international en 1954) ;
8. Le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM), créé en 1980 ;
9. Le Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), créé en 1993 ;
10. Le Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUV), créé en 1999.

Les travaux de la Conférence générale, du Comité international et des Comités consultatifs sont publiés par les soins du Bureau international dans les collections suivantes :

- *Comptes rendus des séances de la Conférence générale des poids et mesures* ;
- *Procès-verbaux des séances du Comité international des poids et mesures* ;
- *Rapports des sessions des Comités consultatifs*.

Le Bureau international publie aussi des monographies sur des sujets métrologiques particuliers et, sous le titre *Le Système international d'unités (SI)*, une brochure remise à jour périodiquement qui rassemble toutes les décisions et recommandations concernant les unités.

La collection des *Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures* (22 tomes publiés de 1881 à 1966) a été arrêtée par décision du Comité international, de même que le *Recueil de travaux du Bureau international des poids et mesures* (11 volumes publiés de 1966 à 1988).

Les travaux du Bureau international font l'objet de publications dans des journaux scientifiques ; une liste en est donnée chaque année dans le *Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures*.

Depuis 1965 la revue internationale *Metrologia*, éditée sous les auspices du Comité international des poids et mesures, publie des articles sur la métrologie scientifique, sur l'amélioration des méthodes de mesure, les travaux sur les étalons et sur les unités, ainsi que des rapports concernant les activités, les décisions et les recommandations des organes de la Convention du Mètre.

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

au 12 octobre 2001

### **Président**

1. J. Kovalevsky, président du Bureau national de métrologie, Observatoire de la Côte d'Azur, avenue N. Copernic, 06130 Grasse, France.

### **Secrétaire**

2. R. Kaarls, Klaverwydenstraat 13, 2381 VX Zoeterwoude, Pays-Bas.

### **Membres**

3. K.H. Brown, sous-directrice du National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899-1000, États-Unis.
4. Chung Myung Sai, membre honoraire du Korea Research Institute of Standards and Science, P.O. Box 102, Yusong, Daejeon 305-600, Rép. de Corée.
5. Gao Jie, sous-directeur général du National Institute of Measurement and Testing Technology, P.O. Box 659, Chengdu 610061, Sichuan, Chine.
6. E.O. Göbel, président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Postfach 3345, D-38023 Braunschweig, Allemagne.
7. E.S.R. Gopal, membre honoraire du Department of Physics, Indian Institute of Science, Bangalore 560 012, Inde.
8. F. Hengstberger, CSIR – National Metrology Laboratory, P.O. Box 395, Pretoria 0001, Afrique du Sud.
9. B. Inglis, directeur du National Measurement Laboratory, CSIRO, P.O. Box 218, Lindfield NSW 2070, Australie.
10. L.K. Issaev, sous-directeur du VNIIMS, Gosstandart de Russie, Leninsky prospect 9, 117049 Moscou, Féd. de Russie.
11. S. Leschiutta, président de l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Corso Massimo d'Azeglio 42, I-10125 Turin, Italie.
12. G. Moscati, Instituto de Fisica, Université de São Paulo, Caixa Postal 66318, 05315-970 São Paulo SP, Brésil. *Vice-président.*
13. P. Pâquet, directeur de l'Observatoire royal de Belgique, 3 avenue Circulaire, B-1180 Bruxelles, Belgique.

14. M. Tanaka, sous-directeur du National Metrology Institute of Japan (NMIJ), AIST Tsukuba Central 3, 1-1-4 Umezono, Tsukuba 305-8563, Japon.
15. H. Ugur, directeur du Tubitak Ulusal Metroloji Enstitüsü, P.O. Box 21, 41470 Gebze-Kocaeli, Turquie.
16. J. Valdés, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI – Parque Tecnológico Miguelete, av. Gral. Paz e/Albarelos y Constituyentes (B1650KNA), C.C. 157 (B1650WAB) San Martín, Province de Buenos Aires, Argentine.
17. A.L. VanKoughnett, 58 Centrepark Drive, Gloucester ON, K1B 3C1, Canada. *Vice-président*.
18. A.J. Wallard, sous-directeur du National Physical Laboratory, Teddington TW11 0LW, Royaume-Uni.

#### **Membres honoraires**

1. E. Ambler, The Belvedere (No. 626), 1600 N. Oak Street, Arlington, VA 22209, États-Unis.
2. W.R. Blevin, 61 Boronia avenue, Cheltenham NSW 2119, Australie.
3. J. de Boer, Institut de physique, Université d'Amsterdam, Valckenierstraat 65, Amsterdam-C, Pays-Bas.
4. L.M. Branscomb, Box 309, Concord, Massachusetts 01742, États-Unis.
5. J.V. Dunworth, Apt. 902, Kings Court, Ramsey, Isle of Man, Royaume-Uni.
6. K. Iizuka, conseiller auprès de l'AIST, c/o NMIJ/AIST, Tsukuba Central 3, 1-1-4 Umezono, Tsukuba 305-8563, Japon.
7. D. Kind, Knappstrasse 4, 38116 Braunschweig, Allemagne.
8. H. Preston-Thomas, 1109 Blasdell Avenue, Ottawa K1K 0C1, Canada.
9. J. Skákala, professeur à l'Université technique slovaque, Nám. Slobody 17, 812 31 Bratislava, Slovaquie.

**LISTE DU PERSONNEL DU  
BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES**  
au 1<sup>er</sup> janvier 2002

**Directeur :** M. T.J. Quinn

**Longueurs :** M. J.-M. Chartier

M. R. Felder, Mme S. Picard, M. L. Robertsson, M. L.-S. Ma\*,  
M. L.F. Vitouchkine  
Mme A. Chartier, M. J. Labot

**Masse :** M. R.S. Davis

Mme H. Fang, Mme C. Goyon-Taillade, M. H. Parks\*\*, M. A. Picard,  
Mme J. Coarasa, M. J. Hostache

**Temps :** Mme E.F. Arias

MM. J. Azoubib, Z. Jiang\*\*, W. Lewandowski, G. Petit, P. Wolf  
Mlle H. Konaté, M. P. Moussay, Mme M. Thomas

**Électricité :** M. T.J. Witt

MM. F. Delahaye, D. Reymann  
MM. D. Avrons, R. Chayramy, A. Jaouen

**Radiométrie et photométrie :** M. M. Stock

MM. R. Goebel, S. Solve

**Rayonnements ionisants :** Mme P. Allisy-Roberts

M. D.T. Burns, Mme C. Michotte, M. G. Ratel  
MM. C. Colas, M. Nonis, P. Roger, C. Veyradier

**Chimie :** M. R. Wielgosz

Mlle J. Viallon

**Informatique et qualité :** M. R. Köhler

MM. L. Le Mée, G. Petitgand

**Publications** : M. P.W. Martin

Mlle J.R. Miles

**Base de données du BIPM sur les comparaisons clés** : Mme C. Thomas\*\*\*

**Secrétariat** : Mme F. Joly

Mmes L. Delfour, D. Le Coz\*\*\*, G. Négadi, J. Varenne

**Finances, administration** : Mme B. Perent

Mmes D. Spelzini Etter, M.-J. Martin, D. Saillard\*\*\*

*Gardiens* : M. et Mme Dominguez, M. et Mme Neves

*Femmes de ménage* : Mmes R. Prieto, R. Vara

*Jardiniers* : MM. C. Dias-Nunes, A. Zongo\*\*\*\*

**Atelier de mécanique** : M. J. Sanjaime

MM. P. Benoit, F. Boyer, M. de Carvalho, J.-B. Caucheteux, J.-P. Dewa,  
P. Lemartrier, D. Rotrou,

MM. E. Dominguez\*\*\*\*, C. Neves\*\*\*\*\*

**Directeur honoraire** : M. P. Giacomo

**Métrologiste principal honoraire** : M. G. Leclerc

---

\* Chercheur associé supérieur.

\*\* Chercheur associé.

\*\*\* Également aux publications.

\*\*\*\* Également à l'atelier.

\*\*\*\*\* Également gardien.



**Comité international  
des poids et mesures**

**Procès-verbaux  
des séances de la 90<sup>e</sup> session  
(10–12 octobre 2001)**

**Ordre du jour**

1. Ouverture de la session ; quorum ; ordre du jour.
2. Rapport du secrétaire et activités du bureau du Comité (octobre 2000 – septembre 2001).
3. Composition du Comité international.
4. États membres de la Convention du Mètre et associés à la Conférence générale.
5. Questions administratives et financières.
6. Comités consultatifs et groupes de travail.
7. L'arrangement de reconnaissance mutuelle.
8. Nouvelle étude sur les besoins futurs dans le domaine de la métrologie.
9. Groupe de travail commun à l'OIML et à la Convention du Mètre.
10. Contacts avec d'autres organisations internationales.
11. Comité commun pour les guides en métrologie.
12. Travaux du BIPM.
13. Questions diverses.
14. Date de la prochaine session.

## **1 OUVERTURE DE LA SESSION ; QUORUM ; ORDRE DU JOUR**

Le Comité international des poids et mesures (CIPM) s'est réuni pour sa 90<sup>e</sup> session du mercredi 10 au vendredi 12 octobre 2001 au Pavillon de Breteuil, à Sèvres.

Étaient présents : Mme K.H. Brown, MM. Chung Myung Sai, Gao Jie, E.O. Göbel, E.S.R. Gopal, F. Hengstberger, B. Inglis, L.K. Issaev, R. Kaarls, J. Kovalevsky, S. Leschiutta, G. Moscati, P. Pâquet, T.J. Quinn (directeur du BIPM), M. Tanaka, H. Ugur, J. Valdés, A.L. VanKoughnett et A.J. Wallard.

Assistaient aussi à la session : MM. P. Giacomo (directeur honoraire du BIPM) ; J. Lusztyk (directeur du NRC, Canada, pendant une partie de la réunion), B. McGuinness (directeur du NPL, Royaume-Uni, pendant une partie de la réunion), I.M. Mills (président du CCU, pendant une partie de la réunion), Mme F. Joly et Mlle J.R. Miles (secrétariat).

M. Kovalevsky, président du CIPM, ouvre la 90<sup>e</sup> session en souhaitant la bienvenue aux participants, et en particulier aux deux nouveaux membres, MM. Hengstberger et Tanaka. Tous les membres étant présents, le quorum est atteint, conformément à l'article 12 du Règlement annexé à la Convention du Mètre.

Au nom du CIPM et du BIPM, il exprime sa sincère sympathie à Mme K.H. Brown à propos des récents événements qui se sont déroulés aux États-Unis.

L'ordre du jour de la réunion est adopté.

Le président invite ensuite le secrétaire du Comité, M. R. Kaarls, à présenter son rapport.

## **2 RAPPORT DU SECRÉTAIRE ET ACTIVITÉS DU BUREAU DU COMITÉ (octobre 2000 – septembre 2001)**

Tous les points importants figurant au rapport du secrétaire sont repris ultérieurement au cours de la réunion, aussi est-il fait référence aux discussions ultérieures.

Le bureau du CIPM s'est réuni trois fois depuis la précédente session, deux fois au Pavillon de Breteuil et une fois au Japon en mai 2001, à l'occasion de l'inauguration du nouveau National Metrology Institute of Japan (NMIJ).

### **2.1 États membres de la Convention du Mètre**

Le nombre d'États membres de la Convention du Mètre est maintenant de cinquante et un, après l'adhésion de la Grèce, de la Malaisie et de la Yougoslavie. Suite à la décision prise par le CIPM en 1999 à l'égard des États membres déficitaires, des lettres ont été envoyées le 6 avril 2000 aux ambassades à Paris de la République dominicaine et de la République islamiste d'Iran pour les informer qu'ils seront exclus de la Convention du Mètre s'ils ne font pas le nécessaire pour payer leurs arriérés de contributions. Nous n'avons pas reçu de réponse. En juillet 2001, nous avons à nouveau écrit, cette fois par l'intermédiaire du ministre français des Affaires étrangères, au ministère des Affaires étrangères de ces deux États. Au moment de la réunion du CIPM, nous n'avions toujours pas reçu de réponse à ces courriers, mais nous avons ensuite pris contact directement avec les autorités de la République dominicaine pour tenter de résoudre ce problème.

### **2.2 Associés à la Conférence générale**

Le nombre des États et entités économiques associés à la Conférence générale est maintenant de six, à savoir : Cuba, l'Équateur, Hong Kong, la Lettonie, la Lituanie, et Malte. Des discussions sont en cours avec un certain nombre d'autres pays qui souhaitent devenir associés. À ce jour, les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de tous les nouveaux associés ont signé l'arrangement de reconnaissance mutuelle.

## **2.3 Composition du Comité international**

Lors de la dernière session du CIPM, en octobre 2000, le Comité avait décidé de laisser vacant un des sièges libérés depuis la précédente session. Un deuxième siège est devenu vacant le 30 juin 2001 à la suite de la démission de Kozo Iizuka, vice-président du CIPM. Deux élections ont eu lieu, les nouveaux membres sont Mitsuru Tanaka (Japon) et Franz Hengstberger (Afrique du Sud). Franz Hengstberger a la double nationalité sud-africaine et autrichienne, et il est élu au CIPM en tant que citoyen sud-africain. Cela résulte de la décision du CIPM en 2000 relative aux membres ayant une double nationalité. Le CIPM ne considère donc pas qu'une future élection d'un citoyen autrichien serait affectée par cette élection. Paul Pâquet a aussi annoncé sa démission, qui prendra effet juste après la présente session du CIPM. Il y aura donc un siège vacant au Comité. Les curricula vitae de plusieurs candidats seront présentés.

Le bureau continue à rechercher des candidats susceptibles d'être membres du CIPM et invite ses membres et d'autres personnalités à proposer des candidats et leurs curricula vitae. La politique du CIPM à l'égard des élections et les modalités pour soumettre une candidature ont été présentées à la 21<sup>e</sup> Conférence générale et figurent sur le site Web du BIPM.

La démission de Kozo Iizuka signifie que le CIPM doit élire un nouveau vice-président. Roy VanKoughnett (vice-président) a informé le bureau de son intention de démissionner du CIPM le 30 juin 2002. Le CIPM devra donc élire deux vice-présidents.

Le président informe le bureau qu'il démissionnera du CIPM en 2004, le CIPM devra donc lui trouver un successeur. Le bureau fera une proposition.

## **2.4 L'arrangement de reconnaissance mutuelle**

Le bureau a été tenu informé de la mise en œuvre de l'arrangement de reconnaissance mutuelle, des réunions du Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) et de l'établissement de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB). Le CIPM sera informé des conclusions de la 7<sup>e</sup> réunion du JCRB, qui s'est déroulée au BIPM les 8 et 9 octobre 2001.

## **2.5 Discussions entre le BIPM, l'OIML et l'ILAC**

Une réunion du groupe de discussion commun au BIPM, à l'OIML et à l'ILAC s'est tenue au BIML le 21 février 2001. Les activités principales proposées dans le cadre d'une action commune aux trois organisations sont les suivantes.

### **2.5.1 Projet de loi sur la métrologie et le concept de traçabilité des mesures**

M. Magaña, le nouveau directeur du BIML, réunira un groupe de travail composé de représentants des trois organisations pour discuter d'un projet de loi sur la métrologie et sur la définition du concept de traçabilité des mesures.

### **2.5.2 Deuxième symposium sur le rôle de la métrologie dans le développement économique et social**

En raison du succès de la réunion sur le rôle de la métrologie dans le développement économique et social qui s'est tenue à la PTB en juin 1998, et a été en grande partie organisée par elle, des discussions ont eu lieu avec le NIST, qui a accepté d'organiser un deuxième symposium sur ce thème en 2002, en collaboration avec la PTB, le BIPM, l'ILAC, l'IMEKO et l'OIML. La personne à contacter au NIST est M. Carpenter.

### **2.5.3 Actions de l'ISO relatives à la métrologie**

MM. Kaarls et Quinn présenteront un compte rendu sur leur visite récente à l'ISO et à la CEI en vue d'établir des contacts à haut niveau entre les organisations liées à la métrologie, l'ISO et la CEI.

## **2.6 Memorandum of Understanding entre le CIPM et l'ILAC**

Un projet de « Memorandum of Understanding (MOU) » entre le CIPM et l'ILAC a été proposé à l'ILAC ; il devrait être discuté avec le secrétaire exécutif de l'ILAC. Une copie de la dernière version de ce projet sera présentée au CIPM et son état d'avancement sera discuté. Le bureau pense que le MOU aura l'avantage de montrer au monde extérieur que ces deux organisations collaborent étroitement.

## **2.7 Accord entre le CIPM et l'Organisation météorologique mondiale**

La Résolution 4 de la 21<sup>e</sup> Conférence générale demande aux organisations responsables des questions climatiques et des études relatives aux ressources terrestres de s'assurer de l'utilisation des unités SI dans la collecte des données. L'Organisation météorologique mondiale (OMM) est la principale organisation internationale dans ce domaine. En décembre 2000, le directeur du BIPM a visité le siège de l'OMM à Genève et il a invité son secrétaire général à étudier la possibilité d'établir des liaisons entre les laboratoires nationaux de métrologie et les centres de collecte de données de l'OMM afin de faciliter une utilisation correcte des unités SI pour les données météorologiques et climatiques au niveau mondial. Il a reçu une réponse très positive et l'OMM a suggéré qu'un accord officiel soit signé entre le CIPM et l'OMM. Un projet d'accord doit être soumis pour approbation au CIPM et l'on espère que le CIPM et l'OMM en accepteront les termes avant la fin de 2001. La principale conséquence de cet accord sera une représentation réciproque aux comités techniques de ces deux organisations, et des contacts scientifiques étroits entre les centres de collecte de données de l'OMM et les laboratoires nationaux de métrologie concernés. Pour ce qui est du CIPM, l'OMM est invitée à désigner des représentants au CCQM et à son Groupe de travail sur la métrologie des gaz.

Le bureau considère que cette initiative est importante et il est satisfait que cette proposition ait reçu une réponse aussi rapide et favorable.

## **2.8 ISO 17011**

Vers la fin de l'an 2000, le directeur du BIPM a été informé que le projet de norme ISO 17011 contient des clauses relatives à l'indépendance des activités d'étalonnage et d'accréditation qui semblent interférer avec les responsabilités des laboratoires nationaux de métrologie. En consultation avec le secrétaire du CIPM, il a aussitôt contacté le secrétaire général de l'ISO et demandé que celles-ci soient réexaminées. En même temps, il a demandé aux laboratoires nationaux de métrologie de contacter les organismes nationaux de normalisation membres de l'ISO pour leur faire part de leur inquiétude. En conséquence, l'ISO a reconsidéré cette question. Le directeur du BIPM et le secrétaire du CIPM se sont rendus à Genève et ont rencontré le secrétaire général de l'ISO et de la CEI, ainsi que le président de l'ISO CASCO et celui du groupe de travail de l'ISO CASCO qui a rédigé le

projet de norme. La question est maintenant à l'étude et la position des laboratoires nationaux de métrologie est prise en considération.

À la suite de ces discussions à Genève, le BIPM a été invité à présenter sa candidature pour obtenir le statut d'organisme de liaison de catégorie A à l'ISO CASCO, afin de s'assurer, qu'à l'avenir, il aura la possibilité d'examiner les projets de texte avant un stade avancé, comme dans le cas présent qui a occasionné ces difficultés. Le BIPM a posé sa candidature et elle a été acceptée par les organisations membres de l'ISO.

## 2.9 La traçabilité en médecine de laboratoire

La directive européenne sur les diagnostics *in vitro* a des répercussions importantes sur l'industrie des instruments médicaux. À partir de 2003, cette directive demandera que tous les instruments utilisés dans l'Union européenne soient étalonnés par rapport à des étalons appropriés. Les laboratoires nationaux de métrologie doivent être encouragés à travailler avec les organisations appropriées pour s'assurer que les étalons utilisés sont traçables au SI. Le NIST a déjà organisé une réunion internationale avec des représentants du secteur de l'industrie, des responsables de la réglementation des laboratoires nationaux de métrologie et autres décideurs ; il est clair qu'il faut agir au niveau mondial. Deux réunions ont eu lieu avec l'IFCC, l'IRMM et le CCQM pour discuter de la meilleure manière de procéder. La première réunion a eu lieu au BIPM à l'instigation de son directeur, et la seconde à l'IRMM. Une autre réunion internationale devrait avoir lieu au BIPM le 19 novembre 2001, en vue d'organiser un symposium en 2002 auquel des représentants des laboratoires nationaux de métrologie, des organismes responsables de la réglementation, de l'Union européenne, des fabricants d'instruments médicaux, des organismes d'accréditation et autres seront invités. Le but de cette réunion est de mettre en place une structure internationale qui permette de relier de manière appropriée les étalonnages d'instruments médicaux au SI par l'intermédiaire des laboratoires nationaux de métrologie, et éventuellement d'un comité commun au BIPM et à l'IFCC. C'est une initiative majeure, dont le succès n'est pas assuré. Le directeur du BIPM, accompagné du secrétaire du CIPM et de M. A. Wallard, a visité le National Institute for Biological Standards and Control à Londres (le principal laboratoire de référence de l'Organisation mondiale de la santé, OMS) pour discuter de la participation éventuelle de l'OMS à ce comité commun.



## **2.10 Organisation mondiale du commerce**

Nous n'avons pas progressé dans notre démarche pour obtenir le statut d'observateur du Comité sur les barrières techniques au commerce de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Il semble que certains États membres de ce comité refusent de modifier la liste des observateurs, cela faisant partie de leur tactique de négociation sur des questions sans rapport avec la composition du comité. C'est une question politique sur laquelle nous n'avons aucune influence.

## **2.11 Étude faisant suite au rapport du CIPM sur les besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie**

Le secrétaire du CIPM prépare un projet de texte faisant suite au rapport du CIPM de 1998 sur les besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie. L'étude porte notamment sur les retombées économiques positives de la métrologie. Il a envoyé un questionnaire aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, et les réponses ont été transmises aux membres du CIPM. Les éléments du premier projet de rapport seront présentés lors de la présente session du CIPM. Pour l'étude sur les retombées économiques positives de la métrologie, il a rassemblé un petit groupe de travail constitué de MM. Hengstberger, Lusztyk, McGuinness, Ono et Semerjian. Il a discuté avec certains membres de ce groupe et avec des personnes du Department of Trade and Industry (Royaume-Uni), de KPMG (Canada) et du NIST ayant participé à des études de ce genre dans leur pays. Les résultats préliminaires de cette étude seront présentés au CIPM.

## **2.12 Réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en 2002**

Le bureau a fixé la date de la réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie : elle se tiendra au BIPM les 22 et 23 avril 2002. Le premier jour sera consacré à des discussions sur le nouveau projet de rapport sur les besoins dans le domaine de la métrologie et aux résultats de l'étude sur les retombées économiques positives de la métrologie, et le second jour à une discussion sur les travaux futurs du BIPM.

### **2.13 Préparation de la 22<sup>e</sup> Conférence générale**

Le directeur du BIPM a eu des discussions préliminaires avec le ministère des Affaires étrangères de France pour la préparation de la 22<sup>e</sup> Conférence générale. Elle doit se réunir la semaine du 13 octobre 2003. Tous les arrangements habituels ont été pris et la Conférence se réunira dans le Centre de conférences international, nouvellement rénové, avenue Kléber, à Paris.

### **2.14 Projet sur la constante d'Avogadro**

Le bureau a examiné la proposition de M. Inglis d'organiser, sous l'égide du CIPM, un projet de coordination internationale sur la détermination de la constante d'Avogadro au moyen d'un cristal de silicium. Le bureau est très favorable à une discussion au CIPM à ce sujet, et M. Inglis présentera cette proposition.

### **2.15 Questions relatives au BIPM**

#### **2.15.1 Le Pavillon du Mail**

Le nouveau bâtiment, connu sous le nom de Pavillon du Mail, était prêt à temps pour la réunion du CCQM en avril 2001. Les finitions des alentours se sont achevées pendant l'été et la dalle de l'entrée devrait être terminée pour l'inauguration officielle du bâtiment le jeudi 11 octobre 2001. Le coût total reste celui approuvé par le Comité lors de sa session d'octobre 2000, soit 20 210 000 FRF (3 080 995 euros). L'atelier de mécanique a déménagé dans le nouveau bâtiment en juin et les bureaux ont été occupés en juillet. La nouvelle salle de réunion, qui a déjà été utilisée pour les réunions du CCQM, du CCPR, du CCRI, du CCTF, du CCT, du CCL, du CCAUV et d'un groupe de travail du CCEM réunissant un grand nombre de personnes, a donné toute satisfaction.

#### **2.15.2 Recrutement pour la section de chimie et préparation des laboratoires**

Un nouveau chimiste a été recruté en juillet 2001 et les entretiens pour un deuxième recrutement ont eu lieu en septembre. Les laboratoires sont prêts depuis juillet et l'installation des équipements est en cours.

### 2.15.3 Remplacement de J.-M. Chartier en tant que responsable de la section des longueurs

M. J.-M. Chartier, responsable de la section des longueurs, prendra sa retraite en février 2002. Compte tenu des changements actuels dans la technologie des mesures de longueurs utilisant des lasers, le directeur du BIPM préfère ne pas engager de responsable permanent pour le moment et a invité M. A. Wallard à occuper ce poste à titre temporaire lorsqu'il rejoindra le BIPM en mars 2002.

### 2.15.4 Nouvelle section informatique et qualité

Le directeur du BIPM a créé une nouvelle section informatique et qualité, et a nommé R. Köhler responsable de cette nouvelle section. Le nouveau responsable de la section de radiométrie et photométrie est M. Stock. Ces changements prennent effet au 1<sup>er</sup> septembre 2001.

### 2.15.5 Diffusion électronique des documents des Comités consultatifs

Le directeur du BIPM a décidé que les documents des Comités consultatifs seront désormais distribués uniquement par voie électronique sur le serveur du BIPM, avec un accès par mot de passe. Ce nouveau système a été mis en service en juillet 2001 et il a été bien accueilli par les délégués des Comités consultatifs. Dans la nouvelle salle de réunion, il est possible de connecter les ordinateurs portables des délégués à l'Internet pour leur donner accès aux documents. Cela permet d'économiser d'énormes quantités de papier et offre un accès rapide aux documents des Comités consultatifs.

### 2.15.6 École d'été du BIPM sur la métrologie en 2003

Le directeur du BIPM a proposé que le BIPM organise une école d'été sur la métrologie en 2003. Elle serait destinée aux jeunes physiciens des laboratoires nationaux de métrologie et concernerait plusieurs domaines de la métrologie. Il a fait cette proposition en ayant à l'esprit son expérience de co-directeur de l'École d'été qui s'est tenue en l'an 2000 à Varenna, et qui a été un grand succès. Il explore la possibilité d'attirer un grand nombre de conférenciers de haut niveau.

### 2.15.7 Projets futurs d'activités scientifiques

Le directeur a proposé un certain nombre de projets nouveaux, ou d'extensions aux projets actuels, susceptibles de faire partie des activités futures du BIPM. Parmi ceux-ci mentionnons l'expérience sur la balance du watt, les lasers femtoseconde (en cours), un condensateur calculable, et une horloge transportable, micro-onde ou optique, pour comparer des étalons primaires de fréquence. Tous ces projets ont été – ou seront – discutés lors des sessions des Comités consultatifs.

### 2.15.8 Caisse de retraite du BIPM

Une étude actuarielle de la Caisse de retraite du BIPM a été effectuée et les résultats seront présentés au Comité.

## 2.16 Indications financières

Le tableau ci-dessous donne la situation de l'actif du BIPM, en francs-or, au 1<sup>er</sup> janvier des années portées en tête de colonne.

Comptes	1998	1999	2000	2001
I. Fonds ordinaires	23 990 225,29	18 494 175,33	22 742 765,80	22 405 342,14
II. Caisse de retraite	26 652 840,07	27 359 350,60	29 090 575,69	34 377 371,96
III. Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique	115 883,76	114 069,27	117 905,96	0,00
IV. Caisse de prêts sociaux	554 508,01	591 451,46	628 931,99	671 397,91
V. Fonds de réserve pour les bâtiments	5 635 646,30	9 383 731,19	10 051 645,90	4 397 363,20
VII. Fonds de réserve pour l'assurance maladie	1 918 336,70	1 966 053,11	2 113 650,36	2 259 683,71
Total	<b>58 867 440,13</b>	<b>57 908 830,96</b>	<b>64 745 475,70</b>	<b>61 111 158,92</b>

### **3 COMPOSITION DU COMITÉ INTERNATIONAL**

#### **3.1 Élections**

M. Kovalevsky rappelle au Comité les prochaines vacances de poste. La démission de M. Pâquet prendra effet après la présente session. M. VanKoughnett quittera le CIPM en juin 2002, et M. Wallard quittera le CIPM lorsqu'il prendra ses fonctions de directeur désigné du BIPM en mars 2002.

En ce qui concerne le bureau du CIPM, un poste de vice-président est à pourvoir depuis le départ de M. Iizuka ; en 2002 un second poste de vice-président sera vacant après la démission de M. VanKoughnett ; le président a aussi annoncé son intention de quitter le CIPM en 2004. Il dit que le bureau a déjà discuté de son remplacement au poste de président et a contacté M. Göbel, qui en principe est d'accord pour remplir ces fonctions. La candidature de M. Göbel a été brièvement discutée par le Comité et l'élection du prochain président sera soumise aux votes l'an prochain.

En ce qui concerne le poste actuellement vacant de vice-président, M. Kovalevsky propose deux candidats : MM. Gopal et Moscati. Chacun d'entre eux se présente brièvement ; une longue discussion s'ensuit, et M. Moscati est élu par vote à bulletins secrets.

#### **3.2 Candidats éventuels**

Le CIPM discute à titre confidentiel des candidats susceptibles d'être membres du CIPM.

M. Quinn rappelle au Comité le document discuté au CIPM et présenté à la 20<sup>e</sup> Conférence générale sur la composition du CIPM, en fonction de la répartition géographique et des contributions financières des États membres. Il présente une mise à jour de ce tableau, pour illustrer la situation actuelle.

(Note : les chiffres figurant dans le tableau ci-dessous sont approximatifs et sont donnés uniquement à titre indicatif.)

A	B	C	D	E
Organisation régionale de métrologie	Nombre d'États membres	Dotation (% du total)	Nombre de membres du CIPM (% du total)	Dotation versée par les États dont un ressortissant est membre du CIPM (% du total)
EUROMET (Europe)	23	54 %	5 (29 %)	53 %
COOMET	1 (?)	1,7 %	1 (6 %)	2,2 %
SIM	8	21 %	4 (23 %)	18 %
NORAMET	3	15 %	2 (11 %)	14 %
SURAMET	5	5 %	2 (11 %)	4 %
SADCMET	1	0,6 %	1	0,5 %
MENAMET	3 (?)	1,7 %	1 (6 %)	0,66 %

M. Quinn note que, à l'heure actuelle, la répartition des nationalités des membres du CIPM représente assez bien la contribution financière des différentes organisations régionales de métrologie. Il a été remédié à l'absence passée de ressortissants de pays d'Afrique par la présence de M. Hengstberger. Il est décidé de continuer à respecter, dans la mesure du possible, cette répartition géographique.

M. Kovalevsky rappelle au Comité que la France, en tant qu'État dépositaire de la Convention du Mètre, ainsi que tous les États membres payant la contribution maximale (9,84 %), doivent par tradition avoir des ressortissants membres du CIPM. Cette règle s'applique à l'Allemagne, aux États-Unis et au Japon. Durant les dernières décennies, le CIPM a essayé de compter toujours parmi ses membres des ressortissants des États payant plus de 2 % de la dotation. Ces États sont : l'Australie, le Brésil, le Canada, la Chine, la République de Corée, l'Espagne, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. D'autres considérations ont cependant empêché de mettre entièrement en pratique cette politique (répartition géographique, présence nécessaire de ressortissants de petits pays, etc.). Actuellement, parmi ces pays, seule l'Espagne n'a pas de ressortissant qui soit membre du CIPM.

M. Kovalevsky encourage les membres à continuer à rechercher et à proposer des scientifiques de haut niveau susceptibles d'être candidats au CIPM, en particulier en provenance de pays en voie de développement.

### **3.3 Élection de membres honoraires**

Le CIPM approuve à l'unanimité la proposition d'élire M. Iizuka membre honoraire du CIPM. M. Iizuka a quitté le CIPM en juin 2001, après en avoir été membre pendant dix-sept ans ; il en était vice-président depuis 1997.

## **4 ÉTATS MEMBRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE ET ASSOCIÉS À LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE**

L'impact sur le budget du BIPM de l'arrivée de nouveaux États membres éventuels est discuté. M. Quinn dit qu'en 2002 la contribution totale des trois nouveaux États membres et des six associés à la Conférence générale serait de l'ordre de 2,5 % du budget, une somme non négligeable. Il est difficile de prévoir si d'autres États sont susceptibles de devenir membres de la Convention du Mètre en 2002.

Il est décidé que le rapport préparé par M. Kaarls examine les avantages pour un pays d'adhérer à la Convention du Mètre ou de devenir associé à la Conférence générale. Le principal obstacle pour devenir membre de la Convention du Mètre ou associé à la Conférence générale se situe au niveau financier.

## **5 QUESTIONS ADMINISTRATIVES ET FINANCIÈRES**

Mme B. Perent, administrateur du BIPM, est invitée à se joindre au CIPM pour participer aux discussions relatives aux questions administratives et financières.

### **5.1 Rapport aux Gouvernements pour 2001 ; quitus pour l'exercice 2000**

M. Quinn confirme que le *Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures en 2000* a été envoyé en mars 2001. Le CIPM approuve les comptes pour 2000 et donne quitus au directeur et à l'administrateur du BIPM.

### **5.2 État d'avancement du budget en 2001**

M. Quinn présente un résumé des comptes du BIPM pour 2001, et signale que les dépenses de personnel sont moins élevées que prévu parce que les recrutements pour la section de chimie ont été retardés. Les dépenses de laboratoire les plus onéreuses concernent l'achat d'une nouvelle source de <sup>60</sup>Co pour la section des rayonnements ionisants et la mise en place d'un peigne de fréquences pour la section des longueurs. Même si les dépenses globales correspondent plus ou moins aux prévisions, elles sont actuellement supérieures aux recettes parce que l'Italie n'a pas payé ses contributions au BIPM pour 1999, 2000 et 2001. M. Quinn dit au Comité qu'il est certain que la dette de l'Italie, d'environ 2 millions d'euros au total, sera payée avant la fin de l'année 2001, et il note que, sinon, l'Italie risque de ne plus pouvoir participer aux activités de la Convention du Mètre en 2002.

### **5.3 Budget pour 2002**

M. Quinn présente le projet de budget pour 2002, avec un déficit prévisionnel de 4 % à prendre sur les réserves du BIPM. Il rappelle au Comité que l'on a déjà puisé dans les réserves pour financer le programme de travail en chimie, et qu'il envisage de réduire les réserves au niveau de 40 % du budget, répondant ainsi aux critiques faites quant à leur niveau trop élevé. M. Kovalevsky note que si l'Italie paie ses contributions arriérées, le niveau des réserves augmentera.

Un certain nombre de membres sont préoccupés de ce que le BIPM ait un budget en déficit et se fie à une augmentation substantielle de sa dotation à l'occasion de la prochaine Conférence générale pour maintenir son niveau actuel d'activité. Il est décidé de présenter l'an prochain deux projets de budget au Comité : l'un montrant l'augmentation de budget nécessaire pour



maintenir l'équilibre, et l'autre la réduction d'activité résultant d'un budget constant en valeur réelle.

Après discussion, le CIPM approuve le projet de budget pour 2002, établi en conformité avec le programme de travail approuvé par la 21<sup>e</sup> Conférence générale.

## Budget pour 2002

### Recettes

euros

#### *Recettes budgétaires :*

1. Contributions des États	9 003 376
2. Intérêts des fonds	326 000
3. Recettes diverses	43 200
4. Souscriptions des membres associés	82 074
5. <i>Metrologia</i>	190 000
<b>Total</b>	<b>9 644 650</b>

### Dépenses

#### *A. Dépenses de personnel :*

1. Salaires	4 180 000	}	5 565 100
2. Allocations familiales et sociales	928 600		
3. Charges sociales	456 500		

<i>B. Contribution à la Caisse de retraite :</i>	1 315 000
--	-----------

#### *C. Services généraux :*

1. Chauffage, eau, électricité	169 900	}	1 039 800
2. Assurances	31 200		
3. Publications	168 500		
4. Frais de bureau	124 200		
5. Frais de réunions	41 000		
6. Voyages et transports de matériels	328 000		
7. Bibliothèque	144 000		
8. Bureau du Comité	33 000		

<i>C. Laboratoires :</i>	1 612 000
--------------------------	-----------

<i>D. Bâtiments (entretien et rénovation):</i>	489 600
--	---------

<i>E. Frais divers et imprévus :</i>	60 000
--------------------------------------	--------

<b>Total</b>	<b>10 081 500</b>
--------------	-------------------

#### 5.4 Rapport final sur la construction du Pavillon du Mail

M. Quinn remercie expressément Mme B. Perent et M. J. Sanjaime (responsable de l'atelier du BIPM) pour leur contribution au projet du Pavillon du Mail. Il rappelle au Comité que la nouvelle salle de réunion sera utilisée le lendemain pour la présentation au CIPM des travaux du personnel.

M. Kovalevsky inaugure officiellement le bâtiment le soir du 11 octobre 2001.

#### 5.5 Personnel du BIPM

Le CIPM approuve à l'unanimité la promotion de Mme P.J. Allisy-Roberts, responsable de la section des rayonnements ionisants, au grade de *physicien chercheur principal*, et de M. M. Stock, responsable de la section de photométrie et radiométrie, au grade de *physicien principal*. Ces promotions prendront effet le 1<sup>er</sup> janvier 2002.

Une nouvelle catégorie de personnel est aussi créée, celle de *chercheur associé supérieur*. La première personne engagée à ce titre est M. Long-Sheng Ma, actuellement *chercheur associé* à la section des longueurs du BIPM. Le CIPM encourage le directeur à attirer d'autres candidats de haut niveau au BIPM pour de tels postes dans d'autres domaines de recherche.

M. Jean-Marie Chartier, responsable de la section des longueurs, qui prendra sa retraite en février 2002, est chaleureusement remercié pour ses travaux au BIPM et pour le prestige qu'il a apporté à la section des longueurs du BIPM pendant de longues années. M. Chartier a été engagé au BIPM comme *calculateur* à l'âge de quatorze ans, et a suivi une formation en cours du soir tout en travaillant au BIPM pour obtenir un diplôme d'ingénieur du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM) en 1970. M. Kovalevsky le félicite pour sa carrière exceptionnelle et dit que le nom de M. Chartier est connu dans les laboratoires nationaux de métrologie du monde entier. M. Quinn le remercie d'avoir été un chef de section exemplaire, et il est ovationné par les membres du Comité.

#### 5.6 Caisse de retraite du BIPM

M. Quinn présente les résultats d'une étude actuarielle au sujet de la Caisse de retraite du BIPM. Une étude avait déjà été réalisée en 1994. Depuis 1994, l'âge moyen de départ à la retraite est passé de soixante-cinq ans à soixante-deux ans environ. La nouvelle étude montre que la Caisse de retraite pourrait

avoir des problèmes d'ici une quarantaine d'années. M. Quinn propose, pour éviter ces difficultés à long terme, que la moitié des cotisations arriérées payées par l'Italie (soit environ 1 million d'euros) soit versée immédiatement à la Caisse de retraite. M. Kovalevsky est d'accord avec cette proposition. Si l'Italie ne paye pas ses contributions en retard, le CIPM envisagera de prendre cette somme sur les réserves du BIPM et de l'injecter dans la Caisse de retraite. (Note : une somme de 1,3 million d'euros a été versée au BIPM par l'Italie en décembre 2001 et une somme d'un million d'euros a été versée à la Caisse de retraite).

M. Quinn dit que Mme Perent a participé à une réunion de conseillers en matière de retraites des organisations coordonnées et que cela s'est avéré très utile. Le CIPM a décidé lors de sa 89<sup>e</sup> session de transférer environ 25 % des fonds de la Caisse de retraite placés en obligations en actions. M. Quinn confirme que cette politique a été suivie et il suggère d'augmenter progressivement le pourcentage de fonds placé en actions. Il recommande qu'une troisième étude actuarielle sur la Caisse de retraite soit faite dans une dizaine d'années.

En conclusion, le Comité décide de poursuivre la politique approuvée en 1994 d'augmenter la contribution budgétaire annuelle à la Caisse de retraite de 1 % par an jusqu'à 2008 et de transférer 1 million d'euros à ce fonds.

## **6 COMITÉS CONSULTATIFS ET GROUPES DE TRAVAIL**

### **6.1 Comité consultatif des unités**

M. I.M. Mills, président du Comité consultatif des unités (CCU), présente un résumé de la 14<sup>e</sup> session du CCU, qui s'est réuni au BIPM les 19 et 20 avril 2001, et dont le rapport complet est en préparation. Il présente en particulier les deux points suivants, n'ayant pas le temps d'aborder le troisième sujet qu'il pensait soumettre à discussion, sur le nom et le symbole du nombre un, considéré comme une unité.

### 6.1.1 Proposition d'adopter le neper comme unité SI

M. Mills propose à nouveau au CIPM la recommandation du CCU sur l'adoption du neper comme unité SI servant à exprimer le décrement logarithmique (Recommandation U 1 (2001)) et il résume le contenu d'un article rédigé par trois membres du CCU, intitulé « The radian, the neper, the bel and the decibel » (*voir* Mills I.M., Taylor B.N., Thor A.J., *Metrologia*, 2001, **38**(4), 353-361). Il demande que la recommandation révisée (une version légèrement modifiée du projet de résolution soumis à la 21<sup>e</sup> Conférence générale en 1999) soit présentée à nouveau à la Conférence générale en 2003, et suggère qu'une copie de l'article paru dans *Metrologia* accompagne la recommandation, à titre d'explication.

Bien que certains membres continuent à émettre des objections, il est généralement admis que l'adjonction du neper aux unités SI est une étape logique, même si elle n'a pas un grand impact pratique. Après une brève discussion, et une légère modification du texte au premier point du « considérant », la Recommandation U 1 (2001) est adoptée par le CIPM comme Recommandation 1 (CI-2001), avec une voix contre et une abstention (*voir* page 75).

### 6.1.2 Différente signification des termes « unité SI » et « unité du SI »

M. Mills présente ensuite les conclusions de la discussion du CCU sur les termes « unité SI » et « unité du SI ». Il explique que, pour des raisons historiques, mais contraires aux règles de la grammaire anglaise, ces deux termes ont aujourd'hui un sens différent. Comme expliqué dans la section 1.2 de la 7<sup>e</sup> édition de la brochure sur le SI (p. 14 du texte français et p. 92 de l'anglais), il est recommandé que le terme « unité SI » soit utilisé uniquement pour les unités de base et les unités dérivées cohérentes du SI, à l'exclusion de tous les multiples ou sous-multiples des unités. Par contre, comme indiqué lors de la 10<sup>e</sup> session du CCU en 1990, le terme plus général « unité du SI » doit être utilisé quand on veut se référer à toutes les unités SI, c'est-à-dire aux unités cohérentes du SI ainsi qu'aux multiples et sous-multiples obtenus par combinaison avec les préfixes SI.

En réponse à un certain nombre de demandes, en particulier de professeurs de physique, le CCU approuve le texte suivant :

« Nous suggérons que les termes « unité SI » et « unité du SI » fassent tous deux référence aux unités de base et aux unités cohérentes dérivées, ainsi qu'à toutes les unités obtenues en les combinant aux préfixes recommandés des multiples et sous-multiples.

Nous suggérons que le terme « unité cohérente du SI » soit utilisé quand nous désirons restreindre son sens aux seules unités de base et aux unités cohérentes dérivées du SI. »

M. Mills note que cela entraînera des changements mineurs dans la rédaction de la prochaine édition de la brochure sur le SI, ainsi que dans le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* (le VIM). Il cite plusieurs exemples, et propose un texte dans chaque cas au nom du CCU.

Le CIPM accueille favorablement la suggestion de clarifier le langage utilisé. M. Quinn attire l'attention sur l'importance du CCU dans ce domaine et demande aux membres de nommer de jeunes scientifiques brillants dans leur laboratoire pour participer au CCU.

## 6.2 Comité consultatif pour la quantité de matière

M. Kaarls, président du Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), présente un rapport sur la 7<sup>e</sup> session du CCQM, qui s'est réuni au BIPM du 4 au 6 avril 2001. C'est la première réunion qui ait eu lieu au nouveau Pavillon du Mail.

### 6.2.1 État d'avancement de la mise en œuvre du MRA

Le CCQM a discuté des améliorations à apporter au format pour l'entrée des aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMCs) en chimie dans l'annexe C du MRA. Notons que l'examen critique des CMCs par les laboratoires nationaux de métrologie est essentiel, puisque toutes les aptitudes ne sont pas étayées par des comparaisons clés.

Des critères ont aussi été adoptés pour l'acceptation des matériaux de référence certifiés dans l'annexe C. Entre autres, ces critères stipulent que les matériaux de référence certifiés cités doivent être directement liés aux aptitudes techniques déclarées par le laboratoire national de métrologie concerné. Ils excluent ceux dont les valeurs ont été assignées à la suite de comparaisons entre des laboratoires qui ne sont pas des laboratoires nationaux de métrologie.

Les présidents des groupes de travail du CCQM et les responsables de la métrologie en chimie des organisations régionales de métrologie organiseront des réunions de groupes d'experts pour harmoniser les entrées destinées à l'annexe C. Les CMCs déclarés pour les mélanges de gaz sont déjà entrés

dans l'annexe C, et ceux concernant les autres domaines de mesures chimiques sont en cours d'examen.

Actuellement, quarante-trois études pilotes et trente-trois comparaisons clés ont été effectuées, sont en cours ou proposées pour un proche avenir.

Il est maintenant clair qu'en ce qui concerne les CMCs les Comités consultatifs, en particulier par l'intermédiaire de leur groupe de travail sur les comparaisons clés, jouent un rôle important de coordination entre les organisations régionales de métrologie. Cela devrait être officialisé à l'avenir.

#### 6.2.2 Groupes de travail du CCQM

Le CCQM travaille essentiellement par l'intermédiaire de ses groupes de travail, au nombre de sept. Tous ces groupes se sont réunis depuis la 6<sup>e</sup> session du CCQM, et chaque groupe a présenté un rapport sur les études et les comparaisons clés entreprises dans son domaine, ainsi que des propositions de travaux futurs.

Deux nouveaux groupes ont été créés : ce sont le Groupe de travail du CCQM sur la bioanalyse, présidé par le LGC et le NIST, ainsi qu'un Groupe de travail *ad hoc* sur l'analyse de surface, présidé par le NPL. Le premier de ces groupes étudiera les activités dans le domaine de la protéomique et de la génomique, et le second des mesures, spécifiques à la chimie, du nombre d'atomes et de molécules d'une surface, au moyen de techniques spectroscopiques avancées. Certains aspects des travaux de ce groupe pourraient intéresser le Comité consultatif des longueurs ainsi que le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées.

#### 6.2.3 Matériaux de référence

Les utilisateurs sont de plus en plus conscients que les sources de matériaux de référence primaires purs sont essentielles car elles servent de base à la préparation de matériaux de référence certifiés traçables. Le CCQM a discuté de la création éventuelle d'un centre mondial sur les matériaux de référence primaires purs. Ce sujet fera l'objet d'une plus ample discussion et pourrait engendrer des propositions de travaux futurs sur l'analyse de pureté qui seraient réalisés par la section de chimie du BIPM.

#### 6.2.4 Coopération internationale et contacts

Une grande partie du travail réalisé sous l'égide du CCQM est d'une importance directe pour d'autres organisations internationales, nationales ou régionales. Le directeur du BIPM et le président du CCQM ont établi des contacts avec l'IFCC (qui est déjà officiellement membre du CCQM) et, avec l'aide de M. Wallard, avec le National Institute for Biological Standards and Control au Royaume-Uni (le laboratoire de référence de l'OMS pour les étalons biologiques). Il est envisagé de créer un comité commun sur la traçabilité en médecine de laboratoire, avec des représentants de ces trois organisations.

Une collaboration officielle entre l'OMS et le CIPM/BIPM est aussi favorablement accueillie par le CCQM. En particulier, le Groupe de travail du CCQM sur l'analyse de gaz établit maintenant un programme de coopération avec des experts de l'OMS.

Le CCQM envisage dans un proche avenir d'entamer des discussions avec les autorités et les laboratoires de référence pour les essais de produits alimentaires. D'autres discussions auront lieu avec l'ISO REMCO au sujet de la qualification des matériaux de référence certifiés.

#### 6.2.5 Perspectives futures

Le travail incombant au CCQM couvre un domaine très étendu ; les priorités sont principalement déterminées par les besoins directs du commerce, de l'industrie, des responsables de la réglementation et par la société (principalement dans les domaines de l'environnement, de la santé, et des mesures pour la sécurité des produits alimentaires).

De nombreux laboratoires nationaux de métrologie ne sont absolument pas équipés pour traiter tous les problèmes et types de mesures pour la métrologie en chimie. Comme beaucoup de problèmes doivent être traités d'urgence, il est fortement recommandé que les laboratoires nationaux de métrologie désignent d'autres laboratoires de chimie compétents dans leur pays pour certaines grandeurs ou certains domaines de mesure en chimie. Les laboratoires nationaux de métrologie sont aussi encouragés à coopérer et se partager le travail au niveau régional.

Il a été décidé que, lors de sa prochaine session, le CCQM organiserait un autre atelier sur la traçabilité des mesures en chimie, telle qu'elle est réalisée ou souhaitée dans les différents pays et entités économiques, et les différentes disciplines (environnement, clinique, alimentation).

Les présidents des groupes de travail du CCQM se sont réunis avec le président du CCQM et avec le directeur du BIPM en décembre 2000, mars 2001 et avril 2001 dans le but de préparer, d'harmoniser et de coordonner les activités du CCQM. Lorsque c'est possible et approprié, il est proposé que les présidents des groupes de travail des organisations régionales de métrologie soient aussi invités à participer aux prochaines réunions pour faciliter le plus possible les discussions et le transfert d'informations.

#### 6.2.6 Proposition d'ajouter « métrologie en chimie » en sous-titre

En réponse à la demande du CCQM de modifier l'intitulé de ce comité pour mieux refléter son domaine d'intérêt, le CIPM a décidé de renommer ce comité « Comité consultatif pour la quantité de matière – Métrologie en chimie », en gardant le sigle CCQM.

### 6.3 Comité consultatif de photométrie et radiométrie

M. Wallard, président du Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), présente un rapport sur la 16<sup>e</sup> session du CCPR, qui s'est tenue au BIPM en avril 2001.

#### 6.3.1 Directions actuelles et à venir

En plus de ses activités traditionnelles sur la caractérisation des filtres et des récepteurs (en particulier les récepteurs à piège et à réponse rapide), le CCPR étend son domaine d'intérêt aux nouvelles activités mises en œuvre dans les laboratoires membres, comme les équipements pour les mesures d'aspect (brillance etc.), et les applications en médecine, dans le domaine spatial ou des applications pratiques comme les mesures de puissance de lasers et les fibres optiques. Les autres priorités sont d'améliorer les étalons dans le domaine de l'ultraviolet et de l'infrarouge, et de nombreux laboratoires nationaux de métrologie développent et étendent leurs aptitudes à ces domaines. Le CCPR répondra aux besoins déclarés et aux demandes d'aide. Le Groupe de travail du CCPR sur les comparaisons clés se réunira pour discuter des besoins de travaux et de comparaisons éventuels dans d'autres domaines appliqués à l'occasion de la prochaine conférence NEWRAD en mai 2002.

De plus en plus de laboratoires nationaux de métrologie utilisent des radiomètres cryogéniques et prennent confiance dans des échelles et des



systèmes de mesure fondés sur des récepteurs. L'une des activités conjointes du CCPR et du Comité consultatif de thermométrie (CCT) s'est achevée par une comparaison de radiomètres à filtre qui indiquera le domaine de température pour lequel la radiométrie absolue peut fournir une exactitude supérieure à celle de l'Échelle internationale de température de 1990 (EIT-90). Ce groupe examinera aussi la nécessité d'un guide sur les meilleures réalisations pratiques pour les mesures de température fondées sur des radiomètres à filtre.

Le CCPR a décidé qu'il était nécessaire que le BIPM maintienne ses activités de recherche et ses aptitudes à caractériser des récepteurs, et aussi à proposer des étalonnages en référence aux échelles et aux grandeurs pour lesquelles il détient une responsabilité unique et reconnue.

M. Wallard accueille favorablement une collaboration entre l'OMM et le BIPM, et dit que l'OMM est maintenant membre du CCPR.

#### 6.3.2 Radiométrie pour l'ultraviolet dans l'air

Le nouveau groupe sur l'ultraviolet dans l'air présidé par M. Wende de la PTB a rédigé plusieurs recommandations importantes sur les travaux futurs, qui ont été approuvées par le CCPR. Le CCPR a décidé d'étendre les missions de ce groupe aux activités sur les longueurs d'onde inférieures à 200 nm ; le groupe se réunira à nouveau à l'époque de la prochaine conférence NEWRAD. La date de cette conférence ayant été repoussée d'octobre 2001 à mai 2002, certains projets ont été mis en veille, mais ils devraient redémarrer après NEWRAD'2002.

#### 6.3.3 Comparaisons clés et recommandation sur les étalons photométriques du BIPM

Les comparaisons clés du CCPR sont en cours, et respectent le calendrier établi. Lorsque de nouveaux laboratoires nationaux de métrologie, qui ne faisaient pas partie des participants déclarés à l'origine, font part de leur intérêt à participer à une comparaison clé, le CCPR décide d'accepter dans la mesure du possible qu'ils participent à la comparaison, mais de ne pas inclure leurs résultats dans le calcul de la valeur de référence de la comparaison clé et dans le rapport officiel.

Le CCPR a adopté une approche pragmatique pour analyser les résultats de la comparaison clé dans le cas de mesures spectrales ou dépendant de la puissance : les mesures spectrales sont traitées séparément, pour donner une

valeur de référence de la comparaison clé et l'incertitude associée pour chaque longueur d'onde mesurée dans la comparaison. Cependant, il accueille favorablement une collaboration avec le nouveau groupe de travail établi par le directeur du BIPM et chargé d'étudier le traitement mathématique et statistique des résultats des comparaisons clés.

Les implications des résultats des comparaisons clés CCPR-K3.a et -K4 (d'intensité lumineuse et de flux lumineux) ont été examinées. Les résultats ont donné une moyenne internationale inférieure respectivement de 0,30 % et 0,36 % à celle de la comparaison précédente datant de 1985, qui avait servi de fondement à l'établissement des échelles conservées et disséminées par le BIPM. Les discussions ont abouti à la Recommandation P 1 (2001), sur les étalons photométriques du BIPM, que M. Wallard présente au CIPM et qui propose d'aligner les échelles au BIPM sur les valeurs de référence de CCPR-K3.a et -K4. Après une brève discussion sur la robustesse des valeurs de référence des comparaisons clés CCPR-K3.a et -K4, le CIPM approuve la recommandation du CCPR et décide d'y donner suite. M. Quinn confirme que le BIPM modifiera ses certificats d'étalonnage en conséquence.

#### 6.3.4 Personnel

À l'occasion du départ à la retraite de M. Gardner du NML CSIRO, le CCPR lui exprime sa gratitude pour le soin qu'il a apporté à son travail en tant que rapporteur du CCPR et ses conseils avisés pendant de nombreuses années.

Le CCPR remercie aussi M. Köhler pour sa collaboration et félicite M. Stock de sa nomination au poste de responsable de la section de photométrie et radiométrie du BIPM.

### 6.4 Comité consultatif des rayonnements ionisants

M. Moscati, président du Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI), présente le rapport de la 17<sup>e</sup> session du CCRI, qui s'est tenue au BIPM en mai 2001.

Le CCRI a bénéficié du nouveau système de diffusion électronique des documents de travail sur le site Web du BIPM ; quatre-vingt-six documents au total ont été discutés. De nouveaux présidents ont été élus pour les Sections I et III : ce sont MM. P. Sharpe (NPL) et H. Klein (PTB), respectivement. M. B.R.S. Simpson (CSIR-NML) continue de présider la Section II. Les points d'intérêt communs aux trois Sections sont notamment le format des résultats pour la KCDB, la soumission des CMCs, et les

procédures formelles de mise en œuvre des comparaisons régionales. Le Comité a aussi discuté du programme de travail futur de la section des rayonnements ionisants du BIPM.

M. Moscati détaille les diverses activités des trois Sections du CCRI, qui ont examiné les résultats d'un grand nombre de comparaisons clés et compilé un grand nombre de résultats pour la KCDB. La Section I, qui compte parmi ses observateurs officiels l'International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), envisage aussi d'établir une liaison officielle avec l'International Organization for Medical Physics (IOMP) et avec l'International Radiation Protection Association (IRPA). Dans la Section II, un examen des systèmes de détection à haute efficacité est en cours, et l'on espère qu'une chambre d'ionisation prototype stable pour la réalisation du becquerel au niveau fondamental aidera en particulier les petits laboratoires nationaux de métrologie.

Le CCRI a aussi fait deux propositions au CIPM : au sujet du transport d'échantillons radioactifs, et au sujet du recrutement d'un nouveau membre du personnel pour la section des rayonnements ionisants du BIPM.

Le CCRI a pris acte des règles de plus en plus restrictives en matière de transport international de radionucléides, même s'ils ont une activité extrêmement faible. La Section II du CCRI est préoccupée par ces règles qui limitent l'aptitude des laboratoires nationaux de métrologie à comparer leurs mesures d'activité, alors que ces comparaisons sont nécessaires pour établir la traçabilité au SI et s'assurer que les règlements sont applicables. Des discussions préliminaires ont débuté avec les organismes impliqués dans la réglementation sur le transport comme l'AIEA, pour identifier les difficultés en matière de législation nationale. Les discussions ont déjà abouti à éclaircir certains points. Si ce problème ne peut pas être résolu, il serait utile que le CIPM participe aussi aux discussions.

D'autre part, l'AIEA est encouragée à soutenir la création d'un nouveau poste au BIPM, et le directeur du BIPM a accepté d'engager un chercheur associé à titre provisoire. Ce recrutement répond à l'augmentation considérable de la charge de travail de la section des rayonnements ionisants, liée aux comparaisons du BIPM et du CIPM, ainsi qu'aux étalonnages d'étalons secondaires pour de nombreux laboratoires nationaux de métrologie. Le personnel du BIPM est aussi chargé de rédiger les rapports des comparaisons, y compris les projets de rapport A et B, ainsi que de la préparation des résultats à inclure dans la KCDB. Pour alléger cette charge de travail, et aussi pour aider au travail lié aux nouveaux domaines d'activité

et aux comparaisons proposées, le CCRI encourage le BIPM à recruter un membre du personnel permanent supplémentaire.

M. Göbel s'enquiert de la métrologie des neutrons. M. Moscati dit que ce domaine est important pour la mise en œuvre de réacteurs nucléaires, plus que pour le domaine de la santé, et de moins en moins d'organisations ont une activité dans ce domaine. Cependant, les besoins immédiats sont satisfaits par un petit nombre de grands laboratoires, c'est-à-dire par le NIST, le NPL et la PTB. Il commente que la récente comparaison réalisée à la PTB a été très appréciée.

M. Wallard demande pourquoi tous les projets A et B de rapports sont rédigés au BIPM. M. Quinn explique que le BIPM a été le laboratoire pilote de la plupart des comparaisons effectuées à ce jour. M. Moscati ajoute que la plupart des résultats sont analysés au BIPM, qui effectue des calculs de Monte Carlo pour un certain nombre de comparaisons. Ce surcroît de travail contribue au retard dans la préparation des valeurs de référence pour la KCDB. Un gros effort est fait pour terminer ce travail et entrer un grand nombre de résultats dans la KCDB avant la fin de l'an 2001. On espère que cette tâche sera terminée à la fin de 2002.

## **6.5 Comité consultatif du temps et des fréquences**

M. Leschiutta, président du Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF), présente un rapport sur la 15<sup>e</sup> session du CCTF, qui s'est tenue au BIPM les 20 et 21 juin 2001.

Plus de quarante documents de travail ont été présentés et discutés.

### **6.5.1 Étalons primaires de fréquence et liaison avec la communauté des longueurs**

Deux fontaines à césium sont en service, trois autres sont presque prêtes ou en cours d'évaluation, sept sont dans un état avancé de construction et deux autres au stade de la conception. Le succès de ce nouveau type d'étalon de fréquence ne doit pas empêcher de continuer à travailler avec des étalons à faisceaux thermiques et à sélection optique de l'état atomique et avec des étalons fondés sur des atomes piégés de manières très différentes. De nouvelles approches utilisant un maser à hydrogène comme oscillateur local pour les fontaines, ont été présentées.

Une autre réalisation récente concerne le système à peigne de fréquences à impulsions femtosecondes qui permet de mesurer la fréquence absolue d'une

radiation optique. Cette nouvelle technique demande d'établir une collaboration étroite entre les communautés des longueurs et du temps. Celle-ci a été discutée, et la Recommandation CCTF 1 (2001), au sujet des représentations secondaires de la seconde, est présentée au CIPM, en attendant d'autres discussions dans le cadre du CCL et du CCTF.

#### 6.5.2 Le Temps atomique international (TAI) : état d'avancement et progrès

Les recommandations adoptées lors de la 14<sup>e</sup> session du CCTF (1999) ont été mises en pratique : les calculs effectués à la section du temps du BIPM sont automatisés et la stabilité du TAI sur un mois est actuellement d'environ  $6 \times 10^{-16}$  en valeur relative.

La construction du TAI est la principale activité de la section du temps du BIPM. Cette activité engendre un certain nombre de projets, allant de la pondération des horloges aux méthodes de transfert de temps et de fréquences, aux étalonnages des liaisons horaires, et aux études plus générales sur la relativité générale et les références spatio-temporelles. Le CCTF a adopté des recommandations sur les comparaisons de temps et de fréquences utilisant des mesures de phase et de code des signaux du Global Positioning System (GPS), sur l'étalonnage des liaisons horaires utilisées pour le Temps atomique international, et sur les instructions techniques à l'attention des fabricants de récepteurs du temps des systèmes de satellites de navigation à couverture globale (GNSS). Il a aussi discuté d'autres sujets, tels que la signification de la notation «  $k$  » dans UTC( $k$ ) et TAI( $k$ ) (pour laquelle une recommandation a été adoptée), les progrès futurs pour le calcul du TAI et de l'UTC, et les algorithmes utilisés. Un symposium international sur les algorithmes pour les échelles de temps est organisé par le Sous-groupe sur les algorithmes ; il se tiendra au BIPM les 18 et 19 mars 2002.

Une éventuelle redéfinition de l'UTC a été discutée. Trois options ont été présentées au sujet des secondes intercalaires : maintenir le statu quo, modifier la procédure, ou la fréquence, de l'introduction des secondes intercalaires, ou utiliser une autre échelle de temps. Cette discussion n'incombe pas directement au CCTF. L'Union internationale des télécommunications (UIT) a formé un Special Rapporteur Group pour en discuter et connaître l'avis des autres organisations internationales. Le groupe devrait présenter ses recommandations en octobre 2002.

Le CCTF a chaleureusement remercié le précédent président du Groupe de travail du CCTF sur le TAI, M. Pâquet, pour ses conseils et pour les relations

qu'il a établies avec les communautés connexes. Mme P. Tavella (IEN) a été nommée pour lui succéder.

#### 6.5.3 Horloges dans l'espace et futurs systèmes de navigation satellitaires

Deux séries d'horloges atomiques devraient être placées à bord de la station spatiale internationale et un programme de recherche actif est en cours. Le CCTF a été interrogé au sujet de ces deux programmes qui, tout en faisant des expériences de physique fondamentale, démontreront la possibilité de faire fonctionner les horloges les plus exactes dans l'espace et fourniront un moyen sans précédent de distribution et de comparaison horaires pour les utilisateurs sur Terre. Le problème de comparer avec exactitude ces nouvelles fontaines n'est pas encore résolu. Des études sont en cours en Europe pour établir les besoins et les performances en matière de temps du système Galileo.

#### 6.5.4 Les comparaisons clés et l'arrangement de reconnaissance mutuelle dans le domaine du temps et des fréquences

Le Groupe de travail du CCTF sur le MRA, présidé par M. G. de Jong, a fait un certain nombre de recommandations au CCTF. Certaines des questions posées par le groupe sont des questions sensibles sur le plan politique, comme la participation au MRA de laboratoires qui ne sont pas des laboratoires nationaux de métrologie, de pays non-signataires de la Convention du Mètre, ou de pays qui possèdent plusieurs laboratoires nationaux de métrologie.

Ce groupe de travail s'est vu fixer de nouvelles missions.

Le CIPM examine la Recommandation CCTF 1 (2001) et l'approuve avec une légère modification : la phrase « étalons optiques de fréquence » a été généralisée en « étalons de fréquence ». M. Göbel suggère que le CCTF définisse des critères pour les transitions pouvant servir de représentations secondaires de la seconde, et les communique au CCL. M. Quinn répond qu'il est important d'avoir une vue plus large et de décider comment combiner au mieux les travaux sur les étalons de fréquence optiques et sur les étalons primaires de fréquence. M. Chung est d'avis que l'avenir du CCL repose sur la métrologie dimensionnelle plutôt que sur la définition du mètre. Les directives traditionnelles sur la mise en pratique de la définition du mètre n'auront bientôt plus qu'un intérêt historique. M. Quinn note que les réponses du CCTF indiquent généralement qu'il est trop tôt pour établir un

nouveau groupe de travail sur les étalons de fréquences optiques, mais il en discutera avec MM. Chung et Leschiutta pour établir des directives. En attendant, il invitera des experts du CCL et du CCTF à se rencontrer au BIPM au sein d'un groupe *ad hoc*.

Le CIPM discute brièvement de la question de la seconde intercalaire et M. Leschiutta souligne que cette question est très délicate et que les opinions sont partagées, même parmi les experts du CCTF. M. Quinn commente que cette question n'est pas, à son avis, de nature technique ; il s'agit plutôt de savoir si l'échelle de temps de référence doit être définie de manière telle que le Soleil est à la verticale du méridien de Greenwich à midi. Puisque cette échelle de temps n'est plus nécessaire pour la navigation, l'introduction des secondes intercalaires n'a plus de raison d'être. La décision, toutefois, appartient à l'UIT, au sein de laquelle le CCTF est représenté.

M. Pâquet loue les progrès considérables effectués dans le cadre du projet pilote IGS/BIPM. Les récepteurs communs aux communautés de la géodésie et du temps sont maintenant en service et il espère que les groupes travaillant sur le temps deviendront peut-être plus impliqués dans les activités en géodésie.

M. Kaarls attire l'attention sur les complications qui peuvent survenir quand plusieurs instituts partagent la responsabilité du temps dans un même pays, et il commente qu'il faut alors faire preuve d'une grande diplomatie. M. Leschiutta note que les laboratoires qui ne sont pas encore désignés pour participer au MRA peuvent le devenir si le directeur du laboratoire signataire envoie un courrier à ce sujet au directeur du BIPM.

## **6.6 Comité consultatif de thermométrie**

M. Ugur, président du Comité consultatif de thermométrie (CCT), présente un rapport sur la 21<sup>e</sup> session du CCT, qui s'est tenue au BIPM du 12 au 14 septembre 2001.

### **6.6.1 Comparaisons clés**

Le Groupe de travail 6 du CCT, sur les mesures d'humidité, a soumis un protocole pour la comparaison du CCT sur les hygromètres à point de rosée (CCT-K6), et le CCT a approuvé une liste de dix participants : trois de l'APMP, six de l'EUROMET et un du SIM.

L'état d'avancement des cinq autres comparaisons clés du CCT et des comparaisons régionales connexes a été passé en revue. Toutes les mesures pour ces comparaisons sont terminées. Les projets B des rapports des comparaisons clés CCT-K2 et -K3 ont été approuvés par le CCT, et les projets A des rapports des comparaisons clés CCT-K1, -K4 et -K5 sont en préparation ou circulent parmi les participants.

Une nouvelle comparaison a été approuvée : la comparaison CCT-K7, sur les cellules à point triple de l'eau. Le BIPM en sera le laboratoire pilote, avec l'aide du BNM-INM, de l'UME et d'un membre du SIM, qui n'a pas encore été désigné.

Il est demandé au CCT d'organiser des comparaisons dans le domaine des propriétés thermophysiques. Un nouveau groupe de travail (le Groupe de travail 9 du CCT) a été créé pour conseiller le CCT dans ce domaine et établir les besoins en matière de comparaisons clés.

#### 6.6.2 Groupes de travail

Les missions et la composition de chacun des groupes de travail du CCT ont été examinées. Notons que dans la plupart des cas la présidence des groupes de travail revient à des laboratoires nationaux de métrologie membres du CCT, mais il arrive parfois que des experts en assurent la présidence.

Il est demandé aux membres du CCT de soumettre leurs suggestions au sujet de la révision du document *Supplementary Information to the ITS-90* au Groupe de travail 1, qui envisage de produire à l'été 2002 un nouveau projet de document mentionnant les lacunes qui ont été identifiées dans l'EIT-90. Le Groupe de travail 2 produira des documents complémentaires à *Techniques of Approximation to the ITS-90* quand il disposera d'informations à ce sujet. Il est généralement considéré que les bilans d'incertitude pour les réalisations secondaires de l'EIT-90 sont d'une grande importance pour aider les organisations régionales de métrologie à évaluer les CMCs soumis à l'annexe C du MRA.

Le CCT approuve le document intitulé *CCT Guidance Document on Uncertainties of SPRTs*, préparé par le Groupe de travail 3. En février 2001 ce groupe avait organisé un atelier sur les incertitudes en thermométrie.

Le Groupe de travail 4 a demandé aux laboratoires qui utilisent des thermomètres thermodynamiques à gaz de revoir leurs résultats de mesures à la lumière de l'étude récente sur les coefficients du viriel.



Le Groupe de travail 5 a organisé un atelier sur les incertitudes en thermométrie par rayonnement, juste avant la session du CCT. Un document présentant les conclusions de cet atelier et des recommandations au groupe de travail a été rédigé à l'issue de cet atelier.

Le Groupe de travail 6 a soumis le projet de protocole de la comparaison clé CCT-K7, mentionnée ci-dessous. Le groupe de travail a décidé de poursuivre ses activités sur les mesures d'humidité sous les auspices du CCT plutôt que de les transférer au CCQM, comme l'avait demandé le VNIIM. Au moins une des principales techniques dans le domaine de l'humidité est liée aux mesures de température, et la récente extension des conférences TempMeko au domaine de l'humidité a été très appréciée.

Le Groupe de travail 7, sur les comparaisons clés, est principalement occupé à examiner les projets A et B des rapports des comparaisons clés, ainsi que les projets de protocoles des nouvelles comparaisons clés. Le groupe de travail n'a pas pu prendre de décision au sujet de la définition d'un « écart significatif non résolu », et a transmis cette question à M. Quinn, qui examinera cette question avec le JCRB.

Un groupe de travail composé de MM. M. Ballico (NML CSIRO), M. de Groot (NMI VSL) et G. Strouse (NIST) a été chargé de compiler une liste de CMCs pour l'annexe C du MRA pour le compte du Groupe de travail 8. Ce travail devrait être terminé fin octobre 2001, et Duan Yuning (NIM) remplacera alors M. Ballico en tant que membre de ce groupe, qui est chargé de conseiller le président du CCT et les membres du JCRB sur les questions liées au JCRB.

M. Kaarls dit que les mesures d'humidité continuent à intéresser le CCQM. Il est vraisemblable que les nouveaux groupes de travail créés pour étudier les mesures dérivées intéresseront plusieurs Comités consultatifs, et il cite l'exemple des mesures de fluides, qui concernent le CCM et le CCQM.

## **6.7 Comité consultatif des longueurs**

M. Chung Myung Sai, président du Comité consultatif des longueurs (CCL), présente un rapport sur la 10<sup>e</sup> session du CCL, qui s'est tenue au BIPM les 19 et 20 septembre 2001. Une grande partie de la réunion a été consacrée à la discussion des rapports des groupes de travail du CCL sur la métrologie dimensionnelle et sur la mise en pratique de la définition du mètre. Ces deux groupes de travail avaient en effet préparé des rapports détaillés.

### 6.7.1 Métrologie dimensionnelle et comparaisons clés

Dans le domaine de la métrologie dimensionnelle, six comparaisons clés ont été décidées lors de la session de 1997. Une d'entre elles est terminée et les résultats figurent dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, dans l'annexe B du MRA. Une autre en est au projet A de rapport et les autres sont en cours.

Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle joue un rôle moteur dans la préparation des données à inclure dans l'annexe C du MRA. Du fait de son travail efficace, il a été rapidement possible d'arriver à un accord entre toutes les organisations régionales de métrologie et les laboratoires nationaux de métrologie qui en sont membres sur une liste commune de services en métrologie des longueurs qui sert de fondement aux données de l'annexe C. Cela montre bien comment un groupe de travail d'un Comité consultatif peut œuvrer à coordonner les efforts des organisations régionales de métrologie. Le groupe de travail se réunit régulièrement et suit de très près l'état d'avancement des comparaisons clés et des questions liées à l'inclusion des données dans l'annexe C et leur examen.

En ce qui concerne la comparaison clé du BIPM en cours, BIPM.L-K10, une comparaison de lasers asservis sur l'iode à 633 nm, le CCL a approuvé les résultats soumis par le BIPM et a décidé que la valeur de référence serait celle du laser BIPM4. Le CCL n'a pas approuvé de nouvelle comparaison clé.

### 6.7.2 Mise en pratique de la définition du mètre

Le Groupe de travail sur la mise en pratique de la définition du mètre a fait part des changements rapides liés à l'utilisation de la technologie des lasers à peigne à impulsions femtosecondes qui permettent d'effectuer la liaison entre les étalons à fréquences optiques et micro-ondes avec une exactitude élevée, de manière plus efficace qu'avec les chaînes de fréquence utilisées précédemment. L'arrivée de cette technologie a des implications majeures dans trois domaines :

1. Elle facilitera les mesures des étalons de fréquence ou de longueurs d'onde dans le domaine optique et dans le proche infrarouge.
2. Elle offrira aux étalons de fréquence optiques de nouvelles possibilités sérieuses de faire la liaison entre des fréquences micro-ondes de référence et un étalon optique, au moyen de la technologie des peignes qui offre des possibilités étendues. Cette technologie pourrait permettre

d'utiliser des étalons optiques comme représentations secondaires de la seconde du SI.

3. La méthodologie des comparaisons futures de lasers et d'étalons de fréquence optique en sera affectée. La mise au point de petits systèmes à peigne à impulsions femtosecondes pour mesurer des lasers asservis et des systèmes de référence à fréquences optiques à atomes ou à ions refroidis a conduit le BIPM à penser qu'il serait possible de rendre transportable son système à peigne. Un tel système pourrait être utilisé pour mesurer des fréquences optiques de référence dans différents laboratoires nationaux de métrologie, et/ou de les comparer directement à leur système à peigne à impulsions femtosecondes. Cette approche permet d'obtenir de meilleurs résultats qu'avec une comparaison de lasers asservis faite dans le cadre de la comparaison clé de lasers, mais ne remplace pas les comparaisons effectuées de manière traditionnelle.

Le groupe de travail s'est réuni juste avant le CCL pour faire des propositions au CCL, qui tiennent compte de ces nouvelles techniques de mesure fondées sur la technologie des peignes pour les radiations recommandées actuelles ou à venir. À la suite de cette réunion, des propositions ont été faites au CCL, à savoir :

1. de changer l'expression « mise en pratique », pour prendre en compte les applications à la spectroscopie, aux télécommunications et au temps, ainsi qu'à la métrologie dimensionnelle ;
2. d'encourager les recherches sur la technologie des peignes à impulsions femtosecondes pour bien comprendre cette technique et permettre de l'appliquer avec une exactitude élevée de manière simple ;
3. d'ajouter à la liste des radiations recommandées de nouvelles radiations émises ou absorbées par des atomes et des ions refroidis, dont la fréquence est mesurée avec une exactitude élevée, de mettre à jour les valeurs des radiations existantes d'atomes refroidis, d'ions, et de cellules à gaz, et d'ajouter de nouvelles radiations de cellules à gaz pour le domaine des télécommunications optiques ;
4. de faire passer sur la liste des radiations secondaires certaines radiations asservies sur l'iode, dont les valeurs ont peu de chance d'être améliorées.

Le CCL a approuvé ces propositions, à titre provisoire en ce qui concerne la vérification finale des valeurs détaillées des fréquences de la liste révisée, nécessaire à la publication de la nouvelle mise en pratique. De plus, il a examiné la question de la création d'un futur groupe de travail commun au

Groupe de travail du CCL sur la mise en pratique et au CCTF, pour étudier les relations entre certaines radiations recommandées de la mise en pratique et leur usage possible comme futures représentations secondaires de la seconde. M. Quinn posera cette question aux délégués concernés du CCTF et du CCL, pour se faire une opinion avant la réunion du CIPM (voir la discussion qui s'est déroulée dans le cadre du CCTF ci-dessus). Il est décidé que le texte définitif de la recommandation du CCL sur la nouvelle mise en pratique sera distribué au CIPM pour approbation dès qu'il sera finalisé par le groupe de travail du CCL et qu'il aura été approuvé par le CCL.

En ce qui concerne les activités futures du BIPM dans le domaine des lasers, le CCL soutient le travail du BIPM sur la nouvelle technologie des peignes à impulsions femtosecondes afin de les utiliser comme nouveaux étalons de fréquence pour les comparaisons internationales. Il faudra organiser des comparaisons de lasers à peigne à l'avenir pour succéder aux comparaisons classiques de lasers à He-Ne à 633 nm. L'organisation de comparaisons de lasers à Nd:YAG à 532 nm est aussi à l'étude au BIPM.

## **6.8 Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations**

M. Valdés, président du Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUV), présente le rapport de la 2<sup>e</sup> session du CCAUV, qui s'est tenue au BIPM les 4 et 5 octobre 2001.

### **6.8.1 Comparaisons clés et supplémentaires**

M. Valdés résume l'état d'avancement des huit comparaisons clés du CIPM organisées par le CCAUV. Une comparaison d'acoustique est terminée (le projet A de rapport est en préparation) ; une autre comparaison commencera en 2002 ; deux autres débiteront en 2003. Dans le domaine des ultrasons, une comparaison est terminée (le projet A de rapport est en préparation) et l'autre devrait être terminée à la fin de 2001. Une comparaison de vibrations est terminée (le projet B de rapport est en préparation) et une autre comparaison d'acoustique sous l'eau est en cours. Ces comparaisons fourniront un grand nombre de résultats à inclure dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, parce que chaque comparaison fournit une suite de résultats couvrant généralement un domaine de fréquence étendu.

Il y a eu aussi une grande activité au sein des organisations régionales de métrologie en ce qui concerne les comparaisons clés et supplémentaires à

l'appui des CMCs qui figurent déjà dans l'annexe C du MRA. L'EUROMET et le SIM ont tous deux terminé les comparaisons d'acoustique qu'ils espèrent relier à la comparaison du CCAUV, et le COOMET s'apprête à commencer une comparaison. Ces diverses comparaisons clés des organisations régionales devraient produire encore 210 degrés d'équivalence, qui s'ajouteront aux 730 attendus des comparaisons clés du CIPM.

#### 6.8.2 Questions diverses

Plusieurs approches mathématiques pour le calcul des valeurs de référence et des incertitudes ont été examinées. M. von Martens (PTB) a montré les implications de ces méthodes sur les résultats des mesures dans le cas particulier de la comparaison d'accéléromètres du CCAUV.

Le besoin éventuel de poursuivre les recherches sur la nature des fluctuations des objets étalons et des systèmes de mesure utilisés dans le domaine de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations a été mis en lumière. M. T.J. Witt, de la section d'électricité du BIPM, a été invité à présenter les effets du bruit en  $1/f$  analysé par le spectre de puissance des résultats sur le calcul des incertitudes.

Il a été décidé d'établir un groupe de travail informel fonctionnant par e-mail chargé de collecter les avis des laboratoires nationaux de métrologie au sujet des besoins futurs dans le domaine de la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations. Cette activité contribuera à l'élaboration du rapport du CIPM préparé par le secrétaire du CIPM. Les délégués de l'IMGC, du NPL et de la PTB se sont montrés particulièrement intéressés à y participer. M. B. Zeqiri (NPL) sera la personne à contacter.

#### 6.9 Groupes de travail du Comité consultatif d'électricité et magnétisme

M. Göbel, président du Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM), présente les rapports des réunions des groupes de travail du CCEM. Le CCEM ne s'est pas réuni cette année. Se sont réunis le Groupe de travail du CCEM sur les comparaisons clés, le Groupe de travail du CCEM sur les mesures de la résistance de Hall quantifiée en courant alternatif, le Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences (GT-RF) et le Groupe de travail sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du prototype international du kilogramme. Le groupe le plus actif est celui sur les comparaisons clés. Ce groupe a un rôle moteur dans

l'organisation des CMCs soumis à l'annexe C du MRA et cette activité a été couronnée de succès. Comme dans le cas des longueurs, c'est le groupe de travail du Comité consultatif qui a dirigé l'élaboration d'une liste commune de services. Il a aussi aidé à résoudre les nombreux problèmes techniques et est parvenu à un accord sur la manière d'examiner les CMCs soumis. Un pas important a été franchi par le Groupe de travail sur les comparaisons clés lorsqu'il a approuvé la proposition du BIPM sur la méthode pour relier les résultats de la comparaison clé de l'EUROMET d'étalons de capacité de 10 pF à la comparaison clé correspondante CCEM-K4 du CCEM. Cette procédure est directe et pourrait fournir un modèle pour établir des liaisons futures. Il est devenu clair au cours des discussions au sein du Groupe de travail du CCEM sur les comparaisons clés qu'il est trop difficile d'élaborer une procédure généralisée pour effectuer de telles liaisons, mais il est possible de trouver une solution satisfaisante en les traitant au cas par cas. C'est un exemple où une rigueur excessive peut être contre-productive.

Les rapports des réunions des groupes de travail du CCEM sont consultables sur le site Web du BIPM à la rubrique CCEM.

#### **6.10 Groupe de travail du CCM sur la masse volumique**

M. Tanaka présente un bref rapport à propos de la nouvelle table sur la masse volumique de l'eau, recommandée par le Groupe de travail du CCM sur la masse volumique. Un rapport complet sur l'analyse faite par le groupe de travail a été publié dans *Metrologia* (voir Tanaka M., Girard G., Davis R., Peuto A., Bignell N., *Metrologia*, 2001, **38**(4), 301-309). Ce rapport a été approuvé par le CIPM.

#### **6.11 Comparaison internationale de gravimètres**

M. Quinn dit que la comparaison internationale de gravimètres absolus (ICAG'2001) s'est déroulée avec succès au BIPM en juillet 2001. Dix-sept participants y ont pris part, pour des mesures relatives ou absolues, y compris sur le nouveau site du réseau gravimétrique du BIPM au Pavillon du Mail. Il propose, suite aux discussions qui se sont déroulées au CIPM l'an dernier, de créer un nouveau groupe de travail sur la gravimétrie sous les auspices du CCM, dont le premier président serait M. Vitouchkine. Cette suggestion est bien accueillie par M. Tanaka et par les autres membres du CIPM.

## 6.12 Composition des Comités consultatifs

M. Quinn dit que les seules demandes nouvelles de laboratoires désirant faire partie de Comités consultatifs concernent le CCQM. Le CIPM donne une suite favorable aux demandes de candidatures suivantes :

Comité	Nouveau membre	Nouveaux observateurs
CCQM	NML CSIRO/AGAL (Australie)	CEM (Espagne) IMGC-CNR (Italie)

M. Kovalevsky propose que M. Hengstberger remplace M. Wallard comme président du CCPR et que M. Tanaka remplace M. Iizuka comme président du CCM. Ces deux nominations sont approuvées par le Comité et acceptées par les intéressés.

## 6.13 Réunions à venir des Comités consultatifs

Les réunions des Comités consultatifs sont fixées aux dates suivantes :

### 2002

CCQM : 18-19 avril  
groupes de travail : 15-17 avril  
CCM : 23-24 mai  
groupes de travail : 20-22 mai  
CCEM : 12-13 septembre  
groupes de travail : 9-11 septembre  
CCAUV : 1-2 octobre  
CIPM : 8-11 octobre  
JCRB (8<sup>e</sup> réunion) : 5-6 mars (hors du BIPM)  
JCRB (9<sup>e</sup> réunion) : 3-4 octobre  
Réunion des directeurs : 22-23 avril

**2003**

CCPR :	début mai
CCRI :	30 mai
Section I :	21-23 mai
Section II :	28-30 mai
Section III :	26-27 mai
CCTF	
CCU	
CCL :	septembre
CGPM :	13-17 octobre

**7 L'ARRANGEMENT DE RECONNAISSANCE MUTUELLE**

M. Quinn présente le site Web interactif du BIPM mis en place à l'intention des représentants des organisations régionales de métrologie au JCRB, qui l'utilisent pour gérer l'examen des CMCs soumis par les laboratoires nationaux de métrologie participant au MRA. M. Inglis commente que ce service a été très apprécié par les organisations régionales de métrologie.

Il mentionne aussi l'ouverture de l'annexe C sur le site Web du BIPM depuis la précédente session du CIPM. Grâce à l'immense effort réalisé par les laboratoires nationaux de métrologie signataires du MRA, et en particulier grâce aux présidents des comités techniques des organisations régionales de métrologie, nous disposons maintenant de plus de dix mille CMCs dans l'annexe C. Beaucoup d'autres CMCs sont encore en examen et la plupart des domaines de la métrologie seront bien représentés à l'été 2002. La majorité du travail consacré par les organisations régionales de métrologie à l'examen des CMCs sera alors terminée, sauf, peut-être, dans le domaine de la chimie. C'est un domaine très vaste et il reste beaucoup à faire, même si la procédure très complexe mise en œuvre pour parvenir à un accord sur le format de présentation des CMCs a été réalisée avec succès. Mme Thomas présente au Comité l'annexe C sur le site Web du BIPM.

M. Quinn note aussi que l'étape de transition du MRA prendra fin en 2003 à l'époque de la 22<sup>e</sup> CGPM. Il a l'intention de demander à la réunion des



directeurs en 2002 des suggestions de modifications à apporter au texte du MRA. Celles-ci seront discutées à la réunion du CIPM en 2002.

## **8 NOUVELLE ÉTUDE SUR LES BESOINS FUTURS DANS LE DOMAINE DE LA MÉTROLOGIE**

M. Kovalevsky souhaite la bienvenue à M. Lusztyk (NRC, Canada) et à M. McGuinness (NPL, Royaume-Uni), qui ont été invités à se joindre au CIPM pour la discussion sur les besoins à long terme dans le domaine de la métrologie, et il demande à M. Mills d'y assister également. Il donne ensuite la parole à M. Kaarls.

M. Kaarls dit qu'un Groupe de travail restreint du CIPM a été établi pour étudier cette question : il comprend les membres du bureau du CIPM, MM. Hengstberger, Lusztyk, McGuinness, Ono et Semerjian. Il a beaucoup voyagé pour discuter et collecter des avis variés, et il remercie les laboratoires nationaux de métrologie de leur participation. Il résume ensuite les réponses au questionnaire confidentiel sur les besoins futurs qui a été distribué aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en mai 2001. Vingt et une réponses ont été reçues avant la réunion du CIPM, et deux autres pendant la réunion, en provenance de vingt et un États membres et d'une organisation régionale de métrologie. Les réponses ont été intégralement photocopiées pour les membres du CIPM. Il note que les États d'Afrique et du Moyen-Orient n'ont pas encore répondu au questionnaire.

M. Kaarls souligne ensuite la structure du rapport qu'il présentera à la prochaine Conférence générale, et il demande aux membres du CIPM des commentaires et suggestions, soulignant que c'est important pour parvenir à un consensus sur la direction à prendre. Il propose de préparer un projet de rapport, tenant compte des discussions au CIPM, avant la réunion du bureau du Comité en février 2002, et de le présenter pour commentaires à la réunion des directeurs en avril 2002. Un projet plus ou moins final sera présenté au CIPM en octobre 2002 et il espère que le texte final pourra être approuvé par les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie lors de leur réunion en 2003. Le rapport complet sera présenté à la 22<sup>e</sup> Conférence générale en 2003. Une discussion détaillée s'ensuit. Il est décidé que le rapport devra être adressé aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre,

aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, aux politiciens, et aux autres décideurs. Pour s'adresser de manière efficace à cette large audience, le rapport pourrait être présenté en deux ou trois volumes séparés, bien ciblés. Surtout, le rapport devra être centré sur les besoins, tels qu'ils sont définis par les responsables de la réglementation, pour le commerce, l'industrie et la société.

Le CIPM décide qu'il est important de traiter tous les domaines de la métrologie, et pas seulement les domaines classiques couverts par le Système international d'unités (SI). Ainsi le rapport traitera aussi des besoins métrologiques dans les domaines de la biotechnologie, de la médecine de laboratoire, de l'industrie pharmaceutique, et de la vérification des produits alimentaires. Le rôle et la composition des Comités consultatifs seront étudiés dans cette perspective.

Il est important, dans la section consacrée à l'impact économique et social de la métrologie, de donner des arguments qualitatifs et quantitatifs afin de justifier les activités des laboratoires nationaux de métrologie aux yeux des gouvernements et des décideurs. De même, le rapport doit montrer la valeur de l'arrangement de reconnaissance mutuelle rédigé par le CIPM, et présenter une analyse qualitative et quantitative de la valeur du travail accompli au BIPM pour les États membres et les laboratoires nationaux de métrologie. Il est souhaitable de demander l'aide d'une organisation professionnelle pour quantifier la valeur ajoutée. M. Kaarls note que des rapports sur l'impact économique de la métrologie ont été publiés par le NIST (États-Unis), le NPL/DTI (Royaume-Uni) et, très récemment, par le NRC (Canada). Le Danemark a aussi fait quelques études de cas rédigées en danois.

Le rôle du BIPM est discuté en détail. Il est clair que son fonctionnement dépend fortement de son budget ; le CIPM a donc décidé que différents modèles seraient présentés sur son rôle futur, en fonction de la dotation qui serait votée. Il est important que le BIPM conserve, et même renforce, sa position d'autorité internationale, de porte-parole et de coordinateur dans le domaine métrologique. Il a besoin pour cela de personnel compétent et de laboratoires actifs, qui effectuent des travaux de recherche et développement scientifique et technologique appliqués. Les domaines dans lesquels le BIPM doit avoir une activité pratique doivent être choisis avec soin pour refléter les besoins des États membres et les perspectives à venir. Il est important que le BIPM reste flexible, pour pouvoir prendre en charge de nouveaux domaines de la métrologie si nécessaire.

De nouvelles formes de coopération entre le BIPM, les laboratoires nationaux de métrologie et d'autres laboratoires sont souhaitables. Par exemple, des travaux sur le condensateur calculable pourraient être faits au BIPM, avec l'aide d'autres laboratoires tels que le NMIJ et le NML CSIRO. M. Quinn dit que ce projet tirerait profit de l'expertise du BIPM dans le domaine de l'interférométrie et de la conception, et apporterait au BIPM le savoir-faire d'autres laboratoires, pour le bénéfice d'un grand nombre.

Pour approfondir l'analyse quantitative de la valeur ajoutée par le BIPM, et aider à établir des priorités pour les services offerts à l'avenir par le BIPM, un autre questionnaire sera distribué aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, demandant leur avis sur les services offerts actuellement, ou sur ceux qu'ils aimeraient voir offrir par le BIPM. Les services existants comprennent, entre autres, la réalisation d'étalons uniques et d'étalons de transfert, les étalonnages, les comparaisons, le transfert de savoir-faire, la représentation et la coordination au niveau international. Le BIPM analysera le coût de ces services.

Il est reconnu que les laboratoires nationaux de métrologie bien établis et ceux en voie de développement envisagent différemment le rôle du BIPM ; les besoins des pays en voie de développement doivent être étudiés plus en détail. Nous chercherons aussi à connaître l'opinion sur la métrologie de dirigeants connus dans le milieu des affaires et de l'industrie, ainsi que celle de personnalités gouvernementales de haut niveau.

Le CIPM pense que le rôle de la réunion annuelle des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie doit être renforcé. Le rapport examinera aussi le rôle du CIPM et du JCRB (en ce qui concerne la politique et les questions liées au MRA du CIPM, respectivement), et celui des organisations régionales de métrologie et leurs relations avec le BIPM et les Comités consultatifs du CIPM.

Le CIPM approuve le calendrier proposé par M. Kaarls pour la préparation du rapport. Les projets de rapport seront distribués aux membres du CIPM et à MM. Hengstberger, Lusztyk, McGuinness, Ono et Semerjian avant chaque réunion, pour leur donner le temps de transmettre leurs commentaires à l'avance pour discussion.

## **9 GROUPE DE TRAVAIL COMMUN À L'OIML ET À LA CONVENTION DU MÈTRE**

M. Kovalevsky dit au CIPM que le bureau du Comité se réunira à nouveau avec l'OIML en février 2002. Comme l'a dit le secrétaire dans son rapport, un certain nombre de sujets restent à discuter.

M. Quinn note qu'il est essentiel que le mot « traçabilité » soit défini de manière acceptable par l'ILAC, l'OIML et le BIPM. Une nouvelle définition est préparée par le Comité commun pour les guides en métrologie dans le cadre de la révision du VIM. Mme Brown commente que le NIST s'est aussi posé la question de la définition de ce terme, et que la politique de cette organisation sur la traçabilité figure sur le site du NIST.

En ce qui concerne l'organisation par le NIST d'un symposium pour les pays en voie de développement, Mme Brown signale que le NIST ne pourra pas payer les frais de transport des délégués qui souhaitent assister à la réunion. M. Göbel répond que lors de la réunion de 1998 les frais de transport avaient été remboursés à environ la moitié des participants. Il est suggéré que le CIPM explore la possibilité de faire subventionner cette réunion par l'UNIDO. M. Quinn accepte de prendre contact avec le siège de l'UNIDO à Vienne, et il envisage d'établir un groupe de travail commun à l'OIML et au CIPM pour coordonner les modalités pratiques avec M. Carpenter du NIST. La possibilité de retarder la tenue du symposium à une autre année n'a pas été approuvée.

## **10 CONTACTS AVEC D'AUTRES ORGANISATIONS INTERNATIONALES**

### **10.1 Organisation météorologique mondiale**

M. Quinn présente un projet d'accord entre l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le CIPM. Ce projet est approuvé par le Comité et M. Quinn dit qu'il le présentera pour approbation lors de la réunion du Conseil exécutif de l'OMM en juin 2002.

## **10.2 ILAC**

M. Kaarls dit au Comité que l'ILAC aimerait établir un « Memorandum of Understanding » avec le CIPM. Un projet est présenté et il est approuvé par le CIPM après quelques modifications rédactionnelles mineures.

## **10.3 Traçabilité en médecine de laboratoire, contacts avec l'Organisation mondiale de la santé**

M. Quinn présente le projet d'ordre du jour du Joint Committee on Traceability in Laboratory Medicine (JCTLM) qui se réunira au BIPM en novembre 2001. La liste préliminaire des participants comprend des représentants du BIPM, de l'IFCC, de l'IRMM, de la Commission européenne, d'un certain nombre d'organismes responsables de la réglementation et de fabricants d'instruments médicaux. Des contacts préliminaires ont été pris avec l'Organisation mondiale de la santé par l'intermédiaire du National Institute for Biological Standards and Control à Londres, qui est l'un de ses principaux laboratoires de référence.

## **10.4 ISO/CEI et ISO CASCO**

Le BIPM est maintenant une organisation de liaison de catégorie A de l'ISO CASCO et le directeur du BIPM assistera à une réunion de l'ISO CASCO en novembre 2001.

# **11 COMITÉ COMMUN POUR LES GUIDES EN MÉTROLOGIE**

M. Quinn dit que le Groupe de travail 1 du Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM), sur l'expression de l'incertitude de mesure, s'est réuni deux fois depuis la précédente session du CIPM. Ce groupe a conclu qu'il n'est pas nécessaire pour le moment de réviser le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, mais qu'il conviendra de rédiger des documents supplémentaires pour aider à l'utiliser. Ces travaux ont bien avancé.

Par contre, le Groupe de travail 2, sur la révision du VIM, connaît toujours de sérieuses difficultés à se mettre d'accord sur le chapitre 1, en particulier sur la définition du terme « grandeur physique ». Bien que des progrès considérables aient été réalisés dans d'autres sections du Vocabulaire, les difficultés relatives au chapitre 1 doivent être résolues si l'on veut que ce projet avance.

M. Quinn confirme que si de nouvelles versions de ces documents sont publiées, le JCGM sera dépositaire du droit d'auteur, ce qui en facilitera la distribution à l'avenir.\*

## **12 TRAVAUX DU BIPM**

### **12.1 Rapport du directeur sur les travaux du BIPM**

Le directeur du BIPM présente son rapport dans les termes suivants :

L'activité a été très intense au BIPM cette année. En lisant soigneusement le rapport du directeur, vous pourrez constater que beaucoup de travaux scientifiques ont été réalisés dans les laboratoires du BIPM. Notre participation aux comparaisons clés a été élevée, ainsi que la visibilité du personnel scientifique : ce rapport mentionne vingt-cinq publications dans des journaux à comité de lecture et vingt et une publications dans des comptes rendus de conférences. Le personnel du BIPM a été présent et a participé activement à de nombreuses réunions de groupes de travail, conférences et comparaisons en dehors du BIPM : le nombre de voyages effectués par le personnel scientifique est de l'ordre de la centaine et ceux effectués par le directeur d'une vingtaine. Les étalonnages d'étalons pour les laboratoires nationaux de métrologie continuent à constituer une partie importante de nos activités, même si les travaux de rénovation de certains laboratoires ont entraîné la remise à une date ultérieure de certains d'entre eux. La base de données du BIPM sur les comparaisons clés est maintenant totalement en service et elle contient environ dix mille données sur les

---

\* Note : lors de la réunion du Groupe de travail 2 au BIPM les 28 et 29 novembre 2001, un accord a été conclu sur la révision du chapitre 1 du VIM. Il est maintenant envisagé de discuter du texte révisé complet du VIM en mai 2002 et de publier le texte final en novembre 2002.

aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires nationaux de métrologie. Dans l'ensemble, le MRA a entraîné, au BIPM comme dans les laboratoires nationaux, une augmentation considérable de la charge de travail du personnel scientifique de haut niveau, en particulier en ce qui concerne leur contribution à l'analyse des résultats des comparaisons clés. Le site Internet du BIPM continue à être de plus en plus consulté, les statistiques les plus récentes indiquent environ neuf cents connexions d'utilisateurs différents chaque jour.

Cette année a aussi été sans précédent quant au nombre des réunions qui ont eu lieu au BIPM. D'octobre 2000 à octobre 2001, date de la réunion du Comité international, ont eu lieu au BIPM huit réunions de Comités consultatifs et environ vingt-cinq réunions de groupes de travail et autres. En raison de l'intérêt accru pour les activités des Comités consultatifs, résultant de la mise en œuvre du MRA, le nombre des participants à ces réunions est bien plus élevé qu'autrefois. Il est maintenant courant d'avoir plus de cinquante personnes présentes à une réunion d'un Comité consultatif. Depuis octobre 2000, environ cinq cents personnes sont venues au BIPM pour des réunions ou des visites d'ordre général, nombre auquel il faut ajouter une quarantaine de chercheurs associés invités au BIPM pour des périodes allant de quelques jours à une année. Toutes ces activités, ainsi que les responsabilités qui leur sont associées, reflètent la visibilité de plus en plus grande du BIPM.

L'ouverture d'un nouveau bâtiment, le Pavillon du Mail, le premier jour de la réunion du Comité consultatif pour la quantité de matière en avril 2001, a été un événement important pour la vie du BIPM. L'inauguration officielle de ce bâtiment aura lieu le 11 octobre 2001 lors de la 90<sup>e</sup> session du Comité international.

Les travaux scientifiques effectués dans les laboratoires du BIPM constituent la base des autres activités. Sans eux, le personnel n'aurait pas la compétence nécessaire pour mener à bien les autres tâches qui sont imparties au BIPM par le Comité international et qui sont financées par les États membres de la Convention du Mètre. La prévision des travaux à venir est une part essentielle de notre activité de recherche. Nombreux sont les domaines de la métrologie où des progrès scientifiques sont réalisés, ou dont les besoins évoluent et ont une influence sur les activités du BIPM. Le changement le plus important concerne le laser à peigne à impulsions femtosecondes qui permet la comparaison directe entre des étalons de fréquence optique et micro-onde. Il est devenu tout de suite évident que les activités de la section des lasers en seraient grandement affectées. Nous avons maintenant installé

un système de laser à peigne au BIPM grâce à l'aide précieuse de nos collègues du JILA et du NIST à Boulder (États-Unis). Nous espérons être bientôt capables d'effectuer avec ce système des mesures directes de la fréquence de lasers asservis sur l'iode à la longueur d'onde de 633 nm, alors qu'au cours des trente années passées nous étions dépendants de la stabilité d'une série de lasers à 633 nm conservés au BIPM. Cela n'est que le début des changements que la technologie des systèmes à peigne va apporter. Il y aura certainement d'autres progrès connexes, comme par exemple la possibilité d'utiliser des étalons à fréquence optique comme candidats potentiels pour une nouvelle définition de la seconde ; nous les suivrons de près.

Le texte qui suit est un résumé des travaux effectués dans les laboratoires du BIPM. Le rapport du directeur détaille ces travaux section par section. Ce rapport a été rédigé pour présenter l'état d'avancement des travaux à la date du 1<sup>er</sup> juillet 2001. Il donne la liste des publications publiées depuis la parution du précédent rapport, daté du 1<sup>er</sup> juillet 2000.

**Longueurs :** Cette année, les comparaisons internationales concernent principalement les lasers fonctionnant à la longueur d'onde recommandée  $\lambda \approx 532$  nm. Les lasers du BIPM ont participé à des comparaisons avec les laboratoires nationaux suivants : le BNM-INM, le CMI, le MIKES et le NMIJ/AIST (précédemment dénommé NRLM). Avec le laser à diode transportable asservi sur le rubidium à  $\lambda \approx 778$  nm, appartenant au BNM-LPTF/OP, le BIPM a participé au NMIJ/AIST à une comparaison internationale de tels systèmes, en particulier des étalons de ce laboratoire. Bien que les comparaisons de lasers à  $\lambda \approx 633$  nm aient été moins nombreuses cette année, des comparaisons bilatérales ont été effectuées au BIPM avec le CEM, le NCM et l'OMH. Le premier générateur de peigne du BIPM a été comparé avec succès à un appareil similaire appartenant au JILA, grâce à l'aide apportée par le personnel du JILA. La collaboration avec l'Institut Lebedev se poursuit avec la construction et les essais d'un nouveau laser télescopique à  $\lambda \approx 3,39$   $\mu\text{m}$ .

**Masses :** Le nombre d'étalonnages a augmenté cette année, pour répondre semble-t-il à la mise en question de la stabilité des prototypes nationaux de 1 kg en platine iridié depuis leur nettoyage-lavage effectué pendant la troisième vérification périodique des étalons nationaux du kilogramme (1988-1992). À cet effet, nous avons réétalonné nos propres étalons de travail. Des mesures approfondies visant à comparer trois méthodes de détermination de la masse volumique de l'air — la méthode du CIPM fondée sur une équation d'état, celle fondée sur des objets pour mesurer la poussée



de l'air, et celle fondée sur l'utilisation d'un réfractomètre — ont été menées à terme. Les deux premières méthodes déterminent de manière absolue la masse volumique de l'air alors que la troisième mesure des variations relatives de masse volumique de l'air. La méthode fondée sur des objets pour mesurer la poussée de l'air demande de connaître le volume de ces objets. La détermination du volume des objets en question, effectuée par nos collègues de la PTB, mettra un point final à cette étude. Depuis l'an dernier, notre nouvel appareil pour la détermination hydrostatique de volumes a été entièrement équipé. L'appareil est fonctionnel et il est soumis à des essais de mise en service. Nous continuons à nous intéresser fortement au susceptomètre magnétique mis au point au BIPM pour vérifier les propriétés magnétiques des étalons de masse, en particulier ceux en acier inoxydable. Une comparaison de mesures de ce type entre quatre laboratoires de mesures de masse européens et le BIPM a été couronnée de succès.

L'expérience sur la mesure de  $G$ , la constante newtonienne de gravitation, est terminée. L'incertitude-type relative de notre résultat final est bien en-dessous de la valeur cible de  $1 \times 10^{-4}$ . Toutefois, un désaccord de  $2 \times 10^{-4}$  par rapport à une autre expérience pour laquelle est annoncée une incertitude bien plus faible que la nôtre nous pousse à continuer ce travail avec un appareil amélioré.

**Temps :** La stabilité à moyen terme du Temps atomique international, TAI, exprimée au moyen de l'écart-type d'Allan relatif, est estimée à environ  $0,6 \times 10^{-15}$  pour des durées moyennes de vingt à quarante jours. Depuis janvier 2001, une nouvelle procédure est utilisée pour assigner le poids relatif maximal des horloges du TAI en fonction du nombre d'horloges participant au calcul. On espère que cette méthode améliorera à l'avenir la stabilité de l'échelle de temps qui en résulte. L'exactitude du TAI est fondée sur huit étalons primaires de fréquence : les trois étalons classiques CS1, CS2 et CS3 de la PTB, fonctionnant en continu ; les trois étalons à pompage optique CRL-01, LPTF-JP0 et NRLM-4 ; et les deux fontaines à césium NIST-F1 et PTB CSF1. En raison de l'amélioration de la stabilité du TAI et de l'augmentation du nombre des étalons primaires, l'unité d'échelle du TAI correspond, selon nos estimations, à la seconde du SI à  $2 \times 10^{-15}$  près depuis août 2000. Les activités de recherche de la section ont été en grande partie consacrées à l'étude des comparaisons de temps et de fréquence à l'aide de systèmes de navigation par satellite tels que le GPS et le GLONASS. Un intérêt tout particulier a été porté aux techniques de réception simultanée des signaux de plusieurs de ces systèmes en mode multi-canal et à l'utilisation des mesures de phase de la porteuse des signaux du GPS. En plus de la

méthode classique des observations simultanées réalisées avec des récepteurs du GPS à un seul canal utilisant le code C/A, nous utilisons pour le calcul du TAI les données de récepteurs du GPS à canaux multiples pour trois liaisons, et quatre autres liaisons horaires sont réalisées par aller et retour. Nos activités de recherche sont aussi consacrées aux systèmes de référence spatio-temporels, et en particulier à la définition et à la réalisation de temps-coordonnée dans le cadre relativiste. Depuis janvier 2001, la section du temps du BIPM établit avec l'USNO des conventions pour les systèmes de référence spatio-temporels dans le cadre du Convention Product Centre du Service international de la rotation terrestre. D'autres activités de recherche concernent les pulsars, les projets d'utilisation d'horloges dans l'espace et l'interférométrie atomique.

**Électricité :** Une nouvelle comparaison directe des deux étalons de 10 V du BIPM à effet Josephson a été effectuée sur une durée de quatre jours. La différence moyenne était de 30 pV avec un écart-type de la moyenne égal à 40 pV. C'est l'incertitude la plus faible que nous ayons jamais obtenue dans des comparaisons directes d'étalons de Josephson.

Nous avons poursuivi les avancées importantes de l'an dernier dans l'amélioration des mesures de la résistance de Hall quantifiée de haute exactitude à des fréquences de l'ordre du kilohertz, en préparant deux têtes constituées de dispositifs à effet Hall quantique équipés de grilles. Au moyen de ces dispositifs, nous avons répété avec succès nos mesures et démontré qu'en ajustant de manière appropriée la tension des grilles, le coefficient résiduel de fréquence de la résistance de Hall quantifiée est de l'ordre de  $1$  à  $2 \times 10^{-8}$  par kilohertz. Une amélioration importante a été apportée à la résistance coaxiale alternatif-continu qui établit la liaison entre les mesures de résistance à 1 Hz et celles à des fréquences de l'ordre du kilohertz dans la chaîne de mesure du BIPM reliant les étalons de capacité de 10 pF à la résistance de Hall quantifiée.

Les études précédentes faites au BIPM montrent que l'incertitude des mesures de tension de tous les étalons de tension à diodes de Zener est limitée par le bruit en  $1/f$  déterminé au moyen de la variance d'Allan. Cette année, nous avons étudié la validité statistique de ces résultats en répétant les mesures quelques centaines ou milliers de fois afin de déterminer la distribution expérimentale des valeurs de la variance d'Allan obtenues. Les résultats sont utiles pour l'évaluation de la validité statistique de petites différences reproductibles de la valeur du palier de bruit en  $1/f$  des étalons à diode de Zener.

Les étalonnages de la section d'électricité continuent à démontrer l'importance des services offerts par le BIPM aux laboratoires nationaux de métrologie. Nous avons effectué les étalonnages suivants : sept étalons de tension à diodes de Zener pour trois laboratoires nationaux de métrologie ; quinze étalons de résistance pour cinq laboratoires nationaux ; et sept étalons de capacité pour deux laboratoires nationaux. Nous avons aussi effectué quatre nouvelles comparaisons dans le cadre de la comparaison clé permanente du BIPM d'étalons de tension.

**Radiométrie, photométrie :** La comparaison clé de sensibilité spectrale se poursuit. Les deux séries de mesures sont terminées, si l'on exclut quelques récepteurs délivrés avec retard. Après la comparaison CCPR-S3, la comparaison supplémentaire de radiomètres cryogéniques, deux laboratoires ont demandé à effectuer des comparaisons bilatérales avec le BIPM, l'une d'entre elles est en cours. Dans le domaine de la radiométrie, les travaux entrepris sur la réalisation de l'éclairement énergétique spectral au moyen d'un corps noir à caloduc à sodium ont dû être arrêtés par suite d'une fuite du caloduc. Entretemps, le système a été réparé. Le BIPM a aussi participé à la comparaison supplémentaire du CCPR d'aires d'ouverture. Lors de nos travaux de recherche, nous avons découvert et trouvé une explication à un effet intéressant qui s'est avéré dépendre de la forme du faisceau laser. Dans une autre expérience, le logiciel de contrôle du spectro-radiomètre a été amélioré par l'adjonction d'outils de programmation graphiques. Les installations du laboratoire de photométrie ont été entièrement renouvelées au cours de l'année passée : l'ancien banc photométrique a été remplacé et un système amélioré de positionnement des lampes et de lecture des mesures a été introduit. Dans le domaine de la photométrie également, nous avons établi un lien robuste pour le transfert au BIPM des valeurs de référence des deux comparaisons clés CCPR-K3.a et CCPR-K4 fondées sur des lampes, déterminées récemment. Cela a été réalisé par comparaison bilatérale avec la PTB, le laboratoire pilote de ces deux comparaisons clés. Dans le domaine de la thermométrie, trente-trois thermomètres à résistance de platine ont été étalonnés pour cinq sections du BIPM, et nous avons ensuite étudié la stabilité de cellules à point triple de l'eau et de cellules au gallium. L'équipe informatique continue à apporter son aide et ses services au personnel du BIPM. Le nombre de consultations sur le site Internet du BIPM continue à augmenter et les bases de données contenant les annexes B et C du MRA ont été mises au point et sont consultables en ligne.

**Rayonnements ionisants :** Le programme de mise à niveau des laboratoires est terminé et le renouvellement des équipements se poursuit conformément

au programme. La nouvelle source de  $^{60}\text{Co}$  a été installée et sera bientôt mesurée. Bien que cela nous ait contraints à interrompre nos activités pendant quelque temps, neuf comparaisons de dosimétrie, auxquelles ont participé sept laboratoires nationaux de métrologie, ont été effectuées depuis l'an dernier, ainsi que dix-sept étalonnages pour des laboratoires possédant des étalons secondaires. La réunion du CCRI qui s'est tenue en mai 2001 a été centrée sur l'analyse des résultats des comparaisons clés du BIPM et du CCRI, et sur la procédure pour entrer les résultats dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. La décision a été prise d'utiliser les nouveaux facteurs de correction pour les étalons du BIPM pour les rayons x, facteurs déterminés au BIPM au moyen de la méthode de calcul de Monte Carlo. De plus, la première comparaison clé de la Section I du CCRI est presque terminée ; neuf laboratoires nationaux de métrologie possédant des étalons primaires y ont participé. Dans le domaine des radionucléides, le groupe de travail sur le  $^{204}\text{Tl}$  a présenté ses conclusions et a proposé une nouvelle comparaison à la Section II du CCRI. Les comparaisons de  $^{152}\text{Eu}$  et de  $^{89}\text{Sr}$  se sont bien déroulées ; elles comptaient vingt-trois et dix-neuf participants respectivement. Nous attendons les résultats de la comparaison de  $^{238}\text{Pu}$ . Quatre autres comparaisons devraient débiter avant le printemps 2002. Huit laboratoires ont soumis des radionucléides au Système international de référence (SIR) cette année, et le nombre total de comparaisons est maintenant de cinquante-huit ; l'une d'entre elles, de  $^{177}\text{Lu}$ , est nouvelle. Le Groupe de travail sur les comparaisons clés prépare l'analyse de ces résultats et de ceux des neuf comparaisons clés de la Section II du CCRI maintenant terminées pour qu'ils figurent dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. La plupart de ces travaux sont fondés sur la monographie sur le SIR qui sera bientôt publiée. Les courbes d'efficacité du SIR ont été à nouveau caractérisées pour les émetteurs de rayonnement gamma et bêta. Nous avons mesuré avec le spectromètre gamma Ge(Li) du BIPM les niveaux d'activité des impuretés de six radionucléides soumis au SIR et les laboratoires nationaux de métrologie ont utilisé les valeurs mesurées au BIPM pour leurs besoins. Le système d'acquisition des données a été mis à niveau pour les méthodes de mesures primaires au BIPM et un système de comptage numérique des coïncidences est soumis à des essais. La méthode du rapport des coïncidences triples aux coïncidences doubles, en cours de mise au point, devrait bientôt être appliquée à titre expérimental à l'extension du SIR aux émetteurs de rayonnements gamma purs.

**Chimie :** Après consultation des experts du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse de gaz, nous envisageons d'entreprendre un programme de comparaisons et de recherche fondamentale sur les mesures d'ozone, en collaboration avec le NIST. Il en résultera un transfert de responsabilité des comparaisons internationales de photomètres de référence pour les mesures d'ozone au BIPM. Les travaux pour les laboratoires de la section de chimie devraient s'achever à l'été 2001, et deux photomètres de référence du NIST pour les mesures d'ozone devraient être installés et soumis à des essais à l'automne 2001. Les comparaisons devraient s'accompagner d'un programme de recherche au BIPM pour étayer la photométrie de l'ozone par des mesures de titrage en phase gazeuse de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote, et par la mesure des sections efficaces de l'ozone dans l'ultraviolet. Le programme a été présenté pendant l'atelier sur le projet 414 de l'EUROMET (ozone), et il aboutira à la formulation de l'étude pilote du CCQM sur l'équivalence des photomètres de référence pour les mesures de l'ozone (CCQM-P28).

**Base de données du BIPM sur les comparaisons clés :** La base de données du BIPM sur les comparaisons clés est totalement opérationnelle. Elle contient plus de dix mille données sur les aptitudes des laboratoires nationaux de métrologie en matière de mesures et d'étalonnages ainsi qu'un nombre croissant de résultats de comparaisons clés.

## 12.2 Dépôt des prototypes métriques

Le 11 octobre 2001, à 17 h 15, en présence du président du Comité international des poids et mesures (CIPM), du directeur du Bureau international des poids et mesures (BIPM) et du représentant du conservateur des Archives nationales, il a été procédé à la visite du dépôt des prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil.

On avait réuni les trois clés qui ouvrent le dépôt : celle qui est confiée au directeur du Bureau international, celle qui est déposée aux Archives nationales de France, à Paris et que Madame A. James-Sarazin, de la direction des Archives nationales, avait apportée, 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 coffre-fort :

température actuelle : 22 °C

température maximale : 24 °C

température minimale : 21 °C

état hygrométrique : 64 %

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

Le directeur	Pour le conservateur	Le président
du BIPM,	des Archives nationales,	du CIPM,
T.J. Quinn	A. James-Sarazin	J. Kovalevsky

## 13 QUESTIONS DIVERSES

### 13.1 Supplément technique à *Metrologia*

M. Quinn propose de créer un Supplément technique à *Metrologia* en version électronique, afin d'éviter que les résultats des comparaisons clés n'empiètent trop sur le contenu scientifique du journal. Il dit qu'une liste des tables des matières de ce Supplément technique sera publiée dans le journal. Le CIPM approuve cette suggestion, et exprime le souhait que le supplément soit gratuit pour tous, parce qu'il fait partie de l'annexe B du MRA.

### 13.2 Projet sur la constante d'Avogadro

Dans la discussion liée au point 2.14 du rapport du secrétaire, sur la constante d'Avogadro, il s'avère nécessaire de poursuivre des recherches détaillées. Le CIPM invite M. Inglis et M. Tanaka à voir s'il est possible de faire progresser ce projet de la manière voulue.

### 13.3 École d'été au BIPM

M. Quinn présente l'idée d'organiser une école d'été sur la métrologie au BIPM. Cette idée lui a été suggérée par le succès des écoles d'été Enrico Fermi organisées par l'Italian Physical Society. La plus récente a eu lieu à

Varena et était dirigée conjointement par MM. Quinn et Leschiutta. M. Quinn propose qu'une école d'été de deux semaines ait lieu au BIPM en 2003, dédiée en particulier aux jeunes scientifiques des laboratoires nationaux de métrologie, avec des conférences au Pavillon du Mail, les repas étant pris au BIPM, et le logement dans des hôtels du voisinage. Ce serait la première école d'été dédiée spécifiquement aux jeunes scientifiques des laboratoires nationaux de métrologie. D'après l'expérience qu'il a acquise aux trois écoles d'été en Italie auxquelles il a participé en 1976, 1986 et 2000, il a le sentiment que c'est l'occasion d'établir des amitiés de longue date entre les étudiants et de tels événements sont un excellent moyen d'établir des réseaux relationnels entre les chercheurs, réseaux essentiels au succès de leurs activités. C'est pourquoi M. Quinn propose d'organiser une école d'été sur la métrologie pour les jeunes scientifiques des laboratoires nationaux de métrologie au BIPM.

Sur la question du financement, M. Quinn rappelle que le BIPM paiera les frais, mais que les conférenciers ne seront pas rémunérés, et qu'il n'y aura pas de bourses pour les étudiants.

Le CIPM en approuve le principe et M. Quinn confirme que, lorsque la date de cette école sera fixée, les détails seront publiés sur le site Web du BIPM. M. Leschiutta dit au Comité que l'Italian Physical Society espère tenir sa prochaine école d'été en 2006 et qu'elle sera heureuse de collaborer au projet du BIPM. (Note : l'école d'été du BIPM se tiendra les deux dernières semaines de juillet 2003, du 21 juillet au 1<sup>er</sup> août).

#### **13.4 Site Web du BIPM**

M. Quinn présente deux nouveaux services accessibles sur le site Web du BIPM : une extension des liens utiles et un nouveau moteur de recherche permettant une recherche simultanée sur toutes les pages Web des laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre et des associés à la Conférence générale. Le Comité reconnaît que ce sont des services très utiles.

## **14 DATE DE LA PROCHAINE SESSION**

M. Kovalevsky étant obligé de partir peu avant la fin de la réunion, c'est M. VanKoughnett, vice-président, qui le remplace en tant que président pour diverses questions. Il remercie les participants de leur contribution à la réunion, et rappelle aux membres du Comité que la 91<sup>e</sup> session durera quatre jours et se tiendra au Pavillon de Breteuil du 8 au 11 octobre 2002.



## RECOMMANDATION ADOPTÉE PAR LE COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

### RECOMMANDATION 1 (CI-2001) :

#### Le neper et le bel

Le Comité international des poids et mesures,

#### considérant que

- le logarithme naturel est utilisé pour exprimer la valeur du décrement logarithmique, du niveau de champ et du niveau de puissance dans le système de grandeurs sur lequel est fondé le Système international d'unités (SI),
- les grandeurs et les équations entre grandeurs sont simplifiées lorsqu'on utilise le logarithme naturel (logarithme de base  $e$ ) plutôt que d'autres logarithmes, de base différente,
- en particulier pour les grandeurs complexes, le seul logarithme utile est le logarithme naturel,
- en utilisant le logarithme naturel pour les grandeurs complexes, le radian et le neper deviennent des unités analogues et devraient donc avoir le même statut dans le SI,
- la 20<sup>e</sup> Conférence générale (1995, Résolution 8), a décidé d'interpréter les unités supplémentaires du SI, c'est-à-dire le radian et le stéradian, comme des unités dérivées sans dimension et, en conséquence, de supprimer la classe des unités supplémentaires comme classe séparée dans le SI,
- le Comité international, dans la brochure sur le SI, 7<sup>e</sup> édition (1998), a accepté, pour l'usage avec le SI, le neper, symbole Np, comme un nom spécial de l'unité SI cohérente, le nombre un, pour exprimer la valeur des grandeurs logarithmiques définies en utilisant les logarithmes naturels et aussi l'unité non cohérente, le bel, symbole B, comme unité pour exprimer la valeur des grandeurs logarithmiques définies en utilisant les logarithmes de base dix, en insistant sur la nécessité de mentionner le niveau de référence,
- il est nécessaire, pour compléter la cohérence interne du SI, d'adopter formellement le nom spécial neper, avec son symbole Np, pour l'unité

cohérente du SI, le nombre un, pour exprimer la valeur des grandeurs logarithmiques dans les domaines tels que la décroissance des signaux, l'électrotechnique et l'acoustique,

**confirme** la décision du Comité international d'accepter pour l'usage avec le SI l'unité bel, symbole B, et son sous-multiple usuel, le décibel, symbole dB, lorsqu'on utilise les logarithmes de base dix, et

**recommande** d'adopter le nom spécial neper, avec le symbole Np, pour le nombre un, unité dérivée cohérente sans dimension du SI, pour exprimer les valeurs des grandeurs logarithmiques telles que le décrement logarithmique, le niveau de champ et le niveau de puissance, définies en utilisant les logarithmes naturels.

## LISTE DES SIGLES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT VOLUME

### 1 Sigles des laboratoires, commissions et conférences

AGAL	Australian Government Analytical Laboratories, Sydney, Melbourne et Perth (Australie)
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
AIST*	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, <i>voir</i> NMIJ/AIST
APMP	Asia/Pacific Metrology Programme
BIML	Bureau international de métrologie légale
BIPM	Bureau international des poids et mesures
BNM	Bureau national de métrologie, Paris (France)
BNM-INM	Bureau national de métrologie, Institut national de métrologie, Paris (France)
BNM-LPTF	Bureau national de métrologie, Laboratoire primaire du temps et des fréquences, Paris (France)
CCAUV	Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations
CCDM*	Comité consultatif pour la définition du mètre, <i>voir</i> CCL
CCDS*	Comité consultatif pour la définition de la seconde, <i>voir</i> CCTF
CCE*	Comité consultatif d'électricité, <i>voir</i> CCEM
CCEM	(ex CCE) Comité consultatif d'électricité et magnétisme
CCEMRI*	Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants, <i>voir</i> CCRI
CCL	(ex CCDM) Comité consultatif des longueurs
CCM	Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées
CCPR	Comité consultatif de photométrie et radiométrie
CCQM	Comité consultatif pour la quantité de matière
CCRI	(ex CCEMRI) Comité consultatif des rayonnements ionisants
CCT	Comité consultatif de thermométrie
CCTF	(ex CCDS) Comité consultatif du temps et des fréquences
CCU	Comité consultatif des unités
CEI	Commission électrotechnique internationale

---

\* Les laboratoires ou organisations marqués d'un astérisque soit n'existent plus soit figurent sous un autre sigle.

CEM	Centro Español de Metrología, Madrid (Espagne)
CGPM	Conférence générale des poids et mesures
CIPM	Comité international des poids et mesures
CMI	Český Metrologický Institut/Czech Metrological Institute, Prague et Brno (Rép. tchèque)
CNAM	Conservatoire national des arts et métiers, Paris (France)
COOMET	Cooperation in Metrology among the Central European Countries
CRL*	Communications Research Laboratory, Tokyo (Japon), <i>voir</i> NMIJ/AIST
CSIR-NML	Council for Scientific and Industrial Research, National Metrology Laboratory, Pretoria (Afrique du Sud)
CSIRO*	<i>voir</i> NML CSIRO
EUROMET	European Collaboration in Measurement Standards
GT-RF	Groupe de travail du CCEM pour les grandeurs aux radiofréquences
ICAG	International Conference of Absolute Gravimeters
ICRU	International Commission on Radiation Units and Measurements
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin (Italie)
IFCC	Fédération internationale de chimie clinique et médecine de laboratoire/International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
IGS	International GPS Service for Geodynamics
ILAC	International Laboratory Accreditation Conference
IMEKO	International Measurement Confederation
IMGC	Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Turin (Italie)
IMGC-CNR	Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Turin (Italie)
INM*	Institut national de métrologie, Paris (France), <i>voir</i> BNM-INM
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires (Argentine)
IOMP	International Organization for Medical Physics
IRMM	Institut des matériaux et mesures de référence, Commission européenne/Institute for Reference Materials and Measurements, European Commission
IRPA	International Radioprotection Association
ISO	Organisation internationale de normalisation

ISO CASCO	Organisation internationale de normalisation, Comité pour l'évaluation de la conformité
ISO REMCO	Organisation internationale de normalisation, Comité pour les matériaux de référence
JCGM	Comité commun pour les guides en métrologie/Joint Committee for Guides in Metrology
JCRB	Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM/Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM
JCTLM	Joint Committee on Traceability in Laboratory Medicine
JILA	Joint Institute for Laboratory Astrophysics, Boulder CO (États-Unis)
MENAMET	Middle East Metrology Organization
METAS	(ex OFMET) Office fédéral de métrologie et d'accréditation, Wabern (Suisse)
MIKES	Mittatekniikan Keskus, Helsinki (Finlande)
MOU	Memorandum of Understanding
MRA	Arrangement de reconnaissance mutuelle/Mutual Recognition Arrangement
NCM	National Centre of Metrology, Sofia (Bulgarie)
NEWRAD	New Developments and Applications in Optical Radiometry Conference
NIM	Institut national de métrologie, Beijing (Chine)
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD (États-Unis)
NMi VSL	Nederlands Meetinstituut, Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas)
NMIJ/AIST	National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba (Japon)
NML CSIRO	National Measurement Laboratory, CSIRO, Pretoria (Australie)
NML	<i>voir</i> CSIR
NORAMET	North American Metrology Cooperation
NPL	National Physical Laboratory, Teddington (Royaume-Uni)
NPL-DTI	National Physical Laboratory, Department of Trade and Industry, Teddington (Royaume-Uni)
NRC	Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Canada)
NRLM*	National Research Laboratory of Metrology, Tsukuba (Japon), <i>voir</i> NMIJ/AIST

OFMET*	Office fédéral de métrologie/Eidgenössisches Amt für Messwesen, Wabern (Suisse), <i>voir</i> METAS
OIML	Organisation internationale de métrologie légale
OMC	Organisation mondiale du commerce
OMH	Országos Mérésügyi Hivatal, Budapest (Hongrie)
OMM	Organisation météorologique mondiale
OMS	Organisation mondiale de la santé
OP	Observatoire de Paris (France)
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig et Berlin (Allemagne)
SADCMET	Southern African Development Community Cooperation in Measurement Traceability
SIM	Système interaméricain de métrologie/Sistema Interamericano de Metrología
SURAMET	Coopération métrologique sud-américaine (Argentine, Brésil, Chili, Paraguay et Uruguay)
TempMeko	International Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science
UIT	Union internationale des télécommunications
UME	Ulusal Metroloji Enstitüsü/National Metrology Institute, Marmara Research Centre, Gebze-Kocaeli (Turquie)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
USNO	U.S. Naval Observatory, Washington DC (États-Unis)
VNIIM	Institut de métrologie D.I. Mendéléev, Gosstandart de Russie, Saint-Pétersbourg (Féd. de Russie)
VNIIMS	Russian Research Institute for Metrological Service, Gosstandart de Russie, Moscou (Féd. de Russie)
VSL*	Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas), <i>voir</i> NMi VSL

## 2 Sigles des termes scientifiques

CMC	Aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages/ Calibration and Measurement Capabilities
EIT-90	Échelle internationale de température de 1990
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
ITS-90	International Temperature Scale of 1990, <i>voir</i> EIT-90
KCDB	Base de données du BIPM sur les comparaisons clés/ BIPM Key Comparison Database

---

SI	Système international d'unités
SIR	Système international de référence pour les mesures d'activité d'émetteurs de rayonnement gamma
SPRT	Thermomètre à résistance de platine étalon/Standard Platinum Resistance Thermometer
TAI	Temps atomique international
UTC	Temps universel coordonné
VIM	Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie