

**Comptes rendus de la
22^e Conférence générale
des poids et mesures
(octobre 2003)**

English version

**Proceedings of the
22nd General Conference
on Weights and Measures
(October 2003)**

Bureau international des poids et mesures

Conférence générale des poids et mesures

22^e session (octobre 2003)

Note sur l'utilisation du texte anglais (voir page 237)

Les comptes rendus de la Conférence générale sont présentés en anglais en même temps qu'en français. Il n'en demeure pas moins que la version officielle, en particulier des résolutions adoptées par la Conférence, est celle en langue française.

The proceedings of the General Conference are prepared in English as well as French. Please note, however, that the official version, particularly of the Resolutions voted by the Conference, is the French one.

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

Conception graphique :
Monika Jost

Imprimé par : Stedi Media, Paris

ISSN 1016-5893
ISBN 92-822-2209-8

Table des matières

Liste des délégués et des invités 9

Comptes rendus des séances, 13-17 octobre 2003 19

Ordre du jour 20

- 1 Ouverture de la Conférence 21
- 2 Discours de Son Excellence M. le Ministre des Affaires étrangères de la République française 21
- 3 Réponse de M. le Président du Comité international 22
- 4 Discours de M. le Président de l'Académie des sciences de Paris, président de la Conférence 23
- 5 Présentation des titres accréditant les délégués 27
- 6 Nomination du secrétaire de la Conférence 27
- 7 Établissement de la liste des délégués ayant pouvoir de voter 28
- 8 Approbation de l'ordre du jour 29
- 9 Rapport de M. le Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis la 21^e Conférence générale (octobre 1999 – septembre 2003) 29
 - 9.1 Introduction 29
 - 9.2 Mise en œuvre des Résolutions depuis la précédente Conférence générale 30
 - 9.3 L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM 33
 - 9.4 Les Comités consultatifs 36
 - 9.5 Le CIPM 43
 - 9.6 Le BIPM 44
- 10 Activités en relation avec des organisations extérieures 58
 - 10.1 L'Organisation internationale de métrologie légale 58
 - 10.2 L'International Laboratory Accreditation Cooperation 59
 - 10.3 L'Organisation météorologique mondiale 60
 - 10.4 L'Organisation mondiale de la santé 62
- 11 Rapport du Comité international sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société et le rôle du Bureau international des poids et mesures 65
- 12 Programme de travaux futurs du Bureau international 67
- 13 Rapport sur la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle 78

- 14 Rapport sur l'admission d'Associés à la Conférence générale **84**
- 15 Rapports des présidents des Comités consultatifs **85**
 - 15.1 Comité consultatif des longueurs **85**
 - 15.2 Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées **91**
 - 15.3 Comité consultatif du temps et des fréquences **101**
 - 15.4 Comité consultatif d'électricité et magnétisme **105**
 - 15.5 Comité consultatif de thermométrie **110**
 - 15.6 Comité consultatif de photométrie et radiométrie **118**
 - 15.7 Comité consultatif des rayonnements ionisants **124**
 - 15.8 Comité consultatif pour la quantité de matière **128**
 - 15.9 Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations **141**
 - 15.10 Comité consultatif des unités **144**
- 16 Dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures : rapport du Groupe de travail sur la dotation **149**
 - 16.1 Réunion du mardi 14 octobre **150**
 - 16.2 Réunion du jeudi 16 octobre **152**
 - 16.3 Rapport à la Conférence **154**
 - 16.4 Discussion **155**
 - 16.5 Vote du projet de résolution J3 **156**
- 17 Propositions des délégués **156**
- 18 Renouvellement par moitié du Comité international **157**
- 19 Vote des Résolutions **157**
- 20 Questions diverses **158**
 - 20.1 Visite du BIPM **158**
 - 20.2 Visite du dépôt des prototypes métriques : procès-verbal **158**
 - 20.3 L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM **159**
- 21 Clôture de la Conférence **159**

Résolutions adoptées par la 22^e Conférence générale 161

- Liaisons avec d'autres organisations (Résolution 1) **162**
- Métrologie et commerce (Résolution 2) **162**
- Coordination des initiatives en faveur des actions liées à la métrologie, à l'accréditation et à la normalisation dans les pays et les entités économiques en voie de développement (Résolution 3) **163**
- Valeur et avantages de la Convention du Mètre pour les États membres et les Associés à la Conférence générale (Résolution 4) **164**

Rapport sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures (Résolution 5) **164**

Sur l'importance de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international des poids et mesures (Résolution 6) **165**

Implication des laboratoires nationaux de métrologie dans les activités de la Convention du Mètre (Résolution 7) **166**

Révision de la mise en pratique de la définition du mètre (Résolution 8) **167**

Exigences pour le transport transfrontalier d'étalons de mesure, d'équipements métrologiques et de matériaux de référence (Résolution 9) **168**

Symbole du séparateur décimal (Résolution 10) **169**

Relations entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes d'accréditation reconnus au niveau national (Résolution 11) **170**

Dotation du Bureau international pour les années 2005 à 2008 (Résolution 12) **171**

Annexe A. Convocation de la 22^e Conférence générale des poids et mesures **173**

Annexe B. Programme de travail et budget du Bureau international des poids et mesures pour les quatre années 2005 à 2008 **205**

Liste des sigles utilisés dans le présent volume 443

Liste des délégués et des invités à la 22^e Conférence générale des poids et mesures

Réunie à Paris en octobre 2003 sous la présidence de
M. Étienne-Émile Baulieu
Président de l'Académie des sciences de l'Institut de France

Président par délégation
M. Christian J. Bordé
Académie des sciences de l'Institut de France

Mesdames, Messieurs les délégués des États signataires de la Convention du Mètre et Associés à la Conférence générale des poids et mesures. (Les noms des membres du Comité international des poids et mesures sont suivis d'un astérisque)

Afrique du Sud

M. T. Demana, directeur, Standards and Environment, Department of Trade and Industry, Pretoria.

M. F. Hengstberger*, directeur de la métrologie internationale et régionale, CSIR-National Metrology Laboratory (CSIR-NML), Pretoria.

M. W. Louw, directeur, CSIR-NML.

M. D. Moodley, secrétaire aux Affaires internationales, ambassade d'Afrique du Sud, Paris.

Allemagne

M. E.O. Göbel*, président, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig.

M. E. Röhling, directeur au ministère, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Berlin.

M. M. Kochsiek, vice-président, PTB.

Mme E. Rost, conseillère aux affaires scientifiques, ambassade d'Allemagne, Paris.

Argentine

M. J. Valdés*, directeur du département qualité et environnement, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires.

Australie

M. B.D. Inglis*, directeur, National Metrology Laboratory (NML CSIRO), Lindfield.

M. W.R. Blevin, membre honoraire du CIPM, Cheltenham.

M. R. Crick, chef de la division analytique au département de l'industrie, du tourisme et des ressources, NML CSIRO, Lindfield.

Autriche

M. R. Dittler, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (BmWA), ministère de l'Économie et du Travail, Vienne.

M. A. Leitner, directeur du département métrologie, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Vienne.

Belgique

Non représentée.

Brésil

M. J.A. Herz da Jornada, directeur de la métrologie scientifique et industrielle, National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality (INMETRO), Rio de Janeiro.

M. L.C. Gomes dos Santos, chef de la division de métrologie électrique, INMETRO.

M. G. Moscati*, vice-président du CIPM, conseiller auprès de l'INMETRO.

M. M. C. Moura Daniel.

Bulgarie

Mme A. Todorova, présidente, State Agency for Metrology and Technical Surveillance (SAMTS), Sofia.

Mme S. Hristova, directeur général, National Centre of Metrology (NCM).

Cameroun

Non représenté.

Canada

M. J. Luszyk*, directeur général, Institut des étalons nationaux de mesure, Conseil national de recherches du Canada (NRC), Ottawa.

M. H. Preston-Thomas, membre honoraire du CIPM. (le 13 octobre)

Chili

M. R. Nuñez Brantes, chef de la division de métrologie, Institut national de normalisation.

Chine

M. Wang Qiping, vice-ministre du Bureau d'État de la supervision de la qualité, de l'inspection et de la quarantaine (AQSIQ), Beijing.

M. Gao Jie*, CIPM.

M. Han Jianping, directeur du département de la coopération internationale, AQSIQ.

Mme Kong Xiaokang, directeur général adjoint du département de la coopération internationale, AQSIQ.

M. Li Tao, secrétaire au ministère, AQSIQ.

M. Lu Guoqiang, directeur adjoint de l'Institut national de métrologie (NIM), Beijing.

M. Song Wei, directeur général adjoint du département de métrologie, AQSIQ.

Corée (République de)

M. Lee Sekyung, président, Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), Daejeon.

M. Chung Myung Sai*, scientifique émérite, KRISS ; président, Korea Research Council of Fundamental Science and Technology, Seoul.

M. Kang Dae Im, directeur de la division de métrologie physique, KRISS.

M. Yang Koo Cho, directeur, division de métrologie chimique et de l'évaluation matérielle, KRISS.

Corée (République populaire démocratique de)

Non représentée.

Danemark

M. K. Carneiro, directeur, Danish Institute of Fundamental Metrology (DFM), Lyngby.

M. P.C. Johansen, responsable de la division de la métrologie, Danish Accreditation and Metrology Fund, Copenhague.

Dominicaine (République)

Non représenté.

Égypte

M. S.Z. Zahwi, président, National Institute of Standards (NIS), Giza.

M. A.B. Shehata, directeur du bureau des affaires internationales, NIS.

Espagne

M. Á. García San Román, directeur, Centro Español de Metrología, CEM, Madrid.

M. J.Á. Robles Carbonell, chef de la section force, CEM.

États-Unis

M. A. Bement, Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg.

Mlle J. Cowley, State Department.

Mme C. Saundry, NIST.

M. H.G. Semerjian, directeur, Chemical Science and Technology Laboratory, NIST.

Finlande

M. T. Hirvi, directeur, Centre for Metrology and Accreditation (MIKES), Helsinki.

M. H. Isotalo, directeur de recherche, MIKES.

M. A. Pusa, président, Advisory Committee for Metrology, Raute Precision Oy.

France

M. L. Énard, directeur, Bureau national de métrologie (BNM), Paris.

M. G. Barrier, ministère des Affaires étrangères, Direction des Nations unies et des organisations internationales, Paris.

Mme M. Chambon, responsable de la coopération internationale, BNM.

M. J. Kovalevsky*, membre de l'Institut, président du CIPM, président du BNM.

Grèce

Non représentée.

Hongrie

M. P. Pákay, président, National Office of Measures/Országos Mérésügyi Hivatal (OMH), Budapest.

M. P. Pataki, vice-président, OMH.

M. G. Pálfi, attaché scientifique, ambassade de Hongrie, Paris.

Inde

M. V. Kumar, directeur, National Physical Laboratory of India (NPLI), New Delhi.

M. E.S.R. Gopal*, CIPM.

Indonésie

Non représentée.

Iran

Non représenté.

Irlande

M. J. Kane, Legal Metrology Service, Dublin.

Israël

M. G. Deitch, directeur technique, National Physical Laboratory of Israel (INPL), Jérusalem.

Italie

M. P. Vigo, président, Comité central métrique.

M. E. Bava, président, Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (IEN), Turin.

M. R.F. Laitano, directeur, Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (ENEA-INMRI), Rome.

M. A. Sacconi, directeur, Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IMGC-CNR), Turin.

M. S. Leschiutta*, CIPM.

Japon

M. A. Ono, directeur général, National Metrology Institute of Japan (NMIJ/AIST), Tsukuba.

M. H. Goto, directeur adjoint, Division de l'infrastructure intellectuelle et des mesures, ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), Tokyo.

M. N. Muroya, premier secrétaire aux affaires scientifiques, ambassade du Japon, Paris.

M. M. Okaji, directeur, département des affaires internationales, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST).

M. M. Tanaka*, directeur adjoint, National Metrology Institute of Japan (NMIJ/AIST).

M. Y. Tokumasu, directeur, division de l'infrastructure intellectuelle et des mesures, METI.

Malaisie

M. A.R.Z. Abidin, National Metrology Laboratory, SIRIM Berhad.

M. Md Nor Md Chik, directeur général, National Metrology Laboratory, SIRIM Berhad, Shah Alam.

Mexique

M. H. Nava-Jaimes, directeur général, Centro Nacional de Metrología (CENAM), Quéretaro.

M. I. Hernandez Gutierrez, directeur du service de métrologie mécanique, CENAM.

Norvège

M. H. Kildal, directeur général, Norwegian Metrology and Accreditation Service, Justervesenet (JV), Kjeller.

Nouvelle-Zélande

M. K. Jones, directeur, Measurement Standards Laboratory of New Zealand (MSL), Lower Hutt.

Pakistan

Non représenté.

Pays-Bas

M. Ed W.B. de Leer, directeur scientifique, Nederlands Meetinstituut – Van Swinden Laboratorium (NMI VSL), Delft.

M. R. Kaarls*, secrétaire du CIPM.

Mme J. van Spronsen, ministère des Affaires économiques, EC La Haye.

Pologne

Mme B. Lisowska, vice-présidente, Główny Urząd Miar (GUM), Varsovie.

Portugal

M. C. Nieto de Castro, vice-président, Instituto Português da Qualidade (IPQ), Caparica.

M. L. Cortez, IPQ.

Roumanie

M. F. Iacobescu, directeur général, Bureau roumain de la métrologie légale (BRML), Bucarest.

Royaume-Uni

M. D. Walker, directeur, National Measurement System, Department of Trade and Industry.

M. S. Bennett*, directeur adjoint, National Physical Laboratory (NPL), Teddington.

M. B. McGuinness, directeur, NPL.

M. D. Nettleton, chef du centre des mesures analytiques et optiques, NPL.

M. I. Mills, président du Comité consultatif des unités, University of Reading.

Russie (Fédération de)

M. L.K. Issaev*, directeur adjoint, Institute for Metrological Service (VNIIMS), Gosstandart de Russie, Moscou.

M. N.I. Khanov, directeur, Institut de métrologie D.I. Mendéléev (VNIIM), Gosstandart de Russie, Saint-Pétersbourg.

M. S.A. Kononogov, directeur, VNIIMS.

M. V.V. Usov, président du Gosstandart de Russie, State Committee of the Russian Federation for Standardization and Metrology.

Serbie-et-Monténégro

M. D. Milošević, directeur, Bureau des mesures et métaux précieux (ZMDM), Belgrade.

M. Z. Marković, conseiller auprès du directeur, ZMDM.

Singapour

M. V. Tan, responsable de projet, National Metrology Centre, Standards, Productivity and Innovation Board (SPRING Singapore).

Slovaquie

M. D. Podhorský, président, Slovak Office of Standards, Metrology and Testing (UNMS SR), Bratislava.

M. M. Bílý, directeur général, Slovak Institute of Metrology (SMU), Bratislava.

M. S. Ďuris, directeur général adjoint, SMU.

M. J. Markovič, directeur, Slovak Legal Metrology (SLM), Banská Bystrica.

M. J. Orlovský, directeur du département métrologie, UNMS SR.

Suède

M. H. Andersson, directeur, Swedish National Testing and Research Institute (SP), Borås.

M. A.J. Thor, responsable de projet, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.

M. M. Tibell, président, Swedish Meteorology Council.

Suisse

M. W. Schwitz*, directeur, Office fédéral de métrologie et d'accréditation (METAS), Bern-Wabern.

M. B. Vaucher, directeur adjoint, METAS.

Tchèque (République)

M. A. Šafarik-Pštrosz, président, Czech Office for Standards, Metrology and Testing, Prague.

M. P. Klenovský, directeur, Czech Metrology Institute (CMI), Prague.

Thaïlande

M. P. Totarong, directeur, National Institute of Metrology of Thailand (NIMT), Bangkok.

M. S. Charkkian, directeur adjoint, NIMT.

Turquie

M. A. Şahin, directeur général, service des étalons et mesures, ministère turc de l'Industrie et du Commerce.

Uruguay

Non représenté.

Venezuela

Non représenté.

États et entités économiques associés à la Conférence générale

Bélarus

M. N. Zhagora, directeur, Institut national de métrologie bélarussien (BelGIM).

Cuba

Non représenté.

Équateur

Non représenté.

Hong Kong, Chine

M. Tse Chun Cheong, ingénieur, Standards and Calibration Laboratory (SCL), Wan Chai.

Jamaïque

Non représentée.

Kenya

M. J.M. Kioko, directeur général, Kenya Bureau of Standards.

Lettonie

M. M. Dāvis, directeur, Latvijas Nacionālais Metroloijas Centrs (LNMC), Riga.

Lituanie

M. O. Staugaitis, directeur, Service national de la métrologie, Vilnius.

M. V. Zaboltnas, directeur adjoint, Service national de la métrologie, Vilnius.

Malte

Non représentée.

Panama

Non représentée.

Philippines

Non représentées.

Slovénie

M. J. Drnovšek, responsable, Comité national de la métrologie.

M. I. Skubic, directeur, Institut de métrologie de la République de Slovénie (MIRS), Ljubljana.

Taipei chinois

M. Hsu Chang, directeur général, Institut de recherche de la technologie industrielle, Center for Measurement Standards (CMS), Hsinchu.

M. Hwang Wen-Song, chef adjoint, Health Physics Division, Institute of Nuclear Energy Research, Administration of Atomic Energy Council (AEC).

M. Liao Chia-Shu, chercheur principal, Chunghwa Telecom Co, Ltd.

M. Peng Gwo-Sheng, directeur adjoint, CMS.

M. Shu Brain C.S., chef de section, Bureau des étalons, de la métrologie et de l'inspection, ministère des Affaires économiques.

M. Yi Chih-Chen, département des organisations internationales, ministère des Affaires étrangères.

Ukraine

M. L. Bondar, directeur, Chernovzy Transcarpathian Regional Standardization, Metrology and Certification Center (DCSMS), Uzhgorod.

Mme O. Kovaleva, troisième secrétaire, ambassade d'Ukraine, Paris.

M. V. Rubanov, directeur, Chernigov DCSMS.

M. V. Shakhov, directeur, Lugansk DCSMS.

M. G. Sidorenko, premier chef adjoint, State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy, Kiev.

Ont assisté à la Conférence

M. T.J. Quinn, directeur, Bureau international des poids et mesures (BIPM), Sèvres.

M. A.J. Wallard, directeur désigné, BIPM.

Les représentants des organisations internationales suivantes :

Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Genève (M. K.R. Shortt, chef de section, Département des applications et des sciences nucléaires).

International Laboratory Accreditation Conference (ILAC) (MM. A. Squirrell, M. Peet).

Organisation internationale de métrologie légale (OIML), Paris (M. G.J. Faber, président de l'OIML ; M. J.-F. Magaña, directeur du Bureau international de métrologie légale, BIML).

Organisation météorologique mondiale (OMM), Genève (M. M. Ondras, responsable scientifique).

M. P. Giacomo, directeur honoraire, BIPM, Sèvres.

Le personnel scientifique du BIPM.

**Comptes rendus des séances
de la 22^e Conférence générale
des poids et mesures
13-17 octobre 2003**

Ordre du jour

L'ordre du jour provisoire de la 22^e Conférence générale (*voir* Annexe A page 177) est adopté comme ordre du jour définitif.

1 Ouverture de la Conférence

M. Étienne-Émile Baulieu, président de l'Académie des sciences de l'Institut de France et président de la 22^e Conférence générale des poids et mesures (CGPM), ouvre la séance inaugurale en invitant M. Gilles Barrier, représentant le ministère des Affaires étrangères de France, à s'adresser à la Conférence générale.

2 Discours de Son Excellence M. le Ministre des Affaires étrangères de la République française

M. Barrier, représentant le ministère des Affaires étrangères de France, direction des Nations unies et des organisations internationales, prononce l'allocution suivante :

« Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs les Délégués,

M. Dominique de Villepin, ministre des Affaires étrangères, m'a demandé de le représenter car il ne peut malheureusement pas être parmi nous aujourd'hui. En son nom, et au nom du Gouvernement de la République française, j'ai le grand honneur et le plaisir de vous accueillir aujourd'hui et de déclarer ouverte la 22^e Conférence générale des poids et mesures.

Il y a 128 ans, le 20 mai 1875 exactement, était signée la Convention du Mètre, qui créait le Bureau international des poids et mesures, le Comité international des poids et mesures et instituait la Conférence générale des poids et mesures, pour laquelle nous nous trouvons aujourd'hui rassemblés.

Bien des évolutions se sont produites depuis, marquées par de nombreux progrès technologiques et, parallèlement, par la multiplication et la diversification des besoins des utilisateurs des services de métrologie. Ces besoins se manifestent de façon croissante à travers des enceintes internationales toujours plus nombreuses et plus diverses. Ils suscitent des évolutions qui ont été accompagnées par le développement continu des activités de métrologie du Bureau international des poids et mesures, à la fois au niveau scientifique – et nous savons l'immensité de ce champ d'action – et au niveau de la coopération internationale, au profit d'un nombre croissant de pays, et en partenariat renforcé avec de multiples organisations internationales.

Depuis la dernière Conférence générale, en particulier, bien des progrès ont été accomplis et de nombreux efforts ont permis de parvenir à des succès tangibles : il convient de citer à cet égard les avancées considérables qu'à engendrées l'Arrangement de reconnaissance mutuelle, qui bénéficie au développement des échanges internationaux et qui peut se mesurer concrètement à travers le service irremplaçable que procure la consultation de la base de données qu'à constituée le Bureau international des poids et mesures.

Ce développement, nous le devons aux personnalités qui animent le Bureau international des poids et mesures dont je voudrais saluer le travail de pointe. Je voudrais plus particulièrement rendre hommage à M. Terry Quinn qui, en achevant cette année son mandat exemplaire de directeur du Bureau international, met fin à une brillante carrière au service de la métrologie internationale. Je saisis également cette occasion pour saluer son adjoint, M. Andrew Wallard,

qui lui succèdera dès l'année prochaine à la tête du Bureau international et auquel j'adresse tous mes vœux de succès.

De nouvelles pages de l'histoire des institutions des poids et mesures restent à écrire et je sais qu'une réflexion très riche, animée par le Comité international, sur les orientations futures qui s'offrent au Bureau international, fera l'objet, au cours de cette Conférence générale, d'un débat qui s'annonce passionnant. C'est pourquoi j'ai la certitude que cette Conférence sera un plein succès, ce que je lui souhaite de tout cœur.

Je vous remercie. »

3 Réponse de M. le Président du Comité international

M. Kovalevsky, président du Comité international des poids et mesures (CIPM), remercie le représentant du ministère des Affaires étrangères d'accueillir la Conférence générale au Centre de conférences internationales et félicite le Centre pour la salle de conférence moderne et bien équipée mise à notre disposition.

Reprenant l'allocation de M. Barrier, il attire l'attention sur la nécessité croissante d'effectuer des mesures de précision dans des domaines de plus en plus nombreux, auxquels on ne songeait même pas il y a quelques années. La métrologie, dit-il, est maintenant fondamentale non seulement pour l'industrie et le commerce, mais aussi pour la santé et pour l'environnement, ce qui signifie que les domaines d'étude traditionnels doivent maintenant être étendus à de nouveaux domaines tels que la chimie organique et inorganique, les analyses médicales, y compris le diagnostic *in vitro*, le contrôle de l'air, de l'eau et de la pollution du Globe, la pharmacologie, l'industrie alimentaire et les essais anti-dopage. Dans tous ces domaines, nous avons un besoin croissant de mesures de référence de haute qualité ainsi que de mesures absolues effectuées avec la meilleure précision possible, et nous devons gérer leurs applications aux mesures quotidiennes.

La diversification de ces domaines a conduit et continuera à conduire à un accroissement inévitable d'activités nouvelles au Bureau international des poids et mesures (BIPM) et dans les laboratoires nationaux de métrologie. Celles-ci ne peuvent être entreprises entièrement aux dépens des activités existantes et l'une des questions clés que cette Conférence aura à résoudre sera de décider dans quelle mesure le budget du BIPM devra être augmenté pour faire face à ces besoins.

M. Kovalevsky note que M. Barrier a attiré l'attention sur l'extension de la coopération entre un nombre croissant d'États et d'entités économiques. Cette situation est une évolution importante, due en partie à la mondialisation et en partie aux besoins qu'ont les pays en voie de développement de techniques leur permettant de démontrer la cohérence entre leurs mesures et celles effectuées dans les autres pays. La Résolution 3 de la 21^e Conférence générale a établi un statut d'Associé à la Conférence générale. Elle a donné accès aux activités du BIPM – y compris, mais pas uniquement, à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM – à quinze États et entités économiques supplémentaires. Ce nombre devrait continuer à augmenter dans les années à venir.

La France, qui fut à l'origine de la Convention du Mètre, a toujours soutenu activement le BIPM et l'allocution de M. Barrier prouve que c'est toujours le cas. M. Kovalevsky conclut en disant qu'il est confiant que les vœux du ministre s'accompliront et il exprime à nouveau ses remerciements au ministère des Affaires étrangères de France pour son aide à l'occasion de cette Conférence.

4 Discours de M. le Président de l'Académie des sciences de Paris, président de la Conférence

M. Étienne-Émile Baulieu, président de l'Académie des sciences de l'Institut de France, prononce l'allocution suivante :

« Mesdames et Messieurs les Délégués, Monsieur le directeur Barrier, cher Jean Kovalevsky et président, cher Monsieur Quinn et directeur, mes chers collègues,

J'ai, au nom de l'Académie des sciences, le plaisir de vous saluer et de vous remercier de tout le travail que vous faites. Notre Académie des sciences est heureuse d'avoir une sorte de tradition lui permettant d'assister, tous les quatre ans maintenant, à la Conférence, comme c'est le cas aujourd'hui.

Pour nous les scientifiques, une activité de ce genre est un des meilleurs exemples, pour ne pas dire un des seuls exemples, de ce qui se passe actuellement au plan de la mondialisation. C'est le bon côté du destin de l'humanité sur la terre, avec ces interactions entre personnalités et savants de différents pays, entre des personnes de confiance. Au moment où, tout le monde le sait, la grande rapidité de l'évolution scientifique est difficile à comprendre pour de larges masses humaines qui demandent explications, craignent les exagérations et même des contre-productions.

Vous déployez une remarquable activité à laquelle nous rendons hommage. En particulier j'ai noté en regardant les documents de travail des différents comités que vous avez créé un groupe de travail sur l'expression des incertitudes de mesure. C'est tellement important d'avoir donné un tel titre, c'est tellement important d'essayer d'enseigner avec pédagogie aux bénéficiaires ce que la science contemporaine peut nous apporter et dont bien entendu les progrès ne sont plus à montrer. Ils sont à comprendre, ils sont à utiliser, dans le bon sens bien sûr.

Les problèmes actuels que vous posez sont de divers ordres. J'en ai retenu, et c'était pour moi presque une surprise étant de profession biomédicale, que des problèmes aussi généraux que la redéfinition du mètre, la redéfinition du kilogramme, l'examen des unités électriques et bien entendu tout ce qu'il faut faire avec les nanotechnologies et beaucoup d'autres choses y compris dans le domaine de la bio-médecine, étaient à l'ordre du jour de vos travaux. De ce point de vue je vous en félicite et je vous en remercie. Vous êtes dans l'actualité : l'actualité d'aujourd'hui et celle qui vient immédiatement demain.

Il est étonnant pour quelqu'un qui, comme la plupart d'entre nous, a fait des études classiques, de se trouver à discourir aujourd'hui devant ceux qui remettent en discussion le nombre d'Avogadro, la définition de l'électrovolt, du curie, de la constante de Planck etc. C'est tout à fait important pour ressentir à quel point l'esprit humain continue à chercher, à perfectionner, à inventer.

Comme bio-médecin, permettez-moi simplement quelques réflexions, quelques observations. Au cours de mon travail je suis, comme chacun bien entendu, confronté aux mesures : les mesures d'abord au niveau de la matière vivante sont à regarder au niveau des dimensions. Les dimensions des matières vivantes sont extrêmement nombreuses, puisque bien entendu la base des matières organiques est la liaison carbone-carbone : un ångström et demi, mais l'on passe rapidement à la dimension supérieure déjà avec les petites molécules énergétiques, avec les protéines, avec les petits éléments structurels qui s'organisent, comme par exemple ceux qui fabriquent justement ces protéines, nous sommes déjà à 30 nm. Et puis les êtres vivants comme les bactéries, où l'on passe encore à la dimension supérieure : on passe aux micromètres. Toutes les cellules de chacun, les milliards et les milliards de cellules de chacun des êtres vivants, et en particulier des mammifères que nous sommes, sont déjà au micromètre, dans la dizaine de micromètres ; les globules rouges, tout le monde le sait, ont 7 µm de diamètre. Ces connaissances dans cet étiage de distance sont d'une importance cruciale pour la compréhension des phénomènes de la vie. Comme le sont aussi d'ailleurs l'étude des vitesses des réactions, où les choses sont encore plus étalées dans le temps : l'effet primaire de la vision est de l'ordre des dizaines de picosecondes, ce qui est vraiment impossible à rationaliser au niveau de raisonnement habituel de la discussion, de la réflexion humaine. Mais elles sont là, les picosecondes, pour nous permettre de nous rendre compte de ce qui nous entoure. Et puis au niveau des gènes et du fameux ADN, le déroulement de sa fameuse double-hélice ne prend qu'une microseconde ; les rythmes des protéines pourtant mettent beaucoup plus longtemps, de l'ordre d'une seconde – une différence d'un million de fois. Il faut arriver à manipuler tous ces événements de façon cohérente. Bien sûr, la synthèse des êtres vivants prend encore plus de temps ; il faut une trentaine de minutes pour constituer une simple bactérie. Mais cela dit, on a le temps ; cela fait trois milliards et demi d'années que la vie se passe sur la Terre et ça continuera, semble-t-il.

Je veux rester simplement au niveau des mesures des gènes que j'ai déjà évoqués et me permets de vous rappeler les dimensions extraordinairement variées auxquelles les mesures ont à faire face. Il y a des tout petits virus : des êtres qui ne sont pas vraiment vivants, mais qui sont vécus, et quelquefois vécus par la cellule de façon délétère pour la survie de celle-ci. Les virus, comme le SV40 ou le virus de la polio, n'ont qu'un micromètre de longueur et 5000 paires de base. Dès qu'on passe au niveau d'une bactérie, comme le colibacille *Escherichia coli*, l'ADN est de l'ordre d'un millimètre (1340 µm) et code pour un certain nombre de protéines de l'ordre de 3000 à 5000 par unité vivante, par organisme. Alors que chez l'homme, où nous avons chacun dans chacune de nos milliards et milliards de cellules, un mètre entier d'ADN, qui pourrait coder pour des centaines de milliers de protéines, en fait nous ne disposons que d'environ 30 000 gènes différents, seulement dix fois plus qu'un microbe.

La compréhension de ces différences quantitatives est fondamentale, parce qu'ici se mêlent le quantitatif et le qualitatif, puisque cela veut dire qu'il y a des morceaux chimiques tout à fait analogues en première superficialité, qui sont vecteurs d'une expression, d'une transcription en protéines efficaces, et d'autres au contraire qui sont là seulement pour des régulations. Autrement dit, ici il y a des différences subtiles, quantitatives, qui n'ont pas été encore explorées loin de là, et l'on sait maintenant qu'il faudra différencier des niveaux dans l'aspect qualitatif du quantitatif. C'est-à-dire que, au-delà des gènes codants, qui ont une structure bien établie, avec peu de variantes, il y a des modifications possibles souvent sur les « single nucleotide polymorphisms », c'est-à-dire sur des éléments qui sont dans la régulation de l'expression de ces gènes. Autrement dit, tout dans la vie se fait à des niveaux différents. Certes il y a la vie ou la mort, mais beaucoup plus en finesse, il y a le fonctionnement de toutes les activités et dans le fonctionnement les performances à l'intérieur du fonctionnement, et à l'intérieur même de la

quantité de fonctionnement, il y a la qualité du fonctionnement et tout ceci est quantitativement défini.

Je suis très heureux en particulier des efforts internationaux pour établir, selon un arrangement international que vous appelez l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (MRA), une liste validée de références pour les produits et les méthodes de mesure, en particulier pour les laboratoires de médecine, et que soit formé un comité – le Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM) – dont bien entendu le BIPM est un acteur fondamental pour les questions de traçabilité. Ce mot de traçabilité qui a envahi la presse, les médias, la pensée, les craintes, est tellement important que ce soit pour l'alimentation, les médicaments, la sécurité de tous ordres, le terrorisme, les questions criminelles... finalement, toute la vie humaine et je l'espère surtout la vie humaine dans le bon sens, vers la guérison et le soutien dans les difficultés. Je remercie Messieurs Joseph Thijssen, Willie May et Terry Quinn d'avoir créé ce comité, qui s'est déjà réuni trois fois cette année et qui a déjà établi une liste concernant plusieurs centaines de produits et près d'une centaine de méthodes de référence. C'est un travail tout à fait remarquable, un travail qui est important non seulement du point de vue technique, mais je dirais aussi éthique.

C'est d'ailleurs à cet égard que je veux conclure avec un peu d'emphase cette petite introduction, pour noter que maintenant, avec les progrès extraordinaires que nous avons faits dans la connaissance de la matière, dans la connaissance des phénomènes de l'énergie, dans les contrôles possibles et les contrôles difficiles – et quelquefois impossibles –, tout maintenant repose sur un concept d'ordre humanitaire. Il est certain que la mesure est nécessaire. Elle ne donne pas directement la compréhension. La précision, il en faut et il en faut toujours plus, nous l'avons vu. Il faut aussi la vitesse d'exécution ; la vitesse d'exécution est indispensable qu'il s'agisse d'affaires d'ordre policier, politique ou bien médical. Il faut encore, au delà et plus haut dans l'esprit humain, de la compréhension et même de « l'amitié » pour le progrès scientifique. C'est parce que j'ai senti en lisant vos documents que vous n'étiez pas seulement des méthodologistes mais que vous étiez aussi des innovateurs à l'affût des nouveautés, mais sachant prudemment les évaluer avec responsabilité, ce qui est tout à fait fondamental et au-delà encore les hommes qui franchissent les frontières à la fois physiquement et par l'esprit, que je vous remercie de montrer que les rapprochements entre les pays, les rapprochements entre les disciplines scientifiques, tout cela fait de votre activité une grande œuvre humaniste.

Je vous remercie. »

M. Baulieu annonce ensuite qu'étant retenu par d'autres obligations, il est obligé de quitter la Conférence générale, mais que M. Christian Bordé, physicien, membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris et conseiller scientifique auprès du Bureau national de métrologie, le remplacera pour la suite de la Conférence.

M. Christian Bordé présente ensuite l'allocution suivante :

« C'est un grand plaisir pour moi de vous retrouver après ces quatre années qui, je l'espère, auront été heureuses et fertiles pour chacun d'entre vous. Elles ont été pour moi l'occasion d'une réflexion sur le Système international d'unités, le SI, et je voudrais partager avec vous quelques idées issues de cette réflexion. Nous savons que le SI n'est pas figé, mais qu'il évolue forcément avec notre compréhension croissante du monde physique et les progrès rapides de la technologie. C'est notre devoir d'orienter et d'accompagner cette évolution dans la bonne

direction, celle d'une plus grande cohérence et d'une plus grande universalité, pour faire bénéficier le SI de toute la richesse de la science d'aujourd'hui.

Un pas important a été franchi en 1983 en rattachant le mètre à la seconde en fixant une constante fondamentale, la vitesse de la lumière c . Il faudrait maintenant examiner si cette démarche peut et doit être poursuivie avec d'autres constantes fondamentales, telles que la constante de Planck h , la constante de Boltzmann k_B et la masse de l'électron m_e .

Je prendrai simplement deux exemples :

- La grandeur masse est indissolublement liée à la constante de Planck h au niveau quantique : toutes les équations de la mécanique quantique ne font intervenir la masse que par le rapport h/m_e . Comment traduire ce lien au niveau macroscopique ? La balance du watt donne une réponse extrêmement élégante à cette question en nous fournissant une méthode de mesure très pertinente et très bien adaptée de la longueur d'onde de de Broglie et donc du rapport h/m_e pour une masse macroscopique telle que le kilogramme étalon, uniquement par des mesures de fréquence. Faut-il redéfinir l'unité de masse en fixant la constante de Planck h ? Il y aura là, dans quelques années, un choix crucial pour l'avenir du SI et peut-être une opportunité unique d'aller dans la bonne direction.
- De même on peut mesurer aujourd'hui la constante de Boltzmann k_B , ou plutôt k_B/h , au moyen d'une mesure de fréquence (mesure de largeur Doppler), et on peut à terme imaginer de redéfinir l'unité de température en fixant cette constante.

On voit que la plupart des unités de base actuelles pourraient, comme le mètre, être rattachées à la seconde. La définition de la seconde elle-même pourrait évoluer à l'avenir, compte tenu du développement des horloges optiques et des mesures de fréquences par laser à impulsions femtosecondes, par exemple en utilisant le spectre de l'hydrogène.

Par ailleurs, sur le plan de la dynamique, il faudrait que le système d'unités intègre toutes les conséquences de la vision unifiée des interactions fondamentales qui se dégage du modèle standard de la physique. Ce modèle standard traite les interactions fondamentales comme des champs de jauge couplés à la matière grâce à un jeu de constantes fondamentales sans dimension. Par exemple, nous savons que tout l'électromagnétisme est décrit par une seule constante de couplage sans dimension, la constante de structure fine α . Au niveau microscopique cette vision est maintenant très bien établie. Comment la transférer au niveau macroscopique ?

De façon générale, nous assistons à l'émergence d'une métrologie quantique, que ce soit en électricité avec l'effet Josephson, l'effet Hall quantique et l'effet tunnel à un électron, ou dans le domaine de la physique atomique avec l'utilisation d'atomes froids en interférométrie atomique. Cette métrologie quantique permet le passage nécessaire du monde microscopique au monde macroscopique. Il faudra fermer le triangle métrologique avec un niveau suffisant d'exactitude pour acquérir une pleine confiance dans l'exactitude de ces mesures. Il faudra également poursuivre la détermination de la constante de structure fine α par interférométrie atomique.

Ce sont de merveilleux outils qui s'offrent à nous et nous avons la responsabilité historique de bien les utiliser. Bien sûr, il est aussi nécessaire de mieux comprendre ces constantes fondamentales, leur origine et leurs variations possibles avec l'espace et le temps.

Le SI actuel n'est donc qu'une étape vers un système plus unifié, plus cohérent. Avec toute la prudence qui s'impose, il nous appartient de poursuivre cet effort et de trouver la bonne route, qui assure à la fois la continuité et le renouveau de notre système d'unités, tout en maintenant la traçabilité et en restant à l'écoute des besoins de la société.

Nous avons constitué un groupe de travail à l'Académie des sciences de Paris qui étudie cette question en liaison étroite avec le BIPM. J'imagine que de tels travaux sont poursuivis dans de nombreux autres pays. Le BIPM se doit bien sûr d'être le carrefour et le point focal de toutes ces réflexions.

À titre d'exemple particulièrement réussi de rayonnement scientifique, le BIPM a organisé en juillet dernier une école d'été à laquelle j'ai eu le grand plaisir de participer. Elle s'adressait à quatre-vingts jeunes de laboratoires nationaux de métrologie de vingt-deux pays et a été un grand succès de communication scientifique autant que de contacts humains. À cette occasion nous avons tous ressenti combien le BIPM pouvait être important dans son rôle d'animation et de coordination de la science métrologique au plan mondial !

Ceci n'est possible que si le BIPM compte en son sein des collaborateurs au plus haut niveau, et pour attirer des chercheurs à ce niveau nous savons bien qu'il faut mener une activité de recherche expérimentale elle-même au plus haut niveau. Nous devons donc être attentifs, au cours de cette semaine, à maintenir cette masse critique qui seule donne sa crédibilité scientifique au BIPM.

Enfin, à l'occasion des rapports des présidents des Comités consultatifs, je souhaiterais que nous puissions reprendre tous les points qui concernent l'évolution possible des définitions des unités de base et que je viens d'évoquer très rapidement. »

5 Présentation des titres accréditant les délégués

Il est demandé dans la Convocation que la composition de chaque délégation soit communiquée au Bureau international au plus tard deux semaines avant l'ouverture de la Conférence. À leur arrivée, Mesdames et Messieurs les délégués sont priés de présenter les titres d'accréditation remis par les autorités concernées de leur Gouvernement.

6 Nomination du secrétaire de la Conférence

M. Bordé, devenu président de la Conférence, propose que M. R. Kaarls, secrétaire du Comité international, soit nommé secrétaire de la Conférence. Sa proposition est approuvée.

7 Établissement de la liste des délégués ayant pouvoir de voter

Le secrétaire, après avoir examiné les titres accréditant les délégués, procède à l'établissement de la liste, par État, des délégués chargés du vote, au nom de leur Gouvernement. Cette liste, par ordre alphabétique, s'établit comme suit :

Afrique du Sud	T. Demana
Allemagne	E.O. Göbel
Argentine	J. Valdés
Australie	B. Inglis
Autriche	R. Dittler
Brésil	J.A. Herz da Jornada
Bulgarie	A. Todorova
Canada	J. Lusztyk
Chili	R. Nuñez Brantes
Chine	WANG Qinqing
Corée (Rép. de)	LEE Sekyung
Danemark	K. Carneiro
Égypte	S.Z. Zahwi
Espagne	Á. Garcia San Román
États-Unis	A. Bement
Finlande	T. Hirvi
France	L. Érard
Hongrie	P. Pákay
Inde	V. Kumar
Irlande	J. Kane
Israël	G. Deitch
Italie	P. Vigo
Japon	A. Ono
Malaisie	A.R. Z. Abidin
Mexique	H. Nava Jaimes
Norvège	H. Kildal
Nouvelle-Zélande	K. Jones
Pays-Bas	E.W.B. de Leer
Pologne	B. Lisowska
Portugal	C. Nieto de Castro
Roumanie	F. Iacobescu
Royaume-Uni	D. Walker
Russie (Féd. de)	L.K. Issaev
Serbie-et-Monténégro	D. Milošević
Singapour	V. Tan
Slovaquie	D. Podhorský
Suède	H. Andersson
Suisse	W. Schwitz
Tchèque (Rép.)	A. Šafařík-Pštroš
Thaïlande	P. Totarong
Turquie	A. Şahin

Sur les cinquante et un États signataires de la Convention du Mètre, quarante et un sont représentés. M. Kaarls souhaite aussi la bienvenue aux représentants de huit Associés à la Conférence générale : le Bélarus, Hong Kong (Chine), le Kenya, la Lettonie, la Lituanie, la Slovénie, Taipei chinois et l'Ukraine.

8 Approbation de l'ordre du jour

L'ordre du jour provisoire proposé dans la Convocation est adopté (*voir* Annexe A page 177), avec une légère modification : la discussion sur le point 15, concernant le programme de travail du BIPM, est avancée ; elle aura lieu l'après-midi du premier jour de la Conférence.

Le président demande ensuite à M. Kovalevsky de présenter son rapport.

9 Rapport de M. le Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis la 21^e Conférence générale (octobre 1999 – septembre 2003)

M. J. Kovalevsky, président du Comité international, présente le rapport suivant :

« En conformité avec l'Article 7 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, j'ai le plaisir en tant que président du Comité international des poids et mesures de présenter mon rapport sur les travaux accomplis depuis la 21^e Conférence générale qui s'est tenue au mois d'octobre 1999.

J'ai tout d'abord le plaisir d'accueillir deux nouveaux États membres, la Grèce et la Malaisie, qui ont rejoint la Convention du Mètre depuis la précédente Conférence générale, ainsi que la Serbie-et-Monténégro qui a pris la place de l'ancienne Yougoslavie dans la Convention. Je souhaite aussi la bienvenue aux quinze États et entités économiques qui ont bénéficié du nouveau statut d'Associé à la Conférence générale créé par la 21^e Conférence générale en 1999. Ce sont le Bélarus, Cuba, l'Équateur, Hong Kong (Chine), la Jamaïque, le Kenya, la Lettonie, la Lituanie, Malte, Panama, les Philippines, la Slovénie, Taipei chinois, l'Ukraine et le Viet Nam.

9.1 Introduction

La Convention du Mètre est l'une des plus anciennes conventions intergouvernementales, mais ses activités continuent à avoir un impact considérable sur de nombreux aspects du monde des affaires, des sciences, de l'économie et de la société. Personne ne remet en question les objectifs fondamentaux de la Convention. Comme nous le verrons dans la suite de mon rapport, nous sommes encouragés au niveau international à étendre encore plus ses activités et son influence. Cette demande exerce une grande pression sur le BIPM, sur le CIPM et sur ses Comités consultatifs et ses comités communs, pression qui a poussé le CIPM à prendre des décisions sur ses priorités à venir, ce qui ne fut pas sans douleur. Je suis toutefois convaincu qu'avec le

soutien de la Conférence générale nous pourrions convenir d'une direction claire pour les prochaines années et que l'avenir de la Convention du Mètre est solide et stimulant.

Avant d'entrer en détail dans le rapport sur les activités des quatre dernières années, je tiens à vous signaler un événement notable qui s'est déroulé en l'an 2000 et que, je crois, nous devons commenter au début de la Conférence. Il s'agit du 125^e anniversaire de la signature de la Convention du Mètre. Pour le célébrer, une conférence spéciale a été organisée en coopération avec l'Académie des sciences de Paris et nous avons eu le plaisir d'accueillir les directeurs de nombreux laboratoires nationaux de métrologie, d'anciens collègues qui ont joué un rôle important dans la vie de la Convention du Mètre, et bien d'autres personnes intéressées par la métrologie. Un certain nombre d'exposés à caractère technique ont été présentés à la Conférence, notamment par cinq lauréats du prix Nobel. C'était une journée fascinante et nous avons fait le bilan des nombreuses contributions que la Convention du Mètre, et la métrologie, ont apportées à la science, au commerce et à la société. Il est impossible de commenter toutes les présentations, mais je mentionnerai juste une remarque faite par M. Steve Chu dans sa présentation. La métrologie peut parfois être décrite – à tort, comme nous le savons tous – comme la poursuite de mesures toujours plus exactes. C'est parfois nécessaire pour des raisons commerciales mais, d'un point de vue scientifique, la métrologie joue toujours un rôle primordial dans la compréhension des problèmes. « D'après mon expérience » a dit M. Chu « l'exactitude des mesures est au cœur de la physique, et la nouveauté en physique débute à la prochaine décimale ». Cette déclaration se confirme si nous regardons la liste des lauréats du prix Nobel au cours des cinquante dernières années ou plus : la métrologie figure souvent parmi les toutes premières applications des travaux primés par un prix Nobel. Cela montre bien que dans nos efforts scientifiques, qui sont pour nous source de joie et de fierté, nous ne devons jamais oublier que la métrologie est aussi au service de la société, de l'industrie, du commerce et de l'économie au niveau international. Ce sont en effet probablement les principales motivations pour adhérer aujourd'hui à la Convention du Mètre. C'est, vous le remarquerez, un thème récurrent dans mon rapport.

Je voudrais tout d'abord faire quelques commentaires sur la suite donnée à certaines résolutions fondamentales adoptées par la précédente Conférence générale. Je présenterai ensuite un rapport sur le succès considérable de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (le MRA) qui a été signé au moment de cette Conférence. J'attirerai ensuite votre attention sur certains des aspects les plus importants du travail du Comité international, de ses Comités consultatifs et du Bureau international. Certaines parties de mon rapport seront relativement brèves, car elles sont examinées plus en détail à d'autres points de l'ordre du jour.

9.2 Mise en œuvre des Résolutions depuis la précédente Conférence générale

Je commence tout d'abord par passer en revue la mise en œuvre des décisions ayant fait l'objet des principales Résolutions de la précédente Conférence générale.

La **Résolution 1 de la 21^e Conférence générale** a accueilli favorablement le rapport du CIPM, préparé par W.R. Blevin, alors secrétaire du Comité international, intitulé *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie : les collaborations internationales et le rôle du BIPM*. Ce rapport riche et original a établi le cadre, et les priorités, des activités du CIPM et du BIPM pour les quatre années passées. De plus, ce rapport s'est avéré être une étude précieuse et clairvoyante sur les questions essentielles pour la métrologie. Il a été très utilisé par les laboratoires nationaux de métrologie et les gouvernements pour établir le schéma directeur des

activités des laboratoires nationaux de métrologie et les programmes nationaux dans le domaine de la métrologie.

En particulier, ce rapport a souligné l'explosion – si je peux me permettre d'employer ce terme – de la métrologie en chimie. À l'époque, le BIPM commençait à peine à mettre en œuvre certains travaux en chimie, même si le Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), établi en 1993, avait déjà débuté ses activités. De même, plusieurs laboratoires nationaux de métrologie venaient juste de faire de la métrologie en chimie une activité majeure. Un grand nombre d'entre eux avaient commencé à s'allier à d'autres laboratoires nationaux compétents dans le domaine de la chimie pour traiter les questions relatives à la métrologie évoquées dans le « Rapport Blevin » et recommandées dans la Résolution 10 de la Conférence générale en 1999.

Ce rapport attirait aussi l'attention sur plusieurs autres questions qui font partie de nos préoccupations quotidiennes de métrologistes. Il avait pressenti et souligné l'importance, du point de vue technique, de la nanotechnologie, de l'environnement, des usages de l'informatique et de l'acoustique. Il avait aussi souligné la nécessité pour le BIPM et le CIPM de développer des collaborations internationales et un partenariat avec des organisations impliquées dans la mesure précise, pour atteindre ses objectifs de manière plus efficace. Depuis, des protocoles d'accord ont été signés avec l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), avec l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le Comité international espère établir des arrangements similaires avec d'autres organisations internationales. Le projet de résolution A qui vous est présenté traite de ces initiatives.

Toutefois, au cours des quatre dernières années, les besoins dans le domaine de la métrologie ont évolué et se sont accrus bien plus vite que prévu dans le « Rapport Blevin ». C'est plus particulièrement vrai pour les applications liées aux besoins de la société et de l'économie dans les domaines de la médecine, de l'environnement, de la sécurité et de la nutrition. Le CIPM a dû commanditer un rapport analogue, intitulé *Évolution des besoins dans le domaine de la métrologie pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM* pour la présente Conférence générale. Je dois résister à la tentation d'entrer dans le détail de ce rapport, qui a été préparé par le secrétaire du CIPM, M. Robert Kaarls, car il constitue en soi un point important de l'ordre du jour. Je veux simplement dire que non seulement il souligne les nouveaux besoins dans le domaine de la métrologie, mais qu'il identifie aussi les changements dans le mode opératoire de la Convention du Mètre et dans ses relations avec d'autres organisations internationales et intergouvernementales. Il propose aussi une évolution du rôle du BIPM pour répondre aux nouveaux défis. Vous aurez la possibilité d'en discuter ultérieurement pendant la Conférence.

Il est clair cependant que ce rapport ne sera pas le dernier. Les années à venir apporteront de toute évidence de nouveaux changements et des événements inattendus surviendront certainement. C'est pourquoi nous devons préparer régulièrement ce type de document, tout comme nous devons faire évoluer en conséquence les activités du BIPM. Le projet de résolution E invite le CIPM à poursuivre ses efforts dans cette voie.

Le Bureau international a aussi renforcé ses liens avec les laboratoires nationaux de métrologie. Des réunions des directeurs de ces laboratoires ont lieu régulièrement et sont hautement appréciées sur la scène internationale de la métrologie. Elles rassemblent les acteurs de la Convention du Mètre et ont stimulé l'établissement de réseaux et de collaborations supplémentaires entre les laboratoires nationaux de métrologie. Depuis ces dernières années, les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie et les organisations régionales de métrologie

ont à l'esprit de renforcer la collaboration régionale et l'interdépendance des laboratoires, ainsi que les programmes stratégiques de développement. Cela aide les laboratoires à travailler ensemble pour répondre aux nouveaux besoins, tout en étant capables de faire face à leurs responsabilités nationales en ce qui concerne leur système de mesure. Les réunions des directeurs se sont en outre révélées être pour le BIPM un précieux forum de discussion pour connaître leur point de vue et elles nous ont procuré nombre de bons conseils et directives stratégiques.

La **Résolution 3 de la 21^e Conférence générale** en 1999 sur les Associés à la Conférence générale des poids et mesures a aussi souligné la nécessité d'étendre les avantages que procure l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM à un plus grand nombre d'États et entités économiques. C'est un sujet à débattre et une résolution en ce sens est proposée à la présente Conférence. Je suis heureux de dire que les diverses initiatives prises pour promouvoir les mérites de l'adhésion à la Convention du Mètre et du statut d'Associé ont eu pour conséquence une augmentation du nombre de ses membres. Lors de la précédente Conférence générale, elle comptait quarante-huit États membres. Elle compte aujourd'hui cinquante et un membres et quinze Associés. D'autres ont demandé le statut d'Associé. De plus, certains groupes de pays sont intéressés par un statut de « groupe d'Associés ». J'attire votre attention sur le fait que cet accroissement du nombre des membres et Associés intervient à un moment où les propositions faites aux gouvernements au sujet de l'adhésion et des contributions financières aux organisations internationales sont étudiées de très près. Des questions difficiles sont posées sur la rentabilité et la nécessité de cette participation. Notre croissance montre bien que la Convention du Mètre répond toujours aux besoins réels du monde actuel.

Je suis aussi heureux de constater que les organisations régionales de métrologie vivent aussi une augmentation similaire du nombre de leurs membres. C'est particulièrement évident pour les organisations régionales de métrologie de la région Asie-Pacifique, d'Afrique et des Amériques. Mais les initiatives des organisations régionales de métrologie, et en particulier celles qui soutiennent et encouragent des États et entités économiques plus petits ou nouveaux dans le domaine de la métrologie, servent à unifier et partager les meilleures pratiques métrologiques parmi leurs membres. Cette assistance mutuelle est précieuse et elle est souvent menée avec le soutien financier des organismes économiques régionaux et celui des laboratoires nationaux de métrologie qui établissent des programmes de développement et de collaboration internationale. Nous avons constaté que des pays qui, il y a dix ans à peine, n'avaient pas ou pratiquement pas de service métrologique, jouent maintenant un rôle important au niveau régional et, souvent, au niveau international. Nombre d'entre eux assistent aujourd'hui à cette Conférence et nous espérons que davantage encore participeront aux activités de la Conférence générale et de la Convention du Mètre quand ils auront gagné en confiance, compétence et maturité dans le domaine de la métrologie. Cela montre aussi que la métrologie n'est pas réservée uniquement aux laboratoires nationaux de métrologie de haut niveau et que la Convention a un rôle à jouer pour aider à répondre aux besoins des pays, quel que soit le niveau d'incertitude de mesure correspondant aux besoins de leur économie et de leur société. À cet égard, le BIPM et d'autres organisations internationales collaborent en vue de créer un « Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS) ». Ce comité en est encore au stade préliminaire. Il sera discuté ultérieurement, car il fait l'objet des projets de résolutions C et D.

La précédente Conférence générale a adopté un certain nombre de Résolutions concernant des questions scientifiques et techniques. Elles sont appliquées activement par les laboratoires

nationaux de métrologie et par les Comités consultatifs. Par exemple, la Résolution 4 traitait de la nécessité d'assurer la traçabilité au SI, de manière robuste, des mesures relatives aux ressources terrestres, à l'environnement et à la sécurité humaine. Alors que nous avons fait de sérieux progrès dans les mesures médicales, nous avons eu, malheureusement, moins de succès en ce qui concerne certaines études relatives aux domaines spatial et atmosphérique. Cependant, les initiatives récentes entre le BIPM et l'OMM – qui font lourdement appel aux ressources du BIPM – sont bien placées pour faire avancer les recherches dans ce domaine et j'espère que des progrès seront réalisés sur cette question importante.

9.3 L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM

La mise en œuvre de l'*Arrangement de reconnaissance mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie* établi par le CIPM (en abrégé le MRA du CIPM) serait, selon un grand nombre de personnes, l'événement ayant de loin, dans le domaine de la métrologie, la plus grande portée depuis la signature de la Convention du Mètre.

Il y a trois raisons à cela. Tout d'abord, il place la métrologie au cœur du commerce équitable et joue un rôle essentiel pour aider à démontrer de manière objective la conformité aux normes internationales. Deuxièmement, il augmente le niveau de confiance dans le système de mesure international, en particulier au moyen des comparaisons clés. Enfin, les avantages économiques et financiers sont considérables. Pour le démontrer, nous avons fait appel à des analystes indépendants pour quantifier les retombées économiques du MRA au niveau international. Les résultats de cette étude, intitulée *Potential Economic Impact of the CIPM Mutual Recognition Arrangement*, ont montré que, même si l'on ne considère que l'impact relativement limité de l'équivalence multilatérale pour les laboratoires nationaux de métrologie, le total des économies annuelles réalisées est globalement d'environ 85 millions d'euros.

Nous avons établi le MRA en pensant à son importance et en sachant que nous devrions tous y consacrer des ressources considérables pour qu'il fonctionne efficacement. Les ressources investies ont peut-être été plus élevées que prévu, mais nous n'avons pas sous-estimé sa valeur ni la portée de ses retombées. D'un point de vue technique, la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB) contient maintenant plus de 15 000 déclarations de possibilités en matière de mesures et d'étalonnages (les CMCs) validées et fiables. Trois cents comparaisons clés du CIPM et plus de cent vingt comparaisons clés des organisations régionales de métrologie, et encore d'autres comparaisons régionales, y ont été enregistrées. Nous avons beaucoup appris et de nombreux participants – de grands laboratoires expérimentés tout aussi bien que des laboratoires de petite taille et nouveaux – ont, peut-être pour la première fois, participé à des comparaisons clés et parfois constaté des erreurs insoupçonnées dans leurs réalisations des unités du Système international d'unités (SI). En général, ces différences avaient une signification métrologique plutôt qu'un impact économique, mais ce n'était pas toujours le cas, et ce fut une expérience utile pour tous. La période de transition du MRA touche à sa fin, mais il est clair que les procédures établies pour mettre le MRA sur orbite doivent être maintenues et poursuivies. Par exemple, les laboratoires nationaux de métrologie souhaiteront réviser les données publiées dans la KCDB, au fur et à mesure qu'ils amélioreront leurs possibilités en matière de mesures. De plus, il sera toujours nécessaire d'effectuer des comparaisons clés, avec une périodicité appropriée, pour assurer la crédibilité à long terme de l'Arrangement du CIPM.

Une question importante soulevée pendant les discussions sur l'Arrangement du CIPM est celle de la traçabilité et de l'équivalence. Il y a parfois confusion entre ces termes et un certain nombre d'organisations nous ont demandé des éclaircissements. Notre position est que la traçabilité est le terme familier pour la « chaîne d'étalonnage ininterrompue » des unités ou grandeurs du SI réalisées par les laboratoires nationaux de métrologie et les organisations similaires. Le point important à noter est que le concept de traçabilité à une organisation donnée n'a aucune signification d'un point de vue métrologique. Nous savons cependant que certains organismes – en général des laboratoires nationaux de métrologie – sont mentionnés dans la législation ou la réglementation et, bien sûr, qu'ils sont responsables de la réalisation et de la conservation des unités et grandeurs du SI dans leur pays. Je pense que notre redéfinition du concept de traçabilité est une interprétation utile de cette question et qu'elle devrait aider à éliminer ce qui peut être considéré par certains comme un obstacle technique au commerce. Donc, une entreprise doit prendre deux mesures pour répondre aux exigences de la législation et de la réglementation au cas où un étalonnage dont elle a besoin aurait été effectué dans un autre pays. D'abord, elle doit démontrer que tous les étalonnages réalisés dans le pays sont traçables au SI. Ensuite, elle doit faire confiance à l'Arrangement du CIPM pour apporter la preuve de l'équivalence de la réalisation du SI dans ce pays et dans son propre pays. Je pense que les laboratoires nationaux de métrologie concernés partagent la même interprétation globale de cette procédure ; la Conférence souhaitera peut-être en discuter cette semaine.

Nous avons établi l'infrastructure pour améliorer la confiance dans le système métrologique mondial et les laboratoires nationaux de métrologie ont maintenant effectué la majorité du travail technique préliminaire. La prochaine étape consiste à travailler avec les agences d'accréditation, de législation et de réglementation pour les encourager à utiliser les résultats. Nous avons enclenché le processus et avons constaté des signes encourageants de progrès, qui sont des indicateurs réels du succès de l'Arrangement du CIPM. Je mentionnerai simplement quatre exemples :

- Premièrement, nous avons signé un protocole d'accord avec l'ILAC et nous avons établi un groupe de travail commun afin de préparer des recommandations sur la manière de travailler ensemble plus étroitement afin de renforcer les liens entre nos deux arrangements de reconnaissance mutuelle. Pour la première fois, nous avons le moyen de mettre en évidence l'équivalence des étalons nationaux auxquels les laboratoires accrédités assurent la traçabilité de leurs propres mesures.
- Deuxièmement, les négociateurs commerciaux internationaux considèrent que le MRA est essentiel pour étayer le commerce entre les États-Unis et l'Europe. En conséquence, l'accord commercial entre l'Europe et les États-Unis établi en 2000 – seulement un an après la signature du MRA – mentionne l'Arrangement du CIPM comme apportant la preuve objective de l'équivalence des étalons et de la reconnaissance des possibilités de mesure des laboratoires nationaux de métrologie signataires de l'Arrangement.
- Troisièmement, l'Union européenne a lancé un projet – appelé REGMET – qui aide les agences de réglementation à utiliser le MRA pour démontrer l'équivalence des mesures. C'est un grand pas en avant et je suis heureux de constater que les collègues de l'EUROMET ont établi des collaborations avec l'APMP et le SIM pour rapprocher les agences de réglementation de leur région. L'aide des agences de réglementation est critique pour l'impact et le succès du MRA, et je rends hommage aux efforts consacrés par nos collègues du National Institute of Standards and Technology (NIST, États-Unis) pour sensibiliser les agences de réglementation américaines au MRA. C'est un immense service rendu au commerce international, qui réduira les coûts de

transaction et aidera à réduire les obstacles techniques au commerce recensés par l'Organisation mondiale du commerce (OMC).

- Enfin, nous avons signé un protocole d'accord avec l'OMS et nous pouvons offrir une infrastructure internationale solide, robuste et ayant fait ses preuves, qu'elle peut utiliser pour atteindre ses objectifs en ce qui concerne l'exactitude et la traçabilité des mesures en médecine. L'Arrangement du CIPM permet de s'assurer que les mesures sont acceptées et reproductibles dans le monde entier.

Un des objectifs principaux du MRA étant d'aider à réduire les obstacles techniques au commerce, nos consultants ont posé un certain nombre de questions sur l'impact de la métrologie dans les coûts commerciaux. De manière surprenante, il n'existait pas d'estimation robuste à ce sujet et, après étude, nous avons constaté que – même selon une estimation très modeste – le MRA devrait avoir un impact direct sur les échanges commerciaux supérieur à 4 milliards d'euros. De plus, le MRA est un outil pour réduire les obstacles techniques au commerce, car il évite d'effectuer des contrôles métrologiques multiples, et pas forcément cohérents, des marchandises.

Compte tenu du rôle majeur joué par l'Arrangement du CIPM dans le commerce international, il semble important que la Convention du Mètre ait le statut d'observateur au Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'OMC. Nous n'y sommes pas encore parvenus, en dépit de demandes répétées. Le projet de résolution B demande l'aide des États membres pour obtenir ce statut.

Nous sommes confiants que la décision d'établir le MRA était correcte. Nous sommes aussi conscients que les laboratoires nationaux de métrologie consacrent beaucoup de temps et de ressources aux comparaisons clés, aux Systèmes Qualité et à l'analyse des résultats des comparaisons. Aussi nous travaillons avec acharnement – en collaboration avec les laboratoires nationaux de métrologie – à sensibiliser les décideurs aux avantages de la participation au MRA. C'est particulièrement important dans les domaines de la réglementation, de la législation et de l'accréditation, et nous espérons faire mieux dans les années à venir. Le projet de résolution F demande l'adoption générale de l'Arrangement du CIPM en tant qu'infrastructure pour la reconnaissance internationale des certificats d'étalonnage et de mesurage. Ceci est particulièrement important pour l'extension de la métrologie à de nouveaux domaines. Le projet de résolution G invite à inclure de nouveaux laboratoires désignés dans le MRA dans les domaines qui ne sont pas couverts par les laboratoires nationaux de métrologie.

Dans le contexte du MRA, je mentionnerai aussi que le Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (le JCRB) s'est réuni régulièrement et est devenu, je pense, un groupe extrêmement utile. Au début, il s'est consacré naturellement à certains problèmes qui émergent inévitablement quand on met en place un arrangement aussi complexe que le MRA. Ces problèmes ont été résolus peu à peu et le JCRB publie régulièrement des notes et documents de directives qui complètent et expliquent des détails du MRA, et la manière dont il doit être interprété par les signataires. L'un des premiers succès du JCRB est relatif aux critères minimums auxquels un Système Qualité d'un laboratoire national de métrologie doit répondre pour satisfaire aux critères du MRA. C'était un exercice utile. Il a conduit à un accord provisoire sur les meilleures pratiques et sur la nécessité pour les présidents des organisations régionales de métrologie de présenter un rapport circonstancié au JCRB. Ces rapports concernent la présentation détaillée de leur Système Qualité faite par les laboratoires nationaux de métrologie et par les laboratoires désignés, lequel répond aux critères définis.

Nous approchons maintenant de la fin de la période de transition et bien des questions techniques initiales ont été résolues. Le JCRB tourne maintenant son attention vers une série de questions d'intérêt général pour les organisations générales de métrologie et pour les laboratoires nationaux de métrologie. Citons entre autres le protocole d'accord que le BIPM a établi avec l'ILAC ; le JCRB a établi un groupe de travail avec l'ILAC pour traiter des questions communes. Le JCRB a aussi discuté de questions plus stratégiques. Les réunions récentes ont par exemple traité des efforts déployés par les organes de la Convention du Mètre pour promouvoir les bénéfices de la participation à la Convention pour les pays en voie de développement. Le JCRB a aussi discuté des stratégies adoptées par les laboratoires nationaux de métrologie au sein des organisations régionales, qui conduisent à une dépendance mutuelle et à la fourniture sélective d'étalonnages et d'autres services. Le JCRB se réunit actuellement deux fois par an – une fois au BIPM et une fois au sein d'une organisation régionale de métrologie. Cette pratique nous satisfait, car elle rapproche le BIPM des laboratoires nationaux de métrologie au quotidien et lui permet de connaître en détail les besoins des membres. À ce titre, des membres du personnel du BIPM assistent régulièrement aux réunions des comités techniques des organisations régionales de métrologie. Cela nous apporte une connaissance précieuse sur la mise en œuvre du MRA et sur les problèmes rencontrés « sur le terrain ». Cela signifie aussi que le BIPM est mieux informé des programmes techniques des organisations régionales de métrologie et, par conséquent, nous aide à faire des choix sur les programmes de recherche et les autres activités techniques au BIPM afin de combler les lacunes et de répondre aux besoins réels des laboratoires nationaux de métrologie. Je suis heureux de dire que les organisations régionales de métrologie sont devenues plus puissantes et plus efficaces, qu'elles ont pris des initiatives pour augmenter le nombre de leurs membres et qu'elles ont un impact réel sur les infrastructures économiques et techniques dans le monde. Il est maintenant presque impossible de voir comment la Convention du Mètre pourrait faire face à ses responsabilités sans un réseau solide d'organisations régionales de métrologie.

9.4 Les Comités consultatifs

Je vous présenterai maintenant les travaux des Comités consultatifs. À bien des égards, ils sont les acteurs de la Convention du Mètre. Tous sont dynamiques et ont un style et une personnalité qui répond au mieux aux besoins de leur domaine respectif. Les demandes pour obtenir le statut de membre ou d'observateur ne cessent d'augmenter et le CIPM réexamine périodiquement leur composition ainsi que les critères d'appartenance. Depuis janvier 1999, nous avons totalisé vingt-sept sessions plénières des Comités consultatifs, contre dix-neuf lors des quatre années précédentes. Les Comités consultatifs sont aussi aidés par des groupes de travail spécialisés. Ces dernières années de nouveaux groupes de travail ont été créés dans des domaines techniques tels que la viscosité, la dureté et la gravimétrie, ainsi que dans divers domaines de la chimie, d'autres étant chargés de l'analyse des résultats des comparaisons clés.

C'est un travail fondamental, mais qui pèse de plus en plus lourd sur les ressources du BIPM. Le problème est exacerbé en raison de l'extension continue, mais essentielle, de la Convention du Mètre à de nouveaux domaines. Dans certains cas la présidence et le secrétariat des Comités consultatifs peuvent être partagés avec certains laboratoires nationaux de métrologie et nous trouvons de nouveaux moyens de gérer ce problème. Mais, comme nous le verrons ultérieurement lors de la discussion sur le programme de travail futur du BIPM, nous ne pouvons pas nous attendre à ce que les laboratoires nationaux de métrologie viennent à notre secours chaque fois qu'une nouvelle activité est proposée. Nous avons toujours à l'esprit l'équilibre

entre les aspects techniques et administratifs du BIPM, et il ne fait pas de doute que le BIPM serait moins efficace s'il était uniquement un organisme administratif. Bien sûr, le BIPM assure le secrétariat de tous les Comités consultatifs, mais il n'exerce pas toujours une activité de laboratoire à Sèvres. C'est le cas par exemple pour les mesures d'acoustique, de force et de radiofréquences. Le BIPM arrive cependant à maintenir un haut niveau d'assistance technique en raison de son haut niveau de compétence en métrologie générale, et aussi en raison de son expérience considérable concernant les questions techniques et autres dans le domaine de la métrologie internationale. Nous y reviendrons ultérieurement au cours de nos discussions.

J'aimerais mentionner, brièvement, quelques points marquants des activités des Comités consultatifs, les rapports détaillés étant publiés régulièrement par le BIPM. Vous aurez aussi l'opportunité d'entendre ultérieurement, lors de la Conférence, les présidents des Comités consultatifs présenter des rapports sur les résultats obtenus et sur l'importance de leurs travaux.

Le **Comité consultatif des longueurs (CCL)** s'est réuni en 2001 et en 2003. Une de ses préoccupations principales est la mise en pratique de la définition du mètre ; une mise à jour a été publiée dans *Metrologia* et placée sur le site Web du BIPM au début de l'année. Ce document reste utile, mais nous sommes conscients des progrès des étalons de fréquence optique et de l'intérêt de la communauté pour les valeurs les plus récentes des fréquences optiques des atomes et des ions piégés. Cet intérêt est stimulé par la mise au point de systèmes à peigne femtosecondes qui permettent maintenant d'effectuer des mesures absolues de fréquence de sources optiques, liées à un étalon de fréquence micro-onde. Ce fait nouveau demande d'établir un dialogue régulier entre les communautés des longueurs et des fréquences. Cette question a été discutée lors d'une réunion commune au CCL et au CCTF en septembre 2003. Le CCL a aussi organisé avec succès un atelier sur les aspects pratiques relatifs à la technologie des peignes auquel ont assisté plus de cinquante personnes appartenant à vingt-cinq laboratoires nationaux de métrologie. Le but de cet atelier était de donner une opportunité aux laboratoires nationaux de métrologie qui envisagent d'utiliser cette technique de discuter des questions pratiques avec ceux qui possèdent déjà des peignes de fréquence. Le BIPM est bien placé pour organiser ces réunions et nous sommes heureux d'entendre en retour qu'elles répondent à un besoin réel des laboratoires nationaux de métrologie. Le CIPM, dans le projet de résolution H, demande à la Conférence générale d'approuver cette politique.

Le travail du CCL dans le domaine de la métrologie dimensionnelle est principalement réalisé par son Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle. Ce groupe a examiné les résultats d'un certain nombre de comparaisons clés et a discuté de la manière de relier au mieux les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie et celles du CIPM. Ce groupe possède aussi un groupe de discussion actif dans le domaine de la nanotechnologie, qui a été encouragé à étudier les besoins spécifiques éventuels d'action et de coordination par le CCL au niveau international.

Le **Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM)** s'est réuni en 2002. Le CCM examine les résultats des comparaisons clés. Il comprend un grand nombre de groupes de travail permanents et de groupes de travail *ad hoc* actifs. Les groupes de travail sur les mesures de dureté, de débit de fluides et de viscosité traitent de grandeurs importantes pour l'industrie et évaluent comment gérer au mieux le domaine dont ils sont responsables. Le Groupe de travail du CCM sur la masse volumique a rédigé une étude très utile sur la masse volumique de l'eau qui a abouti à la publication d'une nouvelle table de la masse volumique de l'eau dans *Metrologia* en 2001.

Le Groupe de travail sur la gravimétrie a été établi sous les auspices du CCM pour organiser et discuter des comparaisons périodiques de gravimètres absolus et relatifs ; la dernière comparaison s'est achevée avec succès en 2001.

Le Groupe de travail du CCM sur la constante d'Avogadro continue à stimuler débats et collaborations entre les laboratoires nationaux de métrologie. Il espère que l'incertitude-type relative sur N_A atteindra 2×10^{-8} d'ici six ans. Plusieurs organisations collaborent à ce projet et, lors de la discussion sur le rapport du Groupe de travail sur la constante d'Avogadro en 2002, le CIPM a décidé d'accepter l'offre du CCM de coordonner ce projet.

C'est en soi une initiative intéressante et j'espère que d'autres propositions de coordination à propos de projets majeurs nécessitant la participation de plusieurs partenaires verront le jour. Elle suscite aussi d'autres remarques. Cet aspect de notre travail est mentionné dans la Convention, mais a été quelque peu réduit ces dernières années. Plusieurs Comités consultatifs ont toutefois remis cette approche à l'ordre du jour, notamment dans des domaines « nouveaux » tels que la mesure des propriétés des matériaux purs sous l'égide du CCQM, ainsi que dans des domaines plus traditionnels. J'en suis heureux et j'espère que cela constituera une tendance de plus en plus forte au fur et à mesure que les laboratoires nationaux de métrologie deviendront de plus en plus sélectifs sur le plan technique. Cette sélectivité a deux raisons : tout d'abord, les restrictions budgétaires font qu'aucun laboratoire national de métrologie ne peut aujourd'hui tout faire. La collaboration est donc le seul choix possible et le BIPM peut aider à la faciliter. Ensuite, puisque les organisations régionales de métrologie mettent en place une politique d'interdépendance, les laboratoires nationaux de métrologie qui réduisent leurs activités dans certains domaines voudront maintenir leurs compétences techniques en faisant appel à d'autres laboratoires. Alors que ces évolutions sont inévitables dans le climat actuel, et doivent probablement être bien accueillies, elles comportent des dangers. La Conférence générale, avec le soutien du CIPM doit, selon moi, rester vigilante dans l'éventualité où toutes les activités d'un laboratoire national de métrologie atteindraient un seuil critique dans un domaine donné, en particulier si cela menace l'intégrité du système de mesure mondial. Nous avons aussi besoin d'entreprendre un programme de recherches à long terme sur les nouvelles techniques de mesure, en particulier si celles-ci sont susceptibles d'aboutir à de nouvelles déterminations ou réalisations des unités et grandeurs du SI. Le BIPM peut aider à identifier les tendances à long terme et au niveau international, ainsi que les besoins spécifiques pour la métrologie souvent qualifiés de « cartes routières de la métrologie ».

Je reviens aux activités des Comités consultatifs en faisant quelques remarques sur le **Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF)**. Lors de la dernière Conférence générale j'ai attiré votre attention sur l'intérêt du CCTF pour les nouveaux étalons de fréquence optique, qui constituent un défi pour les meilleures horloges atomiques qui réalisent la seconde du SI. Un des problèmes majeurs qui vous a été présenté en 1999 est que les systèmes de comparaison de temps traditionnels ne sont pas assez performants pour les comparaisons des fontaines à césium ainsi que des sources optiques d'atomes ou d'ions piégés. Dans une certaine mesure, les lasers à peigne de fréquence à impulsions femtosecondes pourraient venir à notre secours à un niveau d'exactitude élevé et à haute fréquence, mais le CCTF veut être sûr que des améliorations sont réalisées dans les transferts de temps et de fréquence par aller-retour sur satellite. Un atelier a été organisé avec succès en 2001 à ce sujet et la situation actuelle a été discutée lors d'une réunion en mai 2003. C'est un domaine important des activités du CCTF et c'est un excellent exemple de la manière dont le BIPM travaille à améliorer l'efficacité des travaux des laboratoires nationaux de métrologie.

Le CCTF et le BIPM ont été à l'origine d'une amélioration majeure dans le calcul du Temps atomique international (TAI) et du Temps universel coordonné (UTC). Lors d'un atelier qui s'est tenu en 2002, les propositions d'analyser avec soin la pondération des horloges et d'étudier les algorithmes utilisés pour le calcul du TAI ont été discutées. Le BIPM a alors présenté un certain nombre d'améliorations au service du TAI, la plus notable étant une publication plus rapide de la *Circulaire T*. C'est bien sûr important pour les laboratoires nationaux de métrologie, car cela les aide à piloter leurs échelles de temps nationales plus efficacement. C'est aussi de plus en plus important pour la communauté internationale de la navigation, comme l'ont prouvé les collaborations que nous avons eues dans le cadre du projet européen de système de positionnement global de haute exactitude Galileo. Le consortium Galileo demande un accès beaucoup plus rapide que celui que nous fournissons en général à la publication des différences entre leur échelle de temps et la moyenne mondiale. Nous avons maintenant répondu favorablement à leur demande et nous pouvons leur fournir, ainsi qu'à d'autres, ce service. Dans le cadre de cette collaboration, nous négocions aussi une contribution de l'échelle de temps Galileo au TAI. Les autres améliorations à l'exactitude du TAI viennent des résultats de plus en plus nombreux des fontaines atomiques à césium et nous espérons qu'un plus grand nombre de laboratoires nationaux de métrologie contribueront aux échelles de temps au cours des prochaines années, quand les systèmes en construction seront en ligne et fourniront des données régulières.

Je dois aussi mentionner les réflexions en cours sur les futures redéfinitions de l'UTC. Outre le *statu quo*, plusieurs possibilités existent pour son remplacement et l'avenir du système des secondes intercalaires est en discussion. La seconde intercalaire, qui fascine souvent les journalistes et les médias, est de plus en plus une nuisance coûteuse pour les systèmes de positionnement globaux et pour les systèmes temporels informatisés qui doivent mettre à jour leurs échelles quand on insère une seconde intercalaire. Une possibilité est de laisser diverger le TAI et l'UTC et de ne les réaligner que lorsque la différence prend une signification pratique pour le commun des mortels. Cette question ne concerne bien sûr pas uniquement le CCTF et nous devons continuer à travailler avec l'Union internationale des télécommunications et d'autres groupes d'intérêt.

L'importance du **Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM)** n'a pas diminué, ni les besoins concernant les activités dans le domaine des grandeurs électriques. Les délégués du CCEM disent que les laboratoires nationaux de métrologie continuent à élargir le domaine et à améliorer l'exactitude des services en électricité pour répondre aux demandes de leurs clients. Cela signifie que le CCEM continue à s'occuper d'un large domaine de mesures électriques, couvert par les comparaisons clés du CIPM et celles des organisations régionales de métrologie. Comme le CCL, il a trouvé un moyen satisfaisant de relier entre elles les comparaisons quand elles n'utilisent pas un étalon de référence commun. Le CCEM est aussi conscient de la charge de travail qui pèse sur les laboratoires nationaux de métrologie dans ce domaine actif de la métrologie et a donc cherché à limiter le nombre des comparaisons clés. Il a aussi réorganisé les activités de ses groupes de travail pour les grandeurs aux radiofréquences et aux basses fréquences.

Le Groupe de travail du CCEM sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du Prototype international du kilogramme continue à suivre l'état d'avancement des principaux projets sur la balance du watt. Le groupe considère cependant que des progrès restent à faire avant de commencer à contrôler la masse de l'étalon du kilogramme à mieux que 1×10^{-8} près en valeur relative.

Le CCEM a aussi discuté du besoin de disposer d'un meilleur condensateur calculable et un projet de collaboration entre le BIPM et le NML CSIRO en Australie est à l'étude. Il aidera à établir un lien entre les unités électriques et mécaniques et à améliorer la confiance dans la robustesse du Système international d'unités.

Je suis certain que le président du CCEM nous rappellera ultérieurement que le CCEM a établi un Groupe de travail sur les mesures en courant alternatif de la résistance de Hall quantifiée. Ce groupe a étudié les effets de la dépendance en fréquence des échantillons actuels et a identifié un certain nombre de modifications à apporter à la conception de la puce ; il étudie la reproductibilité de ces résultats dans les différents laboratoires de métrologie nationaux. C'est un bon exemple d'une collaboration internationale stimulée par les Comités consultatifs.

Le CCEM continue à suivre les évolutions des mesures de courant, en particulier l'effet tunnel monoélectronique. Ces travaux progressent de manière intéressante, mais il reste encore à faire, et un certain nombre de problèmes techniques restent à résoudre avant que cette technique atteigne un niveau d'exactitude utile. En passant, je noterai que ce domaine est un de ceux qui bénéficient de la collaboration et du partage des tâches au niveau international.

Enfin, le CCEM a révisé le document très populaire et très utile intitulé *Guidelines for Reliable Measurements of the Quantized Hall Resistance*.

Après quatre années sans réunion, le **Comité consultatif de thermométrie (CCT)** s'est réuni en 2000, 2001 et en 2003. Le comité a approuvé des directives pour les comparaisons clés et étendu ses activités aux échelles à basse température, à l'humidité et aux propriétés thermophysiques. En ce qui concerne les comparaisons clés, le CCT a débattu et résolu avec succès le problème des différences entre les résultats de certains laboratoires nationaux de métrologie. Pour les mesures à basse température, le CIPM a approuvé une recommandation du CCT sur l'utilisation de l'échelle provisoire en dessous de 0,65 K. Le CCT étudie aussi sérieusement les performances et les limites actuelles de l'Échelle internationale de température de 1990 (EIT-90) et les techniques, telles que la thermométrie à gaz, utilisées pour les mesures liées à la température. Un des effets immédiats de ce travail se traduira dans les bilans d'incertitude utilisés par les laboratoires nationaux de métrologie dans les comparaisons clés et dans l'examen des possibilités en matière de mesures et d'étalonnages au niveau des organisations régionales de métrologie.

Le **Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR)** s'est réuni deux fois depuis la précédente Conférence générale, en 2001 et en 2003. Son Groupe de travail sur les comparaisons clés a été un pionnier dans l'utilisation des « valeurs limites » pour l'analyse des premiers résultats des comparaisons clés, un concept qui a été repris par d'autres groupes de travail sur les comparaisons clés. Le Groupe de travail sur l'ultraviolet a aussi fait du bon travail en conjuguant les efforts de plusieurs laboratoires nationaux de métrologie dans ce domaine. Une partie de ses attributions originales, consistant à aider à comprendre et à résoudre certaines des différences importantes observées entre les échelles nationales, a pris fin. Le CCPR pense que le domaine de l'ultraviolet est important en raison de ses applications dans le domaine médical et pour le bien-être humain et doit donc poursuivre ses travaux en les étendant à des longueurs d'onde plus courtes. Il a aussi reconnu qu'il y a un nombre croissant d'utilisateurs de rayonnement synchrotron dans l'ultraviolet.

En métrologie scientifique, les récents progrès des radiomètres cryogéniques ont permis de couvrir un domaine bien plus vaste qu'auparavant et le CCPR continue à étudier la tendance à une utilisation croissante des radiomètres cryogéniques dans de nombreux laboratoires nationaux

de métrologie. Il a noté une confiance croissante dans le potentiel des échelles fondées sur des récepteurs pour les mesures en radiométrie.

Le CCPR s'intéresse aussi à de nombreuses demandes nouvelles de l'industrie qui changent le mode de travail de certains laboratoires nationaux de métrologie et qui correspondent à ce que l'on appelle des « mesures d'apparence ». Le Comité continuera à travailler dans ce domaine et à s'intéresser à d'autres grandeurs ou mesures « en aval » ou liées au marché, ayant un intérêt pour l'industrie ou le commerce.

Le CCPR s'est aussi préoccupé des techniques eutectiques à haute température qui relient les mesures en thermométrie et en radiométrie, car des progrès intéressants devraient avoir lieu dans ce domaine au cours des prochaines années.

Le **Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI)** organise un très grand nombre de comparaisons clés. Dans de nombreux cas le BIPM est le laboratoire pilote, en raison du caractère unique de ses équipements et des étalons de référence conservés à Sèvres. Le CCRI a établi un certain nombre de collaborations supplémentaires avec des organismes internationaux. Ce sont les groupes de travail du CCRI – appelés traditionnellement « Sections » – qui assurent la plupart du travail. La Section II (Mesure des radionucléides) a un projet particulièrement intéressant concernant l'étude de systèmes de détection à haute efficacité. Il devrait résulter dans la mise en place d'une chambre d'ionisation prototype servant à étendre et reproduire à l'échelle régionale le Système international de référence (SIR) et donc à aider à étendre les possibilités des plus petits laboratoires nationaux de métrologie.

Le CCRI est très concerné par les restrictions concernant le transport international de matériaux radioactifs. Dans certains cas le comité pense que ces restrictions auront l'effet, certes non intentionnel, d'entraver les déplacements de petits échantillons pour les étalonnages et les vérifications, pourtant vraiment nécessaires pour contrôler les matériaux radioactifs dans le monde. Le CCQM et le CIPM partagent les préoccupations du CCRI et proposent le projet de résolution I à la Conférence générale sur ce point.

Le plus récent des Comités consultatifs, le **Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUV)** a tenu sa première session en 1999 juste avant la précédente Conférence générale et s'est réuni depuis deux fois, en 2001 et en 2002. Je peux dire à la Conférence que le comité travaille bien et répond clairement aux besoins identifiés et présentés à la Conférence générale en 1999. Comme on peut le comprendre, les travaux initiaux du comité ont été centrés sur l'identification des comparaisons clés et leur analyse. Plusieurs d'entre elles sont déjà terminées et de nombreuses activités correspondantes ont été établies au niveau des organisations régionales de métrologie. Le CCAUV s'est très récemment intéressé aux besoins émergents des laboratoires nationaux de métrologie. Cette étude devrait aider à élaborer le schéma des travaux futurs et des priorités du CCAUV et à stimuler les réflexions sur les activités qui devraient faire l'objet de recherches, en collaboration entre les laboratoires nationaux de métrologie. D'autres Comités consultatifs ont aussi entrepris des examens similaires, détaillés et à long terme, des besoins scientifiques qui devraient aider les laboratoires nationaux de métrologie à élaborer leurs programmes. Les domaines relativement traditionnels des mesures acoustiques dans l'air et des vibrations sont bien couverts par les travaux du CCAUV et cela a accru la confiance dans les étalons et les microphones utilisés comme instruments de transfert. Les travaux de plus en plus nombreux sur l'acoustique dans l'eau et dans le domaine médical constituent une évolution intéressante ; ils sont à l'origine de nouvelles collaborations et activités dans les laboratoires nationaux de métrologie.

Il est maintenant difficile de penser aux travaux de la Convention du Mètre sans y inclure la chimie, et pourtant le **Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie (CCQM)** n'existe que depuis dix ans. Pendant cette période le nombre de ses membres s'est accru et c'est maintenant le Comité consultatif qui rassemble le plus de participants. Les sessions du CCQM comprennent maintenant de nombreux groupes de travail et des réunions annexes, ainsi que des ateliers et séminaires. Cette façon de travailler est stimulante ; il est clair que l'inclusion de la métrologie en chimie dans les activités de la Convention du Mètre était bien justifiée. Même si le CCQM a commencé avec une activité relativement modeste en chimie analytique, dans l'analyse des gaz et des matériaux de référence certifiés, ses attributions se sont maintenant étendues à la chimie inorganique, à l'étude des surfaces, à la chimie organique, à la médecine de laboratoire et à la métrologie en biotechnologie. La nutrition en fait aussi partie et une réunion doit avoir lieu en novembre entre le BIPM/CIPM, la Commission du Codex Alimentarius de l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'OMS. Cette réunion pourrait bien être le début d'une activité nouvelle d'envergure pour la Convention du Mètre, car elle cherche à traduire les concepts de traçabilité et d'incertitude, utilisés en physique et dans l'ingénierie, en chimie et dans de nouveaux domaines de mesure.

Le CCQM a non seulement changé notre façon de travailler, mais il a aussi apporté de nouveaux concepts auxquels s'attaquer. Nous sommes plus proches que jamais du marché, nous interagissons intensément avec les agences de réglementation et de législation, et il nous est demandé de remplir les lacunes dans les listes de matériaux et de procédures validés les concernant. Cela signifie que nous devons réfléchir sérieusement – et être ouverts – sur l'utilisation de la terminologie et des méthodes d'analyse fondées sur des domaines mûrs de la métrologie en physique, mais qui ne sont pas toujours transposables à la métrologie en chimie. Pour répondre à ces défis, le CCQM doit établir des collaborations étroites avec ceux qui sont spécialisés et compétents dans ces nouveaux domaines. Aussi n'est-ce peut-être pas surprenant que deux protocoles d'accord aient été signés par le BIPM/CIPM dans le domaine de la chimie : il s'agit des protocoles d'accord et de lettres d'accord avec l'OMM et l'OMS.

Je terminerai par le **Comité consultatif des unités (CCU)**. Ce comité compte peu de membres mais il est fondamental, car l'une de ses responsabilités concerne la révision de la brochure sur les unités et grandeurs du SI. Il est intéressant que les pages les plus consultées du site Web du BIPM concernent la brochure sur le SI !

Le CCU s'est réuni deux fois depuis la précédente Conférence générale ; il prépare le projet final de la huitième édition de la brochure sur le SI. C'est un travail laborieux et minutieux, qui conduit le comité à examiner la révision ou l'inclusion de nouveaux noms d'unités et grandeurs. Le CCU estime que, lorsqu'il examine un nouveau nom d'unité ou une nouvelle unité, il doit être convaincu que ces propositions ont de fortes chances d'être approuvées par la communauté concernée et qu'elles remplissent un besoin spécifique. Il doit donc travailler avec d'autres unions scientifiques internationales, prendre conseil auprès du Committee on Data for Science and Technology (CODATA) et se fonder sur d'autres révisions des constantes fondamentales.

Le CCU est de plus en plus appelé à examiner des unités et grandeurs qui ne font pas partie du SI. C'est vrai en particulier en chimie.

Un rôle particulièrement important du CCU est celui d'un groupe de réflexion sur les nouvelles définitions des unités de base ; cela a augmenté notre compréhension et notre bonne appréciation des implications et de la signification des définitions actuelles du SI. Il a donc contribué à des réflexions sur le kilogramme. Des discussions informelles ont eu lieu sur la possibilité et les implications d'une redéfinition d'autres unités sur une base « quantique ».

Un des sujets traités par le CCU concerne le symbole du séparateur décimal dans le SI. La tradition dans les publications du BIPM est d'utiliser le point sur la ligne dans les textes en anglais et la virgule dans les textes en français. Cependant, certains organismes internationaux de normalisation spécifient que l'on doit utiliser la virgule sur la ligne dans toutes les langues. En réponse à cette question, les gouvernements de l'Australie, des États-Unis et du Royaume-Uni ont proposé trois projets de résolutions (K, L et M), suggérant que les procédures du BIPM soient adoptées et recommandées au niveau international. Ces trois projets de résolutions sont très similaires dans leur rédaction. Nous espérons que les représentants de ces pays travailleront ensemble à l'harmonisation de ces versions et présenteront un projet de résolution commun à la Conférence générale.

Dans le but de rendre complets mon rapport et l'examen des activités des Comités consultatifs du CIPM, je dois attirer l'attention de la Conférence sur le changement de nature de leur travail, et tout d'abord sur l'énorme quantité de travail associé à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM. J'ai déjà mentionné notamment :

- une augmentation des relations officielles avec les organisations internationales ;
- une attention plus soutenue apportée aux ateliers et aux autres moyens de transfert de connaissances et de technologie ; et
- un intérêt pour des mesures considérées – il y a quelques années encore – de nature trop industrielle par les laboratoires nationaux de métrologie et la Convention du Mètre.

De plus, les Comités consultatifs ont pris acte des décisions concernant les Systèmes Qualité dans les organisations régionales de métrologie. Ils ont aussi parfois pris des décisions difficiles, et qui constituent souvent un défi sur le plan technique, à propos de l'analyse des résultats des comparaisons clés. Ces activités constituent une nouveauté pour les Comités consultatifs, mais elles ont été menées à bien, avec une ouverture d'esprit et un esprit de collaboration de bon augure pour les travaux futurs de la Convention du Mètre.

La charge de travail des Comités consultatifs a augmenté. Nous pouvons aider à la réduire en diffusant de manière électronique aux laboratoires nationaux de métrologie les documents de travail et les rapports des réunions, et les autres travaux par courrier électronique, et par la publication sur notre site Web. Bien souvent les réunions et les rapports sont « sans papier ». Je pense que cela aidera à simplifier et accélérer la communication. J'espère que la Conférence soutiendra cette décision visant à rendre plus efficace, appropriée et rapide la dissémination des travaux de la Convention et de ses activités.

Une partie de cette augmentation de la charge de travail résulte bien sûr de notre succès : l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM a une influence bénéfique et est bien accueilli dans les nouveaux domaines. Nous devons nous en réjouir et trouver le moyen de répondre à nos objectifs sans sortir du cadre de la Convention du Mètre.

9.5 Le CIPM

Comme de coutume, je vous présente les changements au sein du CIPM. Lors de la précédente Conférence générale, j'ai commenté les principes qui régulent l'élection des membres du Comité international. J'ai aussi commenté les changements relativement rapides qui ont eu lieu parmi ses membres et l'effet déstabilisant ou la perte de mémoire que cela constitue. Je répète ce point cette année. Le Comité international est un organe important à bien des égards et nous devons donc attirer des personnalités éminentes et bien placées. Bien entendu, nous apprécions à leur

juste valeur ses contributions scientifiques et techniques et le temps que ses membres lui consacrent, ainsi qu'à ses Comités consultatifs. Nous apprécions aussi les conseils et avis qu'il donne au Bureau international dans un monde de la métrologie en mutation, dans lequel les laboratoires nationaux de métrologie sont gérés différemment et dont les priorités changent. Je peux assurer la Conférence générale que le Comité international prend ses responsabilités au sérieux et travaille efficacement. Je peux aussi dire que l'équilibre géographique au sein du Comité international est respecté, mais au moment de rechercher de nouveaux membres nous devons examiner avec soin comment faire face aux nouveaux domaines d'activité de la Convention du Mètre et du Bureau international. Nous avons déjà par le passé choisi des présidents de Comités consultatifs qui ne sont pas membres du Comité international. Cela reste possible, bien que nous ayons aussi besoin de maintenir des relations étroites avec les métrologistes de haut niveau des organisations régionales de métrologie actifs dans leur pays et leur région. Nous devons continuer à surveiller cette situation et je suis certain que le futur président du CIPM tiendra la prochaine Conférence générale informée de notre succès.

Je dois vous faire part de plusieurs changements. Je vous rappellerai que la précédente Conférence générale a confirmé les huit élections provisoires faites par le Comité international, conformément à l'article 14 (1875) du Règlement annexé à la Convention du Mètre. Depuis la précédente Conférence générale ont démissionné : M. William Blevin ; Mme Katharine Gebbie ; M. Olli Lounasmaa, décédé depuis lors ; M. Kozo Iizuka ; M. Paul Pâquet ; M. Roy Van Koughnett et M. Andrew Wallard. Les nouveaux membres provisoires sont : Mme Karen Brown, sous-directeur du National Institute of Standards and Technology (NIST, États-Unis) ; M. Seton Bennett, sous-directeur et directeur de la métrologie internationale au National Physical Laboratory (NPL, Royaume-Uni) ; M. Franz Hengstberger, directeur de la métrologie régionale et internationale au National Metrology Laboratory (CSIR-NML, Afrique du Sud) ; M. Barry Inglis, directeur du National Measurement Laboratory (NML CSIRO, Australie) ; M. Janusz Lusztyk, directeur de l'Institut des étalons nationaux de mesure du Conseil national de recherches du Canada (NRC-IENM, Canada) ; M. Mitsuru Tanaka du National Metrology Institute of Japan (NMIJ/AIST) et M. Wolfgang Schwitz de l'Office fédéral de métrologie et d'accréditation (METAS, Suisse). Il n'y a pas de poste vacant au Comité international.

Comme nous l'avions annoncé lors de la précédente Conférence générale, M. T.J. Quinn a atteint la limite d'âge et prendra sa retraite le 31 décembre 2003. Le Comité international a examiné le curriculum vitae de dix-sept candidats et en a convoqué un certain nombre en entretien. Finalement, le Comité international a élu M. Andrew Wallard pour lui succéder, à dater du 1^{er} janvier 2004. Jusqu'à cette date, M. Wallard exerce les fonctions de directeur désigné du Bureau international.

Le bureau du Comité comprend actuellement, outre le président du CIPM et le directeur du BIPM, deux vice-présidents (MM. Giorgio Moscati et Barry Inglis) et un secrétaire (M. Robert Kaarls). De plus, comme je souhaite quitter mes fonctions au CIPM en 2004, M. Ernst Göbel a été nommé président désigné et il participe aux réunions du bureau.

9.6 Le BIPM

Je voudrais tout d'abord mentionner la fin du programme de construction sur le site du BIPM commencé il y a une vingtaine d'années. Le dernier bâtiment, le Pavillon du Mail, a été inauguré en avril 2001. La décision de construire ce bâtiment était bien inspirée. Il offre d'excellentes installations pour les réunions et conférences, sans lesquelles nous ne pourrions pas accueillir

autant de participants aux réunions des Comités consultatifs et des groupes de travail. Il héberge aussi l'atelier du BIPM qui se trouvait auparavant à l'étroit dans des locaux non adaptés, ainsi que des bureaux et une salle anti-vibrations pour les expériences très sensibles. Nous en sommes fiers et j'espère que beaucoup d'entre vous viendront le visiter mercredi, pendant la Conférence.

Lors de chaque Conférence générale, il est demandé aux États membres d'examiner les activités du BIPM et le programme de travail pour les quatre années à venir. La Conférence générale est appelée à voter un budget approprié, qui figure dans le projet de résolution J.

Le BIPM occupe une place particulière dans les activités de la Convention du Mètre. Il est chargé de deux missions fondamentales, qui sont liées. La première est de gérer les travaux de la Convention, des Comités consultatifs du CIPM et des comités communs, et d'effectuer la liaison avec les organisations internationales et intergouvernementales au nom des États membres et des laboratoires nationaux de métrologie. La seconde est le travail scientifique et technique effectué au BIPM, qui lui donne sa crédibilité internationale et qui permet au personnel de comprendre les problèmes concernant la métrologie internationale. Le programme technique du BIPM est choisi avec soin de manière à éviter toute duplication avec le programme des laboratoires nationaux de métrologie et pour maintenir les équipements fondamentaux et uniques tels que l'étalon de masse, le dispositif de comparaison du Système international de référence (SIR), l'échelle de temps TAI etc. Ce sont tous de bons exemples de l'avantage, pour les laboratoires nationaux de métrologie, qu'il y a à partager le coût de services et d'équipements uniques dans le monde. Le rapport de la société d'audit sur l'impact international de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle a souligné l'importance de la crédibilité technique résultant du programme scientifique du BIPM et nous avons vu, d'après le questionnaire de 2002 complété par les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, que le travail scientifique du BIPM est hautement apprécié. Pour s'assurer que le programme technique du BIPM est actualisé et répond aux besoins des États membres, il est important de rester flexible et de répondre aux priorités qui changent. C'est le rôle du Comité international, auquel le directeur du BIPM et le personnel scientifique de haut niveau présentent leur rapport sur les travaux accomplis et le programme de travaux futurs. Bien sûr, les contacts avec les collègues des laboratoires nationaux de métrologie au cours des visites et pendant les Comités consultatifs, à l'ordre du jour desquels les activités du BIPM figurent, contribuent aussi à définir les orientations du BIPM. Nous leur en sommes reconnaissants, et bien qu'il ne soit pas toujours possible de faire tout ce que les laboratoires nationaux de métrologie et les États membres nous demandent, et qu'il ne soit pas non plus toujours souhaitable de changer trop vite de direction, les priorités et orientations fondamentales du programme de travail sont claires. Comme les missions du BIPM, sous l'égide de la Convention du Mètre, ont fait l'objet d'un récent débat, j'aimerais attirer votre attention sur la déclaration concernant le « rôle du BIPM ». Ce texte a été discuté par les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie et par le Comité international et il est cité dans le rapport préparé par M. Kaarls. Je reproduis ici cette déclaration :

Le rôle du BIPM dans l'unification mondiale des mesures

Le Bureau international a pour mission d'assurer l'unification mondiale des mesures, en établissant les fondements scientifiques et techniques nécessaires à une telle uniformité et en collaborant avec les autres institutions et organisations qui accomplissent des missions connexes. En conséquence, les missions principales du BIPM consistent à :

Le Système international d'unités (SI)

- tenir à jour et diffuser le document sur le Système international d'unités, connu sous le nom de brochure sur le SI.

Activités scientifiques et techniques fondamentales

- conserver et disséminer l'étalon primaire de masse, le Prototype international du kilogramme ;
- établir et disséminer le Temps atomique international et, en collaboration avec le Service international de la rotation terrestre, le Temps universel coordonné ;
- réaliser d'autres unités de base et des unités dérivées du SI et, si nécessaire, des unités qu'il n'est pas encore possible de relier au SI ;
- participer à la mise au point de méthodes primaires de mesure et de procédures pour l'analyse chimique et la bioanalyse et, si nécessaire, conserver des étalons dans ces domaines ;
- entreprendre des recherches sur la mise au point d'étalons et d'unités de mesure, actuels et à venir, et notamment des recherches fondamentales appropriées, des études sur les fondements conceptuels des étalons primaires et des unités, ainsi que sur la détermination de constantes physiques, et publier les résultats de ces recherches.

Services techniques spécifiques offerts aux laboratoires nationaux de métrologie

- effectuer des comparaisons internationales des réalisations d'un certain nombre d'unités de base ou dérivées du SI, en réponse aux besoins de l'ensemble des laboratoires nationaux de métrologie ;
- fournir un service d'étalonnage spécialisé d'un certain nombre d'étalons nationaux de mesure pour les laboratoires nationaux de métrologie, lorsque c'est souhaitable et réalisable ;
- favoriser le transfert de technologie à l'occasion des étalonnages et des comparaisons organisées par le BIPM ;
- favoriser l'échange de personnel scientifique entre le BIPM et les laboratoires nationaux de métrologie ;
- fournir un service de conseil aux laboratoires nationaux de métrologie, en relation avec l'examen de leurs activités par leurs pairs.

Coordination globale de la métrologie

- soutenir autant que nécessaire la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie du CIPM, en maintenant la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, en assurant la gestion du JCRB, en participant aux réunions des Comités consultatifs et aux réunions appropriées des organisations régionales de métrologie, et en publiant les résultats des comparaisons clés et supplémentaires ;
- assurer le secrétariat scientifique et administratif de la Conférence générale des poids et mesures, du Comité international et de ses Comités consultatifs, ainsi que des réunions des directeurs des

laboratoires nationaux de métrologie et des divers comités communs, et publier des rapports sur leurs délibérations.

Relations avec les autres organisations

- établir des accords avec des organisations intergouvernementales et internationales, dans les cas où de tels accords aideraient à coordonner les activités de ces organisations et du BIPM, ou du CIPM, ou pourraient stimuler la coordination correspondante au niveau national et régional ;
- collaborer avec des organisations intergouvernementales et internationales accomplissant des missions connexes, et si nécessaire établir des comités communs ;
- agir au nom des laboratoires nationaux de métrologie individuels des États membres de la Convention du Mètre afin de faire entendre leurs intérêts communs, si l'occasion se présente.

Information et communication

Promouvoir aussi largement que possible les activités de la Convention du Mètre, en particulier :

- maintenir sur le site Web du BIPM toute information sur les questions relatives à la Convention du Mètre, au Comité international, à ses Comités consultatifs, aux comités communs, à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (le MRA), y compris la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, et sur les questions relatives à la métrologie au niveau international ;
- éditer et faire publier *Metrologia*, le journal scientifique international sur la métrologie ;
- tenir à jour et diffuser le plus largement possible, en collaboration avec les autres organisations concernées, les documents fondamentaux nécessaires à l'établissement de l'uniformité des mesures, comme le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* (VIM) et le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM) ;
- organiser des ateliers et des écoles d'été au bénéfice du personnel des laboratoires nationaux de métrologie.

Efficacité en termes de coût et évolution du rôle du BIPM

Le BIPM cherchera à accomplir les missions qui lui sont imparties de la manière la plus efficace possible, y compris en termes de coût. Il continuera à se tenir prêt à s'adapter aux besoins, en réponse aux décisions du CIPM, agissant au nom des États membres de la Convention du Mètre.

Travaux du BIPM

Les travaux du BIPM sont publiés dans les rapports du Comité international et de ses Comités consultatifs et ils sont présentés régulièrement aux gouvernements et aux réunions des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de manières diverses. Mentionnons tout d'abord le *Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures (BIPM)*, rédigé en juillet chaque année et qui est diffusé largement. Les questions administratives et financières sont présentées aux gouvernements dans le rapport annuel aux États membres et un audit annuel des comptes est préparé pour le Comité international. Les délégués sont donc informés en détail des travaux effectués pour étayer la Convention du Mètre ;

il ne me reste plus qu'à attirer votre attention sur quelques points généraux. Je le fais cette fois peut-être d'une façon un peu plus détaillée que de coutume en raison des décisions importantes que la Conférence doit prendre au sujet de la dotation.

La ligne directrice du BIPM a subi d'importantes modifications, innovations et changements décisifs au cours des quatre dernières années. Je décris ci-dessous ceux qui ont un impact sur la charge de travail et les dépenses.

Je commence par le travail nécessaire à la mise en œuvre de la **base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB)**. Elle fonctionne avec seulement deux personnes et avec l'aide de la section d'informatique. Le site de la KCDB reçoit à lui seul plus de 3000 visites par mois – un chiffre qui croît rapidement. Outre la KCDB, nous étendons les services offerts sur notre site Web, qui est notre principal moyen de communication et de fourniture d'information aux États membres et aux laboratoires nationaux de métrologie. Par exemple, le site offre un moteur de recherche sur la métrologie, des liens vers les sites des laboratoires nationaux de métrologie et les principales organisations internationales. De plus, tous les Comités travaillent maintenant de manière électronique et les documents sont accessibles sur les pages Web qui leur sont consacrées. Par conséquent, citons comme exemple de services supplémentaires offerts aux membres des Comités, la salle de conférence du Pavillon du Mail qui est équipée des services les plus modernes. Ceux-ci permettent aux participants aux réunions d'avoir accès aux documents en ligne grâce à des liaisons Internet individuelles et de connecter leur propre ordinateur au projecteur. D'après les réponses des utilisateurs, nous savons que ces services sont très appréciés et hautement considérés.

D'autres **services aux États membres** ont aussi été offerts au cours des quatre dernières années. Je cite ici trois exemples :

- Le volume des publications et rapports du BIPM continue de s'accroître ; il reflète l'augmentation des activités des Comités consultatifs et des travaux connexes. L'an passé (2002), nous avons publié 1550 pages de rapports, soit deux fois le chiffre de 1999, l'année de la précédente Conférence générale, et 50 % de plus qu'en 2001.
- Nous recevons environ 600 visiteurs par an, la majorité pour des réunions techniques. Les équipements du BIPM sont utilisés intensivement et il y a eu 120 jours de réunions en 2002, contre 90 en 2000.
- Nous avons organisé, en juillet 2003, une école d'été du BIPM sur la métrologie pour les jeunes scientifiques des laboratoires nationaux de métrologie ; quatre-vingts étudiants de vingt-cinq pays différents y ont assisté.

Ces dernières années, de nombreux laboratoires nationaux de métrologie ont adopté des **Systèmes Qualité**. Dans certains cas, il s'agissait de répondre aux remarques désobligeantes de certains organismes d'accréditation demandant à ce que les laboratoires nationaux de métrologie prouvent « qu'ils sont aussi bons qu'ils le prétendent ». Dans d'autres cas, certains laboratoires nationaux de métrologie ont adopté des Systèmes Qualité comme nouvelles méthodes de gestion.

L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM exige la présence d'un Système Qualité pour répondre à ses critères. Le BIPM a considéré qu'il devait aussi introduire des procédures qualité et a décidé de commencer par ses services de mesure. Ceci sera étendu progressivement à d'autres aspects du travail. Le BIPM a décidé d'adopter la norme ISO/CEI 17025 et d'auto-déclarer qu'il répond à cette norme, mais souhaite faire valider ce système par ses pairs. Le travail a bien progressé : certaines visites d'experts externes ont déjà eu lieu et le BIPM est en

bonne voie de faire valider ses services d'étalonnage avant la fin de 2003. Une personne de haut niveau a été affectée au poste de responsable qualité, par mutation interne.

Le **personnel** du BIPM compte à présent soixante-dix membres à titre permanent ou sous contrat à court terme. Ce chiffre est appelé à diminuer au cours des prochaines années au fur et à mesure de la vacance des postes, par départ à la retraite, non remplacés, du fait des contraintes budgétaires. Nous avons cependant commencé à financer de nouvelles activités en chimie et la section de chimie compte maintenant quatre chimistes et techniciens. Trois sont de nouvelles recrues expérimentées, car il est clair que le BIPM ne disposait pas des compétences en chimie et dans les domaines connexes pour effectuer le travail technique et répondre aux besoins du CCQM et de la communauté des chimistes. Le quatrième membre du personnel a été recruté par transfert interne. Pour que la section continue à répondre aux besoins des États membres et puisse coopérer efficacement avec les organisations internationales et intergouvernementales, nous envisageons d'engager deux personnes supplémentaires qualifiées et expérimentées. Ce seront de nouvelles recrues. Le travail de la section de chimie est aussi stimulant intellectuellement que celui de la métrologie classique. Il existe des différences, mais c'est selon moi une activité nouvelle fascinante et vitale qui constitue une extension naturelle et fondamentale au travail et aux responsabilités actuelles de la Convention du Mètre.

La **mobilité interne** est toujours un défi dans une organisation de petite taille, mais quatre personnes ont changé d'affectation au cours des trois dernières années et trois autres mutations internes sont déjà prévues.

Pour atteindre ses objectifs, le BIPM a bénéficié de l'aide d'un certain nombre de **chercheurs associés** et de **détachements**. Cela a toujours plus ou moins existé, mais c'est vraiment une façon de travailler bien adaptée aux relations de plus en plus étroites et de nature changeante entre le BIPM et les laboratoires nationaux de métrologie. Le poste de secrétaire du JCRB a bénéficié d'un détachement précieux – c'est une tâche qui demande une personne expérimentée dans les relations avec les organisations régionales de métrologie. Le détachement de Mme Angela Samuel du NML CSIRO (Australie) a été un franc succès, mais il se termine bientôt et je suis heureux d'annoncer que le CENAM (Mexique) a accepté de détacher au BIPM M. Ismael Castelazo. Je voudrais exprimer ma gratitude à ces deux États membres pour leur aide. Par ailleurs, nous avons recruté six chercheurs associés pour une période d'un an ou plus. Malheureusement, nous craignons que nos contraintes budgétaires ne nous permettent pas de continuer à financer ces postes, et comme vous le verrez dans les documents détaillés qui vous sont remis, il est peu probable que cette source utile de compétences soit maintenue à l'avenir.

Cet échange de personnel avec les laboratoires nationaux de métrologie est toutefois important pour l'avenir du BIPM, pour les activités menées avec les laboratoires nationaux de métrologie et pour les relations internationales. Je rappellerai à la Conférence que nous en avons discuté précédemment et que le BIPM est prêt à accueillir plus de personnel des laboratoires nationaux de métrologie si les directeurs sont d'accord pour les mettre à notre disposition et nous aider à financer les coûts. C'est un excellent moyen pour de jeunes scientifiques d'établir des contacts utiles et de connaître de haut en bas les activités de la métrologie au niveau international.

L'année passée nous nous sommes efforcés de formuler une **stratégie à long terme** pour le BIPM. Elle a programmé les travaux actuels et futurs au vu des changements présents et attendus de la métrologie mondiale. Pour nous aider, nous avons demandé l'avis des États membres et d'un certain nombre de directeurs de laboratoires nationaux de métrologie ; nous leur sommes reconnaissants de leurs avis et de leur participation.

Depuis le début, il était clair que nous devions prendre des décisions difficiles pour répondre de manière satisfaisante aux besoins techniques identifiés dans le rapport préparé par M. Kaarls. Nous savions aussi que ces besoins futurs ne pourraient pas être satisfaits avec le budget actuel et que nous devons définir des priorités. Après avoir établi des critères nous permettant de définir les priorités techniques globales, nous avons défini les activités minimales nécessaires pour répondre aux besoins actuels et futurs. Nous pensons que nous pouvons répondre maintenant aux besoins futurs en réalisant des coupes sérieuses dans les activités scientifiques du BIPM les moins prioritaires et en proposant une augmentation modeste du budget. Ce sera la première fois depuis 1964 qu'une telle requête est présentée à la Conférence générale ; elle est formulée dans le projet de résolution J. Nous avons aussi examiné les dépenses d'administration et de bâtiments pour voir s'il est possible de réaliser d'autres économies.

Pour conclure sur les **priorités techniques**, nous sommes tout à fait conscients qu'un grand nombre d'États membres souhaitent maintenir la majorité des services actuels. Cependant nous constatons que ce ne sera pas possible si nous devons diversifier, même de manière hautement sélective, nos activités vers un certain nombre de domaines nouveaux. Nos conclusions sur les priorités sont fondées sur diverses études et évaluations des activités jugées précieuses par les laboratoires nationaux de métrologie, sur l'avis des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie lors des réunions annuelles, et sur les discussions avec des représentants des gouvernements de nombreux États membres. Ces avis ont conduit à un certain nombre de conclusions sur l'affectation des ressources au BIPM. Malgré leur excellence et leur valeur pour un certain nombre d'États membres, nous avons conclu que les activités de la section de photométrie et radiométrie doivent cesser. De plus, nous proposons que le travail sur les lasers soit restructuré pour être centré sur les étalonnages et la détermination des caractéristiques des sources laser et les techniques de comparaison au moyen de peignes de fréquence. Cela signifie une réduction de la taille de cette section au cours des prochaines années. Nous avons aussi décidé de mettre en œuvre ces décisions au plus vite, tout en continuant à discuter d'une augmentation du budget avec les autorités concernées. Les économies réalisées ne seront pas suffisantes en soi pour faire face aux priorités les plus élevées à l'avenir, en particulier en chimie et dans les domaines connexes.

En décidant d'une réduction de personnel pour s'adapter aux prévisions budgétaires présentées dans le « Programme de travail et budget du Bureau international des poids et mesures pour les quatre années 2005 à 2008 », nous avons aussi examiné comment augmenter l'**efficacité** et faire des **économies dans le domaine administratif**. Nous avons effectué une évaluation des coûts de notre administration par comparaison à celle d'autres laboratoires nationaux de métrologie qui disposent de données similaires. Nous avons aussi évalué le coût des services que nous pourrions rendre par l'intermédiaire de fournisseurs extérieurs. Cela est toujours plus coûteux, car le personnel du BIPM est polyvalent et les économies ne seraient pas aussi importantes que l'on pourrait l'imaginer.

Nous avons examiné les économies potentielles en matière d'équipements et d'autres dépenses générales. Les **achats** du BIPM sont donc maintenant gérés par un acheteur à temps plein. Il a déjà permis d'économiser 3 % des dépenses globales des laboratoires et des services généraux.

Nous avons aussi examiné la gestion de **Metrologia** et conclu que nous pourrions nous arranger pour réduire les coûts d'administration et de production tout en augmentant le potentiel de vente du journal. Nous espérons que cela aidera *Metrologia* à accéder à de nouveaux domaines d'activité de la métrologie internationale. Nous avons donc conclu un contrat avec l'Institute of Physics Publishing au Royaume-Uni, qui se charge du travail de routine tout en laissant au BIPM le contrôle du contenu éditorial. Ce système fonctionne avec succès depuis presque un an.

Je dirais donc que les coûts de fonctionnement administratif du BIPM sont corrects par rapport à ceux des autres organisations. Le Comité international en est satisfait, ainsi que des mesures prises ces dernières années pour augmenter l'efficacité et réduire les coûts au maximum.

Pour ce qui est des **bâtiments**, le Pavillon du Mail est un succès. Nous sommes toutefois conscients que nous travaillons dans un environnement spécial, dans des bâtiments magnifiques et dans un site historique protégé. Leur conservation coûte cher, mais nous nous devons de préserver leur caractère tout en offrant un environnement convenant aux activités techniques du BIPM. Nous n'envisageons pas de construire de nouveau bâtiment pour le moment, aussi notre programme de travail devra s'effectuer dans les laboratoires et les bureaux actuels. Un certain nombre de laboratoires ont déjà été réaménagés pour répondre au programme de métrologie en chimie et nous devons continuer à équilibrer les besoins entre les sections. Comme tous les laboratoires nationaux de métrologie, nous consacrons une part importante de notre budget de fonctionnement et d'investissement aux systèmes de conditionnement d'air ; ceci est incontournable.

Une grande partie des décisions et actions que je vous ai présentées correspondent à une bonne gestion du BIPM, pour lui permettre de vivre avec le budget prévu. Elles nous permettent aussi de montrer à la présente Conférence générale de manière claire, et je l'espère convaincante, que nous portons attention aux coûts en période d'expansion technique et de changements dans les modes de gestion. Sinon, il aurait été impossible de vous démontrer que nous avons fait le maximum et que, avec une aide financière supplémentaire, nous pouvons mettre en œuvre une stratégie pour faire face aux changements au BIPM pour les années à venir. Notre stratégie ne peut pas bien sûr être statique. En période de changements rapides, il est difficile de faire des plans à long terme, mais nous devons continuer à surveiller notre environnement de travail et, avec les conseils du Comité international, réagir correctement. Nous pouvons vous rassurer en vous disant que le CIPM, la direction du BIPM et son personnel sont vigilants et ouverts aux nouvelles méthodes de travail nécessaires à une organisation vivante et couronnée de succès, qui répondent aux besoins des membres de la Convention du Mètre.

Il est clair que cela fera l'objet de débats lors de la Conférence et au sein du groupe de travail sur la dotation. Je vous recommande en attendant le projet de résolution J qui a le soutien total du Comité international.

Mes remarques finales concernent les activités techniques dans les laboratoires du BIPM au cours des quatre années passées. Je n'ai pas l'intention d'entrer dans le détail car elles vous ont déjà été décrites dans les rapports annuels du directeur. Je présente ici simplement quelques faits marquants pour chaque section.

Longueurs

Les travaux sur les lasers asservis Nd:YAG à 532 nm ont montré que, comme prévu, ces lasers ont une excellente stabilité à court terme et qu'ils sont utiles comme sources interférométriques et comme étalons de référence pour les systèmes optiques à peigne. Plusieurs comparaisons internationales ont eu lieu et la dispersion des résultats se situe habituellement dans un domaine de 5 kHz.

En collaboration avec l'Institute of Laser Physics (ILP) à Saint-Petersbourg (Féd. de Russie), nous avons mis au point un laser compact à état solide à 532 nm qui sera utilisé, avec un nouveau logiciel pour l'interférométrie, pour différents projets du BIPM, et notamment pour le condensateur calculable et la balance du watt.

Nos travaux sur les lasers asservis sur le méthane et sur le rubidium touchent à leur fin, maintenant que les techniques optiques à peigne ont remplacé les chaînes de fréquence classiques dans lesquelles les lasers asservis sur le méthane jouaient un rôle clé.

Les progrès majeurs de ces dernières années concernent, bien sûr, la technologie des peignes optiques. Ils ont permis de mettre un terme à l'ancien service de comparaisons de lasers à He-Ne asservis sur l'iode et de le remplacer par un service d'étalonnage de fréquences absolues fondé sur des peignes du BIPM. Nous avons maintenant construit deux systèmes à peigne – dont un transportable – et nous avons démontré, pour la première fois et en collaboration avec nos collègues de l'East China Normal University, que les peignes fonctionnent à un niveau meilleur que un hertz pour des mesures de fréquences optiques réalisées sur nos lasers asservis de référence. Ces systèmes seront maintenant utilisés dans une autre série de comparaisons internationales de peignes afin d'étudier les effets systématiques éventuels et d'augmenter le niveau de confiance dans les systèmes à peigne au niveau international.

La gravimétrie continue à jouer un rôle important dans notre travail, comme le montre la sixième comparaison internationale de gravimètres absolus en 2001, dans laquelle plusieurs techniques nouvelles d'analyse ont été appliquées, ce qui a eu pour conséquence d'améliorer les résultats.

Masses

La section des masses continue à effectuer des réétalonnages périodiques des prototypes pour les laboratoires nationaux de métrologie, ainsi qu'à fabriquer de nouveaux étalons du kilogramme.

Les balances du BIPM ont été améliorées à plusieurs reprises. Nous avons négocié un accord industriel concernant la balance à suspensions flexibles et nous avons effectué les essais de la nouvelle balance Metrotec à 1 kg. Cette balance a une reproductibilité et une répétabilité meilleure que 1 µg. Pour arriver à ce résultat, nous avons amélioré les conditions d'environnement de laboratoire et nous avons automatisé plusieurs parties de la procédure de mesure. La balance joue un rôle clé dans l'étalonnage des étalons de référence de 100 g utilisés par le METAS pour les expériences sur la balance du watt.

Une partie essentielle des activités de la section concerne la mise au point d'outils pour l'analyse et l'amélioration des procédures de pesée. En particulier, l'ellipsométrie est maintenant couramment utilisée pour étudier la contamination de surface par la vapeur d'eau et les substances carbonées. Les propriétés magnétiques des étalons sont mesurées périodiquement au moyen du nouveau susceptomètre du BIPM, qui a été copié par plusieurs laboratoires nationaux de métrologie, et nous avons effectué les essais de la balance hydrostatique utilisée pour les mesures volumétriques des nouveaux étalons de masse. De plus, nous avons montré que des améliorations peuvent être apportées aux mesures de la masse volumique de l'air, pour réduire d'un facteur cinq les incertitudes fondées sur la formule pour la détermination de la masse volumique de l'air du CIPM.

Enfin, un projet restreint, mais néanmoins important, a été mis en œuvre pour la mesure et la détermination des caractéristiques d'artefacts en silicium utilisés pour le projet sur la constante d'Avogadro.

Temps

La production de la *Circulaire T* constitue toujours l'essentiel du travail de la section du temps ; elle permet au BIPM de disséminer les échelles de temps de référence que constituent le Temps

atomique international (TAI) et le Temps universel coordonné (UTC), échelles fondées sur les données des laboratoires nationaux de métrologie et d'autres laboratoires horaires. La section a apporté ces dernières années un certain nombre d'améliorations au calcul des échelles de temps et a accéléré la publication du TAI et de l'UTC. Les plus remarquables sont la mise au point d'algorithmes améliorés et la révision des poids assignés à chaque horloge. Nous avons maintenant accru la confiance dans la stabilité et l'exactitude des échelles de temps au niveau de 1×10^{-15} en valeur relative. La section reçoit avec plaisir la contribution régulière au TAI d'un certain nombre de fontaines à césium et elle commence à analyser les bilans d'incertitude.

La mise en place de deux masers à hydrogène pour des applications au transfert de temps et de fréquences l'ont aidé dans ce travail. De plus, ils fournissent le signal servant au réseau de référence horaire interne au BIPM.

Les comparaisons de temps et de fréquence constituent une activité de routine et aussi de recherche majeure de la section. La section s'est intéressée en particulier aux liaisons horaires par aller et retour qui participent au calcul du TAI depuis l'an 2000 et à d'autres techniques prometteuses, comme les méthodes utilisant la phase des porteuses à deux fréquences. Ces dernières sont utilisées pour comparer des masers à hydrogène à distance à un niveau de 1×10^{-15} et les améliorations devraient se poursuivre.

Électricité

Au cours des dernières années, des progrès importants ont été effectués concernant les réseaux de jonctions de Josephson programmables et la section d'électricité a comparé un certain nombre de ces dispositifs aux étalons de référence du BIPM. Nous n'avons pas constaté de différence mesurable entre 0,1 nV et 10 V et nous avons confiance dans les performances de ces réseaux. La PTB (Allemagne) a fait don d'un réseau au BIPM.

Les dispositifs à effet Hall quantique en courant alternatif servent de plus en plus souvent d'étalons de référence et, en collaboration avec les laboratoires nationaux de métrologie participant au Groupe de travail du CCEM sur les mesures de la résistance de Hall quantifiée en courant alternatif, nous continuons à réduire la variation en fonction de la fréquence de ces dispositifs par l'adjonction de grilles au circuit. À l'heure actuelle, les meilleurs résultats se situent au niveau de 1×10^{-8} à 2×10^{-8} par kilohertz.

Le service d'étalonnage de condensateurs du BIPM reçoit beaucoup de demandes et a confirmé la valeur des décisions antérieures de construire une chaîne de mesure de haute exactitude pour les étalons de 10 pF à 100 pF avec des incertitudes au niveau de quelques 10^{-8} en valeur relative. Les ponts ont été améliorés, ainsi que la compréhension des petites variations systématiques en fonction de la fréquence des résistances de haute précision utilisées dans le système de mesure.

Une réalisation importante de ces dernières années résulte des études sur les caractéristiques du bruit des étalons de tension et les équipements. Ce travail était centré initialement sur l'identification de la variation en fonction de la pression, et dans une certaine mesure de la température, de la tension de sortie des dispositifs de référence à diodes de Zener et d'un certain nombre de boucles de mise à la terre de certains dispositifs commerciaux. Grâce à d'autres études connexes, utilisant la technique de la variance (ou de l'écart) d'Allan pour l'analyse du bruit des étalons de fréquence optiques et micro-ondes, la section a obtenu des résultats originaux s'appliquant aux sources à diodes de Zener et aux nanovoltmètres. Des techniques ont été établies pour identifier à partir de quel moment il n'est plus nécessaire d'effectuer la moyenne des résultats sur des périodes plus longues en raison des limites du bruit en $1/f$. Nous

avons vite constaté les mérites de cette méthode et un certain nombre de laboratoires nationaux de métrologie ont collaboré avec le BIPM pour la transférer à leur propre système. La méthode de la variance d'Allan n'est pas limitée aux applications électriques et la section d'électricité collaborera avec la section de chimie du BIPM pour tenter de l'appliquer à la détermination des caractéristiques des photomètres de référence mesurant l'ozone.

La section d'électricité participe aussi activement aux comparaisons de tension et de résistance ; elle a amélioré ses équipements et, dans une certaine mesure, les a automatisés. Elle est aussi très impliquée comme laboratoire pilote de comparaisons clés et dans la participation aux comparaisons des organisations régionales de métrologie, en particulier en fournissant des étalons voyageurs et en mesurant des artefacts pendant les comparaisons.

Les services d'étalonnage de la section font toujours l'objet d'une forte demande de la part des laboratoires nationaux de métrologie.

Radiométrie, photométrie, thermométrie et pression

L'équipe restreinte de cette section est très impliquée dans les comparaisons clés, comme laboratoire pilote ou dans l'analyse des résultats.

Les comparaisons de récepteurs à un seul élément et de récepteurs à piège, ainsi que les expériences utilisant le radiomètre cryogénique du BIPM, ont aidé à accroître la confiance internationale dans l'utilisation d'échelles fondées sur des récepteurs. Pour la plupart des besoins pratiques, le BIPM utilise régulièrement des récepteurs pour la réalisation absolue de la candela et du lumen, et pour la détermination des caractéristiques des radiomètres à filtre. Les résultats des récentes comparaisons clés ont aussi montré la nécessité d'ajuster la candela et le lumen conservés au BIPM pour les aligner sur les valeurs de référence des comparaisons clés correspondantes.

Malgré ses ressources très modestes dans le domaine des mesures de température, le BIPM joue un rôle crucial comme laboratoire pilote de la comparaison clé de cellules à point triple de l'eau. L'équipement a été amélioré pour réduire les incertitudes et accroître l'automatisation du traitement des données. Les premiers résultats de cette comparaison clé montrent que la répétabilité du système a vraiment été améliorée.

La récente collaboration avec le NMIJ/AIST (Japon) pour la détermination et les études sur les points fixes de l'eutectique métal-carbone à partir de 1100 °C jusqu'à au-dessus de 2500 °C vient de débiter. Elle donne déjà des résultats intéressants et prometteurs, avec des incertitudes faibles qui pourraient permettre de mesurer aussi des températures plus basses avec une réduction similaire de l'incertitude.

Rayonnements ionisants

Le travail de la section des rayonnements ionisants, comme toujours, est caractérisé par une très forte demande d'étalonnages et de mesures pour les laboratoires nationaux de métrologie. Un thème récurrent au cours des quatre dernières années est la poursuite des efforts pour améliorer les équipements, étendre les compétences et les possibilités pour répondre plus efficacement aux États membres et aux nouveaux besoins scientifiques dans tous les domaines de responsabilité de la section.

Les améliorations les plus visibles concernent les générateurs à haute tension de rayons x de haute stabilité, les modifications aux systèmes de mesure actuels pour les rayons x aux moyennes énergies et pour la dosimétrie des rayonnements γ et, aussi, l'installation d'une nouvelle source de ^{60}Co . Ces équipements capitaux ont en général remplacé des équipements anciens ou non fiables et ont beaucoup contribué à améliorer l'efficacité du travail de la section.

Dans le domaine des étalons pour les rayons x, de nouveaux facteurs de correction fondés sur les calculs de Monte Carlo ont été étudiés et puis utilisés.

Le Système international de référence (SIR) continue à être une activité très importante de la section et il demande sans cesse des mesures nouvelles ou améliorées ; il a démontré son rôle unique dans les mesures d'activité. L'extension des possibilités de mesure, les changements apportés grâce à de nouveaux récepteurs, de meilleures méthodes mathématiques appliquées à la courbe d'efficacité du SIR, et la méthode du rapport des coïncidences doubles aux coïncidences triples, ont permis au BIPM de répondre au besoin d'améliorer les incertitudes et de mesurer de nouveaux radionucléides.

Chimie

Les activités techniques en chimie au Bureau international ne datent que de quelques années, mais nous avons déjà obtenu certains succès notables. Le travail initial, en collaboration avec le NIST, était centré sur les étalons de gaz et en particulier sur la mise au point et la détermination des caractéristiques des photomètres mesureurs d'ozone au niveau du sol, de même conception que les photomètres de référence du NIST. Les premières comparaisons ont eu lieu avec des laboratoires nationaux de métrologie membres de l'EUROMET. Les différences mesurées sont cohérentes avec les incertitudes de mesure évaluées. Le BIPM sera le laboratoire pilote de l'étude pilote CCQM-P28 (ozone, niveau ambiant), à laquelle vingt laboratoires se sont inscrits. Elle étayera les mesures de qualité de l'air liées à l'ozone au sein des réseaux nationaux, régionaux et internationaux.

Des équipements pour le titrage en phase gazeuse servent aussi au programme sur l'ozone. Cette technique constituera la deuxième méthode pour les mesures primaires de concentration d'ozone et sera étayée par d'autres équipements pour les étalons gazeux d'oxyde et de dioxyde d'azote.

Résumé

Ce bref examen des principales réalisations et activités nous permet d'apprécier l'étendue du travail réalisé par un nombre assez restreint de personnes. Le personnel du BIPM doit répondre de manière équilibrée à des demandes très variées et, bien sûr, aux demandes des Comités consultatifs, des groupes de travail, ainsi que préparer les rapports des comparaisons clés. Toutes ces activités ont un niveau de priorité élevée, doivent aboutir dans des délais limités et respecter un programme très strict, tout comme les comparaisons et les services d'étalonnage pour les États membres. C'est d'autant plus remarquable que le BIPM continue à accroître ses connaissances pour servir les programmes des laboratoires nationaux de métrologie. Cela signifie aussi que les sujets choisis pour le programme de travail doivent l'être avec soin afin d'obtenir un impact maximal avec une équipe restreinte. Je pense que c'est le cas. Je remarque aussi que le nombre des publications du personnel du BIPM est très élevé et se situe à un très bon niveau, comparé aux meilleurs laboratoires nationaux de métrologie.

Publications

Depuis octobre 1999 ont été publiés :

21^e Conférence générale des poids et mesures (1999), Comptes rendus des séances, 402 p.

Comité international des poids et mesures, Procès-verbaux des séances, **67** (88^e session, 1999), 311 p. ; **68** (89^e session, 2000), 134 p. ; **69** (90^e session, 2001), 159 p. ; **70** (91^e session, 2002), 213 p.

Rapport du directeur sur l'activité et la gestion du Bureau international des poids et mesures, **1** (2000), 199 p. ; **2** (2001), 226 p. ; **3** (2002), 237 p.

Rapport annuel de la section du temps du BIPM, **12** (1999), 99 p. ; **13** (2000), 97 p. ; **14** (2001), 102 p. ; **15** (2002), 96 p.

Comité consultatif d'électricité et magnétisme, 22^e session (2000), 130 p. ; 23^e session (2002), 146 p.

Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations, 1^{re} session (1999), 77 p. ; 2^e session (2001), 94 p.

Comité consultatif de photométrie et radiométrie, 15^e session (2000), 86 p. ; 16^e session (2001), 107 p.

Comité consultatif de thermométrie, 20^e session (2000), 83 p. ; 21^e session (2001), 83 p.

Comité consultatif des longueurs, 10^e session (2001), 208 p.

Comité consultatif des rayonnements ionisants, 16^e session (1999), 203 p. ; 17^e session (2001), 238 p.

Comité consultatif des unités, 14^e session (2001), 74 p.

Comité consultatif du temps et des fréquences, 14^e session (1999), 137 p. ; 15^e session (2001), 142 p.

Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées, 7^e session (1999), 74 p. ; 8^e session (2002), 91 p.

Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie, 6^e session (2000), 94 p. ; 7^e session (2001), 106 p. ; 8^e session (2002), 86 p.

Circulaire T (mensuelle), 6 p.

À ces publications il convient d'ajouter une quarantaine de rapports BIPM et environ cent soixante-dix articles parus dans des revues scientifiques, des comptes rendus de conférences et les volumes **37**, **38**, **39** et **40** de *Metrologia*.

À l'issue du rapport de M. Kovalevsky, le président invite les délégués à faire part de leurs questions et remarques.

Au nom de la délégation allemande, M. Röhling remercie M. Kovalevsky et le Comité international, M. Quinn et le BIPM pour le travail accompli ces dernières années. Il remarque que M. Kovalevsky a bien montré que le BIPM continue à accomplir la mission que lui a été dévolue par la Convention du Mètre et dit que la délégation allemande partage entièrement les opinions exprimées dans le rapport du président et soutient la poursuite des activités. Comme représentant du ministère allemand de l'Économie et du Travail et président du conseil

scientifique de la PTB, il dit qu'il apprécie totalement les activités entreprises et l'importance de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et qu'il prévoit que la contribution du BIPM sera de plus en plus perceptible au cours des années à venir.

Il soutient la demande du BIPM pour obtenir le statut d'observateur au Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'Organisation mondiale du commerce.

Soulignant que les domaines couverts par la métrologie sont de plus en plus vastes et que le niveau technique des mesures ne cesse d'augmenter, alors que les ressources budgétaires diminuent, non seulement en Allemagne, mais aussi dans la plupart des pays européens, il dit qu'il reste confiant que la structure établie permettra de répondre aux besoins. Il félicite le CIPM et le BIPM pour le programme entrepris dans le domaine des mesures chimiques, soulignant qu'il est important de conserver un équilibre entre les nouvelles activités et les domaines traditionnels de la métrologie.

Il en vient ensuite à l'audit des activités de la PTB en 2002, effectué par un groupe d'experts internationaux, dont faisaient partie M. Kaarls et M. Quinn. Les activités de la PTB ont été évaluées à un très haut niveau dans presque tous les domaines. Le comité d'évaluation a cependant émis un certain nombre de recommandations concernant le budget, la structure interne et certains sujets qui devront faire l'objet d'une étude plus approfondie au cours des prochaines années, notamment dans les domaines de la métrologie en chimie et de l'informatique.

Enfin, il souligne que les préoccupations d'ordre budgétaire sont omniprésentes ; le Gouvernement allemand a décidé que, de manière générale, sa contribution aux organisations internationales devait rester stable. Il espère qu'un compromis sera trouvé pendant la Conférence, en gardant présents à l'esprit les besoins du BIPM et les restrictions imposées par les budgets nationaux.

M. Kovalevsky le remercie pour ses compliments à l'égard des travaux du BIPM.

M. Kumar (Inde) présente à son tour ses compliments pour l'excellent travail effectué par le BIPM et fait quelques commentaires sur les bénéfices qui résultent des liens entre le BIPM et les pays en voie de développement tels que l'Inde. Il note que la métrologie est un domaine d'activités très spécialisé, dont la responsabilité repose en grande partie sur les laboratoires nationaux de métrologie. Les gouvernements nationaux exercent une pression sur les laboratoires nationaux de métrologie, en particulier en ce qui concerne l'élimination des obstacles techniques au commerce et l'Inde, comme beaucoup d'autres pays, prépare ses possibilités en matière de mesures et d'étalonnages pour publication dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Il signale toutefois que l'Inde est un pays pauvre et que toute augmentation importante de la dotation du BIPM devra être négociée avec soin. Il se porte volontaire pour représenter l'Inde dans le Groupe de travail de la Conférence générale sur la dotation. M. Kumar note que plusieurs sociétés commerciales, en particulier dans les domaines de l'informatique et de la recherche expérimentale, ont établi des services en Inde et il demande si le BIPM ne pourrait pas y établir un centre délocalisé. Il invite aussi des chercheurs associés du BIPM et d'autres laboratoires nationaux à venir au NPLI.

M. Bordé aborde ensuite la question de la composition du Groupe de travail de la Conférence générale sur la dotation du BIPM et invite M. Kaarls à proposer la liste des membres.

M. Kaarls rappelle aux délégués que le Groupe de travail sur la dotation du BIPM se réunira le mardi 14 octobre après-midi et, si nécessaire, de nouveau l'après-midi du jeudi 16 octobre afin d'examiner le projet de résolution J (*voir* page 203) et de préparer une recommandation pour la

Conférence générale. Il propose la liste suivante d'États pour composer le Groupe de travail sur la dotation : Allemagne, Canada, Chine, États-Unis, France, Italie, Japon, République de Corée, Mexique, Norvège, Royaume-Uni, Fédération de Russie, Serbie-et-Monténégro, ainsi que l'Inde.

La liste proposée est approuvée avec l'adjonction de l'Australie et de l'Égypte, leurs délégations ayant exprimé le souhait de participer à ce groupe. M. Bordé note que chaque délégation participant au groupe de travail doit nommer au maximum deux personnes. Un rapport sur les discussions du groupe de travail est présenté au point 16 de l'ordre du jour (*voir* page 149).

10 Activités en relation avec des organisations extérieures

10.1 L'Organisation internationale de métrologie légale

Au nom de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), M. Gerard Faber, président du Comité international de métrologie légale (CIML), remercie M. Terry Quinn en tant que directeur du BIPM et pour sa contribution à la métrologie en général, et il souhaite la bienvenue à M. Andrew Wallard, futur directeur du BIPM. Il félicite le BIPM pour les travaux accomplis au cours des quatre années passées et dit que l'OIML continuera à lui apporter son soutien lorsque cela s'avérera nécessaire.

Il commente que le BIPM et l'OIML sont des organisations sœurs qui doivent collaborer, car elles ont en commun un grand nombre d'activités et d'objectifs.

Il note que l'OIML organise de nombreuses réunions et mentionne la prochaine réunion annuelle du CIML qui se tiendra en novembre 2003 à Kyoto, au Japon, la 12^e Conférence internationale de métrologie légale, qui se tiendra à Berlin en octobre 2004, et la réunion du CIML en 2005 en France, qui célébrera le 50^e anniversaire de la fondation de l'OIML.

Une des principales activités de l'OIML est l'établissement de recommandations internationales dans le domaine de la métrologie légale et leur mise à jour. Actuellement, un domaine d'activité important concerne la mise en œuvre de systèmes de reconnaissance mutuelle, fondés sur un arrangement mutuel d'acceptation (MAA) des résultats d'essais d'approbation type. L'OIML souhaite donc la reconnaissance internationale non seulement des résultats mais aussi des certificats associés et, dans une étape ultérieure, la reconnaissance internationale des résultats de la vérification initiale. La prochaine réunion à Kyoto votera au sujet du MAA et pendant sa période de mise en œuvre, l'OIML tirera parti de l'expérience du MRA du CIPM, en particulier en ce qui concerne les relations avec les organisations régionales.

M. Faber revient ensuite à la coopération entre le CIPM, l'ILAC et l'OIML, dans le cadre des réunions annuelles entre ces trois organisations qui se tiennent depuis 1997. Il dit que ces réunions se sont avérées extrêmement utiles et ont permis d'identifier plusieurs domaines d'actions communes. Il note que les limites entre la métrologie légale et la métrologie scientifique, ou entre la métrologie légale et l'accréditation, sont parfois vagues. Il donne en exemple la collaboration fondamentale entre le CIPM et l'OIML pour l'élaboration de la loi modèle sur la métrologie, qui a pour objet de donner un fondement légal à la traçabilité ; les activités du CIPM et de l'OIML pour la promotion du SI ; et le rôle de plus en plus important de l'accréditation dans la législation, en tant que composante essentielle de l'infrastructure de la métrologie.

Il espère que la coopération entre les trois organisations, en particulier entre le CIPM et l'OIML, sera de plus en plus intense et cite plusieurs projets d'actions communes futures : les échanges d'informations sur les projets en cours dans les États membres ; l'intensification de la coopération pour les programmes destinés aux pays en voie de développement et, en particulier, les relations publiques. Il pense qu'il est fondamental de faire connaître l'importance de la métrologie, comme outil fondamental au développement économique et social. La métrologie doit être portée à l'attention des ministres, des décideurs, des consommateurs, de l'industrie, des écoles et universités.

Il conclut en annonçant que la Nouvelle-Zélande et le Viet Nam ont récemment rejoint l'OIML en tant que membres à part entière ; l'OIML représente maintenant 109 pays au total (60 membres à part entière et 49 correspondants). Il présente au nom de tous ces pays ses vœux de succès à la Conférence générale.

10.2 L'International Laboratory Accreditation Cooperation

Au nom de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), M. Mike Peet, président de l'ILAC, présente l'allocution suivante :

« Monsieur le président, Mesdames, Messieurs,

Au nom des 78 membres de l'ILAC, représentant 65 entités économiques, je voudrais vous rendre hommage et vous remercier pour la coopération de plus en plus étroite entre nos deux organisations, ainsi que pour la présentation de M. Wallard lors de notre assemblée générale qui s'est tenue à Bratislava il y a trois semaines.

Le but des activités de l'ILAC, et de l'Arrangement que nous avons signé à Washington en 2000, est de s'assurer que les travaux des quelque 25 000 laboratoires accrédités par nos États membres dans le monde sont crédibles, non seulement au regard de leurs propres économies mais aussi du monde entier. Les activités de liaison et l'aide apportée à cette procédure dans le cadre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM sont fondamentales.

Pour étayer la crédibilité des mesures effectuées par les laboratoires accrédités, l'ILAC participe activement au CCQM, au JCRB et au JCTLM, ainsi qu'au groupe de travail commun au BIPM et à l'ILAC.

Nous sommes tous conscients de l'importance de plus en plus grande portée à la libéralisation du commerce. L'ILAC reconnaît la nécessité de traiter globalement les besoins des pays en voie de développement, en ce qui concerne les infrastructures sophistiquées nécessaires pour assurer que l'évaluation locale de la conformité est acceptée par le reste du monde, et de ne pas créer un obstacle technique au commerce supplémentaire encore plus sophistiqué. Nous remercions donc le BIPM et l'OIML pour leur rôle actif et leur aide aux travaux initiaux du JCDCMAS afin de traiter de manière appropriée les questions d'intérêt commun.

Je voudrais terminer en rendant hommage à M. Quinn pour ses activités et pour le soutien apporté à l'ILAC pendant de nombreuses années, et exprimer mon soutien à M. Wallard qui aura à faire face aux défis à venir. »

10.3 L'Organisation météorologique mondiale

Au nom de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), M. Miroslav Ondras, responsable scientifique de haut niveau, présente l'allocution suivante :

« Monsieur le président, Messieurs les délégués, Mesdames et Messieurs,

Permettez-moi, au nom de l'OMM et en mon nom propre, de remercier tout d'abord le Bureau international des poids et mesures d'avoir invité l'OMM à la 22^e Conférence générale des poids et mesures. Je suis heureux et honoré d'avoir ainsi l'opportunité de m'adresser à cette auguste assemblée.

L'OMM participe pour la première fois à la Conférence générale, en vertu de l'arrangement de coopération entre l'OMM et le Comité international des poids et mesures conclu au début de cette année. Les deux organisations ont décidé de se tenir mutuellement informées des activités, en cours et à venir, d'intérêt commun et de collaborer à la mise en œuvre de programmes d'intérêt mutuel. Permettez-moi donc de présenter brièvement l'OMM et certaines de ses nombreuses activités susceptibles d'intéresser plus particulièrement votre organisation.

La Convention météorologique mondiale, l'acte constitutif de l'Organisation météorologique mondiale, est entrée en vigueur en 1950. Un an plus tard, l'OMM était établie en tant qu'agence spécialisée des Nations unies, en vertu d'un accord entre les Nations unies et l'OMM. Aujourd'hui l'OMM compte 185 États et entités territoriales membres.

L'OMM a pour mission de faciliter la coopération internationale pour l'établissement de réseaux de stations d'observations météorologiques, hydrologiques et autres, de promouvoir les échanges rapides d'informations météorologiques, la normalisation des observations météorologiques et la publication uniforme des données d'observations et des statistiques. L'OMM étend aussi les applications de la météorologie à l'aviation, à la navigation maritime, aux secteurs de l'eau, de l'agriculture et aux autres activités humaines ; elle a aussi pour but de promouvoir l'hydrologie opérationnelle et d'encourager la recherche et la formation en météorologie.

Il existe de nombreux domaines d'intérêt commun à nos deux organisations. L'OMM, par l'intermédiaire de ses États membres, cherche à assurer des mesures homogènes et exactes dans les domaines de la météorologie, de l'environnement et de l'hydrologie. À cet égard, j'aimerais attirer en particulier votre attention sur :

- le Centre mondial du rayonnement, le « World Radiation Centre » de l'OMM à Davos, en Suisse, qui conserve la référence étalon mondiale du rayonnement solaire ;
- les dix centres d'étalonnage mondiaux de l'OMM pour les paramètres tels que le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, le méthane, l'ozone etc. ;
- les quatre centres scientifiques d'assurance de qualité pour le programme mondial d'assurance de qualité concernant les mesures en chimie atmosphérique ; et
- le centre d'étalonnage du rayonnement infrarouge mondial (World Infrared Radiometer Calibration Centre) de l'OMM à Davos, en Suisse, qui sera opérationnel en 2004.

De plus, l'OMM organise régulièrement des comparaisons d'étalons afin de maintenir leur fiabilité et de transférer ces étalons aux États membres pour les utiliser dans le cadre de programmes régionaux et nationaux.

Monsieur le président,

Le programme d'observation des instruments et méthodes de l'OMM a pour but de coordonner, normaliser et participer aux progrès des systèmes technologiques et des méthodes d'observation

et de mesure météorologiques. Il assure la publication de rapports techniques et de guides sur les caractéristiques des instruments et les pratiques d'observation. Il coordonne les étalonnages et les comparaisons internationales d'instruments et met au point des normes et procédures de contrôle de qualité. Il met aussi au point des directives et propositions pour améliorer les aptitudes de mesure, il organise et apporte son aide aux programmes de formation pour les experts en instrumentation et pour les techniciens. Ce programme est sous la responsabilité technique de la Commission technique des instruments et méthodes d'observation (CIMO) de l'OMM.

Un représentant du BIPM a assisté pour la première fois en 2002 à une réunion de la Commission CIMO ; la collaboration entre nos organisations se poursuit dans le cadre des équipes d'experts qui travaillent sur les mesures de rayonnement météorologique et de composition atmosphérique ainsi que sur les systèmes de management de la qualité et les projets sur les instruments du commerce.

Vous serez peut-être intéressés de savoir que l'OMM a établi treize centres régionaux d'instrumentation dans le monde. Ces centres conservent les instruments étalons pour la météorologie liés à des étalons reconnus au niveau international et aident les membres de l'OMM à étalonner leurs étalons nationaux en météorologie.

Des centres de rayonnement mondiaux, régionaux et nationaux ont aussi été établis pour conserver la référence étalon mondiale de mesure du rayonnement solaire. Le World Radiation Centre à Davos (Suisse) et le World Radiation Data Centre à Saint-Pétersbourg (Féd. de Russie) servent de centres d'étalonnage internationaux des étalons de rayonnement météorologique.

L'OMM reconnaît que les comparaisons internationales d'instruments et de systèmes d'observation, ainsi que les procédures de contrôle de qualité agréées, sont fondamentales pour l'établissement de séries de données exactes et stables. L'OMM envisage d'organiser d'ici quatre ou cinq ans des comparaisons internationales de mesures de précipitation, d'écrans de protection pour les thermomètres, de mesure d'hygromètres et de radiosondes.

Monsieur le président,

Le programme consacré à la recherche atmosphérique et à l'environnement de l'OMM coordonne et encourage les recherches sur la structure et la composition de l'atmosphère, sur la physique et la chimie des nuages et sur la modification artificielle du temps, sur la météorologie tropicale et sur les prévisions météorologiques.

Ce programme a pour but d'aider les membres de l'OMM à mettre en œuvre des projets de recherche et à disséminer les informations scientifiques appropriées, à attirer l'attention de ses membres sur les sujets de recherche remarquables et d'importance majeure comme la composition atmosphérique et le changement du climat, d'encourager et d'aider ses membres à intégrer les résultats des recherches dans les techniques de prévision ou dans d'autres techniques relevant de ses activités courantes, en particulier quand elles impliquent des changements de procédures faisant appel à la coopération et à un accord international. Il comprend le programme de veille de l'atmosphère globale, les programmes de recherche sur la prévision météorologique, sur la météorologie tropicale, sur la physique et la chimie des nuages et sur la modification artificielle du temps.

Le programme de veille de l'atmosphère globale de l'OMM intègre son propre réseau et d'autres réseaux de contrôle aux activités de recherche internationales englobant les propriétés chimiques et physiques de l'atmosphère. Ce programme sert de système de prévention précoce pour détecter les changements à venir de concentration dans l'atmosphère de gaz en traces, de

rayonnement ultraviolet, de dépôts acides ou toxiques et d'aérosols dans l'atmosphère. Ce système fournit l'infrastructure, les normes, les étalonnages internationaux et les systèmes de collecte des données pour le contrôle du Globe, ainsi que l'analyse des données. Le but principal consistant à « évaluer l'influence de la chimie atmosphérique sur l'environnement, y compris la pollution transfrontalière et urbaine (qualité de l'air, dépôts acides, diminution de la couche d'ozone stratosphérique et augmentation des rayonnements ultraviolets) » est réalisé au moyen de divers outils structurels, tels que les centres d'activités scientifiques d'assurance de qualité, les centres d'étalonnage internationaux dans le cadre du programme de veille de l'atmosphère globale et le centre de cartographie de l'ozone dans le cadre du programme de veille de l'atmosphère globale de l'OMM.

Monsieur le président,

Je n'ai mentionné ici que certaines des activités mises en oeuvre dans le cadre des huit principaux programmes de l'OMM pour lesquelles le BIPM et l'OMM ont débuté des travaux. L'OMM reconnaît l'importante mission du BIPM, apprécie ses efforts pour faire participer les organisations internationales et intergouvernementales et promouvoir l'homogénéité des mesures dans le monde, et espère voir se poursuivre une collaboration fructueuse entre les deux organisations.

Je souhaite vous remercier à nouveau d'avoir invité l'OMM à la 22^e Conférence générale des poids et mesures.

Je vous remercie de votre attention. »

M. Quinn remercie l'OMM de l'accueil qu'il lui a réservé ainsi qu'à M. Wielgosz il y a deux ans, lorsqu'ils ont rendu visite à l'OMM afin de proposer d'établir des relations plus officielles entre les deux organisations. Ces relations ont été établies avec succès avec le BIPM et le CIPM et avec les organisations nationales de métrologie ; elles sont importantes pour de nombreux domaines d'activité, y compris les mesures de rayonnement solaire. Il espère un accroissement des relations au niveau national avec les centres de données de l'OMM.

10.4 L'Organisation mondiale de la santé

M. Quinn prend ensuite la parole au nom de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en disant que M. Anarfi Asamoah-Baah, directeur exécutif de l'OMS, regrette de ne pouvoir assister à la Conférence générale en raison du changement récent de directeur général.

M. Quinn saisit cette opportunité pour expliquer certaines interactions entre le BIPM et l'OMS et, de manière plus générale, pour présenter un sujet important déjà mentionné par le président de l'Académie des sciences : les mesures et activités liées à la chimie clinique. Cet élargissement des activités de la métrologie à la chimie, à la chimie clinique et à la médecine sera l'un des thèmes de la présente Conférence.

Il présente tout d'abord une activité nouvelle au BIPM, mise en oeuvre en réponse à la demande d'aide de l'industrie mondiale du diagnostic, soulignant que le marché global des dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro* représente environ 20 milliards d'euros.

La directive de l'Union européenne sur les dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro* qui entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2004 stipule que « la traçabilité des valeurs assignées aux instruments d'étalonnage et/ou aux matériaux de contrôle doit être assurée au moyen des procédures de

mesure de référence et/ou des matériaux de référence de rang hiérarchique supérieur ». Quand cette directive a été publiée pour la première fois (en 1998), il n'existait pas encore de procédures ni de matériaux de référence reconnus au niveau international.

L'industrie américaine du diagnostic médical, qui fournit 60 % du marché européen, a demandé assistance au NIST. Lors d'une réunion préliminaire qui s'est tenue au NIST en 2000, il est devenu clair que c'est un problème mondial et pas uniquement américain ; le BIPM a donc été approché par la Fédération internationale de chimie clinique et de médecine de laboratoire (IFCC), l'Institut des matériaux et mesures de référence (IRMM) et le NIST qui lui ont demandé de l'aide. Deux autres réunions ont eu lieu en 2001 et un atelier sur la traçabilité en médecine de laboratoire a eu lieu au BIPM en 2002, organisée par le BIPM, l'IFCC, l'IRMM et le NIST. C'était une réunion unique entre des communautés qui ne s'étaient jamais réunies auparavant, parmi lesquelles figurent toutes les parties intéressées par les mesures de diagnostic médical. Outre les organisateurs, cette réunion a accueilli des représentants de l'ILAC, de l'industrie du diagnostic *in vitro*, des agences de réglementation, des organisations professionnelles, des laboratoires nationaux de métrologie et des fabricants de matériaux de référence. La liste des participants comprenait des représentants de la Commission européenne ; de l'American Food and Drug Administration ; de la Japanese Healthcare Technology Foundation ; d'organisations d'assurance de qualité : l'European Quality Assurance Ltd, le College of American Pathologists, l'European Committee for External Quality Assurance Programmes in Laboratory Medicine ; des représentants de l'industrie du diagnostic : l'European Diagnostic Manufacturers Association et les organisations correspondantes américaines et japonaises (AdvaMed et JACR) ; un certain nombre de laboratoires nationaux de métrologie ; le National Institute for Biological Standards and Control, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI) ; et l'American Center for Disease Control.

Lors de cette réunion, il a été décidé d'établir un Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (le JCTLM) composé du BIPM, de l'IFCC, de l'ILAC et de l'OMS et de participants des parties intéressées présents lors de la réunion. Il n'a pas été facile en pratique d'établir le mode de fonctionnement d'un groupe composé d'organisations aussi hétérogènes. L'accord sur les formalités nécessaires à l'établissement du comité commun n'a été conclu qu'en septembre 2003. Les principaux organisateurs et les secrétaires exécutifs en sont le BIPM, l'IFCC et l'ILAC ; pour le moment l'OMS n'y participe qu'au niveau technique, en raison de problèmes d'ordre légal ou autres.

Parallèlement aux discussions sur l'établissement du comité commun, deux groupes de travail, créés lors de l'atelier qui s'est tenu en 2002, ont établi des listes de matériaux et de méthodes de référence pouvant être utilisées pour répondre à la demande de la directive sur les dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro*. Ces listes seront publiées sur le site Web du BIPM au début de l'année 2004.

Le JCTLM est une initiative importante qui pourrait avoir des conséquences de grande portée. L'équivalence des mesures reconnues et approuvées au niveau international dans le domaine de la médecine de laboratoire et la traçabilité aux étalons de mesure appropriés pourraient améliorer la qualité des soins médicaux pour les patients, réduire les coûts pour les gouvernements et les compagnies d'assurance, en diminuant la répétition des mesures et réduire les coûts pour l'industrie des instruments médicaux pour le diagnostic *in vitro*.

En parallèle, le BIPM a établi un arrangement de travail avec l'OMS ; le protocole d'accord (MoU) entre le BIPM et l'OMS a été signé en octobre 2002. M. Quinn donne lecture de l'article I de ce protocole, que l'on peut consulter sur le site Web du BIPM.

Outre les discussions sur la création et le mode de fonctionnement du JCTLM, M. Quinn évoque une proposition de consultation internationale des organismes nationaux dans le domaine de la santé, qui serait menée en commun par le BIPM et l'OMS.

M. Quinn conclut en soulignant que les activités communes aux organisations internationales dans le domaine de la santé augmentent énormément et ont une importance considérable. Il est vital que le BIPM et la communauté de la métrologie répondent à ce besoin pressant.

M. Kovalevsky donne ensuite lecture des projets de résolutions A, B et C, liés aux activités de coordination et aux projets communs avec les organisations extérieures.

M. Bordé ouvre ensuite la discussion sur ces trois projets.

En ce qui concerne le projet de résolution A, M. de Leer (Pays-Bas) suggère de remplacer les termes anglais « concept of traceable measurements » (le concept de traçabilité des mesures) dans le premier paragraphe avec puce du « considérant » par « traceable measurement results » (résultats de mesures traçables) ou par « traceable calibration and measurement results » (étalonnages et résultats de mesures traçables), en disant que la traçabilité est la propriété d'un résultat de mesure (ou la valeur d'un étalon). M. Semerjian (États-Unis) suggère d'utiliser un autre terme, plus concis, le « concept of traceability » (concept de traçabilité). M. Carneiro (Danemark) ajoute que pour éviter toute confusion dans d'autres domaines d'activité, il faudrait peut-être préciser que ce projet de résolution concerne la traçabilité des mesures et pas seulement la traçabilité et il recommande de suivre le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* (VIM). M. de Leer et M. Valdés (Argentine) pensent tous deux qu'il est important de distinguer la traçabilité d'un produit et la traçabilité des mesures, soulignant que dans le domaine de la sécurité alimentaire, par exemple, la traçabilité est interprétée différemment. M. Quinn confirme que la nouvelle terminologie proposée est conforme à la définition du terme traçabilité discutée par le Groupe de travail sur la révision du VIM du Groupe de travail pour les guides en métrologie (JCGM). M. Kovalevsky dit que la version révisée avec les termes « concept of traceability of measurement results » (concept de traçabilité des résultats de mesure) sera soumise au vote le vendredi 17 octobre. Il est noté que le même changement devra être apporté au dernier paragraphe avec puce.

Quand le texte révisé du projet de résolution A2 est présenté le jeudi 16 octobre, M. Luszyk suggère de modifier légèrement le troisième paragraphe à puce. Le projet de résolution A3 est finalement adopté à l'unanimité comme Résolution 1 (*voir* page 162).

M. de Leer commente que le même type de remarque s'applique au projet de résolution B : ici « comparable measurements » (mesures comparables) devrait être remplacé par « comparable measurement results » (résultats de mesure comparables). Il attire aussi l'attention sur la différence entre les termes « comparability » et « équivalence » dans les textes français et anglais. M. Semerjian suggère de changer l'ordre des mots en « the increasing role of measurement reliability and comparability in world trade » et M. Wallard suggère de remplacer le terme « role » (rôle) par « need » (nécessité). M. de Leer répète qu'il est important d'insérer le mot « results » (résultats) et il est décidé qu'un petit groupe de personnes composé de MM. Semerjian, de Leer, Kovalevsky et Quinn se réunisse pour discuter des changements suggérés au projet de résolution B afin de présenter une version modifiée à la Conférence. M. Röhling (Allemagne) renouvelle son appel aux délégués à la Conférence générale de contacter leurs délégués chargés du commerce extérieur à l'OMC afin de faire pression pour que la demande faite par le CIPM d'obtenir le statut d'observateur au Comité sur les obstacles

techniques au commerce de l'OMC soit examinée aussi vite que possible ; cette demande est actuellement bloquée dans l'attente que soient résolues d'autres questions sans aucune relation.

Cette version révisée B2 du projet de résolution est présentée le jeudi 16 octobre et est adoptée à l'unanimité comme Résolution 2 (*voir* page 162).

Le projet de résolution C ne fait l'objet d'aucun commentaire et le texte est adopté à l'unanimité pendant le vote du vendredi 17 octobre comme Résolution 3 (*voir* page 163).

11 **Rapport du Comité international sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société et le rôle du Bureau international des poids et mesures**

M. Kaarls résume brièvement le rapport du Comité international intitulé *Évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société et le rôle du Bureau international des poids et mesures* qui a été distribué aux gouvernements des États membres et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en avril 2003. Ce rapport fait suite au rapport du CIPM intitulé *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie* distribué en 1998 et discuté pendant la 21^e Conférence générale en 1999.

Il rappelle aux délégués que la 21^e Conférence générale a pris plusieurs décisions importantes. Elle a approuvé l'extension de la Convention du Mètre à un certain nombre de domaines de la science et a aussi décidé que les États membres aient la responsabilité de fournir, par l'intermédiaire de la Convention du Mètre, l'infrastructure nécessaire pour étayer la fiabilité des mesures partout où elles sont effectuées. Par conséquent, la Conférence générale a accepté de redéfinir le rôle du BIPM. Elle a aussi été témoin de la signature de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et a approuvé la création d'un statut d'Associé à la Conférence générale. M. Kaarls souligne qu'il a été admis de manière tacite et pris acte du fait que le budget approuvé pour la période 2001-2004 ne serait pas suffisant pour continuer à appliquer le programme adopté après 2004.

Compte tenu des conditions financières imposées par la 21^e Conférence générale, des conséquences de l'implantation de l'Arrangement du CIPM, des besoins croissants dans les domaines de la métrologie en chimie et des sciences biologiques, des implications de la directive de l'Union européenne sur les instruments médicaux de diagnostic *in vitro* mentionnée par M. Quinn (*voir* section 10.4) et des autres questions sur la traçabilité et les incertitudes de mesure dans les nouveaux domaines tels que l'analyse nutritionnelle, le Comité international considère qu'il est important d'examiner à nouveau la situation budgétaire. M. Kaarls note que les besoins évoluent aussi dans les domaines classiques de la métrologie (physique et sciences de l'ingénieur) et que les progrès dans le domaine de l'informatique ouvrent de nouvelles méthodes de travail.

Le Comité international a examiné de nombreux points lors de la compilation de ce nouveau rapport, notamment : le programme de travail adopté par la 21^e Conférence générale ; les activités découlant de l'Arrangement du CIPM, comme la base de données du BIPM sur les

comparaisons clés et le JCRB ; les nouvelles relations établies avec d'autres organisations internationales ; le rôle de plus en plus important des organisations régionales de métrologie ; les services fournis par le BIPM en raison de ses compétences scientifiques ; et l'extension des activités en métrologie à de nouveaux domaines, en particulier à la chimie. Dans tous ces domaines, les besoins des pays en voie de développement doivent être examinés avec soin. Le Comité international a tenu compte des réponses des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie aux deux questionnaires distribués l'an passé et de leurs interventions lors de la réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie en avril 2002. Il a aussi examiné avec soin les réponses à une étude réalisée par la société KPMG sur l'impact économique de l'Arrangement du CIPM et les résultats d'autres études nationales indépendantes sur l'impact économique de la métrologie.

Ce rapport montre que les laboratoires nationaux de métrologie génèrent des bénéfices considérables en termes de compétitivité internationale et d'innovation commerciale, et des bénéfices indirects importants, par exemple, en termes de santé, d'environnement et de sécurité alimentaire. Il y a donc une justification économique évidente aux fonds publics investis dans la métrologie en général et à son extension aux technologies émergentes comme la nanotechnologie, la chimie et la biotechnologie.

Passant aux conclusions du rapport et aux recommandations du CIPM, M. Kaarls souligne que la coordination internationale et globale dans le cadre de la Convention du Mètre est indispensable pour réaliser un système de mesure global stable et efficace à long terme, capable de faire face aux besoins dans les domaines du commerce, de l'industrie et de la société en ce qui concerne la traçabilité et la comparabilité des mesures et des résultats d'essais. La suppression des obstacles au commerce d'ordre non tarifaire exige une comparabilité et une traçabilité reconnues au niveau international ; l'Arrangement du CIPM en est un élément clé. De plus, il confère des bénéfices importants aux États signataires et opère de manière très rentable et efficace.

D'après les réponses aux questionnaires distribués dans le cadre de l'étude réalisée par la société KPMG, le Comité international reconnaît que le BIPM joue un rôle de plus en plus important pour représenter et promouvoir la métrologie dans le monde. Il doit avoir un statut et des moyens lui permettant d'agir comme centre mondial de la métrologie scientifique et industrielle, avec une voix crédible, neutre et internationale. Il doit continuer à être responsable du Système international d'unités, du Prototype international du kilogramme, du Temps atomique international et du Temps universel coordonné, et de moyens uniques tels que le Système international de référence dans le domaine des rayonnements ionisants. Il doit avoir aussi une activité restreinte dans le domaine de l'analyse de pureté chimique. Il doit maintenir des activités de laboratoire dans des domaines sélectionnés avec soin, organiser des comparaisons et fournir des services techniques appropriés aux laboratoires nationaux de métrologie. Le programme existant doit, bien sûr, être ré-évalué en tenant compte de la situation financière et de la nécessité d'être le plus efficace possible. De plus, le BIPM doit continuer à jouer un rôle de coordination au niveau international, notamment dans les relations avec les autres organisations, et ses activités doivent aussi inclure la diffusion de l'information et la communication.

Enfin, le rapport contient deux recommandations du Comité international : tout d'abord, il faut que les gouvernements des États membres offrent et maintiennent un soutien financier suffisant à leurs laboratoires nationaux de métrologie, y compris dans le domaine important de la métrologie en chimie, et aussi qu'ils fournissent au BIPM les ressources financières nécessaires, comme le demande le projet de résolution J ; deuxièmement, il faut que les gouvernements approuvent le programme de travail et budget correspondant proposé pour le BIPM.

M. Bordé demande aux délégués s'ils ont des questions à poser.

M. Göbel remarque que le rapport montre clairement le rôle du BIPM, et souligne qu'il est rendu possible par la présence d'experts de haut niveau dans le domaine de la métrologie travaillant au BIPM. Il recommande que son rôle scientifique soit préservé et renforcé.

M. Kaarls donne ensuite lecture du projet de résolution E. Il ne fait l'objet d'aucun commentaire et le texte est adopté à l'unanimité lors du vote du 17 octobre en tant que Résolution 5 (*voir* page 164).

12 Programme de travaux futurs du Bureau international

M. Quinn ouvre la discussion sur ce point de l'ordre du jour par une brève présentation du rôle du BIPM, et en projetant une série d'histogrammes montrant la répartition du budget entre les différentes sections scientifiques, les activités de recherche et de coordination et l'entretien du site.

Les travaux futurs du BIPM sont décrits dans le document « Programme de travail et budget du BIPM » reproduit dans l'annexe B qui comprend une section sur le rôle du BIPM.

M. Quinn souligne l'importance de la brochure sur le SI ; une nouvelle édition est en cours de préparation par le CCU. Cette brochure est largement distribuée et l'édition actuelle est aussi disponible sur le site Web du BIPM. Les pages du site Web sur le SI comptent parmi celles les plus fréquemment consultées.

Il souligne aussi que les mesures de temps et de fréquences sont un des domaines de la métrologie qui progressent le plus rapidement. L'incertitude actuelle sur la réalisation de l'échelle de temps est similaire à celle sur les comparaisons d'horloges et sur l'évaluation des étalons primaires. L'incertitude des meilleurs étalons de fréquence s'améliore rapidement cependant ; elle devrait atteindre mieux que 1×10^{-17} en valeur relative d'ici quelques années. Il faut donc continuer les recherches de haut niveau au BIPM pour améliorer les méthodes de comparaison des horloges et établir les échelles de temps, afin de prendre entièrement en compte ces progrès et de répondre aux besoins internationaux pour améliorer la conservation du temps. Il ne serait pas acceptable d'avoir des horloges meilleures que les échelles de temps.

M. Quinn présente aussi les nouvelles activités du BIPM dans le domaine de l'analyse chimique. L'analyse chimique et la bio-analyse sont de nouveaux domaines et M. Quinn souligne qu'à moins que le BIPM n'ait des activités de laboratoire dans ces domaines, il lui sera impossible d'attirer du personnel de haut niveau ; sans ce personnel de haut niveau il ne sera pas en mesure de remplir son rôle de coopération internationale.

Il souligne que la recherche constitue une part restreinte mais essentielle de l'activité du BIPM qui est une institution scientifique. En général, vingt à trente articles sont publiés chaque année dans des revues scientifiques soumises à referees, par un personnel scientifique constitué d'une trentaine de personnes.

Au sujet des services techniques, il remarque que le BIPM est le laboratoire pilote d'un grand nombre de comparaisons internationales. Cette activité prend beaucoup de temps et coûte cher, mais sa prise en charge par le BIPM fait économiser de l'argent aux laboratoires nationaux de

métrologie parce que le BIPM agit au nom de tous et que les coûts sont donc partagés. Il note aussi qu'il est de plus en plus demandé au BIPM d'assurer des services d'audit liés aux examens par les pairs. Cependant en raison du nombre très restreint de membres du personnel scientifique, il est difficile pour le BIPM de mettre du personnel à la disposition de nombreux laboratoires nationaux de métrologie pour des examens qui durent souvent une semaine.

M. Quinn remarque que le nombre des réunions au BIPM a augmenté rapidement, à cause de son rôle de centre de coordination dans le domaine de la métrologie.

Quant aux activités d'information et de communication, il souligne qu'une nouvelle version du site Web du BIPM a été lancée juste avant la 92^e session du CIPM. Le site Web est largement consulté depuis le monde entier et l'élaboration de ce nouveau site a demandé beaucoup de travail. Le nouvel arrangement pour la publication du journal scientifique *Metrologia* par l'Institute of Physics Publishing (IOPP, Royaume-Uni) fonctionne bien et s'avère efficace sur le plan financier ; les numéros publiés en 2003 sont parus en temps voulu. Auparavant, les ressources nécessaires à la production de *Metrologia* au BIPM étaient à la limite de nos possibilités.

M. Bordé a déjà mentionné la première école d'été du BIPM, qui s'est tenue en juillet 2003. Elle a connu un grand succès et plus de quatre-vingts jeunes métrologistes de vingt-deux pays différents y ont participé. L'état actuel de la métrologie a été présenté par les meilleurs spécialistes du domaine ; M. Quinn pense que les liens établis entre les étudiants seront très bénéfiques pour l'avenir de la communauté de la métrologie.

M. Quinn passe ensuite au budget du BIPM et compare, à l'aide d'histogrammes, la situation lors de la précédente Conférence générale en 1999 et la situation anticipée à la fin de 2008. Il démontre que la part du budget consacrée aux salaires diminuera, passant d'environ 57 % en 1999 à 49 % en 2008 ; la part consacrée aux retraites augmentera, passant d'environ 12 % en 1999 à 16 % en 2008 ; les dépenses de laboratoires resteront constantes, de l'ordre de 17 % ; les dépenses d'entretien des bâtiments augmenteront, passant d'environ 3 % en 1999 à environ 6 % en 2008 ; les dépenses liées aux voyages augmenteront légèrement, passant d'environ 2 % en 1999 à 3 % en 2008. Les autres catégories de dépenses sont minimales : énergie, publications, réunions, assurance, bureau du Comité etc.

Il montre ensuite les dépenses de personnel par section en pourcentage du budget total de personnel, illustrant les changements résultant des décisions prises par le CIPM en 2002. Pour la section des longueurs, les dépenses de personnel diminueront, passant de 14 % du budget en 1999 à environ 3,5 % en 2008 ; pour la section des masses, elles augmenteront légèrement ; pour les sections du temps et de l'électricité elles resteront à peu près constantes ; la section de radiométrie disparaît complètement ; les dépenses de la section des rayonnements ionisants augmenteront légèrement ; celles des publications resteront similaires ; les dépenses liées à l'informatique et au Système Qualité augmenteront de façon significative ; les dépenses liées à la section de chimie, à la base de données du BIPM sur les comparaisons clés et au JCRB sont entièrement nouvelles et n'existaient pas en 1999.

M. Quinn montre ensuite les dépenses de laboratoire de chaque section par rapport aux dépenses globales de laboratoire, mettant en évidence à nouveau un changement important. En 1999, environ 25 % des dépenses de laboratoire étaient consacrées à la section des longueurs, simplement parce que les lasers et les équipements associés coûtaient très cher ; ces dépenses seront réduites à un chiffre très faible en 2008. La part consacrée à la section des masses diminuera légèrement et celle consacrée à la section du temps et des rayonnements ionisants restera à peu près semblable. La part consacrée aux laboratoires de la section d'électricité

augmentera légèrement. La part consacrée à la section de chimie représentera environ 20 % des dépenses de laboratoire ; celle consacrée à la KCDB et aux publications sera à peu près identique, mais la section des publications recentrera ses activités vers la communication et le site Web. Les dépenses consacrées à l'informatique et à la qualité sont de plus en plus élevées, car le site Web et la sécurité informatique coûtent cher. Enfin, une part du capital sera mise en réserve pour démarrer de nouvelles activités, ainsi le directeur aura à sa discrétion en 2008 une somme représentant 12 % à 13 % du budget nominal pour répondre aux besoins du moment.

M. Quinn présente ensuite une analyse de la répartition du temps consacré aux diverses activités du personnel scientifique du BIPM, comparant le personnel scientifique et les chefs de sections. En moyenne, le personnel scientifique consacre environ 40 % de son temps à la conservation ou au développement des étalons, alors que les chefs de section y consacrent moins de 25 % de leur temps. Les chefs de section, toutefois, consacrent une grande partie de leur temps – environ 25 % – à des questions liées aux Comités consultatifs et à la coordination. Il compare ces chiffres à ceux d'une récente étude comparative menée au BNM, au NIST, au NMIJ, au NPL et à la PTB sur la répartition de leurs dépenses budgétaires. Presque sans exception, le personnel scientifique de ces institutions consacre plus de 40 % de son temps à la recherche. Il souligne que le BIPM travaille déjà à la limite du seuil de viabilité en ce qui concerne son programme scientifique et ses activités de coordination toujours croissantes. C'est une petite institution et presque tous les membres du personnel sont polyvalents.

Il montre ensuite le nombre de réunions qui se sont tenues au BIPM chaque année entre 1977 et 2003 et le nombre total de jours correspondant. Ces réunions sont classifiées comme : réunions des Comités consultatifs, session annuelle du CIPM, réunion de la Conférence générale tous les quatre ans, autres groupes de travail réunis en dehors des sessions des Comités consultatifs, et récemment l'école d'été. Il est clair qu'il y a eu une augmentation substantielle de ce domaine d'activité du BIPM. Jusqu'en 1994, le nombre moyen de réunions des Comités consultatifs était de 2,5 par an, alors que depuis 1995 il est de 5,6 par an. Cette augmentation répond à la demande des laboratoires nationaux de métrologie et des organisations régionales de tenir plus de réunions. Le travail de coordination augmente de manière quasi exponentielle par rapport au nombre de réunions.

Il montre ensuite la répartition des coûts de personnel et souligne que les principales dépenses sont liées aux dépenses de laboratoire (y compris le travail des Comités consultatifs et les publications). Quarante pour cent des dépenses de laboratoire sont liées au développement et à la conservation des étalons. Les autres dépenses – atelier du BIPM (6 % à 7 %), publications, administration et secrétariat – sont relativement faibles.

Enfin, M. Quinn passe aux dépenses budgétaires liées à l'entretien des bâtiments. Il projete un graphique montrant les dépenses qui y ont été consacrées entre 1912 et 1990. Cette courbe comporte quelques pics, dus à des travaux majeurs dans le Pavillon de Breteuil ou les laboratoires, ou à la construction de nouveaux bâtiments (le bâtiment des lasers et le Nouveau Pavillon). Cependant, en moyenne, pendant cette période la part consacrée à l'entretien courant reste de l'ordre de 8 % du budget total, ce qui représente le coût de l'entretien de bâtiments historiques. Entre 1989 et les années 1990, cette part a été très réduite pour réaliser des économies pour la construction du Pavillon du Mail, qui comprend une salle de réunion de 120 personnes, sans laquelle nous ne pourrions pas accueillir les réunions des Comités consultatifs et les réunions des directeurs. Pour les quatre prochaines années, bien que nous prévoyions quasiment de doubler le niveau des dépenses consacrées aux travaux d'entretien, qui passent de 4 % à 7 %, nous revenons en fait au niveau de dépenses des cent dernières années.

Ce rapport ne fait l'objet d'aucune question.

M. Wallard, directeur désigné du BIPM, commente qu'il sera difficile de prendre la succession de M. Quinn et le remercie pour la manière dont il a dirigé le BIPM ; il dit qu'il a grandement contribué au succès de l'Arrangement du CIPM.

Il présente ensuite le programme de travail scientifique et les orientations pour la période 2005 à 2008, exposant tout d'abord la mission du BIPM et comment ses priorités sont établies, et ensuite les mécanismes utilisés pour mettre en œuvre ce programme. Il conclut par quelques remarques sur la manière de gérer les changements.

M. Wallard rappelle aux délégués la mission du BIPM, présentée dans l'annexe B (*voir* pages 206-208), qui a déjà été discutée à de nombreuses occasions, y compris lors de la 21^e Conférence générale et lors de plusieurs réunions des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie. Le but global est l'uniformité mondiale des mesures. Le BIPM fournit les fondements scientifiques et techniques de cette uniformité et collabore intensivement avec d'autres organisations ayant des intérêts communs.

Les Comités consultatifs conseillent le Comité international sur les priorités du programme de travail du BIPM et lui allouent un certain nombre de tâches lors de leurs réunions. Le nombre de leurs réunions augmente, ainsi que le nombre des tâches qu'ils confient au BIPM. Il est demandé aux États membres de donner leur point de vue sur les priorités et le BIPM adapte ses activités en conséquence. Les réponses au questionnaire distribué en 2002 nous donnent une très bonne idée sur ce qui paraît important pour les États membres et disent dans quelle direction nous devons faire évoluer le BIPM au cours des prochaines années. Nous avons aussi effectué des études extérieures sur l'efficacité de nos activités et nous présentons régulièrement un rapport aux Comités consultatifs, au Comité international et à la Conférence générale, et au jour le jour par les interactions entre le personnel du BIPM et le personnel des autres laboratoires.

Les principaux domaines du programme futur proposé reposent sur les actifs passés du BIPM. Sa principale fonction est la conservation et l'amélioration des étalons que nous avons pour obligation de conserver : le kilogramme et les échelles de temps. D'après la Convention du Mètre nous devons aussi fournir des services de comparaison et d'étalonnage, au moyen d'étalons fixes ou voyageurs. Cependant, nous ne le faisons que lorsqu'il est plus rentable que ce soit fait par le BIPM plutôt que par les laboratoires nationaux de métrologie. M. Wallard mentionne différents exemples d'étalons voyageurs – comme les peignes à impulsions femtosecondes, les systèmes à effet Josephson et à effet Hall quantique et les spectrophotomètres mesurant l'ozone – qui peuvent être déplacés et utilisés pour valider les réalisations des unités et grandeurs du SI dans les laboratoires nationaux de métrologie.

Pour une organisation telle que le BIPM, il est vital et rentable de maintenir son aptitude, grâce à des équipements uniques, à être le laboratoire pilote et à effectuer l'examen des résultats de comparaisons clés, en vertu de sa compétence technique, à coordonner des projets et être le laboratoire pivot d'un réseau. Le BIPM remplit ce rôle de multiples façons : par exemple, il est déjà le laboratoire pilote de comparaisons clés de lasers et d'étalons de capacité, de rayonnements ionisants et de gravimétrie. Il coordonne le projet sur le condensateur calculable. Il est le laboratoire pilote des réseaux d'analyse de pureté en chimie organique et en médecine de laboratoire.

Les Comités consultatifs bien sûr coordonnent aussi des projets. Il y a eu une énorme augmentation en matière de transfert de technologie et d'informations du BIPM vers les

laboratoires nationaux de métrologie, et entre les laboratoires nationaux de métrologie. Ce transfert d'informations s'effectue dans le cadre d'ateliers, au moyen de *Metrologia* (dont les fonctions de routine ont été transférées à l'Institute of Physics Publishing, IOPP, laissant le contrôle éditorial de haut niveau au BIPM). Le BIPM produit aussi des publications officielles, souvent en commun avec d'autres organisations, comme le « Rapport Kaarls » sur l'évolution des besoins dans le domaine de la métrologie, pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM (un document faisant autorité dans la communauté de la métrologie), la brochure sur le SI, et les guides sur le vocabulaire de la métrologie (le VIM) et les incertitudes de mesure (le GUM).

Pour illustrer le rôle du BIPM dans le transfert de connaissances, M. Wallard mentionne qu'au cours des quatre dernières années plus de 300 personnes sont venues visiter les sections scientifiques, que le personnel scientifique a publié plus de 230 articles et rapports, a fait plus de 170 exposés à l'occasion de diverses conférences et qu'il y a eu plus d'une centaine de chercheurs invités et de stagiaires au BIPM. Il fait ensuite référence au site Web du BIPM, qui est une ressource unique, présentant non seulement les activités du BIPM, mais aussi celles des organes de la Convention du Mètre en général. Nous avons récemment consacré beaucoup d'efforts à la mise en place d'une nouvelle version du site Web. M. Wallard souligne l'importance de l'informatique pour faciliter l'organisation de réunions, la distribution des documents de travail et la publication des comptes rendus de ces réunions aussi vite que possible.

La base de données du BIPM sur les comparaisons clés (la KCDB) est l'outil de diffusion externe de l'Arrangement du CIPM ; elle représente un effort intellectuel considérable de la part du BIPM, des laboratoires nationaux de métrologie et des organisations régionales de métrologie pour l'analyse des résultats des comparaisons clés, la production des rapports de ces comparaisons et la validation des CMCs. Il est important de trouver le moyen d'accroître l'utilisation de la KCDB afin de remplir nos objectifs. Nous envisageons, notamment, d'étendre l'Arrangement du CIPM afin de répondre aux besoins dans le domaine du commerce et des agences de réglementation, d'accréditation et des autres utilisateurs du MRA.

M. Wallard prédit qu'il y aura une augmentation des activités de collaboration internationale pendant la période couverte par le programme de travail. Comme nous l'avons vu précédemment (au point 10 de l'ordre du jour), des protocoles d'accord ont déjà été signés entre le BIPM et un certain nombre d'organisations. Ces protocoles d'accord sont importants et bien sûr ils conduiront à de nouvelles activités, au fur et à mesure que des projets communs avec ces organisations extérieures seront identifiés et mis en œuvre. Nous avons aussi établi un certain nombre de comités communs, qui étendent l'influence et l'impact de la Convention du Mètre dans le monde et qui regroupent les efforts et ressources des organisations internationales et intergouvernementales de manière unique. En grande partie, l'établissement de ces liens aux niveaux international et intergouvernemental, ce que le BIPM est en position de faire dans le cadre de la Convention du Mètre, est important du fait qu'un grand nombre d'entre eux pourront être repris au niveau national ; ceci est extrêmement bénéfique pour les laboratoires nationaux, en particulier lorsqu'ils mettent en place des coopérations dans de nouveaux domaines.

M. Wallard passe ensuite aux principes servant à établir le programme scientifique et technique du BIPM, soulignant que ce type de travail au BIPM n'est pas une fin en soi mais fournit le fondement intellectuel de toutes les autres activités, par exemple le travail considérable et croissant lié aux Comités consultatifs, la gestion, l'analyse et le rôle de laboratoire pilote de comparaisons et d'autres projets communs auxquels le BIPM participe. Notre compétence sur le plan scientifique et technique nous donne la crédibilité et l'indépendance nécessaires pour établir

des liens et des protocoles d'accord avec d'autres organisations internationales et gouvernementales. Toutefois le BIPM est une petite structure et nous devons être sélectif. Il est important de trouver le créneau dans lequel le BIPM sera le plus efficace pour la métrologie mondiale et de ne pas dupliquer des travaux qui peuvent être effectués de manière plus efficace dans d'autres laboratoires. Le BIPM effectue toutes ces activités de la manière la plus efficace et la plus rentable possible, espérons que les États membres sauront reconnaître sa rentabilité.

Il passe ensuite aux programmes individuels, soulignant un certain nombre de points.

Il informe les délégués à la Conférence générale que le BIPM a mis fin à une grande partie des activités de la section des longueurs pour se concentrer sur les étalonnages et les comparaisons au moyen de systèmes à peigne à impulsions femtosecondes fixes et transportables. Le BIPM est actuellement le seul laboratoire de métrologie à posséder un système à peigne transportable, qui a déjà fait preuve de son utilité dans un certain nombre de comparaisons effectuées au BIPM et au NIST, Boulder. Le BIPM a été le laboratoire pilote de comparaisons clés et a contrôlé le laser de référence asservi sur l'iode qui a été le laser de référence international dans ce domaine pendant une vingtaine d'années. Le CCL a demandé lors de sa dernière réunion que le BIPM mette au point un guide de bonne pratique pour les mesures réalisées à l'aide de peignes à impulsions femtosecondes. Ce guide serait fondé sur les discussions qui ont eu lieu lors de l'atelier très réussi sur les peignes, qui s'est tenu au BIPM en 2003. De plus, le BIPM exerce une petite activité commerciale, vendant des cuves à iode à prix coûtant aux laboratoires nationaux de métrologie et avec un faible bénéfice aux autres organisations. Ce travail a été approuvé et demandé par le CCL lors de sa dernière session. Cette demande est en conflit avec la décision prise lors de la session du CIPM de l'an passé, qui a recommandé la fermeture de la section en 2006. Le vaste domaine de l'interférométrie est maintenu comme compétence de base ; il est largement appliqué aux projets existants et nouveaux. Le BIPM envisage d'héberger la nouvelle comparaison internationale de gravimètres au BIPM en 2005.

En ce qui concerne le programme des masses, nous continuons à fournir et fabriquer des étalons de masse. Nous devons poursuivre nos recherches pour mieux comprendre le comportement et les limites de la stabilité de surface du platine iridié, dans le cadre d'un programme international commun au BIPM et à un certain nombre de laboratoires nationaux de métrologie. En ce qui concerne les projets communs et en réseau, le projet international sur la constante d'Avogadro est un domaine auquel le BIPM peut apporter une compétence unique. Le BIPM est aussi responsable, en vue de l'éventuelle redéfinition du kilogramme, de contrôler le Prototype international au moyen de la balance du watt. Il est aussi envisagé de prendre des licences commerciales pour certains travaux du BIPM sur la technologie des balances.

Le programme de la section du temps est centré sur les moyens d'améliorer l'exactitude du TAI, d'accélérer sa mise à la disposition des utilisateurs et d'améliorer la manière dont il est disséminé. Nous avons l'intention de terminer un programme d'étalonnage de récepteurs du GPS pour les comparaisons d'horloges et nous avons un besoin pressant de mettre au point de nouvelles méthodes de comparaison d'horloges qui puissent être utilisées pour les nouveaux étalons optiques de fréquence en cours de mise au point. Il est fondamental que nous travaillions tous en commun sur ce projet. C'est une époque stimulante dans les domaines des longueurs et des fréquences optiques : les résultats obtenus au moyen d'étalons de fréquence optique font concurrence aux performances les meilleures des étalons à césium. Un groupe de travail commun au Comité consultatif des longueurs (CCL) et au Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF) a été établi pour examiner si, et quand, les étalons de fréquence optique peuvent être utilisés comme représentations secondaires de la seconde.

Dans le domaine de l'électricité, le programme de comparaisons et de validation des étalons nationaux se poursuivra, en général au moyen d'étalons transportables. Ces étalons sont fiables, ils fournissent la stabilité nécessaire et ont été mis au point au BIPM, la seule organisation à conserver des étalons de haut niveau que l'on peut déplacer dans le monde entier. Le service actuel d'étalonnage de cellules étalons sera fermé. Des étalons voyageurs et fixes seront conservés dans le domaine des résistances. Enfin, à la demande du Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM), le BIPM continuera à être le laboratoire pilote des comparaisons clés d'étalons de capacité.

La photométrie et la radiométrie ont une belle et glorieuse histoire au BIPM, mais M. Wallard confirme que cette section fermera à la fin de 2003. Les étalons et les équipements seront rangés ou mis à la disposition des laboratoires intéressés, selon les convenances, et les trois scientifiques de la section seront affectés à d'autres domaines d'activités du BIPM. Les deux Comités consultatifs concernés – le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR) et le Comité consultatif de thermométrie (CCT) – devront bien sûr toujours être pris en charge par le BIPM.

Le BIPM continuera à améliorer ses étalons de référence dans le domaine des rayonnements ionisants, afin d'aider et d'étayer les activités liées à la santé humaine, au bien-être et à la société. Ces étalons sont utilisés dans les comparaisons et les étalonnages des étalons des laboratoires nationaux, en particulier pour le nombre toujours croissant de laboratoires nationaux qui ne possèdent pas leurs propres étalons primaires. La valeur de notre collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) n'est en rien surestimée : le BIPM étalonne les étalons de référence de l'AIEA, ce qui a des implications évidentes sur le contrôle global des matériaux radioactifs. Le Comité consultatif pour les rayonnements ionisants (CCRI) a demandé une nouvelle comparaison aux niveaux d'énergie utilisés pour la mammographie et un nouveau système de référence dans ce domaine. C'est un service extrêmement important, aussi établi dans un certain nombre de laboratoires nationaux de métrologie. Le BIPM continuera aussi à étendre le Système international de référence pour les radionucléides.

La nouvelle section de chimie est appelée à représenter un part croissante des activités scientifiques du BIPM. Il est prévu d'effectuer 10 à 15 comparaisons de spectro-photomètres mesureurs d'ozone par an, en utilisant les équipements de référence mis au point en commun avec le NIST. Une comparaison clé de gaz réactifs sera entreprise, pour étayer la réglementation sur la qualité de l'air. Nous envisageons de lancer et de gérer un réseau international de matériaux organiques purs et nous avons pour cela besoin d'au moins deux chimistes qualifiés et expérimentés, membres de notre personnel ou mis à notre disposition pour un certain temps par d'autres laboratoires. Comme cela a été discuté par le CCQM et avec les laboratoires nationaux de métrologie, il y a un besoin d'équipements de référence pour les matériaux purs et le BIPM peut y répondre. Enfin, comme nous l'avons mentionné précédemment, nous avons besoin de gérer l'infrastructure internationale des mesures dans les domaines de la médecine de laboratoire, des médicaments et peut-être aussi de l'alimentation – au moyen de liaisons avec l'industrie, avec les laboratoires nationaux de métrologie et avec les agences de réglementation et de législation.

Nous devons adapter la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, la KCDB, la partie visible de l'Arrangement du CIPM, en abordant de nouveaux domaines de la métrologie. Nombreux sont ceux qui, comme nous, ont confiance dans la KCDB et sont enthousiastes pour en partager le contenu avec les agences de réglementation et autres. Il est important que cela conduise à un accès réciproque et ouvert au marché ; la KCDB est un produit neutre, qui peut être utilisé par les agences de réglementation et de législation dans les différents pays.

En ce qui concerne les activités annexes, M. Wallard commente que le Système Qualité du BIPM, conforme à la norme ISO/CEI 17025 concernant les services de mesure, sera étendu à d'autres activités comme le TAI, la KCDB et divers services administratifs. Il remarque que la section d'informatique du BIPM est extrêmement bien appréciée et reçoit toujours des remarques élogieuses dans les réponses aux questionnaires distribués aux délégués pendant les réunions. Ce service continuera à se développer. Il dit qu'il est important pour le BIPM de continuer à accroître ses efforts en direction de la communication avec l'extérieur et confirme que le BIPM envisage de revenir à un programme d'entretien des bâtiments représentant entre 5 % et 7 % du budget.

M. Wallard souligne ensuite l'importance des programmes de formation du personnel, y compris de formation technique, de formation au management et en langues. Faisant référence au projet de résolution J, il dit qu'il espère que le personnel du BIPM et celui des laboratoires nationaux de métrologie bénéficieront d'échanges dans le cadre de postes de chercheurs invités et que la réunion des directeurs approuvera des domaines spécifiques pour lesquels il serait possible d'organiser ces échanges.

Au cours des prochaines années, le BIPM recherchera de plus en plus d'opportunités pour collaborer étroitement avec les laboratoires nationaux de métrologie aux activités de plus en plus nombreuses des Comités consultatifs et de leurs groupes de travail. Le BIPM doit gérer la réduction prévue de son personnel, tout en équilibrant les besoins entre les activités scientifiques et les activités de coordination et de liaison internationale. Le programme de travail des quatre prochaines années répond entièrement aux préoccupations liées aux changements et à la rentabilité.

M. Wallard souligne qu'une comparaison clé demande en moyenne une année et demi de travail d'une personne pour l'organiser du début à la fin, et coûte environ 150 000 euros. Si le BIPM est le laboratoire pilote, ce coût est partagé. Il rappelle aux délégués le rapport réalisé par la société KPMG, déjà mentionné par M. Kaarls : l'impact économique de l'Arrangement du CIPM est clair. Le BIPM ne peut pas organiser toutes les comparaisons clés dans le monde, mais les Comités consultatifs l'encouragent à en faire encore plus.

Enfin, il mentionne les activités nouvelles comme celles du JCTLM ; la participation du BIPM, organe de la Convention du Mètre, est vitale en termes d'efficacité et d'impact.

En tant que futur directeur, il remarque qu'il a travaillé pour la première fois au BIPM dans les années 1970 avec M. Chartier et qu'il n'a pas besoin qu'on lui démontre la valeur de cette institution pour en être convaincu. Le BIPM a énormément changé et il évolue de plus en plus vite, prenant en charge toute une variété de projets nouveaux malgré des ressources qui diminuent. Ces dernières années, le BIPM a réduit ses activités de laboratoire de 10 % pour augmenter celles de coordination. Il estime que cette dernière activité a doublé ou triplé ces dernières années et occupe maintenant environ 40 % du temps des responsables. Le BIPM a aussi fait des économies et a réalisé le programme de travail dont la Conférence générale l'a chargé sans aucune augmentation du budget. Il est convaincu qu'il existe peu de marge pour des réductions de coût d'une quelconque importance : il faudra davantage d'argent pour réaliser le programme de travail pour la période 2005-2008.

Il souligne que le Comité international a déjà pris des décisions difficiles pour vivre avec les moyens qui lui sont attribués et ne demandera pas davantage d'argent, sauf s'il ne peut faire autrement. En relation avec les restrictions budgétaires et les fermetures prévues, il dit qu'il a reçu des protestations du CCL, qui a fortement recommandé au CIPM de maintenir les activités dans le domaine de la technologie des peignes et des comparaisons internationales.

En conclusion, il commente qu'il a travaillé dans un laboratoire national de métrologie et au gouvernement. Il est bien conscient qu'un changement ou programme de restructuration réussi a un prix et il souligne que si la communauté internationale veut que le BIPM réussisse, elle doit en partager les coûts. Il a l'intention de prendre le meilleur du passé et de s'en servir pour répondre aux défis du futur ; il recommande le programme de travail proposé et le projet de résolution J à la Conférence générale.

M. Bordé remercie M. Wallard et demande aux délégués s'ils ont des questions.

M. Ono (Japon) complimente le BIPM pour son travail et M. Quinn, notant que, depuis sa création, le BIPM a beaucoup contribué à la science de la métrologie. Il sait bien toutefois que le rôle du BIPM change et il est préoccupé par le programme de travail proposé. Il suggère que le programme de travail en chimie est peut-être trop onéreux, trop lourd pour le BIPM, et qu'il arrive peut-être aussi trop tard. Il souligne que le BIPM doit choisir ses priorités avec soin dans ce domaine et demande au BIPM d'entreprendre plus d'activités de coordination en ce domaine.

M. Quinn le remercie de ses compliments sur les activités passées du BIPM et commente qu'il est important d'examiner le passé pour comprendre le présent. Le succès du BIPM dans tous ces domaines, y compris le rôle croissant de coordination, est fondé sur sa compétence technique. De toute évidence le BIPM ne peut pas s'accroître dans tous les domaines, mais il a besoin de maintenir un petit noyau de personnel lui permettant d'établir des liens avec les visiteurs. Il ne serait pas possible d'attirer du personnel de qualité pour travailler au BIPM sans activité de laboratoire.

M. Wallard dit qu'il prend très au sérieux l'avis de M. Ono, mais il rappelle à la Conférence que le programme de travail proposé en chimie est largement fondé sur les conseils du CCQM qui considère que, avec le niveau d'investissement proposé, le BIPM pourrait apporter une contribution significative à ce domaine. Il souligne que le niveau d'investissement est modeste dans l'absolu. De plus le BIPM fera partie d'un réseau, assurant la coordination avec dix à quinze autres laboratoires. Il promet de continuer à collecter des avis dans ce domaine, en particulier du CCQM.

M. McGuinness (Royaume-Uni) reprend les commentaires de M. Ono sur les réalisations du BIPM et sur le travail de M. Quinn et examine ensuite le rôle futur du BIPM. Il part du principe que la plupart des gens seront d'avis qu'il n'est pas réaliste d'avoir une position extrême – en se consacrant soit à des activités purement techniques soit à la coordination. Il soutient de tout cœur la poursuite du travail technique jusqu'à un certain point, disant qu'il est important d'être capable d'attirer les meilleurs collaborateurs au BIPM. Il apporte son soutien au programme proposé, qu'il considère être un compromis raisonnable entre les activités techniques et de coordination, mais il suggère qu'il faut introduire des règles pour établir les priorités et dit qu'il est favorable à un débat sur les critères sur lesquels un programme de travail futur devrait être fondé.

M. Shehata (Égypte) dit que le BIPM joue un rôle utile en aidant les pays en voie de développement à établir leurs infrastructures métrologiques. Bien que l'Égypte ne soit pas encore en mesure de bénéficier pleinement du programme de travail proposé en chimie, parce que son infrastructure n'est pas encore assez développée, elle est favorable aux nouvelles activités en chimie et d'accord pour aider à les financer. M. Shehata regrette toutefois la fermeture de la section de photométrie et radiométrie du BIPM, disant que cela occasionne une charge financière supplémentaire pour les laboratoires nationaux de métrologie tels que le

National Institute of Standards (NIS), qui devra payer pour établir la traçabilité par l'intermédiaire d'autres laboratoires nationaux de métrologie. Il demande à la Conférence générale de trouver une alternative.

M. Luszyk (Canada) apporte son soutien appuyé au principe d'établir des critères et demande à la Conférence générale, à la lumière du nombre de laboratoires nationaux de métrologie qui développent des programmes en chimie, de coordonner et d'établir la collaboration internationale dans ces domaines. Si ce n'est pas le BIPM, d'autres organisations devront remplir ce vide. M. Luszyk souligne que le BIPM bénéficie déjà d'une grande confiance et dit qu'il est certain que le BIPM pourra conduire la collaboration internationale dans ce domaine. Si la Conférence générale partage son avis, le programme de travail en chimie doit être examiné pour être raisonnable en termes de prix et de coordination.

M. Vaucher (Suisse) présente des arguments en faveur du maintien de la section des longueurs du BIPM, disant que très peu de laboratoires nationaux de métrologie possèdent actuellement des peignes de fréquence. Bien qu'il ne remette pas en question la nécessité pour le BIPM d'être actif dans de nouveaux domaines, il considère qu'il est prématuré de fermer la section des longueurs du BIPM au moment où l'on envisage une éventuelle nouvelle représentation secondaire de la seconde. M. Bordé ajoute son soutien au travail du BIPM sur les lasers asservis.

M. Quinn dit qu'il est tout à fait d'accord avec la suggestion d'établir des critères, mais des décisions difficiles ont dû être prises par le Comité international en octobre 2002 quand il est devenu clair que l'augmentation du budget susceptible d'être votée par cette Conférence générale ne serait pas suffisante pour maintenir toutes les activités proposées dans le programme de travail 2005-2008. Les décisions du Comité international étaient fondées sur l'offre de services uniques et le programme sur les lasers a évolué depuis l'apparition des peignes de fréquence. À long terme, le rôle le plus approprié du BIPM aurait été d'effectuer des comparaisons entre ses propres horloges optiques et des horloges optiques en fonctionnement sur d'autres sites, au moyen d'étalons à peigne fixes ou transportables. Ce projet est toutefois impossible à réaliser si l'on considère les restrictions budgétaires et, de manière réaliste, le travail doit être maintenant restreint aux comparaisons de peignes et aux étalonnages de lasers au moyen de peignes. Le Comité international a dû faire un choix et le choix global a été en faveur du programme de chimie. M. Quinn dit qu'il comprend complètement la déception de la communauté des longueurs, mais il affirme que le choix du Comité international a été fait de manière objective.

M. Semerjian (États-Unis) commente que tous ne sont pas convaincus que le BIPM ait trouvé un créneau approprié dans le domaine de la métrologie en chimie. Il demande de continuer à débattre du choix des domaines d'activités avant de discuter des investissements ultérieurs.

M. Kaarls répond, en qualité de président du Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), qu'il présentera un rapport plus détaillé par la suite sur les activités du CCQM, mais il affirme que le CCQM et son Groupe de travail sur l'analyse organique ont longuement discuté, et à de nombreuses occasions, du type de travail que le BIPM devrait entreprendre. Le programme de travail proposé en chimie est le résultat de ces discussions ; il a le soutien unanime des laboratoires travaillant dans des domaines similaires. Il promet que ce programme sera étroitement harmonisé par le CCQM.

M. Carneiro exprime sa préoccupation quant au nombre de comparaisons clés demandées par les Comités consultatifs, disant qu'il aimerait avoir une analyse du nombre de comparaisons clés nécessaires et de leur fréquence, d'après les résultats obtenus à ce jour. Une telle analyse devrait permettre de les organiser plus efficacement et de réaliser des économies. Les statistiques

effectuées par l'EUROMET montrent que le nombre des comparaisons clés a tendance à se stabiliser et il dit qu'il espère que cette tendance se reflètera au niveau global.

M. Quinn dit qu'au départ un très grand nombre de comparaisons clés ont débuté, mais il commente que la situation évolue : les Comités consultatifs attendent maintenant en général d'avoir terminé les comparaisons en cours avant d'en débiter de nouvelles. En général, l'activité se stabilise, car la communauté se rend compte qu'il n'est pas nécessaire d'organiser une comparaison clé dans tous les domaines. La périodicité est aussi allongée.

M. Wallard ajoute que ce sujet a été discuté lors de la dernière session du CCL et de la réunion de son Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle. Lors de sa 11^e session (en septembre 2003), le CCL a décidé de changer l'organisation des comparaisons clés, en particulier celles de calibres. Il est d'accord sur le fait que les comparaisons clés doivent être choisies avec soin, et pas seulement pour effectuer une comparaison : elles doivent être choisies comme moyen de valider les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires. Il note que certaines comparaisons clés se sont déjà avérées extrêmement efficaces pour identifier et diagnostiquer des problèmes passés inaperçus dans certains laboratoires et commente que le niveau d'équivalence est souvent moins élevé qu'on l'aurait pensé initialement.

M. Kovalevsky revient ensuite sur les commentaires de M. McGuinness, disant qu'en 2002 le Comité international a dû prendre sa décision très rapidement parce qu'il était fondamental de réduire les dépenses du BIPM en 2003. Le Comité a demandé et pris en compte l'avis du plus grand nombre d'interlocuteurs possible, mais il soutient la suggestion de M. McGuinness d'établir une série de critères et note que ceci devra être fait d'ici l'an prochain. Il ajoute que ces critères devront être modifiés au cours du temps, pour continuer à apporter le maximum de bénéfices aux États membres de la Convention du Mètre, et dit que le Comité international discutera de cette question lors de sa réunion le vendredi 17 octobre, juste après la clôture de la Conférence. Il suggère de créer un groupe de travail, formé des membres du Comité international et peut-être aussi de délégués à la Conférence générale, dont la mission serait d'établir ces critères.

M. Énard accueille aussi chaleureusement la suggestion de M. McGuinness, proposant que la liste des critères soit examinée lors de la prochaine réunion des directeurs. Il dit qu'il est fondamental que le BIPM ne reproduise pas les travaux effectués dans les autres laboratoires nationaux de métrologie et demande s'il est nécessaire que le BIPM construise un condensateur calculable.

M. Kumar (Inde) dit que, en tant que directeur du NPLI, il apprécie combien il est difficile de mettre fin à une activité et félicite MM. Quinn et Wallard au sujet du programme de travail proposé. Il pense que le BIPM doit maintenir son activité technique pour faire entendre sa voix, mais il souligne que les activités de coordination représentent actuellement environ 30 % du budget et augmenteront probablement. Il est donc important de discuter de la manière de contrôler cette augmentation et peut-être de trouver une aide extérieure pour ce travail de coordination.

M. Bement (États-Unis) dit qu'il ne remet pas en question la compétence du BIPM dans le domaine de la recherche, nécessaire pour accomplir de nombreuses activités techniques, mais il souligne qu'une grande partie du travail de coordination, par exemple la participation du personnel aux réunions des autres organisations internationales et la diffusion générale d'informations liées à la métrologie, pourrait aussi être effectuée par les laboratoires nationaux de métrologie. Il recommande d'examiner avec soin les ressources intellectuelles pour optimiser les activités de coordination.

M. Quinn est aussi de cet avis, ajoutant que des mises à disposition seraient très utiles dans un vaste domaine d'activités.

M. Luszyk note que les Comités consultatifs du CIPM sont des groupes jouant un rôle de conseil très important pour les États membres et les laboratoires nationaux de métrologie et il demande aux laboratoires nationaux de métrologie d'assumer la responsabilité des avis donnés par leurs représentants aux Comités consultatifs. Il recommande que les systèmes de management des laboratoires nationaux de métrologie assurent que les représentants à ces comités reçoivent des instructions claires et il conseille vivement aux délégués de s'assurer qu'ils représentent le point de vue de leur laboratoire.

M. Bordé résume la discussion, disant que pour que le BIPM puisse continuer à vivre et fonctionner, même dans un rôle de coordination, il doit avoir une crédibilité scientifique dans les domaines de la physique et de la chimie et y maintenir une activité dans certains domaines très précis au plus haut niveau.

Ce point ne faisant pas l'objet d'autre discussion, M. Quinn donne ensuite lecture du projet de résolution J.

13 Rapport sur la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle

M. Quinn dit qu'il y a maintenant presque 500 comparaisons clés enregistrées dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Ceci représente une énorme quantité de travail, mais semble le seul moyen de démontrer un accord quantitatif entre tous les étalons nationaux. Les résultats jusqu'à présent ont montré en général un très bon accord entre les étalons de mesure des principaux pays industrialisés. Les comparaisons ont été effectuées de manière claire et transparente et trois ou quatre séries de résultats sont soumis chaque semaine.

Une grande quantité de travail a été consacrée à la mise en œuvre de l'annexe C, qui contient actuellement plus de 15 000 CMCs. M. Quinn rend hommage à tous les membres du personnel des laboratoires nationaux de métrologie qui ont contribué aux comparaisons clés et il remercie en particulier ceux qui ont participé aux examens régionaux.

Deux problèmes ont été constatés : *i*) une analyse statistique trop détaillée a parfois conduit à des retards injustifiés ; et *ii*) il y a parfois eu un manque de communication entre les régions qui ont entraîné des retards dans le traitement des CMCs. Il attire l'attention sur la récente décision du Comité international d'établir des groupes de travail afin de discuter des CMCs, mais il dit que dans l'ensemble le système fonctionne bien.

À plus long terme, les comparaisons clés devront être renouvelées et cela demande une vigilance permanente pour que les CMCs publiées dans l'annexe C restent à jour et qu'elles soient étayées par des comparaisons clés.

Le prochain défi est de faire la publicité de l'Arrangement du CIPM et de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés aux agences de réglementation, d'accréditation et aux milieux de l'industrie. Il demande aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de vendre ce produit car c'est un outil remarquable pour ceux qui veulent l'utiliser. Il mentionne brièvement

la suggestion de M. Schwitz de la recommander aux gouvernements ; il est proposé de modifier en ce sens le projet de résolution F.

Cette présentation ne faisant l'objet d'aucune question, M. Quinn donne ensuite lecture du projet de résolution F.

M. Ono suggère d'insérer une phrase supplémentaire après le point « notant » pour souligner la crédibilité du MRA étayée par les comparaisons clés et l'examen par les pairs des laboratoires nationaux de métrologie de manière transparente. M. Valdés attire l'attention sur la rédaction et sur le point 7.3 de l'Arrangement. M. Kovalevsky suggère d'utiliser à la place une phrase générale sur les Systèmes Qualité.

M. Bement remarque qu'il est particulièrement important de promouvoir l'Arrangement du CIPM auprès des organismes de réglementation, d'accréditation et de normalisation. Il suggère d'ajouter une autre phrase sous le point « invite » pour demander de concerter les efforts afin de rendre le MRA aussi inclusif que possible. M. Šafarik suggère de supprimer les mots « organismes législatifs », soulignant qu'ils sont déjà inclus dans la description « organismes de réglementation ».

M. Hengstberger demande de mettre en évidence la notion de réciprocité, suggérant d'ajouter le mot « mutuelle » après « acceptation » dans le texte.

M. Sacconi se demande si le terme laboratoires « nommés » pourrait être utilisé à la place de laboratoires « désignés ». M. Quinn dit qu'il comprend le problème mais souligne que le terme « laboratoires désignés » est défini dans le texte de l'Arrangement ; il hésite à utiliser un langage différent. M. Sacconi note que le terme de laboratoires « nommés » est aussi utilisé dans le MRA, en liaison avec la participation aux comparaisons clés, et il encourage à renforcer cette interprétation.

M. Issaev suggère que la Résolution devrait mentionner l'importance de l'Arrangement du CIPM pour le commerce et en particulier pour l'Organisation mondiale du commerce.

M. de Leer note qu'un projet de loi est en cours d'introduction aux Pays-Bas, qui mentionne explicitement l'Arrangement du CIPM. Mais, comme l'Arrangement est signé par les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie il n'est peut-être pas suffisant pour les besoins légaux nationaux. Il suggère d'ajouter « notant que le MRA a le soutien total de tous nos gouvernements ». M. Quinn répond que cette proposition est similaire à celle faite par M. Schwitz, et il souligne que dans les « Points essentiels » et dans le « Préambule » à l'Arrangement du CIPM il est écrit que le directeur signe le MRA avec l'approbation des autorités officielles (gouvernementales et autres) de son propre pays.

M. Schwitz est ensuite invité à présenter sa proposition, mentionnée précédemment par M. Quinn. Il présente ses félicitations pour le MRA du CIPM, le qualifiant de plus important point de référence dans le domaine de la métrologie internationale depuis la signature de la Convention du Mètre en 1875. Il souligne qu'il permet le passage de la reconnaissance d'un système à la reconnaissance des étalons et des aptitudes des laboratoires. C'est un projet éminent, mondial et permanent, qui demande énormément d'efforts, de moyens et d'engagement à tous les niveaux. L'Arrangement du CIPM a déjà eu un impact important dans la communauté de la métrologie, en permettant la vérification des aptitudes des laboratoires, avec des bénéfices immédiats pour nos systèmes de mesure. Il souligne toutefois qu'il n'a reçu à ce jour qu'une modeste reconnaissance au niveau politique et législatif ; nous avons maintenant atteint le stade où il est important de le promouvoir.

M. Schwitz suggère qu'il serait utile de modifier le projet de résolution F en demandant au Comité international de préparer une déclaration officielle sur l'approbation du MRA et de l'infrastructure globale pour la reconnaissance mutuelle des CMCs, qui devrait être envoyée, au nom de la Conférence générale, pour signature aux gouvernements des États membres. Cela devrait les encourager à utiliser le MRA du CIPM et à s'y référer dans la législation nationale, quand cela est approprié, et dans les accords commerciaux bi- ou multilatéraux.

M. Quinn rappelle à la Conférence que le nom d'« Accord » de reconnaissance mutuelle avait été changé en « Arrangement » de reconnaissance mutuelle (MRA), parce que le Comité international avait été prévenu qu'il serait difficile de faire signer un « accord ». Il est bien sûr favorable à recommander l'Arrangement du CIPM à tous les gouvernements, mais il est moins sûr qu'il faudrait leur demander de signer quoi que ce soit. Il demande aux délégués à la Conférence générale et aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de réfléchir à la meilleure manière de promouvoir le MRA auprès des utilisateurs.

M. Bennett et M. Schwitz pensent qu'il serait logique que la Conférence générale demande au Comité international de discuter de cette question et de présenter un rapport sur la manière d'encourager les gouvernements à utiliser l'Arrangement du CIPM, disant qu'il est important de conserver le dynamisme de l'Arrangement.

M. Bement pose une question générale sur la signification du mot « clé ». Il rappelle aux délégués que l'intention initiale de l'Arrangement était de démontrer la traçabilité au SI. On peut se demander si nous ne sommes pas allés bien au-delà, vers un système de plus grande envergure. Ce système a peut-être généré des effets plus importants que prévu à l'origine.

M. Göbel remarque que bien que M. Quinn ait demandé aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de promouvoir l'Arrangement du CIPM, la Conférence générale est un lieu approprié pour y préparer le monde politique.

M. Carneiro demande aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie de coordonner leurs efforts pour promouvoir le MRA, suggérant que le Comité international pourrait y apporter son soutien. Il souligne qu'il est important de faire connaître clairement les avantages du MRA au monde extérieur et suggère que le CIPM produise des matériaux promotionnels à distribuer dans chaque pays.

M. Luszyk considère qu'une Résolution de la Conférence générale aurait plus de poids politique qu'une Recommandation ou tout autre document du Comité international. M. Schwitz est d'accord mais dit qu'il est trop long d'attendre encore quatre ans.

Enfin, il est décidé qu'un petit groupe, composé de délégués du Japon, des Pays-Bas, de la République tchèque et de Suisse révisera le projet de texte et présentera une nouvelle version du projet de résolution F le jeudi 16 octobre au matin.

M. Schwitz remercie la Conférence générale pour les améliorations qui ont été apportées à la version révisée, en particulier à la version F2. M. Énard attire l'attention sur un problème de traduction à la 5^e puce du « notant ». M. Quinn dit qu'il faudra revoir le texte et demande de faire toujours référence au MRA comme au MRA du CIPM, pour le distinguer des autres arrangements de reconnaissance mutuelle.

Pendant le vote le 17 octobre, le projet de résolution révisé F2 est adopté à l'unanimité comme Résolution 6 (*voir* page 165).

M. Quinn donne ensuite lecture du projet de résolution G. Après une brève discussion, il est décidé de changer le terme « gouvernements » dans le premier paragraphe à puce du « recommande » en « autorités appropriées ».

Quand le projet de résolution G2 est présenté le jeudi 16 octobre, il est signalé que l'équivalent français de « facilities » est « moyens » plutôt qu'« équipements » et que dans le texte anglais les termes « calibration results » devraient remplacer celui de « calibrations » à la dernière puce. Le texte révisé G3 est adopté à l'unanimité le vendredi 17 octobre comme Résolution 7 (voir page 166).

M. Quinn donne ensuite lecture du projet de résolution N.

■ Relations entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes nationaux d'accréditation

Projet de résolution N

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- le rôle pivot joué par les laboratoires nationaux de métrologie afin de promouvoir l'accréditation des services d'étalonnage et, dans certains pays, des laboratoires d'essais pour satisfaire les demandes croissantes d'étalonnages des étalons de mesure et des instruments assurant la traçabilité au Système international d'unités (SI), demandes auxquelles les laboratoires nationaux de métrologie n'ont plus les moyens de répondre directement,
- le caractère fondamental d'une coopération technique étroite entre le personnel des laboratoires nationaux de métrologie et celui des organismes nationaux d'accréditation,
- l'importance primordiale pour le client d'être assuré que la procédure d'accréditation des laboratoires d'étalonnage et d'essais est effectuée avec les compétences techniques requises,
- la tendance récente à une stricte séparation entre les activités des laboratoires nationaux de métrologie et celles des organismes nationaux d'accréditation, au nom de l'impartialité, de l'indépendance et de l'intégrité de ces derniers,
- le danger évident qu'une telle séparation pourrait avoir pour les compétences techniques des organismes nationaux d'accréditation, et par conséquent, pour l'accréditation des laboratoires d'étalonnage et d'essais,
- que la détermination et la mise en œuvre des politiques nationales concernant la métrologie et les systèmes d'accréditation nationaux sont en dernière instance de la responsabilité des Gouvernements nationaux,
- que dans certains pays le laboratoire national de métrologie est responsable de l'organisme national d'accréditation, et que dans d'autres ces deux organismes sont regroupés dans une seule institution,

soulignant l'importance d'une politique équitable et uniforme à l'égard des systèmes métrologiques et d'accréditation, petits ou grands, dans toutes les régions du monde,

reconnaisant l'importance de l'harmonisation mondiale de ces politiques,

accueille favorablement le protocole d'accord entre le Comité international des poids et mesures (CIPM) et l'International Laboratory Accreditation Conference (ILAC) conclu récemment,

demande à toutes les organisations chargées de l'accréditation de reconnaître que les laboratoires nationaux de métrologie et les laboratoires d'étalonnage accrédités assurent ensemble la traçabilité au SI et donc la fiabilité des mesures pour l'économie et la société toutes entières et travaillent ensemble étroitement,

recommande que

- les Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre s'assurent qu'une relation appropriée existe entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes nationaux d'accréditation,
- cette relation stimule la collaboration en matière de traçabilité des mesures et assure que des actions efficaces et complémentaires soient entreprises dans le cadre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et de celui de l'ILAC.

M. Squirell (ILAC) dit qu'il est très favorable à une Résolution à ce sujet pour garantir les compétences techniques. Il est conscient que certains laboratoires nationaux de métrologie sont préoccupés d'une restructuration éventuelle à la lumière de la norme ISO/CEI 17001 (sur l'impartialité). Il rappelle aux délégués que cette norme est toujours à l'état de projet, car elle n'a pas encore fait l'objet d'un consensus. On fera circuler le projet final après la prochaine réunion de l'ISO CASCO, fin octobre 2004 ; il pousse donc tous les membres à faire des commentaires sur cet important document. Il rassure les délégués : l'ILAC n'appliquera pas la nouvelle norme avant janvier 2006 et dit qu'il y aura une période de mise en place. Le point clé est qu'il faut être impartial dans la procédure de prise de décision. Revenant au projet de résolution N, il note que certains pays ont plusieurs organismes d'accréditation et souligne qu'un laboratoire national de métrologie entièrement responsable d'un organisme d'accréditation national est peu susceptible de répondre aux nouvelles demandes. Il rappelle que l'ILAC ne pousse pas à séparer davantage les laboratoires nationaux de métrologie des organismes d'accréditation au niveau national et reconnaît l'importance de renforcer les liens entre les laboratoires nationaux de métrologie, mais en conformité avec les normes de l'ISO.

Il est décidé que la communauté de la métrologie doit préciser clairement qu'un étalonnage n'est pas considéré comme une évaluation de la conformité.

M. Göbel apporte tout son soutien au projet de résolution N et souligne que le projet de norme ISO/CEI 17001 interdit les contacts entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes d'accréditation reconnus au niveau national. Cela va trop loin, dit-il !

M. Schwitz suggère que la Résolution indique comment interpréter les propositions de l'ISO et de la CEI. Il souligne que les laboratoires nationaux de métrologie sont responsables de leur système de mesure national, qui comprend aussi les activités des organismes d'accréditation. Il est bien évidemment important que métrologistes et accréditeurs collaborent étroitement.

M. Issaev (Féd. de Russie) rappelle à la Conférence que les documents de l'ISO n'ont pas force de loi. En Russie, on constate une forte résistance à la notion selon laquelle l'étalonnage fait partie de l'évaluation de la conformité. Il donne l'argument que le MRA du CIPM a plus de poids car il prescrit que les certificats d'étalonnage doivent être reconnus.

M. de Leer se demande si la discussion n'a pas été menée à l'initiative des organismes d'accréditation et souligne que le texte ne s'applique pas à la situation aux Pays-Bas et dans de nombreux autres pays, dans lesquels le laboratoire national de métrologie et l'organisme d'accréditation au niveau national sont totalement séparés. Il recommande aussi que la phrase « laboratoires d'étalonnage compétents » soit utilisée sous « demande » en accord avec la norme ISO/CEI 17025. En réponse au premier point, M. Göbel note que dans d'autres pays, comme l'Allemagne, il n'y a aucune séparation entre les deux, mais des mesures appropriées ont été prises pour éviter les conflits d'intérêt internes.

M. Inglis (Australie) signale que cette question peut créer de sérieux dommages aux infrastructures métrologiques. Il suppose que le BIPM a eu son mot à dire sur la norme ISO/CEI et pousse le Comité international à intervenir au nom des États membres avant la réunion de l'ISO CASCO qui doit se tenir à la fin du mois d'octobre 2003. M. Quinn répond qu'en fait le BIPM n'a pas été entièrement informé. Bien que le BIPM ait le statut d'organisme de liaison de catégorie A à l'ISO CASCO et qu'il reçoive tous les documents de l'ISO CASCO, il n'a pas eu de contact officiel avec ses groupes de travail. Ce sont les laboratoires nationaux de métrologie qui ont alerté le BIPM sur ce problème et M. Quinn a écrit au secrétaire général de l'ISO pour éclaircir la situation. En réponse, le BIPM a été invité à assister à la réunion de l'ISO CASCO fin octobre et M. Kaarls y représentera le BIPM. M. Quinn conclut qu'il n'est pas possible pour le BIPM de suivre toutes les activités de l'ISO et il est décidé que les laboratoires nationaux de métrologie doivent rester en contact étroit avec leur représentant à l'ISO CASCO.

La présentation du projet de résolution N2 suscite une discussion animée. M. Bement exprime le soutien du gouvernement des États-Unis à la Résolution, mais soumet une liste de cinq demandes de changement. En ce qui concerne la première puce du « considérant », il suggère que la phrase « auxquelles les laboratoires nationaux de métrologie n'ont plus les moyens de répondre directement » devrait être supprimée, parce qu'elle suppose une prise de décision commune qui n'a pas été établie ; ce n'est pas vrai pour tous les laboratoires nationaux de métrologie. Là où le texte fait référence aux organismes d'accréditation au niveau national il suggère qu'ils devraient être appelés « organismes d'accréditation reconnus au niveau national ». Il suggère de changer au quatrième paragraphe à puce « la tendance récente à une stricte séparation » en « la tendance récente à demander une stricte séparation », disant que c'est une question de politique plutôt qu'une tendance naturelle. Au sixième paragraphe à puce, il souligne qu'une fois que l'on a décidé que ces systèmes sont en dernière instance de la responsabilité des gouvernements nationaux, les phrases du « soulignant » et « reconnaissant » sont sans objet. Il suggère soit d'éliminer ces deux phrases, soit de changer le mot « politique » en « pratique » ; ce dernier terme rendra ainsi la Résolution cohérente avec les documents de l'ILAC. Enfin, au septième paragraphe à puce, il recommande de changer la phrase en « la relation entre le laboratoire national de métrologie et l'organisme d'accréditation au niveau national varie d'un pays à l'autre ; l'organisme d'accréditation reconnu au niveau national peut faire partie du laboratoire national de métrologie, il peut être sous la responsabilité du laboratoire national de métrologie, ou en être complètement séparé ».

M. Jacobescu (Roumanie) soutient les suggestions de M. Bement et demande d'insérer un autre commentaire disant que la Conférence générale ne considère pas l'étalonnage comme une activité d'évaluation de la conformité.

M. Schwitz et M. de Leer expriment aussi leur soutien aux suggestions de M. Bement. M. de Leer oriente ensuite la discussion sur la phrase « demande », soulignant qu'elle stipule ici que les laboratoires nationaux de métrologie et les laboratoires d'étalonnage accrédités « fournissent ensemble l'accès indispensable à la traçabilité au SI », alors qu'en fait la norme

ISO/CEI 17025 ne demande pas que les laboratoires d'étalonnage soient accrédités ; il est suffisant que le laboratoire d'étalonnage soit compétent. Il propose donc de changer le terme d'« étalonnage » en « compétent ».

M. Kaarls et M. Schwitz pensent que la Résolution doit conserver le terme « accrédité » sans exclure les autres laboratoires. M. Göbel souligne que l'usage des mots « accrédités et compétents » serait cohérent avec la norme ISO/CEI 17025. M. Inglis pose la question « Que signifie le terme 'compétent' » ?

M. Bennett fait ensuite trois commentaires. Concernant la discussion précédente, il suggère de modifier la phrase en « ... fournissent ensemble **un** accès indispensable » afin de conserver la référence aux laboratoires d'accréditation tout en reconnaissant qu'il peut y en avoir d'autres. Il ajoute sa voix au soutien exprimé aux changements proposés par M. Bement. Enfin, après le « soulignant » il suggère d'utiliser le mot « harmonisé » plutôt qu'« uniforme ».

Il est décidé de réviser le projet de texte à la lumière de ces discussions ; le projet de résolution N3 est adopté à l'unanimité comme Résolution 11 (*voir* page 170).

14 Rapport sur l'admission d'Associés à la Conférence générale

M. Quinn donne lecture du projet de résolution D.

Il remarque que cette Résolution reflète un certain nombre de commentaires qui ont déjà été faits pendant la Conférence. Une des initiatives déjà prise a été d'adresser une lettre à 51 États qui ne sont encore ni membres ni Associés. Cette lettre a été envoyée en 2003 ; elle figure aussi sur le site Web du BIPM. Elle contient une compilation utile des avantages du statut de membre de la Convention du Mètre et d'Associé à la Conférence générale.

M. Quinn informe la Conférence qu'il a été contacté par un représentant de CARIMET au sujet de la possibilité que CARICOM devienne une entité associée à la Conférence générale. Le Comité international a discuté lors de sa 92^e session en octobre 2003 de cette demande et le Comité est d'accord pour interpréter le terme « entité économique » de manière à englober la notion de coopération économique régionale officielle. M. Quinn propose de calculer pour CARICOM une cotisation globale pondérée, ce qui permettrait à une quinzaine de petits États de participer au MRA du CIPM, alors que cela leur serait impossible individuellement. Il demande à la Conférence générale d'approuver cette procédure.

M. Bement exprime son soutien total à cette proposition et accueille favorablement cet esprit global.

M. Tse note que Hong Kong (Chine) est devenu en 2000 le premier Associé à la Conférence générale. Mais l'augmentation significative de sa souscription en 2002 représente une lourde charge et Hong Kong (Chine) considère que le niveau d'origine était déjà trop élevé. M. Quinn explique comment les souscriptions sont calculées. La Conférence générale vote la dotation globale du BIPM pour la prochaine période de quatre ans. Cette somme est répartie entre les États membres à partir du barème des quotes-parts de l'organisation des Nations unies. La contribution minimale d'un État membre est d'environ 0,5 % de la dotation. Pour les Associés à la Conférence générale, le calcul est aussi basé sur le barème des Nations unies mais la souscription minimale est 0,05 % de la dotation. Comme il n'y a pas de quote-part fixée par les

Nations unies pour Hong Kong (Chine), le pourcentage de répartition applicable à Hong Kong (Chine) pour calculer sa souscription est calculé par référence au pourcentage de répartition de la Chine au prorata de leur produit national brut respectif. En cas de changement de la quote-part de la Chine établie par les Nations unies ou de modification des produits nationaux bruts respectifs de la Chine et de Hong Kong (Chine), sur lesquels le BIPM n'a aucun contrôle, il en résulte une modification de la souscription de Hong Kong (Chine).

M. Zahwi (Égypte) demande au BIPM de maintenir ses activités traditionnelles comme la photométrie et la radiométrie ou les longueurs, ou de subventionner des services de remplacement si les services d'étalonnage du BIPM sont supprimés. Il signale qu'autrement le statut de membre ou d'Associé ne procurera aucun avantage aux pays en voie de développement.

M. Quinn assure à M. Zahwi que le CIPM est bien conscient que ces activités bénéficient aux États les plus petits et aux pays en voie de développement, mais il répète qu'il n'y a pas d'autre alternative que de cesser ces services pour équilibrer le budget du BIPM. Il ajoute qu'il a essayé de négocier des tarifs spéciaux avec certains laboratoires nationaux de métrologie, sans succès. Il rappelle aux délégués que le BIPM offrira bientôt de nouveaux services d'étalonnage en chimie et les pays en voie de développement, ou développés, bénéficieront de manière substantielle de cette activité.

15 Rapports des présidents des Comités consultatifs

15.1 Comité consultatif des longueurs

M. Myung Sai Chung, président du Comité consultatif des longueurs (CCL), présente le rapport suivant :

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCL.

La 10^e session du CCL s'est tenue au BIPM les 19 et 20 septembre 2001. Les progrès récents dans la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et les activités des deux groupes de travail du CCL, sur la métrologie dimensionnelle et sur la mise en pratique, ont été présentés.

Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle (WGDM) s'est réuni tous les ans depuis 1996 :

Réunion du WGDM	Date	Lieu	Liste des documents	Ordre du jour	Liste des participants	Rapport du président	Rapport
1 ^{re}	21-10-1996	TUD (Danemark)	[/96-22b]	[/96-10a]	[/96-10b]	[/96-10e]	[/96-22b]
2 ^e	15-09-1997	BIPM (Sèvres)	[/97-18a]	[/97-18]	[/97-19]	[/97-20]	[/97-30]
3 ^e	19-07-1998	SPIE (San Diego)	[/98-10]	[/98-11]	[/98-12]	[/98-13]	[/98-43]
4 ^e	21/22-09-1999	BIPM (Sèvres)	[/99-20]	[/99-21]	[/99-22]	[/99-23]	[/99-60]
5 ^e	19/20-09-2000	BIPM (Sèvres)	[/00-20]	[/00-21]	[/00-22]	[/00-23]	[/00-54]
6 ^e	17/18-09-2001	BIPM (Sèvres)	[/01-20]	[/01-21]	[/01-22]	[/01-23]	[/01-50]
7 ^e	17/18-09-2002	BIPM (Sèvres)	[/02-]	[/02-21]	[/02-]	[/02-23]	[/01-55]

Les codes figurant dans ce tableau se réfèrent aux documents du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle, c'est-à-dire à la liste des documents soumis à la réunion, au rapport du président et au rapport de la réunion publié *a posteriori*. Les rapports d'activité des représentants des groupes de travail régionaux, les rapports des présidents de chaque groupe de discussion et les rapports des laboratoires pilotes des comparaisons clés du CCL sont présentés lors de chaque réunion. Tous ces rapports sont répertoriés dans la liste des documents de chaque session ; ceux qui sont disponibles en format électronique sont archivés sur le site Web du BIPM et accessibles à partir du lien proposé dans la page des documents du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle.

En 1997, le CCL a approuvé six comparaisons clés dans le domaine de la métrologie dimensionnelle :

N°	Type	Laboratoire pilote	Date de début	Durée/ années
CCL-K1	Cales étalons	METAS (Suisse)	03-1998	1,5
CCL-K2	Règles	NPL (Royaume-Uni)	10-1999	1,5
CCL-K3	Étalons d'angle	CSIR (Afrique du Sud)	07-1998	1,5
CCL-K4	Étalons de diamètre	NIST (États-Unis)	09-1998	2
CCL-K5	Artefacts unidimensionnels pour CMM	PTB (Allemagne)	03-1998	2
CCL-K6	Artefacts bi-dimensionnels pour CMM	CENAM (Mexique)	01-2000	2

Chaque laboratoire pilote, parfois en collaboration avec un ou deux experts d'autres laboratoires nationaux de métrologie, prépare un protocole technique qui est approuvé par les participants et par le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle ; les protocoles peuvent être consultés sur le site Web du BIPM. Sauf pour la comparaison clé CCL-K1, la date de début et/ou la durée des comparaisons ont été retardées ou prolongées. Il est en général très difficile de respecter les délais prévus, car certains participants ont des problèmes d'équipements pendant leurs mesures, et parfois il y a des retards très importants pendant le transport, notamment pendant les procédures douanières. Voici l'état d'avancement des comparaisons clés :

	CCL-K1	CCL-K2	CCL-K3	CCL-K4	CCL-K5	CCL-K6
Date de début prévisionnelle	09-1997	10-1997	01-1999	01-1999	01-1998	04-2000
Début de la circulation des étalons	03-1998	09-1999	07-2002	11-2000	04-1999	12-2002
Fin de la circulation	09-1999	08-2001	-2003	12-2002	11-2001	12-2002
Projet A de rapport	09-1999	09-2001	-2003	-2003	04-2003	09-2003
Projet B de rapport	01-2001	02-2003	-2003	-2003	06-2003	-2003
Publication dans l'annexe B	08-2001	09-2003	-2004	-2004	11-2003	-2004

Les dates en grisé sont des estimations. On peut voir que la première série de comparaisons est presque terminée. Les comparaisons clés CCL-K1 et -K2 sont terminées. L'annexe B donne des informations plus détaillées sur chaque comparaison ainsi que la liste des participants.

Des problèmes ont été constatés dans plusieurs comparaisons lors de la procédure d'entrée-sortie des artefacts de la Fédération de Russie, les procédures douanières n'étant pas claires. Lors de la 6^e réunion du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle, les délégués de l'Institut de métrologie D.I. Mendéléev (VNIIM, Féd. de Russie) ont proposé de faire circuler les étalons dans la région de la Cooperation in Metrology among the Central European Countries (COOMET) à la fin de toutes les comparaisons clés en cours, et que les mesures soient précédées d'une étude pilote, au cas où les étalons seraient bloqués indéfiniment ou endommagés. De plus le VNIIM et le Russian Research Institute for Metrological Service (VNIIMS, Féd. de Russie) collaboreront étroitement avec les laboratoires pilotes pour s'assurer que les documents douaniers sont correctement remplis à l'entrée et à la sortie du territoire. Le VNIIM et le VNIIMS envisagent d'informer les autorités douanières afin que cette situation s'améliore et qu'il ne soit plus nécessaire de prendre des précautions spéciales pour les comparaisons futures.

Plusieurs décisions ont été prises lors de la dernière session du CCL concernant la comparaison clé en cours BIPM.L-K10 de lasers à He-Ne asservis sur l'iode à 633 nm :

- Le CCL approuve les résultats de la comparaison clé BIPM.L-K10.
- La valeur de référence de la comparaison clé est la valeur du laser BIPM4.
- Le CCL approuve le degré d'équivalence de chaque laboratoire par rapport à la valeur de référence, mais pas les degrés d'équivalences entre deux laboratoires.

Aucune nouvelle comparaison clé n'a été proposée au CCL pour approbation.

Le CCL, lors de sa 10^e session, a approuvé les recommandations suivantes du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle :

- 1) Formalités douanières pour les artefacts des comparaisons clés du CCL : le CCL recommande que chaque membre du CCL, répondant à l'invitation de participer à une comparaison clé, fournisse toutes les informations relatives aux formalités nécessaires au passage en douane au président du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle et aux laboratoires pilotes, ainsi que les coordonnées détaillées de la personne à contacter dans chaque laboratoire national de métrologie au sujet des formalités douanières.
- 2) Étude NANO4 (pas de réseau), approbation à titre provisoire pour l'annexe B : compte tenu que le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle a examiné et approuvé les résultats préliminaires de l'étude NANO4 sur les pas de réseaux, le CCL recommande que, lorsque le rapport final sera prêt, les résultats de l'étude NANO4 soient approuvés officiellement et publiés à titre provisoire dans l'annexe B de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, à condition que tous les participants soient d'accord.

Pour relier numériquement les résultats des comparaisons du CIPM et des comparaisons régionales, le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle doit déterminer la différence des résultats de chaque participant commun aux deux comparaisons. Le problème est que nous pensons que ces différences n'ont pas de signification scientifique. Nous sommes d'accord que les résultats récents montrent que certains laboratoires se sont comportés d'une manière similaire et ont mesuré des valeurs cohérentes plus longues ou plus courtes dans les deux comparaisons. Ces constatations peuvent être prises en compte par le comité d'experts lors de l'examen des deux comparaisons. Il est quelquefois possible d'identifier les raisons de tels écarts. Par exemple, un écart de longueur indique souvent une erreur dans les mesures de température. Il serait normal de rectifier immédiatement cette erreur. L'intégrer dans les comparaisons futures en tant qu'écart par rapport à la valeur de référence ajouterait une incertitude inutile (*voir*

l'annexe C sur les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires nationaux de métrologie de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés pour toute discussion ultérieure sur ce point).

Le Supplément technique du MRA mentionne la vérification des principales techniques et méthodes utilisées pour réaliser l'unité de longueur du SI, comme les différents lasers asservis sur l'iode, dont les écarts peuvent être dus à la conception de la cavité laser ou à la méthode spécifique employée. Dans ce cas, les différences par rapport à la valeur de référence de la comparaison clé sont durables et peuvent être mesurées et prises en compte. Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle a identifié des techniques clés qui sont bien trop éloignées de la réalisation de l'unité du SI pour être influencées de manière significative par elle. Peut-être des comparaisons supplémentaires seraient-elles mieux adaptées dans ce domaine, la notion de valeur de référence de la comparaison clé étant bien sûr inappropriée dans ce cas. Cette question a été discutée lors de la réunion du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle et lors de la 11^e session du CCL.

Bien que la classification des services pour l'annexe C ne relève pas de la compétence directe du CCL, il n'en reste pas moins que les membres du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle sont membres de comités régionaux dans le domaine des longueurs ; les réunions du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle sont une opportunité commode pour en discuter. Les réunions de ces trois dernières années ont duré deux jours, le premier jour étant consacré aux questions relatives à l'annexe C. Une des grandes difficultés au début était la nécessité d'exprimer à l'aide d'une même terminologie les services de mesures et d'étalonnages de tous les pays, de manière à pouvoir comparer les services similaires offerts par différents pays. De même que le VIM, un document d'harmonisation était nécessaire pour cataloguer les différents types de mesures dimensionnelles offerts en tant que services – une sorte de VIM pour la métrologie dimensionnelle – connu sous le nom de DimVIM. Le DimVIM organise les services dimensionnels en classes principales (comme les étalons à bouts, les règles, les étalons d'angles) et en sous-classes, puis en types spécifiques d'instruments ou de jauges, et il nomme les mesurandes qui se rapportent à chacun. La liste a été discutée et peaufinée par le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle afin d'élaborer un vocabulaire, admis par tous, de termes anglais servant à décrire les services offerts par un pays. Un autre défi consistait à harmoniser les entrées de chaque service dans le fichier Excel de format pré-établi, pour l'annexe C. Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle a rédigé un guide avec des instructions détaillées, que chaque pays doit utiliser pour établir sa liste de CMCs. Des consignes brèves et un exemple complètent les documents du DimVIM. Un collègue du Centro Español de Metrología (CEM, Espagne) a entrepris de traduire le DimVIM en espagnol, pour aider les pays du Sistema Interamericano de Metrología (SIM) à préparer les documents en anglais, car les déclarations doivent être faites uniquement en anglais. Ces efforts ont pour résultat un degré d'harmonisation très élevé des CMCs soumises dans le domaine des longueurs par tous les pays de toutes les régions, ce qui accélère beaucoup la procédure d'examen au niveau régional et inter-régional.

Le DimVIM, qui est consultable sur le site Web du BIPM, ne cesse d'évoluer et s'est révélé être un document de base utile pour les organisations qui ne sont pas membres du Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle et qui souhaitent établir leur propre liste de services. D'autres groupes de travail des Comités consultatifs ont suivi notre démarche et ont établi leur propre vocabulaire, trouvant cette approche très efficace pour l'examen des CMCs.

Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle continue à s'intéresser à la nanotechnologie et aux programmes que les laboratoires nationaux de métrologie ont démarré

récemment dans ce domaine. Une des questions futures pour le groupe de travail, et pour le CCL, est d'examiner les besoins pour des activités dans le domaine de la nanométrie au niveau international.

Depuis la session du CCL de 1997 le Groupe de travail sur la mise en pratique s'est réuni trois fois : lors de la CPEM 98 à Washington (États-Unis) et au BIPM, en décembre 2000 et le 18 septembre 2001, juste avant la session du CCL. La réunion de décembre 2000 était particulièrement importante, car elle avait principalement pour but d'initier la procédure d'examen des implications de la nouvelle technologie émergente des peignes, qui a un impact majeur sur les mesures absolues de fréquence des étalons optiques de fréquence. Cette technologie semble maintenant capable de relier les mesures dans les domaines micro-onde et optique avec une exactitude élevée, et de manière plus efficace qu'avec les chaînes de fréquence utilisées ces dernières années. Elle a des implications majeures dans trois domaines :

- 1) Elle facilite les mesures des étalons de fréquence et de longueur d'onde dans le domaine optique et dans le proche infrarouge.
- 2) Il devient sérieusement possible que les étalons de fréquence optique de hautes performances servent de référence pour les signaux de fréquence micro-ondes, la liaison étant assurée par la technologie des peignes à couverture large. Les implications pour la suite sont l'utilisation potentielle d'étalons optiques comme représentations secondaires de la définition de la seconde du SI.
- 3) La méthodologie utilisée pour les comparaisons internationales d'étalons de lasers et de fréquences optiques pouvant évoluer, la mise au point de petits systèmes expérimentaux à peigne à impulsions femtosecondes pour mesurer des lasers asservis et des références de fréquences optiques à atomes refroidis et à ions conduit à penser que le BIPM devrait adapter son système à peigne pour le rendre transportable. Un tel système pourrait être utilisé pour mesurer des références optiques dans divers laboratoires de métrologie, et/ou le comparer directement avec le système à impulsions femtosecondes du laboratoire en question. Cette approche permettrait d'obtenir de meilleurs résultats qu'avec les comparaisons de lasers asservis effectuées dans le cadre de la comparaison clé de laser, mais elle ne permet pas de faire des comparaisons avec des lasers classiques hétérodynes.

Après la réunion du Groupe de travail sur la mise en pratique en 2000, le groupe s'est réuni juste avant la 10^e session du CCL en 2001, afin de préparer des propositions à soumettre au CCL pour prendre en compte les nouvelles mesures des radiations recommandées actuelles ou potentielles effectuées avec la technologie des peignes. À la suite de cette réunion, six propositions ont été faites au CCL. Elles sont résumées aux quatre points suivants :

- Il est suggéré de changer le nom du groupe sur la « mise en pratique », pour tenir compte des applications dans les domaines de la spectroscopie, des télécommunications et du temps, en plus de celles liées à la métrologie dimensionnelle.
- Les recherches dans le domaine de la technologie des peignes à impulsions femtosecondes doivent être encouragées afin de bien comprendre et d'étendre cette technique au niveau d'exactitude le plus élevé et pour des applications simples.
- Il est proposé d'ajouter à la liste des radiations recommandées de nouvelles valeurs de radiations d'atomes refroidis et d'ions dont la fréquence est mesurée avec une exactitude élevée, de mettre à jour les valeurs actuelles des radiations d'atomes refroidis et d'ions ou de cuves à gaz, et d'ajouter de nouvelles radiations de cuves à gaz pour le domaine des télécommunications optiques.

- Le transfert de certaines radiations asservies sur l'iode sur la liste secondaire est aussi proposé, lorsqu'une amélioration future des valeurs mesurées est peu probable.

Le CCL a approuvé ces propositions. De plus, la création d'un futur groupe de travail commun au CCL et au Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF) a été examinée ; il serait chargé d'étudier la relation entre certaines radiations recommandées dans la « Mise en pratique de la définition du mètre » et leur utilisation potentielle comme représentations secondaires de la seconde. M. Quinn a posé cette question aux délégués du CCTF et du CCL, pour connaître leur point de vue avant la session du CIPM. Ce groupe s'est réuni juste avant la 11^e session du CCL.

En ce qui concerne les activités futures du BIPM, le CCL soutient les expériences sur la nouvelle technique des peignes à impulsions femtosecondes dans le but d'utiliser ces nouveaux étalons de fréquence pour les comparaisons internationales. Des comparaisons futures fondées sur ces étalons devront être organisées pour succéder aux comparaisons classiques de lasers à He-Ne à 633 nm. L'organisation d'une comparaison de lasers à Nd:YAG à 532 nm sera aussi examinée par le BIPM.

Les deux groupes de travail auront de nouveaux membres : l'Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME, Turquie) participera au Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle ; le Český Metrologický Institut (CMI, Rép. tchèque), l'Istituto di Metrologia G. Colonnetti (IMGC, Italie), le Centre for Metrology and Accreditation (MIKES, Finlande), le NMI (Pays-Bas) et l'UME participeront au Groupe de travail sur la mise en pratique.

La 11^e session du CCL a eu lieu en septembre 2003 au BIPM. »

Il donne ensuite lecture du projet de résolution H.

M. Bordé remercie M. Chung et demande s'il y a des commentaires.

En réponse à une question de M. Luszyk, M. Chung dit qu'il a été décidé de renouveler les comparaisons clés du CCL tous les sept ans.

M. Sacconi (Italie) exprime ses regrets en ce qui concerne la fermeture prévue de la section des longueurs du BIPM. Il mentionne que les travaux sur les peignes de fréquence à impulsions femtosecondes sont d'actualité et attire l'attention sur le fait que dix laboratoires seulement seront capables d'offrir de tels services. Il demande de maintenir des activités dans des domaines choisis, s'appuyant sur la Recommandation 1 de la 11^e session du CCL (2003) qui demande au Comité international de réexaminer le projet de fermeture, en recommandant de prendre au sérieux le point de vue du CCL, qui regroupe les experts du domaine.

M. Bement exprime le soutien des États-Unis au projet de résolution H et aux activités du CCL. Il propose d'ajouter les mots « et micro-ondes » au « recommande ».

M. Bordé commente que les diverses fréquences optiques et micro-ondes n'offrent pas toutes le même niveau d'exactitude pour la mise en pratique de la définition du mètre ; il exprime des réserves sur le fait de les mettre au même niveau. M. Quinn ne partage pas son inquiétude, notant que la seconde est définie au moyen de l'atome de césium, alors que la fréquence choisie pour une réalisation particulière du mètre dépend des applications. La « Mise en pratique » inclut délibérément une variété de méthodes différentes adaptées à différents domaines.

M. Bordé accepte cet argument, mais dit que, pour rester à la pointe dans le domaine du temps, il faut choisir les fréquences réalisées avec les meilleures exactitudes afin d'obtenir les meilleures horloges. Il attire l'attention sur l'étalon au calcium mis au point par le NIST qui l'exploite à la

fois comme horloge et pour la mise en pratique du mètre. Il pense comme M. Quinn que le Groupe de travail commun au CCL et au CCTF qui vient d'être établi a beaucoup à faire !

M. Göbel commente qu'il préfère le terme « étalon de fréquence optique » à celui d' « horloge ». Le projet de résolution ne fait l'objet d'aucun autre commentaire.

Un changement mineur est apporté au texte français de la première puce lors de la présentation du projet de résolution H2 le jeudi 16 octobre. Le texte révisé est dûment adopté le vendredi 17 octobre comme Résolution 8 (voir page 167)

15.2 Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées

M. Tanaka, président du Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM), présente le rapport suivant :

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCM.

Le CCM a tenu sa 8^e session en mai 2002. Ses activités principales comprennent l'aide à la coopération technique entre les laboratoires nationaux de métrologie membres, en vue de l'amélioration des étalons de mesure dans le monde et la mise en œuvre des comparaisons clés dans le cadre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM dans les domaines des masses et des grandeurs apparentées. Actuellement, dix groupes de travail sont engagés dans ces activités, en fonction de leur expertise technique. Ils organisent, par exemple, des réunions à leur convenance et invitent des spécialistes à en devenir membres ou observateurs. Ce sont les groupes de travail sur les étalons de masse, la masse volumique, la force, les hautes pressions, les moyennes pressions et les basses pressions, la constante d'Avogadro, la dureté, les mesures de débit de fluide et la gravimétrie. Le CCM a organisé deux réunions des présidents des groupes de travail, en octobre 2000 et en juin 2003, pour renforcer les liens entre les activités des groupes de travail, en particulier pour les comparaisons clés. Les délégués des principales organisations régionales de métrologie invités aux réunions du CCM l'aident à résoudre les problèmes techniques communs aux différentes régions. Le secrétariat, le président et le secrétaire exécutif du CCM coordonnent ces activités au nom des membres du CCM, en aidant les présidents des groupes de travail d'un point de vue administratif et en effectuant la liaison avec le BIPM et le CIPM.

Les améliorations récentes apportées au mode opératoire du CCM depuis la précédente Conférence générale concernent :

- l'établissement du Groupe de travail sur la dureté (établi en 2000 par le CIPM à la place de l'ancien groupe de travail *ad hoc*) et du Groupe de travail sur la gravimétrie (établi en 2002 par le CIPM) ;
- les réunions des présidents des groupes de travail : une première réunion s'est tenue en octobre 2000 au NPL (Royaume-Uni) et une deuxième en juin 2003 à Cavtat (Croatie) ;
- l'établissement d'un comité de coordination au sein du Groupe de travail sur la constante d'Avogadro par le CIPM en 2002 ;
- des changements de personnes : président du CCM, présidents des Groupes de travail sur les étalons de masse, la masse volumique, les hautes pressions, les moyennes pressions et les basses pressions.

Étalons de masse

Le Groupe de travail sur les étalons de masse s'est réuni en 2001 à Istanbul et en 2002 au BIPM.

Une des questions scientifiques relatives au comportement des kilogrammes prototypes est de déterminer si les changements de masse après nettoyage sont prévisibles. L'étalonnage au BIPM de prototypes en platine iridié appartenant aux laboratoires nationaux de métrologie après la troisième vérification périodique a permis d'effectuer une étude systématique des changements de masse. Cette étude, effectuée sur quatorze prototypes à des dates différentes après la troisième vérification, a mené à la conclusion que les changements de masse après nettoyage ne sont pas identiques pour tous les étalons et que l'augmentation de masse à court et à long terme après nettoyage n'est pas universelle. Il semble évident que le BIPM doit conserver un nombre suffisant d'étalons en platine iridié pour maintenir la stabilité de l'unité de masse entre les vérifications périodiques (ou jusqu'à ce qu'il existe une alternative satisfaisante à la définition actuelle du kilogramme).

Les études suivantes ont été effectuées par les laboratoires nationaux de métrologie, par le BIPM, et en collaboration entre différentes organisations :

- contamination superficielle et stabilité des étalons de masse (artefacts) : contrôle des changements moléculaires superficiels et de masse, au moyen de techniques moléculaires aussi sensibles que l'ellipsométrie, la spectrométrie de masse par désorption thermique, la spectroscopie photoélectronique aux rayons x, et la spectroscopie de masse d'ions secondaires par mesure de temps de vol, avec contrôle de la manipulation de surface au moyen de divers procédés de nettoyage ;
- techniques d'évaluation de l'état de rugosité de la surface des étalons de masse (artefacts), par diffusion de lumière et au moyen d'un profilomètre mécanique ;
- propriétés magnétiques des étalons de masse (artefacts) et interactions avec les balances, et comparaison spéciale des diverses techniques d'évaluation des propriétés magnétiques ;
- effets de la température et de la convection sur l'environnement d'étalonnage des masses, avec distribution initiale de la température et différence de masse volumique des artefacts ;
- détermination volumique des étalons de masse (artefacts) pour la correction de la poussée de l'air.

Le groupe de travail a entrepris cinq comparaisons clés du CIPM, dont l'état d'avancement est le suivant :

- Les comparaisons CCM.M-K1 (1 kg), CCM.M-K2 (multiples et sous-multiples) et CCM.M-K3 (50 kg) sont terminées, les projets B de rapport ont été approuvés et les rapports finaux devraient l'être prochainement.
- Le travail préparatoire de la comparaison CCM.M-K4 (1 kg) est en cours. Les vérifications de la stabilité des étalons voyageurs se sont achevées en 2002. Les étalons voyageurs devraient circuler en 2003.
- Les mesures de la comparaison CCM.M-K5 (multiples et sous-multiples) sont terminées.

Le groupe de travail confirme le programme futur de comparaisons clés du CIPM et leur périodicité. L'état d'avancement des comparaisons clés des organisations régionales de métrologie a été présenté par leurs délégués et discuté par le groupe de travail.

Masse volumique

Le Groupe de travail sur la masse volumique s'est réuni en 2002 au BIPM. Les laboratoires nationaux de métrologie ont présenté leurs travaux de recherche.

La table recommandée sur la masse volumique de l'eau de mer de référence (Standard Mean Ocean Water, SMOW) est dérivée de quatre résultats expérimentaux de laboratoires nationaux de métrologie publiés au cours de la dernière décennie. L'analyse des résultats a été réalisée par le Groupe de travail sur la table de la masse volumique de l'eau ; elle a été approuvée par le Groupe de travail sur la masse volumique et par le CIPM et publiée dans *Metrologia* en 2001 (38(4), 301-309). La table donne les corrections pour la pression, la teneur isotopique et la dissociation de l'air avec une incertitude d'environ $0,8 \times 10^{-6}$ en valeur relative pour le domaine de température couvert. La table sera largement utilisée pour les mesures de volume, pour les sciences des matériaux et la métrologie de précision, par exemple pour déterminer le volume des étalons de masse (artefacts) et pour la métrologie des rayonnements ionisants.

Les activités de recherche du BIPM et de la PTB (Allemagne), sur la masse volumique précise de l'air ont donné une incertitude relative plus faible, de 7×10^{-6} , en utilisant la méthode des artefacts plutôt que par celle déterminant les corrections liées aux conditions d'environnement selon la formule recommandée par le CIPM, avec un écart relatif de l'ordre de 1×10^{-4} entre les deux. Cet écart peut être en partie attribué à la différence entre les deux valeurs attribuées à la concentration d'argon dans l'air, c'est-à-dire $9,17 \times 10^{-4}$ et $9,34 \times 10^{-4}$.

Des progrès considérables dans les mesures absolue et relative de la masse volumique du mercure à 20 °C ont été présentés par la PTB, avec une incertitude courante de 3×10^{-6} en valeur relative pour les valeurs absolues. Ceci aura de nombreuses applications en manométrie de précision et pour la détermination des constantes fondamentales. Pour les mesures de masse volumique, la technologie employée utilise des corps en tantale pour les pesées hydrostatiques dans le mercure. La PTB a annoncé un programme d'aide éventuel aux autres laboratoires nationaux de métrologie.

Les autres activités de recherche présentées par les laboratoires nationaux de métrologie concernent la technologie des capteurs pour la masse volumique de l'air et la mesure de la masse volumique de l'air humide, et des recherches sur l'indice de réfraction de l'air.

Le groupe de travail a aussi mis en œuvre une comparaison clé du CIPM sur la masse volumique du silicium (CCM.D-K1) ; les étalonnages sont terminés et le projet A de rapport sera bientôt disponible. L'artefact en cristal de silicium est celui qui convient le mieux pour servir d'étalon primaire de masse volumique. Actuellement neuf laboratoires nationaux de métrologie possèdent un étalon national de masse volumique sphérique en silicium, mais quatre d'entre eux seulement sont capables d'effectuer des mesures absolues. Il a donc été décidé d'utiliser comme étalon de transfert pour la comparaison une sphère parfaite constituée d'un monocristal de silicium et ayant une masse proche de 1 kg et de comparer les techniques de pesée hydrostatique employées par les différents participants.

Le groupe de travail a préparé un programme futur de comparaisons clés du CIPM, sur la masse volumique de liquides (CCM.D-K2), d'étalons de masse (CCM.D-K3) et d'hydromètres (CCM.D-K4).

Les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie ont été présentées et discutées, ainsi que leur liaison aux comparaisons clés du CIPM ; elles ont été approuvées pour l'équivalence provisoire.

Force

Le Groupe de travail sur la force s'est réuni en 2001 au NIST (États-Unis). Les domaines de recherche actuels du groupe sont l'amélioration de la stabilité des capteurs de force, les étalons de mesure de couple, la métrologie dynamique des forces etc. ; ils sont réalisés par des laboratoires nationaux de métrologie seuls, ou en collaboration avec d'autres.

L'état d'avancement des comparaisons clés du CIPM mises en œuvre par le groupe de travail est le suivant : chaque comparaison clé consiste en un étalonnage d'une série de capteurs de force que l'on fait circuler avec des dispositifs électriques de lecture et de contrôle de l'humidité et de la température.

L'instabilité de l'étalon de transfert impose un programme de circulation en étoile, dans lequel le laboratoire pilote l'étalonne après que chaque participant ait réalisé les mesures.

- Les participants ont terminé les différentes étapes des étalonnages de la comparaison CCM.F-K1.a (à 5 kN et 10 kN) et CCM.F-K1.b (à 5 kN) ; les projets A de rapport ont été envoyés. Les discussions durant la réunion ont montré que les problèmes principaux rencontrés lors de ces comparaisons sont notamment la stabilité des étalons de transfert de force et l'évaluation des résultats pour le calcul des valeurs de référence des comparaisons clés. Les projets B seront envoyés en octobre 2003. Les caractéristiques du capteur telles que sa dépendance en fonction de la température, les valeurs de ses diverses composantes d'incertitude et sa dérive à court terme, doivent être fournies aux participants pour l'analyse, ainsi que la liste complète des composantes de l'incertitude.
- Les comparaisons clés CCM.F-K2.a (à 50 kN et 100 kN) et CCM.F-K2.b (à 50 kN), en préparation, débiteront en 2004.
- Les comparaisons clés CCM.F-K3.a (à 0,5 MN et 1 MN) et CCM.F-K3.b (à 0,5 MN) débiteront en 2004. Les étalons de transfert ont été choisis et le laboratoire pilote étudie leur stabilité.
- Les comparaisons clés CCM.F-K4.a (à 2 MN et 4 MN) et CCM.F-K4.b (à 2 MN) ont débuté ; la procédure de chargement et de déchargement est cruciale et doit être réglée après discussion.
- Les anciennes comparaisons clés CCM.F-K5 à -K22, toutes terminées, ont été approuvées pour l'équivalence provisoire.

Hautes pressions

Depuis la réunion du Groupe de travail sur les hautes pressions en mai 2002 au BIPM, les laboratoires nationaux de métrologie ont poursuivi leurs activités de recherche avec les objectifs suivants :

- amélioration des échelles de pression nationales ;
- étude et réalisation de nouveaux capteurs de pression, afin de les utiliser comme étalons de transfert pour des comparaisons ou pour des applications industrielles spécifiques ;
- acquisition de systèmes de mesure plus automatiques avec des capteurs dédiés pour l'acquisition des données et traitement informatisé en temps réel ;
- calculs théoriques utilisant des méthodes mathématiques plus sophistiquées (méthode des éléments finis, méthodes numérique et statistique), par exemple, pour des procédures de simulation ou pour des domaines importants tels que les distorsions élastiques des balances de pression faisant actuellement l'objet de recherches, qui donnent des résultats importants

et intéressants (permettant aussi d'effectuer des recherches sur de nouveaux problèmes qui n'ont pas été suffisamment étudiés par le passé, comme par exemple la détermination des constantes élastiques des matériaux utilisés pour chaque pièce de l'assemblage piston-cylindre).

Le groupe de travail a décidé des critères de choix des comparaisons clés du CIPM en fonction du milieu utilisé et du domaine de pression.

Les comparaisons clés d'étalonnage de gaz, en mode relatif, à des pressions pouvant atteindre 7 MPa, dans le cadre des comparaisons clés CCM.P-K1.a (entre 50 kPa et 1 MPa), CCM.P-K1.b (entre 50 kPa et 1 MPa) et CCM.P-K1.c (entre 80 kPa et 7 MPa), ont été terminées avec succès et approuvées pour l'équivalence ; leurs résultats sont publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. L'étalon de transfert constitué d'un assemblage piston-cylindre a été étalonné par les participants pour l'aire du piston, c'est-à-dire pour le rapport entre la masse multipliée par la pesanteur et divisée par la pression.

L'étalonnage de liquides, en mode relatif, à une pression pouvant atteindre 100 MPa, fera l'objet de la comparaison clé CCM.P-K7, entre 2003 et 2005. Cette comparaison particulière est destinée à répondre au besoin d'effectuer la liaison avec les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie et les comparaisons clés bilatérales en cours.

La comparaison clé CCM.P-K8 (milieu liquide, en mode relatif, entre 100 MPa et 500 MPa), dont les mesures sont terminées, a été choisie afin d'y intégrer les résultats obtenus lors de la comparaison de l'EUROMET de 1999.

Les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie ont été présentées et leurs liaisons aux comparaisons du CIPM ont été discutées. Le groupe de travail en a approuvé les résultats.

Moyennes pressions

Le Groupe de travail sur les moyennes pressions s'est réuni en mai 2002 au BIPM.

Les recherches effectuées par les laboratoires nationaux de métrologie portent notamment sur un nouveau manomètre et sur une balance de pression spécialement conçue pour les basses pressions.

Les comparaisons clés CCM.P-K2 et CCM.P-K6 (entre 10 kPa et 120 kPa en modes absolu et relatif) utilisent un assemblage piston-cylindre du BIPM. La phase d'étalonnage est terminée et les résultats ont été évalués pour la préparation des projets A de rapports. Les comparaisons ont rencontré divers problèmes, en particulier relatifs à la répétabilité de l'étalon de transfert et des différences dans le domaine de pression le plus bas entre les modes relatif et absolu. Les performances de l'assemblage piston-cylindre ont été vérifiées avant et pendant la comparaison ; elles ont mis en évidence une instabilité anormale, acceptable en pratique pour la poursuite de la comparaison clé. Un retard dans la circulation de l'étalon a été occasionné par la perte d'un carnet ; le projet A de rapport a cependant été discuté par les participants.

La comparaison clé CCM.P-K10 (entre 10 kPa et 140 kPa, en mode relatif), terminée en 1995, a été approuvée pour l'équivalence provisoire. Les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie ont été présentées et évaluées.

Basses pressions

Le Groupe de travail sur les basses pressions s'est réuni en mai 2002 au BIPM. Il a discuté des activités de recherche communes, telles que l'amélioration de la stabilité des étalons de transfert pour les basses pressions résultant de l'emploi de jauges à résonance en silicium, et la mise au point de jauges à rotor pour l'ultra-vide.

Le groupe de travail a entrepris les comparaisons clés suivantes du CIPM en utilisant des manomètres à basses pressions et à vide comme étalons de transfert :

- Les comparaisons clés CCM.P-K4 (entre 1 Pa et 1000 Pa, en mode absolu) et CCM.P-K5 (entre 1 Pa to 1000 Pa, en mode relatif) se sont achevées avec succès ; leurs résultats sont publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.
- La phase d'étalonnage de la comparaison clé CCM.P-K3 (entre 3 μ Pa et 9 mPa) est terminée et l'analyse des résultats est en cours. Pendant la circulation des trois jauges de transfert à ionisation, deux d'entre elles ont été endommagées mais celle qui subsiste et deux jauges à rotor ont été utilisées pour terminer la comparaison.
- La comparaison clé CCM.P-K9 (entre 0,1 mPa et 1000 mPa) a été approuvée pour l'équivalence provisoire et l'état d'avancement des comparaisons clés des organisations régionales de métrologie a été présenté et discuté.

Le choix des futures comparaisons clés du CIPM est discuté pour offrir une couverture exhaustive de tout le domaine de pression. Le groupe a conclu qu'elles devraient être partagées entre les différents groupes de travail sur les pressions. Enfin, il a été décidé que la prochaine comparaison clé consisterait à répéter la comparaison clé CCM.P-K9, puis de répéter chaque comparaison clé tous les dix ans dans le domaine des basses pressions.

Activités communes aux groupes de travail sur les pressions

Lors de cette réunion, qui s'est tenue en mai 2002 au BIPM, il a été discuté de la coordination du programme des comparaisons clés. Il a été conclu qu'une comparaison clé du CIPM dans le domaine des pressions tous les trois ans serait suffisante pour assurer l'équivalence étayant les CMCs une fois que les Systèmes Qualité pour les techniques similaires d'étalonnage seront établis dans tous les laboratoires nationaux de métrologie participants. La priorité pour les trois prochaines années sera donnée à la comparaison clé de hautes pressions CCM.P-K7.

Le programme futur de comparaisons clés comprend la répétition de CCM.P-K9, et les comparaisons clés CCM.P-K10, -K2 et -K6, et CCM.P-K11, -K7 et -K8, organisées, respectivement, par les groupes de travail sur les basses, moyennes et hautes pressions.*

Les groupes de travail sur les pressions organisent périodiquement dans le cadre du CCM des conférences sur la métrologie des pressions. La troisième d'entre elles a eu lieu en 1999 à l'IMGC (Italie), afin de faciliter la collaboration entre les laboratoires nationaux de métrologie dans la recherche et les activités techniques. La quatrième conférence, organisée par le NPL (Royaume-Uni), devrait avoir lieu en 2005.

* Depuis la réunion, la comparaison clé CCM.P-K10 est terminée. Les mesures de la comparaison clé CCM.P-K8 sont terminées ; celles des comparaisons clés CCM.P-K2 et -K6 sont en cours.

La constante d'Avogadro et la redéfinition éventuelle du kilogramme

Le Groupe de travail sur la constante d'Avogadro s'est réuni en 2000 à Sydney (Australie), en 2001 au NMIJ (Japon), en 2002 à Ottawa (Canada), et en 2003 au BIPM. La détermination de la constante d'Avogadro est un des moyens prometteurs pour redéfinir l'étalon de masse. L'hypothèse sous-jacente est que la masse d'une sphère en cristal de silicium de 1 kg peut fournir la masse d'un atome de silicium en comptant le nombre d'atomes de la sphère par la mesure du volume de la maille du réseau et du volume de la sphère au moyen d'un étalon de longueur cohérent. En fait, le rapport entre la masse molaire du silicium et la masse de l'atome de silicium, ainsi mesuré, définit la constante d'Avogadro, ce qui en pratique implique des mesures de précision de la masse volumique macroscopique d'une sphère de silicium, de l'espacement du réseau du cristal et de la masse molaire moyenne de la sphère.

Par dessus tout, l'incertitude de mesure de la masse molaire dans les déterminations de la constante d'Avogadro au moyen de silicium naturel est à la limite des possibilités techniques et constitue la contribution la plus élevée à l'incertitude totale. Les nouveaux résultats de N_A , obtenus grâce à la collaboration des membres, donnent une incertitude de mesure située entre 2×10^{-7} et 3×10^{-7} en valeur relative. Les résultats présentent des différences pouvant atteindre $\pm 5 \times 10^{-7}$ par rapport à la valeur moyenne, mais tous les résultats sont inférieurs de 1×10^{-6} à la valeur recommandée par CODATA, qui est dérivée des constantes fondamentales par ajustement.

Les détails des techniques de mesure de la masse volumique et de l'espacement du réseau de silicium, l'évaluation quantitative de la composition chimique et des imperfections du cristal et de la surface de la sphère ont donné lieu à des discussions fondées sur les résultats des comparaisons pour identifier les limites pratiques de chaque technique.

Outre le silicium naturel, le ^{28}Si enrichi d'une pureté de 99,99 % aurait le potentiel de faire reculer la limite critique de l'incertitude-type des mesures de la masse molaire à une valeur relative prometteuse inférieure à 5×10^{-8} . Il faudrait un laboratoire national de métrologie capable d'enrichir une quantité de silicium suffisante en pratique ; les recherches actuelles montrent qu'il est possible de faire pousser et de déterminer les caractéristiques d'un petit cristal de ^{28}Si enrichi à 99,93 %.

Les discussions tenues lors de la dernière session du CCM et de la session de 2001 du CIPM, qui ont apporté leur soutien à ce concept, ont montré que les problèmes de ressources rencontrés par les membres du groupe de travail doivent être pris en compte dans l'organisation du projet ; la transparence dans sa mise en pratique restera importante pour les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie. Compte tenu de ces considérations, le CIPM a décidé d'établir un comité de coordination sur l'expérience de la constante d'Avogadro composé des délégués des laboratoires nationaux de métrologie spécialement intéressés. La première réunion de ce comité a eu lieu juste après celle du groupe de travail.

Coordination internationale sur la constante d'Avogadro

Lors de la première réunion, un programme de travail et une structure organisationnelle ont été établis, ainsi que le rôle de laboratoires pilotes joué par les laboratoires participants. Cette coopération présuppose la disponibilité de matériau enrichi (^{28}Si enrichi à 99,985 % au minimum). Certains laboratoires russes ont dit disposer d'une technique leur permettant d'enrichir le ^{28}Si à 99,99 %, mais la traçabilité aux étalons des mesures chimiques et isotopiques effectuées à ce jour sur les échantillons n'est pas établie. La contamination isotopique due au

silicium naturel est un problème sérieux à tous les stades, en particulier quand cette contamination n'est pas uniforme. Les problèmes financiers associés à la production du matériau ont été discutés.

Une autre méthode pour déterminer la constante d'Avogadro est en cours d'expérimentation à la PTB.

L'expérience sur « l'accumulation d'ions » a été utilisée pour la première fois pour mesurer la masse d'un atome d'or de manière traçable au kilogramme. L'incertitude relative est de 1,5 % et l'écart par rapport à la valeur publiée dans les publications scientifiques est de 0,6 %. Compte tenu du faible courant d'ions d'environ 10 μA disponible lors des mesures, et de l'utilisation d'un cristal de quartz oscillant comme balance, ce résultat est le meilleur que l'on puisse espérer obtenir. Avec une nouvelle source d'ions au bismuth (achetée en 2002), on peut espérer obtenir un courant d'ions de 10 mA ou plus et une réduction considérable de l'incertitude.

Dureté

Le Groupe de travail sur la dureté s'est réuni en septembre 2001 à l'IMGC et en mai 2002 à Rio de Janeiro (Brésil).

Le travail technique auquel le groupe de travail a collaboré comprend une étude pilote sur les pénétrateurs de Rockwell à tête de diamant, des études sur la possibilité d'une définition commune des échelles de dureté de Rockwell pour les laboratoires nationaux de métrologie, et des études sur la détermination de l'incertitude des mesures de dureté.

Compte tenu de l'état actuel des connaissances, il ne semble pas possible de prédire les performances d'un pénétrateur à tête de diamant par mesure directe de la géométrie. L'étude mentionnée ci-dessus a pour but de résoudre ce problème.

La définition actuelle de l'échelle de dureté de Rockwell donnée par l'ISO limite l'amélioration de l'incertitude des étalonnages dans les laboratoires nationaux de métrologie. Par exemple, les paramètres ayant une influence sur les essais de dureté ne sont pas bien identifiés et un certain nombre d'entre eux n'ont pas de fondement métrologique. Un nouveau document, intitulé *Guidelines on the estimation of uncertainty in hardness measurements*, a été publié par l'European co-operation for Accreditation (EA 10/16) en octobre 2001.

Les comparaisons clés et supplémentaires suivantes du CIPM ont été mises en œuvre par le groupe de travail :

- Les comparaisons supplémentaires CCM.H-S1.a (échelle de dureté C de Rockwell), -S1.b (échelle de dureté A de Rockwell), -S1.c (échelle de dureté D de Rockwell), -S1.d (échelle de dureté 15N de Rockwell), -S1.e (échelle de dureté 30N de Rockwell) et -S1.f (échelle de dureté 45N de Rockwell) en sont au stade du projet A de rapport et visent à unifier les échelles de dureté de Rockwell. Soixante-quatorze blocs d'essai de dureté fabriqués pour les besoins spécifiques des comparaisons ont circulé et ont été étalonnés par les participants. Les pénétrateurs coniques à tête de diamant utilisés pour effectuer des mesures de dureté ont un effet significatif sur les résultats de mesure. L'unification demande des laboratoires une bonne répétabilité, exprimée par l'écart-type des mesures. Pour l'échelle de dureté de Rockwell la plus importante, HRC, six laboratoires ont obtenu une répétabilité adéquate. Pour cette échelle, les mesures effectuées par sept laboratoires sont en accord à $\pm 0,3$ HRC en utilisant un pénétrateur commun, mais seulement quatre laboratoires sont en accord en utilisant leur propre pénétrateur.

- Les comparaisons clés CCM.H-K1.a (0,2 HV), -K1.b (1 HV) et -K1.c (30 HV) de l'échelle de dureté de Vickers utilisent trois séries de blocs de référence pour les trois échelles de dureté, à 240 HV, 540 HV et 840 HV. La préparation des projets B de rapports est en cours.
- La comparaison clé CCM.H-K2 sur l'échelle de dureté de Brinell est en cours.
- Une étude pilote est envisagée pour l'échelle de dureté de Martens.

Mesures de débit de fluides

Le Groupe de travail sur les mesures de débit de fluides s'est réuni en juin 2000 à Salvador (Brésil), en avril 2001 à Istanbul (Turquie), en avril 2002 à Arlington (États-Unis), et en mai 2003 à Groningen (Pays-Bas).

En dépit de leur brève expérience en ce qui concerne les activités du CIPM, la longue histoire et les compétences des laboratoires nationaux de métrologie membres, étayées par leurs communications aux organismes académiques ou de l'industrie sur les mesures de débit de fluides, et les discussions très intensives lors des récentes réunions, les ont conduits au consensus nécessaire à la mise à œuvre de comparaisons clés dans le cadre du MRA du CIPM.

Les comparaisons clés du CIPM ont été choisies de manière à couvrir six domaines différents de la métrologie des mesures de débit de fluides : débit de l'eau, débit d'hydrocarbures liquides, vitesse d'écoulement de l'air, volume de liquides, débit de gaz à haute pression et à basse pression. Les comparaisons clés CCM.FF-K1, -K2, -K3, -K4, -K5.a, -K5.b et -K6 en sont à l'étape préparatoire ; les protocoles de certaines d'entre elles seront bientôt prêts.

Comme tous les laboratoires nationaux de métrologie intéressés par la reconnaissance de leur service d'étalonnage national dans le cadre du MRA sont invités à en être membres, le groupe de travail peut discuter de questions diverses d'un point de vue international et régional, ce qui conduit automatiquement à l'élaboration du concept de comparaisons clés combinées. Les comparaisons clés présentent des avantages reconnus pour relier les services régionaux aux services internationaux et permettent de partager des étalons de transfert très onéreux.

Il a cependant été décidé ultérieurement que le schéma de liaison idéal serait fondé sur un accord entre le Groupe de travail sur les mesures de débit de fluides et le comité technique du CCM sur les mesures de débit de fluides dans chaque domaine, à leur convenance, en particulier en ce qui concerne leur emploi du temps.

Les étalonnages dans le domaine des mesures de fluides demandent beaucoup de temps, font appel à un grand nombre de personnes et à des équipements nombreux, et il faut prendre grand soin en transportant l'étalon de transfert de grande taille et très coûteux. La distribution globale de l'infrastructure, ainsi que les demandes de l'industrie, rendent difficile la mise au point d'une comparaison clé du CIPM de type classique.

Les discussions lors des réunions ont porté sur l'évaluation statistique de la valeur de référence des comparaisons clés et leur incertitude, sur le calcul des degrés d'équivalence, la liste des composantes du bilan d'incertitude, le choix du domaine de débit de fluides, et l'évaluation de la stabilité de l'étalon de transfert.

Gravimétrie

La gravimétrie joue un rôle très important pour le domaine de métrologie couvert par le CCM ; elle s'applique à la dérivation des étalons de force et de pression. La reconnaissance mutuelle

des étalons nationaux de gravimétrie est acceptée pour les mesures industrielles et réglementaires. Le Groupe de travail sur la gravimétrie a été créé sur décision du CIPM en 2002 ; il comprenait à l'origine quinze membres spécialisés en gravimétrie. Le groupe de travail s'est d'abord réuni à l'European Center for Geodynamics and Seismology (Luxembourg) en 2002 ; il a discuté des résultats de la dernière comparaison internationale de gravimètres absolus (International Comparison of Absolute Gravimeters, ICAG-2001) effectuée sur le réseau gravimétrique du BIPM.

Cette comparaison, à laquelle ont participé dix-sept gravimètres relatifs et dix-sept gravimètres absolus, a permis de mesurer les liaisons entre cinq points du réseau gravimétrique du BIPM et d'étudier différentes méthodes de traitement des données, y compris en combinant des valeurs absolues et relatives. Les résultats finaux, publiés dans *Metrologia* [2002, 39(5)], ont montré que d'autres comparaisons devront être effectuées pour donner une valeur de référence bien définie, comme c'est le cas pour les autres comparaisons clés. L'accélération de la pesanteur a été déterminée sur un site du BIPM avec une incertitude de 5,5 μGal .

Le groupe de travail a aussi discuté de la méthode de traitement des données pour les comparaisons futures, de la mise au point des protocoles techniques, de l'organisation des comparaisons régionales, et d'un projet d'observation gravimétrique en continu au BIPM au moyen d'un gravimètre supraconducteur.

Réunion des présidents des groupes de travail

Les « Directives pour les comparaisons clés du CIPM » donnent aux groupes de travail techniques du CCM un rôle analogue à celui du groupe de travail sur les comparaisons clés des autres Comités consultatifs. La première réunion, qui s'est tenue en octobre 2000, avait pour but de coordonner les activités des différents groupes et a discuté des points suivants : le format proposé pour la publication des résultats des comparaisons clés et supplémentaires dans l'annexe B de la KCDB ; l'état d'avancement des comparaisons clés du CCM et des études pilotes ; les problèmes spécifiques à la rédaction des projets B de rapports ; le calcul des valeurs de référence des comparaisons clés et l'approbation des comparaisons clés pour l'annexe B ; les procédures administratives pour les futures comparaisons clés ; l'approbation des nouvelles comparaisons clés par le CCM ; l'approbation des résultats par le CCM pour l'annexe B ; les procédures pour les comparaisons clés bilatérales ; l'examen des comparaisons clés des organisations régionales de métrologie et l'état d'avancement des CMCs (annexe C de la KCDB). Lors de la deuxième réunion en juin 2003, ces sujets ont été discutés ainsi que les relations entre les comparaisons clés du CIPM et celles des organisations régionales de métrologie, comment elles peuvent étayer les CMCs, et le rôle nouveau du CCM pour faciliter cette coordination. »

M. Mills demande à M. Tanaka quelle incertitude on espère obtenir dans la détermination du kilogramme au moyen de la constante d'Avogadro. M. Tanaka pense que l'incertitude relative sera de l'ordre de 10^{-8} .

M. Bordé demande comment on obtiendra les cristaux de silicium. M. Tanaka dit qu'un certain nombre de laboratoires, pas uniquement des laboratoires nationaux de métrologie, collaborent à la production d'échantillons. C'est un domaine de haute technologie et de nombreuses techniques différentes sont utilisées pour déceler les imperfections. Les Russes produisent une sphère de ^{28}Si pure à 99,99 % qui sera prête dans les prochaines années. M. Göbel ajoute que

certains échantillons sont déjà disponibles avec un niveau de pureté de 99,985 %. Des monocristaux de ce niveau de pureté sont disponibles depuis un certain temps, mais la prochaine question est de savoir si la même technique peut être utilisée pour produire un cristal de 5 kg.

M. Bordé demande quelle stratégie a été utilisée pour mesurer la masse atomique du ^{28}Si , qui est intéressante pour la détermination de la constante de Planck, h . M. Göbel répond que seule la masse macroscopique est nécessaire pour l'expérience sur la constante d'Avogadro. M. Tanaka ajoute que les valeurs actuelles de la masse atomique sont fiables au niveau de 10^{-8} et M. Mills note que la masse atomique relative est connue au niveau de 10^{-9} .

M. Göbel demande ensuite si toutes les comparaisons clés dans le domaine de la force (CCM.F-K1 à CCM.F-K4) sont nécessaires. M. Tanaka explique que ces quatre comparaisons ont été choisies afin de couvrir un vaste domaine de forces, mesurées au moyen de différents dispositifs. Il rassure M. Göbel en disant que des efforts ont été faits pour réduire le nombre des comparaisons clés entreprises.

En réponse à une question de M. Šafárik, M. Tanaka dit que cinq comparaisons clés (CCM.FF-K1 à CCM.FF-K5) sont prévues dans le domaine du débit de fluides. Aucune n'a encore débuté.

15.3 Comité consultatif du temps et des fréquences

M. Leschiutta, président du Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF), présente le rapport suivant.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCTF sur la situation et l'état d'avancement des activités dans le domaine du temps et des fréquences depuis la précédente Conférence générale en 1999.

La Conférence générale accomplissant une mission internationale, je présenterai non seulement les activités organisées directement par le Bureau international, mais aussi les événements majeurs intervenus pendant cette période, ayant un impact direct ou indirect sur les activités du BIPM.

Ce rapport recouvre les domaines suivants : les activités du CCTF et les événements extérieurs organisés par le CCTF ; les progrès relatifs à la définition de la seconde ; les activités de recherche concernant l'établissement du Temps atomique international (TAI) ; les modifications éventuelles concernant le Temps universel coordonné (UTC) ; les comparaisons entre des horloges proches et distantes et les applications.

Les activités du CCTF et les événements extérieurs organisés par le CCTF

Pendant la période 1999-2003 le CCTF, avec l'aide de la section du temps du BIPM, a organisé deux réunions au BIPM en 1999 et en 2001. Leurs comptes rendus ont été publiés. La 15^e session du CCTF s'est tenue en juin 2001. Vingt-sept laboratoires nationaux étaient représentés à la 14^e session, en avril 1999, ainsi qu'un certain nombre d'organisations internationales. Ce nombre s'est accru à trente lors de la 15^e session. Ont participé à la 15^e session les membres du CCTF, trois observateurs et quatre organisations internationales, à savoir l'Union astronomique internationale (UAI), l'Union internationale des télécommunications (UIT), l'Union géodésique et géophysique internationale (UGGI) et l'Union radioscientifique internationale (URSI).

En juin 2001, Mme Patrizia Tavella, de l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (IEN, Italie) a remplacé M. Paul Pâquet de l'Observatoire Royal de Belgique (ORB, Belgique) à la présidence du Groupe de travail du CCTF sur le TAI. Le groupe de travail a organisé une réunion des laboratoires participant au TAI en juin 2001. Un sous-groupe de travail sur les algorithmes a été créé, Mme Tavella en est aussi responsable.

Lors de sa 15^e session, le CCTF a aussi créé le Groupe de travail sur les représentations secondaires de la seconde, commun au CCTF et au Comité consultatif des longueurs (CCL) ; il est composé de laboratoires actifs dans la mise en oeuvre d'étalons de fréquence.

La participation de plus en plus nombreuse aux réunions du CCTF est une preuve de la pertinence des activités et des initiatives prises par le BIPM, et en dernière instance par la Conférence générale, dans les domaines du temps et des fréquences.

Les progrès relatifs à la définition de la seconde

La définition actuelle de la seconde, adoptée par la Conférence générale dans les années 1960, est toujours valable et fait preuve de sa vitalité, en ce sens qu'elle a permis en moins d'un demi-siècle de passer d'une exactitude de 10^{-9} à 10^{-15} .

Les progrès les plus récents concernent les fontaines à césium. La recherche est très active en ce moment, comme le montre le tableau ci-dessous, qui présente les fontaines opérationnelles dont les résultats sont transmis au BIPM, ainsi que celles dont la mise en oeuvre est très avancée et celles en cours de mise au point.

Les fontaines atomiques dans le monde

Fontaines opérationnelles

- | | | |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | SYRTE FO1 (France) | $u_B = 1,0 \times 10^{-15}$ |
| 2. | SYRTE FO2 (France) | $u_B = 0,8 \times 10^{-15}$ |
| 3. | SYRTE FM (France) | $u_B = 0,8 \times 10^{-15}$ |
| 4. | NIST F1 (États-Unis) | $u_B = 0,7 \times 10^{-15}$ |
| 5. | PTB CSF1 (Allemagne) | $u_B = 0,9 \times 10^{-15}$ |
| 6. | IEN CSF1 (Italie) | $u_B = 1,8 \times 10^{-15}$ |
| 7. | USNO (États-Unis) : utilisée uniquement comme référence très stable | |

Fontaines dont la mise en oeuvre est avancée

- METAS (Suisse), fontaine fonctionnant en continu
- NPL (Royaume-Uni)
- NMIJ/AIST (Japon)

Fontaines en cours de mise au point

11. Italie (Politecnico di Torino)
12. Fédération de Russie
13. Brésil
14. Chine
15. République de Corée
16. Canada

Activités de recherche concernant l'établissement du Temps atomique international, TAI

Des activités de recherche sur l'amélioration des algorithmes actuellement utilisés pour le calcul des échelles de temps sont en cours au Bureau international et dans certains laboratoires, principalement pour améliorer la stabilité du TAI. Ainsi, une nouvelle méthode pour fixer la limite supérieure du poids relatif des horloges a été appliquée à l'algorithme de calcul du TAI par la section du temps du BIPM.

Des discussions fructueuses ont eu lieu lors du symposium international sur les échelles de temps, le quatrième de la série, qui s'est tenu au BIPM en mars 2002, et qui a été organisé par le BIPM, l'IEN et l'U.S. Naval Observatory (USNO, États-Unis). Un numéro spécial de *Metrologia* [2003, **40**(3)] lui a été consacré.

L'établissement des systèmes de référence est lié au TAI. Le CCTF collabore à cette activité avec le Service international de la rotation terrestre (IERS) de l'UAI. Les effets des corrections relativistes sont aussi à l'étude.

Modifications éventuelles concernant le Temps universel coordonné, UTC

Pendant la session du CCTF de 2001, la question du maintien de l'échelle de temps UTC a été évoquée.

L'UTC a été créé dans les années 1960-1970 par l'UIT, après une consultation approfondie auprès de nombreuses organisations internationales. Il répondait à un problème réel : comment concilier la stabilité de la seconde définie à partir de l'atome et la lente décroissance observée de la période de rotation de la Terre. La situation est maintenant totalement différente et la question se pose de la conservation d'une échelle de temps, qui n'est plus nécessaire, mais qui est enracinée dans la culture.

L'UIT a établi un groupe de travail spécial sur l'UTC, le « Special Rapporteur Group on UTC », auquel le BIPM participe. Ce groupe a organisé un colloque international à l'IEN en mai 2003. Aucune décision définitive n'a été prise, mais une proposition a été rédigée qui sera soumise à l'UIT.

L'UAI a aussi établi un groupe de travail sur l'UTC, avec la participation du BIPM. Ses membres ont participé au colloque sur l'UTC à l'IEN et ont approuvé la proposition à soumettre à l'UIT.

Les comparaisons entre des horloges proches et distantes

La recherche sur l'exactitude et la stabilité des fontaines à césium, en tant que sources de fréquence, et sur leurs applications aux échelles de temps, ne peut se faire sans des comparaisons fiables et exactes entre des laboratoires à distance ou à l'intérieur d'un laboratoire.

Des travaux importants dans ce domaine ont été réalisés à la section du temps du BIPM, à la fois directement, ou en organisant des séries de mesures, dans au moins quatre domaines d'activité :

- Les étalonnages de récepteurs du GPS, organisés par la section du temps du BIPM ; 50 % des récepteurs du GPS utilisés pour le TAI environ sont actuellement étalonnés.
- L'utilisation de récepteurs « géodésiques » pour les comparaisons de temps du TAI ; une campagne est menée avec succès depuis avril 2002 pour valider l'inclusion d'observations du GPS réalisées à deux fréquences dans le TAI.
- L'utilisation de routine de la « technique de comparaison de temps et de fréquences par aller et retour sur satellite » au moyen de satellites géostationnaires pour l'établissement du TAI.
- L'utilisation du code « précis » du GLONASS pour les comparaisons de temps.

Le BIPM et le Service international du GPS (International GPS Service, IGS) ont conclu un accord, dans le cadre initial d'un projet pilote commun sur les comparaisons de temps et de fréquences au moyen du GPS, qui est devenu un groupe de travail de l'IGS.

Applications

Un certain nombre d'applications techniques, comme la navigation par satellite et les communications numériques, utilisent couramment les technologies du temps et des fréquences avec des exigences en matière d'exactitude qui se situent à la limite des possibilités des laboratoires nationaux de métrologie.

Il est donc du devoir du CCTF de se tenir au courant de ces évolutions techniques, qui exigent des étalons de fréquence ou des échelles de temps exacts, de suivre les nouveaux besoins, et enfin d'élaborer des directives pour les activités futures. En voici quelques-unes : nouvelles horloges dans l'espace, échelles de temps et synchronisation dans l'espace, le projet Galileo, ou encore deux programmes utilisant des horloges atomiques dans l'espace menés en Europe et aux États-Unis.

Par exemple, l'Agence spatiale européenne a créé un groupe de travail pour étudier l'aspect temporel du projet Galileo, avec la participation du BIPM et de laboratoires nationaux de métrologie européens.

Activités connexes

Depuis janvier 2001, le BIPM est co-responsable avec l'USNO de l'IERS Conventions Product Centre, qui est chargé d'établir les normes et conventions dans les domaines de l'astrométrie et de la géodésie.

La métrologie du temps et des fréquences joue un rôle important dans le développement des sciences et des techniques. Ce rôle est avéré par les activités qui se déroulent dans la plupart des laboratoires nationaux de métrologie liés au BIPM et par l'augmentation du nombre de participants aux réunions du CCTF.

Les spécialistes de ce domaine de la métrologie et le BIPM doivent donc rester à l'écoute et suivre de près les progrès des sciences fondamentales et leurs applications les plus avancées. Pour citer un exemple, une réunion commune au CCL et au CCTF s'est tenue au BIPM en septembre 2003 afin d'étudier les éventuelles représentations secondaires de la seconde. »

Il finit en rappelant les remarques préliminaires de M. Bordé et prévoit qu'un jour le système d'unités tout entier pourra être fondé sur la seconde et sur quelques constantes fondamentales !

M. Bordé demande ensuite aux délégués s'ils ont des questions à poser.

M. Bement demande si le CCTF a étudié quelle sera l'exactitude limite dans les comparaisons de temps, en raison des effets de dispersion atmosphérique et autres. M. Leschiutta répond que l'exactitude et la stabilité des meilleures des nouvelles horloges sont déjà meilleures que la précision des méthodes actuelles de comparaison de temps. Une des activités majeures du BIPM et des autres laboratoires de temps est donc d'améliorer les méthodes de comparaison d'horloges et de transfert de temps. La mise au point d'horloges optiques portables constitue un domaine de travail très important ; placer de nouvelles horloges à bord de satellites en est un autre.

M. Bordé note qu'il y a en réalité deux manières d'améliorer les comparaisons d'horloges. Il attire l'attention sur la présence d'horloges à atomes refroidis à bord de la station spatiale internationale ; l'un des buts est de comparer les horloges sur Terre, au moyen de radiations micro-ondes. Il signale, en particulier, les projets ACES et PARKS. L'autre technique consiste à transporter un générateur de peigne portable associé à une bonne horloge. Il mentionne, en particulier, l'horloge PHARAO, qui a déjà été utilisée pour comparer des horloges à césium et à hydrogène à une transition optique à Munich.

Il attire ensuite l'attention sur l'importance de ce travail pour les études sur les constantes fondamentales, notant qu'en comparant différentes horloges (par exemple des horloges à césium et au rubidium, ou à césium et à hydrogène) à différents moments, il est possible de déterminer une limite de l'invariance temporelle de la constante de structure fine α .

M. Schwitz demande combien de fontaines à césium participent à l'élaboration du TAI. M. Leschiutta répond qu'en septembre 2003 quatre fontaines y contribuent de manière régulière ; les détails figurent dans la *Circulaire T* distribuée par la section du temps du BIPM. Il dit qu'il est très intéressé de voir la nouvelle approche en cours de mise au point et de vérification au METAS, fondée sur deux fontaines fonctionnant en continu. M. Schwitz confirme que les fontaines du METAS sont déjà opérationnelles et que l'on détermine leurs caractéristiques.

Enfin, M. Leschiutta revient sur l'exactitude ultime des fontaines et dit que, selon lui, leurs incertitudes seront de l'ordre de quelques 10^{-16} en valeur relative quand les problèmes tels que les effets du corps noir auront été résolus.

15.4 Comité consultatif d'électricité et magnétisme

M. Göbel, président du Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM), présente le rapport suivant :

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCEM.

Le CCEM s'est réuni deux fois depuis la vingt et unième Conférence générale en 1999. Il a discuté des questions relatives aux constantes fondamentales et au Système international d'unités, et notamment des travaux sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du Prototype international du kilogramme et l'état d'avancement de l'ajustement des valeurs des constantes fondamentales par la méthode des moindres carrés. Le CCEM s'est intéressé en particulier à l'amélioration de la connaissance de K_J et R_K , les constantes de Josephson et de von Klitzing. L'utilisation en métrologie de dispositifs à effet tunnel monoélectronique a aussi fait l'objet de discussions. Les méthodes utilisées dans les mesures exactes de la résistance de Hall quantifiée à des fréquences de l'ordre du kilohertz suscitent beaucoup d'intérêt actuellement. Les progrès dans ce domaine sont encouragés et suivis de près par le Groupe de travail du CCEM sur les mesures en courant alternatif de la résistance de Hall quantifiée. Le CCEM est aussi très intéressé par la mise au point et l'utilisation de réseaux de jonctions de Josephson programmables (biaisés en courant) à plateaux de tension constants de bien plus grande amplitude, et présentant donc une stabilité bien meilleure que celle des anciens réseaux de jonctions non biaisés. Le CCEM a étudié la disponibilité de ces deux types de réseaux et celle des dispositifs pour la mise en œuvre de l'effet Hall quantique. Les comparaisons clés en électricité et magnétisme sont d'une importance majeure pour le CCEM et elles font l'objet d'un examen détaillé, dans leur domaine respectif, par le Groupe de travail du CCEM pour les grandeurs aux basses fréquences et le Groupe de travail du CCEM pour les grandeurs aux radiofréquences. Ces groupes s'efforcent d'alléger au maximum la charge de travail que les comparaisons clés imposent aux laboratoires nationaux de métrologie en accélérant, d'une part, le déroulement des comparaisons clés et en maintenant leur nombre à un niveau raisonnable, d'autre part. Enfin, le CCEM a examiné les activités de la section d'électricité du BIPM.

Activités du CCEM dans le domaine de la métrologie scientifique

Le Groupe de travail du CCEM sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du Prototype international du kilogramme se réunit tous les ans. Même si, comme son nom semble l'indiquer, il s'intéresse principalement à l'utilisation de mesures électriques, il poursuit l'examen des activités de recherche utilisant d'autres méthodes. Il faut garder à l'esprit que, pour pouvoir contrôler la stabilité du Prototype international du kilogramme, l'incertitude relative sur une détermination indépendante de la masse du prototype doit être d'environ 1×10^{-8} au maximum.

L'incertitude relative sur l'expérience de lévitation de masses est actuellement d'environ 1×10^{-6} et on espère la réduire davantage à l'avenir. L'incertitude relative sur les mesures de la constante d'Avogadro à l'aide d'un objet en silicium a été réduite de 4×10^{-7} à moins de la moitié de cette valeur. Bien que la valeur de l'un des vingt-trois cristaux de silicium montre un décalage relatif de 3×10^{-6} par rapport aux autres, le Groupe de travail du CCEM sur la constante d'Avogadro a noté que les valeurs des autres cristaux étaient cohérentes et a décidé d'exclure le résultat aberrant. La raison de cette anomalie n'est pas claire.

En utilisant du silicium enrichi isotopiquement, les experts espèrent obtenir une incertitude relative de 5×10^{-8} sur les mesures de la masse molaire en 2005. La PTB (Allemagne) effectue une étude utilisant un spectromètre de masse afin d'accumuler une masse d'or par séparation ionique, qui puisse être connue en mesurant avec exactitude un courant de 0,1 mA. La PTB s'efforce actuellement d'augmenter le niveau du courant pour le porter à 30 mA ; en utilisant des atomes de bismuth, il serait possible d'accumuler une masse de 30 g en six jours. L'incertitude

relative serait alors inférieure à 1×10^{-6} . Des expériences sur la balance du watt sont en cours au NPL (Royaume-Uni), au NIST (États-Unis) et au METAS (Suisse). Un décalage des résultats de mesures de 3×10^{-7} en valeur relative est survenu au NPL en avril 2000 ; l'on pense qu'il est dû à une variation de l'angle du support de la balance. La balance a été réalignée et de nouvelles mesures sont en cours ; l'on espère obtenir une incertitude relative de 5×10^{-8} en 2003. Des modifications ont été apportées afin d'améliorer l'expérience de la balance du watt à l'aide d'une bobine mobile au NIST, puis d'essayer de répéter les résultats présentés en 1998, avec une incertitude relative de 9×10^{-8} . L'expérience de balance du watt du METAS, fondée sur une masse de 100 g et un appareil expérimental compact, offre une répétabilité de 6×10^{-7} en valeur relative. Les efforts sont actuellement concentrés sur la réduction de l'hystérésis de l'assemblage aimant-bobine. Une nouvelle expérience de balance du watt en est à l'étape ultime de conception au Laboratoire national d'essais du Bureau national de métrologie (BNM-LNE/LAMA, France). Enfin, le BIPM étudie différents projets de construction de balance du watt, dont un fondé sur un aimant permanent à température cryogénique.

Le CCEM suit régulièrement les progrès de la détermination des constantes de Josephson et de von Klitzing dans le cadre du SI, et leur cohérence avec les valeurs conventionnelles de ces constantes fondamentales, dénommées K_{J-90} et R_{K-90} , utilisées pour réaliser des étalons de référence de tension et de résistance stables et très reproductibles. Lors de sa vingt-deuxième session en septembre 2000, le CCEM avait noté que le dernier ajustement par CODATA des valeurs des constantes fondamentales par la méthode des moindres carrés indiquait que les valeurs assignées à K_{J-90} et R_{K-90} étaient encore largement cohérentes avec celles du SI. Il avait déclaré que l'incertitude relative d'un écart-type assignée à R_K en 1988 pouvait être réduite d'un facteur deux, à 1×10^{-7} . Lors de sa 89^e session en octobre 2000, le Comité international a approuvé la déclaration du CCEM. Lors de sa 23^e session en 2002, le CCEM a examiné à nouveau les valeurs et les incertitudes assignées à K_{J-90} et R_{K-90} , et a considéré qu'il était inutile de recommander d'autres changements. De manière analogue, le CCEM examine périodiquement la nécessité de réviser les *Technical Guidelines for Reliable Measurements of the Quantized Hall Resistance*, les *Directives* du CCEM pour la mesure de la résistance de Hall quantifiée, publiées en 1988. Après examen des résultats les plus récents publiés, concernant la quantification et les contacts imparfaits dans les dispositifs, les discussions se sont poursuivies avec des experts appartenant à la communauté métrologique ou autres. Ces études ont abouti à la révision des *Directives*. Les changements ont été approuvés et la version révisée a été publiée dans *Metrologia*.

Le CCEM continue à suivre les progrès de l'utilisation en métrologie des dispositifs à effet tunnel monoélectronique. Dans le cadre du projet COUNT de l'Union européenne, une pompe à électrons a généré des courants de 3,2 pA mesurés avec une incertitude relative de type A de 4×10^{-6} . La PTB a obtenu une incertitude relative de 1×10^{-4} sur la mesure du plateau actuel de son dispositif à onde acoustique de surface. Le NIST effectue des progrès constants dans la mise au point de pompes de paires de Cooper à sept jonctions et d'étalons de capacité dont on connaît la charge par comptage d'électrons.

Les activités du Groupe de travail du CCEM sur les mesures en courant alternatif de la résistance de Hall quantifiée témoignent du grand intérêt accordé dans le domaine de la métrologie en électricité à la mesure directe de la résistance de Hall quantifiée à une fréquence de l'ordre du kilohertz. En 2000, des experts du BIPM et du NPL ont déclaré des incertitudes relatives inférieures à 1×10^{-7} dans la définition et la mesure de la résistance de Hall à des fréquences de l'ordre du kilohertz en utilisant des électrodes à porte, et maintenant plusieurs laboratoires ont atteint ce niveau d'exactitude. Un des projets en cours du groupe est d'offrir la possibilité aux

experts des laboratoires participants (le METAS, le NRC et la PTB) de travailler en commun pendant plusieurs semaines dans un des laboratoires en vue de perfectionner les techniques de mesure et d'améliorer les dispositifs expérimentaux. La difficulté d'obtenir des incertitudes proches de celles déclarées pour les mesures de la résistance de Hall quantifiée en courant continu se reflète dans l'opinion exprimée par le groupe de travail, lequel considère qu'il est prématuré de proposer des directives pour les mesures de la résistance de Hall quantifiée en courant alternatif.

Les meilleurs étalons de référence primaires de tension sont actuellement réalisés avec des réseaux en série de dizaines de milliers de jonctions de Josephson quasiment identiques. La technologie courante utilise des jonctions faites d'une couche isolante mince séparant deux électrodes supraconductrices. En les irradiant à l'aide d'ondes aux fréquences millimétriques, chaque jonction peut générer une tension quantique continue dont la valeur dépend de la fréquence de l'irradiation et d'un nombre quantique représentant le nombre total de sauts de tension. Les caractéristiques courant-tension de ces jonctions montrent que dans un domaine de courant restreint, de l'ordre de $\pm 20 \mu\text{A}$, appliqué à la jonction, la tension de sortie reste constante ; si le courant dépasse cette valeur, la tension de sortie varie par une ou plusieurs valeurs de saut quantique. Même si cette caractéristique est très utile, parce qu'elle élimine la nécessité de biaiser les jonctions une par une, elle rend la tension de sortie du réseau instable en présence de faibles perturbations. Une autre technique a été mise au point au NIST et à la PTB pour produire des réseaux de jonctions capables de maintenir une tension constante dans un domaine de courant de plusieurs milliampères. Pour utiliser ces jonctions dans un étalon de tension, il faut appliquer un courant de polarisation, mais la tension de sortie résultante est très stable face à de faibles perturbations. En disposant ces jonctions en cellules contenant un certain nombre de jonctions croissant, par exemple, en séquence binaire, il est possible de synthétiser un vaste domaine de tensions, d'où le nom de « réseau programmable ». Cette technologie est déjà appliquée : des réseaux programmables servent de potentiomètres pour mesurer, par exemple, des rapports de résistance. Les progrès rapides dans ce domaine sont suivis par le CCEM.

Le CCEM s'efforce en particulier d'étudier la disponibilité d'échantillons de résistance de Hall quantifiée de qualité métrologique et de réseaux de jonctions de Josephson. Plusieurs laboratoires nationaux de métrologie réussissent à fabriquer de petites quantités de dispositifs à résistance de Hall quantifiée. Certains d'entre eux, produits en 1990 par une société commerciale française, sont encore disponibles auprès du BIPM. Le NRC a annoncé qu'il recherche des partenaires pour participer financièrement à un projet de fabrication de dispositifs de résistance de Hall quantifiée à des fins métrologiques.

Plusieurs laboratoires nationaux de métrologie produisent aussi des réseaux de jonctions de Josephson en petites quantités. Le NIST et la PTB ont transféré avec succès la technologie de fabrication des réseaux non biaisés avec des tensions de sortie pouvant atteindre 10 V et 1 V, respectivement, à des sociétés commerciales. Actuellement, le NIST, la PTB et le Centre for Metrology and Accreditation, Technical Research Centre of Finland (VTT, Finlande) ne produisent qu'un nombre très limité de réseaux programmables ; les deux derniers laboratoires peuvent mettre à disposition un nombre très restreint de réseaux programmables pour des projets de recherches en commun.

Comparaisons clés du CCEM

L'Arrangement du CIPM assigne un rôle majeur aux Comités consultatifs et le CCEM a effectué un effort considérable pour mettre en œuvre les activités liées au MRA. La préparation des listes

de CMCs des laboratoires nationaux de métrologie a bien progressé dans le domaine de l'électricité et du magnétisme. Une part importante de ce travail est consacrée à la préparation et à l'acceptation de la classification des services pour les CMCs du CCEM dans le domaine de l'électricité et du magnétisme. Le CCEM aide à coordonner le travail des organisations régionales de métrologie en invitant les présidents des comités techniques dans le domaine de l'électricité et du magnétisme à participer aux réunions du CCEM liées au MRA. Une réunion annuelle des présidents des comités techniques dans le domaine de l'électricité et du magnétisme précède les réunions du CCEM.

Le CCEM a toujours exprimé un grand intérêt pour les comparaisons internationales et met en œuvre un programme dynamique de comparaisons clés. Il a maintenant approuvé pour l'équivalence provisoire huit comparaisons clés du CCEM et des organisations régionales de métrologie pour les grandeurs en courant continu et aux basses fréquences, et dix-sept comparaisons de grandeurs aux hautes fréquences. Il a approuvé pour l'équivalence à part entière, avec publication des valeurs numériques dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, six comparaisons du CCEM et deux comparaisons des organisations régionales de métrologie pour des grandeurs en courant continu et aux basses fréquences. Il approuve aussi régulièrement les résultats des neuf comparaisons clés du BIPM en continu. Il faut mentionner qu'à deux occasions le CCEM a approuvé la liaison des résultats de comparaisons clés internationales du CCEM à ceux de comparaisons clés des organisations régionales de métrologie, une comparaison de mesures de capacité à 10 pF et une autre d'étalons en courant continu à 10 V. De telles liaisons apportent la preuve de la faisabilité de la procédure de liaison, jugée critique, prévue dans le MRA. Ces progrès sont le résultat d'efforts considérables. Les laboratoires pilotes responsables de préparer, de mettre en œuvre, de rédiger le rapport et de veiller à l'approbation des résultats par le CCEM doivent consacrer beaucoup de temps à cette tâche. Certains laboratoires de métrologie ont donc fait part de leur préoccupation quant à la charge de travail consacrée aux comparaisons clés. Le Groupe de travail du CCEM sur les comparaisons clés a examiné cette question avec soin et a noté que : 1) dans certains cas plusieurs comparaisons clés concernant les mêmes grandeurs sont menées en parallèle ; 2) les comparaisons qui ont commencé avant la préparation des « Directives pour les comparaisons clés du CIPM » ont des protocoles et des méthodes d'analyse inadaptés ; et 3) la procédure d'examen des rapports des comparaisons clés est trop compliquée. Le CCEM a accepté les propositions suivantes pour augmenter l'efficacité et réduire la charge de travail liée aux comparaisons clés : 1) insister pour bien préparer le protocole afin de définir clairement les buts et les attentes de chaque comparaison ; 2) réduire le nombre de participants ; 3) aider les auteurs à préparer leur rapport ; 4) simplifier la procédure d'examen ; 5) réviser le programme des comparaisons clés pour le limiter à huit domaines seulement pour les comparaisons clés en courant continu et aux basses fréquences et à sept dans le domaine des radiofréquences et 6) organiser une seule comparaison clé à la fois dans chacun de ces domaines. Des progrès ont déjà été effectués pour mettre en œuvre ces améliorations.

Au début d'une comparaison, un comité restreint est créé pour aider le responsable de la comparaison dans le laboratoire pilote. La première tâche de chaque comité est d'approuver le protocole de la comparaison. Le nombre des laboratoires nationaux de métrologie demandant à participer aux comparaisons clés du CCEM devrait diminuer maintenant que l'on a réussi à relier deux comparaisons clés internationales du CCEM à des comparaisons des organisations régionales de métrologie, démontrant ainsi qu'il n'est pas nécessaire qu'un laboratoire national de métrologie participe à une comparaison clé du CCEM pour que ses degrés d'équivalence soient publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Le CCEM prépare maintenant des documents de directives pour élaborer, mettre en œuvre, préparer le rapport et

approuver les comparaisons clés. La procédure d'acceptation des rapports a été accélérée par la création d'un site Web au BIPM, en accès restreint, servant à héberger les rapports des comparaisons afin qu'ils puissent être discutés sur Internet et approuvés en dehors des réunions annuelles des groupes de travail responsables.

Enfin, le Groupe de travail sur les comparaisons clés a été dissous et le CCEM a établi le Groupe de travail pour les grandeurs aux basses fréquences, et l'a rendu directement responsable auprès du CCEM, ainsi que le Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences, supprimant ainsi une étape intermédiaire dans la procédure d'approbation des résultats des comparaisons clés par le CCEM. Ces mesures ont reçu le soutien enthousiaste de tous les délégués du CCEM. Le directeur du BIPM s'est exprimé sur le fait que le traitement des rapports des comparaisons clés est souvent trop rigoureux et que l'on pourrait économiser beaucoup de temps en simplifiant l'analyse des résultats. Ce point de vue est partagé par un certain nombre de délégués du CCEM. »

Étant élu président désigné du Comité international, M. Göbel saisit cette dernière occasion qui lui est offerte, en qualité de président du CCEM, de remercier M. T.J. Witt (BIPM) pour son importante contribution aux activités du BIPM et comme secrétaire exécutif du CCEM. Enfin, il attire l'attention sur la version révisée des *Technical guidelines for reliable dc measurements of the quantized Hall resistance* publiés par MM. Delahaye et Jeckelmann dans *Metrologia*, 2003, **40**(5), 217-223.

M. Bordé demande quelles mesures sont nécessaires pour avoir pleinement confiance dans les expressions décrivant K_J et R_K en termes de e et h . M. Göbel répond que, pour la constante de Josephson, la théorie BCS et le dispositif de Josephson apportent la preuve de la relation $K_J = h/2e$. Pour l'effet Hall quantique, la situation est différente ; il n'y a pas de théorie concluante prouvant la relation $R_K = h/e^2$ et il reste nécessaire d'améliorer la réalisation de l'ohm du SI. Celle-ci est effectuée au moyen du condensateur calculable et il est donc important de réduire son incertitude. Troisièmement, bien sûr, la fermeture du triangle métrologique quantique pourrait être effectuée à un niveau proche de 1×10^{-8} en valeur relative.

M. Bordé remarque qu'il considère la constante de structure fine α comme la clé reliant les grandeurs électriques et magnétiques et encourage la poursuite des études sur cette constante et sur le condensateur calculable. M. Göbel est du même avis et ajoute que la PTB étudie aussi activement cette constante et sa stabilité.

15.5 Comité consultatif de thermométrie

M. Quinn exprime les regrets de M. Ugur, président du Comité consultatif de thermométrie (CCT) qui, pour des raisons indépendantes de sa volonté, ne peut assister à la Conférence et présenter son rapport.

Au nom de M. Ugur, M. Quinn attire l'attention sur le rapport imprimé du CCT et présente un historique du Comité. Il commence par souligner que la thermométrie est une des toutes premières activités que la Convention du Mètre ait confiées au BIPM, parce que la longueur de la règle métrique variait en fonction de la température. Il note aussi que la toute première échelle internationale de température, l'Échelle normale de l'hydrogène, a été élaborée au BIPM.

Dans la première décennie du 20^e siècle, les « grands laboratoires » (la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, PTR, le National Physical Laboratory, NPL, et le National Bureau of Standards,

NBS) avaient discuté de la manière de donner à la thermométrie un fondement physique et international solide. Lors de la 5^e Conférence générale en 1913, il avait déjà été envisagé d'établir une échelle de température internationale.

Le problème en thermométrie est que la grandeur que nous devons mesurer, la température thermodynamique, demande une procédure de mesure longue, compliquée et fastidieuse – et même aujourd'hui il n'est pas possible de mesurer la température thermodynamique directement avec la précision nécessaire dans de nombreux domaines de l'industrie. Ainsi, on a besoin de moyens pratiques pour indiquer la température. Ceci peut être illustré plus simplement en disant que les températures thermodynamiques peuvent être obtenues au moyen d'un thermomètre à gaz, alors que les températures pratiques sont obtenues au moyen d'un thermomètre à résistance.

Puis vint la Première Guerre mondiale et aucun progrès ne fut réalisé avant 1927, date à laquelle la 7^e Conférence générale adopta l'Échelle internationale de température de 1927 provisoire. Il était prévu d'organiser une conférence internationale de thermométrie sous peu, mais cette conférence n'eut pas lieu. À la place, le Comité international créa le Comité consultatif de thermométrie et calorimétrie, qui se réunit pour la première fois en 1933 ; il était chargé d'établir et d'améliorer l'Échelle internationale de température.

L'Échelle fut révisée en 1948 (EIPT-48), puis en 1968 (EIT-68), devenant chaque fois plus complexe, tout en n'étant pas nécessairement plus proche de la température thermodynamique. Entre 1948 et 1968 les laboratoires nationaux de métrologie ont investi une énorme quantité de travail afin de mesurer les températures thermodynamiques et de développer les algorithmes et procédures pour une échelle pratique de température ; l'échelle de température de 1968 était très différente de celle de 1948. Nous savons maintenant que beaucoup de ces changements ont en fait éloigné encore plus l'échelle de la température thermodynamique.

Un an ou deux après la promulgation de l'EIPT-68, le CCT s'occupait déjà de sa révision. C'est en 1990 que celle-ci eut lieu : il s'agit de l'EIT-90, à laquelle M. Quinn et d'autres dans cette salle ont étroitement participé. Cette échelle est encore plus complexe, mais le CCT pense qu'elle est plus proche de la température thermodynamique que l'EIPT-68.

Pendant tout ce temps, de nombreuses comparaisons internationales de mesures de points fixes sur lesquels l'échelle est fondée ont été effectuées. Dans les années 1980 et 1990, l'on pensait que le sujet était bien compris. Cependant, quand le CCT a commencé les comparaisons clés, dans le cadre du MRA du CIPM, d'autres points de détail ont commencé à émerger.

Le CCT n'a pu se mettre d'accord sur de nombreux aspects liés à ces comparaisons. Des points de désaccord sévère apparurent au sein du CCT, en particulier en ce qui concerne la manière d'évaluer les incertitudes de mesure des points fixes et l'interprétation de la valeur de référence de la comparaison clé. Il a fallu de nombreuses années pour résoudre ces problèmes et il a été très difficile de conclure quant à l'interprétation des résultats de nombreuses comparaisons clés en thermométrie. Il n'y a toujours pas d'aptitudes en matière de mesure et d'étalonnages en thermométrie publiées dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

Une partie du problème vient de ce que beaucoup des personnes impliquées, en particulier en thermométrie, étaient obsédées des menus détails concernant l'analyse statistique des résultats des comparaisons clés. M. Quinn commente que ceci pourrait faire l'objet d'une étude académique intéressante, mais il pousse les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie à examiner de près ce qui se passe dans leur section de thermométrie afin de s'assurer que les délégués qu'ils envoient aux Comités consultatifs aient une idée objective du rôle qui leur est imparti et afin d'introduire un sens des réalités dans le domaine de la thermométrie.

Après avoir dit cela, il note que certains signes montrent que les choses vont mieux et il exprime le souhait que les CMCs en thermométrie seront publiées dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés au cours de l'année prochaine. M. Quinn le demande de toute urgence, soulignant que la thermométrie est un domaine majeur de la physique et des sciences de l'ingénieur et que la mesure des températures est une part importante de l'activité industrielle ; il est donc fondamental que ce sujet soit correctement représenté dans la base de données.

Enfin, il attire l'attention sur un nouveau groupe de travail du CCT, le neuvième, qui a été créé afin d'étudier les besoins dans le domaine des mesures thermophysiques. Il accueille favorablement cette ouverture à un domaine de grande importance pour de nombreux utilisateurs.

M. Quinn présente le rapport du président du CCT.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCT. Il s'est réuni trois fois depuis la précédente Conférence générale.

La 20^e session du CCT, convoquée du 12 au 14 avril 2000, s'est terminée brutalement après la crise cardiaque de M. John Nicholas. Son décès a ému toutes les personnes présentes. La réunion a repris pour célébrer la mémoire de ce collègue et ami, et pour discuter des questions demandant une attention immédiate. La 21^e session du CCT s'est tenue du 12 au 14 septembre 2001 et la 22^e session du 14 au 16 mai 2003.

Groupe de travail 1 : points fixes de définition et instruments d'interpolation

Nos efforts dans ce domaine concernent principalement les techniques pour la réalisation des points fixes de l'EIT-90 et l'emploi des instruments d'interpolation. Lors de la 20^e session, il a été décidé d'élargir le domaine concerné pour inclure des travaux sur les impuretés des points fixes. L'objectif principal est la révision du document *Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990*.

Le CCT considère qu'il est utile de mettre à jour la bibliographie dans le domaine de la thermométrie sur le site Web du BIPM. Le BIPM pourrait alors établir un lien aux pages Web bibliographiques des laboratoires nationaux de métrologie et proposer des recherches sur ces pages à l'aide de son moteur de recherche. Il a été demandé aux laboratoires nationaux de métrologie de communiquer leur adresse URL au secrétaire exécutif.

La réunion de 2003 a poursuivi les discussions sur *Supplementary Information* et a pris les décisions suivantes :

- Il faut préciser que les températures de référence correspondent à des substances chimiquement pures.
- Les concentrations isotopiques correspondant à la température définie doivent en général être précisées.

En l'absence d'autre information, la concentration isotopique sera la composition naturelle. Lorsque l'on aura une connaissance suffisante des effets isotopiques, les procédures de correction pour les compositions isotopiques précisées dans *Supplementary Information* seront rédigées. Une procédure est en cours pour incorporer une correction pour les réalisations du point triple de l'eau et pour l'hydrogène en équilibre.

Les projets de recommandations suivants sont en préparation :

- Révision du document sur l'estimation de l'incertitude de la cellule à points fixes provenant des impuretés. Les méthodes fondées sur des essais chimiques sont principalement recommandées, confortées par l'analyse thermique (comme la pente d'une courbe de fusion) et les comparaisons entre cellules. Les estimations des incertitudes fondées sur des comparaisons représentatives sont principalement utiles comme moyen de validation pour vérifier la contamination pendant la préparation. Il faut éviter de se fier uniquement à l'analyse thermique pour déterminer l'incertitude de la cellule.
- Méthodes proposées pour corriger le point de liquidus déterminé de manière expérimentale pour les concentrations en impuretés. Le Groupe de travail 1 pense qu'une correction de ce type est en principe souhaitable, mais seulement si l'incertitude relative sur l'analyse chimique se situe au niveau de 100 % ($k = 2$) ou mieux. Il semble à présent que les résultats des essais chimiques ont une utilité variable, avec des incertitudes relatives situées entre 20 % et 300 %. Le groupe de travail demande des informations sur les autres techniques d'analyse chimique disponibles ou utilisées par les laboratoires nationaux de métrologie. Il pourrait demander l'avis du Comité consultatif pour la quantité de matière, qui a récemment discuté de l'analyse des traces d'impuretés et a conclu qu'il n'était pas suffisant en général de se fier à une seule méthode.
- Méthodes proposées pour déterminer de manière expérimentale le point de liquidus.

Groupe de travail 2 : points fixes secondaires et techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90

L'objectif principal de cette activité est la révision de la monographie *Techniques for Approximating the International Temperature Scale of 1990*, qui préciserait les incertitudes que l'on peut obtenir avec les techniques d'approximation.

Il a été décidé que les révisions de ce document doivent aller au-delà d'une simple mise à jour des références.

Une version électronique (au format PDF) des *Techniques* a été préparée. Ce document et la liste la plus à jour des points de référence secondaires (*Metrologia*, 1996, **33**, 133-154) seront placés sur le site Web du BIPM. Il est envisagé que les additifs publiés par les groupes de travail du CCT soient publiés sous forme électronique sur le site Web du BIPM dès qu'ils seront disponibles, ainsi que le texte final des nouveaux documents, afin de permettre une mise à jour rapide et un accès aisé.

Le CCT a aussi examiné les fonctions de référence des thermocouples or/platine (NIST, États-Unis) et platine/palladium (NIST et IMGIC, Italie) et les a approuvées pour un usage général, afin d'aider la Commission électrotechnique internationale à préparer des normes internationales pour ces types importants de thermocouples.

Groupe de travail 3 : incertitudes

Le CCT a décidé de préparer un projet de directives pour l'analyse des incertitudes des thermomètres à résistance de platine étalons étalonnés aux points fixes de définition de l'Échelle internationale de température de 1990 (EIT-90). Il a été décidé de nommer ce document de directives *CCT Guidance Document on Uncertainties of SPRT Calibrations*.

Il a aussi été décidé que cette activité et celle sur les points fixes de définition et les instruments d'interpolation soient étroitement corrélées, et de donner des renvois croisés aux documents préparés pour ces deux études.

Le CCT a organisé divers ateliers sur les incertitudes en thermométrie, indépendants ou liés aux ateliers sur la thermométrie.

Un autre atelier se tiendra dans le cadre de TempMeko 2004 sur les incertitudes en thermométrie, avec une attention particulière aux points fixes.

Groupe de travail 4 : détermination des températures thermodynamiques et extension de l'EIT-90 à de plus basses températures

Lors de la Conférence générale en 1999, la Conférence avait invité le Comité international à préparer une équation de pression de fusion de l'³He en fonction de la température thermodynamique pour servir de fondement à une extension de l'EIT-90 au-dessous de sa limite inférieure actuelle de 0,65 K.

L'extension de l'EIT-90 au-dessous de 0,65 K, connue sous le nom d'Échelle provisoire pour les basses températures de 2000 (EPBT 2000), a été discutée par le CCT. L'échelle est dite provisoire parce que son incertitude au-dessous de 10 mK est supérieure à celle souhaitée, et aussi parce que tout le travail étayant cette échelle n'a pas été publié dans des journaux à comité de lecture. L'échelle est un compromis entre les diverses échelles plutôt que le résultat d'un consensus. Le CCT propose toutefois d'adopter la version provisoire parce que nous ne disposons pas de nouvelles mesures et parce que nous avons vraiment besoin de cette échelle. L'EPBT 2000 recouvre l'EIT-90 entre 0,65 K et 1 K pour corriger les écarts des mesures thermodynamiques par rapport à l'EIT-90. Un tel recouvrement existait déjà entre l'Échelle internationale provisoire de température de 1968 (EIPT-68) et l'Échelle provisoire de température de 1976 (EPT-76) dans la partie inférieure de l'EIPT-68. Dans le domaine de recouvrement, on peut distinguer les températures par l'indice : T_{2000} fait référence à l'EPBT 2000 et T_{90} à l'EIT-90. Le CCT a approuvé à l'unanimité l'EPBT 2000 ; le CIPM l'a adoptée en octobre 2000.

Le CCT a suivi les progrès dans les domaines de la thermométrie thermodynamique et aux très basses températures et a noté avec intérêt les récents progrès du thermomètre à bruit à jonction tunnel de Spietz *et al.* de l'université de Yale, qui pourrait servir de sonde thermodynamique dans un domaine de températures très large. Il pourrait d'abord trouver des applications à de très basses températures pour lesquelles son incertitude relative, actuellement de 0,1 % de T , serait intéressante.

Groupe de travail 5 : thermométrie à rayonnement

Le CCT a décidé de dissoudre le Groupe de travail commun au CCT et au CCPR sur la détermination des températures thermodynamiques des corps noirs à haute température, car il n'est plus nécessaire. Le Comité consultatif de photométrie et radiométrie a approuvé la recommandation du CCT, pourvu que le Groupe de travail 5 du CCT continue à travailler en commun avec le CCPR.

Les participants à un atelier sur les incertitudes en thermométrie à rayonnement, qui s'est tenu en 2001, ont produit un document présentant des conclusions et recommandations sur l'évaluation

de l'incertitude en thermométrie à rayonnement. Dans ce document, l'analyse à ce jour examine les réalisations au-dessus du point de l'argent et comprend les points clés suivants :

- inclure des coefficients de sensibilité dans un modèle d'incertitude ;
- estimer les valeurs des incertitudes « normales » et correspondant aux « meilleures réalisations » caractérisées pour trois différents types de réalisation (deux fondées sur des lampes et une sur un thermomètre) ;
- examiner le lien aux critères d'évaluation des données de l'annexe C de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM, qui donne la liste des services normalement offerts par les laboratoires nationaux de métrologie ;
- déterminer certaines limites techniques à la mise en pratique (comme la détermination de la longueur d'onde, la stabilité du filtre et la non-linéarité du thermomètre).

Le programme de travail actuel comprend l'examen des bilans d'incertitude pour la thermométrie à rayonnement au-dessous du point de l'argent, ainsi que l'identification des valeurs préliminaires des eutectiques métal-carbone comme points de référence secondaires éventuels.

Études sur l'EIT-90 et discussions sur l'EIT-20XX

Pour évaluer les besoins futurs concernant l'Échelle internationale de température, un atelier intitulé « Towards ITS-20XX » a eu lieu en liaison avec le 8^e symposium sur la température à Chicago, en octobre 2002.

Le CCT a décidé d'être actif dans ce domaine et d'étudier la situation et les besoins futurs par diverses activités, y compris des ateliers et des études.

La communauté des thermométristes est d'accord pour considérer que le rôle du CCT est d'identifier et d'anticiper les changements nécessaires, y compris de faire la promotion officielle d'une approximation de l'EIT-90, utile en termes de coût et par ses applications. Des applications aux plus basses températures pour la thermométrie à rayonnement et de nouvelles équations pour les thermocouples à utiliser au-dessus et au-dessous de 0 °C ont été citées comme des améliorations potentielles pratiques.

Groupe de travail 6 : mesures d'humidité

Le travail dans ce domaine est principalement centré sur l'organisation d'une comparaison clé.

Le nombre d'études sur les mesures d'humidité augmente, comme nous pouvons le voir d'après l'atelier sur l'humidité qui s'est tenu avec succès au Taipei chinois sous l'égide de TempMeko en 2001. De nombreuses activités liées au CCT ont lieu à cette occasion, notamment les réunions du Groupe de travail 6.

Groupe de travail 7 : comparaisons clés

CCT-K1 : réalisations de l'EIT-90 entre 0,65 K et 24,5561 K au moyen de thermomètres à résistance rhodium-fer. Cette comparaison clé a débuté en 1996 et les premières mesures ont été réalisées en 1998. Toutes les mesures sont terminées et le traitement des données est en cours. Il est envisagé de compiler une matrice des températures mesurées par les laboratoires à l'aide de douze thermomètres comparés pour une cinquantaine ou une soixantaine de températures. Ceci

permettra d'identifier les valeurs en désaccord, qui pourraient nécessiter une discussion avec les participants, puis de faire circuler le projet A de rapport en 2003. Nous espérons que la procédure sera terminée, et que le projet B de rapport sera approuvé, ainsi que les données à entrer dans l'annexe B, pour la conférence TempMeko en 2004.

CCT-K2 : réalisations de l'EIT-90 entre 13,8 K et 273,16 K au moyen de thermomètres à résistance de platine étalons de type capsule. Cette comparaison clé est terminée et le rapport final ainsi que les données pour l'annexe B ont été publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

CCT-K3 : réalisations de l'EIT-90 entre 83,8 K et 933,5 K au moyen de thermomètres à résistance de platine étalons à longue tige. Cette comparaison clé est terminée et le rapport final ainsi que les données pour l'annexe B ont été publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

CCT-K4 : points fixes de l'aluminium et de l'argent. Cette comparaison clé est terminée et le rapport final ainsi que les données pour l'annexe B ont été publiés dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

CCT-K5 : réalisations de l'EIT-90 entre le point de l'argent et 1700 °C au moyen de lampes à ruban dans le vide comme étalons de transfert. Les mesures sont terminées et le projet A de rapport a été distribué aux laboratoires participants pour discussion.

CCT-K6 : étalons d'humidité. Le protocole de la comparaison a été préparé et les mesures débiteront prochainement.

CCT-K7 : cellules à point triple de l'eau. Les mesures ont débuté. Le projet A de rapport devrait être prêt au début de 2004.

Équivalence internationale des mesures de température et comparaisons internationales correspondantes

Une composante majeure de ce travail est de discuter de l'état d'avancement des comparaisons clés. Plusieurs réunions ont eu lieu depuis janvier 2000 entre les coordonnateurs des comparaisons clés et le groupe de travail concerné, pour identifier les cas où il n'y a pas de consensus sur les incertitudes. Des protocoles seront nécessaires pour toutes les comparaisons clés, y compris celles en cours, de manière à ce que les comparaisons clés effectuées par les organisations régionales de métrologie puissent être liées aux comparaisons clés du CCT. Les protocoles doivent garantir que les résultats d'une comparaison clé d'une organisation régionale de métrologie sont compatibles et comparables à ceux d'une comparaison clé du CCT.

Le CCT a discuté de l'interprétation des expressions « écarts significatifs qui ne peuvent pas être expliqués », donnée dans les annexes B et C de l'Arrangement dans le contexte de l'équivalence des données, et « écarts significatifs » qui pourraient être identifiés par le laboratoire pilote pendant la comparaison clé. Cette question n'a pas été entièrement résolue.

Discussion sur l'état d'avancement et les résultats des comparaisons clés des organisations régionales de métrologie

À notre connaissance, aucune comparaison régionale ou bilatérale liée à la comparaison clé CCT-K1 n'est prévue ou en cours. Des possibilités en matière de mesures et d'étalonnages dans

ce domaine de température ont été soumises pour publication dans l'annexe C par COOMET, et d'autres devraient l'être par d'autres organisations régionales de métrologie.

Un rapport sur la comparaison clé bilatérale équivalente à CCT-K2 entre l'Institut des mesures physico-techniques et radiotechniques du Gosstandart de Russie (VNIIFTRI, Féd. de Russie) et le NRC (Canada) a été soumis au CCT. Une recommandation devrait être proposée prochainement à ce sujet, et la publication des données dans l'annexe B de la base de données est prévue pour la fin 2003. Des comparaisons clés régionales équivalentes à la comparaison clé CCT-K3 sont en cours à l'APMP et à l'EUROMET. Le SIM entreprend des comparaisons supplémentaires dans ce domaine de température et a rencontré des problèmes lors du passage en douane et du transport des artefacts entre les pays. Une comparaison clé bilatérale entre le CENAM (Mexique) et le NIST (États-Unis) devrait débuter en 2003.

Une comparaison de l'APMP équivalente à la comparaison clé CCT-K4 est envisagée. Le protocole est en discussion entre les participants.

Deux comparaisons clés régionales équivalentes à la comparaison clé CCT-K5 sont en cours à l'APMP et à l'EUROMET.

Une comparaison clé des organisations régionales de métrologie correspondant à la comparaison CCT-K6 a été réalisée par l'APMP et une comparaison similaire sera effectuée par l'EUROMET l'an prochain. Une comparaison clé bilatérale entre le NIST et l'Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, Brésil) aura lieu sous l'égide du SIM.

À notre connaissance, aucune comparaison régionale ou bilatérale liée à la comparaison clé CCT-K7 n'est prévue ou en cours.

Le SADC MET a l'intention d'entreprendre une série de comparaisons supplémentaires dans des domaines de température très variés.

Groupe de travail 8 : possibilités en matière de mesures et d'étalonnages

Le CCT a établi des groupes de travail chargés de l'examen des possibilités en matière de mesures et d'étalonnages et de la cohérence entre les déclarations de CMCs et les résultats des comparaisons clés. Les groupes de travail ont examiné la majorité des données à inclure en thermométrie.

Groupe de travail 9 : propriétés thermophysiques

Le CCT, considérant l'importance des propriétés thermophysiques, a établi un groupe de travail pour étudier les besoins dans le domaine des mesures thermophysiques. Les activités sont centrées sur la détermination du périmètre et l'identification des comparaisons clés potentielles. Les catégories de services correspondantes ont été identifiées et intégrées à la liste des services déjà établie pour les autres mesures liées à la thermométrie.

Questions diverses

Le CCT remercie M. Durieux, qui a participé à dix-sept sessions du CCT et a été le rapporteur de quinze d'entre elles (depuis 1971). Le comité reconnaît la contribution scientifique de

M. Durieux à la métrologie et à l'EIPT-68, et aux échelles pour les basses températures en particulier, ainsi que ses efforts exemplaires pour prendre les notes pendant les discussions. »

M. Bordé demande aux délégués s'ils ont des questions à poser.

M. de Castro (Portugal) dit que les activités du Groupe de travail 9 du CCT progressent bien, sous la présidence de M. J. Redgrove, du NPL. Des comparaisons clés ont été proposées dans les domaines de la conductivité et de la diffusion thermiques et peut-être, à l'avenir, dans le domaine des mesures de capacité calorifique.

M. Schwitz revient à la discussion sur le manque de progrès dans le domaine de la thermométrie dans le cadre du MRA du CIPM. Il suggère que M. Quinn écrive aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie et des laboratoires désignés, ainsi qu'aux organisations régionales de métrologie impliquées, pour les encourager à une approche plus consensuelle. M. Quinn répond qu'il a évidemment déjà mentionné cette question lors de plusieurs sessions du CCT, mais il dit qu'il sera heureux de leur adresser aussi une lettre à ce sujet.

M. Göbel demande s'il est prévu de réviser l'EIT-90. M. Quinn dit que des discussions sont en cours mais que ce n'est pas urgent, parce que l'EIT-90 fonctionne bien.

M. Kovalevsky demande s'il est envisagé d'étendre l'échelle jusqu'au domaine du microkelvin ou du nanokelvin. M. Quinn explique que l'EIT-90 va actuellement jusqu'à 0,6 K, avec une extension jusqu'à environ 1 mK. Il n'est pas nécessaire d'avoir une échelle pratique de température pour des températures plus basses, parce que les températures thermodynamiques peuvent être mesurées directement avec la précision requise. Il en est de même pour les très hautes températures.

15.6 Comité consultatif de photométrie et radiométrie

M. Hengstberger, président du Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), présente le rapport suivant.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCPR.

Le CCPR se réunit maintenant tous les deux ans. Il s'est réuni deux fois au BIPM depuis la 21^e Conférence générale des poids et mesures, la première fois, du 24 au 26 avril 2001, sous la présidence de M. A.J. Wallard, et la seconde, du 17 au 19 juin 2003, sous la présidence de M. F. Hengstberger. Dans la période qui a suivi immédiatement la signature de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle entre les laboratoires nationaux de métrologie en 1999, le Comité s'est intéressé principalement au choix et à la mise en œuvre des comparaisons clés nécessaires dans ce domaine. Ensuite son centre d'intérêt s'est déplacé vers le traitement et l'évaluation des résultats des comparaisons, la sélection des méthodes de calcul des valeurs de référence des comparaisons clés, et la compilation et la mise en place des procédures détaillées pour la préparation des rapports provisoires et finaux des comparaisons. Pour rationaliser la procédure d'examen inter-régional des CMCs soumises par les laboratoires nationaux de métrologie pour publication dans l'annexe C de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, et pour faciliter l'accord inter-régional sur les catégories de services des CMCs, le CCPR a suivi la recommandation du JCRB et a établi un groupe de travail sur ce sujet. Lors de sa session en 2003, le CCPR a rappelé sa Recommandation 1 de 1977 et a décidé de recommander au CIPM d'inclure une annexe sur les unités photobiologiques dans la nouvelle édition de la brochure sur

le SI. Un groupe restreint, présidé par M. J. Bastie du BNM (France) préparera le projet de texte avant la fin de 2003.

Les activités internationales dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie seront inévitablement très affectées par la fermeture prévue des laboratoires de photométrie et radiométrie au BIPM, en particulier parce que le BIPM était le laboratoire pilote de nombreuses comparaisons clés. Les laboratoires du BIPM conservaient aussi des représentations de la candela internationale et du lumen international, sous forme de groupes de lampes étalons. Cependant, d'autres laboratoires nationaux de métrologie peuvent aussi conserver des échelles que l'on peut comparer de manière régulière et ainsi conserver la candela internationale. La fermeture de la section affectera aussi les membres de la Convention du Mètre, en particulier les pays les moins développés, qui ne pourront plus utiliser les laboratoires du BIPM pour établir la traçabilité de leurs étalons à une source indépendante. Le BIPM continuera à assurer le secrétariat du CCPR, comme il le fait pour les autres Comités consultatifs.

Groupe de travail commun au CCT et au CCPR

Les missions de ce groupe de travail sont les suivantes :

- établir et améliorer les méthodes optiques pour la mesure des températures dans le cadre de l'Échelle internationale de température ;
- maintenir de bonnes relations avec la communauté des radiométristes ;
- maintenir la liaison entre le CCT et le CCPR.

Le travail de ce groupe est actuellement centré sur :

- l'examen des paramètres de base pour la réalisation de l'échelle de température à rayonnement ;
- le suivi des progrès des mélanges eutectiques métal-carbone utilisés pour une nouvelle génération de radiateurs à corps noir à haute température.

Ces activités ont été intégrées à celles du Groupe de travail 5 du CCT sur la thermométrie à rayonnement, auquel M. N.P. Fox du NPL (Royaume-Uni) représente le CCPR en tant qu'observateur. Bien que les échanges s'effectuent essentiellement par courrier électronique, depuis sa création en 2000 le groupe s'est réuni à Berlin (2001), à Chicago (2002) et à Paris (2003). L'observateur du CCPR présente à chaque session du CCPR un rapport sur les activités de ce groupe.

Le Groupe de travail 5 du CCT a déjà terminé la rédaction d'un document intitulé *Uncertainty Budgets for Realization of Scales by Radiation Thermometry* et coordonne les activités de plusieurs laboratoires nationaux de métrologie sur les eutectiques métal-carbone. Les radiateurs à corps noir utilisant des eutectiques métal-carbone sont aussi de nouveaux étalons importants pour la réalisation des échelles de luminance énergétique spectrale et d'éclairement énergétique spectral en radiométrie.

Ce groupe n'étant plus un groupe de travail distinct du CCPR, ces activités seront présentées dans les rapports futurs à la Conférence générale sous l'intitulé « Liaison avec le CCT sur les activités en thermométrie à rayonnement ».

Groupe de travail sur les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages

Le CCPR a longtemps maintenu un groupe de travail non officiel sur l'analyse des CMCs qui a, selon les recommandations du JCRB, été officialisé et aura les missions suivantes :

- établir et maintenir la liste des catégories de services pour les CMCs, et si nécessaire établir des règles pour la préparation de ces données ;
- approuver des critères d'examen techniques détaillés pour les CMCs ;
- coordonner et, si possible, effectuer des examens inter-régionaux des CMCs soumises par les organisations régionales de métrologie pour publication dans l'annexe C de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés ;
- coordonner l'examen des CMCs existantes au vu des nouveaux résultats des comparaisons clés et supplémentaires.

Conformément à la recommandation du JCRB, les membres du Groupe de travail sur les CMCs sont les représentants des Comités techniques des organisations régionales de métrologie dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie. En tant que président du CCPR, je contacte actuellement les membres éventuels du nouveau groupe de travail pour reprendre le travail urgent sur les catégories de services pour les CMCs et examiner les CMCs soumises au niveau inter-régional. J'ai l'intention de réunir le groupe de travail en 2004 sous sa présidence et de proposer une présidence tournante entre les organisations régionales de métrologie, par ordre alphabétique, pour les réunions ultérieures. Les activités importantes sur les catégories de services pour les CMCs et l'examen inter-régional se poursuivront d'ici là par courrier électronique.

Groupe de travail sur les comparaisons clés

À la demande des membres, le président du CCPR préside le Groupe de travail sur les comparaisons clés, dont les domaines d'intérêt sont les suivants :

- établir et maintenir une liste des comparaisons clés et autres dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie, qui étayera convenablement les déclarations de CMCs des laboratoires nationaux de métrologie dans ce domaine de mesure, dans l'esprit du MRA ;
- coordonner et établir le programme des comparaisons clés, examiner l'état d'avancement des comparaisons et recommander la publication des résultats des comparaisons clés dans l'annexe B de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés ;
- fournir des directives supplémentaires et/ou des interprétations des directives sur l'organisation des comparaisons clés pour le MRA, à appliquer spécifiquement au domaine de la photométrie et de la radiométrie ;
- recommander des principes généraux pour le calcul des valeurs de référence des comparaisons clés dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie ;
- apporter de l'aide pour définir quelles CMCs sont étayées par des comparaisons clés ;
- identifier les domaines pour lesquels de nouvelles comparaisons clés sont nécessaires ;
- superviser les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie.

Le groupe de travail a pour le moment défini six comparaisons clés dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie ; les comparaisons de la première série sont terminées ou en cours. Le Groupe de travail sur les comparaisons clés a établi un ou plusieurs groupes spécialisés pour chaque comparaison clé en cours, selon qu'elle fait l'objet d'une comparaison unique ou de sous-comparaisons séparées. Lorsque des comparaisons clés d'un même paramètre sont

effectuées à plusieurs longueurs d'onde, plusieurs sous-groupes et plusieurs laboratoires pilotes s'occupent des sous-comparaisons individuelles. Une lettre est ajoutée à l'identifiant de la comparaison clé pour repérer la sous-comparaison et le groupe qui en est chargé. Les membres de ce groupe sont des représentants du laboratoire pilote et d'un certain nombre de laboratoires participants, et chaque groupe présente l'état d'avancement de la comparaison et les problèmes rencontrés aux réunions du Groupe de travail sur les comparaisons clés. Ces groupes sont dissous après la production du rapport final de la comparaison.

Le Groupe de travail sur les comparaisons clés a approuvé des recommandations générales, destinées aux groupes restreints, concernant le calcul des valeurs de référence d'une comparaison clé et a approuvé, lors de sa réunion de 2003, la création d'un groupe supplémentaire, présidé par M. Y. Ohno du NIST (États-Unis), chargé de produire un document de directives du CCPR sur la préparation des rapports des comparaisons.

Comparaison clé du CCPR d'éclairage énergétique spectral (CCPR-K1)

Cette comparaison est effectuée pour deux domaines de longueurs d'ondes qui se chevauchent partiellement. La première sous-comparaison (CCPR-K1.a) couvre la région entre 250 nm et 2500 nm ; elle a pour laboratoire pilote le NPL (Royaume-Uni). Elle compte douze participants et se déroule en trois phases, avec quatre laboratoires par phase. Les mesures devraient être achevées en 2003. L'analyse des résultats et la compilation du projet A de rapport de la comparaison sont prévus pour décembre 2003 et le projet B final pour mai 2004. En tout, la comparaison durera entre trois et quatre ans. Pour information sur l'analyse des coûts pour le laboratoire pilote, le NPL estime qu'ils représentent 300 jours de travail pour les mesures et la maintenance des équipements, auxquels viennent s'ajouter les investissements pour les équipements, l'automatisation et la mise à niveau des installations.

La seconde sous-comparaison (CCPR-K1.b) concerne l'ultraviolet (entre 200 nm et 400 nm). Le laboratoire pilote (PTB, Allemagne) a pris en charge la sélection, le vieillissement et les essais des lampes à deutérium utilisées comme instruments de transfert. Les premiers participants recevront les lampes à l'automne 2003 pour commencer leurs mesures.

Comparaison clé du CCPR de sensibilité spectrale (CCPR-K2)

Le domaine de longueurs d'ondes couvert par cette comparaison est divisé en trois régions qui se chevauchent, entre 900 nm et 1600 nm (CCPR-K2.a), entre 300 nm et 1000 nm (CCPR-K2.b), et entre 200 nm et 400 nm (CCPR-K2.c). Les trois sous-comparaisons sont pilotées par le NIST, le BIPM et la PTB respectivement.

La comparaison CCPR-K2.a en est au stade du projet A de rapport ; le projet B devrait être bientôt disponible.

La comparaison CCPR-K2.b en est au stade du projet B de rapport et les participants se sont mis d'accord lors d'une réunion en 2003 sur les questions concernant le rapport final.

Les étalons de transfert spéciaux qui seront utilisés dans la comparaison CCPR-K2.c ont été reçus et vérifiés par le laboratoire pilote (PTB). Ils devraient être envoyés au premier groupe de participants en septembre 2003 pour commencer les mesures.

Comparaison clé du CCPR d'intensité lumineuse et de sensibilité lumineuse (CCPR-K3)

Les deux sous-comparaisons CCPR-K3.a, utilisant des lampes étalons à intensité lumineuse et CCPR-K3.b, utilisant des récepteurs photométriques, sont terminées. La comparaison CCPR-K3.a, dont le laboratoire pilote est la PTB, s'est achevée en 1999 et les résultats sont publiés dans l'annexe B de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. La comparaison CCPR-K3.b, dont le laboratoire pilote est le BIPM, est aussi terminée et le rapport final sera publié sous peu.

Comparaison clé du CCPR de flux lumineux (CCPR-K4)

Cette comparaison clé s'est achevée en 1999, la PTB en était le laboratoire pilote. Les résultats ont été approuvés pour publication dans l'annexe B de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

Comparaison clé du CCPR de facteur de réflexion spectral diffus (CCPR-K5)

Une des trois étapes de la comparaison est terminée, la seconde est en cours. Le NIST en est le laboratoire pilote.

Comparaison clé du CCPR de facteur de transmission spectral régulier (CCPR-K6)

Le laboratoire pilote (BNM) a reçu tous les résultats des participants et les analyse actuellement pour compiler le projet A de rapport de la comparaison.

Outre le fait de coordonner les comparaisons clés, le Groupe de travail sur les comparaisons clés a aussi suivi l'état d'avancement de trois comparaisons supplémentaires. La première (CCPR-S1) concerne les mesures de luminance énergétique spectrale ; elle a pour laboratoire pilote l'Institut de recherche de Russie pour les mesures en optique physique du Gosstandart de Russie (VNIIOFI, Féd. de Russie). Les mesures sont presque terminées et le laboratoire pilote s'apprête à commencer l'analyse des résultats et à préparer le projet A de rapport. La comparaison supplémentaire CCPR-S2 concerne les mesures d'aires d'ouverture de radiomètres absolus ; elle a pour laboratoire pilote le NIST. La plupart des mesures des participants sont terminées et le laboratoire pilote commencera bientôt l'analyse des résultats et la préparation du rapport. La comparaison CCPR-S3 de radiomètres cryogéniques est terminée, et les participants ont approuvé et publié le rapport final.

Groupe de travail sur la radiométrie dans l'ultraviolet

M. E. Ikonen de l'université de technologie d'Helsinki (HUT, Finlande) a remplacé M. B. Wende de la PTB comme président du Groupe de travail sur la radiométrie dans l'ultraviolet. Les missions de ce groupe sont les suivantes :

- étudier les problèmes de mesure dans l'ultraviolet et encourager la coordination des activités des laboratoires nationaux de métrologie dans ce domaine ;
- prendre des initiatives pour améliorer l'équivalence internationale dans le domaine de la radiométrie dans l'ultraviolet, en tenant compte des techniques traditionnelles ainsi que du

rayonnement synchrotron, de la radiométrie cryogénique et des nouvelles techniques pouvant améliorer la stabilité des étalons de transfert.

Les priorités approuvées comprennent :

- la coordination de la recherche sur les récepteurs étalons de transfert dans l'ultraviolet, dans le vide et dans l'air ;
- la comparaison de la sensibilité spectrale dans l'ultraviolet dans le vide entre 10 nm et 250 nm ;
- la coordination de la recherche pour mettre au point des étalons de transfert du facteur de réflexion diffuse appropriés à l'ultraviolet.

Il a été décidé à la réunion du CCPR en 2003 que la comparaison de sensibilité spectrale dans le domaine de l'ultraviolet dans le vide (le point 2 ci-dessus) serait une sous-comparaison de la comparaison clé CCPR-K2 et que la PTB en serait le laboratoire pilote.

Des réunions du groupe de travail ont eu lieu pendant la période de quatre ans couverte par ce rapport à Madrid (octobre 1999), Paris (avril 2001), Washington (mai 2002) et Paris (juin 2003).

Conclusions

Les comparaisons de la première série de comparaisons clés du CCPR étant terminées ou ayant bien progressé, plusieurs problèmes complexes concernant l'acceptation des résultats et le calcul des valeurs de référence des comparaisons clés ayant été résolus, et les deux premières étapes de l'examen inter-régional des déclarations de CMCs étant terminées, le CCPR consacra maintenant son attention au suivi et aux aspects scientifiques de ce domaine. Le suivi englobe l'achèvement de la première série de comparaisons clés, l'extension de la liste des catégories de services, les étapes futures de l'examen inter-régional des CMCs, des conseils sur les domaines des paramètres étayés par chaque comparaison clé et les décisions concernant le moment auquel les comparaisons clés seront répétées. Du point de vue scientifique, les mesures de puissance optique et d'énergie, et la métrologie des communications par fibres optiques, n'ont pas été suivies depuis de nombreuses années, en raison des priorités imposées par la mise en œuvre du MRA. Ces questions devront faire l'objet d'une attention soutenue dans l'avenir. Un autre domaine à considérer est la coopération avec d'autres organisations internationales actives dans le domaine de la photométrie et de la radiométrie, par exemple la Commission internationale de l'éclairage (CIE), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) etc. La signature récente du protocole d'accord entre le Comité international et l'OMM facilite déjà la coopération avec les comités concernés de l'OMM.

Enfin, j'aimerais aussi rendre hommage au personnel dévoué de la section de photométrie et radiométrie du BIPM, dirigée par M. Michael Stock depuis que M. Rainer Köhler a été nommé à d'autres fonctions au BIPM. M. Stock, comme M. Köhler avant lui, et leur équipe, ont joui du respect de leurs collègues des laboratoires nationaux de métrologie dans le monde pour leur excellence scientifique. Même s'ils sont affectés à d'autres fonctions utiles au BIPM après la fermeture du laboratoire, la communauté métrologique internationale de ce domaine regrettera amèrement leurs contributions scientifiques et techniques. »

M. Bordé remercie M. Hengstberger pour sa présentation et demande s'il y a des commentaires.

M. de Leer commente qu'il sera stimulant d'améliorer la coopération entre les métrologistes travaillant dans les domaines de la photométrie et la radiométrie et de la chimie.

M. Luszyk souligne à son tour l'importance de la métrologie dans le domaine des sciences biologiques, mentionnant en particulier les techniques telles que la spectroscopie, la spectrophotométrie et la colorimétrie. Il souligne que les mesures quantitatives effectuées avec des puces d'ADN sont presque entièrement fondées sur la colorimétrie et que la qualité de ces mesures dépend en grande partie des métrologistes qui fournissent le support quantitatif approprié.

M. Hengstberger confirme que le CCPR comprend le déplacement du pôle d'intérêt vers la chimie et accepte la politique du BIPM. Il se dit confiant que les défis lancés dans les domaines de la photométrie et de la métrologie seront résolus par le réseau compétent des laboratoires nationaux de métrologie.

M. Kovalevsky suggère que le CCPR pourrait collaborer avec l'UAI pour certains problèmes communs. La photométrie et la spectrophotométrie sont parmi les principaux outils des astronomes. Pour de très bonnes raisons, ils utilisent leur propre système d'unités ; bien que l'unité W/s convienne pour la mesure du rayonnement solaire par exemple, d'autres unités sont généralement utilisées pour les étoiles. Il se demande s'il serait approprié de contacter le président de la commission de photométrie pour voir s'il est possible d'étudier certains problèmes communs.

M. Hengstberger note que la CIE a des liens très étroits avec l'UAI, en particulier pour réduire la pollution lumineuse.

M. Bordé revient ensuite sur un sujet déjà évoqué lors de la précédente Conférence générale : comment le CCPR quantifie-t-il la cohérence des sources ?

M. Hengstberger répond que certaines des corrections que nous appliquons, par exemple pour la diffraction due aux ouvertures, sont influencées par la théorie de la cohérence, toujours à l'étude. Nous approchons du point où nous pourrions utiliser les résultats théoriques pour des corrections numériques en radiométrie. La détermination de la cohérence des sources est un domaine d'étude, mais on ne mesure pas la cohérence dans les comparaisons clés.

M. Göbel demande s'il est nécessaire de couvrir tout le domaine des longueurs d'onde dans les comparaisons clés de certaines grandeurs.

M. Hengstberger explique que le domaine comprend une cinquantaine de grandeurs différentes ; le CCPR en a sélectionné quelques-unes pour faire l'objet de vérifications dans le cadre des comparaisons clés. Cependant chacune des grandeurs choisies, comme l'éclairement énergétique spectral ou la sensibilité spectrale sont des grandeurs « clés » pour tout le domaine de longueurs d'onde couvert par la radiométrie. Aussi, bien que le CCPR ne vérifie pas les cinquante grandeurs, chaque grandeur sélectionnée est vérifiée pour tout le domaine de longueurs d'onde.

M. Bordé remercie à nouveau M. Hengstberger.

15.7 Comité consultatif des rayonnements ionisants

M. Moscati, président du Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI), présente le rapport suivant.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCRI.

La grande variété des applications des rayonnements ionisants dans les domaines de la médecine, des sciences et des techniques, requiert que des mesures soient effectuées pour un

vaste domaine d'énergies et de doses, et pour un grand nombre de types de rayonnements. À une extrémité de l'échelle, de hauts niveaux d'activité (du TBq au PBq) et de dose (du Gy au MGy) sont nécessaires pour les mesures dans les domaines de la médecine et de l'industrie. À l'autre extrémité, de faibles niveaux d'activité (du Bq au kBq) et de dose (du μ Gy au mGy) sont nécessaires dans le domaine de la législation sur la santé et les mesures relatives à l'environnement. De nombreuses demandes dans le domaine médical se situent entre ces deux extrêmes. À tous les niveaux, les gouvernements s'intéressent de plus en plus aux mesures des rayonnements ionisants et il est nécessaire au niveau international que ces mesures soient parfaitement liées au SI. La pression exercée par les agences de réglementation et par les utilisateurs pour réduire les incertitudes de mesure incite fortement les laboratoires nationaux de métrologie à anticiper les besoins dans ce domaine.

Le CCRI joue un rôle clé en rassemblant des représentants des laboratoires de métrologie des rayonnements ionisants du monde entier, au niveau national et international, et en offrant un forum de discussion où ils puissent se mettre d'accord. Les activités mises en œuvre par le CCRI, au BIPM et dans les laboratoires nationaux de métrologie, assurent un lien sûr et permanent entre les mesures des rayonnements ionisants et le SI.

Depuis la 21^e Conférence générale en 1999, le CCRI et ses trois Sections, la Section I (Rayons x et γ , électrons), la Section II (Mesure des radionucléides), et la Section III (Mesures neutroniques), se sont réunis deux fois, du 21 au 29 mai 2001 et du 22 au 30 mai 2003. Les réunions se sont tenues dans le nouveau Pavillon du Mail au BIPM, qui bénéficie de tous les équipements nécessaires pour améliorer l'efficacité des discussions, ce qui a été très apprécié. Lors de la 17^e session du CCRI en 2001, la Section II a organisé un séminaire sur le comptage par scintillation liquide, ce qui constitue une innovation pour le CCRI, et lors de la 18^e session en 2003, la Section I a organisé un séminaire sur la radiométrie et la dosimétrie par rayonnement synchrotron. Ces séminaires, à la pointe du progrès, ont été bien accueillis, et pourraient être inscrits régulièrement à l'ordre du jour des réunions. La formule consistant à réunir les trois Sections à la suite semble bien fonctionner, même si c'est une lourde charge pour le BIPM.

Dans ce rapport, les travaux du CCRI, qui sont en liaison étroite avec ceux du BIPM, sont décrits selon l'ordre des Sections. Les publications du CCRI fournissent plus de détails.

Rayons x et γ , électrons

Dans le domaine de la dosimétrie, les discussions de la Section I du CCRI ont été consacrées principalement à l'analyse des résultats des diverses comparaisons clés à publier dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, KCDB. Les facteurs de correction pour les étalons à paroi d'air et pour les chambres d'ionisation à cavité utilisées pour les comparaisons clés ont fait l'objet de débats animés pendant de nombreuses années. Plusieurs décisions et une Recommandation ont été adoptées lors de la réunion en 2003 pour résoudre ces questions d'importance. Le Groupe de travail sur les comparaisons clés a recommandé des procédures à suivre pour s'assurer que les résultats du plus grand nombre possible de laboratoires nationaux de métrologie soient publiés dans la KCDB avant la fin de l'année 2003.

Les comparaisons clés internationales du CIPM dans le domaine de la dosimétrie sont de deux types, les comparaisons clés en continu du BIPM et les comparaisons clés de la Section I. Depuis 1999, plus de trente comparaisons d'étalons primaires ont été effectuées, avec la participation de seize pays, permettant aux laboratoires nationaux de métrologie de se conformer à la recommandation de comparer leurs étalons au moins une fois tous les dix ans, en réponse à

l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM. Les résultats sont regroupés en sept comparaisons clés dans la KCDB et concernent vingt et un laboratoires d'étalonnage primaires. Pour les laboratoires nationaux des vingt et un États membres qui maintiennent des étalons secondaires, l'étalonnage périodique de leurs étalons au BIPM leur permet de participer avec confiance aux comparaisons clés des organisations régionales de métrologie. Pour les pays qui ne sont pas membres de la Convention du Mètre et qui utilisent des rayonnements ionisants, en particulier dans le domaine de la radiothérapie à usage médical, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) coordonne avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS) un réseau de laboratoires secondaires de dosimétrie. Les références dosimétriques de l'AIEA sont traçables aux étalons du BIPM ; des étalonnages périodiques des instruments de référence sont réalisés dans les faisceaux de rayonnements du BIPM. L'AIEA a le statut d'observateur de la Section I du CCRI et présente un rapport à chacune des réunions sur ses activités dans le domaine de la dosimétrie. Les rapports des autres observateurs internationaux ont mené à une discussion au sein d'un comité de l'International Commission on Radiation Units and Measurements chargé de résoudre la question des valeurs et des incertitudes des constantes physiques utilisées dans les équations de mesures en dosimétrie.

Mesure des radionucléides

Les comparaisons de mesures d'activité du CIPM comprennent à la fois les comparaisons de mesures absolues de la Section II du CCRI et les comparaisons de mesures relatives en continu du BIPM. Dans les comparaisons de la Section II du CCRI, on distribue aux participants, à une date donnée, des échantillons d'une même solution radioactive. Les mesures relatives concernent le Système international de référence (SIR) dans lequel les laboratoires nationaux de métrologie envoient au BIPM, à n'importe quel moment, des échantillons de radionucléides émetteurs de rayonnement γ , à comparer aux sources de référence du SIR.

Lors des deux dernières réunions de la Section II du CCRI, les discussions ont été consacrées principalement à deux domaines d'activités : l'établissement des valeurs de référence des comparaisons clés et l'extension du Système international de référence aux comparaisons de rayonnements bêta purs. Un groupe de travail sur les comparaisons clés a été créé pour ré-examiner les résultats des comparaisons du SIR et, en particulier, pour élaborer un mécanisme permettant d'identifier et de traiter les résultats aberrants. Cette procédure a été approuvée à l'été 2002 et la rédaction des rapports finaux pour publication dans la KCDB a débuté à l'automne. Les résultats de plus de la moitié des 59 comparaisons clés de mesures d'activité en continu sont maintenant publiés. Le SIR continue à servir de système de vérification pour les laboratoires qui utilisent des méthodes secondaires ou dérivées pour les étalonnages de radionucléides. Une fois vérifié au BIPM, un système opérationnel permettant l'extension du SIR, fondé à la fois sur la méthode CIEMAT-NIST et sur celle du rapport des coïncidences triples aux coïncidences doubles, permettra de faciliter les futures comparaisons en continu d'émetteurs de rayonnement bêta.

Au cours des quatre dernières années, la Section II du CCRI a effectué un nombre sans précédent de comparaisons, organisées par le BIPM, notamment des mesures d'activité de ^{241}Am , ^{152}Eu , ^{192}Ir , ^{32}P , ^{238}Pu , ^{89}Sr , ^{204}Tl et de ^{65}Zn , avec une vingtaine de participants en moyenne pour chaque comparaison. Des groupes de travail spécifiques ont permis de bien appliquer les méthodes d'étalonnage et d'analyser correctement le contenu des solutions, en particulier avant les comparaisons d' ^{192}Ir et de ^{204}Tl . Les résultats de toutes les comparaisons achevées semblent satisfaisants, même s'il est prévu d'effectuer une nouvelle comparaison de

^{32}P pour résoudre certaines différences. Vingt-deux comparaisons de la Section II du CCRI sont maintenant enregistrées dans la KCDB, les degrés d'équivalence étant déjà publiés pour au moins cinq d'entre elles. Toutefois, le transport de petites quantités de matériaux radioactifs n'est pas une question triviale, en particulier pour le ^{238}Pu et le ^{241}Am . Le CCRI a donc soumis au CIPM une recommandation à ce sujet, qui a fait l'objet, du moins en partie, du projet de Résolution I de la présente Conférence générale.

Une chambre d'ionisation étalon, stable et reproductible, réalisable par n'importe quel laboratoire national de métrologie, est en cours de mise au point au NPL (Royaume-Uni) en collaboration avec l'IRMM, dans le cadre d'un projet de la Section II du CCRI. L'incorporation d'une telle chambre dans le SIR servira d'abord de système de secours ; une fois qu'elle aura fait ses preuves, elle pourra éventuellement remplacer les chambres d'ionisation du SIR. Si chaque laboratoire national de métrologie possédait une chambre identique, les comparaisons d'émetteurs de rayonnement gamma seraient facilitées, en particulier pour les radionucléides à courte durée de vie ; cela permettrait aussi d'effectuer beaucoup plus de comparaisons.

Mesures neutroniques

Les principales activités de la Section III sont l'organisation et l'analyse des comparaisons clés et l'échange d'informations sur les activités de recherche et développement dans les laboratoires nationaux de métrologie. Depuis 1999, le rythme des comparaisons clés s'est accéléré pour étayer l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et il ne s'est pas ralenti depuis lors.

Les résultats de la comparaison achevée de mesures de fluence de neutrons à 24,5 keV ont été discutés en détail, ainsi que leur publication, celle de la valeur de référence et des déclarations d'équivalence dans l'annexe B de la KCDB. Les questions concernant les incertitudes intervenant dans cette comparaison ont été finalement résolues lors de la réunion de 2003 ; il est donc possible de les publier. Trois comparaisons en cours ont été discutées. Le projet de rapport final de la comparaison clé CCRI(III)-K10 de mesures de débit de fluence de neutrons rapides de quatre sources de neutrons monoénergétiques dans les domaines d'énergie du keV et du MeV, dont le laboratoire pilote est la PTB (Allemagne), est attendu pour les prochains mois. Les mesures de la comparaison clé CCRI(III)-K9.AmBe de débit d'émission de sources neutroniques, dont le NPL (Royaume-Uni) est le laboratoire pilote, devraient s'achever fin 2003. Il a été décidé de réviser le protocole de la comparaison clé CCRI(III)-K8 de débit de fluence de neutrons thermiques, dont le NIST (États-Unis) est le laboratoire pilote. Nous avons suivi l'exemple réussi de la comparaison clé CCRI(III)-K10 effectuée dans un seul laboratoire, cette procédure étant plus rapide que lorsque l'on fait circuler l'instrument de transfert entre un grand nombre de laboratoires dans le monde.

La Section III a reçu le rapport sur l'état d'avancement de la comparaison d'étalonnage de neutrons de l'EUROMET (Projet n° 608 de l'EUROMET), dont l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire du Bureau national de métrologie (France) est le laboratoire pilote, et qui est désignée sous le nom EUROMET.RI(III)-S1. Il est prévu que deux participants effectuent une comparaison bilatérale de mesures de débit de fluence de neutrons à 19 MeV, en tant que comparaison supplémentaire de l'EUROMET.

Les activités de la Section III sont en grande partie consacrées à l'échange d'informations sur la métrologie des neutrons dans les laboratoires participants, en mettant l'accent sur les ressources, les équipements, les instruments, les applications en cours et les besoins futurs. Pour faciliter cet

échange d'informations, il a été décidé de placer les transparents des présentations faites lors de la dernière réunion sur la page Web de la Section III du CCRI. »

M. Shehata (Égypte) demande à M. Moscati de présenter ses commentaires sur la nature de l'accord atteint à propos des niveaux d'incertitude dans les comparaisons clés du CCRI. M. Moscati explique que les laboratoires participant à une comparaison clé du CCRI soumettent leurs résultats avec une estimation du bilan d'incertitude. Certaines incertitudes semblant trop faibles pour être réalistes, le Groupe de travail du CCRI sur les comparaisons clés a décidé de fixer une incertitude minimale pour chaque comparaison, reflétant l'incertitude la plus faible réalisable selon l'état de l'art dans les meilleurs laboratoires. À moins que les déclarations d'incertitudes plus basses ne soient étayées par une évidence scientifique appropriée, le Groupe de travail du CCRI sur les comparaisons clés augmente automatiquement les incertitudes les plus basses pour atteindre cette valeur minimale.

M. Vaucher (Suisse) revient aux commentaires de M. Moscati sur les défis à venir et demande quel est le point de vue du CCRI sur la dosimétrie des protons. M. Moscati répond que les Comités consultatifs essaient de rester informés des nouvelles tendances ainsi que des besoins des laboratoires nationaux de métrologie et des utilisateurs ; le CCRI s'occupera bien sûr de la dosimétrie des protons s'il y a une demande. Il ajoute que certains laboratoires de physique des hautes énergies proposent des essais avec des hadrons, qui délivrent une dose élevée localement.

M. Bordé invite ensuite M. Moscati à lire le projet de résolution I et demande s'il y a des questions.

M. Kaarls ajoute que ce projet de résolution a aussi été présenté au nom du Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM). Il note que le CCQM a rencontré de sérieux problèmes lors du transport d'échantillons pour des comparaisons internationales ; les cylindres de gaz arrivaient parfois vides après examen de leur contenu par les services des douanes !

M. Šafarik (Rép. tchèque) note que de nombreux organismes s'occupent des procédures douanières et de transport, qui sont dans une certaine mesure harmonisées aux niveaux régional et international. Il mentionne : la Commission économique pour l'Europe des Nations unies chargée de faciliter et d'harmoniser les procédures commerciales en général, l'Organisation mondiale des douanes, qui traite de l'harmonisation des procédures douanières, et les autres organisations internationales spécialisées comme l'Association internationale du transport aérien, qui traite des procédures de transport. Il commente qu'il est difficile aux organismes nationaux d'interagir avec ces organisations et propose d'ajouter une phrase invitant le BIPM à traiter avec ces organisations internationales.

M. Inglis souligne que le mot « unimpeded » devrait être remplacé par « uninhibited ».

Le texte révisé du projet de résolution I2 est ensuite adopté à l'unanimité comme Résolution 9 (voir page 168).

15.8 Comité consultatif pour la quantité de matière

M. Kaarls, président du Comité consultatif pour la quantité de matière : métrologie en chimie (CCQM), présente le rapport suivant.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCQM.

Dix ans ont passé depuis la création du CCQM par le Comité international en 1993, qui avait émis l'hypothèse que la traçabilité des résultats des mesures en chimie était réalisable, malgré le

nombre très limité de cas en ayant apporté la preuve. De nombreux chimistes à l'époque étaient pour le moins sceptiques quant à la possibilité d'améliorer la situation, bien qu'il fut de plus en plus clair que, pour les domaines du commerce, de l'industrie et de la société, il était nécessaire d'établir l'équivalence des mesures et la traçabilité à des références communes stables à long terme. En fait, presque tous les chimistes prétendaient implicitement que leurs résultats de mesure étaient traçables au SI, du fait qu'ils exprimaient leurs résultats en unités SI. Cependant ces résultats étaient souvent présentés sans déclaration d'incertitude et il était donc impossible de vérifier la rigueur des mesures.

Maintenant, après dix ans d'existence du CCQM, nous pouvons affirmer que l'équivalence globale et la traçabilité des mesures en chimie peuvent être réalisées avec des incertitudes en général suffisantes pour les besoins. Bien qu'il reste encore beaucoup à faire, nous voyons maintenant que dans presque tous les domaines de la chimie analytique, la traçabilité et les incertitudes de mesures sont prises en compte.

Comme la quantité de travail à accomplir est considérable et les ressources limitées, nous devons établir des priorités avec les laboratoires nationaux de métrologie, dictées par les besoins du commerce, de l'industrie et de la société, et nous devons coopérer avec d'autres laboratoires bien choisis et compétents. Le CCQM a donc établi des liens avec de nombreuses autres organisations ; certaines d'entre elles sont devenues membres ou observateurs du CCQM.

Depuis la 21^e Conférence générale, le CCQM s'est réuni chaque année (les 6 et 7 avril 2000, du 4 au 6 avril 2001, les 18 et 19 avril 2002 et les 10 et 11 avril 2003). Le nombre de ses membres et observateurs s'est accru pendant les quatre dernières années, démontrant l'intérêt toujours croissant des laboratoires nationaux de métrologie (désignés) et des organisations intergouvernementales et internationales. Cette situation reflète la croissance rapide des besoins, dans les domaines du commerce, de l'industrie et de la société, de mesures fiables, comparables et traçables dans tous les domaines de la chimie.

Malgré l'importance et le nombre des mesures en chimie, y compris la demande considérable dans le domaine des mesures cliniques effectuées quotidiennement dans le secteur de la santé, la métrologie en chimie ne s'est pas encore développée au même rythme que la métrologie en physique « classique » dans la plupart des laboratoires nationaux de métrologie (à l'exception d'une dizaine d'entre eux). Les efforts pour améliorer la métrologie en chimie s'accroissent néanmoins. La situation s'est améliorée en donnant aux laboratoires clés du pays, comme par exemple l'Institut national pour la santé, l'environnement ou les essais en nutrition, le statut de laboratoire désigné pour certaines grandeurs ou domaines.

Le vaste intérêt pour la métrologie en chimie est clairement démontré par la participation complète de nombreux laboratoires nationaux de métrologie et d'autres laboratoires désignés aux activités des sept groupes de travail du CCQM, dont la taille est comparable à celle des autres Comités consultatifs. La portée étendue des activités du CCQM est aussi démontrée par sa composition, qui comprend plusieurs organisations intergouvernementales et internationales, telles que l'OMM, l'OMS, l'AIEA, l'IFCC, l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA), le Comité pour les matériaux de référence de l'ISO, l'ILAC et la Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC). L'IRMM de la Commission européenne en est aussi un membre actif. En tout, une soixantaine de représentants de vingt-cinq pays différents participent aux sessions du CCQM, et environ cent vingt experts participent aux réunions des groupes de travail du CCQM, juste avant la session plénière du CCQM.

Groupes de travail du CCQM

La principale activité du CCQM est l'organisation d'études pilotes et de comparaisons clés, sous l'égide de ses sept groupes de travail :

- le Groupe de travail sur l'analyse organique, présidé par le NIST (États-Unis) ;
- le Groupe de travail sur l'analyse inorganique, présidé par le Laboratory of the Government Chemist (LGC, Royaume-Uni) ;
- le Groupe de travail sur l'analyse des gaz, présidé par le NMI VSL (Pays-Bas) ;
- le Groupe de travail sur l'analyse électrochimique, présidé par le Slovenský Metrologický Ústav (SMU, Slovaquie) ;
- le Groupe de travail sur la métrologie en biotechnologie, présidé par le LGC, le NIST en assurant la vice-présidence ;
- le Groupe de travail sur l'analyse de surface, présidé par le NPL (Royaume-Uni) ;
- le Groupe de travail sur les comparaisons clés et sur la qualification des CMCs, présidé par le NRC (Canada).

Les domaines couverts par le CCQM comprennent la santé, les sciences de la nutrition, l'environnement, les matériaux de haute technologie, les marchandises et produits divers, les aspects légaux, les produits pharmaceutiques, la biotechnologie, l'analyse de surface et les applications analytiques générales. Les listes des études, des comparaisons clés et des résultats sont publiées sur le site Web du BIPM : <http://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm/>.

Depuis le début de ces activités, environ quatre-vingts études et comparaisons clés ont été effectuées ou sont en cours. Leurs résultats étaient les CMCs des laboratoires nationaux de métrologie (désignés). Il reste néanmoins un certain nombre de CMCs dont la fiabilité n'est pas fondée sur les résultats d'une étude ou d'une comparaison clé. Le Groupe de travail sur les comparaisons clés et la qualification des CMCs examine les domaines qui devraient être étudiés plus en détail, en débutant une étude pilote ou une comparaison.

Presque tous les groupes de travail du CCQM se réunissent deux fois par an, une fois au BIPM avant la session plénière du CCQM en avril et une deuxième fois au second semestre. En général, la deuxième réunion a lieu dans les locaux d'un des laboratoires membres du groupe de travail. Ces réunions sont souvent couplées à un examen par les pairs de la section de chimie du laboratoire en question et contribuent grandement à l'amélioration des possibilités et des compétences des laboratoires nationaux de métrologie, ainsi qu'à l'établissement de la confiance mutuelle dans leurs possibilités de mesure.

Comme de nombreux laboratoires nationaux de métrologie en sont encore à l'étape préliminaire dans le domaine de la chimie, le CCQM les aide en leur accordant le statut d'observateurs des groupes de travail et en leur permettant de participer aux études. La situation est différente de celle de la plupart des autres domaines de la métrologie, parce que le nombre des participants aux études et comparaisons clés n'est pas limité par le nombre d'échantillons disponibles.

Groupe de travail sur l'analyse organique

Les études pilotes et comparaisons clés organisées par le Groupe de travail sur l'analyse organique comprennent :

- le cholestérol, le glucose et la créatinine dans le sérum ;
- les polluants organiques dans les tissus ;

- le pp'-DDE dans l'huile de maïs et l'huile de poisson ;
- le pp'-DDT dans l'huile de poisson ;
- le gamma-hexachlorocyclohexane (HCH) dans l'huile de poisson ;
- le polychloro-biphényle (PCB) dans les sédiments ;
- l'éthanol dans une matrice d'eau ;
- le LSD dans l'urine ;
- les stupéfiants dans l'urine ;
- la pureté de composés (glucose, DDE, xylène, étain tributylque) ;
- les études sur la résonance magnétique nucléaire.

La majorité des résultats, après une première étude, sont très satisfaisants, avec des incertitudes de mesure généralement de l'ordre de 1 % à 3 % ou mieux.

Lors de sa dernière session, le CCQM a approuvé le démarrage des études et comparaisons clés suivantes :

- éthanol dans une matrice aqueuse aux niveaux requis en médecine légale ;
- composés organiques volatiles dans des solvants organiques ;
- pureté de l'atrazine et de composés de chlorpyrifos ;
- solutions organiques d'hydrocarbure aromatique polycyclique (PAH), de PCB et de pesticides.

Ce groupe devrait poursuivre les comparaisons qui répondent aux besoins de la chimie clinique, et accroître ses efforts dans le domaine des analyses de pureté.

Groupe de travail sur l'analyse inorganique

Les études pilotes et comparaisons clés organisées par le Groupe de travail sur l'analyse inorganique comprennent :

- le calcium dans le sérum ;
- l'arsenic dans les crustacés ;
- le plomb dans le vin ;
- le cuivre, le cadmium, le zinc etc. dans le vin ;
- le cadmium et le zinc dans le riz ;
- les métaux dans un mélange synthétique d'aliments ;
- le cadmium et le plomb dans l'eau naturelle ;
- le plomb et le cadmium dans les sédiments ;
- des éléments mineurs dans l'acier ;
- les constituants d'un alliage d'aluminium ;
- l'étain bi- et tributylque dans les sédiments ;
- le soufre dans des combustibles ;
- les solutions élémentaires (aluminium, cuivre, fer, magnésium) ;
- les anions en solutions étalons.

Presque tous les résultats, après une première étude, sont très satisfaisants, avec une incertitude de l'ordre de 1 %.

Lors de la dernière session du CCQM d'autres activités ont été approuvées concernant :

- les éléments mineurs dans l'acier ;
- les essais de phtalate d'acide de potassium ;
- le soufre dans les combustibles.

Groupe de travail sur l'analyse des gaz

Les études pilotes et comparaisons clés organisées par le Groupe de travail sur l'analyse des gaz comprennent :

- l'oxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde de soufre (SO₂) dans l'azote ;
- le gaz naturel ;
- le propane dans l'azote ;
- le benzène, le toluène, le xylène (BTX) dans l'azote et dans l'air ;
- les composés organiques volatiles dans l'air ;
- les méthodes de mélange dynamiques ;
- les gaz réactifs aux niveaux ambiants ;
- les gaz à effet de serre aux niveaux ambiants ;
- l'ozone aux niveaux ambiants ;
- l'éthanol dans l'air ;
- l'analyse des impuretés dans les gaz, par exemple la vapeur d'eau.

La plupart des résultats sont très exacts, avec des incertitudes bien meilleures que 1 % et qui approchent 0,01 % dans plusieurs cas.

Pendant la dernière session du CCQM d'autres activités ont été approuvées concernant :

- différents types de gaz naturels ;
- les gaz réactifs aux niveaux ambiants (NO dans l'azote et SO₂ dans l'air) ;
- le fluorure de soufre (SF₆) et les chlorofluorocarbures dans l'azote.

Groupe de travail sur l'analyse électrochimique

Les études pilotes et comparaisons clés organisées par le Groupe de travail sur l'analyse électrochimique comprennent :

- le pH (tampons de phosphate et de phtalate) ;
- les études fondamentales sur les étalons de pH ;
- la conductivité électrolytique ;
- la coulométrie ;
- les essais de chlorure d'hydrogène (HCl) ;
- les essais de phtalate d'acide de potassium (KHP).

Les résultats sont assez bons et ont contribué à une meilleure comparabilité des mesures de pH et de conductivité.

Pendant la dernière session du CCQM d'autres activités ont été approuvées concernant :

- la mesure du pH de solutions tampons de carbonate ;
- les essais de KHP ;
- la conductivité électrolytique.

Groupe de travail sur la métrologie en biotechnologie

Le Groupe de travail du CCQM sur la métrologie en biotechnologie a été établi lors de la 6^e session du CCQM en avril 2000. L'objectif de ce groupe de travail est de s'occuper des questions métrologiques dans les domaines de la biotechnologie et de la biologie moléculaire. Les activités peuvent être réparties entre les mesures relatives à l'acide nucléique et aux gènes, et celles relatives aux protéines et aux cellules. Les analyses quantitatives de l'acide désoxyribonucléique (ADN) et de l'acide ribonucléique (ARN) deviennent de plus en plus importantes dans différents domaines de mesure, comme les essais en nutrition (organismes génétiquement modifiés), les mesures cliniques et thérapeutiques, et les mesures en médecine légale (empreintes d'ADN). Les fabricants d'instruments et les utilisateurs demandent la traçabilité et des étalonnages. Entre-temps, le besoin de mesures comparables et traçables au niveau international dans les domaines de la chimie clinique et de la médecine de laboratoire est devenu critique, la Commission européenne ayant publié une directive demandant la traçabilité des mesures utilisées pour le diagnostic *in vitro* à des étalons de « niveau élevé », directive qui entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2004.

Les activités de ce groupe de travail suscitent un grand intérêt et un grand nombre de laboratoires nationaux de métrologie (désignés) en sont déjà membres ou observateurs. Le groupe de travail en est à établir et à mettre au point son programme final. Il a approuvé les études suivantes :

- profil d'ADN ;
- quantification primaire d'ADN ;
- quantification de peptides et de protéines en protéomique.

Plusieurs autres études proposées en sont à l'étape des études préliminaires et des discussions :

- étude sur la quantification de l'amplification en chaîne par polymérase (PCR) ;
- étude de correction spectrale de colorants fluorescents ;
- étude de comparabilité des résultats obtenus par différentes techniques relatives au profil d'ADN ;
- étude du dichroïsme circulaire de protéines en solution ;
- mesures biomoléculaires (gène/protéine/cellule).

Groupe de travail sur l'analyse de surface

Le Groupe de travail du CCQM sur l'analyse de surface a aussi été établi pendant la 6^e session du CCQM en avril 2000. Les industriels demandent de plus en plus aux laboratoires nationaux de métrologie de s'occuper des questions métrologiques concernant l'analyse de surface. En particulier, les progrès dans les domaines de la nanotechnologie, de l'industrie des semiconducteurs et des industries produisant et travaillant sur les technologies des couches minces dépendent des mesures de surfaces propres. Ces industries comprennent aussi, entre

autres, les secteurs des polymères, des revêtements et de la peinture, et des mesures de corrosion pour l'aérospatiale, l'adhésion des protéines et la toxicité des implants corporels.

Une première étude effectuée par le groupe de travail sur le dioxyde de silicium sur des couches de silicium a donné de très bons résultats en ce qui concerne la comparaison et la détermination des caractéristiques d'un grand nombre de techniques ; elle a démontré que le niveau de comparabilité des mesures pouvait être amélioré, avec une réduction de l'incertitude au-dessous de 1 nm. Les activités proposées dans un proche avenir concernent :

- la distribution des dopants dans le silicium ;
- la composition de films minces fer-nickel et cobalt-platine ;
- les revêtements ;
- les couches de surface, les polluants ;
- les surfaces des polymères ;
- les systèmes constitués de multi-couches minces.

Ces méthodes et technologies sont d'un grand intérêt pour l'industrie, et la poursuite de cette activité par le CCQM est hautement souhaitable.

Groupe de travail sur les comparaisons clés et la qualification des CMCs

Comme je l'ai dit dans mon rapport à la 21^e Conférence générale en octobre 1999, le Groupe de travail du CCQM sur les comparaisons clés a coordonné les propositions concernant les études pilotes et les comparaisons clés des autres groupes de travail, en recherchant une approche équilibrée, et en soutenant les bonnes priorités, tout en cherchant à prévenir une charge de travail trop importante liée aux comparaisons clés dans les laboratoires nationaux de métrologie.

L'Arrangement du CIPM est encore en cours de mise en œuvre dans le domaine de la métrologie en chimie. Ce domaine d'activité étant relativement nouveau pour de nombreux laboratoires nationaux de métrologie, il est clair que les discussions sur l'examen régional et inter-régional des déclarations de CMCs doivent être plus approfondies que dans le domaine plus « classique » de la métrologie en physique. L'avis des experts du CCQM est sollicité pour examiner les CMCs qui sont étayées par les résultats des comparaisons, ainsi que celles, plus difficiles à traiter, qui ne le sont pas. En conséquence, le CCQM a décidé, lors de sa session d'avril 2003, d'élargir le domaine d'activité du groupe de travail et de le renommer Groupe de travail sur les comparaisons clés et la qualification des CMCs. Le groupe est composé de représentants et d'experts des organisations régionales de métrologie et d'experts des groupes de travail du CCQM.

Comme les laboratoires nationaux de métrologie ne se contentent pas d'offrir des services d'étalonnage et de mesure à leurs clients, mais produisent et distribuent souvent aussi des matériaux de référence certifiés, ce groupe de travail étudiera aussi les critères pour l'acceptation des matériaux de référence certifiés dans l'annexe C de la KCDB.

Questions d'ordre général

Le CCQM a poursuivi ses discussions sur des questions d'importance générale.

Réunions communes des groupes de travail du CCQM

Des réunions communes des groupes de travail du CCQM sont organisées lorsque leur programme de travail se recoupe. Le Groupe de travail sur l'analyse inorganique s'est réuni avec le Groupe de travail sur l'analyse électrochimique, le Groupe de travail sur l'analyse organique s'est réuni avec le Groupe de travail sur la métrologie en biotechnologie et avec le Groupe de travail sur l'analyse des gaz. Ces réunions se sont avérées très utiles et se poursuivront à l'avenir.

Ateliers du CCQM

Les travaux du CCQM ont grandement bénéficié des retombées des nombreux ateliers qu'il a organisés :

- En décembre 1999, un atelier a été organisé sur les bilans d'incertitudes et le calcul de l'incertitude de mesure.
- En avril 2002, un atelier sur la traçabilité dans le domaine des mesures chimiques a connu un grand succès ; il a discuté des besoins de traçabilité des différentes communautés d'utilisateurs et des mécanismes utilisés ou envisagés par les laboratoires nationaux de métrologie pour obtenir la traçabilité.
- En novembre 2003, un atelier sera organisé pour répondre aux besoins des agences de réglementation, des organismes d'accréditation, de l'industrie, et des organisations spécialisées en matière de traçabilité pour les analyses en nutrition.

L'atelier très réussi sur la traçabilité en médecine de laboratoire, qui s'est tenu en juin 2002, organisé par le BIPM, l'IFCC et le CCQM, mérite d'être mentionné.

Matériaux de référence certifiés

Les matériaux de référence certifiés sont largement utilisés pour les étalonnages et la validation des méthodes. La plupart des laboratoires nationaux de métrologie délivrent différents matériaux de référence certifiés à leurs clients pour disséminer la traçabilité.

L'annexe C de la KCDB publie des listes des matériaux de référence certifiés délivrés par les laboratoires nationaux de métrologie. Ces listes ne concernent que les matériaux représentatifs des grandeurs ou mesurandes, et des domaines de mesurandes correspondant aux services délivrés par les laboratoires nationaux de métrologie à leurs clients. Il n'est pas envisagé que l'Arrangement du CIPM couvre tout le catalogue des matériaux de référence certifiés délivrés par les laboratoires nationaux de métrologie.

Cependant, les matériaux mentionnés doivent être fondés sur les propres possibilités de mesure du laboratoire national de métrologie et sur la compétence de ce laboratoire à déterminer leurs caractéristiques (stabilité, homogénéité etc.) et à assigner une valeur au matériau en question.

Il est possible de démontrer la compétence à assigner une valeur aux matériaux de référence certifiés en se conformant aux guides et normes appropriés de l'ISO, comme le Guide 34 de l'ISO sur les exigences générales pour la compétence des producteurs de matériaux de référence.

Le Groupe de travail du CCQM sur les comparaisons clés et la qualification des CMCs étudie la possibilité d'affiner les critères auxquels les matériaux de référence certifiés doivent répondre pour être mentionnés dans l'annexe C.

Une coopération avec le Comité de l'ISO sur les matériaux de référence (ISO REMCO) a été établie pour traiter des problèmes communs.

Le besoin de matériaux de référence certifiés spécifiques, comme les matrices, est presque infini. Il est de toute évidence impossible pour les laboratoires nationaux de métrologie de produire et de fournir tous les matériaux de référence certifiés nécessaires. Une autre activité des laboratoires nationaux de métrologie consiste à certifier et fournir des matériaux très purs, par des essais directs ou des mesures indirectes d'impuretés. Ces matériaux assurent la base des solutions d'étalonnage ; ils sont donc au sommet de la chaîne de traçabilité. C'est aussi un défi considérable.

Les matériaux de référence certifiés délivrés par les laboratoires nationaux de métrologie dans le cadre de l'Arrangement du CIPM sont accompagnés d'un certificat et d'une déclaration d'incertitude assurant la traçabilité de la valeur assignée au résultat de mesure. Ce n'est pas toujours vrai pour les matériaux de référence certifiés du commerce. L'impossibilité de démontrer la traçabilité est source de difficultés considérables pour la communauté des chimistes de laboratoire lorsqu'ils cherchent à se faire accréditer selon la norme ISO 17025, ou la norme ISO 15189 pour les laboratoires cliniques.

Coopération avec d'autres organisations intergouvernementales et internationales

Les mesures exactes, traçables au SI, qui sont des points d'ancrage à long terme, stables et fixes, sont essentielles à plusieurs programmes dans le domaine de l'environnement. De la même manière, le programme de l'OMM demande la meilleure exactitude possible. C'est pourquoi le CIPM a signé un protocole d'accord avec l'OMM assurant une collaboration étroite avec le BIPM, le CCPR et le CCQM.

Les mesures en chimie clinique et en médecine de laboratoire constituent une part considérable des activités quotidiennes dans le monde. L'équivalence et la traçabilité sont maintenant à l'ordre du jour pour les communautés dans les domaines de la chimie clinique et du diagnostic *in vitro*. La conformité aux règlements (par exemple avec la directive de la Communauté européenne sur le diagnostic *in vitro*), les demandes concernant l'accréditation, un meilleur traitement des patients et la nécessité de réduire les coûts impliquent que les mesures soient plus exactes et plus précises. Le CIPM a donc signé un protocole d'accord avec l'OMS, tout en intensifiant sa coopération à long terme avec l'IFCC. Comme un grand nombre de mesures concernent des analyses chimiques, une coopération étroite a été établie avec le CCQM, et en particulier avec les groupes de travail du CCQM sur l'analyse organique et sur la métrologie en biotechnologie ; la contribution du Groupe de travail du CCQM sur l'analyse inorganique sera aussi nécessaire.

La coopération avec l'AIEA et l'IRMM s'effectue par la participation de ces organisations aux différents groupes de travail du CCQM.

En ce qui concerne la normalisation et les documents de directives, une coopération a été établie avec CITAC, l'ISO REMCO et l'UICPA.

Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire

Après quelques réunions préparatoires, et poussés par l'introduction des directives de la Commission européenne sur le diagnostic *in vitro* demandant la traçabilité à des étalons d'ordre supérieur, le BIPM, l'IFCC et l'ILAC, soutenus par les représentants des agences de

réglementation, des associations de l'industrie, des organismes d'assurance de qualité, des agences qui établissent des tests de compétence, et des organisations de normalisation, ont décidé en juin 2002 d'établir un Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM). Le but du JCTLM est d'étayer la comparabilité internationale, la fiabilité et l'équivalence des résultats de mesure en médecine de laboratoire. Des listes de matériaux de référence d'ordre le plus élevé et validés, et des procédures de mesures de référence seront aussi publiées ; une liste de laboratoires de mesure de référence sera établie.

L'OMS et les laboratoires qui conservent ses étalons internationaux participent activement aux réunions du JCTLM et coopèrent à ses activités.

Le JCTLM, qui est actuellement présidé par l'IFCC et dont le BIPM assure le secrétariat, possède deux groupes de travail :

- Le Groupe de travail 1 sur les matériaux de référence et les procédures de référence, co-présidé par l'IRMM et le NIST, qui examine actuellement les matériaux et méthodes de référence désignées comme étant d'ordre supérieur.
- Le Groupe de travail 2 sur les laboratoires de référence, co-présidé par l'Association allemande des chimistes cliniques, par l'université de Bonn (Allemagne) et par l'université de Gand (Belgique), a mis au point des critères que les laboratoires doivent remplir pour apporter la preuve de leur compétence en tant que laboratoire de mesure de référence.

Le Groupe de travail 1 compte huit sous-groupes sur :

- les électrolytes (calcium, chlorure, potassium etc.) ;
- les enzymes (sérum glutamo-oxaloacétique transaminase (AST), amylase, créatine kynase (CK), gamma-glutamyltransférase (GGT) etc.) ;
- les métabolites et substrats (cholestérol, urée etc.) ;
- les protéines (albumine, troponine-A, antigène spécifique à la prostate (PSA)) ;
- les acides nucléiques (ADN, ARN) ;
- les substances médicamenteuses (digoxine, lithium) ;
- les hormones (cortisol, estriol, testostérone etc.) ;
- les facteurs de coagulation.

De nouveaux sous-groupes seront établis pour examiner les groupes de matériaux de référence et méthodes suivants :

- groupe et type de sang ;
- gaz dans le sang ;
- maladies infectieuses ;
- métaux non-électrolytiques ;
- vitamines.

Il a été proposé d'effectuer une série de mesures pour assurer la comparabilité des matériaux de référence qualifiés « d'ordre supérieur ». Ces comparaisons seront effectuées par les laboratoires ayant démontré leur compétence dans le domaine, comme les laboratoires nationaux de métrologie qui ont participé avec succès aux comparaisons clés et dont les CMCs, approuvées dans le cadre de l'Arrangement du CIPM, ont été publiées dans l'annexe C.

Un arrangement de reconnaissance internationale est en préparation, qui permettrait d'utiliser l'infrastructure établie par le JCTLM pour la reconnaissance des matériaux de référence d'ordre supérieur et des procédures de mesure.

Commission du Codex Alimentarius de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Agence mondiale antidopage (AMA) et secteur pharmaceutique

De nombreux autres domaines de l'analyse chimique s'intéressent à l'accréditation, et ressentent le besoin de démontrer la traçabilité des résultats de mesure. L'on espère que la coopération avec ces organisations et secteurs sera établie prochainement, en utilisant les activités existantes du CCQM et du JCTLM.

L'atelier du CCQM sur la traçabilité des analyses en nutrition, déjà mentionné, aura lieu en novembre 2003 au BIPM.

Propriétés des matériaux

Une bonne connaissance des propriétés des matériaux est indispensable pour l'industrie et la société.

Les premières propositions pour étudier les besoins et la situation actuelle, et débiter certaines coopérations, ont été faites par le CCQM. Elles comprennent la production, la détermination des caractéristiques et l'attribution des valeurs des matériaux de référence certifiés, y compris ceux destinés à la chimie, les fibres optiques, les coefficients de transfert de chaleur etc.

La discussion a été reprise par le CIPM, car les propriétés des matériaux font appel aux compétences d'autres Comités consultatifs.

Viscosimétrie

En septembre 1999 une première réunion a été organisée au BIPM pour étudier les problèmes, les besoins et les éventuelles activités futures dans le domaine des mesures de viscosité. Comme l'on ne savait pas très clairement à quel Comité consultatif rattacher cette activité, le Comité international a décidé de créer un Groupe de travail *ad hoc* sur la viscosité, présidé par le président du CCQM.

Lors d'une deuxième réunion en octobre 2001, il a été décidé qu'une comparaison de mesures de viscosité cinématique jusqu'à 40 000 mm²/s et à des températures allant jusqu'à 100 °C serait organisée par la PTB (Allemagne) en coopération étroite avec la société Cannon Instrument aux États-Unis.

Onze laboratoires nationaux de métrologie conservant une échelle indépendante ont participé à la comparaison, ainsi que sept autres laboratoires nationaux de métrologie, qui n'en possèdent pas. Les résultats de la comparaison ont été présentés à la 3^e réunion du Groupe de travail *ad hoc* sur la viscosité en novembre 2002. En général, la comparaison s'est déroulée avec succès, avec une incertitude sur les résultats comprise entre 0,1 % et 1 %, selon la viscosité et la température. Le rapport final a été publié en 2003.

Les résultats de la comparaison étaient en bon accord avec ceux de la société Cannon Instrument, qui a supervisé l'échelle de viscosité de l'ASTM pendant longtemps.

Considérant le type d'activités et les aspects organisationnels dans lesquels la majorité des laboratoires nationaux de métrologie sont impliqués dans le domaine de la viscosité, le Comité international devrait décider lors de sa session d'octobre 2003 que le Groupe de travail (*ad hoc*)

sur la viscosité présente à l'avenir son rapport au Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées.

Laboratoires désignés

Dans de nombreux pays les laboratoires nationaux de métrologie n'ont pas une grande expérience dans le domaine de la métrologie en chimie. Pour satisfaire rapidement les besoins du commerce, de l'industrie et de la société de manière efficace, certains d'entre eux utilisent les moyens et les compétences en métrologie en chimie de plusieurs laboratoires nationaux et universités, en les désignant comme agissant en tant que laboratoire national de métrologie pour certaines grandeurs et domaines de mesure en chimie, afin de pouvoir participer à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM.

On constate aussi que dans certains pays, c'est le laboratoire métrologique d'une société privée commerciale qui a été désigné pour certaines grandeurs et domaines de mesure. Dans ce cas, les équipements doivent être accessibles à tout client potentiel sur un pied d'égalité et un coût raisonnable devrait être garanti.

Pour certains types de mesures en chimie, l'utilisation d'équipements coûteux, comme un réacteur pour la méthode instrumentale d'analyse par activation neutronique, est nécessaire. Comme la plupart des laboratoires nationaux de métrologie ne possèdent pas de tels équipements, il est fortement recommandé qu'ils utilisent les réacteurs disponibles dans leur pays.

Programme du BIPM dans le domaine de la métrologie en chimie

Lors de la 21^e Conférence générale en 1999, le CCQM avait estimé qu'il serait essentiel que le BIPM acquière des connaissances fondamentales dans le domaine de la métrologie en chimie pour devenir un partenaire compétent dans la communauté internationale des chimistes et pour aider efficacement à établir le système mondial de traçabilité et d'équivalence des mesures en chimie. Le CCQM a donc conseillé au CIPM d'établir un laboratoire de métrologie en chimie au BIPM. Le CCQM note que cette activité a démarré depuis la 21^e Conférence générale. Un programme de travail sur les étalons de référence mesureurs d'ozone a été mis en place et la première série de comparaisons internationales s'est déroulée de manière satisfaisante. Ce programme de comparaison se poursuit maintenant dans le cadre d'une étude pilote du CCQM, dont le BIPM est le laboratoire pilote, avec la participation d'une vingtaine de laboratoires. En 2003, après des discussions en 2002 avec les groupes de travail concernés, le CCQM a conseillé à l'unanimité que la section de chimie du BIPM entreprenne une activité restreinte sur l'analyse de pureté dans le domaine de la chimie clinique et organique, dans le cadre de la coopération globale entre les laboratoires nationaux de métrologie.

Les diverses activités du programme de travail du BIPM lui donneront le statut requis pour parler au nom de la communauté métrologique internationale, en rassemblant les organisations intergouvernementales et internationales intéressées par la métrologie, et en servant une communauté élargie par l'établissement de l'équivalence internationale reconnue par la traçabilité au SI, ou si ce n'est pas (encore) possible, à d'autres références agréées au niveau international. L'extension du programme à des activités dans le domaine de la chimie organique ou clinique est considérée comme essentielle pour consolider la position du BIPM dans le domaine de la métrologie en chimie.

Conclusions

Nous avons effectué d'importants progrès durant les dix années d'existence du CCQM et démontré qu'il est possible d'effectuer des mesures exactes en chimie. Plusieurs questions restent à traiter :

- la formation à la métrologie en chimie, y compris la compréhension des concepts de traçabilité et d'incertitude de mesure ;
- la compréhension et la recherche concernant la définition des mesurandes (certaines différences entre les résultats surviennent du fait d'une définition imprécise du mesurande) ;
- les mesures dépendantes de la méthode employée ;
- les problèmes de matrice ;
- l'interchangeabilité dans les mesures cliniques et thérapeutiques ;
- l'utilisation d'unités en dehors du SI quand la traçabilité au SI n'est pas (encore) réalisable, par exemple pour les unités relatives à l'activité biologique. »

M. Bordé remercie M. Kaarls pour son rapport et demande s'il y a des questions.

En réponse à une question de M. Mills, M. Kaarls mentionne l'activité biologique comme un exemple de grandeur dont l'unité biologique n'est pas traçable au SI. Pour quantifier l'activité biologique, les laboratoires de l'OMS produisent des matériaux de référence certifiés dont l'activité est exprimée en « unités OMS ». Les matériaux de référence qu'ils produisent ont une unité OMS égale à 1. Cela vaut pour le lot, mais quand un autre lot est fabriqué, il peut avoir une activité différente, mais à nouveau ce lot est défini comme ayant une activité d'une unité OMS. En fait, dans l'idéal il devrait être possible d'exprimer cette activité en $\text{mol mol}^{-1} \text{s}^{-1}$ ou une unité similaire, mais M. Quinn souligne que l'activité biologique de ces molécules ne peut en général pas être exprimée quantitativement comme les mesures physico-chimiques que nous effectuons, parce que nous ne comprenons pas suffisamment bien l'interaction entre ces molécules complexes et le corps humain. Jusqu'à ce qu'il soit possible de faire une mesure physico-chimique reliée bijectivement à l'activité biologique, on ne pourra pas éviter l'utilisation d'unités arbitraires. Il cite l'exemple de l'insuline.

En réponse à une question de M. Göbel, M. Kaarls confirme que la base de données du JCTLM pour les matériaux de rang hiérarchique supérieur est distincte de l'annexe C de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés.

M. Shehata (Égypte) demande à M. Kaarls d'expliquer le principe de la traçabilité à la définition de la mole réalisée au moyen des matériaux de référence certifiés. M. Kaarls explique que les matériaux de référence certifiés sont des échantillons, utilisés pour étalonner les instruments, dont les propriétés et la composition sont très bien connues grâce à des étalonnages réalisés au moyen de méthodes primaires. M. Quinn ajoute que cette question est l'une des premières qui aient été discutées au CCQM après sa création et c'est la raison pour laquelle le CCQM a passé un temps considérable à discuter des méthodes primaires pour l'analyse chimique. Une méthode primaire est une méthode qui permet de donner le résultat d'une composition en moles fondé sur des mesures effectuées à l'aide d'autres unités du SI. La méthode primaire permet donc de passer de la définition de la mole à la valeur de la quantité de matière d'un échantillon particulier sans avoir une connaissance préalable de sa teneur chimique en moles. Presque toutes les unités de base du SI sont réalisées au moyen de méthodes primaires – cela s'applique au temps, à la température, à la longueur, au courant électrique, à l'intensité lumineuse et à la quantité de

matière. La seule unité qui n'est pas réalisée de cette manière est le kilogramme, parce que la réalisation de cette unité existe déjà sous la forme du Prototype international du kilogramme.

M. Bordé demande si la spectroscopie laser est utilisée pour mesurer la teneur en gaz étrangers dans l'air, comme l'ozone et le SF₆. M. Kaarls dit que la spectroscopie laser est en effet l'une des nombreuses technologies utilisées pour effectuer de telles mesures. M. Bordé commente qu'il pourrait être judicieux de mettre au point des systèmes laser de ce type au BIPM dans le futur. Il remercie M. Kaarls et invite M. Valdés à présenter son rapport.

15.9 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 suivant.

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCAUV.

Le CCAUV a été établi en 1998 par le Comité international lors de sa 87^e session, sur la recommandation du groupe de travail du Comité international présidé par M. Andrew Wallard, qui a aussi présidé ce nouveau Comité consultatif pendant les deux premières années. Lors de sa 89^e session, le Comité international a désigné un de ses membres, M. Valdés, comme président du CCAUV. La première session du CCAUV s'est tenue au BIPM en juillet 1999 ; les deuxième et troisième sessions se sont tenues en octobre 2001 et octobre 2002, respectivement, Mme P.J. Allisy-Roberts (BIPM) en étant la secrétaire exécutive. Vingt-huit délégués, cinq observateurs et un invité étaient présents à la 3^e session, ainsi que des membres du personnel du BIPM et le président du CCAUV. M. Giuseppe Basile a annoncé qu'il cesserait de représenter l'IMGC (Italie) au CCAUV après cette réunion, à dater d'avril 2003.

Pendant la 21^e Conférence générale en octobre 1999, il avait été dit qu'il serait opportun de publier un numéro spécial de *Metrologia* consacré à l'acoustique, aux ultrasons et aux vibrations. Il a été publié en décembre 1999 [vol. 36(4)] et contient une série d'articles intéressants dans ces domaines, ainsi que dans les domaines de l'acoustique dans l'air et dans l'eau. Ce numéro spécial de *Metrologia*, ainsi que la longue liste de publications figurant dans la page consacrée au CCAUV sur le site Web du BIPM, constituent des références précieuses pour les chercheurs dans ce domaine de la métrologie.

Depuis sa création, le CCAUV a mis en œuvre un programme actif de comparaisons clés. Deux des comparaisons clés du CIPM sont déjà terminées et leurs rapports publiés, une autre devrait l'être sous peu, le projet A de rapport étant à l'étude. Deux autres comparaisons clés sont en cours et deux autres devraient débiter en 2003-2004. Viennent s'y ajouter plusieurs comparaisons clés des organisations régionales de métrologie : six dans le domaine de l'acoustique (une a été approuvée, deux rapports sont en cours, les mesures d'une autre comparaison sont en cours et deux autres sont prévues), deux dans le domaine des ultrasons (les deux sont programmées), et quatre dans celui des vibrations (deux sont approuvées, les résultats d'une comparaison liés à ceux de la comparaison clé correspondante du CIPM devraient être prochainement publiés, le rapport de l'une d'elles est en cours, et une autre vient de débiter). Une comparaison supplémentaire du SIM utilisant deux pistonphones comme instruments de transfert est aussi terminée.

L'état d'avancement détaillé des comparaisons clés du CIPM, consultable dans la KCDB, peut se résumer de la manière suivante :

- CCAUV.A-K1 : Comparaison de mesures de pression acoustique dans l'air entre 63 Hz et 8 kHz.
Le rapport de la comparaison est presque terminé ; il devrait être publié avant la fin de 2003 et inclure les résultats de douze participants.
- CCAUV.A-K2 : Comparaison de mesures de pression acoustique dans l'air à basse fréquence entre 2 Hz et 125 Hz.
Cette comparaison devrait débuter après 2004 et compter au moins huit participants.
- CCAUV.A-K3 : Comparaison de mesures de pression acoustique dans l'air entre 31,5 Hz et 31,5 kHz.
Les mesures ont débuté en janvier 2003 avec douze participants.
- CCAUV.A-K4 : Comparaison de mesures de pression acoustique dans l'air en champ libre entre 2 kHz et 40 kHz.
Cette comparaison a été repoussée à 2004.
- CCAUV.U-K1 : Comparaison de mesures de puissance d'ultrasons à trois fréquences et à cinq niveaux de puissance.
Cette comparaison s'est déroulée entre 1999 et 2002 et ses résultats ont été publiés en novembre 2002 ; les résultats des neuf participants sont disponibles dans la KCDB.
- CCAUV.U-K2 : Comparaison de mesures de puissance d'ultrasons entre 1 MHz et 15 MHz.
Cette comparaison est en cours et compte cinq participants ; les mesures devraient s'achever en juillet 2003. Le rapport pourrait être prêt avant la fin de 2003.
- CCAUV.V-K1 : Comparaison d'accélération vibratoire entre 40 Hz et 5 kHz.
Cette comparaison s'est déroulée entre 2000 et 2001 et ses résultats ont été publiés en décembre 2002 ; les résultats des douze participants sont disponibles dans la KCDB.
- CCAUV.W-K1 : Comparaison de mesures de pression acoustique dans l'eau entre 1 kHz et 500 kHz.
Cette comparaison s'est déroulée entre 2000 et 2002 et le projet A de rapport est en cours d'examen par les sept participants.

Des discussions intéressantes ont eu lieu pendant les réunions du CCAUV sur la détermination des valeurs de référence des comparaisons clés, sur l'estimation des incertitudes, sur la stabilité des objets en circulation et les étalons de référence concernés, tels que les microphones étalons. Dans certains cas, comme par exemple lors du traitement des données de la comparaison clé CCAUV.V-K1, le laboratoire pilote a fait des recherches poussées pour déterminer la valeur de référence de la comparaison clé, en utilisant cinq méthodes au total : ajustement, moyenne, médiane, probabilité et moyenne pondérée. Il a été décidé d'utiliser la moyenne pondérée.

D'autres questions concernant les activités du CCAUV ont été posées lors des discussions des comparaisons clés, comme par exemple la nécessité d'effectuer des mesures acoustiques à des fréquences encore plus basses, pour des applications autres que l'audition humaine, comme la microscopie acoustique.

Il est hautement souhaitable d'assurer la participation la plus large possible des laboratoires nationaux de métrologie aux comparaisons clés et aux activités du CCAUV. Lorsque les laboratoires nationaux de métrologie n'ont pas de compétence particulière dans un certain domaine, mais qu'une telle compétence existe dans un autre centre national, les États membres peuvent associer leur laboratoire national et ces centres, et les désigner dans le cadre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle. Ils pourront ainsi participer aux réunions et aux activités techniques du CCAUV. De même, les activités et les équipements de ces centres pourront être utilisés pour fournir des services aux organisations industrielles, scientifiques,

médicales ou autres, qui ont besoin ou tireraient profit d'étalonnages assurant la traçabilité au Système international d'unités.

La classification des services dans le domaine de la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations a aussi été discutée, en liaison avec les déclarations des possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires nationaux de métrologie dans le cadre du JCRB.

Pendant la deuxième session du CCAUV, de nouveaux défis dans le domaine de la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations ont été présentés, notamment des idées et progrès très novateurs dans le domaine de la nanotechnologie. Un groupe de travail *ad hoc* créé à cet effet a rédigé un document, qui a été étudié lors de la 3^e session du CCAUV. Il a contribué au rapport préparé par le Comité international pour la 22^e Conférence générale et traite de questions plus techniques que celles examinées dans le rapport *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie* préparé par le Comité international pour la 21^e Conférence générale.

Lors de toutes les sessions du CCAUV, les représentants des organisations régionales présentent leur rapport sur les activités de leur région, les laboratoires nationaux de métrologie présentent leurs nouveaux équipements, leurs programmes de travail et domaines de recherche, et les observateurs des organisations internationales, comme la CEI et les comités techniques de l'ISO, leur rapport dans le domaine de la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations. Les informations récentes sur ces sujets figurent dans les trente-neuf documents de travail présentés lors de la 3^e session du CCAUV.

Plusieurs réunions scientifiques internationales complètent les activités du CCAUV. Un atelier « Sound and Vibration » a été annoncé, qui devrait avoir lieu à Copenhague en septembre 2003, au moment de la réunion du Comité technique 29 de la CEI.

Enfin, et non des moindres, citons la longue discussion du CCAUV sur les unités sans dimension utilisées dans le domaine de la métrologie de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations. Le Comité consultatif des unités (CCU) avait soulevé la question de savoir s'il convenait d'adopter le néper, le bel, ou les deux, comme unités SI. Lors de la dernière session du CCAUV, le directeur du BIPM a présenté l'historique et l'état actuel de la question, après que la proposition ait été adressée aux délégués. Des opinions individuelles et émanant des institutions ont été présentées par certains représentants des laboratoires nationaux de métrologie. Des observateurs représentant des organisations internationales ont présenté leur point de vue. Enfin, les derniers articles soumis à *Metrologia* par le président du CCU *et al.* et par le président du CCAUV ont été discutés. Le CCAUV est en faveur du *statu quo*, c'est-à-dire maintenir le néper et le bel en dehors du SI. La meilleure raison pour ne rien changer est d'éviter de créer la confusion en introduisant des changements, qui ont une influence non seulement dans le domaine de la métrologie, mais aussi pour le commerce et l'industrie. La proposition du CCAUV de maintenir le *statu quo* est aussi appuyée par la CEI, et enfin par le Comité international lors de sa session d'octobre 2002.

Dans les pages du site Web du BIPM consacrées au CCAUV, un certain nombre de documents sont disponibles, dont une longue liste de bibliographies soumises par les laboratoires nationaux de métrologie membres. Il encourage les membres à continuer à développer cet outil utile.

Il revient ensuite aux discussions du CCAUV, du CCU et du CIPM au sujet du néper et du bel et présente brièvement son point de vue sur le sujet. Dans ce qu'il qualifie de logique A, celle qui est suivie actuellement, le rapport entre deux grandeurs du même type est considéré comme une nouvelle grandeur. Dans ce système, il est nécessaire de donner un nom à la nouvelle grandeur, par exemple fraction massique. Dans ce cas l'unité est kg kg^{-1} , que l'on pourrait appeler l'unité

« un » ou « uno ». Il pose toutefois la question : comment cette nouvelle unité sera-t-elle réalisée ? Il suggère que, dans ce cas, le « uno » pourrait être réalisé en comparant deux étalons du kilogramme sur une balance, même s'il préfère simplement utiliser l'unité SI de base, le kilogramme.

Il présente ensuite la logique B, selon laquelle la division d'une grandeur par une autre grandeur de même nature permet d'exprimer le nombre de fois qu'une grandeur est contenue dans une autre. C'est un nombre et pas une nouvelle grandeur ; on peut l'appeler un coefficient, un facteur, ou un rapport ; on ne lui assignera aucune unité SI.

Il faut faire un choix entre les logiques A et B. Dans le domaine de l'acoustique, la confusion résulte de l'utilisation du décibel pour différentes grandeurs ou puissance du champ, sans préciser à quoi le décibel se réfère. Il suggère qu'il est préférable d'utiliser les unités SI approuvées et attire l'attention sur un article qu'il a publié dans *Metrologia* (2002, **39**(6), 543-549). »

M. Bordé remercie M. Valdés pour sa présentation et demande s'il y a des questions.

M. de Leer reprend la discussion sur l'utilisation de rapports considérés comme des unités, citant l'exemple de mol mol^{-1} en chimie. Il n'est pas possible ici de diviser une mole d'un composant particulier par une mole d'un autre composant particulier, il n'est donc pas possible de donner des noms spéciaux. M. Valdés est aussi d'avis que l'on devrait parler de $10^{-6} \text{ mol mol}^{-1}$, si l'on choisit de ne pas utiliser les ppm, mais il n'est pas nécessaire d'introduire une nouvelle unité microunomol !

M. Mills souligne que les chimistes utilisent très largement la fraction molaire et la trouvent utile. Il dit qu'il est tout à fait d'accord avec M. Valdés mais il souligne que les gens n'arrêteront pas d'utiliser le décibel et que le CCU aimerait les amener à l'utiliser et à le définir d'une manière plus logique.

M. Inglis dit qu'il est intéressé par les travaux présentés par M. Valdés sur les microphones nanométriques. Il demande si de nouveaux étalons sont nécessaires dans ce domaine, voire de futures comparaisons clés. M. Valdés estime que ce sera nécessaire d'ici cinq à dix ans.

En réponse à un commentaire de M. Bordé, M. Valdés explique que les microphones nanométriques sont en cours de mise au point par une équipe cherchant à atteindre la limite quantique dans leurs recherches sur les ondes gravitationnelles.

15.10 Comité consultatif des unités

M. Mills, président du Comité consultatif des unités (CCU), présente le rapport suivant :

« J'ai le plaisir de vous présenter le rapport du CCU. Le CCU s'est réuni deux fois depuis la précédente Conférence générale en 1999 ; il a tenu sa 14^e session en avril 2001 et sa 15^e session en avril 2003.

14^e session du CCU, avril 2001

1. Nous avons étudié les responsabilités du CCU. Elles consistent principalement à examiner les changements éventuels à apporter au Système international d'unités (SI) ; à préparer les éditions successives de la brochure sur le SI, qui publie les définitions officielles concernant

le SI ; et à promouvoir le SI dans les domaines des sciences, des techniques et de l'ingénierie.

2. Nous avons examiné les modifications éventuelles des définitions des unités de base pour les années futures.

i) Nous envisageons de modifier légèrement la prochaine édition de la brochure sur le SI pour ajouter aux définitions des unités de base une explication sur les valeurs des constantes fixées dans les définitions en vigueur. Ainsi, la définition actuelle du mètre fixe la valeur de la vitesse de la lumière ; celle du kilogramme fixe la masse du Prototype international ; celle de la seconde fixe la fréquence de la transition hyperfine de l'atome de césium ; celle de l'ampère fixe μ_0 , la perméabilité du vide ; celle du kelvin fixe la température du point triple de l'eau ; celle de la mole fixe la masse molaire de l'atome de carbone ; et celle de la candela fixe l'intensité lumineuse de la source spécifiée.

ii) Des changements majeurs sont à prévoir en ce qui concerne les définitions du kilogramme, de la seconde, et éventuellement du kelvin, au cours des dix prochaines années.

Il est nécessaire de redéfinir le kilogramme parce que l'on sait que la masse du prototype varie de plusieurs 10^{-8} en valeur relative sur une durée d'un mois, en raison d'effets physico-chimiques superficiels variables. Une nouvelle définition éventuelle pourrait être fondée sur la masse de l'atome de carbone et elle fixerait la valeur de la constante d'Avogadro. Une autre alternative serait une définition fondée sur l'équivalent de masse d'un photon calculé au moyen des relations d'Einstein et de Bohr, $E = mc^2 = h\nu$. Elle serait réalisée à l'aide de l'expérience de la balance du watt et fixerait la valeur de la constante de Planck. Ces alternatives présenteraient divers avantages, mais aucune d'entre elles ne peut actuellement être réalisée avec l'exactitude voulue. Il n'est pas encore possible de choisir entre elles.

Le changement attendu de la définition de la seconde concerne le passage de la fréquence micro-onde de l'atome de césium utilisé dans la définition actuelle à une fréquence optique cent fois plus élevée, qui augmenterait considérablement la précision de la réalisation de la définition. Un certain nombre d'autres transitions spectrales d'atomes sont à l'étude dans divers laboratoires de recherche dans le monde. La réalisation de la définition de la seconde nécessite un oscillateur libre très stable dont la fréquence puisse être asservie sur celle d'une transition optique et qui puisse être comparée à celle de la transition micro-onde de l'atome de césium avec la précision nécessaire.

Le changement éventuel de la définition du kelvin fixerait la valeur de la constante de Boltzmann ; le kelvin serait réalisé au moyen d'une expérience reliant la température et l'énergie. Ce type d'expérience est actuellement loin d'atteindre la précision nécessaire, mais des progrès sont attendus dans ce domaine.

Le CCU suit ces avancées ; il demandera l'avis des nombreux métrologistes et des Comités consultatifs des domaines concernés avant d'apporter le moindre changement.

3. Le CCU a ré-examiné la proposition, présentée lors de la précédente Conférence générale en 1999, d'adopter le néper, symbole Np, comme unité SI au même titre que le radian. Les délégués présents à cette réunion se rappelleront que cette proposition avait alors été accueillie de manière dubitative et que le projet de résolution avait été retiré pour un examen ultérieur. Le CCU continue à penser que le néper devrait être considéré comme une unité SI étroitement liée au radian ; trois membres du CCU ont publié un article dans *Metrologia* expliquant les raisons de cette proposition (I.M. Mills, B.N. Taylor et A.J. Thor, Definitions of the units radian, neper, bel and decibel, *Metrologia*, 2001, **38**, 353-361). Toutefois, comme nous avons soumis plusieurs propositions modifiées au CIPM sans qu'aucune d'entre elles n'ait été approuvée, nous avons décidé de ne pas y donner suite pour le moment.

4. Le CCU a examiné les problèmes occasionnés par les différentes significations des termes « unités SI » et « unités du SI ». Selon les récentes éditions de la brochure sur le SI, y compris la 7^e édition publiée en 1998, le terme « unités SI » doit s'appliquer uniquement aux unités cohérentes, et pas à celles incluant des préfixes de multiples ou de sous-multiples ; par contre le terme « unités du SI » peut s'appliquer à toutes les unités, y compris celles avec des préfixes. Selon cette règle, le centimètre et le millimètre, par exemple, ne sont pas des unités SI, mais ce sont des unités du SI. Il semble contraire aux règles de la grammaire anglaise de donner une signification différente aux termes « unités SI » et « unités du SI ».

Le CCU a décidé de résoudre cette question en déclarant que les termes « unités SI » et « unités du SI » ont la même signification et se réfèrent à la fois aux unités cohérentes et à toutes les unités obtenues en ajoutant des préfixes de multiples ou de sous-multiples. Quand on souhaite se référer uniquement aux unités SI sans préfixe, il convient d'utiliser le terme « unités cohérentes du SI ». La prochaine édition de la brochure sur le SI sera ainsi rédigée.

5. La question de créer de nouveaux préfixes SI au-delà de 10^{+24} à 10^{-24} a été discutée, mais il a été décidé de ne rien changer. La possibilité de remplacer les symboles da, h et k utilisés pour les préfixes déca, hecto et kilo par les symboles D, H et K en majuscules a aussi été discutée, mais il a aussi été décidé de ne rien changer. Le CCU pense qu'il ne faut apporter de changements, même mineurs, aux règles du SI que pour des raisons impératives, parce que tout changement entraîne des risques de confusion et peut avoir des conséquences sur ceux qui devraient être apportés à de nombreux autres documents dans le monde, fondés sur le SI.
6. Le CCU a discuté de la possibilité d'adopter un nom et un symbole pour le nombre un, pour les grandeurs sans dimension. L'éventualité du nom « uno », symbole U, a été examinée. L'avantage d'une telle unité serait de pouvoir l'utiliser avec des préfixes, pour exprimer les valeurs de grandeurs sans dimension qui sont très grandes ou très petites, en évitant d'utiliser des symboles ambigus et ayant des sens différents selon la langue utilisée comme ppm, ppb et ppt. L'inconvénient est que l'uno serait une unité sans dimension, égale à un, qui pourrait être utilisée pour exprimer la valeur d'une grande variété de grandeurs différentes, ce qui peut être source de confusion (*voir* le rapport de la 15^e session du CCU en 2003).

15^e session du CCU, avril 2003

Lors de la 15^e session du CCU, la plus récente, nous avons commencé sérieusement à discuter et à préparer le manuscrit de la prochaine édition de la brochure sur le SI. Elle comportera un certain nombre de changements par rapport à la précédente édition, mentionnés ci-dessous. Nous espérons que le manuscrit sera terminé au printemps 2004 et qu'il pourra être publié au début de 2005.

1. Nous envisageons de publier la prochaine édition sur Internet, sur le site Web du BIPM, en offrant des possibilités de recherche sur le texte.
2. Nous envisageons d'étendre le chapitre 1 pour le rendre plus pédagogique, afin d'introduire le concept fondamental du Système international d'unités, le SI, fondé sur un système international de grandeurs. Nous expliquerons la signification des grandeurs cohérentes et des dimensions, de manière plus complète qu'à présent. Nous présenterons les problèmes liés à certaines grandeurs récemment introduites et utilisées dans la recherche biologique.
3. Nous envisageons de modifier très légèrement le chapitre 2 sur les définitions des unités de base du SI, sans apporter de changement à la rédaction des définitions actuelles. Nous

soulignerons la différence entre la définition d'une unité et la réalisation de sa définition. Un certain nombre de changements mineurs seront aussi apportés au chapitre concernant les unités dérivées, y compris une nouvelle description des problèmes liés aux unités sans dimension. Le chapitre 4, qui traite des unités en dehors du SI, est principalement destiné à informer et aider le lecteur. Nous soulignerons les avantages d'utiliser les unités SI, tout en décourageant sans les condamner ceux qui, pour diverses raisons, souhaitent continuer à utiliser des unités en dehors du SI. Nous simplifierons la subdivision des unités en dehors du SI figurant aux tableaux 6 à 10. Nous envisageons d'étendre le chapitre 5, consacré aux conseils pratiques sur la manière d'utiliser et d'écrire les textes et les équations comprenant des unités SI. Les annexes seront aussi modifiées.

4. Le CCU a aussi discuté, à nouveau, de la possibilité d'introduire l'uno, symbole U, pour représenter le nombre un, considéré comme une unité, pour les grandeurs sans dimension. Bien que nous n'envisagions pas pour le moment de prendre des mesures concrètes, il a été décidé de préparer un article qui serait distribué largement aux unions scientifiques et aux laboratoires nationaux de métrologie pour connaître leur avis sur cette proposition. Il est fort probable que le CCU en discutera à nouveau lors de ses réunions futures.

Résumé et conclusion

J'aimerais souligner l'importance du rôle du CCU comme gardien du SI et comme guide sur son utilisation. La plupart des utilisateurs du SI sont des experts dans un domaine scientifique spécifique, métrologistes ou autres. Le CCU a toutefois une vue plus large de ses responsabilités, et à cet égard il est un peu différent des autres Comités consultatifs. Il est important que nous réfléchissions aux évolutions dans tous les domaines faisant appel à des mesures quantitatives, et à leurs implications sur la manière de définir les unités, de réaliser les définitions et de présenter les résultats. La science ne cesse d'évoluer, et nous devons répondre à ces changements si nous voulons maintenir la valeur du Système international d'unités. La brochure joue un rôle important pour disséminer l'information sur le SI aux métrologistes de profession, aux membres des nombreuses organisations internationales de normalisation, ainsi qu'aux scientifiques et techniciens de terrain dans le monde entier.

J'aimerais exprimer mes remerciements et ma reconnaissance aux membres actuels du CCU, qui viennent souvent de très loin pour participer aux discussions. Mon sentiment est que ces discussions sont toujours stimulantes et utiles. J'aimerais aussi encourager les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie du monde entier à attirer l'attention de jeunes métrologistes brillants sur la possibilité pour eux de jouer un rôle dans les activités du CCU. Nous serions heureux d'accueillir de jeunes collègues, qui feraient partie de la nouvelle génération à contribuer à ces activités. »

Il attire l'attention sur la présence de la brochure SI sur le Web et conclut en remerciant M. Peter Martin, secrétaire exécutif du CCU depuis 1998.

M. Leschiutta commente que la brochure sur le SI est très largement distribuée et recommande que le BIPM continue à produire une version imprimée. M. Quinn confirme que cela a toujours été son intention.

M. Bordé invite ensuite M. Mills à présenter le projet de résolution L2.

M. Mills explique que les gouvernements de l'Australie, des États-Unis et du Royaume-Uni ont soumis des projets de résolution sur le symbole du séparateur décimal dans le Système

international d'unités. Lors de sa 92^e session (octobre 2003) le Comité international a discuté ces textes et le texte présenté par le Comité international, le projet de résolution L2, est un amalgame entre les trois.

Il en présente le contexte, disant que ce n'est pas une question technique, mais que cela concerne l'usage au sens large du séparateur décimal par la population. Parmi les États membres actuels de la Convention du Mètre, la population des pays qui utilisent couramment le point comme séparateur décimal représente 3,6 milliards d'individus ($3,6 \times 10^9$) et la population des pays qui utilisent couramment la virgule comme séparateur décimal représente 1,0 milliard d'individus ($1,0 \times 10^9$). Actuellement 30 États membres utilisent le point comme séparateur décimal et 34 États membres la virgule comme séparateur décimal. Certains États membres utilisent les deux. En dépit de cette situation, l'ISO recommande d'utiliser la virgule comme séparateur décimal. La recommandation existante est donc en conflit avec l'usage courant dans le monde, en particulier dans les pays de langue anglaise, où les documents écrits utilisent de manière universelle le point décimal.

M. Mills donne ensuite lecture du texte du projet de résolution L2, proposant que le séparateur décimal puisse être soit le point soit la virgule, et M. Bordé ouvre la discussion.

■ Symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI)

Projet de résolution L2

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant que

- l'un des principaux objectifs du Système international d'unités (SI) est de permettre d'exprimer la valeur des grandeurs d'une manière aisément compréhensible dans le monde entier,
- la valeur d'une grandeur est normalement exprimée par un nombre et une unité,
- souvent le nombre utilisé pour exprimer la valeur d'une grandeur contient plusieurs chiffres, avec une partie entière et une partie décimale,
- la 9^e Conférence générale dans sa Résolution 7 (1948) avait décidé que « Dans les nombres, la virgule (usage français) ou le point (usage britannique) sont utilisés seulement pour séparer la partie entière des nombres de leur partie décimale »,
- conformément à la décision du Comité international des poids et mesures lors de sa 86^e session (1997), le Bureau international des poids et mesures utilise maintenant le point (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses versions en anglais, y compris dans le texte anglais de la brochure sur le SI (la référence internationale sur le SI), tout en continuant à utiliser la virgule (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en français,
- néanmoins certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs documents en anglais,
- de plus, certaines organisations internationales, y compris certaines organisations internationales de normalisation, spécifient que le séparateur décimal doit être la virgule sur la ligne, dans toutes les langues, y compris l'anglais,

- la recommandation d'utiliser la virgule sur la ligne comme séparateur décimal est, dans de nombreuses langues, en conflit avec l'usage courant, qui consiste à utiliser le point sur la ligne,
- le fait d'utiliser le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne comme séparateur décimal n'est pas toujours lié à la langue, car certains pays de même langue maternelle ont des usages différents, alors que d'autres pays pratiquant le plurilinguisme utilisent le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne suivant la langue,

déclare que le symbole SI du séparateur décimal pourra être le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne,

réaffirme que « Pour faciliter la lecture, les nombres peuvent être partagés en tranches de trois chiffres ; ces tranches ne sont jamais séparées par des points, ni par des virgules », comme le recommande la Résolution 7 de la 9^e Conférence générale de 1948.

Au nom de M. Thor (secrétaire de l'ISO TC 12), M. Andersson (Suède) suggère que le qualificatif « SI » soit supprimé du point « déclare », parce que le séparateur décimal n'est pas limité à ce système. M. Mills dit qu'il n'y est pas personnellement opposé, mais il explique que le Comité international a le sentiment que la Conférence générale fait autorité en matière de SI, même si le séparateur a un usage plus vaste. M. Göbel suggère que le terme « SI » soit supprimé et que l'on ajoute une autre clause : « en particulier cela doit être le cas dans le SI ». Cette proposition est bien accueillie et les délégations des trois États à l'origine de ce projet expriment leur approbation. M. Kaarls accepte de soumettre une version révisée au vote.

Quand le projet révisé est ensuite présenté à la Conférence, cette phrase est supprimée. MM. Kaarls et Quinn expliquent qu'ils se sont efforcés de faire inclure ce commentaire, mais quelle que soit la phraséologie utilisée le commentaire semblait limitatif et a donc été finalement abandonné. M. Kaarls rappelle aux délégués que la Résolution 7 de la 9^e Conférence générale (1948) ne mentionnait pas non plus le SI.

Le texte révisé, c'est-à-dire le projet de résolution L3, est adopté à l'unanimité sans autre discussion, comme Résolution 10 (*voir* page 169).

16 Dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures : rapport du Groupe de travail sur la dotation

Le Groupe de travail de la 22^e Conférence générale sur la dotation du BIPM s'est réuni le mardi 14 octobre 2003 après-midi et le jeudi 16 octobre 2003 après-midi. Le groupe était présidé par le secrétaire de la Conférence, M. Robert Kaarls, et était composé des États membres suivants : Allemagne, Australie, Canada, Chine, République de Corée, Égypte, États-Unis d'Amérique, France, Inde, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Royaume-Uni, Fédération de Russie, Serbie-et-Monténégro.

16.1 Réunion du mardi 14 octobre

La réunion du mardi 14 octobre est ouverte par le président qui explique en quoi consiste la tâche du Groupe de travail sur la dotation. Il donne lecture du projet de résolution J et résume brièvement les longues discussions et consultations qui ont conduit à l'adoption en octobre 2002 du projet présenté par le Comité international. Il en est rendu compte dans la Convocation de la 22^e Conférence générale envoyée aux gouvernements des États membres en décembre 2002 et, plus en détail, en annexe du document « Programme de travail et budget du BIPM pour les années 2005 à 2008 » envoyé aux gouvernements des États membres en avril 2003.

Il souligne les points suivants :

- la rapide évolution des besoins d'activités nationales et internationales dans le domaine de la métrologie, non seulement dans les domaines classiques de la métrologie mais aussi de la chimie, des biotechnologies et de la médecine de laboratoire, domaines dans lesquels la métrologie n'était traditionnellement pas considérée comme hautement prioritaire, décrits dans le rapport du Comité international à la Conférence générale *Évolution des besoins dans le domaine de la métrologie pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM* ;
- les réponses aux deux questionnaires envoyés en 2002 aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie ;
- les réponses aux consultations avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie pendant la réunion des directeurs d'avril 2002 ;
- le succès de l'Arrangement du CIPM ;
- le rapport de la société privée KPMG sur l'impact économique de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et du BIPM.

Le président rappelle aussi au Groupe de travail sur la dotation que la 21^e Conférence générale en 1999 avait approuvé le programme de travail proposé à l'époque par le CIPM pour le BIPM ; celui-ci comprenait de nouvelles activités en chimie ainsi que les activités résultant de l'Arrangement du CIPM (notamment la base de données du BIPM sur les comparaisons clés). Il attire l'attention sur le fait qu'il a été reconnu et noté par la 21^e Conférence générale que la dotation approuvée en 1999 ne serait pas suffisante pour poursuivre toutes ces activités après 2004, à moins qu'une augmentation substantielle de la dotation ne soit approuvée par la 22^e Conférence générale en 2003.

En fait, la charge de travail du BIPM a augmenté bien plus que prévu en 1999. En 2002, il est devenu clair que l'augmentation de la dotation qui devrait être votée par la 22^e Conférence générale en 2003 pour maintenir toutes les activités en cours à l'époque serait supérieure à celle susceptible d'être approuvée par les États membres, d'après les consultations avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie. Lors de sa session d'octobre 2002, le Comité international a donc décidé de supprimer certaines activités du programme de travail afin de pouvoir demander aux États membres une augmentation de la dotation bien plus faible. Cette suppression d'activités, qui pour certaines d'entre elles devait être immédiate, avait pour but de permettre d'équilibrer le budget en 2008, tout en maintenant le programme de travail fondamental du BIPM et en permettant l'extension à des activités en chimie considérées comme essentielles. Étaient également décidées la fermeture immédiate de la section de photométrie et radiométrie du BIPM et une réduction des activités de la section des longueurs qui, jointes à d'autres mesures, conduiraient à une réduction globale du nombre des membres du personnel permanent du BIPM et à une réduction des réserves jusqu'à un niveau d'environ 39 % du budget annuel, et un budget en équilibre en 2008. Les prévisions financières étayant ce projet étaient

fondées sur une augmentation de la dotation de 6,7 % en 2005, à laquelle venait s'ajouter une augmentation annuelle de 1,8 % pour tenir compte de l'inflation (comme le propose le projet de résolution J).

Le président du Groupe de travail sur la dotation demande ensuite un premier avis sur le projet de résolution J aux États membres représentés. Neuf des seize États représentés indiquent qu'ils seraient prêts à approuver ce projet soit dans sa forme actuelle (Australie, Canada, Chine, Italie, Norvège, Royaume-Uni et Serbie-et-Monténégro), soit avec des modifications, afin d'obtenir la même somme globale mais en étalant l'augmentation sur quatre ans (France et Russie). La position de l'Égypte est qu'elle ne peut accepter aucune augmentation supérieure à l'inflation en France. Pour l'Allemagne l'augmentation ne devrait pas excéder 5 % la première année. L'Inde n'accepterait pas une augmentation supérieure à l'inflation. Le Japon désapprouve toute augmentation supérieure à l'inflation, mais souhaite examiner certains détails du projet de résolution car il ne correspond pas à une stabilité en valeur nominale. La République de Corée ne souhaite pas s'exprimer pour le moment. Le Mexique est opposé à toute augmentation supérieure à l'inflation. Les États-Unis sont opposés à toute augmentation quelle qu'elle soit, mais veut bien examiner la possibilité d'inclure l'inflation si elle n'excède pas 1,8 % par an.

S'ensuit une discussion sur le programme de travail du BIPM. Tous les représentants expriment leur soutien, mais l'Égypte et le Mexique souhaitent attirer l'attention sur l'amoindrissement des services offerts aux plus petits pays résultant des réductions dans le programme décidé par le Comité international en 2002. D'autres pays font la même remarque, mais cette réduction d'activités est contrebalancée par l'augmentation très forte du rôle de coordination joué à présent par le BIPM. Après discussion, le groupe de travail soutient à l'unanimité le programme de travail proposé pour le BIPM et en particulier la nécessité de conserver le programme des activités scientifiques de base nécessaires pour mener à bien les activités techniques utiles aux États membres et poursuivre la mission de coordination et de liaison internationale du BIPM. Le rôle accru de coordination a le soutien unanime du groupe de travail. Il voit aussi de manière positive l'augmentation des activités dans le domaine de la chimie, en particulier en ce qui concerne les étalons mesureurs d'ozone et les mesures de pureté dans le domaine de l'analyse organique et biologique, permettant d'étayer les travaux en chimie clinique et en médecine de laboratoire en réponse à la Directive de l'Union européenne sur les dispositifs médicaux de diagnostic *in vitro*.

Le Groupe de travail sur la dotation discute ensuite de la manière d'harmoniser les points de vue divergents exprimés par les États membres concernant la dotation. La délégation allemande suggère que les réserves du BIPM pourraient être utilisées pour étayer le programme proposé et que la dotation serait augmentée uniquement pour tenir compte de l'inflation. Le directeur du BIPM répond que les réserves ont déjà été réduites à un niveau de 45 % du budget annuel et qu'il est déjà envisagé de les réduire encore pour atteindre le niveau de 39 % du budget annuel en 2008. Il dit qu'il est nécessaire que les réserves se situent plus ou moins à ce niveau pour deux raisons : a) les recettes peuvent varier de plus de 20 % d'année en année et les paiements des États membres s'effectuent tout au cours de l'année, les réserves sont donc nécessaires au fond de roulement ; b) en l'absence de paiement des États membres en retard de paiement depuis moins de trois ans, pour lesquels la règle de répartition ne peut être appliquée. Le Groupe de travail reconnaît que pour ces raisons il est prudent que le montant des réserves se situe à environ 40 %.

Alors que les discussions ultérieures montrent que la plupart des pays ayant indiqué à l'origine qu'ils ne pouvaient pas accepter une augmentation supérieure à l'inflation sont prêts à être flexibles et à ne pas bloquer les vœux de la majorité, les États-Unis maintiennent leur position de

départ. On en déduit donc qu'aucun accord ne peut être consenti ; le président doit donc présenter son rapport à la Conférence générale le jeudi matin et réunir à nouveau le Groupe de travail sur la dotation le jeudi après-midi.

Les conclusions présentées par le président du Groupe de travail sur la dotation à la Conférence générale sont les suivantes :

- les États membres du Groupe de travail sur la dotation sont unanimement d'accord sur le programme de travail du BIPM ;
- plusieurs États membres souhaitent voir noter qu'ils désirent que le BIPM maintienne ses services d'étalonnage pour les laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre ;
- aucun accord n'a pu être conclu quant aux conséquences budgétaires du programme proposé, mais une grande majorité des membres du Groupe de travail sur la dotation reconnaissent que leur contribution au BIPM leur a donné un bon retour sur investissement ;
- bien que certaines délégations expriment une sérieuse préoccupation quant à la situation financière dans leur pays, le soutien est général pour une augmentation en termes réels de la dotation afin de permettre au BIPM de réaliser le programme de travail proposé ;
- des propositions ont été faites pour répartir l'augmentation proposée sur la période de quatre ans 2005-2008 au lieu d'une forte augmentation la première année ;
- les États-Unis voteront en faveur d'une dotation constante, s'abstiendront si la dotation est augmentée de 1,8 % au titre de l'inflation, mais poseront leur veto en cas d'augmentation de la dotation en termes réels ; ils sont la seule délégation à soutenir cette position ;
- à moins que la délégation des États-Unis ne fasse preuve de flexibilité, il semble impossible de trouver une solution acceptable pour tous les États membres ; et
- il est suggéré qu'une possibilité serait de séparer en deux la dotation proposée, avec une part obligatoire comprenant une augmentation correspondant à l'inflation seulement et une seconde part discrétionnaire incluant l'augmentation réelle souhaitée par la majorité des États membres, le Groupe de travail sur la dotation a décidé d'examiner cette suggestion et de se réunir à nouveau le jeudi après-midi.

Enfin, pour conclure, le président dit qu'avec une augmentation de seulement 1,8 % au titre de l'inflation le nombre des comparaisons et étalonnages effectués pour les laboratoires nationaux de métrologie serait encore réduit. Le Groupe de travail a considéré de manière générale que ce n'était pas souhaitable, car ceci rendrait, entre autres choses, la participation à la Convention du Mètre moins attrayante pour les petits pays et pour les pays en voie de développement – ce qui est en contradiction avec les vœux exprimés en général par les délégués à la Conférence générale. Plusieurs remarques ont été faites par diverses délégations quant au souhait de maintenir le BIPM en position de répondre aux demandes qui lui sont faites. Le BIPM n'est pas seulement une organisation très efficace, mais les fonds investis au BIPM pour des activités destinées aux États membres sont très rentables et leur permettent de faire des économies sur des dépenses qu'ils devraient engager eux-mêmes autrement. Il mentionne l'importance des nouvelles activités en médecine de laboratoire en exemple des nouvelles activités prises en charge par le BIPM pour les États membres.

16.2 Réunion du jeudi 16 octobre

Le Groupe de travail sur la dotation se réunit à nouveau le jeudi après-midi.

Cette seconde réunion commence par une discussion sur la proposition faite le mardi de séparer la dotation en deux parties. En général on s'accorde à penser qu'une solution où la majeure partie de l'augmentation serait considérée comme discrétionnaire ne serait pas viable pour le BIPM. Les ressources du BIPM seraient incertaines au point qu'il serait impossible de planifier correctement le programme de travail. Il faut trouver une autre solution.

La délégation allemande annonce ensuite que l'augmentation maximale qu'elle est prête à accepter la première année (2005) est de 5 %, inflation comprise.

La délégation japonaise présente ensuite les résultats de son étude détaillée sur la proposition d'augmenter la dotation. Elle déclare tout d'abord qu'elle acceptera les dépenses liées aux salaires du personnel du BIPM et à la Caisse de retraite présentées dans le « Programme de travail et budget » mais considère que des coupes significatives pourraient être faites dans les dépenses d'investissement pour les équipements de laboratoire et l'entretien des bâtiments du BIPM. Le Groupe de travail est d'accord pour que les dépenses proposées pour les salaires et les retraites soient maintenues quelle que soit la dotation adoptée.

En réponse à la délégation japonaise suggérant que les dépenses d'entretien des bâtiments sont trop élevées, il est souligné que le montant des dépenses prévues pour la période 2005 à 2008 se situe au niveau moyen des cent dernières années et reflète les coûts d'entretien de bâtiments historiques et de mise à niveau des laboratoires. Le Groupe de travail soutient le besoin de consacrer des fonds suffisants pour les bâtiments du BIPM.

Le Japon propose alors une augmentation de 3,6 % en 2005, dont 1,8 % au titre de l'inflation, suivie d'une augmentation de 1,8 % en 2006, 2007 et 2008.

Les discussions au sein du Groupe de travail sur la dotation montrent alors clairement que cette proposition n'offre pas de solution réaliste pour l'avenir du BIPM : elle ne peut conduire qu'à beaucoup plus de réductions immédiates supplémentaires de personnel et à la cessation d'autres activités de laboratoires. Il est aussi souligné que les procédures de fonctionnement de la Convention du Mètre ne prévoient pas de réserves financières pour des licenciements et comme les réserves du BIPM ne sont pas conçues pour pourvoir aux dépenses de personnel en surplus, les coûts associés aux réductions de personnel qui en résultent doivent être supportés directement par les États membres.

Il s'ensuit une discussion sur le chiffre à prendre en compte pour l'inflation. Il ressort qu'une estimation de 1,8 % pour l'inflation est considérée comme sous-estimée par la plupart des délégations et le Groupe de travail en prend avantage pour réviser ce taux. Toutes les délégations se mettent d'accord qu'un taux annuel d'augmentation de 2 % au titre de l'inflation serait acceptable.

À la suite d'autres discussions, les délégations allemandes et japonaises se mettent d'accord sur une proposition de compromis : la dotation pour 2005 doit inclure un palier d'augmentation de 3 % plus une augmentation de 2 % pour l'inflation, soit une augmentation totale de 5 %, ainsi qu'une augmentation supplémentaire de 2 % en 2006, 2007 et 2008 au titre de l'inflation.

Le président demande ensuite à chaque délégation de donner son avis sur cette proposition. Les délégués de quinze États membres acceptent le compromis proposé. De plus, ils indiquent qu'ils le recommanderont à la Conférence et seront prêts à voter en faveur de cette proposition si elle était présentée à la Conférence. Le seizième État membre, les États-Unis, maintient sa position d'opposer son veto à toute proposition d'augmentation réelle de la dotation.

Il s'ensuit une autre discussion à la suite de laquelle les États-Unis font une contre-proposition : d'accepter l'augmentation de 2 % par an au titre de l'inflation et de réduire le montant de

l'augmentation proposé par les délégations allemandes et japonaises de 3 % à 1,6 %. Si cette proposition est mise au vote, les États-Unis s'abstiendront et n'utiliseront pas leur droit de veto.

Cette contre-proposition n'est acceptée par aucune des autres délégations. Se trouvant dans une impasse, l'on revient à la suggestion de séparer la dotation en deux parties : une partie fixe et une autre « discrétionnaire ». Dans ce cas, la part discrétionnaire serait la différence entre l'augmentation initiale de 3 % acceptée par tous les membres sauf par les États-Unis et les 1,6 % proposés par les États-Unis. De cette manière l'augmentation en 2005 représenterait au total 5 % si la totalité de la part discrétionnaire était payée.

La plupart des membres du Groupe de travail acceptent avec réticence cette proposition comme un compromis nécessaire et estiment que cette division est en un sens arbitraire et fondamentalement insatisfaisante. Ils souhaitent aussi donner au BIPM l'allocation financière la plus sûre possible, les incertitudes budgétaires pouvant créer des difficultés de gestion. Consensus se fait pour déclarer que la part « discrétionnaire » doit être demandée aussi fermement que possible et que les États membres doivent être invités à déclarer s'ils ont l'intention de la payer ou pas.

La proposition finale présentée à la Conférence et approuvée par les États membres du Groupe de travail sur la dotation comprend une part discrétionnaire destinée à faire la différence entre l'augmentation de 3,6 % et la proposition d'augmentation de 5 % pour l'année 2005.

16.3 Rapport à la Conférence

Les conclusions des discussions du Groupe de travail sur la dotation sont ainsi présentées à la Conférence générale le vendredi matin par le président de ce groupe :

- le Groupe de travail sur la dotation a eu deux réunions difficiles et a discuté de la dotation proposée de manière particulièrement détaillée ;
- comme les États-Unis ont déclaré dès le départ que leur politique générale à l'égard des organisations internationales était de n'accepter aucune augmentation et qu'ils opposeraient leur veto pour toute augmentation supérieure à 1,8 % au titre de l'inflation annuelle, aucun accord n'a pu être conclu à l'origine ;
- une proposition constructive faite par l'Allemagne et le Japon, fondée sur une augmentation de 5 % en 2005, dont 2 % au titre de l'inflation suivie d'une augmentation de 2 % par an au titre de l'inflation sur la période 2006 à 2008, a été finalement approuvée par tous les membres du Groupe de travail sur la dotation sauf un ;
- la délégation des États-Unis a ensuite déclaré qu'elle n'opposerait pas son veto, mais s'abstiendrait, sur une proposition fondée sur une augmentation de 3,6 % en 2005, composée d'une augmentation unique réelle de 1,6 %, majorée de 2 % en 2005 au titre de l'inflation et une augmentation annuelle de 2 % au titre de l'inflation pour la période 2006 à 2008 ;
- enfin, le groupe est parvenu à un accord sur une somme discrétionnaire de 134 000 euros par an pour la période 2005 à 2008, moyenne représentant la différence entre la proposition d'augmentation de 3,6 % que les États-Unis étaient prêts à accepter et celle de 5 % qui paraît acceptable pour les autres membres du Groupe de travail sur la dotation.

Le président du Groupe de travail sur la dotation peut donc présenter un projet de résolution modifié à la Conférence générale fondé sur le compromis ci-dessus. Toutefois le groupe fait remarquer que la somme résultant de ce compromis est moindre que celle proposée par le

Comité international et il demande donc au Comité international et au directeur du BIPM de ré-examiner le programme de travail du BIPM.

Le Comité international et le BIPM essaieront d'éviter toute réduction supplémentaire des services d'étalonnage offerts aux laboratoires nationaux de métrologie.

Comme plusieurs délégués l'ont suggéré, le Comité international et le BIPM examineront si d'autres organisations ne pourraient pas leur assurer d'autres sources d'aide financière.

La Conférence générale encourage fortement le détachement de personnel au BIPM et de chercheurs associés. Ceci permettrait aux États membres de fournir du personnel convenablement qualifié qui participerait aux programmes de base du BIPM ainsi qu'aux projets complémentaires répondant aux intérêts communs des États membres et du BIPM.

16.4 Discussion

Quand le projet de résolution J2 modifié est présenté le vendredi 17 octobre au matin, il fait l'objet de plusieurs autres commentaires.

M. Bement rappelle aux délégués que les instructions initiales du Gouvernement américain étaient d'opposer un veto à toute augmentation de la dotation. Il a indiqué quelles sont les conditions qui l'autoriseraient à retirer son veto et remarque que l'on a progressé. D'autres changements doivent néanmoins être encore apportés. Tout d'abord, changer le « décide ensuite » en « décide ensuite de soutenir la charge de travail croissante du BIPM par une contribution supplémentaire discrétionnaire », de manière que la part « à risque » de la dotation ne soit pas automatiquement affectée aux activités de coordination mais aux activités générales. Deuxièmement, après « demande » d'ajouter « demande aux États membres de déclarer au Bureau international, au plus tard le 1^{er} avril 2004, s'ils ont l'intention de payer leur part de la contribution discrétionnaire ». Autrement, par un jeu de mots, la contribution discrétionnaire est changée en contribution non-discrétionnaire, ce qui obligerait la délégation américaine à opposer son veto à la Résolution.

M. Kaarls lui assure que ce n'était pas l'intention de faire de cette contribution discrétionnaire une contribution « discrétionnaire obligatoire », mais plutôt de savoir sur quelle aide le BIPM pouvait compter pour mener à bien son programme de travail. Les changements proposés par la délégation américaine sont approuvés, avec un changement rédactionnel mineur pour indiquer la répartition de la part discrétionnaire sur les quatre années et pour faciliter la rédaction en français.

M. Pákay (Hongrie) souligne que, bien qu'il ait l'intention de voter en faveur de la Résolution, les problèmes économiques actuels en Hongrie imposent des réductions de personnel à l'OMH et la fermeture de sa section des mesures aux hyperfréquences. Il demande aux décideurs du BIPM de garder à l'esprit ces problèmes. M. Quinn dit que le BIPM reste bien sûr sensible aux problèmes budgétaires des États membres.

M. Šafarik (Rép. tchèque) note qu'il est important de penser à ce qui se passera après 2008. Les États membres devraient être conscients que la dotation requise en 2008 sera fondée sur la somme des deux parts fixe et discrétionnaire. M. Kovalevsky souligne que la 22^e Conférence générale ne peut pas prendre de décision concernant la 23^e Conférence générale, mais il pense que ce commentaire est important et doit être noté dans les comptes rendus.

M. Jones (Nouvelle-Zélande) exprime sa préoccupation d'avoir une part discrétionnaire dans la dotation et demande des directives claires pour expliquer aux gouvernements pourquoi il y a cette part discrétionnaire et ce à quoi elle aboutit. Une somme d'argent infime pourrait être remise en cause en raison de la difficulté à expliquer cette décision de séparer la dotation en deux parts. M. Kovalevsky répond qu'une demande officielle concernant la part discrétionnaire sera bien sûr adressée aux gouvernements des États membres, précisant leur part à payer (le pourcentage de répartition est le même que pour la part fixe) et expliquant l'idée de la part discrétionnaire. Le bureau du Comité réfléchira à la meilleure façon d'expliquer le contenu de la Résolution.

M. Carneiro (Danemark) renvoie la discussion sur les trois paragraphes à puces concernant le détachement de personnel et le financement de postes de chercheurs associés au BIPM, suggérant qu'il serait plus approprié de mentionner ces collaborations scientifiques ailleurs que dans la Résolution sur la dotation. M. Quinn explique que le Groupe de travail sur la dotation a inclu ces points à cet endroit parce que, en raison des restrictions budgétaires, le BIPM a déjà cessé de financer lui-même des postes de chercheur associé. La Résolution demande officiellement aux laboratoires nationaux de métrologie d'aider le BIPM à mener à bien la surcharge de travail par des mises à disposition, ces trois points sont donc intimement liés aux parties financières.

M. Blevin (Australie) apporte son soutien à la suggestion de la délégation des États-Unis de changer la rédaction du « décide ensuite » concernant « le rôle accru de coordination » en « charge de travail accrue », rappelant aux délégués que la Convention du Mètre déclare que le BIPM est dirigé par le Comité international, et non par la Conférence générale. Si la Conférence générale commence à préciser l'affectation de la dotation à des chapitres budgétaires particuliers, elle va à l'encontre de la délégation de pouvoir au Comité international prévue dans la Convention du Mètre. Les participants constatent que cette modification a bien été apportée.

M. Quinn vérifie que la rédaction modifiée de la ligne finale du « demande » est acceptable pour tous.

16.5 Vote du projet de résolution J3

Après un vote préliminaire puis un vote définitif, le projet révisé de résolution J3 est adopté comme Résolution 12 avec aucun vote contre et une abstention (États-Unis) (*voir* page 171).

Au nom du CIPM, M. Kovalevsky remercie les délégués pour ce vote qui, dit-il, donne pleinement confiance pour les quatre ans à venir.

17 Propositions des délégués

M. Bordé rappelle aux participants qu'il est demandé dans la Convocation aux États membres de faire connaître au Comité international les vœux ou propositions qu'ils désirent soumettre à la Conférence générale au moins six mois avant la Conférence, conformément à la décision de la 9^e Conférence générale (Résolution 10, 1948) : « 1) Les vœux ou propositions ainsi déposés seront transmis par le bureau du Comité à tous les États adhérents à la Convention, au moins

quatre mois avant l'ouverture de la Conférence, afin que les Délégués puissent recevoir les instructions et pouvoirs nécessaires. 2) Tout autre vœu ou proposition ne sera présenté à la Conférence qu'à la condition que le Comité ait eu le temps nécessaire de l'étudier et l'aura approuvé. »

M. Bordé dit que l'on n'a reçu aucune proposition officielle des États membres et aucune autre question n'est posée par les délégués.

18 Renouvellement par moitié du Comité international

Conformément aux articles 7 (1875) et 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la Conférence générale doit procéder au renouvellement par moitié des membres du Comité international par vote à bulletin secret. Les membres entrants (ceux qui ont été cooptés provisoirement depuis la précédente Conférence générale afin de pourvoir les sièges vacants) figurent en premier sur la liste ; si leur nombre ne suffit pas, d'autres membres doivent être tirés au sort parmi les membres restants du Comité international.

Les membres suivants (les six nouveaux membres élus provisoirement depuis la précédente Conférence générale, plus le nom de M. Semerjian remplaçant celui de Mme Brown, ainsi que deux autres noms tirés au sort pendant la 92^e session du Comité international en 2003 (*voir* rapport de cette session) sont proposés pour être élus ou ré-élus par la 22^e Conférence générale : MM. Bennett, Chung, Hengstberger, Inglis, Kaarls, Lusztyk, Schwitz, Semerjian et Tanaka.

M. Érard (France) et M. Jones (Nouvelle-Zélande) sont choisis comme scrutateurs pour le vote. Les neuf membres proposés sont élus à une large majorité. Quatre votes vont à trois autres candidats, qui sont tous déjà membres du Comité international.

19 Vote des Résolutions

Le projet de résolution A révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 1.

Le projet de résolution B révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 2.

Le projet de résolution C est adopté à l'unanimité comme Résolution 3.

Le projet de résolution D est adopté à l'unanimité comme Résolution 4.

Le projet de résolution E est adopté à l'unanimité comme Résolution 5.

Le projet de résolution F révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 6.

Le projet de résolution G révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 7.

Le projet de résolution H révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 8.

Le projet de résolution I révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 9.

Le projet de résolution L2 révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 10.

Le projet de résolution N révisé est adopté à l'unanimité comme Résolution 11.

Comme indiqué dans la section 16.5, le projet de résolution J est adopté comme Résolution 12, sans vote contre mais avec une abstention (États-Unis).

Le texte des Résolutions figure aux pages 161-172.

20 Questions diverses

Il est rappelé aux délégués que la réunion des directeurs du mercredi 15 octobre au matin, ne concerne que les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie des États membres, mais pas les Associés.

Le président remercie le ministère français des Affaires étrangères pour la réception offerte aux délégués au Centre de conférences internationales le soir du lundi 13 octobre. Il remercie aussi l'ambassadeur de Grande-Bretagne, Sir John Holmes, pour la réception offerte à l'ambassade de Grande-Bretagne le soir du jeudi 16 octobre, pour faire ses adieux à M. Quinn et pour accueillir M. Wallard en tant que nouveau directeur du BIPM.

20.1 Visite du BIPM

Les délégués de la Conférence générale sont invités à visiter le BIPM le mercredi 15 octobre 2003. Ils ont ainsi l'opportunité de visiter les laboratoires, d'examiner les projets et les installations et de discuter avec le personnel.

20.2 Visite du dépôt des prototypes métriques : procès-verbal

Le 15 octobre 2003, à 16 h 00, en présence du président du Comité international des poids et mesures, du directeur du Bureau international des poids et mesures et du représentant du conservateur des Archives nationales de France, 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, à Paris et que Madame C. Béchu et Monsieur E. Rousseau, des Archives nationales, avaient 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 :	61 %

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

*Le directeur
du BIPM,
T.J. Quinn*

*Pour le conservateur
des Archives nationales,
C. Béchu*

*Le président
du CIPM,
J. Kovalevsky*

20.3 L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM

Pendant la Conférence, M. Z. Nikolai, M. G. Sydorenko et M. G. Deitch signent l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM au nom des laboratoires nationaux de métrologie du Bélarus, de l'Ukraine et d'Israël respectivement.

21 Clôture de la Conférence

Le président de la Conférence remercie tous les présents, en particulier M. Kaarls, secrétaire de la Conférence, M. Kovalevsky, président du CIPM, et M. Quinn, directeur du BIPM. Il exprime ses remerciements et tous ses vœux à M. Wallard, futur directeur du BIPM, et toute sa reconnaissance au personnel du BIPM, en particulier à Mme Joly et au secrétariat, et à Mme B. Perent, administrateur du BIPM. Pour conclure, il remercie le ministère français des Affaires étrangères pour avoir hébergé la Conférence au Centre de conférences internationales et tous les participants, en particulier les présidents des Comités consultatifs et les interprètes.

M. Kovalevsky exprime aussi ses remerciements aux délégués pour leur présence et leur participation active et il les remercie, au nom du Comité international, pour la confiance qu'ils accordent au BIPM. Il dit que le programme de travail du BIPM devra être ajusté à la lumière de la Résolution 12 adoptée par la Conférence générale, mais il promet que M. Wallard fera de son mieux pour s'assurer que les activités scientifiques du BIPM et les services d'étalonnage offerts aux États membres seront maintenus, dans le cadre établi par le Comité international en 2002. Enfin, il remercie M. Bordé pour avoir présidé avec autant de brio la Conférence.

M. Bordé rappelle aux délégués que la prochaine Conférence générale se tiendra dans quatre ans, en octobre 2007, et clôt la Conférence à 15 h 15.

**Résolutions adoptées par la
22^e Conférence générale
des poids et mesures (2003)**

■ Liaisons avec d'autres organisations

Résolution 1

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les activités de la Convention du Mètre pour étendre la traçabilité des résultats de mesure et des étalonnages à de nouveaux domaines,
- l'utilité évidente de la collaboration et des comités communs déjà établis par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) avec d'autres organisations internationales,
- la nécessité de renforcer l'efficacité par la collaboration et le partenariat avec d'autres organisations internationales ayant des intérêts et objectifs communs,
- les relations de longue date avec l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), **prend acte** des arrangements officiels récemment établis par le BIPM avec l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), ainsi que des efforts déployés par le BIPM pour établir des arrangements similaires avec d'autres organisations,

accueille favorablement ces arrangements, et

invite

- les organisations internationales et intergouvernementales, ayant des activités liées à la métrologie, à coopérer avec le BIPM, à établir des relations officielles similaires et, si nécessaire, à participer à des comités communs,
- tous les États membres de la Convention du Mètre à aider à la mise en œuvre des mesures qui résultent de cette collaboration et des efforts conjoints pour étendre l'influence et l'impact de la Convention du Mètre et de la traçabilité des résultats de mesure et des étalonnages à d'autres communautés d'utilisateurs, lorsque les responsabilités mises en jeu se situent au niveau national plutôt qu'au niveau international.

■ Métrologie et commerce

Résolution 2

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- l'importance croissante de la fiabilité des mesures et de l'équivalence des résultats de mesure dans le commerce international,
- le rôle joué par l'Organisation mondiale du commerce (OMC) dans la réduction des obstacles au commerce de nature non tarifaire,

- le récent rapport demandé par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) à une société d'audit commerciale sur l'impact économique de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international des poids et mesures sur le commerce international,

prend acte de la demande faite de longue date par le BIPM d'obtenir le statut d'observateur du Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'OMC, et

demande aux États membres de la Convention du Mètre de faire pression pour que cette candidature soit agréée dès que possible.

■ **Coordination des initiatives en faveur des actions liées à la métrologie, à l'accréditation et à la normalisation dans les pays et les entités économiques en voie de développement**

Résolution 3

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les avantages d'une extension des relations entre la Convention du Mètre et les organismes travaillant dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et des infrastructures liées à la normalisation dans les pays et les entités économiques en voie de développement,
- l'intérêt de mettre en œuvre une approche cohérente et coordonnée dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation,
- la création d'un Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS), comité composé de représentants du Bureau international des poids et mesures (BIPM), de la Commission électrotechnique internationale (CEI), de l'International Accreditation Forum (IAF), de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), de l'Union internationale des télécommunications (UIT), et de l'United Nations Industrial Development Organization (UNIDO),
- les initiatives prises par plusieurs États membres de la Convention du Mètre en faveur de la métrologie dans les pays en voie de développement,

prenant acte de relations indépendantes entre des États membres de la Convention du Mètre et un certain nombre de partenaires du JCDCMAS,

accueille favorablement et apporte son soutien à la participation de la Convention du Mètre aux activités du JCDCMAS, qui est chargé d'aider à une mise en œuvre technique cohérente dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation dans les pays et entités économiques en voie de développement, de façon à éviter tout conflit avec les politiques et activités indépendantes des laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre.

■ Valeur et avantages de la Convention du Mètre pour les États membres et les Associés à la Conférence générale

Résolution 4

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les avantages techniques et économiques évidents de la Convention du Mètre pour ses États membres et pour les États et entités économiques associés à la Conférence générale,
- combien il est souhaitable d'augmenter le nombre des États membres et des Associés afin d'accroître l'impact et les avantages de la participation à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM),
- la nécessité de s'assurer que le MRA du CIPM n'est pas perçu comme un obstacle technique au commerce mais, au contraire, comme un arrangement offrant les mêmes possibilités à tous,

accueille favorablement

- les initiatives prises par le Bureau international des poids et mesures pour promouvoir l'appartenance à la Convention du Mètre et augmenter le nombre des membres et des Associés à la Conférence générale,
- le rôle potentiel joué par le Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS) pour sensibiliser ceux qui ne sont pas encore membres à l'intérêt de ce statut, et

invite les États membres à promouvoir l'accroissement du nombre des membres et des Associés par leurs initiatives, telles que des programmes d'aide aux pays en voie de développement, et lors de discussions dans des forums internationaux appropriés.

■ Rapport sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures

Résolution 5

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- la Résolution 11 de la 20^e Conférence générale, qui recommandait au Comité international d'étudier les besoins à long terme dans le domaine de la métrologie,
- la Résolution 1 de la 21^e Conférence générale, qui a pris acte du Rapport à la Conférence générale sur les besoins à long terme dans le domaine de la métrologie,
- le nouveau Rapport approuvé par le Comité international en octobre 2002,

prend acte

- du contenu du nouveau Rapport,
- de sa contribution à l'identification des priorités parmi les activités actuelles et à l'établissement de nouvelles priorités,
- de sa contribution aux décisions du Comité international sur le programme de travaux futurs du Bureau international des poids et mesures (BIPM),

remercie les nombreuses organisations et personnalités qui ont contribué aux travaux du Comité international, et

invite le Comité international

- à continuer de suivre de près les demandes croissantes faites aux laboratoires nationaux de métrologie et au BIPM en ce qui concerne leurs activités actuelles et les activités métrologiques supplémentaires résultant de besoins nouveaux dans des domaines tels que la chimie, la biotechnologie, la médecine, l'environnement et les sciences de la nutrition,
- à présenter un rapport à la prochaine Conférence générale traitant du bien-fondé de la réponse du BIPM à ces besoins et les implications financières éventuelles, ainsi que sur le programme de travail du BIPM en réponse à de tels besoins internationaux, et
- si nécessaire, d'actualiser le Rapport de 2002.

■ Sur l'importance de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international des poids et mesures

Résolution 6

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

prenant acte de

- l'impact économique et social positif, en particulier la diminution des coûts liés aux obstacles au commerce de nature non tarifaire, pouvant résulter de l'adoption, par les organismes législatifs et réglementaires, de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM),
- l'influence du MRA du CIPM pour établir la confiance entre partenaires commerciaux,
- l'intérêt qu'il a déjà suscité auprès de certaines autorités dans le domaine réglementaire, des organisations commerciales et des autorités nationales,
- l'utilisation du MRA du CIPM, par exemple, pour faciliter les accords commerciaux entre l'Union européenne et les États-Unis,
- ce que la crédibilité du MRA du CIPM repose sur des fondements techniques solides, à savoir les comparaisons clés, les Systèmes Qualité et les autres dispositions prises pour assurer la qualité,
- ce que le MRA du CIPM a été signé avec l'approbation des autorités officielles compétentes de chaque pays,

accueille favorablement l'intérêt manifesté par ces divers organismes, et

invite

- tous les États membres à promouvoir le MRA du CIPM auprès de leurs organismes nationaux de réglementation, d'accréditation et de normalisation, comme cadre pour l'acceptation des certificats d'étalonnage et de mesurage des laboratoires nationaux de métrologie et des laboratoires désignés, ainsi que des laboratoires accrédités pouvant faire la preuve de leur traçabilité au Système international d'unités par l'intermédiaire des étalons des laboratoires nationaux de métrologie signataires du MRA et des laboratoires désignés,
- le Comité international à préparer une déclaration sur l'importance et les applications du MRA du CIPM dans les domaines des échanges, du commerce et de la réglementation, et à porter cette déclaration à l'attention des Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre, en recommandant que les principes du MRA du CIPM figurent dans les accords intergouvernementaux si nécessaire,

encourage le Comité international à prendre toutes les dispositions possibles pour augmenter le nombre des signataires du MRA du CIPM, laboratoires nationaux de métrologie et autres laboratoires désignés qui font partie de l'infrastructure métrologique des États membres de la Convention du Mètre et des Associés à la Conférence générale.

■ Implication des laboratoires nationaux de métrologie dans les activités de la Convention du Mètre

Résolution 7

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- l'importance des questions relevant des missions des Comités consultatifs,
- que la compétence relative à certaines disciplines se trouve dans de nombreux organismes spécialisés qui ne sont pas des laboratoires nationaux de métrologie,
- qu'il est souhaitable de s'assurer que le plus grand nombre possible de laboratoires nationaux de métrologie et d'autres laboratoires désignés participent aux comparaisons clés dans ces domaines,

prenant acte de la notification officielle au Bureau international des poids et mesures des changements apportés à la liste des laboratoires désignés dans l'annexe A de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM), par les laboratoires nationaux de métrologie signataires du MRA,

recommande

- aux Gouvernements ou aux autorités officielles compétentes des États membres de la Convention du Mètre de prendre les mesures nécessaires pour associer (ou relier) les activités et les moyens de ces autres centres nationaux d'expertise aux laboratoires nationaux de métrologie en les désignant comme participant à l'Arrangement et donc aux activités qui y sont liées, et

- qu'ils mettent leurs infrastructures au service d'autres organisations, dans les domaines industriel, scientifique, médical ou autres, qui ont besoin ou tireraient profit de résultats d'étalonnages traçables au Système international d'unités.

■ Révision de la mise en pratique de la définition du mètre

Résolution 8

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

rappelant

- qu'en 1999 la 21^e Conférence générale a accueilli favorablement l'adoption de la révision de la mise en pratique de la définition du mètre approuvée par le Comité international des poids et mesures en 1997,
- que la Conférence générale a aussi recommandé aux laboratoires nationaux de métrologie de poursuivre les études expérimentales et théoriques entreprises pour améliorer les étalons optiques de fréquence et de longueur d'onde, et de mettre au point de nouvelles techniques pour comparer les différents étalons dans un domaine étendu de fréquences et de longueurs d'onde, afin d'améliorer le fondement expérimental du Système international d'unités (SI),

considérant que

- les nouvelles techniques fondées sur des ions et des atomes piégés permettent maintenant de réaliser des étalons de fréquence optiques et des horloges optiques de très haute exactitude et stabilité,
- ces systèmes semblent offrir la possibilité de servir de fondement à une amélioration future de la définition de la seconde,
- l'introduction de la technologie des peignes femtosecondes a facilité considérablement les mesures absolues de fréquence de sources de radiations optiques, y compris celles utilisées dans la mise en pratique de la définition du mètre,
- le Comité international a mis à jour en 2002 les valeurs recommandées pour un certain nombre de radiations publiées dans la mise en pratique de 1997 et y a ajouté les valeurs relatives à un certain nombre de radiations nouvelles,

accueille favorablement

- l'adoption de ces nouvelles valeurs et leur publication dans *Metrologia* en 2003, et
- la collaboration étroite et les discussions entre la communauté des longueurs et celle du temps et des fréquences, en vue du rattachement à venir des étalons de fréquence optiques et micro-ondes,

recommande que les laboratoires nationaux de métrologie continuent à mettre au point des techniques fiables et éprouvées pour la fabrication d'étalons de fréquence optiques et leur comparaison aux étalons de fréquence micro-ondes, et

invite le Comité international à suivre cette question en permanence, en particulier en vue d'une éventuelle redéfinition de la seconde.

■ Exigences pour le transport transfrontalier d'étalons de mesure, d'équipements métrologiques et de matériaux de référence

Résolution 9

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les récents événements qui, nous le comprenons bien, imposent un contrôle plus strict des conteneurs, bagages et objets personnels des voyageurs nationaux et internationaux, ainsi que des bagages non accompagnés,
- que ces contrôles rendent de plus en plus difficile, et parfois impossible, le transport des équipements, étalons et matériaux de référence nécessaires aux comparaisons d'étalons nationaux de mesure,
- que ces comparaisons reposent intrinsèquement sur le transport fréquent et sans encombre d'étalons, qui pour beaucoup ont une stabilité limitée et qui doivent donc être transportés rapidement,
- que certains échantillons et équipements sont fragiles et peuvent être contaminés ou endommagés jusqu'à devenir inutilisables, s'ils ne sont pas transportés avec soin par le personnel des aéroports, les agences de fret et les agents des douanes,
- que les dangers inhérents au transport de certains échantillons pour la métrologie dans les domaines nucléaire, chimique et pharmaceutique sont bien moindres que ne le craignent ceux qui cherchent à interdire ou restreindre systématiquement le déplacement de ces produits en grande quantité,
- la nécessité de mettre en œuvre de nouvelles procédures susceptibles de faciliter le transport sans encombre de tels matériels,
- que cela pourrait se faire par des modifications, directives ou autres adjonctions aux réglementations existantes informant les personnels sur les mesures à prendre pour les échantillons et équipements de mesure,

recommande que les laboratoires nationaux de métrologie, les organismes gouvernementaux et les organisations internationales responsables du contrôle et des règlements sur le transport des biens et substances travaillent tous avec les organismes concernés pour étudier, proposer et mettre en œuvre des procédures spéciales relatives au transport libre et sans encombre de matériaux et d'équipements métrologiques entre les laboratoires nationaux de métrologie, les laboratoires désignés et le Bureau international des poids et mesures,

et **recommande** aussi que le Comité international attire l'attention des autres organisations internationales ayant des responsabilités dans ce domaine sur cette Résolution.

■ Symbole du séparateur décimal

Résolution 10

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant que

- l'un des principaux objectifs du Système international d'unités (SI) est de permettre d'exprimer la valeur des grandeurs d'une manière aisément compréhensible dans le monde entier,
- la valeur d'une grandeur est normalement exprimée par un nombre qui multiplie une unité,
- souvent le nombre utilisé pour exprimer la valeur d'une grandeur contient plusieurs chiffres, avec une partie entière et une partie décimale,
- la 9^e Conférence générale dans sa Résolution 7 (1948) avait décidé que « Dans les nombres, la virgule (usage français) ou le point (usage britannique) sont utilisés seulement pour séparer la partie entière des nombres de leur partie décimale »,
- conformément à la décision du Comité international des poids et mesures lors de sa 86^e session (1997), le Bureau international des poids et mesures utilise maintenant le point (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes les versions en anglais de ses publications, y compris dans le texte anglais de la brochure sur le SI (la référence internationale sur le SI), tout en continuant à utiliser la virgule (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en français,
- néanmoins certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs documents en anglais,
- de plus, certaines organisations internationales, y compris certaines organisations internationales de normalisation, spécifient que le séparateur décimal doit être la virgule sur la ligne, dans toutes les langues,
- la recommandation d'utiliser la virgule sur la ligne comme séparateur décimal est, dans de nombreuses langues, en conflit avec l'usage courant, qui consiste à utiliser le point sur la ligne,
- le fait d'utiliser le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne comme séparateur décimal n'est pas toujours lié à la langue, car certains pays de même langue maternelle ont des usages différents, alors que d'autres pays pratiquant le plurilinguisme utilisent le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne suivant la langue,

déclare que le symbole du séparateur décimal pourra être le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne,

réaffirme que « Pour faciliter la lecture, les nombres peuvent être partagés en tranches de trois chiffres ; ces tranches ne sont jamais séparées par des points, ni par des virgules », comme le recommande la Résolution 7 de la 9^e Conférence générale de 1948.

■ Relations entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes d'accréditation reconnus au niveau national

Résolution 11

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- le rôle pivot joué par les laboratoires nationaux de métrologie afin de promouvoir l'accréditation des services d'étalonnage et, dans certains pays, des laboratoires d'essais pour satisfaire les demandes croissantes d'étalonnages des étalons de mesure et des instruments assurant la traçabilité au Système international d'unités (SI),
- le caractère fondamental d'une coopération technique étroite entre le personnel des laboratoires nationaux de métrologie et celui des organismes d'accréditation reconnus au niveau national,
- l'importance primordiale pour le client d'être assuré que la procédure d'accréditation des laboratoires d'étalonnage et d'essais est effectuée avec les compétences techniques requises,
- la tendance récente à demander une séparation complète entre les activités des laboratoires nationaux de métrologie et celles des organismes d'accréditation reconnus au niveau national, au nom de l'impartialité, de l'indépendance et de l'intégrité de ces derniers,
- le danger évident qu'une telle séparation pourrait avoir pour les compétences techniques des organismes d'accréditation reconnus au niveau national et, par conséquent, pour l'accréditation des laboratoires d'étalonnage et d'essais,
- que la détermination et la mise en œuvre des pratiques nationales concernant la métrologie et les systèmes d'accréditation nationaux sont en dernière instance de la responsabilité des Gouvernements nationaux,
- que la relation entre le laboratoire national de métrologie et le ou les organismes d'accréditation reconnus au niveau national varie d'un pays à l'autre, ce ou ces organismes pouvant faire partie du laboratoire national de métrologie, être sous la responsabilité du laboratoire national de métrologie, ou en être complètement séparés,

soulignant l'importance d'une pratique équitable et harmonisée à l'égard des systèmes métrologiques et d'accréditation, petits ou grands, dans toutes les régions du monde,

reconnaissant l'importance de l'harmonisation mondiale de ces pratiques,

accueille favorablement le protocole d'accord entre le Comité international des poids et mesures (CIPM) et l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) conclu récemment,

demande à tous les organismes d'accréditation de reconnaître que les laboratoires nationaux de métrologie et les laboratoires d'étalonnage accrédités fournissent ensemble l'accès indispensable à la traçabilité au SI et donc la fiabilité des mesures et de l'équivalence internationale des résultats de mesure pour l'économie et la société tout entières et travaillent ensemble étroitement,

recommande que

- les Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre s'assurent qu'une relation appropriée existe entre les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes d'accréditation reconnus au niveau national,

- cette relation stimule la collaboration en matière de traçabilité des résultats de mesures et assure que des actions efficaces et complémentaires soient entreprises dans le cadre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et de l'Arrangement de l'ILAC, et **note** que les étalonnages ne sont pas une évaluation de la conformité.

■ Dotation du Bureau international pour les années 2005 à 2008

Résolution 12

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- l'importance croissante de la métrologie pour les échanges commerciaux, l'industrie, l'environnement, la santé publique et la sécurité dans tous les États membres de la Convention du Mètre,
- le besoin correspondant d'une coordination internationale efficace et compétente des activités de métrologie,
- le rôle central joué par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) dans cette coordination et les services qu'il rend aux États membres de la Convention du Mètre,
- les responsabilités élargies confiées au BIPM lors de la 21^e Conférence générale en 1999, sans augmentation correspondante de sa dotation,
- l'augmentation de la charge de travail, non prévue lors de la 21^e Conférence générale, à laquelle le BIPM a fait face depuis la précédente Conférence générale,
- l'extension des activités de la Convention du Mètre incombant aux États membres, notamment dans les domaines de la chimie, de la biotechnologie et de la médecine,
- la nécessité d'élargir le domaine de compétences du personnel scientifique du BIPM pour répondre aux demandes dans ces nouveaux domaines,
- les efforts considérables qui continuent d'être faits par le BIPM pour augmenter son efficacité, et son engagement à poursuivre ces efforts,

reconnaisant

- la situation économique difficile actuelle de certains États membres, qui a pour conséquence de limiter strictement les contributions directes aux organisations intergouvernementales,
- l'extrême importance du travail du BIPM pour tous les États membres,
- la nécessité d'assurer les moyens financiers et autres permettant au BIPM de répondre aux exigences croissantes auxquelles il doit faire face,

invite les laboratoires nationaux de métrologie

- à organiser, de manière continue et à leurs frais, la mise à disposition ou le détachement au BIPM, pour des séjours de courte durée, de membres de leur personnel afin de travailler sur des projets d'intérêt mutuel intégrés au programme de travail du BIPM,
- à accepter la participation de membres du personnel du BIPM aux activités de leur laboratoire pour travailler à des programmes d'intérêt mutuel,

- à subventionner un programme permanent de chercheurs associés au BIPM visant à mettre à sa disposition du personnel répondant aux besoins, sur la base de quatre chercheurs associés à la fin de l'année 2004, pour des projets d'intérêt mutuel au laboratoire national de métrologie qui fournit la subvention et au BIPM,

et invite aussi les Gouvernements, les laboratoires nationaux de métrologie, les organisations internationales, ainsi que les organismes et fondations privés à verser des contributions financières supplémentaires ou à effectuer des dons en nature au BIPM,

décide que la partie fixe de la dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures sera augmentée de telle façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire (définie à l'article 6, 1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre (1875) soit, pour les États parties à la Convention à l'époque de la 22^e Conférence porté à

9 587 000 euros en 2005
9 779 000 euros en 2006
9 974 000 euros en 2007
10 174 000 euros en 2008,

et décide aussi de soutenir la charge de travail croissante du BIPM par une contribution supplémentaire discrétionnaire de

130 000 euros en 2005
132 000 euros en 2006
136 000 euros en 2007
138 000 euros en 2008,

demande aux États membres de déclarer au BIPM, au plus tard le 1^{er} avril 2004, s'ils ont l'intention de payer leur part de cette contribution discrétionnaire pour les quatre années ci-dessus.

Annexe A

Convocation de la 22^e Conférence générale des poids et mesures

Note : Le texte de la présente Convocation a été envoyé aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre et aux Associés à la Conférence générale en décembre 2002. Trois projets de résolution sur le symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI) ont été ajoutés en avril 2003. Durant la Conférence générale un grand nombre de projets de résolutions ont été modifiés ; les Résolutions adoptées figurent aux pages 161 à 172.

Convocation de la 22^e Conférence générale des poids et mesures

La Vingt-deuxième Conférence générale des poids et mesures est convoquée pour

le lundi 13 octobre 2003 à 10 h 00

au Centre de conférences internationales, 19 avenue Kléber, Paris 16^e.

Constitution de la 22^e Conférence générale des poids et mesures

Convention du Mètre (1875) : article 3

« Le Bureau international fonctionnera sous la direction et la surveillance exclusives d'un *Comité international des poids et mesures** placé lui-même sous l'autorité d'une *Conférence générale des poids et mesures*** formée de délégués de tous les Gouvernements contractants. »

Règlement annexé à la Convention du Mètre (1875) : article 7

« La Conférence générale, mentionnée à l'article 3 de la Convention, se réunira à Paris, sur la convocation du Comité international, au moins une fois tous les six ans.

Elle a pour mission de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du Système métrique, ainsi que de sanctionner les nouvelles déterminations métrologiques fondamentales qui auraient été faites dans l'intervalle de ses réunions. Elle reçoit le rapport du Comité international sur les travaux accomplis, et procède, au scrutin secret, au renouvellement par moitié du Comité international.

Les votes, au sein de la Conférence générale, ont lieu par États ; chaque État a droit à une voix.

Les membres du Comité international siègent de droit dans les réunions de la Conférence : ils peuvent être en même temps délégués de leurs Gouvernements. »

* Mentionné souvent dans ce document comme CIPM ou Comité international.

** Mentionnée souvent dans ce document comme CGPM ou Conférence générale.

Lieu et dates des séances de la 22^e Conférence générale

Toutes les séances se tiendront au

**Centre de conférences internationales
19, avenue Kléber, Paris 16^e**

dans une salle gracieusement offerte par le ministère des Affaires étrangères de France avec traduction simultanée en français et en anglais.

Première séance,	lundi	13 octobre 2003	à 10 h 00
Deuxième séance,	lundi	13 octobre 2003	à 15 h 00
Troisième séance,	mardi	14 octobre 2003	à 09 h 30
Quatrième séance,	jeudi	16 octobre 2003	à 09 h 30
Cinquième séance,	vendredi	17 octobre 2003	à 09 h 30
Sixième séance,	vendredi	17 octobre 2003	à 15 h 00

Une réunion des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre aura lieu le mercredi 15 octobre à 09 h 30 au Bureau international ; elle sera suivie d'une visite des laboratoires et d'une réception au Pavillon de Breteuil. La réunion des directeurs ne fait pas officiellement partie de la Conférence générale ; elle sera présidée par le président du Comité international.

Le Groupe de travail de la Conférence générale sur la dotation du Bureau international se réunira le mardi 14 octobre à 15 h 00 et, si nécessaire, le jeudi 16 octobre à 15 h 00, au Centre de conférences internationales.

Il est probable que la plupart des points principaux de l'ordre du jour jusqu'au point 10 compris seront traités au cours de la première séance ; la deuxième séance sera consacrée principalement aux points 11 et 15. La troisième séance concernera les points 12 et 13 et se terminera par l'examen d'un certain nombre de rapports de Comités consultatifs (point 14). L'examen du point 14 se terminera au cours de la quatrième séance, qui sera aussi consacrée au rapport préliminaire du Groupe de travail sur la dotation, afin que ce groupe puisse poursuivre l'examen de la dotation et présenter son rapport à la cinquième séance. Les cinquième et sixième séances seront consacrées au vote des Résolutions et aux points restants à l'ordre du jour.

Ordre du jour provisoire de la Conférence

- 1 Ouverture de la Conférence.
- 2 Discours de Son Excellence M. le Ministre des Affaires étrangères de la République française.
- 3 Réponse de M. le Président du Comité international des poids et mesures.
- 4 Discours de M. le Président de l'Académie des sciences de Paris, Président de la Conférence.
- 5 Présentation des titres accréditant les Délégués.
- 6 Nomination du Secrétaire de la Conférence.
- 7 Établissement de la liste des Délégués ayant pouvoir de voter.
- 8 Approbation de l'ordre du jour.
- 9 Rapport de M. le Président du Comité international sur les travaux accomplis depuis la Vingt et unième Conférence générale.
- 10 Activités en relation avec des organisations extérieures, telles que l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et l'Organisation météorologique mondiale (OMM).
- 11 Rapport du Comité international sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures.
- 12 Rapport sur la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle.
- 13 Rapport sur l'admission d'Associés à la Conférence générale.
- 14 Rapports des présidents des Comités consultatifs :
 - 14.1 Comité consultatif des longueurs ;
 - 14.2 Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées ;
 - 14.3 Comité consultatif du temps et des fréquences ;
 - 14.4 Comité consultatif d'électricité et magnétisme ;
 - 14.5 Comité consultatif de thermométrie ;
 - 14.6 Comité consultatif de photométrie et radiométrie ;
 - 14.7 Comité consultatif des rayonnements ionisants ;
 - 14.8 Comité consultatif pour la quantité de matière ;
 - 14.9 Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations ;
 - 14.10 Comité consultatif des unités.
- 15 Programme de travaux futurs du Bureau international.
- 16 Dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures.
- 17 Propositions des Délégués.
- 18 Renouvellement par moitié du Comité international.
- 19 Votes des Résolutions.
- 20 Questions diverses.
- 21 Clôture de la Conférence.

Commentaires sur les principaux points de l'ordre du jour

Note à propos des projets de résolutions : L'emplacement dans la Convocation des projets de résolutions ne reflète pas nécessairement le moment où elles seront traitées ou mises au vote dans l'ordre du jour. Dans tous les cas, le vote des Résolutions se déroule le dernier jour de la Conférence, après la fin des discussions.

1 Ouverture de la Conférence

La 22^e Conférence générale se tient quatre ans après la précédente. Cette périodicité de quatre ans entre les Conférences générales est maintenant bien établie, car elle est suffisante pour permettre aux États membres de faire le point sur les activités importantes menées sous l'égide de la Convention, tout en maintenant une fréquence de réunions suffisamment basse pour que les coûts administratifs et annexes ne soient pas excessifs.

5 Présentation des titres accréditant les Délégués

Pour la bonne organisation de la Conférence, il est souhaitable que la composition de chaque délégation soit communiquée au Bureau international au plus tard quinze jours avant l'ouverture de la Conférence.

À leur arrivée, les Délégués accrédités à voter seront priés de présenter les titres remis par les autorités concernées de leur Gouvernement.

9 Rapport de M. le Président du Comité international des poids et mesures

L'article 19 du Règlement annexé à la Convention du Mètre stipule que « Le Président du Comité international rendra compte à la Conférence générale des travaux accomplis depuis l'époque de sa dernière réunion ».

Dans son rapport à la 22^e Conférence générale, le Président soulignera les avancées importantes concernant les activités menées sous l'autorité de la Convention du Mètre depuis la 21^e Conférence générale.

Nous avons tout d'abord le plaisir d'accueillir les nouveaux États membres de la Convention du Mètre, la Grèce et la Malaisie, et la Yougoslavie qui a réintégré la Convention du Mètre, ainsi que les Associés à la Conférence générale : Cuba, l'Équateur, Hong Kong (Chine), le Kenya, la Lettonie, la Lituanie, Malte, les Philippines, Taipei chinois et l'Ukraine.

Les besoins nouveaux en matière de traçabilité des mesures identifiés par les laboratoires nationaux de métrologie ont provoqué un des changements majeurs intervenus depuis la 21^e Conférence générale. Ils ont des implications importantes pour les activités menées sous l'autorité de la Convention du Mètre, ainsi que pour un certain nombre d'autres organisations intergouvernementales et internationales. Ce sont des domaines d'activité entièrement nouveaux pour les organes de la Convention du Mètre. Nous sommes en présence d'une demande permanente d'accroissement de l'exactitude dans les domaines traditionnels d'activité. Nous sommes aussi en présence d'applications nouvelles de la métrologie dans des technologies

majeures telles que la nanotechnologie, l'informatique et les communications, l'espace, la biotechnologie, la médecine et la pharmacologie, domaines que les États membres considèrent comme importants pour leur développement économique à long terme. Le Comité international et la Conférence générale doivent y réfléchir et les prendre en compte pour établir la traçabilité des mesures dans ces domaines. Une conséquence importante de ces besoins nouveaux pour la métrologie est la reconnaissance par les laboratoires nationaux de métrologie, même les plus grands, du fait qu'ils ne peuvent plus traiter seuls toutes ces demandes nouvelles et qu'il devient fondamental pour eux d'établir des collaborations. Ce point souligne l'importance de la coordination et du rôle du transfert des connaissances et des technologies assumé par le Bureau international, par l'intermédiaire des Comités consultatifs du Comité international. La possibilité pour le Bureau international de jouer un rôle accru dans ce domaine avait aussi été reconnue dans la Résolution 1 de la 21^e Conférence générale et le programme de travaux futurs en tient compte.

Au cours de ces dernières années, de nombreux laboratoires nationaux de métrologie ont examiné l'importance économique de leurs domaines d'activité et ont établi des priorités qui se reflètent dans le choix de leurs projets et programmes de travail. La procédure d'établissement des priorités a été facilitée par les stratégies locales d'interdépendance mises en place par certaines organisations régionales de métrologie. Ce degré plus élevé d'interdépendance a des conséquences positives pour les laboratoires nationaux de métrologie pris individuellement. Il sera toutefois important de s'assurer que, en fonction des choix faits par les laboratoires nationaux de métrologie, il subsiste un nombre suffisant d'approches diverses pour améliorer les définitions et avoir des réalisations indépendantes du Système international d'unités (SI). Les Comités consultatifs du Comité international ont une position unique leur permettant d'avoir une vue globale sur les évolutions et d'alerter les laboratoires nationaux de métrologie en cas de lacunes.

Le Comité international a étudié avec soin la manière dont il doit réagir ; il a discuté avec les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie et pris conseil auprès d'eux pour savoir comment étendre le SI aux nouveaux domaines. Le Comité international a aussi étudié avec un soin particulier le rôle joué par le Bureau international, en tant que centre unique de transfert des connaissances et des technologies dans le domaine de la métrologie aux laboratoires nationaux de métrologie, pour faciliter la coordination des activités des laboratoires nationaux de métrologie, ainsi que pour établir des contacts au plus haut niveau et des relations au niveau intergouvernemental. Nous avons examiné en détail l'assistance administrative et technique que le Bureau international apporte traditionnellement aux États membres de la Convention du Mètre et comment répondre aux besoins de la métrologie au niveau international au cours des dix prochaines années. Ces préoccupations étaient déjà en grande partie implicites dans les discussions de la 21^e Conférence générale et dans le rapport sur les « Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie » (le rapport « Blevin »). Mais ce rapport et les débats à la 21^e Conférence générale ont sous-estimé l'importance prise aussi vite par la métrologie dans ces nouveaux domaines. De même, on ne s'était pas rendu compte de l'importance que les Gouvernements et les organisations internationales attacheraient aux relations entre la métrologie, les échanges commerciaux, la santé publique et la sécurité. L'impact et les avantages de la métrologie, déjà sous-jacents dans l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM, ainsi que le travail nécessaire à sa mise en œuvre dans les laboratoires nationaux de métrologie et au Bureau international ont aussi été sous-estimés. Le Comité international a donc demandé une mise à jour du rapport « Blevin » présenté à la 21^e Conférence générale et une nouvelle évaluation des implications des évolutions récentes. Pour préparer ce rapport, le CIPM a consulté les laboratoires nationaux de métrologie pour

solliciter leur avis sur l'efficacité et l'utilité des activités du Bureau international. Cette étude fera l'objet d'un rapport séparé, qui soulignera les implications importantes pour l'avenir. Ce sera un point majeur de la Conférence. De plus, et en raison du rôle unique qu'il joue sur le plan international, le Bureau international a aussi commandité un rapport sur les avantages économiques que ses activités apportent aux membres de la Convention du Mètre. Ces rapports présentent des conclusions importantes quant à ses activités et aux implications financières pour le Bureau international qui en résultent. Lors de sa session en 2002, le Comité international a pris un certain nombre de décisions relatives au programme de travail futur du Bureau international, afin de pouvoir répondre à l'évolution des besoins tout en respectant les contraintes financières anticipées pour la période comprise entre 2005 et 2008. Ces questions seront discutées aux points 15 et 16 de l'ordre du jour.

La Résolution 1 de la 21^e Conférence générale encourage aussi le Bureau international à étendre ses responsabilités au-delà du domaine classique de la métrologie et à couvrir les besoins émergents globaux dans les domaines, par exemple, de la chimie et de la biotechnologie. Il s'agit d'une projection clairvoyante pour le long terme et le Comité international considère que, pour promouvoir et étendre le concept du SI et de la traçabilité des mesures à ces domaines, il est vital de mettre en œuvre un partenariat avec les organisations qui y jouent un rôle clé. Une manière d'y parvenir est de suivre l'avis donné par la dernière Conférence générale et continuer à promouvoir les relations entre le Bureau international et les autres organisations internationales et intergouvernementales. Plusieurs protocoles d'accord et arrangements ont été signés avec des organisations clés et des programmes d'action ont été mis au point pour traiter des questions essentielles aux deux parties. Le président fera le point sur la question. Il discutera l'importance croissante des relations scientifiques et politiques avec les organisations internationales et l'intérêt qu'ils présentent pour la mise en œuvre d'initiatives ayant pour but d'accroître la confiance dans l'exactitude et la reconnaissance des mesures dans le monde. Le Bureau international occupe une position unique pour offrir de telles opportunités au nom des laboratoires nationaux de métrologie des États membres, une tâche qui est généralement mieux acceptée par les partenaires que si elle émanait d'un seul laboratoire national de métrologie. Dans plusieurs cas, des comités communs ont aussi été créés. Ce sont maintenant des organismes crédibles, dont l'influence est croissante, et dont la nature multipartite assure que leurs décisions seront mises en œuvre dans les nouvelles communautés. La manière dont le Bureau international établit sa crédibilité technique dans ses relations avec ces organisations est un point crucial dont doit décider le Comité international et cette Conférence. Il est toutefois largement reconnu que le succès du Bureau international est très étroitement lié à sa crédibilité scientifique et technique et que celle-ci résulte directement de son programme scientifique.

La Résolution 1 de la 21^e Conférence générale accueillait favorablement la collaboration entre le Bureau international et les organisations régionales de métrologie, les réunions entre le Comité international et les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, et les collaborations avec les organisations internationales concernées. Ces interactions ont augmenté substantiellement et les « réunions des directeurs » constituent maintenant une part régulière, et hautement considérée, de la vie des laboratoires nationaux de métrologie et du Bureau international. Des échanges mutuels d'information ont été établis et les réunions permettent d'examiner les idées nouvelles et tiennent lieu de forum de discussion unique et de haute tenue sur les questions d'intérêt mutuel. De nombreux liens nouveaux ont été créés au niveau de la technique et du travail, et le personnel du BIPM est régulièrement invité à assister à un certain nombre de réunions des organisations régionales de métrologie, en particulier pour les discussions liées à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international. En contrepartie, le Bureau international s'assure que le point de vue de toutes les organisations régionales de métrologie est

représenté dans les réunions des Comités consultatifs du Comité international. Cela permet de s'assurer, par exemple, que le point de vue des organisations régionales de métrologie peut être efficacement pris en compte dans la même réunion et que les décisions peuvent leur être rapidement et efficacement communiquées. À un niveau différent, le Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (le JCRB) se réunit deux fois par an ; c'est un forum de discussion sur les questions liées à la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle où les décisions sont prises.

C'est toutefois l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (le MRA) du Comité international qui a eu sans conteste les effets les plus grands et les plus profonds sur les activités du Bureau international. De fait, les efforts consacrés à traiter toutes les activités découlant du MRA ont été bien plus importants que prévu lors de la précédente Conférence générale. Le MRA a bien sûr eu un impact considérable sur les activités des laboratoires nationaux de métrologie et des organisations régionales de métrologie et suscite déjà, comme nous l'avions espéré, un intérêt considérable auprès des responsables de la réglementation, de l'accréditation, et des autres organisations intergouvernementales. Il a eu une influence importante sur la réduction des obstacles au commerce de nature non tarifaire et devrait avoir un impact sur les questions sanitaires et phytosanitaires. Ces activités seront présentées en détail séparément à la Conférence, mais parmi les résultats les plus marquants nous pouvons mentionner :

- Le fait que tous les laboratoires nationaux de métrologie et les organismes nationaux au nom desquels ils ont signé l'Arrangement de reconnaissance mutuelle se consacrent entièrement aux activités découlant de l'Arrangement. L'impact le plus fort a été un niveau de participation accru aux comparaisons, malgré les lourdes implications liées aux ressources nécessaires.
- Un cadre plus officiel a été mis en place pour la mise en œuvre des comparaisons. Il en a résulté un niveau de collaboration plus élevé et des interactions plus nombreuses entre le personnel scientifique des laboratoires nationaux de métrologie.
- Un examen approfondi des déclarations de possibilités en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) est effectué au sein des organisations régionales de métrologie et entre ces organisations. De nombreuses CMCs ont été remises en question, ce qui a eu pour effet, dans la majorité des cas, d'établir des bilans d'incertitude plus réalistes.
- Des erreurs significatives et insoupçonnées dans la réalisation de certaines unités et grandeurs ont été identifiées dans plusieurs laboratoires nationaux de métrologie, qui seraient autrement restées inaperçues pendant plusieurs années.
- Plusieurs pays ont reconnu l'intérêt du statut d'Associé à la Conférence générale, en particulier en raison de la reconnaissance de leurs possibilités de mesure par l'intermédiaire de leur participation à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle, et la valeur ajoutée que cela apporte aux relations commerciales et à la reconnaissance internationale.
- Les relations sont devenues plus étroites entre le Bureau international et les organismes d'accréditation, en particulier grâce à l'important protocole d'accord avec l'ILAC, à une intense activité intergouvernementale, et au travail des laboratoires nationaux de métrologie et des groupements économiques régionaux. Ces relations ont permis de prendre en compte les implications de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle dans la réglementation, la législation et les accords commerciaux internationaux.
- Les organisations intergouvernementales et les organismes internationaux ont perçu l'intérêt d'avoir accès aux procédures établies et approuvées dans l'Arrangement et de les utiliser

pour étendre le cadre de la Convention du Mètre à de nouveaux domaines pour lesquels la traçabilité des mesures est nécessaire.

Depuis la précédente Conférence générale, nous avons achevé le programme à long terme de construction de nouveaux bâtiments au Bureau international, financé sur les réserves sans augmentation de la dotation. Un bâtiment pour les laboratoires des lasers avait été achevé en 1984, un bâtiment pour la bibliothèque et des bureaux en 1988, et enfin un bâtiment pour l'atelier de mécanique, des bureaux et des salles de réunion, en 2001. Le Bureau international est maintenant bien installé pour répondre aux besoins immédiats et prévisibles.

Durant la période écoulée depuis la précédente Conférence générale, le Bureau international a utilisé les techniques de pointe de l'informatique afin d'améliorer l'organisation de ses réunions et étendre la communication et les interfaces avec le monde extérieur. Notre site Web, toujours en évolution et en progrès, est utilisé par les Comités consultatifs et les comités communs pour héberger tous les documents des réunions et les informations utiles aux communautés d'utilisateurs entre les réunions. Toutes les réunions des Comités consultatifs et des comités communs se déroulent maintenant « sans papier » et le système informatique, en réseau dans la principale salle de conférence, permet aux délégués d'utiliser leur propre ordinateur personnel et d'avoir accès en temps réel à l'Internet.

Un événement d'une importance particulière a été la célébration du 125^e anniversaire de la signature de la Convention du Mètre. À cette occasion, une conférence a été spécialement organisée en octobre 2000 en coopération avec l'Académie des sciences, lors de la réunion des directeurs et de la session annuelle du Comité international. La conférence a attiré un grand nombre de participants, et huit exposés techniques ont été présentés, dont cinq par des lauréats du prix Nobel.

Du point de vue du personnel, il y a eu plusieurs changements dans la composition du Comité international, notamment le secrétaire – M. R. Kaarls a remplacé M. W.R. Blevin – ainsi que le remplacement des deux vice-présidents par MM. G. Moscati et B. Inglis. Avec les nouvelles élections, nous espérons que la composition du Comité sera plus stable pendant les prochaines années, qui seront cruciales pour le Bureau international. Depuis la précédente Conférence générale, le Comité international a aussi nommé M. Andrew Wallard pour succéder à M. Terry Quinn comme directeur du Bureau international à dater du 1^{er} janvier 2004.

Enfin, le Président présentera le rapport sur le travail accompli par le BIPM depuis la 21^e Conférence générale.

10 Activités en relation avec des organisations extérieures

10.1 Depuis la précédente Conférence générale, le Groupe de travail commun à l'OIML, au BIPM et à l'ILAC s'est réuni plusieurs fois. Les réunions ont couvert un grand nombre de points, notamment :

- Les relations entre l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM et les arrangements de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) et de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML).
- L'examen périodique des activités communes, comme le Comité commun pour les guides en métrologie (JCGM), en particulier sur la définition du terme « traçabilité » qui peut être utilisé par les trois organisations. Le JCGM travaille par l'intermédiaire de deux groupes : le Groupe de travail 1, sur le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (le GUM), et

le Groupe de travail 2, sur le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* (le VIM).

- La discussion du projet de loi de l'OIML sur la métrologie au sujet duquel il a été demandé au BIPM de faire des commentaires.
- Les actions du CIPM et des autres comités liées au projet de norme ISO 17011 au sujet des laboratoires nationaux de métrologie qui ont des services d'accréditation. Ces actions ont permis de parvenir à un accord sur la démarche des laboratoires nationaux de métrologie pour éviter des conflits d'intérêt et ont abouti à une nouvelle rédaction de certains paragraphes.
- Une position commune sur la nécessité d'améliorer la coordination des activités liées à la métrologie dans les pays en voie de développement membres de ces trois organisations ainsi que de l'International Accreditation Forum (IAF), de la Commission électrotechnique internationale (CEI), de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). En conséquence, ces organisations ont formé un comité commun, le Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS). Ce comité a aussi pour but de promouvoir la métrologie, l'accréditation et la normalisation, et de fournir une assistance technique et des conseils aux agences chargées du financement, afin de financer plus efficacement les infrastructures de la métrologie dans les pays en voie de développement.

10.2 Le 3 novembre 2001, l'ILAC et le Bureau international ont signé un protocole d'accord, dont le texte figure sur le site Web du BIPM. Les deux organisations s'engagent à renforcer leur coopération et à se référer, autant que possible, aux arrangements de reconnaissance mutuelle établis par les deux organisations. De plus, il existe des arrangements officiels séparés entre le BIPM, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM). L'OMS et l'OMM sont invités à assister à la Conférence générale en qualité d'observateurs, ainsi qu'aux réunions des Comités consultatifs et des comités communs qui les intéressent. Les accords entre le Bureau international et ces organisations reconnaissent leurs responsabilités réciproques et leurs attributions dans les différents domaines d'intérêt commun, ainsi que l'intérêt de travailler ensemble. Le Bureau international est invité par ces organisations aux réunions qui le concernent. Ces arrangements de travail sont d'une importance fondamentale pour promouvoir la métrologie dans des domaines où, jusqu'à présent, elle n'était pas très reconnue.

10.3 Le Bureau international a aussi établi des relations de travail étroites, non officielles, avec un certain nombre d'organisations internationales et intergouvernementales à des fins de coopération et pour définir des activités conjointes d'intérêt commun. Le Comité international pense que ces relations devraient se poursuivre et note en particulier que, comme la Convention du Mètre étend son influence aussi bien sur le plan technique que dans des domaines nouveaux d'applications, il y a d'énormes avantages à travailler en collaboration avec d'autres organisations. Il y a, notamment, trois avantages spécifiques. Tout d'abord, cela aide à unifier et coordonner les activités du Bureau international et celles d'organisations comme l'ILAC et l'OIML, qui sont aussi concernées par la traçabilité et la fiabilité internationale des mesures d'une manière générale. Deuxièmement, cela permet au Bureau international de travailler avec

des organisations groupant des utilisateurs qui ont une connaissance, l'expérience et une crédibilité auprès de communautés avec lesquelles le Bureau international n'est pas familiarisé, telles que la santé publique ou les sciences de la nutrition. Les liaisons et partenariats avec ces organisations sont vitales pour assurer l'adoption efficace et effective, à large échelle, des pratiques liées à la métrologie. Troisièmement, et en particulier dans le domaine de la réglementation et de la législation sur le commerce, ces collaborations aideront à faire mieux reconnaître l'intérêt de la métrologie et en particulier le bien-fondé, la pertinence et l'utilité de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international en tant qu'infrastructure aidant les organisations dans leurs initiatives pour réduire les obstacles techniques au commerce.

Le Comité international souhaite donc proposer trois projets de résolutions à la Conférence générale. Le premier appelle à une collaboration générale avec d'autres organismes. Le second projet est relatif au bien fondé de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle pour les échanges commerciaux. À ce propos, le Bureau international a demandé le statut d'observateur du Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Pour le moment, il n'a pas obtenu d'y être représenté, malgré un bon niveau de coopération dans leurs activités. C'est un souci considérable pour le Comité international. Enfin, le troisième projet de résolution est relatif à la coordination des initiatives en faveur des actions liées à la métrologie, l'accréditation et la normalisation

■ Liaisons avec d'autres organisations

Projet de résolution A

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les activités de la Convention du Mètre pour étendre la traçabilité des mesures à de nouveaux domaines,
- l'utilité évidente de la collaboration et des comités communs déjà établis par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) avec d'autres organisations internationales,
- la nécessité de renforcer l'efficacité par la collaboration et le partenariat avec d'autres organisations internationales ayant des intérêts et objectifs communs,
- les relations de longue date avec l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML),

prend acte des arrangements officiels récemment établis par le BIPM avec l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), ainsi que des efforts déployés par le BIPM pour établir des arrangements similaires avec d'autres organisations,

accueille favorablement ces arrangements, et

invite

- les organisations internationales et intergouvernementales, ayant des activités liées à la métrologie, à coopérer avec le BIPM, à établir des relations officielles similaires et, si nécessaire, à participer à des comités communs,
- tous les États membres de la Convention du Mètre à aider à la mise en œuvre des mesures qui résultent de cette collaboration et des efforts conjoints pour étendre l'influence et

l'impact de la Convention du Mètre et de la traçabilité des mesures à d'autres communautés d'utilisateurs, lorsque les responsabilités mises en jeu se situent au niveau national plutôt qu'au niveau international.

■ Métrologie et commerce

Projet de résolution B

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- le rôle croissant de la fiabilité et de l'équivalence des mesures dans le commerce international,
- le rôle joué par l'Organisation mondiale du commerce (OMC) dans la réduction des obstacles au commerce de nature non tarifaire,
- le récent rapport demandé par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) à une société d'audit commerciale sur l'impact économique de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international des poids et mesures sur le commerce international,

prend acte de la demande faite de longue date par le BIPM d'obtenir le statut d'observateur du Comité sur les obstacles techniques au commerce de l'OMC, et

demande aux États membres de la Convention du Mètre de faire pression pour que cette candidature soit agréée dès que possible.

■ Coordination des initiatives en faveur des actions liées à la métrologie, à l'accréditation et à la normalisation dans les pays et les entités économiques en voie de développement

Projet de résolution C

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les avantages d'une extension des relations entre la Convention du Mètre et les organismes travaillant dans le domaine de la métrologie, de l'accréditation et des infrastructures liées à la normalisation dans les pays et les entités économiques en voie de développement,
- l'intérêt de mettre en œuvre une approche cohérente et coordonnée dans le domaine de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation,
- la création d'un Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS), comité composé de représentants du Bureau international des poids et mesures (BIPM), de la Commission électrotechnique internationale (CEI), de l'International Accreditation Forum (IAF), de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), de l'Union internationale des

télécommunications (UIT), et de l'United Nations Industrial Development Organization (UNIDO),

- les initiatives prises par plusieurs États membres de la Convention du Mètre en faveur de la métrologie dans les pays en développement,

prenant acte de relations indépendantes entre des États membres de la Convention du Mètre et un certain nombre de partenaires du JCDCMAS,

accueille favorablement et apporte son soutien à la participation de la Convention du Mètre aux activités du JCDCMAS, qui est chargé d'aider à une mise en œuvre technique cohérente dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation dans les pays et entités économiques en voie de développement, de façon à éviter tout conflit avec les politiques et activités indépendantes des laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre.

10.4 Le Comité international prend aussi acte du souhait d'augmenter le nombre des membres de la Convention du Mètre et des démarches faites pour faire connaître les avantages qui résultent du statut de Membre de la Convention du Mètre et d'Associé à la Conférence générale. De nombreux États et entités économiques sont, par exemple, membres de l'OMC ou de l'OIML sans être membres de la Convention du Mètre. Le Comité international pense que le JCDCMAS attirera inévitablement l'attention des pays en voie de développement et des autres pays qui ne sont pas membres de la Convention du Mètre, mais sont membres d'organismes avec lesquels nous entretenons un partenariat, sur les activités de la Convention du Mètre. Ce sont des opportunités à saisir. Le Comité international est aussi conscient de la volonté d'organismes internationaux tels que la Commission européenne de faire référence à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international dans ses accords commerciaux avec les États-Unis ainsi que dans ses autres principaux accords commerciaux. C'est d'une part souhaitable et cela témoigne de la valeur attribuée à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle mais, d'autre part, son succès risque d'entraîner la possibilité que de telles demandes de participation au MRA n'apparaissent elles-mêmes comme des obstacles techniques au commerce. Il semble donc clair qu'il faudra renouveler les efforts pour augmenter le nombre des membres de la Convention du Mètre.

Le Comité international accueille favorablement les initiatives du Bureau international pour promouvoir la participation à la Convention du Mètre et attirer de nouveaux membres. Il propose donc le projet de résolution suivant à la Conférence générale.

■ Valeur et avantages de la Convention du Mètre pour les États membres et les Associés à la Conférence générale

Projet de résolution D

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les avantages techniques et économiques évidents de la Convention du Mètre pour ses États membres et pour les États et entités économiques associés à la Conférence générale,

- combien il est souhaitable d'augmenter le nombre des États membres et des Associés afin d'accroître l'impact et les avantages de la participation à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM),
- la nécessité de s'assurer que le MRA du CIPM n'est pas perçu comme un obstacle technique au commerce mais, au contraire, comme un arrangement offrant les mêmes possibilités à tous,

accueil favorablement

- les initiatives prises par le Bureau international des poids et mesures pour promouvoir l'appartenance à la Convention du Mètre et augmenter le nombre des membres et des Associés à la Conférence générale,
- le rôle potentiel joué par le Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation (JCDCMAS) pour sensibiliser ceux qui ne sont pas encore membres à l'intérêt de ce statut, et

invite les États membres à promouvoir l'accroissement du nombre des Membres et des Associés par leurs initiatives, telles que des programmes d'aide aux pays en voie de développement, et lors de discussions dans des forums internationaux appropriés.

11 Rapport du Comité international sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures

Un rapport sur les *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie*, préparé par le secrétaire du Comité international de l'époque, M. W.R. Blevin, a été présenté et discuté à la précédente Conférence générale. Ce document a été largement cité et utilisé. Aussi, le Comité international considère-t-il qu'il est important de le mettre à jour et de le réexaminer pour être informé sur les choix à faire pour ses propres activités et sur les décisions que la 22^e Conférence générale devra prendre. Cette mise à jour, préparée par M. R. Kaarls, est consultable sur le site Web du BIPM (www.bipm.org) et sera présentée par M. Kaarls à la Conférence.

Ce rapport met particulièrement l'accent sur le développement considérable dans des domaines nouveaux et ses relations avec les besoins de la société. Il insiste sur le rôle croissant du Bureau international au sein des nouvelles communautés concernées. Au vu de cette situation, le Comité international propose à la Conférence générale le projet de résolution suivant.

■ Rapport sur l'évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures

Projet de résolution E

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- la Résolution 11 de la 20^e Conférence générale, qui recommandait au Comité international d'étudier les besoins à long terme dans le domaine de la métrologie,
- la Résolution 1 de la 21^e Conférence générale, qui a pris acte du Rapport à la Conférence générale sur les besoins à long terme dans le domaine de la métrologie,
- le nouveau Rapport approuvé par le Comité international en octobre 2002,

prend acte

- du contenu du nouveau Rapport,
- de sa contribution à l'identification des priorités parmi les activités actuelles et à l'établissement de nouvelles priorités,
- de sa contribution aux décisions du Comité international sur le programme de travaux futurs du Bureau international des poids et mesures (BIPM),

remercie les nombreuses organisations et personnalités qui ont contribué aux travaux du Comité international, et

invite le Comité international

- à continuer de suivre de près les demandes croissantes faites aux laboratoires nationaux de métrologie et au BIPM en ce qui concerne leurs activités actuelles et les activités métrologiques supplémentaires résultant de besoins nouveaux dans des domaines tels que la chimie, la biotechnologie, la médecine, l'environnement et les sciences de la nutrition,
- à présenter un rapport à la prochaine Conférence générale traitant du bien-fondé de la réponse du BIPM à ces besoins et les implications financières éventuelles, ainsi que sur le programme de travail du BIPM en réponse à de tels besoins internationaux, et
- si nécessaire, d'actualiser le Rapport de 2002.

12 **Rapport sur la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international**

Le directeur du Bureau international présentera à la Conférence générale son rapport sur l'état d'avancement de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM (le MRA). Il commentera en particulier les changements et adjonctions qu'il est nécessaire d'apporter au MRA en réponse aux demandes des signataires. Il propose aussi que la fin officielle de la période de transition du MRA soit fixée au 31 décembre 2003, date à laquelle les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des signataires du MRA et des laboratoires désignés auront pour la plupart été revues et publiées dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. De plus, les laboratoires nationaux de métrologie et les laboratoires désignés auront pour la plupart rempli ou seront prêts à remplir les conditions requises par les Systèmes Qualité.

L'intérêt considérable que le MRA a suscité parmi les organismes d'accréditation, de régulation, les organismes intergouvernementaux et les utilisateurs des services des laboratoires nationaux de métrologie sera présenté à la Conférence générale. Le Comité international note que le rapport d'audit d'un consultant privé sur les activités internationales du BIPM souligne l'importance de faire connaître l'intérêt, l'impact potentiel et les avantages globaux résultant d'un usage étendu du MRA. Le Comité international propose donc le projet de résolution suivant à la Conférence générale.

■ Sur l'importance de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international des poids et mesures

Projet de résolution F

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

prenant acte de

- l'impact économique et social positif, en particulier la diminution des coûts liés aux obstacles au commerce de nature non tarifaire, pouvant résulter de l'adoption, par les organismes législatifs et réglementaires, de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM),
- l'influence du MRA du CIPM pour établir la confiance entre partenaires commerciaux,
- l'intérêt qu'il a déjà suscité auprès de certaines autorités dans le domaine réglementaire, des organisations commerciales et des autorités nationales,
- l'utilisation du MRA du CIPM, par exemple, pour faciliter les accords commerciaux entre l'Union européenne et les États-Unis,

accueille favorablement l'intérêt manifesté par ces divers organismes, et

invite tous les États membres à faire pression sur leurs organismes nationaux réglementaires, d'accréditation, de normalisation, et législatifs afin qu'ils adoptent le MRA du CIPM comme cadre pour l'acceptation des certificats d'étalonnage et de mesurage des laboratoires nationaux de métrologie et des laboratoires désignés, ainsi que des laboratoires accrédités pouvant faire la preuve de leur traçabilité au Système international d'unités par l'intermédiaire des étalons des laboratoires nationaux de métrologie signataires du MRA et des laboratoires désignés.

13 **Rapport sur l'admission d'Associés à la Conférence générale**

Le président informera la Conférence générale de la situation actuelle.

14 **Rapports des présidents des Comités consultatifs**

Les présidents des dix Comités consultatifs du Comité international présenteront brièvement les travaux accomplis depuis la 21^e Conférence générale. Les rapports des sessions des Comités consultatifs mentionnés par les présidents dans leur rapport ont été publiés et sont consultables sur le site Web du BIPM (www.bipm.org).

Considérant l'intérêt d'élargir au maximum le nombre des laboratoires impliqués dans les activités de ses Comités consultatifs, et parce que certains États membres ne confient pas toujours la responsabilité de certains étalons aux laboratoires nationaux de métrologie ou aux laboratoires désignés dans le MRA du CIPM, le Comité international propose le projet de résolution suivant à la Conférence générale.

■ Implication des laboratoires nationaux de métrologie dans les activités de la Convention du Mètre

Projet de résolution G

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- l'importance des questions relevant des missions des Comités consultatifs,
- que la compétence relative à certaines disciplines se trouve dans de nombreux organismes spécialisés qui ne sont pas des laboratoires nationaux de métrologie,
- qu'il est souhaitable de s'assurer que le plus grand nombre possible de laboratoires nationaux de métrologie et d'autres laboratoires désignés participent aux comparaisons clés dans ces domaines,

prenant acte de la notification officielle au Bureau international des poids et mesures des changements apportés à la liste des laboratoires désignés dans l'annexe A de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA) du Comité international des poids et mesures (CIPM), par les laboratoires nationaux de métrologie signataires du MRA,

recommande

- aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre de prendre les mesures nécessaires pour associer (ou relier) les activités et les équipements de ces autres centres nationaux d'expertise aux laboratoires nationaux de métrologie en les désignant comme participant à l'Arrangement et donc aux activités qui y sont liées, et
- qu'ils mettent leurs infrastructures au service d'autres organisations, dans les domaines industriel, scientifique, médical ou autres, qui ont besoin ou tireraient profit d'étalonnages assurant la traçabilité au Système international d'unités.

14.1 Comité consultatif des longueurs

Le Comité consultatif des longueurs (CCL) s'est réuni en septembre 2001 et a centré son attention sur les rapports de ses deux groupes de travail : le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle et le Groupe de travail sur la mise en pratique de la définition du mètre. Le Groupe de travail sur la métrologie dimensionnelle se consacre principalement aux rapports et aux conclusions des comparaisons clés et à la publication d'informations appropriées dans l'annexe C du MRA. Le Groupe de travail sur la mise en pratique de la définition du mètre a présenté les changements qu'entraîne la mise au point des nouvelles techniques de mesure de fréquence fondées sur les peignes de fréquences, et en particulier sur la possibilité qu'elles offrent de relier les mesures de fréquences optiques et celles des micro-ondes. Ce groupe a préparé une série de valeurs recommandées de fréquences de sources lumineuses utilisées en

spectroscopie et pour les mesures dimensionnelles. Elles serviront de fondement à la révision de la « Mise en pratique », dont la rédaction et la publication sont en cours.

■ Révision de la mise en pratique de la définition du mètre

Projet de résolution H

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

rappelant

- qu'en 1999 la 21^e Conférence générale a adopté la révision de la mise en pratique de la définition du mètre approuvée par le Comité international des poids et mesures en 1997,
- que la Conférence générale a aussi recommandé aux laboratoires nationaux de métrologie de poursuivre les études expérimentales et théoriques entreprises pour améliorer les étalons optiques de fréquence et de longueur d'onde, et de mettre au point de nouvelles techniques pour comparer les différents étalons dans un domaine étendu de fréquences et de longueurs d'onde, afin d'améliorer le fondement expérimental du Système international d'unités (SI),

considérant que

- les nouvelles techniques fondées sur des ions et des atomes piégés permettent maintenant de réaliser des étalons de fréquence optiques et des références de très haute exactitude et stabilité,
- ces systèmes semblent offrir la possibilité de servir de fondement à une amélioration future de la définition de la seconde,
- l'introduction de la technologie des peignes femtosecondes a permis d'effectuer des mesures absolues de fréquence de sources de radiations optiques, y compris celles utilisées dans la mise en pratique de la définition du mètre,
- le Comité international a mis à jour en 2002 les valeurs recommandées pour un certain nombre de radiations publiées dans la mise en pratique de 1997 et y a ajouté les valeurs relatives à un certain nombre de radiations nouvelles,

accueille favorablement

- l'adoption de ces nouvelles valeurs et leur publication dans *Metrologia* en 2003, et
- la collaboration étroite et les discussions entre la communauté des longueurs et celle du temps et des fréquences, en vue du rattachement à venir des étalons de fréquence optiques et micro-ondes,

recommande que les laboratoires nationaux de métrologie continuent à mettre au point des techniques fiables et éprouvées pour la fabrication et la comparaison d'étalons de fréquence optiques, et

invite le Comité international à suivre cette question en permanence, en particulier en vue d'une éventuelle redéfinition de la seconde.

14.2 Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées

Le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM) s'est réuni en mai 1999 (7^e session) et en mai 2002 (8^e session). La première réunion était centrée sur les rapports des comparaisons clés du Comité international et sur l'examen de certains projets en cours sur les pesées de précision dans plusieurs laboratoires nationaux de métrologie ainsi que sur les procédures de nettoyage et de fabrication de prototypes en platine iridié et des étalons en acier inoxydable. Ces activités sont pour la plupart étroitement liées à celles de la section des masses du Bureau international. Le CCM a aussi examiné les rapports de ses groupes de travail sur la force, sur les basses, moyennes et hautes pressions, sur la constante d'Avogadro et sur la dureté. Le Comité international a approuvé les résultats du Groupe de travail sur la masse volumique maintenant publiés dans la nouvelle table de la masse volumique de l'eau.

En 2000, des problèmes communs liés aux comparaisons clés ont été discutés lors de la réunion des présidents des groupes de travail du CCM au National Physical Laboratory (Royaume-Uni). Les directives adoptées par le CCM sont très proches des directives pour les comparaisons clés du Comité international.

Lors de sa 8^e session, le CCM a reçu le premier rapport du Groupe de travail sur les mesures de débit de fluides, créé en 1999, et a examiné ses activités, ainsi que celles d'autres groupes de travail, sur les comparaisons clés. Les relations avec les comités techniques des organisations régionales de métrologie ont été discutées en détail par les représentants de ces organisations. L'état actuel d'avancement de nombreuses comparaisons clés des organisations régionales de métrologie, leurs résultats et les programmes futurs ont été approuvés. Les problèmes pratiques associés aux comparaisons clés, comme le transport, la stabilité, l'incertitude liée aux artefacts, et la période entre deux comparaisons, ont été discutés par différents groupes de travail du CCM afin de maintenir le mode opératoire le plus approprié du point de vue métrologique.

Le nouveau groupe de travail sur la gravimétrie, créé en 2001 par le Comité international, s'est réuni et a discuté des résultats de la comparaison la plus récente effectuée au Bureau international en 2001.

Le Groupe de travail sur la constante d'Avogadro, lors de sa réunion annuelle, a examiné son programme de travail futur visant à atteindre un niveau d'incertitude de 10^{-8} en valeur relative.

Un numéro spécial de *Metrologia* a été consacré aux dernières réalisations dans le domaine des étalons de pression et un numéro futur est prévu pour le domaine des masses et de la masse volumique.

14.3 Comité consultatif du temps et des fréquences

Le Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF) a tenu sa 14^e session en avril 1999 et sa 15^e session en juin 2001. Le comité a pris acte et s'est félicité de l'utilisation croissante de fontaines à césium ainsi que de leur introduction progressive dans le calcul du Temps atomique international (TAI). Le CCTF a pris acte avec intérêt de l'évolution des mesures absolues de fréquences de radiations visibles, rendues possibles grâce aux progrès de la technologie des peignes femtosecondes, et il a souhaité établir des liens plus étroits avec le CCL. Le CCTF a aussi approuvé le travail de la section du temps du BIPM pour mettre au point de nouveaux algorithmes de calcul du Temps universel coordonné (UTC) et a examiné les implications d'une redéfinition éventuelle de l'UTC, qui pourrait conduire à l'abandon des secondes intercalaires. Le CCTF travaille en collaboration avec l'Union internationale des télécommunications, qui est responsable de ces questions. Le CCTF suit aussi l'augmentation du nombre d'horloges

atomiques utilisées dans l'espace et l'émergence d'un nouveau système européen dans le domaine du temps (Galileo).

14.4 Comité consultatif d'électricité et magnétisme

Le Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM) a tenu sa 22^e session en septembre 2000 et sa 23^e session en septembre 2002. Lors de sa 22^e session, il s'est particulièrement intéressé aux travaux sur la redéfinition éventuelle du kilogramme fondée sur la « balance du watt » et a examiné l'impact des ajustements périodiques des constantes fondamentales sur les mesures électriques. Les activités du CCEM et de ses groupes de travail ont été très influencées par le grand nombre de comparaisons clés dans ce domaine ainsi que par le nombre de possibilités en matière de mesures et d'étalonnages examinées pour publication dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Le Groupe de travail du CCEM sur les comparaisons clés s'est particulièrement intéressé aux méthodes utilisées pour relier les résultats des comparaisons du Comité international à ceux des organisations régionales correspondantes.

Les réunions du Groupe de travail du CCEM sur les mesures de la résistance de Hall quantifiée en courant alternatif, du Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences et du Groupe de travail sur les comparaisons clés ont précédé immédiatement la 23^e session du CCEM en septembre 2002. Le Groupe de travail du CCEM sur l'utilisation de mesures électriques pour contrôler la stabilité du Prototype international du kilogramme s'est réuni à Ottawa en juin 2002, juste après la CPEM 2002. Toutes ces réunions reflètent le haut niveau d'intérêt des laboratoires nationaux de métrologie dans le domaine de l'électricité et du magnétisme. Pour ce qui est des activités liées au MRA, le CCEM et ses groupes de travail se sont efforcés en particulier d'établir des procédures pour la mise en œuvre des comparaisons clés des organisations régionales de métrologie et du CCEM, pour l'approbation des résultats et leur publication dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Ce faisant, le CCEM s'est préoccupé d'accélérer les procédures mises en œuvre pour les comparaisons clés et de maintenir le nombre de comparaisons clés à un niveau qui ne soit pas trop lourd pour les laboratoires nationaux de métrologie. En ce qui concerne la partie scientifique du travail du CCEM, le comité a noté que le Comité international était d'accord avec sa déclaration sur la réduction de l'incertitude-type relative assignée à la valeur conventionnelle de la constante de von Klitzing à 10^{-7} en valeur relative. Lors de cette session, le CCEM a réaffirmé l'importance que les métrologistes du domaine de l'électricité attribuent à maintenir des liens directs des unités électriques au SI plutôt qu'à établir un lien indirect au moyen des constantes fondamentales et de calculs théoriques. Le CCEM a aussi pris acte de l'intérêt continu pour le condensateur calculable et de l'intérêt croissant d'utiliser des mesures électriques pour relier le kilogramme au watt. Enfin, le Bureau international a présenté une proposition de nouvelle expérience cryogénique dans ce but.

14.5 Comité consultatif de thermométrie

Le Comité consultatif de thermométrie (CCT) s'est réuni deux fois depuis la précédente Conférence générale : pour sa 20^e session en avril 2000 et pour sa 21^e session en septembre 2001. Il s'est consacré en grande partie au traitement et à l'analyse des comparaisons clés et aux activités, dans plusieurs laboratoires nationaux de métrologie, liées à l'extension de l'Échelle internationale de température de 1990 (EIT-90) aux mesures des températures en-dessous de 0,65 K. Deux nouvelles comparaisons clés de cellules à point triple de l'eau et d'étalons d'humidité ont débuté. Le CCT a aussi mis en place un groupe de travail chargé d'organiser les

comparaisons clés dans le domaine des propriétés thermophysiques. Le comité a examiné et révisé les missions de ses groupes de travail et fixé de nouveaux objectifs pour leurs activités. La plupart des groupes de travail se sont réunis pendant le symposium sur la thermométrie à Chicago en octobre 2002 ; à cette occasion le CCT a tenu un atelier sur les faiblesses de l'EIT-90.

14.6 Comité consultatif de photométrie et radiométrie

Le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR) a tenu sa 15^e session en mars 1999 et sa 16^e session en avril 2001. Comme pour la plupart des autres Comités consultatifs, la question des comparaisons clés a dominé les activités du CCPR, donnant lieu à un important débat sur l'analyse de leurs résultats. Le CCPR a aussi dû examiner avec soin les implications de ses activités dans les domaines plus appliqués de la photométrie et de la radiométrie tels que les fibres optiques et les mesures relatives à l'apparence. Ce sont des domaines où les considérations commerciales jouent un grand rôle dans le programme de travail des laboratoires nationaux de métrologie ainsi que dans celui d'autres organisations, et le CCT a dû établir des priorités entre ces domaines et son intérêt actuel pour les techniques fondamentales. À la suite des résultats de la comparaison clé d'intensité lumineuse et de flux lumineux, le Comité international a approuvé en 2001 la recommandation du CCPR d'ajuster la valeur de la candela et celle du lumen conservées par le Bureau international. Le Groupe de travail du CCPR sur la radiométrie pour l'ultraviolet dans l'air a suivi de près les progrès importants dans la technologie des corps noirs et des rayonnements synchrotron, et leurs implications pour les activités du comité. Le CCPR a aussi pris acte de la poursuite de l'utilisation de radiomètres cryogéniques par les laboratoires nationaux de métrologie et de l'élévation du niveau de confiance accordée aux échelles fondées sur des récepteurs. Dans ses rapports, le CCPR a souligné l'importance croissante de la radiométrie absolue pour l'EIT-90 et la nécessité d'une liaison étroite avec le CCT.

14.7 Comité consultatif des rayonnements ionisants

Le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI) s'est réuni en juin 1999 (16^e session) et en mai 2001 (17^e session). Lors de ces deux réunions, les résultats des comparaisons clés et leur traitement ont principalement occupé l'attention du comité, un intérêt particulier étant porté à la liaison des résultats des comparaisons clés du Comité international à ceux des organisations régionales de métrologie. L'analyse des données par le personnel du Bureau international et la charge de travail qui en résulte ont été particulièrement lourdes, parce que le Bureau international compte un grand nombre de comparaisons en cours, et qu'il a été le laboratoire pilote de nombreuses comparaisons du CCRI.

Le CCRI est particulièrement préoccupé de l'impact des procédures douanières pour le passage en douane dans de bonnes conditions des échantillons radioactifs échangés entre laboratoires, et des restrictions de plus en plus sévères pour le transport d'échantillons même de petite taille, compte tenu des préoccupations internationales liées au terrorisme. Le CCQM a exprimé des préoccupations similaires – en particulier liées à son implication dans de nouveaux domaines tels que les sciences de la nutrition et la pharmacologie. D'autres Comités consultatifs ont constaté des difficultés croissantes soulevées par le transport des étalons de transfert pendant les comparaisons clés du Comité international et des organisations régionales de métrologie. Dans certains cas, des étalons voyageurs ont été endommagés ou ont subi des interventions pouvant

réduire à néant les résultats des mesures faites à ce point de la comparaison. Le CCRI a donc pris l'initiative de formuler le projet de résolution suivant :

■ Exigences pour le transport transfrontalier d'étalons de mesure, d'équipements métrologiques et de matériaux de référence

Projet de résolution I

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- les récents événements qui, nous le comprenons bien, imposent un contrôle plus strict des conteneurs, bagages et objets personnels des voyageurs nationaux et internationaux, ainsi que des bagages non accompagnés,
- que ces contrôles rendent de plus en plus difficile, et parfois impossible, le transport des équipements, étalons et matériaux de référence nécessaires aux comparaisons d'étalons nationaux de mesure,
- que ces comparaisons reposent intrinsèquement sur le transport fréquent et sans encombre d'étalons, qui pour beaucoup ont une stabilité limitée et qui doivent donc être transportés rapidement,
- que certains échantillons et équipements sont fragiles et peuvent être contaminés ou endommagés jusqu'à devenir inutilisables, s'ils ne sont pas transportés avec soin par le personnel des aéroports, les agences de fret et les agents des douanes,
- que les dangers inhérents au transport de certains échantillons pour la métrologie dans le domaine nucléaire, chimique et pharmaceutique sont bien moindres que ne le craignent ceux qui cherchent à interdire ou restreindre systématiquement le déplacement de ces produits en grande quantité,
- la nécessité de mettre en œuvre de nouvelles procédures susceptibles de faciliter le transport sans encombre de tels matériels,
- que cela pourrait se faire par des modifications, directives ou autres adjonctions aux réglementations existantes informant les personnels sur les mesures à prendre pour les échantillons et équipements de mesure,

recommande que les laboratoires nationaux de métrologie, les organismes gouvernementaux et les organisations internationales responsables du contrôle et des règlements sur le transport des biens et substances travaillent tous avec les organismes concernés pour étudier, proposer et mettre en œuvre des procédures spéciales relatives au transport libre et sans encombre de matériaux et d'équipements métrologiques entre les laboratoires nationaux de métrologie, les laboratoires désignés et le Bureau international des poids et mesures.

14.8 Comité consultatif pour la quantité de matière

Le travail du Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM) continue à avoir des conséquences réelles sur les mesures chimiques. Il a pris l'initiative d'élargir ses relations avec des organisations internationales dans d'autres domaines. En particulier, le CCQM a pris l'initiative d'ouvrir des discussions avec la communauté des médecins de laboratoire, à la suite

de quoi le Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (le JCTLM) a été créé. De plus, le CCQM joue un rôle moteur dans les réflexions relatives à la coordination des activités en biotechnologie et en pharmacologie. Pour commencer le travail dans ces domaines, le CCQM a organisé plusieurs symposiums internationaux déterminants et des ateliers pour rassembler les parties intéressées – souvent pour la première fois.

Le CCQM a tenu quatre sessions depuis la convocation de la précédente Conférence générale : la 5^e session en février 1999, la 6^e session en avril 2000, la 7^e session en avril 2001 et la 8^e session en avril 2002. La 9^e session du CCQM devrait avoir lieu en avril 2003.

Les premiers succès comprennent l'établissement d'une infrastructure pour la traçabilité internationale dans le domaine de l'analyse de gaz et l'application du concept de traçabilité et d'incertitude aux mesures chimiques. Le choix par le CCQM des substances à analyser et des matériaux de référence certifiés pour les comparaisons clés a été effectué en faisant soigneusement référence à leur impact et à leur utilité dans le domaine des sciences de la nutrition, des denrées de base, de la santé publique, de la biotechnologie, de l'environnement, de la médecine légale, des matériaux modernes et de la chimie analytique en général. De cette manière, le CCQM est perçu comme réagissant aux besoins prioritaires des utilisateurs. Le Comité international apprécie fortement que les organes de la Convention du Mètre soient perçus comme répondant positivement et rapidement aux besoins de ces communautés qui ont beaucoup d'impact sur les consommateurs et sur la qualité de la vie. Ils ont aussi un impact sur les agences de régulation qui mettent en œuvre les nouvelles réglementations, par exemple celle relative aux dispositifs de mesure pour le diagnostic *in vitro* (directive de l'Union européenne sur le diagnostic *in vitro*).

Le CCQM s'est attaqué à de nouveaux défis largement spécifiques aux domaines de la chimie et de l'analyse chimique. En particulier, la classification des matériaux de référence certifiés et le format pour la publication des possibilités en matière de mesures et d'étalonnages sont différents de ceux utilisés dans le domaine de la physique et des sciences de l'ingénieur. Il a fallu consulter largement les praticiens pour que les informations publiées dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés le soient de manière aisément lisible et adéquate. Le CCQM a aussi reconnu que, pour progresser dans des domaines nouveaux, il était nécessaire de créer plusieurs groupes de travail spécifiques dans des domaines tels que l'analyse des gaz, l'analyse organique et minérale, l'analyse électrochimique, l'analyse de surface et la bio-analyse (y compris la protéomique et la génomique). De nombreux laboratoires nationaux de métrologie n'ont pas d'activité dans les domaines couverts par le CCQM et il a donc été nécessaire de faire appel à un grand nombre d'autres laboratoires spécialisés désignés par les États membres. Ceci a été fait avec succès bien que le CCQM soit le Comité consultatif dont les participants sont les plus nombreux ; il utilise par conséquent toutes les ressources actuelles du BIPM.

Le CCQM a intensifié sa collaboration avec l'ISO, en particulier dans le domaine de la traçabilité et des incertitudes de mesure des matériaux de référence certifiés (ISO REMCO) et avec plusieurs autres organisations internationales, comme l'American Organization of Analytical Chemists (AOAC), l'Eurachem et la Co-operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC), et la National Conference of Standards Laboratories (NCSL). Il entretient aussi des liens forts avec les organisations régionales de métrologie pour aider aux progrès de la métrologie en chimie dans les régions.

Le CCQM a forgé des liens importants avec un certain nombre d'organisations internationales, comme l'OMM, et en particulier le Global Atmospheric Watch programme (GAW), l'OMS, et la Fédération internationale de chimie clinique et de médecine de laboratoire (IFCC). Ces deux

dernières organisations ont apporté un fort soutien et ont été très constructives dans l'établissement du projet de Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM). La composition de ce comité comprend aussi des représentants de l'ILAC, des organismes d'assurance de qualité, des agences de régulation des États-Unis, du Japon et de l'Union européenne, des fabricants de matériaux de référence, et des associations de fabricants de matériel pour le diagnostic *in vitro* des États-Unis, du Japon et de l'Union européenne.

D'autres coopérations devraient s'établir avec des organisations internationales dans le domaine de la vérification des produits alimentaires (Codex Alimentarius de l'OMS et Food and Agriculture Organization des Nations unies, FAO), des stupéfiants et de l'analyse légale.

Actuellement, une quarantaine de comparaisons clés et une soixantaine d'études pilotes ont été effectuées ou sont en cours, couvrant un nombre croissant de domaines de la chimie. Elles fourniront un fondement solide pour comparer et étayer les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires nationaux de métrologie participants, et la reconnaissance des certificats d'étalonnage et de mesurage qu'ils émettent.

14.9 Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations

Le Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUV) est le plus récent des Comités consultatifs ; il a tenu sa première session en juillet 1999, sa deuxième en octobre 2001, et sa troisième en octobre 2002. Le CCAUV a activement unifié et coordonné les efforts de ceux qui ont des responsabilités techniques et des intérêts dans les domaines relevant des missions du CCAUV. Son travail a été gêné d'une certaine manière parce que de nombreux États membres ne confient pas la responsabilité de certains étalons, comme ceux pour l'acoustique dans l'eau ou les mesures médicales, à des organismes connus ou liés au système national de métrologie.

Les premières réunions du CCAUV ont été très stimulantes, ce qui a aidé à attirer l'attention des laboratoires nationaux de métrologie sur les activités du CCAUV, augmenter le nombre de ses membres, offrir des opportunités de partager les connaissances techniques et accroître les possibilités et la compétence des nouveaux venus dans ce domaine. Lors de sa première session, le CCAUV a lancé un certain nombre de comparaisons clés et a été heureux de noter, lors de sa deuxième session, que certaines d'entre elles sont déjà terminées et que la procédure de liaison de ces comparaisons à celles des organisations régionales de métrologie est bien maîtrisée. Lors de sa deuxième session, le CCAUV a organisé une consultation pour identifier les priorités à appliquer à son programme de travail à venir et un projet de rapport a été présenté lors de la troisième session.

14.10 Comité consultatif des unités

Le Comité consultatif des unités (CCU) s'est réuni une fois, pour sa 14^e session, en avril 2001, depuis la précédente Conférence générale, et a centré son attention sur la révision de la brochure sur le SI en vue de la publication de la 8^e édition. Il a aussi commencé à examiner les implications des changements à la définition et à la réalisation de l'unité de masse en parallèle aux progrès expérimentaux internationaux, ainsi que l'examen des rapports du CCEM et du CCM.

Le CCU a continué à débattre des questions relatives au néper, au bel et au décibel, après le retrait du projet de résolution L lors de la précédente Conférence générale. Depuis cette date,

plusieurs membres du CCU ont publié un article à propos de cette question dans *Metrologia* et ont poursuivi le débat. Le Comité international ne souhaite pas faire de proposition à ce sujet tant qu'on ne sera pas parvenu à un consensus à ce sujet.

En avril 2003, les Gouvernements de l'Australie, des États-Unis et du Royaume-Uni ont présenté trois projets de résolution supplémentaires sur le symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI).

En anglais, le symbole utilisé pour séparer la partie entière d'un nombre de la partie décimale – appelée séparateur décimal – est le point sur la ligne. Ce symbole est aussi utilisé comme séparateur décimal dans de nombreuses autres langues, y compris celles des populations les plus nombreuses de la Terre. Cependant, en dépit de ces faits bien connus, certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs publications en anglais et, de plus, deux des organisations de normalisation les plus influentes au niveau international précisent dans leurs normes internationales que la virgule doit être le symbole utilisé comme séparateur décimal dans toutes les langues. Le fait que les normes de ces organisations soient souvent considérées, à tort, comme définissant le système métrique moderne, le SI, crée une grande confusion dans le monde au sujet du symbole correct du séparateur décimal à utiliser avec le SI. M. Castelazo (Mexique) avait déjà attiré l'attention de la 21^e Conférence générale sur cette question, comme cela est mentionné dans les comptes rendus de la 21^e Conférence générale (page 129 pour le texte français).

L'adoption d'une Résolution mettra fin à cette malencontreuse confusion, parce qu'elle explique clairement et sans équivoque que le point sur la ligne et la virgule sur la ligne sont tous deux des symboles SI du séparateur décimal, que le symbole à utiliser dans une langue donnée est celui communément utilisé dans cette langue et que, en particulier en anglais, le symbole SI du séparateur décimal est, et doit continuer à être, le point sur la ligne. Cette proposition est cohérente avec la décision prise par le Comité international lors de sa 86^e session en 1997, à savoir de permettre au Bureau international des poids et mesures d'utiliser le point sur la ligne comme séparateur décimal dans toutes ses publications en anglais et de continuer à utiliser la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans ses publications en français.

Pour conclure, l'usage du point sur la ligne comme séparateur décimal est si profondément ancré dans la langue anglaise qu'il est impossible de concevoir de le modifier.

Le projet de résolution K est présenté à la 22^e Conférence générale des poids et mesures par le Gouvernement de l'Australie.

■ Symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI)

Projet de résolution K

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant que

- l'un des principaux objectifs du Système international d'unités (SI) est de permettre d'exprimer la valeur des grandeurs d'une manière aisément compréhensible dans le monde entier,

- la valeur d'une grandeur est normalement exprimée par un nombre et une unité,
- souvent le nombre utilisé pour exprimer la valeur d'une grandeur contient plusieurs chiffres, avec une partie entière et une partie décimale,
- la 9^e Conférence générale dans sa Résolution 7 (1948), second paragraphe, avait décidé que « Dans les nombres, la virgule (usage français) ou le point (usage britannique) sont utilisés seulement pour séparer la partie entière des nombres de leur partie décimale. Pour faciliter la lecture, les nombres peuvent être partagés en tranches de trois chiffres ; ces tranches ne sont jamais séparées par des points, ni par des virgules. »,
- le point sur la ligne reste, et est assuré de rester, le séparateur décimal en anglais, la langue de loin la plus utilisée aujourd'hui dans les sciences et la technologie, et qu'il est de plus le séparateur décimal préféré dans de nombreuses autres langues,
- néanmoins certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs documents en langue anglaise,
- de plus, certaines organisations internationales, y compris certaines organisations internationales de normalisation, spécifient que le séparateur décimal doit être la virgule sur la ligne en anglais, et dans toutes les langues,
- l'Organisation mondiale du commerce a décidé que les normes internationales doivent être utilisées autant que faire se peut,
- l'utilisation possible du point sur la ligne ou de la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans la même langue, en particulier en anglais, est source de confusion et a un impact potentiel négatif sur le commerce international, en particulier en ce qui concerne les notices figurant sur les emballages,

déclare

- que le symbole SI du séparateur décimal pourra être le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne, selon l'usage courant dans la langue en question,
- qu'en particulier, le symbole SI du séparateur décimal en anglais est, et doit continuer à être, le point sur la ligne.

Le projet de résolution L est présenté à la 22^e Conférence générale des poids et mesures par le Gouvernement des États-Unis.

■ Symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI)

Projet de résolution L

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant que

- l'un des principaux objectifs du Système international d'unités (SI) est de permettre d'exprimer la valeur des grandeurs d'une manière aisément compréhensible dans le monde entier,
- la valeur d'une grandeur est normalement exprimée par un nombre et une unité,
- souvent le nombre utilisé pour exprimer la valeur d'une grandeur contient plusieurs chiffres, avec une partie entière et une partie décimale,

- la 9^e Conférence générale dans sa Résolution 7 (1948) avait décidé que « Dans les nombres, la virgule (usage français) ou le point (usage britannique) sont utilisés seulement pour séparer la partie entière des nombres de leur partie décimale »,
- conformément à la décision du Comité international des poids et mesures lors de sa 86^e session (1997), le Bureau international des poids et mesures utilise maintenant le point (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en anglais, y compris dans le texte anglais de la brochure sur le SI (la référence internationale sur le SI), tout en continuant à utiliser la virgule (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en français,
- le point sur la ligne reste, et est assuré de rester, le séparateur décimal en anglais, la langue de loin la plus utilisée aujourd'hui dans les sciences et la technologie, et qu'il est de plus le séparateur décimal préféré dans de nombreuses autres langues,
- néanmoins certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs documents en langue anglaise,
- de plus, certaines organisations internationales, y compris certaines organisations internationales de normalisation, spécifient que le séparateur décimal doit être la virgule sur la ligne dans toutes les langues, y compris l'anglais,
- la recommandation d'utiliser la virgule sur la ligne en anglais, et dans de nombreuses autres langues, est en conflit avec l'usage courant, qui utilise le point sur la ligne dans ces langues, l'utilisation des deux séparateurs dans une même langue occasionnant une confusion non souhaitable,

déclare

- que le symbole SI du séparateur décimal pourra être le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne, selon l'usage courant dans la langue en question,
- qu'en particulier, le symbole SI du séparateur décimal en anglais est, et doit continuer à être, le point sur la ligne.

Le projet de résolution M est présenté à la 22^e Conférence générale des poids et mesures par le Gouvernement du Royaume-Uni.

■ Symbole du séparateur décimal dans le Système international d'unités (SI)

Projet de résolution M

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant que

- l'un des principaux objectifs du Système international d'unités (SI) est de permettre d'exprimer la valeur des grandeurs d'une manière aisément compréhensible dans le monde entier,
- la valeur d'une grandeur est normalement exprimée par un nombre et une unité,
- souvent le nombre utilisé pour exprimer la valeur d'une grandeur contient plusieurs chiffres, avec une partie entière et une partie décimale,

- la 9^e Conférence générale dans sa Résolution 7 (1948) avait décidé que « Dans les nombres, la virgule (usage français) ou le point (usage britannique) sont utilisés seulement pour séparer la partie entière des nombres de leur partie décimale »,
- conformément à la décision du Comité international des poids et mesures lors de sa 86^e session (1997), le Bureau international des poids et mesures utilise maintenant le point (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en anglais, y compris dans le texte anglais de la brochure sur le SI (la référence internationale sur le SI), tout en continuant à utiliser la virgule (sur la ligne) comme séparateur décimal dans toutes ses publications en français,
- le point sur la ligne reste, et est assuré de rester, le séparateur décimal en anglais, la langue de loin la plus utilisée aujourd'hui dans les sciences et la technologie, et qu'il est de plus le séparateur décimal préféré dans de nombreuses autres langues,
- néanmoins certaines organisations internationales utilisent la virgule sur la ligne comme séparateur décimal dans leurs documents en langue anglaise,
- de plus, certaines organisations internationales, y compris certaines organisations internationales de normalisation, spécifient que le séparateur décimal doit être la virgule sur la ligne dans toutes les langues, y compris l'anglais,
- la recommandation d'utiliser la virgule sur la ligne en anglais, et dans de nombreuses autres langues, est en conflit avec l'usage courant, qui utilise le point sur la ligne dans ces langues, l'utilisation des deux séparateurs dans une même langue occasionnant une confusion non souhaitable,

déclare

- que le symbole SI du séparateur décimal pourra être le point sur la ligne ou la virgule sur la ligne, selon l'usage courant dans la langue en question,
- qu'en particulier, le symbole SI du séparateur décimal en anglais est, et doit continuer à être, le point sur la ligne.

15 Programme de travaux futurs du Bureau international

Un programme détaillé sur les travaux du Bureau international pour les années comprises entre 2005 et 2008, correspondant à la dotation qui sera demandée dans le projet de résolution J, sera présenté par le Comité international dans un document intitulé « Programme de travail et budget du Bureau international des poids et mesures pour les quatre années 2005 à 2008 ». Comme par le passé, ce document sera envoyé aux États membres au moins six mois avant la Conférence, c'est-à-dire au plus tard en avril 2003.

16 Dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures

En 1999, la 21^e Conférence générale avait décidé d'augmenter la dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures de 1,5 % par an pour la période comprise entre 2001 et 2004, montant qui ne permettait de faire face qu'à l'inflation prévue en France pendant cette période. Nous savions cependant déjà à l'époque que le programme de travail adopté par la Conférence générale entraînerait une augmentation significative des coûts, mais la Conférence générale n'avait pas adopté une augmentation en valeur réelle de la dotation. Au contraire, il avait été demandé au Bureau international d'absorber la majeure partie de cette augmentation de coûts en

améliorant son efficacité et, si nécessaire, en réduisant légèrement son programme de travail. Le Comité international, dans son rapport de 1998 sur les *Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie*, avait attiré l'attention sur le fait que, sans une augmentation en valeur réelle de la dotation adoptée par la 21^e Conférence générale, il serait nécessaire, lors de la 22^e Conférence générale en 2003, d'adopter une augmentation substantielle de la dotation ou d'accepter des réductions importantes du programme de travail du Bureau international.

Depuis la 21^e Conférence générale en 1999, la charge de travail du Bureau international a augmenté encore plus que prévu. Cette augmentation est due en grande partie à la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du Comité international.

Le Comité international, en examinant le programme de travail futur, a aussi pris en compte l'extension rapide des besoins liés à une activité internationale dans les domaines de la chimie, de la bio-analyse, de la médecine, des sciences de la nutrition et dans d'autres domaines similaires. Les demandes d'activités internationales dans les domaines traditionnels n'ont par ailleurs montré aucune tendance à la réduction (*voir* le rapport du Comité international aux États membres, *Évolution des besoins métrologiques dans les domaines des échanges commerciaux, de l'industrie et de la société, et le rôle du Bureau international des poids et mesures*, mentionné au point 11 de l'ordre du jour provisoire). La dotation supplémentaire nécessaire pour maintenir la totalité du programme en cours au Bureau international est estimée à environ 1,1 million d'euros au 1^{er} janvier 2005, somme à laquelle vient s'ajouter l'inflation en France pour les trois années suivantes. Pour engager une activité en chimie dans les domaines de la bio-analyse et de la médecine, nous estimons qu'il faudrait augmenter encore la dotation de 0,8 million d'euros au 1^{er} janvier 2005, ce qui porterait l'augmentation totale à 1,9 million d'euros.

Le Comité international a examiné avec soin les besoins actuels et futurs relatifs aux activités du Bureau international. Il a envoyé notamment des questionnaires aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre au sujet des services et activités actuels du Bureau international ainsi que sur les nouvelles activités dans le domaine de la chimie. Les directeurs ont discuté, lors d'une réunion qui s'est tenue au Bureau international en avril 2002, les diverses options relatives au programme de travail futur et leur coût respectif. D'autres propositions ont été envoyées en juillet 2002 aux directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, qui ont été invités à faire part de leurs commentaires avant la réunion du Comité international en octobre 2002.

Pendant la période comprise entre juillet et octobre 2002, il est devenu évident qu'une augmentation de la dotation de 1,9 million d'euros ne serait pas acceptable et que le Comité international devrait établir des priorités quant aux activités du Bureau international et demander une somme bien inférieure. Lors de sa session d'octobre 2002, le Comité international a pris acte des réponses à ces consultations. Il a examiné avec soin les priorités parmi les différents programmes du Bureau international et comment réduire au mieux certaines des activités en cours, tout en maintenant la compétence scientifique de base du Bureau international et en préparant un programme de travail futur qui réponde aux besoins prévisibles des laboratoires nationaux de métrologie pour les prochaines années. En conclusion, le Comité international propose l'augmentation de la dotation suivante.

Le point de départ pour établir la dotation pour les quatre années concernées est la somme adoptée pour la dernière année de la période de quatre ans couverte par la précédente Conférence générale. Dans le cas présent, il s'agit de la dotation approuvée par la 21^e Conférence générale pour l'année 2004, c'est-à-dire 9 094 000 euros. Viennent s'y ajouter les contributions de trois États : la Grèce, la Malaisie et la Yougoslavie, qui ont adhéré (ou ré-intégré) à la Convention du

Mètre depuis la 21^e Conférence générale. Leurs contributions représentent au total 1,76 % de la dotation globale. Le nouveau point de départ pour le calcul de la dotation pour 2005 est donc 9 254 000 euros. Le Comité international propose une augmentation de 8,5 % au 1^{er} janvier 2005 (c'est-à-dire une augmentation de 6,7 % en valeur réelle, à laquelle vient s'ajouter 1,8 % au titre de l'inflation en France), soit une dotation de 10 041 000 euros pour l'année 2005, et une augmentation supplémentaire de 1,8 % au titre de l'inflation en France au 1^{er} janvier de chacune des trois années suivantes de cette période de quatre ans.

Les sommes demandées au titre de la dotation pour les années 2005 à 2008, et qui figurent dans le projet de résolution J ci-dessous, permettront de mettre en œuvre le programme de travail qui répond aux besoins minimaux des États membres, tout en maintenant un budget en équilibre pour les années 2005 à 2008. Le programme de travail sera cependant réduit par rapport à celui approuvé lors de la 21^e Conférence générale. Le programme détaillé pour les années 2005 à 2008 sera présenté dans le document mentionné au point 15 de l'ordre du jour provisoire.

■ Dotation du Bureau international pour les années 2005 à 2008

Projet de résolution J

La 22^e Conférence générale des poids et mesures,

considérant

- l'importance croissante de la métrologie pour les échanges commerciaux, l'industrie, l'environnement, la santé publique et la sécurité dans tous les États membres de la Convention du Mètre,
- le besoin correspondant d'une coordination internationale efficace et compétente des activités de métrologie,
- le rôle central joué par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) dans cette coordination et les services qu'il rend aux États membres de la Convention du Mètre,
- les responsabilités élargies confiées au BIPM lors de la 21^e Conférence générale en 1999, sans augmentation correspondante de sa dotation,
- l'augmentation de la charge de travail du BIPM, non prévue lors de la 21^e Conférence générale, à laquelle le BIPM a dû faire face depuis la précédente Conférence générale,
- l'extension des activités effectuées par les États membres de la Convention du Mètre, notamment dans le domaine de la chimie, de la biotechnologie et de la médecine,
- la nécessité d'élargir le domaine de compétences du personnel scientifique du BIPM pour répondre aux demandes dans ces nouveaux domaines d'activité,
- les efforts considérables qui continuent d'être faits par le BIPM pour augmenter son efficacité, et son engagement à poursuivre ces efforts,

invite les laboratoires nationaux de métrologie

- à organiser, à leurs frais, la mise à disposition ou le détachement pour des séjours de courte durée au BIPM de membres de leur personnel pour travailler sur des projets d'intérêt mutuel intégrés au programme de travail du BIPM,
- à accepter la participation de membres du personnel du BIPM aux activités de leur laboratoire pour travailler à des programmes d'intérêt commun,

- à subventionner un programme permanent de chercheurs associés au BIPM pour lui fournir un personnel répondant aux besoins, sur la base de quatre chercheurs associés à la fin de l'année 2004, et

décide que la partie fixe de la dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures sera augmentée de telle façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire (définie à l'article 6, 1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre (1875) soit, pour les États parties à la Convention à l'époque de la 22^e Conférence porté à

10 041 000 euros en 2005
10 222 000 euros en 2006
10 406 000 euros en 2007
10 593 000 euros en 2008.

17 Propositions des Délégués

Il est demandé aux Délégués des États membres de faire connaître au Comité international les vœux ou propositions qu'ils désirent soumettre à la Conférence générale aussi rapidement que possible, et en tout cas au moins six mois avant la Conférence, conformément à la décision de la 9^e Conférence générale (1948) : « les vœux ou propositions ainsi déposés seront transmis par le bureau du Comité à tous les États adhérents à la Convention, au moins quatre mois avant l'ouverture de la Conférence, afin que les Délégués puissent recevoir les instructions et pouvoirs nécessaires. Tout autre vœu ou proposition ne sera présenté à la Conférence qu'à la condition que le Comité ait eu le temps nécessaire de l'étudier et l'aura approuvé. »

18 Renouvellement par moitié du Comité international

Conformément aux articles 7 (1875) et 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la Conférence procède, au scrutin secret, au renouvellement par moitié du Comité international. Les membres sortants sont d'abord ceux qui, en cas de vacances, ont été élus provisoirement dans l'intervalle de deux sessions de la Conférence, les autres sont désignés par le sort. Les membres sortants sont rééligibles.

Décembre 2002

Pour le Comité international des poids et mesures
Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex

Le Secrétaire,
R. Kaarls

Le Président,
J. Kovalevsky

Annexe B

**Programme de travail et budget du
Bureau international des poids et mesures
pour les quatre années 2005 à 2008**

Introduction

Ce document détaille les points 15 et 16 de l'Ordre du jour provisoire de la 22^e Conférence générale des poids et mesures. Le point 15 de l'Ordre du jour traite du programme des travaux futurs du BIPM et le point 16 de la dotation annuelle, comprenant le revenu total et les budgets annuels prévus pour chacune des quatre années 2005 à 2008.

Dans son rapport intitulé *Évolution des besoins dans le domaine de la métrologie pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM*, qui sera envoyé aux Gouvernements des États membres, le Comité international a défini le rôle du BIPM pour les premières décennies du 21^e siècle.

Lors de sa 91^e session en octobre 2002, le Comité international a aussi pris certaines décisions concernant les priorités pour chacun des programmes d'activité du BIPM. Elles sont présentées en annexe à ce document et sont extraites du rapport de la 91^e session du Comité international. Le programme de travail présenté ici doit être examiné dans le contexte de ces décisions et du rôle du BIPM.

Dans chaque domaine scientifique, ainsi que dans les activités de service connexes, nos travaux doivent répondre aux demandes majeures formulées par le Comité international en 2002 dans le texte suivant :

Le rôle du BIPM

Le Bureau international a pour mission d'assurer l'unification mondiale des mesures, en établissant les fondements scientifiques et techniques nécessaires à une telle uniformité et en collaborant avec les autres institutions et organisations qui accomplissent des missions connexes. En conséquence, les missions principales du BIPM consistent à :

Le Système international d'unités (SI)

- tenir à jour et diffuser le document sur le Système international d'unités, connu sous le nom de brochure sur le SI.

Activités scientifiques et techniques fondamentales

- conserver et disséminer l'étalon primaire de masse, le Prototype international du kilogramme ;
- établir et disséminer le Temps atomique international (TAI) et, en collaboration avec le Service international de la rotation terrestre, le Temps universel coordonné (UTC) ;
- réaliser d'autres unités de base et des unités dérivées du SI et, si nécessaire, des unités qu'il n'est pas encore possible de relier au SI ;
- participer à la mise au point de méthodes primaires de mesure et de procédures pour l'analyse chimique et la bioanalyse, et si nécessaire conserver des étalons dans ces domaines ;
- entreprendre des recherches sur la mise au point d'étalons et d'unités de mesure, actuels et à venir, et notamment des recherches fondamentales appropriées, des études sur les

fondements conceptuels des étalons primaires et des unités, ainsi que sur la détermination de constantes physiques, et publier les résultats de ces recherches.

Services techniques spécifiques offerts aux laboratoires nationaux de métrologie

- effectuer des comparaisons internationales des réalisations d'un certain nombre d'unités de base ou dérivées du SI, en réponse aux besoins de l'ensemble des laboratoires nationaux de métrologie ;
- fournir un service d'étalonnage spécialisé d'un certain nombre d'étalons nationaux de mesure pour les laboratoires nationaux de métrologie, lorsque c'est souhaitable et réalisable ;
- favoriser le transfert de technologie à l'occasion des étalonnages et des comparaisons organisées par le BIPM ;
- favoriser l'échange de personnel scientifique entre le BIPM et les laboratoires nationaux de métrologie ;
- fournir un service de conseil aux laboratoires nationaux de métrologie, en assurant l'examen de leurs activités par leurs pairs.

Coordination globale de la métrologie

- soutenir autant que nécessaire la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie du CIPM, le MRA, en maintenant la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, en assurant la gestion du Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM, en participant aux réunions des Comités consultatifs et aux réunions appropriées des organisations régionales de métrologie, et en publiant les résultats des comparaisons clés et supplémentaires ;
- assurer le secrétariat scientifique et administratif de la Conférence générale des poids et mesures, du Comité international et de ses Comités consultatifs, ainsi que des réunions des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie et des divers comités communs, et publier des rapports sur leurs délibérations.

Relations avec les autres organisations

- établir des accords avec des organisations intergouvernementales et internationales, dans les cas où de tels accords aideraient à coordonner les activités de ces organisations et du BIPM, ou du CIPM, ou pourraient stimuler la coordination correspondante au niveau national et régional ;
- collaborer avec des organisations intergouvernementales et internationales accomplissant des missions connexes et, si nécessaire, établir des comités communs ;
- agir au nom des laboratoires nationaux de métrologie individuels des États membres de la Convention du Mètre afin de faire entendre leurs intérêts communs, si l'occasion se présente.

Information et communication

Promouvoir aussi largement que possible, et par tous les moyens appropriés, les activités de la Convention du Mètre, en particulier :

- maintenir sur le site Web du BIPM les informations relatives à la Convention du Mètre, au Comité international, à ses Comités consultatifs, aux comités communs, à l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM, y compris la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, et sur les questions relatives à la métrologie au niveau international ;
- éditer et publier *Metrologia*, le journal scientifique international sur la métrologie ;
- tenir à jour et diffuser le plus largement possible, en collaboration avec les autres organisations concernées, les documents fondamentaux nécessaires à l'établissement de l'uniformité des mesures, comme le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* et le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* ;
- organiser des ateliers et des écoles d'été au bénéfice du personnel des laboratoires nationaux de métrologie.

Efficacité en termes de coût et évolution du rôle du BIPM

Le BIPM cherchera à accomplir les missions qui lui sont imparties de la manière la plus efficace possible, y compris en termes de coût. Il continuera à se tenir prêt à s'adapter aux besoins, en réponse aux décisions du CIPM, au nom des États membres de la Convention du Mètre.

15 Programme de travail du Bureau international des poids et mesures

Le programme de travail du Bureau international des poids et mesures, point 15 de l'Ordre du jour provisoire de la 22^e Conférence générale, est traité ici sous les titres suivants :

- 15.1 Longueurs
- 15.2 Masse
- 15.3 Temps
- 15.4 Électricité
- 15.5 Rayonnements ionisants
- 15.6 Chimie
- 15.7 Services généraux et scientifiques des laboratoires
- 15.8 Services administratifs généraux
- 15.9 Bâtiments et parc
- 15.10 Personnel
- 15.11 Contribution à la caisse de retraite

15.1 Longueurs

Comparaisons internationales

Une part substantielle du programme de travail de la section des longueurs concerne deux services fondamentaux de comparaisons et de mesures : tout d'abord les mesures absolues de fréquence de lasers asservis au moyen du système à peigne femtoseconde du BIPM et, en second, les comparaisons de gravimètres. De plus, nous continuerons à effectuer des étalonnages de réseaux unidimensionnels et bidimensionnels dans le cadre de notre programme en cours sur la nanotechnologie, fondé sur les mesures de déplacement par interférométrie dans le domaine du micromètre.

La substitution des techniques de mesures absolues de fréquence fondées sur des peignes aux techniques hétérodynes traditionnelles (par battement de fréquence) offre la possibilité d'effectuer d'une manière relativement simple des mesures directes de fréquence d'un grand nombre de sources laser dans le domaine du visible et du proche infrarouge. Pour améliorer l'efficacité des comparaisons de lasers dans le visible, nous remplacerons le programme en cours de « service à la demande » par deux périodes de comparaisons chaque année. Nous continuerons à suivre les besoins des laboratoires nationaux de métrologie concernant ces mesures afin de déterminer les besoins à venir relatifs à ce type de service. Pendant la première partie du programme de travail, nous étudierons les performances et les limites des techniques fondées sur des peignes et nous déterminerons leurs caractéristiques par des études systématiques des deux systèmes du BIPM, ainsi que par des comparaisons internationales au moyen du système portable du BIPM, qui devrait être prêt en 2003. Selon que les performances des systèmes à peigne seront satisfaisantes ou pas, et conformes à nos prévisions, nous verrons s'il est nécessaire que le BIPM joue un rôle unique à plus long terme dans ce domaine.

Les projets actuels dans le domaine de l'infrarouge sont de terminer en 2003 les mesures directes de fréquence du laser asservi sur le méthane à 3,39 μm , puis de maintenir ce système en état de marche, mais sans le faire évoluer, pendant la période couverte par ce programme de travail, afin d'être capable d'effectuer des comparaisons si nécessaire.

Gravimétrie

La prochaine comparaison majeure dans le domaine de la gravimétrie sera la série de mesures ICAG-2005. Pour préparer cette comparaison, nous continuerons à améliorer nos capacités d'enregistrement et de traitement des données. Nous modifierons aussi le gravimètre absolu du BIPM ; nous serons donc en meilleure position pour améliorer la technique de comparaison des gravimètres et étudier les différences enregistrées pendant les mesures d'ICAG-2001. Le réseau local du BIPM sera contrôlé régulièrement au moyen du gravimètre absolu amélioré, afin de s'assurer que les écarts éventuels entre les résultats d'ICAG-2001 et d'ICAG-2005 ne résultent pas de variations locales.

Nanotechnologie

La nanotechnologie émerge à peine comme sujet majeur en métrologie ; le rôle futur du BIPM pendant la période couverte par ce programme de travail sera étudié pendant les réunions du Groupe de travail du Comité consultatif des longueurs sur la métrologie dimensionnelle et celles du groupe de discussion sur la nanotechnologie. Si un besoin apparaissait en matière

d'équipements de référence ou de programme de comparaisons, le niveau actuel d'activité au BIPM, relativement modeste, serait réexaminé.

Lasers asservis au BIPM

Au cours des prochaines années, tant que la technologie des peignes de fréquence ne sera pas parvenue à maturité, le BIPM continuera à maintenir des lasers de référence à 633 nm et à 532 nm, cette dernière longueur d'onde étant particulièrement utile pour améliorer la stabilité à court terme des peignes de fréquence. Le laser asservi sur le méthane à 3,39 μm sera conservé comme laser de référence pour les laboratoires nationaux de métrologie qui utilisent des chaînes de fréquence et ont besoin de comparaisons.

Le service actuellement offert par le BIPM en matière de remplissage de cuves à iode et de vérification de leurs performances sera maintenu tant qu'il y aura une demande des laboratoires nationaux de métrologie. Aucune amélioration à venir n'est prévue, si ce n'est l'automatisation de certains aspects de la procédure de remplissage demandant une intervention assez longue.

Interférométrie

Mesurer des distances avec précision est une compétence essentielle du BIPM. Nous allons travailler à la mise au point de sources lumineuses compactes et très performantes et de systèmes interférométriques répondant aux besoins des projets du BIPM sur la balance du watt, le condensateur calculable et le gravimètre absolu.

15.2 Masse

Fabrication et étalonnage d'étalons de masse

Le BIPM continuera à fournir aux laboratoires nationaux de métrologie des États membres de la Convention du Mètre des prototypes en platine iridié de 1 kg. Ils sont fabriqués de manière que leur masse soit égale à celle du Prototype international du kilogramme à 1 mg près. Ces nouveaux prototypes sont actuellement étalonnés avec une incertitude de 5 μg ; ils participeront ensuite aux étalonnages périodiques organisés par le BIPM.

Bien que la mission principale du BIPM en matière d'étalonnages de masses concerne les prototypes de 1 kg en platine iridié, le BIPM effectue aussi des étalonnages d'étalons en acier inoxydable de 1 kg. Ces derniers sont effectués à la fois pour les laboratoires nationaux de métrologie ayant des étalons nationaux en acier inoxydable et pour les laboratoires qui utilisent des artefacts en acier inoxydable comme étalons secondaires. Les balances et autres équipements nécessaires non seulement à ces étalonnages, mais aussi aux étalonnages et mesures de masse volumique de prototypes en platine iridié, doivent être maintenus en permanence au plus haut niveau d'exactitude métrologique et pouvoir intégrer les dernières améliorations technologiques dès qu'elles sont disponibles. Nous effectuons nous-mêmes certaines mises à niveau, mais nous faisons appel à des services extérieurs pour d'autres. Nous avons besoin de contrôler la masse volumique de l'air pour ce service d'étalonnage.

En plus de ces équipements essentiels, la métrologie des masses requiert des laboratoires à l'abri des poussières et des socles très stables pour les balances. Nos laboratoires n'ont pas été rénovés depuis de nombreuses années et, ce qui est encore plus préoccupant, le sol devient instable, ce qui entraîne des problèmes chroniques. Même si l'on peut continuer à obtenir des résultats de

haute qualité, nous entrevoyons la nécessité de rénover les salles des balances au cours des cinq prochaines années.

Nous prévoyons une demande accrue d'étalonnage des étalons de masse de 1 kg à 100 g, utilisés par certains laboratoires nationaux de métrologie dans les expériences de balance du watt (*voir ci-dessous*). Ces étalonnages, qui dans ce contexte sont plutôt du domaine de la recherche appliquée, comprendront pour une grande partie d'entre eux la détermination des variations de masse entre l'atmosphère normale et le vide. Nous devons améliorer notre technique pour effectuer les corrections de la poussée de l'air, et nous aurons besoin de techniques plus perfectionnées pour comparer des étalons de masse dans le vide aux étalons dans l'air. Nous avons déjà fait des progrès, mais nous envisageons de poursuivre nos efforts au moins jusqu'en 2008. Les étalons de masse destinés aux expériences de balance du watt doivent répondre à des critères très stricts en termes de susceptibilité magnétique et de magnétisation intrinsèque. Nous maintiendrons nos compétences pour la détermination de ces propriétés et nous les améliorerons, si nécessaire.

Études sur les balances

La balance FB-2 est opérationnelle dans l'air et dans le vide. Pour une comparaison de deux masses de 1 kg, elle présente une incertitude-type de type A meilleure que 0,1 µg. Un accord de licence a été passé avec un important fabricant de balances lui permettant d'utiliser les caractéristiques essentielles de la technologie de la balance FB-2. Dans le cadre de cette licence, nous ferons l'acquisition d'un prototype de la balance commerciale en pré-production, ce qui augmentera nos aptitudes à effectuer des comparaisons de masse dans le vide.

Une nouvelle balance, fabriquée par Metrotec selon nos spécifications, vient s'ajouter à la balance Mettler-Toledo HK 1000 MC acquise il y a plusieurs années et qui n'est plus fabriquée. Nous utilisons la balance HK 1000 MC pour les étalonnages courants, mais nous utiliserons de plus en plus la balance de technologie nouvelle.

Stabilité des étalons de masse en platine iridié ou autres

Au 19^e siècle, un alliage de 90 % de platine et de 10 % d'iridium avait été choisi pour la fabrication du Prototype international du kilogramme. Ce même alliage continue à être utilisé par le BIPM pour la fabrication des prototypes nationaux du kilogramme destinés aux laboratoires nationaux de métrologie.

Les techniques de métallurgie et d'usinage des métaux se sont améliorées au cours du temps, ainsi que les méthodes d'analyse de surface. En collaboration avec le NMIJ/AIST (Japon), nous envisageons d'étudier l'alliage de platine iridié tel qu'il est actuellement produit et usiné, afin de mieux déterminer ses propriétés physiques et d'introduire des techniques conduisant à améliorer la stabilité de sa masse. Un programme complémentaire, centré sur de nouvelles méthodes de nettoyage, sera mis en œuvre en collaboration avec le NPL (Royaume-Uni).

Projet sur la constante d'Avogadro

La mesure de la constante d'Avogadro fondée sur les propriétés d'un monocristal de silicium offre la possibilité (avec la balance du watt) de contrôler la stabilité de l'étalon actuel du kilogramme. Un groupe de travail du Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées a été établi pour coordonner les efforts internationaux dans ce domaine ; il a donné

lieu à un accord plus officiel entre les parties intéressées. Une stratégie à long terme a été élaborée et un programme définissant les objectifs spécifiques a été établi. La section des masses jouera un rôle moteur dans la coordination des efforts réalisés pour déterminer la masse exacte de sphères en silicium de 1 kg. Nous assurerons aussi une aide technique pour maintenir une base de données accessible à tous les participants, un élément considéré comme essentiel, compte tenu de la complexité et du caractère international du projet sur la constante d'Avogadro.

Projet sur la balance du watt

Parmi les décisions prises par le Comité international en 2002 figure le démarrage d'une activité sur la balance du watt au BIPM. Il s'agit d'un programme à long terme, qui a pour objectif la mise au point d'une balance du watt capable de contrôler la masse du Prototype international du kilogramme avec une incertitude relative de l'ordre de 1×10^{-8} . Ce projet rassemble des membres du personnel de la section des masses, de l'électricité et des longueurs. De plus, nous espérons que lorsqu'il aura vraiment débuté, des stagiaires de laboratoires nationaux de métrologie viendront y participer. Les projets de conception de la balance du watt du BIPM devraient être finalisés en 2004, après une longue étude préliminaire en 2003. La majeure partie de l'étape de fabrication et de mise au point aura donc lieu pendant la période située entre 2005 et 2008 ; nous espérons qu'ensuite la balance sera opérationnelle.

15.3 Temps

Calcul et diffusion du TAI et de l'UTC

L'algorithme utilisé pour le calcul du TAI doit être mis à jour pour tenir compte de l'amélioration de la qualité des données d'horloges et des techniques de comparaisons horaires. À présent, environ 83 % des horloges sont des horloges commerciales à césium de nouvelle génération ou des masers à hydrogène actifs et auto-asservis, l'ensemble contribuant pour 89 % au poids total des horloges qui participent au TAI. L'algorithme qui produit le TAI assigne un poids aux horloges pour éviter une perte de la stabilité de l'échelle résultant du changement du nombre d'horloges participantes. Le fait d'affecter un poids maximal aux horloges empêche aux meilleures d'entre elles d'être sur-pondérées. Depuis le 1^{er} janvier 2001, nous avons modifié la procédure de pondération en adoptant, pour chaque mois de calcul, un poids maximal qui dépend du nombre total d'horloges participant au calcul. Le TAI dépend ainsi davantage des horloges les plus stables, ce qui devrait améliorer sa stabilité. Quand nous disposerons d'une série de données suffisamment longue, nous étudierons l'évolution de la stabilité du TAI depuis la mise en œuvre de cette nouvelle procédure de pondération.

Les laboratoires horaires ont souvent fait part de leur désir de voir le TAI publié dans un délai plus court. Pour répondre à cette demande, et rendre la procédure plus fiable, nous avons automatisé le calcul du TAI. La première étape, fondée sur d'anciens programmes, est achevée. Les calculs seront entièrement automatisés quand nous aurons réécrit les programmes dans un langage plus souple et mieux adapté à nos besoins en matière de calcul et de traitement des données.

Comme il est maintenant possible d'obtenir des résultats de comparaisons d'horloges distantes en temps quasi-réel, la question de la production et de la diffusion d'échelles de temps disponibles en temps réel et constituant des prédictions de l'UTC de manière aussi précise que possible,

deviendra très importante. Nous devons prendre en compte ces nouvelles applications, tout en maintenant le statut actuel des échelles de temps de référence, le TAI et l'UTC.

L'introduction de nouveaux étalons primaires de fréquence, plus exacts, a également amélioré l'exactitude du TAI. Ce sont des étalons « classiques » à jet de césium ; quelques-uns utilisent des techniques optiques pour la préparation et la détection des atomes. Des mesures de fréquence de deux fontaines à césium nous parviennent périodiquement ; nous les utilisons pour évaluer la déviation relative entre l'intervalle d'échelle de temps du TAI et la seconde du SI. Depuis avril 2000, les rapports des résultats des étalons primaires de fréquence suivent les directives du Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF) pour l'expression des incertitudes. Ces étalons ne fonctionnent que de manière intermittente et pendant des durées limitées, aussi des méthodes de comparaison de fréquence spécialisées sont-elles nécessaires afin de les comparer entre eux et afin de permettre de tirer profit de leur exactitude pour le calcul du TAI. La section du temps s'impliquera au cours des prochaines années dans la mise en œuvre de telles comparaisons, en collaboration avec les laboratoires maintenant des étalons primaires de fréquence. Compte tenu des incertitudes réduites de ces étalons, il faudra parvenir à mieux comprendre leur fonctionnement afin d'optimiser leur utilisation dans le calcul du TAI. La dérive qui a été observée récemment entre les horloges à fontaines et les horloges « classiques » à jet de césium sera étudiée, ainsi que les explications possibles, lors de collaborations à venir avec les laboratoires horaires.

Comparaisons d'horloges

Les comparaisons d'horloges pour le calcul du TAI sont réalisées au moyen de deux techniques : par la méthode des vues simultanées utilisant des récepteurs du code C/A du GPS à canal unique ou à canaux multiples, ainsi que par la méthode d'aller et retour. Le nombre accru de récepteurs du GPS à canaux multiples installés dans les laboratoires horaires et l'introduction de la méthode par aller et retour permettent de comparer des horloges à distance avec une incertitude proche de la nanoseconde. De plus, la fiabilité des comparaisons d'horloges a augmenté avec l'introduction de la méthode par aller et retour, alternative à la méthode des vues simultanées du GPS. Les éphémérides précises des satellites du GPS et les estimations du retard ionosphérique, fournies par l'International GPS Service (IGS), sont utilisées pour le calcul des vues simultanées. Le BIPM organise des campagnes d'étalonnage de récepteurs du GPS dans les laboratoires horaires. Environ 30 % des récepteurs ont été étalonnés à ce jour ; nous espérons étalonner tous les récepteurs participant aux comparaisons horaires d'ici deux ou trois ans. Il sera nécessaire à l'avenir de mettre à profit les techniques fondées sur la phase de la porteuse et sur le code précis (code P) ; des études sont en cours à ce sujet. L'amélioration de l'exactitude et de la stabilité des nouvelles horloges et étalons primaires (comme les fontaines) entraîne une demande d'exactitude accrue pour les transferts de temps. Par conséquent, il faut mettre en œuvre des techniques améliorées de comparaisons d'horloges et s'assurer que leurs progrès suivent ceux des horloges. Une étude pilote sur l'utilisation du code P3 du GPS observé par des récepteurs étalonnés de type géodésique, pour le calcul des liaisons horaires, a été réalisée avec succès en 2002 ; environ dix laboratoires y ont participé. Nous examinerons s'il est possible d'introduire officiellement ces mesures dans le calcul du TAI, mais il subsiste un certain nombre de questions au sujet de l'acquisition et du format des données.

À la demande du CCTF, nous publierons les incertitudes sur les comparaisons d'horloges du TAI. Des valeurs réalistes pourront leur être assignées, après étalonnage des récepteurs et des liaisons horaires.

Nous envisageons de publier les valeurs de la différence $[UTC - UTC(k)]$ avec une résolution de 0,1 ns (au lieu de 1 ns) pour les laboratoires équipés de stations par aller et retour. Nous devons pour cela modifier certains formats de présentation des données soumises par les laboratoires et corriger en conséquence les fichiers d'entrée/sortie et de transfert utilisés pour le calcul du TAI.

Systèmes de référence spatio-temporels

En 2000, l'Union astronomique internationale (UAI) a adopté les Résolutions proposées par le Comité mixte BIPM/UAI sur les systèmes de référence spatio-temporels et la métrologie dans le cadre de la relativité générale. Ce Comité a été dissous en janvier 2001 ; ses activités ont été reprises par le Groupe de travail de l'UAI sur la relativité en mécanique céleste, en astrométrie et métrologie (RCMAM), auquel nous participons, et qui est sur le point d'appliquer les Résolutions adoptées par l'UAI en l'an 2000.

L'amélioration des horloges, et la perspective de leur utilisation dans l'espace, ainsi que celle des comparaisons d'horloges et les liaisons entre ces techniques et celles employées en géodésie spatiale, ouvrent de nouveaux domaines d'étude qui exigent une collaboration dans les domaines de la physique fondamentale et des systèmes de référence.

En collaboration avec l'U.S. Naval Observatory (USNO), la section du temps du BIPM assure la responsabilité d'établir des conventions pour l'astronomie et la géodésie dans le cadre du Service international de la rotation terrestre (IERS). La mise à jour du volume contenant les conventions en est au stade de la révision finale. Avant la fin de 2003, nous débuterons des études sur la cohérence entre les procédures utilisées par les centres d'analyse de l'IERS et les conventions adoptées, en vue de déterminer l'impact des incohérences éventuelles sur les produits de l'IERS.

Échelles de temps dynamiques

Le chronométrage des pulsars-milliseconde est l'une des expériences qui exigent des échelles de temps de référence une extrême stabilité à long terme. Inversement, il est possible que la stabilité de la période de rotation des pulsars fournisse des renseignements sur la stabilité à très long terme des échelles de temps atomiques. Nous continuerons à nous intéresser à ce domaine et à toute autre technique qui puisse produire des échelles de temps dynamiques (pulsars binaires, éphémérides du système solaire, etc.).

Laboratoire de mesure du temps

Le laboratoire de mesure du temps s'est considérablement enrichi pour ce qui concerne le nombre et la gamme des récepteurs du temps du GPS et du GLONASS qui y sont en fonctionnement, ceci afin de faire face à la demande croissante d'étalonnages de récepteurs pour le calcul du TAI. En décembre 2001, nous avons équipé le laboratoire de mesure du temps de deux masers actifs à hydrogène, qui viennent s'ajouter à l'horloge atomique de très haute qualité HP 5071A. Ces nouveaux étalons de fréquence sont utilisés pour tester les nouvelles techniques de comparaison d'horloges ; ils fournissent aussi une référence de fréquence à la section des longueurs. L'entretien du matériel à un très haut niveau de qualité et de fiabilité est nécessaire pour pourvoir aux exigences en matière d'étalonnages. Il est également indispensable que nous améliorions nos compétences dans la mise en œuvre des nouvelles techniques de comparaisons d'horloges, ceci en fonction des ressources du BIPM. Ce programme se poursuit.

15.4 Électricité

Conservation d'une représentation du volt, comparaisons internationales et étalonnages

Les réseaux de jonctions de Josephson de 1 V et de 10 V constituent les étalons de référence fondamentaux du BIPM pour les comparaisons internationales et les étalonnages d'étalons de tension. Le programme en cours de comparaisons de représentations nationales du volt, réalisées à l'aide d'étalons voyageurs de Josephson du BIPM, se poursuivra. À ce jour, quelque vingt comparaisons de cette sorte ont été réalisées et ce type de comparaison a été sélectionné comme comparaison clé du Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM). La fabrication de réseaux de jonctions de Josephson programmables, dont la tension de sortie est remarquablement stable, constitue l'une des évolutions récentes les plus prometteuses de la métrologie des tensions. Le BIPM incorporera de tels réseaux au nouvel instrument portable, plus compact, qui sera utilisé pour les comparaisons clés d'étalons de tension de Josephson. Pour tous les laboratoires nationaux de métrologie, y compris ceux qui n'ont pas encore pour étalons de référence des réseaux de jonctions de Josephson, les séries de comparaisons bilatérales réalisées au moyen d'étalons à diode de Zener du BIPM seront poursuivies. Un petit nombre d'étalons à diode de Zener est à la disposition des laboratoires nationaux de métrologie qui souhaitent participer à ces comparaisons bilatérales. La partie la plus importante du travail du BIPM dans ce domaine vise à améliorer la stabilité, la fiabilité et la facilité d'emploi de ses étalons de Josephson et à mieux comprendre le comportement de ses étalons voyageurs à diode de Zener. Cette activité sera poursuivie, tout comme le sera le service d'étalonnage des étalons à diode de Zener envoyés au BIPM par les laboratoires nationaux de métrologie. Au cours de ces dernières années le BIPM n'a reçu que très peu de piles de Weston pour étalonnage ; cette activité a cessé.

Conservation d'une représentation de l'ohm, comparaisons internationales et étalonnages

Les étalons à résistance de Hall quantifiée constituent les étalons de référence fondamentaux du BIPM pour les comparaisons internationales et les étalonnages de résistances étalons. Le programme de comparaisons sur place d'étalons de Hall quantifiés se poursuivra, mais il sera vraisemblablement moins important que celui des étalons de Josephson, car les résistances bobinées, utilisées comme instruments de transfert, sont beaucoup plus stables que les étalons de tension qui ont la même fonction. Le programme de comparaisons bilatérales d'étalons de résistance, utilisant les étalons voyageurs du BIPM, permet la comparaison d'étalons de laboratoire avec une incertitude relative d'environ 5×10^{-8} . L'étalonnage des étalons de résistance pour les laboratoires nationaux de métrologie est une partie importante de notre activité et se poursuivra. Pendant la période allant de 2005 à 2008, des améliorations seront apportées aux systèmes à résistance de Hall quantifiée au fur et à mesure des progrès de la physique dans la compréhension de tels systèmes.

Étalons de capacité dérivés de la résistance de Hall quantifiée

Depuis 1998, le BIPM conserve des condensateurs étalons dont la capacité est reliée par une chaîne de ponts à impédance à la résistance de Hall quantifiée. Après que le BIPM ait apporté la preuve, dans les comparaisons internationales, de l'exactitude de la liaison entre la résistance de Hall quantifiée et les étalons de capacité à 10 pF et à 100 pF, le CCEM a donné son accord pour entreprendre de nouvelles comparaisons clés en continu de ces grandeurs au BIPM. Le nombre des étalonnages de condensateurs effectués au BIPM reflète l'importance pour les laboratoires nationaux de métrologie d'avoir un accès permanent à un étalon de capacité stable. Ce travail

requiert la mesure de la résistance de Hall quantifiée à une fréquence de 1,6 kHz et, par conséquent, notre participation à l'étude du comportement des systèmes de Hall quantifiés dans ce domaine de fréquence.

Condensateur calculable

Suite à la suggestion du NML CSIRO, le BIPM collabore à la construction d'un nouveau condensateur calculable conçu par le NML. Il est prévu de fabriquer deux appareils, l'un pour le BIPM et l'autre pour le NML. Sa conception est fondée sur celle d'un condensateur existant du NML, mais il incorporera un certain nombre d'améliorations destinées à réduire l'incertitude globale relative à environ 1×10^{-8} . Le BIPM contribuera à la conception d'un nouvel interféromètre optique qui sera utilisé à la fois pour le condensateur calculable et, avec quelques modifications, pour le projet du BIPM sur la balance du watt. L'étape de conception de l'appareil devrait s'achever en 2004 et la fabrication devrait avoir lieu entre 2005 et 2008.

Études de la stabilité des étalons électriques et des détecteurs

Nous continuons à utiliser des techniques d'analyse spectrale à basse fréquence (inférieure à 10 Hz) afin d'examiner la stabilité et les caractéristiques de bruit des nanovoltmètres, des détecteurs, des piles étalons et des étalons à diode de Zener. Les résultats d'une étude préliminaire menée en 1998 indiquent que ces méthodes ainsi que celles d'analyse de séries temporelles sont des outils puissants d'analyse de nombreux types de résultats de mesure qui jusqu'à maintenant n'avaient pas été examinés de cette manière. Ce travail se poursuivra.

15.5 Rayonnements ionisants

Dosimétrie

Les comparaisons dans le domaine de la dosimétrie continueront à jouer un rôle important pour les laboratoires nationaux de métrologie, car elles permettent de publier leurs degrés d'équivalence dans la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. La mise à niveau des équipements du BIPM pour les rayons x et les rayonnements gamma devrait s'achever pendant la période comprise entre 2005 et 2008, sans interruption du programme de comparaisons. Les étalonnages d'instruments de transfert, utilisés comme étalons secondaires par les laboratoires nationaux de métrologie qui n'ont pas d'étalon primaire, se poursuivront. Ils assurent leur traçabilité au SI et étayent leurs déclarations de CMCs pour l'annexe C du MRA. Le BIPM participe également à des comparaisons de dosimètres passifs, en particulier pour le réseau de laboratoires secondaires de dosimétrie de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et pour l'Organisation mondiale de la santé (OMS). L'étalon de l'AIEA est traçable à celui du BIPM.

Au cours des quatre prochaines années, la mise au point d'un étalon calorimétrique en graphite viendra compléter l'étalon ionométrique de dose absorbée dans l'eau dans le faisceau du ^{60}Co mis en œuvre au BIPM et comparé aux étalons d'un certain nombre de laboratoires nationaux fondés sur d'autres méthodes. Ceci augmentera la robustesse des résultats des comparaisons clés de dose absorbée dans l'eau. La demande des laboratoires nationaux de métrologie d'utiliser l'instrument de transfert fondé sur des mesures ionométriques pour les comparaisons de rayons x de haute énergie est en augmentation. Un étalon primaire calorimétrique portable pour les hautes

énergies sera toutefois mis au point : il remplacera à terme l'instrument actuel de transfert aux hautes énergies. Une étude sera menée pour appréhender les implications qu'entraînerait pour le BIPM l'extension de ses comparaisons aux faisceaux d'électrons de haute énergie et à la dosimétrie des sources pour la curiethérapie.

Dans le domaine de la dosimétrie des rayons x, le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI) a demandé au BIPM de mettre au point un système pour les comparaisons aux énergies utilisées pour la mammographie et cette activité a déjà débuté. De telles comparaisons devraient être initiées pendant la période en cours.

Les calculs de Monte Carlo fondés sur différents codes de transport de rayonnements ont permis d'améliorer les étalons de kerma dans l'air existants ; ces techniques seront étendues aux étalons de dose absorbée.

Radionucléides

Le Système international de référence (SIR) continue d'enrichir sa base de données et de fournir les valeurs de référence de comparaisons clés, pour les radionucléides émetteurs de rayonnement gamma, y compris les radionucléides à courte durée de vie utilisés principalement pour le diagnostic du cancer. Des émetteurs de rayonnement bêta purs sont envoyés au BIPM pour y être analysés et des valeurs de référence seront disponibles à l'avenir dans ce domaine. L'extension du SIR aux émetteurs de rayonnement alpha pur, aux émetteurs de rayonnement gamma aux basses énergies et aux radionucléides qui se désintègrent par capture d'électrons se poursuit. Il faudra continuer nos activités dans le domaine des radionucléides qui présentent des schémas de désintégration plus complexes avant de pouvoir les intégrer au SIR. Le programme de travail du SIR se poursuivra.

L'organisation et l'analyse de comparaisons régulières utilisant un radionucléide spécifique continuent d'être une des tâches majeures du BIPM. Ces comparaisons clés sont sélectionnées par la Section II du CCRI et devraient devenir plus fréquentes, en réponse aux demandes des laboratoires nationaux de métrologie. Il sera de plus en plus possible de lier ces comparaisons au SIR, de sorte que les valeurs des comparaisons des laboratoires nationaux de métrologie puissent être ajoutées à la base de données du SIR et à la base de données du BIPM sur les comparaisons clés. Des travaux de recherche continueront dans le domaine de la mise au point de nouvelles méthodes de détermination d'activité : la méthode du rapport des coïncidences triples aux coïncidences doubles et l'identification des impuretés dans les solutions de radionucléides par spectroscopie à l'aide d'un récepteur au germanium d'extrême pureté, suivie de l'application aux mesures des corrections correspondantes.

15.6 Métrologie en chimie

Métrologie des gaz

Le programme de travail débuté en 2001 avait pour but de faire du BIPM le laboratoire pilote et le centre international des comparaisons d'étalons nationaux de référence mesuriers d'ozone, en collaboration avec le NIST. Nous avons pratiquement déjà atteint cet objectif initial et il ne nous reste plus qu'à terminer l'étude pilote du Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM) en cours. Pendant la période comprise entre 2005 et 2008, nous prévoyons d'effectuer dix à quinze comparaisons par an entre les étalons de référence du BIPM et les instruments d'une trentaine de laboratoires nationaux qui possèdent ce type d'étalons. Des études seront faites pour

déterminer les caractéristiques et éliminer les causes d'erreurs systématiques des photomètres étalons de référence mesurant l'ozone. Ce programme étayera ainsi les mesures des réseaux de contrôle de l'ozone à la surface de la Terre au niveau national, régional et international.

L'automatisation du système de titrage en phase gazeuse, considéré comme une méthode primaire potentielle pour la mesure de concentrations d'ozone sera terminée. Si ce projet est mené à bien avec succès, nous pourrions évaluer l'exactitude des résultats obtenus pour la section efficace d'absorption de l'ozone à 253,7 nm. L'utilisation de ces équipements pour effectuer des étalonnages de mélanges de monoxyde et de dioxyde d'azote d'une fraction molaire totale, bien définie, inférieure à 1 µmol/mol fera l'objet d'une étude.

La stabilité des étalons gazeux de monoxyde d'azote préparés par gravimétrie sera évaluée.

Le domaine d'application de l'équipement primaire pour la préparation dynamique d'étalons gazeux de dioxyde d'azote sera étendu à des fractions molaires inférieures à 1 µmol/mol. Le domaine d'application de l'analyseur infrarouge à transformée de Fourier sera étendu à des fractions molaires inférieures à 1 µmol/mol pour les gaz réactifs, en intégrant une cellule de gaz dans laquelle le chemin optique sera de 40 m. Cette partie du programme de travail permettra au BIPM de participer à une comparaison internationale de gaz réactifs, d'intérêt pour les réglementations relatives à la qualité de l'air, et d'en être un des laboratoires pilotes.

Analyse organique

Le programme de métrologie en chimie sera étendu au domaine de l'analyse organique avec le recrutement de deux nouveaux membres du personnel. Après consultation de certains experts du CCQM, un programme de travail dans le domaine des matériaux de référence de substances organiques pures sera entrepris. Ce programme répond à la demande de démontrer la traçabilité des résultats de mesure, conformément aux normes internationales ISO/CEI 17025 et ISO 15915. Le programme de laboratoire au BIPM sera centré sur des méthodes déjà validées de détermination de la pureté, y compris une étude initiale sur des méthodes directes d'essai, comme la résonance magnétique nucléaire ou la calorimétrie à balayage différentiel. Ce programme sera lié aux activités des laboratoires nationaux de métrologie grâce à la création d'un réseau de collaboration dans les domaines d'intérêt. Une procédure de consultation avec les laboratoires a permis d'identifier les activités pour lesquelles un travail en réseau leur serait bénéfique : produits pharmaceutiques ; antibiotiques ; hormones ; mycotoxines ; pesticides ; herbicides et dioxines ; hydrocarbures organiques volatiles ; espèces organo-métalliques ; substances à analyser d'importance clinique en tant que composants d'un système de mesure de référence pour la médecine de laboratoire. Une liaison sera établie avec les organisations internationales de normalisation pour disséminer les informations sur ces activités, ce qui permettra de faire face à la demande internationale en termes d'objectifs de traçabilité des résultats de mesure dans ces domaines.

15.7 Services généraux et scientifiques des laboratoires

Atelier de mécanique

L'atelier de mécanique a emménagé dans le Pavillon du Mail en 2001. Le nouveau bâtiment comprend enfin des locaux pour l'atelier conformes aux normes actuelles de sécurité et de commodité, et a augmenté considérablement la productivité du service. L'utilisation de la conception assistée par ordinateur et de machines à commande numérique demeurera

fondamentale pour son bon fonctionnement. Le nouveau bâtiment dispose d'un espace climatisé pour la métrologie et également d'un emplacement pour les machines à mesurer les formes et les dimensions, et pour un microscope à balayage électronique. Autant que cela restera possible dans un contexte de contraintes budgétaires, l'atelier de mécanique continuera à être équipé des machines outils et des instruments de mesure les plus modernes et les plus efficaces, pour répondre aux exigences d'un laboratoire de métrologie.

Mesures de température et de pression

Le potentiel en matière d'étalonnages de routine, de très haute exactitude, de thermomètres à résistance de platine à la température ambiante et des pressions proches de la pression atmosphérique sera conservé en tant que service interne rendu aux autres sections du BIPM. Ces deux domaines sont considérés comme faisant partie de l'infrastructure essentielle d'un laboratoire de métrologie.

Informatique

Il est essentiel de disposer d'une infrastructure informatique interne au BIPM efficace et à jour. Cela est indispensable, non seulement pour le travail scientifique, mais également pour les activités de secrétariat et d'édition, la communication avec l'extérieur et pour la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (*voir* ci-dessous). Une partie importante du travail de la section du temps est fondée sur des résultats envoyés régulièrement par quelque soixante laboratoires et observatoires du monde entier. Il est essentiel que le système de réception et de traitement de ces données soit fiable et efficace.

Le site Web du BIPM continuera d'offrir des renseignements pratiques et constamment à jour sur le BIPM, la Convention du Mètre, les différents Comités consultatifs du CIPM et leurs publications. Il propose aussi des liens aux sites Web de la plupart des laboratoires nationaux de métrologie, ainsi qu'un puissant moteur de recherche appliqué à la métrologie.

Pour la plupart des réunions ayant lieu au BIPM, les documents de travail sont reçus et envoyés exclusivement sous forme électronique. Dans la salle de réunion, l'Internet est accessible à partir des tables où prennent place les délégués. L'infrastructure nécessaire aux présentations sous Power Point est aussi disponible.

La sécurité des communications électroniques et de l'infrastructure électronique interne est prioritaire ; nous maintenons un niveau élevé, mais raisonnable, de sécurité.

Base de données du BIPM sur les comparaisons clés

L'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM a requis la création d'une base de données internationale unique au BIPM. C'est la base de données du BIPM sur les comparaisons clés (KCDB, <http://www.bipm.org/kcdb>). Elle contient les résultats des comparaisons clés qui assurent le fondement technique de l'Arrangement, ainsi que les listes des CMCs des laboratoires nationaux de métrologie. Pendant la période initiale de quatre ans (décembre 1999 – décembre 2003) de mise en œuvre du MRA, la totalité du système, y compris les bases de données sous-jacentes et la structure du Web, a été mise au point et les premiers résultats publiés. Cela recouvre les résultats d'environ soixante comparaisons clés du CIPM et 13 000 CMCs dans un certain nombre de domaines de la métrologie. Pour la prochaine période de quatre ans, nous prévoyons qu'un grand nombre de résultats seront examinés pour publication

dans la KCDB. Cela représente environ 300 comparaisons clés du CIPM et des organisations régionales de métrologie en cours et de nombreuses CMCs, en particulier dans les domaines de la chimie, des rayonnements ionisants, de la thermométrie et du temps et des fréquences, qui en sont encore à l'étape préliminaire de l'examen intra-régional. De plus, le BIPM continuera à être très attentif aux demandes des utilisateurs de la KCDB pour qu'elle reste utile et à jour.

Système Qualité

Le BIPM met en place un Système Qualité pour ses services de mesure et d'étalonnage, conforme aux directives de la norme ISO 17025, avec un examen extérieur par des pairs.

Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM

Le BIPM assure la présidence et le secrétariat du Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM, le JCRB. C'est une activité nouvelle qui résulte de la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM. Le JCRB se réunit deux fois par an ; il est chargé de surveiller la mise en œuvre d'une grande partie de l'Arrangement, et notamment ce qui concerne l'entrée des données dans l'annexe C, sur les possibilités en matière de mesures et d'étalonnages des laboratoires nationaux de métrologie. Le bon fonctionnement du JCRB est un élément fondamental du succès de l'Arrangement ; c'est une tâche de plus en plus lourde qui est partagée avec les organisations régionales de métrologie et les laboratoires nationaux de métrologie.

15.8 Services administratifs généraux

Finance, personnel et administration générale

Les finances, le personnel, l'administration générale et les achats sont sous la responsabilité de l'administrateur, assisté du responsable des achats, d'une collaboratrice à plein temps et de deux autres à temps partiel. C'est un personnel très restreint pour assurer ces services.

Secrétariat

Le secrétariat du BIPM est composé de l'assistante personnelle du directeur, à plein temps, de la bibliothécaire, à temps partiel, qui collabore également aux publications du BIPM et aux traductions, et de deux secrétaires. La charge de travail du secrétariat, et des services administratifs, ne cesse d'augmenter du fait de l'augmentation du nombre de réunions des Comités consultatifs et de leurs groupes de travail, et du nombre toujours croissant de participants assistant aux réunions. Ceci résulte en grande partie de la mise en pratique de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle, mais c'est aussi une conséquence du nombre accru de réunions liées aux relations de plus en plus nombreuses avec d'autres organisations internationales. Nous nous efforçons d'améliorer le plus possible notre efficacité en utilisant les outils informatiques.

Publications

Les publications sont une composante essentielle des activités du BIPM et tous les moyens modernes de communication sont résolument employés. Les comptes rendus de la Conférence

générale, les rapports du Comité international et de ses Comités consultatifs, et les éditions successives de la brochure du SI sont les principales publications officielles du BIPM. Produites en français et en anglais, elles sont distribuées aux États membres, aux Associés à la Conférence générale, aux laboratoires nationaux de métrologie et aussi largement que possible au sein de la communauté de la métrologie. Ces documents sont disponibles gratuitement sur le site Web du BIPM. L'autre publication importante du BIPM est la revue *Metrologia*, maintenant dans sa quarantième année de publication. Depuis le volume 40 (2003) *Metrologia* est publiée par l'Institute of Physics Publishing (Royaume-Uni) sous licence du BIPM. Le contrôle éditorial continue à être pleinement exercé par le BIPM et le rédacteur continue à être membre du personnel du BIPM. Ce changement a été effectué pour améliorer l'efficacité de la production, de la distribution et du marketing, et aussi pour réduire la charge de travail du BIPM. Nous prévoyons d'augmenter en 2004 le nombre de numéros annuels de six à dix, y compris un ou deux numéros spéciaux ou comptes rendus de conférences. Il existe, en outre, un supplément technique à *Metrologia*, uniquement sous forme électronique, pour la publication des rapports finaux des comparaisons clés et supplémentaires. Le personnel responsable des publications est dirigé par le rédacteur de *Metrologia* et comprend un rédacteur adjoint, la bibliothécaire pour une partie de son temps, et une secrétaire à temps partiel.

En plus de sa contribution aux publications du BIPM, le personnel scientifique publie les résultats de son travail dans des revues avec comité de lecture, y compris, mais pas exclusivement, *Metrologia*, et les présente aussi lors de conférences scientifiques. Au cours des dix dernières années 1993-2002, le personnel du BIPM a publié annuellement une moyenne de vingt articles dans des revues soumises à des *referees*, une douzaine de publications dans des comptes rendus de congrès et une dizaine de Rapports BIPM.

Bibliothèque

La bibliothèque du BIPM continue à être un maillon essentiel à la poursuite efficace du travail scientifique. Le nombre d'abonnements à des revues reste pratiquement constant, mais certaines revues spécialisées sont abandonnées au profit de certaines autres, au fur et à mesure de l'évolution de l'intérêt qu'elles présentent et aussi de nos travaux. La création d'une nouvelle section de métrologie en chimie après la 21^e Conférence générale a conduit la bibliothèque à s'enrichir dans ce nouveau domaine. Afin de maîtriser les coûts, cela s'est fait aux dépens des revues les moins utilisées dans les domaines traditionnels d'activité du BIPM. Malheureusement, l'expérience a montré que le coût des abonnements à des revues scientifiques augmente à un taux supérieur à celui de l'inflation. C'est ainsi que les revues les plus chères sont abandonnées, sauf si elles constituent une partie du noyau de la collection du BIPM. L'abonnement à des bulletins de sommaires de certaines revues est un moyen efficace et économique de se tenir au courant des publications qui ne sont pas conservées à la bibliothèque.

Voyages et transport de matériel

D'une manière générale, les voyages du personnel scientifique et du directeur dans les laboratoires nationaux, les congrès et les réunions liées à la métrologie, sont essentiels aux activités du BIPM et se poursuivront.

Entre 1999 et 2002, les frais de voyage et de transport de matériel ont augmenté de 60 % ; ils représentent actuellement environ 4 % du budget annuel. Cette augmentation provient du nombre accru de réunions auxquelles le personnel du BIPM doit assister, en liaison avec la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM. Nous nous efforçons de

répondre au mieux aux demandes de participation du BIPM à des réunions d'experts des organisations régionales de métrologie dans le monde entier. Le coût le plus élevé de ces déplacements n'est pas directement financier, mais relève plutôt du temps passé. Le nombre d'invitations à participer à des réunions, des congrès et visiter des laboratoires nationaux continue d'augmenter ; le personnel du BIPM est amené à en refuser beaucoup par manque de temps.

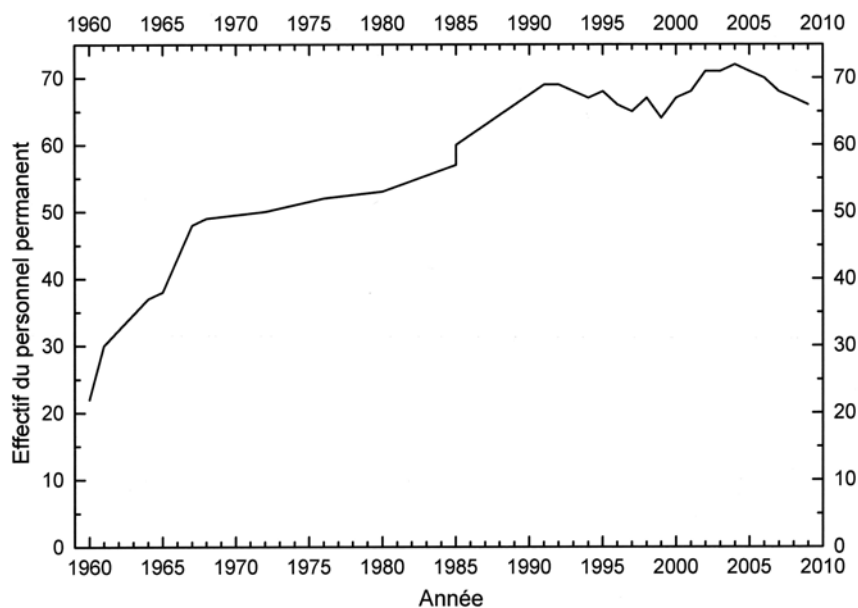
15.9 Bâtiments et parc

Le Pavillon de Breteuil est un site historique ; le Pavillon lui-même ainsi que les jardins qui l'entourent doivent donc être entretenus avec beaucoup de soin. L'entretien de l'ensemble des bâtiments, construits depuis l'époque de Louis XIV (le Pavillon de Breteuil) jusqu'à nos jours, est non seulement coûteux mais fait appel à un large éventail de métiers et de techniques. Pour la prochaine période de quatre ans, nous prévoyons des travaux importants de réparation de la toiture des deux bâtiments datant du dix-septième siècle, le Pavillon de Breteuil et le Petit Pavillon. La mise en service en 2001 du Pavillon du Mail pour l'atelier, des bureaux et des salles de réunions supplémentaires, a complété le plan à long terme de construction qui avait été présenté à la 17^e Conférence générale en 1983 et repris à chacune des Conférences suivantes. Depuis la mise en service du bâtiment, les équipements perfectionnés de la salle de réunion permettant d'accueillir une centaine de personnes ont été largement utilisés.

Il n'y a pas d'autres projets d'extension ou de construction de bâtiment au BIPM. Il faudra néanmoins continuer à conserver en bon état et à rénover les bâtiments quand cela s'avérera nécessaire, y compris le Pavillon de Breteuil. Ces travaux sont nécessaires, soit pour faire face à des changements du programme de travail, comme c'est le cas pour les nouvelles activités en chimie organique, ou l'installation d'une expérience sur la balance du watt, soit pour remettre à niveau d'anciennes installations. Le bon fonctionnement du conditionnement de l'air dans les laboratoires est une tâche majeure qui demande une surveillance continue et du matériel récent, mais il est indispensable à la métrologie moderne.

15.10 Personnel

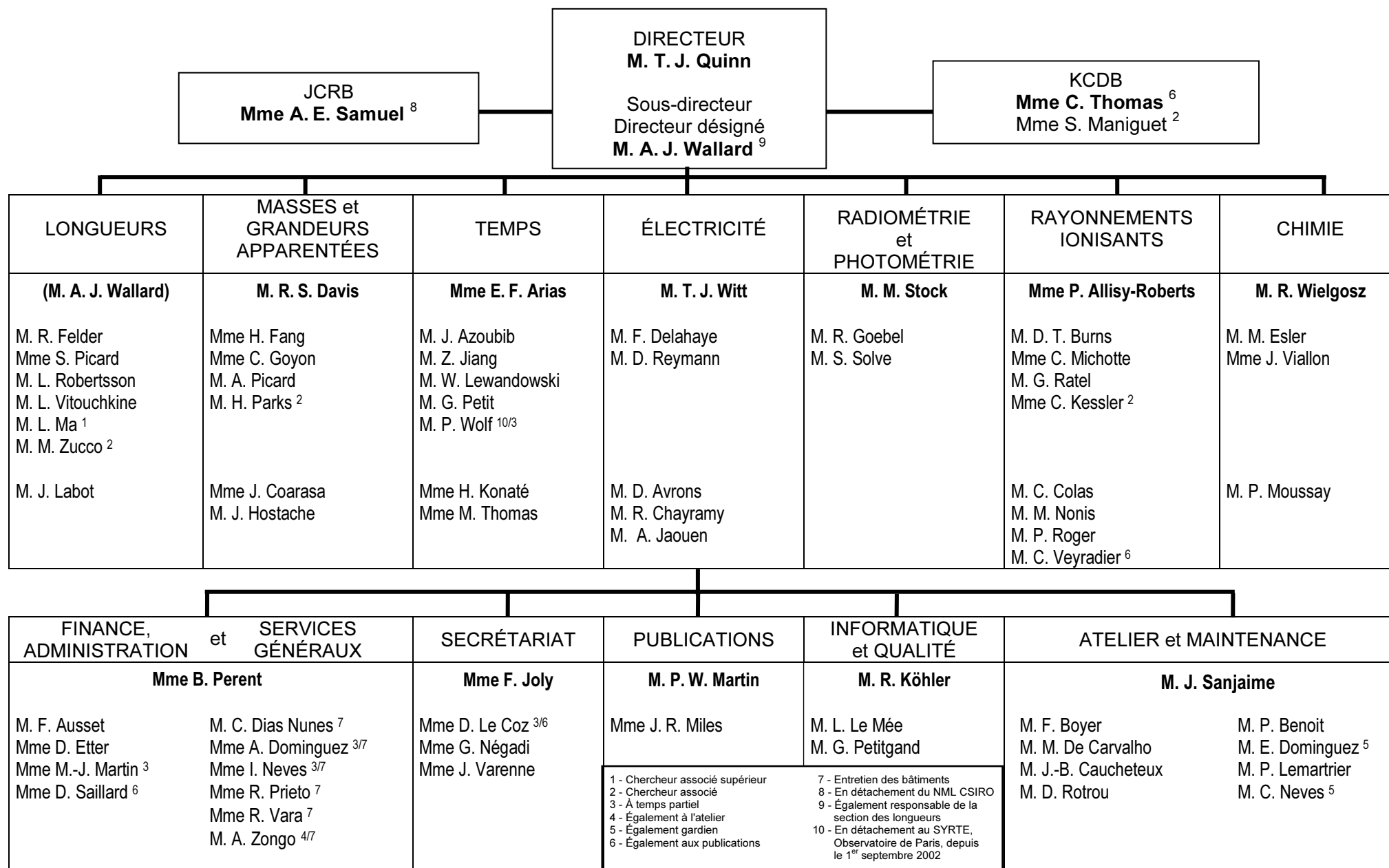
Au 1^{er} mars 2003, l'effectif permanent du BIPM s'élevait à 71 personnes pour un travail à plein temps, plus 5 chercheurs associés. Ce personnel est réparti selon les différentes sections représentées dans l'organigramme qui se trouve à la page suivante. L'évolution de l'effectif du personnel depuis 1960 et les prévisions jusqu'à l'année 2008 sont données dans la figure ci-dessous. Au 1^{er} mars 2003, l'âge moyen de l'ensemble du personnel était de 48 ans et celui du personnel scientifique de 46 ans.



15.11 Contribution à la caisse de retraite

Suite à une étude actuarielle conduite en 1994, le Comité international continue à mettre en œuvre la décision prise à l'époque d'augmenter la contribution budgétaire annuelle à la caisse de retraite d'un montant équivalent à 2 % de la masse salariale chaque année de 1996 à 2008. L'étude faite en 2001 a confirmé les tendances indiquées en 1994, mais a montré que le nombre de retraités du BIPM avait augmenté plus vite que prévu du fait de départs à la retraite anticipés. En 1994, il avait été prédit que le nombre de retraités doublerait vers 2010, passant de 24 à 48. En fait, nous comptons déjà 42 retraités en 2003, et ce chiffre devrait atteindre 58 vers 2010 et 66 vers 2018, date à laquelle nous compterons un retraité par actif. L'étude actuarielle la plus récente indique cependant que les réserves de la caisse de retraite permettront de faire face aux obligations dans un avenir prévisible.

ORGANIGRAMME DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES AU 1^{er} MARS 2003



16 Dotation annuelle du Bureau international des poids et mesures

Dans la Convocation de la 22^e Conférence générale des poids et mesures, le Comité international des poids et mesures a demandé à la Conférence d'adopter les dotations suivantes pour les années 2005 à 2008 :

10 041 000 euros en 2005
10 222 000 euros en 2006
10 406 000 euros en 2007
10 593 000 euros en 2008.

Ces sommes sont justifiées en détail dans la Convocation de la 22^e Conférence générale ; il n'est donc pas nécessaire d'y revenir dans ce document. Vous pouvez cependant vous reporter à l'annexe du présent document pour plus de détails.

On trouvera ci-après l'estimation des dépenses générales à engager pour assurer le programme de travail exposé dans la section 15 de ce document. Les têtes de chapitre (dépenses de fonctionnement, de laboratoire, de personnel etc) sont celles qui figurent dans la partie financière du « Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures » envoyé chaque année aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre. Les sommes sont données en milliers d'euros.

Les budgets annuels pour les années 2005 à 2008 figurent à la section 16.1. La répartition correspondante des dépenses par catégorie est donnée sous forme graphique dans les tableaux 16.1.2 à 16.1.5. Les prévisions budgétaires annuelles font apparaître des sommes totales supérieures d'environ 5 % aux montants des dotations. Cet écart correspond aux souscriptions des Associés à la Conférence générale, aux revenus estimés des intérêts des actifs disponibles et à des recettes annexes provenant de certains étalonnages, de la vente de prototypes en platine iridié, des abonnements à *Metrologia* etc. (voir le « Rapport annuel aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes sur la situation administrative et financière du Bureau international des poids et mesures » pour les années les plus récentes).

16.1 Budget des années 2005 à 2008

16.1.1 Récapitulation des recettes (en milliers d'euros)

	2005	2006	2007	2008	4 années
A. Dotation	10 041	10 222	10 406	10 593	41 262
B. Souscriptions*	155	157	160	163	635
C. Divers	414	409	425	419	1 667
Total	10 610	10 788	10 991	11 175	43 564

* Cette somme correspond aux souscriptions des dix Associés de la Conférence générale en mars 2003.

16.1.2 Récapitulation des dépenses (en milliers d'euros)

	2005	2006	2007	2008	4 années
A. Personnel (15.10)	5 497	5 476	5 427	5 517	21 917
B. Contribution à la Caisse de retraite (15.11)	1 591	1 667	1 738	1 857	6 853
C. Services généraux (15.8)	1 123	1 093	1 154	1 115	4 485
D. Dépenses de laboratoire (15.1 à 15.7)	1 930	1 860	1 840	1 870	7 500
E. Bâtiments (15.9)	407	629	767	750	2 553
F. Divers, imprévus	62	63	65	66	256
Total	10 610	10 788	10 991	11 175	43 564

16.1.3 Personnel

	2005	2006	2007	2008
Personnel permanent	71	69	68	67
Chercheurs associés	1	0	0	0
Total	72	69	68	67

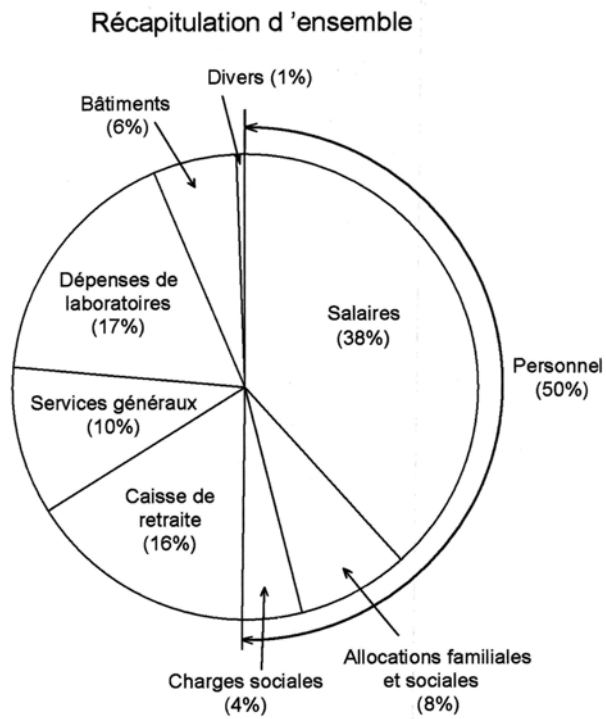
16.1.4 Services généraux (en milliers d'euros)

	2005	2006	2007	2008	4 années
Chauffage, eau, électricité	165	168	171	174	678
Assurances	34	36	38	40	148
Publications	97	58	59	60	274
Frais de bureau	156	158	161	163	638
Voyages et transport de matériel	362	358	345	351	1 416
Réunions	68	70	130	72	340
Bibliothèque	202	205	209	213	829
Bureau du Comité	39	40	41	42	162
Total	1 123	1 093	1 154	1 115	4 485

16.1.5 Dépenses de laboratoire (en milliers d'euros)

	2005	2006	2007	2008	4 années
Longueurs	156	120	60	61	397
Masse	180	183	187	190	740
Temps	83	84	90	92	349
Électricité	260	265	270	274	1 069
Rayonnements ionisants	206	210	214	217	847
Métrologie en chimie	360	366	374	380	1 480
Atelier	104	105	107	109	425
Services généraux et scientifiques des laboratoires, informatique, KCDB	291	296	302	307	1 196
Coût des nouveaux projets, y compris la chimie organique	290	231	236	240	997
Total	1 930	1 860	1 840	1 870	7 500

16.2 Représentation graphique des prévisions de dépenses pour les années 2005 à 2008



Récapitulation d'ensemble, incluant le détail des dépenses de personnel (16.1)

Annexe

Le texte suivant est extrait du rapport de la 91^e session du Comité international qui s'est tenue en octobre 2002. Il présente les décisions concernant le programme de travail à venir du BIPM, décisions qui se reflètent dans le programme décrit dans le présent document destiné aux États membres.

Programme de travail du BIPM et budget pour les années 2005 à 2008

Une discussion approfondie a eu lieu au sujet du programme de travail et budget du BIPM pour les années 2005 à 2008. Le Comité international a examiné les conclusions des enquêtes effectuées auprès des directeurs des laboratoires nationaux de métrologie (les questionnaires, la réunion d'avril 2002 et les réponses au document envoyé aux directeurs en juillet 2002) sur le programme de travail et budget à venir du BIPM. En conclusion, le Comité international a décidé de modifier le programme de travail du BIPM pour faire face à une diminution prévue de ses revenus tout en répondant à l'évolution des besoins dans le domaine de la métrologie. Le texte qui suit est un résumé des discussions et conclusions.

Selon le règlement de la Conférence générale, la Convocation officielle comprenant les éléments de l'ordre du jour provisoire, et en particulier les propositions du CIPM sur la dotation pour la prochaine période de quatre ans, doit être envoyée aux Gouvernements des États membres au moins neuf mois avant l'ouverture de la Conférence. La 22^e Conférence générale débutant le 13 octobre 2003, ce document doit parvenir aux États en janvier 2003. En fait, la Convocation est toujours envoyée fin décembre.

Introduction

Les membres du Comité international et les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie ont été informés qu'une augmentation de 1,1 million d'euros (soit 12 % de la dotation pour 2004) serait nécessaire en 2005 pour maintenir toutes les activités en cours au BIPM et qu'une augmentation de 1,9 million d'euros (soit environ 20 % de la dotation) serait nécessaire pour maintenir le programme actuel et débiter de nouveaux programmes en chimie organique, en bio-analyse et en médecine.

Les premières réactions des États membres à ces propositions ont montré qu'il était très peu probable que la 22^e Conférence générale approuve et vote une augmentation du budget pour 2005 représentant plus de la moitié des 1,1 million d'euros nécessaires pour maintenir les activités en cours, plus une petite somme pour tenir compte de l'inflation pour l'année 2005 et les années suivantes. Nous avons été informés que si, lors de la Conférence générale, nous propositions une augmentation supérieure à ce montant, il serait probable que certains États membres opposeraient leur veto*.

* La procédure officielle pour l'adoption de la dotation lors d'une Conférence générale exige qu'il n'y ait aucun veto. Les abstentions sont autorisées, mais s'il y a un seul vote contre, la dotation ne peut être adoptée. La conséquence d'un rejet de la Résolution sur la dotation est que la dotation adoptée par la précédente Conférence générale est reconduite sans changement. C'est parce que les Résolutions successives sur la dotation modifient simplement la précédente. Si la nouvelle proposition est rejetée, la dotation de la dernière année de la période de quatre ans précédente n'est pas réévaluée jusqu'à ce que les États membres se mettent d'accord pour la modifier.

La différence entre ces estimations et la somme demandée était suffisamment élevée pour que le bureau recommande au Comité international de prendre des décisions stratégiques lors de sa session d'octobre 2002, afin de résoudre le problème et le régler avant la Conférence générale de 2003.

Pour émettre des propositions concrètes concernant le programme de travail et budget, nous sommes partis de l'hypothèse qu'une augmentation de 5 % (0,45 million d'euros) de la dotation au 1^{er} janvier 2005, plus une augmentation de 1,5 % au titre de l'inflation pour 2005 et les trois années suivantes de la période comprise entre 2005 et 2008 était acquise.

Principales options stratégiques

Depuis la 21^e Conférence générale en 1999, le BIPM a été incité à entreprendre, et a entrepris, beaucoup plus d'activités qu'il n'avait prévu de le faire à l'époque. Le rôle joué par le BIPM pour coordonner les activités internationales dans le domaine de la métrologie, les relations avec d'autres organisations, ainsi que les activités découlant de la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle, ont été bien plus étendus que prévu. La réaction du BIPM a été bien accueillie par les laboratoires nationaux de métrologie et il est clair que toutes ces actions doivent se poursuivre.

D'après l'hypothèse énoncée ci-dessus, des réductions significatives au programme actuel du BIPM devront toutefois être effectuées.

Afin de savoir comment procéder, le Comité international a pris en compte un certain nombre de considérations :

1. Les besoins des laboratoires nationaux de métrologie concernant les services offerts par le BIPM et exprimés dans les réponses au second questionnaire envoyé aux directeurs ont été examinés. Ce sont notamment les activités de coordination et les relations internationales, ainsi que la base de données du BIPM sur les comparaisons clés, le Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM, les activités scientifiques et techniques effectuées dans les laboratoires concernant les étalonnages et autres services pour les laboratoires nationaux de métrologie, et celles qui assurent un fondement scientifique au BIPM.
2. Il n'existe pas d'économies marginales ayant un effet significatif.
3. L'étendue des économies qui doivent être faites est telle qu'il faudra fermer une des principales sections scientifiques.
4. Pour décider quelle section devra être fermée, des décisions stratégiques doivent être prises concernant le programme fondamental d'activités à venir.
5. Les conséquences de ces changements pour le personnel du BIPM doivent être examinées.

Une grande partie des idées avancées dans le Rapport sur « L'évolution des besoins dans le domaine de la métrologie, pour le commerce, l'industrie et la société, et le rôle du BIPM », approuvé par le Comité international en 2002 et qui doit être publié prochainement, traitent des besoins émergents dans les domaines de la métrologie internationale en chimie, en biochimie et en médecine. Les contacts que nous avons eus avec les laboratoires nationaux de métrologie dans le monde confirment ce point de vue. Le Comité est d'avis que, s'il n'est de toute évidence pas possible de mener une importante activité dans ces domaines au BIPM pour le moment, il est indispensable d'avoir au minimum deux spécialistes de haut niveau dans chacun de ces domaines. Sinon, nous ne pourrions pas être présents à aucun des forums internationaux et nous

ne saurons même pas comment répondre aux demandes d'information à propos des besoins les plus pressants. Même si, comme l'ont suggéré certains directeurs, les activités du BIPM dans ces domaines peuvent être étayées par des personnes mises à la disposition du BIPM par certains laboratoires nationaux de métrologie, il reste nécessaire de disposer d'un minimum d'expertise au BIPM pour assurer la continuité, sinon le programme ne pourra pas fonctionner correctement.

Alors que l'on ne sait pas bien quel sera le niveau d'intervention à venir du BIPM, lors de la première réunion du nouveau Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire (JCTLM) il a été demandé de créer une infrastructure pour répertorier des données fiables, éventuellement dans une base de données contenant les listes des matériaux et méthodes de référence qui seraient établies par le JCTLM. Le BIPM assure le secrétariat de ce nouveau Comité commun.

Il est largement reconnu que le succès dont jouit le BIPM, en tant qu'organisation intergouvernementale, dans ses activités de coordination internationale, repose sur sa crédibilité scientifique. Les consultations extérieures effectuées par la société KPMG l'ont aussi montré clairement. Sans activité scientifique, il ne serait pas possible d'attirer au BIPM des spécialistes de haut niveau, dans aucun domaine. Si le BIPM n'était qu'un bureau, il est probable qu'aucun de ses scientifiques de haut niveau n'accepterait d'y travailler. La brève expérience que nous avons en chimie indique qu'il est fondamental pour nos activités de coordination qu'un spécialiste fasse partie de notre personnel.

Donc, si le BIPM ne s'engage pas d'une manière ou d'une autre dans les domaines de la métrologie en chimie, en bioanalyse et en médecine, il est difficile d'envisager comment il pourra jouer dans ces nouveaux domaines de la métrologie le rôle pivot qu'il joue déjà dans le domaine des mesures physiques, ainsi que l'a montré l'étude récente effectuée par la société KPMG. Ce rôle est hautement considéré, non seulement par les directeurs des laboratoires nationaux de métrologie, mais aussi par un nombre de plus en plus élevé d'organisations, en dehors du champ d'application direct de la métrologie, mais dont les intérêts sont étroitement liés à la métrologie.

La première décision importante prise par le Comité international est qu'il est essentiel d'entreprendre un programme minimal de laboratoire dans ces nouveaux domaines pour assurer l'avenir du BIPM et répondre aux demandes clairement formulées par les laboratoires nationaux de métrologie.

Pour prendre les décisions nécessaires à une nouvelle orientation du BIPM permettant une activité minimale dans ces nouveaux domaines, il était nécessaire d'avoir une vision claire sur les priorités à court et moyen terme pour chacun des programmes en cours au BIPM. En effet les nouvelles activités doivent nécessairement être mises en œuvre aux dépens de certains programmes existants. De plus, il est de première importance d'utiliser au mieux le personnel hautement qualifié et motivé du BIPM.

Les priorités du programme actuel

Il est clair que le BIPM est une composante essentielle de l'infrastructure métrologique internationale. Sa présence dans les réunions internationales pour représenter les intérêts des laboratoires nationaux de métrologie, son rôle de coordination dans le domaine de la métrologie internationale, ses contacts directs avec les autres organisations internationales et par l'intermédiaire des Comités communs, son aide aux Comités consultatifs et aux organisations régionales de métrologie, ainsi que son rôle clé dans la mise en œuvre de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle par l'intermédiaire de la base de données du BIPM sur les

comparaisons clés et du JCRB, sont des activités hautement prioritaires. Il est évident qu'il faut maintenir et développer ces activités, et en assurer un fondement scientifique.

Dans le programme scientifique et technique il existe cependant différents niveaux de priorité :

Niveau de priorité le plus haut : les programmes dans le domaine de la masse et des échelles de temps

Ces programmes constituent le noyau central des activités scientifiques du BIPM : la Convention du Mètre nous a confié un mandat spécifique concernant l'unité de masse et des Résolutions successives de la Conférence générale nous ont aussi confié un mandat spécifique concernant les échelles de temps. Les programmes dans les domaines de la masse et du temps sont reconsidérés en permanence, mais si le Comité international peut envisager de petites économies dans les activités liées au temps du fait d'une automatisation accrue, il pense que le programme dans le domaine de la masse devrait être étendu afin d'inclure un projet sur la balance du watt. Une nouvelle définition éventuelle de l'unité de masse fondée sur des constantes atomiques ou fondamentales repose sur un travail à long terme pour contrôler la masse de l'artefact actuel, le Prototype international du kilogramme. Le BIPM occupe une position unique dans ce domaine et est seul capable de prendre en charge cette activité.

Deuxième niveau de priorité : les rayonnements ionisants et la chimie

Le programme sur les rayonnements ionisants au BIPM fournit la principale référence pour la plupart des comparaisons nationales de dosimétrie et de radioactivité ; il permet de lier au SI le réseau des laboratoires secondaires de dosimétrie de l'AIEA. Il nous paraît très difficile d'effectuer des économies à ce sujet, car les activités actuelles sont déjà tout juste suffisantes. Le programme actuel, restreint, en chimie constitue un premier pas vers les nouveaux domaines évoqués précédemment et est très prioritaire.

Troisième niveau de priorité : programmes dans les domaines de l'électricité, des lasers et de la gravimétrie

Les programmes dans les domaines de l'électricité et des lasers ont chacun une importance particulière.

Le programme dans le domaine de l'électricité apporterait une contribution fondamentale à un projet éventuel sur la balance du watt au BIPM. Le BIPM détient aussi les seuls étalons voyageurs de tension à effet Josephson et de résistance à effet Hall quantique de haute exactitude. Ces étalons sont uniques et fournissent actuellement le seul moyen de vérifier la cohérence entre les étalons des laboratoires nationaux de métrologie au plus haut niveau d'exactitude. Une telle aptitude est fondamentale (que ce soit au BIPM ou ailleurs) pour les années à venir. Il a aussi été proposé, en collaboration avec le NML CSIRO (Australie), de fabriquer un condensateur calculable qui serait installé au BIPM pour fournir une des rares références mondiales à long terme dans ce domaine. Plusieurs laboratoires nationaux de métrologie se sont déclarés intéressés à participer à ce projet. Notons aussi que la moitié des certificats d'étalonnage émis par le BIPM concernent des étalons électriques appartenant à presque la moitié des États membres de la Convention du Mètre. Les services concernant les mesures électriques font partie des compétences de base essentielles au BIPM.

En ce qui concerne les lasers, le nouveau programme est centré sur la technologie des peignes à impulsions femtosecondes. L'arrivée de cette nouvelle technologie a mis fin au programme de comparaisons fondé sur les lasers de référence du BIPM à He-Ne à 633 nm qui a duré une trentaine d'années. Les lasers à peigne marquent aussi un point de rupture pour les autres comparaisons de lasers dans le visible et l'infrarouge. Ces activités relèvent du domaine de la recherche scientifique fondamentale et préparent le rôle à venir éventuel du BIPM dans les comparaisons d'étalons de fréquence à un niveau d'exactitude supérieur à celui accessible par les techniques par satellite. Le but de ce nouveau programme du BIPM à court et moyen terme est donc de préparer les comparaisons de fréquences optiques, de valider les performances des peignes de fréquence et, en attendant, d'effectuer des mesures de fréquence pour les étalons à 633 nm des plus petits laboratoires nationaux de métrologie.

Le programme sur la gravimétrie est très restreint mais très prisé et il est de plus en plus considéré comme fondamental par la communauté des géophysiciens, à la demande desquels nous avons récemment établi un groupe de travail officiel. Une nouvelle demande pour que les métrologistes aident à améliorer la liaison entre les différents aspects de la géophysique et le SI a récemment été formulée. La longue série de comparaisons de gravimètres absolus au BIPM bénéficie du soutien de l'Union géodésique et géophysique internationale. Les activités en gravimétrie au BIPM contribueront au projet sur la balance du watt.

Quatrième niveau de priorité

Au quatrième rang des priorités nous plaçons le programme en photométrie et en radiométrie, et une activité restreinte en nanométrie. Dans le cas des programmes en photométrie et en radiométrie, les arguments pour effectuer des activités au BIPM sont moins forts que pour les activités mentionnées précédemment. Avec l'adoption presque universelle par les laboratoires nationaux de métrologie du radiomètre cryogénique comme référence pour les étalons en photométrie et radiométrie, le BIPM a cessé de jouer le rôle qu'il jouait précédemment dans la conservation du lumen et de la candela au niveau mondial au moyen d'une série de lampes à incandescence. De plus, le BIPM ne possède pas d'étalons voyageurs indispensables aux comparaisons de radiomètres cryogéniques. Il est clair, toutefois, que la conservation du lumen et de la candela au BIPM lui permet de poursuivre le service d'étalonnage, hautement apprécié par de nombreux petits laboratoires, qu'il assure de longue date. Il faut cependant noter que le personnel actuel composé de trois scientifiques, mais ne comportant pas de technicien, ne suffit pas à assurer le programme actuel.

Le programme sur la nanométrie apporte une aide restreinte mais utile aux activités du Comité consultatif des longueurs (CCL) dans ce domaine, mais cette activité n'est pas considérée comme prioritaire pour le BIPM parce que les activités du CCL dans ce domaine sont relativement limitées.

Compétences de base

Pour étayer toutes les activités mentionnées ci-dessus, il faut préserver un certain nombre de compétences essentielles au BIPM. Celles-ci comprennent une connaissance fondamentale des mesures dans les domaines de l'électricité, de l'optique et de l'interférométrie, des pressions et de la température, ainsi que de l'électronique, de la conception en mécanique et un atelier de mécanique pour construire les équipements expérimentaux.

Décisions concernant le programme

Le Comité international a examiné ces priorités et pris les décisions suivantes :

1. Deux personnes au maximum seront recrutées pour la chimie organique et un programme restreint de laboratoire débutera pendant la période comprise entre 2004 et 2006.
2. Un projet sur la balance du watt sera entrepris et l'on poursuivra les activités sur le condensateur calculable en collaboration avec le NML CSIRO.
3. Le personnel chargé de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés sera renforcé et un secrétariat permanent sera créé pour le JCRB.
4. Il sera mis fin au programme sur la photométrie et la radiométrie en 2004. Les trois scientifiques de cette section seront transférés à la section d'électricité et, lorsque les trois scientifiques de la section d'électricité prendront leur retraite au cours des prochaines années, ils formeront le noyau de la section d'électricité. Il sera alors mis fin au service d'étalonnage de lampes à incandescence, mais le BIPM essaiera d'organiser des étalonnages pour les anciens utilisateurs du BIPM avec l'aide de quelques laboratoires nationaux de métrologie, dans le cadre de leur organisation régionale de métrologie. (Note : En moyenne vingt-cinq lampes au total sont étalonnées chaque année).
5. Le travail dans la section des lasers sera uniquement centré sur le projet de laser à impulsions femtosecondes, qui continuera jusqu'à 2006, date à laquelle la section sera fermée. Une poursuite à plus long terme du programme actuel demanderait des investissements lourds en équipements et en personnel scientifique de haut niveau, et ce n'est pas possible financièrement dans les conditions actuelles. Les quatre membres permanents de la section seront progressivement affectés à d'autres domaines d'activité du BIPM.

Personnel

Le Comité international prévoit que les changements présentés ci-dessus s'accomplissent sans qu'il y ait de personnel en doublon, en profitant des départs à la retraite, de transferts internes des personnels travaillant dans les domaines dont l'activité est réduite ou arrêtée, et par l'arrêt du recrutement de chercheurs associés.

L'effectif actuel comprend (octobre 2002) 71 employés permanents (en équivalent plein temps) plus 6 chercheurs associés. Il devrait être réduit en 2008 à 67 employés permanents, et il n'y aurait plus de chercheur associé. Notons que l'effectif varie d'année en année du fait des départs à la retraite et des recoupements dus à de nouveaux recrutements ; en 2003 il y aura un pic de 75 employés permanents mais seulement 5 chercheurs associés.

Les stages effectués par des scientifiques extérieurs au BIPM sont essentiels à son programme scientifique. Ils sont aussi nécessaires pour apporter une aide scientifique supplémentaire afin que les chefs de section puissent assister plus souvent aux réunions techniques des organisations régionales de métrologie, activité que nous estimons prioritaire et qui doit être accrue. Le Comité international demande aux laboratoires nationaux de métrologie d'être prêts à envoyer au BIPM des membres qualifiés de leur personnel, à leurs frais, pour des périodes d'un à deux ans, afin de maintenir une présence constante de quatre ou cinq chercheurs associés. Cette proposition est spécifiquement mentionnée dans le projet de résolution sur la dotation.

Financement supplémentaire

L'absence de financement supplémentaire pour les investissements destinés à la mise à niveau ou à l'implantation de nouveaux équipements essentiels, ou pour l'infrastructure de base, en dehors ou en plus de la dotation annuelle adoptée par les Conférences générales successives, distingue le BIPM de nombreux laboratoires nationaux de métrologie. Dans la période actuelle de faible inflation, il n'est plus possible de réaliser des économies sur le budget annuel dans ce but. Des économies équivalentes à quelques pourcent de la dotation par an ont pu être réalisées pendant les années 1970 et 1980, à une époque où l'augmentation de la dotation adoptée par la Conférence générale était légèrement supérieure à l'inflation en France. Compte tenu de l'impossibilité de réaliser des économies substantielles sur le budget annuel, le Comité international a envisagé de demander aux États membres, lors de la 22^e Conférence générale, une somme forfaitaire (exceptionnelle) pour sa restructuration pendant la prochaine période de quatre ans. La somme envisagée était d'environ un million d'euros, et suffisait à couvrir les dépenses nécessaires à la mise à niveau du conditionnement d'air dans les laboratoires, à la rénovation des laboratoires, et à des réparations majeures de la toiture des deux bâtiments du site datant du dix-septième siècle, le Pavillon de Breteuil et le Petit Pavillon. Finalement, nous n'avons pas demandé de somme forfaitaire supplémentaire parce que nous avons estimé que nous avions peu de chance de l'obtenir. Ces coûts sont toutefois inclus dans la proposition d'augmentation de la dotation du Comité international. La possibilité d'une contribution supplémentaire à la caisse de retraite du BIPM a aussi été discutée, mais il n'y a pas été donné suite.

Tout en considérant les conséquences d'une réduction à venir de financement par les États membres et les Associés actuels, nous ne devons pas oublier la possibilité d'une faible augmentation de revenus provenant d'une augmentation du nombre des membres de la Convention du Mètre, ou de toute autre origine ; cette éventualité doit être explorée.

Liste des sigles utilisés dans le présent volume List of acronyms used in the present volume

1 Sigles des laboratoires, commissions et conférences* Acronyms for laboratories, committees and conferences

ACQHR	CCEM Working Group on ac Measurements of the Quantum Hall Resistance
AHWGV	<i>Ad Hoc</i> Working Group on Viscosity
AIEA/IAEA	Agence internationale de l'énergie atomique/International Atomic Energy Agency
AIST	Agency of Industrial Science and Technology, Tokyo et Tsukuba (Japon)
AMA/WADA	Agence mondiale antidopage/World Anti-Doping Agency
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APMP	Asia/Pacific Metrology Programme
AQSIQ	Bureau d'État de la supervision de la qualité, de l'inspection et de la quarantaine, Beijing (Chine)
ASTM	American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA (États-Unis)
BelGIM	Institut national de métrologie bélarussien, Minsk (Biélarus)
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vienne (Autriche)
BIML	Bureau international de métrologie légale
BIPM	Bureau international des poids et mesures/International Bureau of Weights and Measures
BmWA	Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Vienne (Autriche)
BNM	Bureau national de métrologie, Paris (France)
BNM-SYRTE	Bureau national de métrologie, Systèmes de Référence Temps Espace, Observatoire de Paris (France)
BRML	Bureau roumain de la métrologie légale, Bucarest (Roumanie)
CARICOM	Caribbean Community
CARIMET	Coopération métrologique des Caraïbes/Caribbean Institute of Metrology
CC	Comité consultatif du CIPM/Consultative Committee of the CIPM
CCAUV	Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations/Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration
CCEM	Comité consultatif d'électricité et magnétisme/ Consultative Committee for Electricity and Magnetism
CCL	Comité consultatif des longueurs/Consultative Committee for Length
CCM	Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées/Consultative Committee for Mass and Related Quantities
CCPR	Comité consultatif de photométrie et radiométrie/ Consultative Committee for Photometry and Radiometry
CCQM	Comité consultatif pour la quantité de matière : Métrologie en chimie/ Consultative Committee for Amount of Substance : Metrology in chemistry

* Les laboratoires ou organisations marqués d'un astérisque soit n'existent plus soit figurent sous un autre sigle./Organizations marked with an asterisk either no longer exist or operate under a different acronym.

CCRI	Comité consultatif des rayonnements ionisants/Consultative Committee for Ionizing Radiation
CCT	Comité consultatif de thermométrie/Consultative Committee for Thermometry
CCTF	Comité consultatif du temps et des fréquences/Consultative Committee for Time and Frequency
CCU	Comité consultatif des unités/Consultative Committee for Units
CEI/IEC	Commission électrotechnique internationale/International Electrotechnical Commission
CEM	Centro Español de Metrología, Madrid (Espagne)
CENAM	Centro Nacional de Metrología, Mexico (Mexique)
CGPM	Conférence générale des poids et mesures/General Conference on Weights and Measures
CIE	Commission internationale de l'éclairage/International Commission on Illumination
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medio-ambientales y Tecnológicas, Madrid (Espagne)
CIML	Comité international de métrologie légale
CIPM	Comité international des poids et mesures/International Committee for Weights and Measures
CITAC	Cooperation on International Traceability in Analytical Chemistry
CMI	Český Metrologický Institut/Czech Metrological Institute, Prague et Brno (Rép. tchèque)
CMS/ITRI	Centre for Measurement Standards of the Industrial Technology Research Institute, Hsinchu (Taiwan)
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche, Turin (Italie)
CODATA	Committee on Data for Science and Technology
Codex Alimentarius Commission : Commission créée par la FAO et l'OMS	
COOMET	Coopération métrologique entre les États d'Europe centrale/ Cooperation in Metrology among the Central European Countries
CPEM	Conference on Precision Electromagnetic Measurements
CSIR-NML	Council for Scientific and Industrial Research, National Metrology Laboratory, Pretoria (Afrique du Sud)
DCSMS	State Enterprise "Transcarpathian Regional Standardization, Metrology and Certification Center", Uzhgorod (Ukraine)
DFM	Danish Institute of Fundamental Metrology, Lyngby (Danemark)
ENEA	Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Rome (Italie)
ENEA-INMRI	Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente, Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti, Rome (Italie)
EUROMET	European Collaboration in Measurement Standards
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture/Food and Agricultural Organization of the United Nations
GAW	<i>voir</i> OMM-WMO/GAW
GT-RF	Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences du CCEM/ CCEM Working Group on Radiofrequency Quantities
GUM	Główny Urząd Miar/Central Office of Measures, Varsovie (Pologne)
HUT	Helsinki University of Technology, Helsinki (Finlande)
IAEA*	<i>voir</i> AIEA
IAF	International Accreditation Forum

IATA	International Air Transport Association
IAU*	<i>voir</i> UAI
ICAG	International Comparison of Absolute Gravimeters
IEC*	<i>voir</i> CEI
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin (Italie)
IERS	Service international de la rotation terrestre/International Earth Rotation Service
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 Cooperation
ILP	Institute of Laser Physics, Académie des sciences de Russie, Novosibirsk et Saint-Pétersbourg (Féd. de Russie)
IMGC	Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Turin (Italie)
IMGC-CNR	Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Turin (Italie)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, Rio de Janeiro (Brésil)
INPL	National Physical Laboratory of Israel, Jérusalem (Israël)
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires (Argentine)
IOPP	Institute of Physics Publishing, Londres (Royaume-Uni)
IPQ	Instituto Português da Qualidade, Lisbonne (Portugal)
IRMM	Institut des matériaux et mesures de référence, Commission européenne/Institute for Reference Materials and Measurements, European Commission
ISO	Organisation internationale de normalisation/International Organization for Standardization
ISO CASCO	Organisation internationale de normalisation, Comité pour l'évaluation de la conformité/International Organization for Standardization, Committee on Conformity Assessment
ISO REMCO	Organisation internationale de normalisation, Comité pour les matériaux de référence/International Organization for Standardization, Committee on Reference Materials
ITU*	<i>voir</i> UIT
IUGG*	<i>voir</i> UGGI
IUPAC*	<i>voir</i> UICPA
IUPAP*	<i>voir</i> UIPPA
JACR	Japanese Association of Cardiac Rehabilitation, Tokyo (Japon)
JCDCMAS	Comité commun pour la coordination de l'assistance aux pays en voie de développement dans les domaines de la métrologie, de l'accréditation et de la normalisation/Joint Committee on Coordination of Assistance to Developing Countries in Metrology, Accreditation and Standardization
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	Comité commun pour la traçabilité en médecine de laboratoire/Joint Committee on Traceability in Laboratory Medicine
JV	Justervesenet, Oslo (Norvège)

KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon (Rép. de Corée)
LAMA	Laboratoire de Mathématiques du CNRS, Le Bourget (France)
LGC	Laboratory of the Government Chemist, Teddington (Royaume-Uni)
LNE	Bureau national de métrologie et d'essais, Paris (France)
LNMC	Latvijas Nacionālais Metroloģijas Centrs, Riga (Lettonie)
MAA	Arrangement mutuel d'acceptation de l'OIML des résultats d'essais d'approbation type/OIML Mutual Acceptance Arrangement for the recognition of type-approval test results
MePWG	Groupe de travail du CCL sur la mise en pratique/CCL Working Group on the <i>Mise en Pratique</i>
METAS	Office fédéral de métrologie et d'accréditation, Wabern (Suisse)
METI	Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie, Tokyo (Japon)
MIKES	Mittatekniikan Keskus/Centre for Metrology and Accreditation, Helsinki (Finlande)
MIRS	Institut de métrologie de la République de Slovénie, Ljubljana (Slovénie)
MIT	Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA (États-Unis)
MoU	Protocole d'accord/Memorandum of Understanding
MRA	Arrangement de reconnaissance mutuelle du CIPM/CIPM Mutual Recognition Arrangement
MSL	Measurement Standards Laboratory of New Zealand, Lower Hutt (Nouvelle-Zélande)
NAB	National Accreditation Body
NAFTA	North American Free Trade Agreement
NCM	National Centre of Metrology, Sofia (Bulgarie)
NCSL	International Conference of Standards Laboratories
NIM	National Institute of Metrology, Beijing (Chine)
NIMT	National Institute of Metrology of Thailand, Bangkok (Thaïlande)
NIS	National Institute for Standards, Le Caire (Égypte)
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD (États-Unis)
NMi VSL	Nederlands Meetinstituut, Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas)
NMI	National Metrology Institute
NMIJ/AIST	National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba (Japon)
NML CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, National Measurement Laboratory, Lindfield (Australie)
NML	<i>voir</i> CSIR
NPL	National Physical Laboratory, Teddington (Royaume-Uni)
NPLI	National Physical Laboratory of India, New Delhi (Inde)
NRC	Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Canada)
NRC-IENM/ -INMS	Conseil national de recherches du Canada, Institut des étalons nationaux de mesure/National Research Council of Canada, Institute for National Measurement Standards, Ottawa (Canada)
OIML	Organisation internationale de métrologie légale
OMC/WTO	Organisation mondiale du Commerce/World Trade Organization
OMH	Országos Mérésügyi Hivatal, Budapest (Hongrie)
OMM/GAW	Organisation météorologique mondiale, Programme de la veille de l'atmosphère globale/World Meteorological Organization, Global Atmosphere Watch programme
OMM/WMO	Organisation météorologique mondiale/World Meteorological Organization

OMS/WHO	Organisation mondiale de la santé/World Health Organization
ORB	Observatoire Royal de Belgique, Bruxelles (Belgique)
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig et Berlin (Allemagne)
RCMAM	Groupe de travail de l'UAI sur la relativité en mécanique céleste, en astrométrie et dans le domaine de la métrologie/ IAU Working Group on Relativity for Celestial Mechanics, Astrometry and for Metrology
REGMET	Project for Improving Dialogue between EU Regulatory Bodies and National Measurement Institutes
RMO	Regional Metrology Organization
SADCMET	Southern African Development Community Cooperation in Measurement Traceability
SAMTS	State Agency for Metrology and Technical Surveillance, Sofia (Bulgarie)
SCL	Standards and Calibration Laboratory (Hong Kong)
SIM	Système interaméricain de métrologie/Sistema Interamericano de Metrología
SIRIM	Standards and Industrial Research Institute, Shah Alam (Malaisie)
SIS	Swedish Standards Institute, Stockholm (Suède)
SLM	Slovak Legal Metrology, Banská Bystrica (Slovaquie)
SMU	Slovenský Metrologický Ústav/Slovak Institute of Metrology, Bratislava (Slovaquie)
SP	SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut/Swedish National Testing and Research Institute, Borås (Suède)
SPIE	International Society for Optical Engineering
SPRING	Standards, Productivity and Innovation Board, Singapour (Singapour)
SSDL	Laboratoires secondaires de dosimétrie de l'AIEA/Secondary Standards Dosimetry Laboratories of the IAEA, <i>voir</i> AIEA
SYRTE*	Systèmes de Référence Temps Espace, <i>voir</i> BNM
TUD	Technical University of Denmark, Lyngby (Danemark)
UAI/IAU	Union astronomique internationale/International Astronomical Union
UGGI/IUGG	Union géodésique et géophysique internationale/International Union of Geodesy and Geophysics
UICPA/IUPAC	Union internationale de chimie pure et appliquée/International Union of Pure and Applied Chemistry
UIT/ITU	Union internationale des radiocommunications/International Telecommunication Union
UME	Ulusal Metroloji Enstitüsü/National Metrology Institute, Marmara Research Centre, Gebze-Kocaeli (Turquie)
UN	Nations unies/United Nations
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UNMS SR	Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky/Slovak Office of Standards, Metrology and Testing, Bratislava (Slovaquie)
URSI	Union radioscientifique internationale/International Union of Radio Science
USNO	U.S. Naval Observatory, Washington DC (États-Unis)
VNIIFTRI	All-Russian Research Institute for Physical, Technical and Radiophysical Measurements, Gosstandart of Russia, Moscou (Féd. de Russie)
VNIIIM	Institut de métrologie D.I. Mendéléev/D.I. Mendeleev Institute for Metrology, Saint-Pétersbourg (Féd. de Russie)

VNIIMS	Russian Research Institute for Metrological Service of Gosstandart of Russia, Moscou (Féd. de Russie)
VNIIOFI	Institut des mesures en optique physique, Gosstandart de Russie, Moscou (Féd. de Russie)
VSL*	Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas), <i>voir</i> NMI
VTT	Centre for Metrology and Accreditation, Technical Research Centre of Finland, Espoo (Finlande)
WADA	<i>voir</i> AMA
WGDM	Groupe de travail du CCL sur la métrologie dimensionnelle/CCL Working Group on Dimensional Metrology
WGKC	Working Group on Key Comparisons
WGLF	CCEM Working Group on Low-Frequency Quantities
WHO*	<i>voir</i> OMS
WMO*	<i>voir</i> OMM
WTO*	<i>voir</i> OMC
WTO/TBT	Organisation mondiale du commerce, Comité sur les obstacles techniques au commerce/World Trade Organization, Technical Barriers to Trade Committee
ZMDM	Bureau des mesures et métaux précieux/Bureau of Measures and Precious Metals, Belgrade (Serbie-et-Monténégro)

2 Sigles des termes scientifiques Acronyms for scientific terms

ACES	Atomic Clock Ensemble in Space
ADN/DNA	Acide désoxyribonucléique/Deoxyribonucleic acid
ARN/RNA	Acide ribonucléique/Ribonucleic acid
AUV	Acoustics, Ultrasound and Vibration
CMC	Possibilités en matière de mesures et d'étalonnages/Calibration and Measurement Capabilities
CMM	Machine à mesurer les coordonnées/Coordinate Measuring Machine
COUNT	Projet de recherche de l'Union Européenne en électricité/Research project supported by the European Commission "Counting Electrons One by One: Measurement of Very Small Electrical Currents"
CRM	Certified Reference Material
DNA	<i>voir</i> ADN
EIPT-48/ IPTS-48	Échelle internationale pratique de température de 1948/International Practical Temperature Scale of 1948
EIT-68/ITS-68	Échelle internationale de température de 1968/International Temperature Scale of 1968
EIT-90/ITS-90	Échelle internationale de température de 1990/International Temperature Scale of 1990
EPBT-2000/ PLTS-2000	Échelle pratique de température de 1990/International Temperature Scale of 2000
EPT-76	Échelle pratique de température de 1976/Practical Temperature Scale of 1976
FTIR	Fourier Transform Infrared Technique
GDP	Gross Domestic Product
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GMO	<i>voir</i> OGM
GPS	Global Positioning System

GUM	Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure/Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement
IPTS-48	<i>voir</i> EIPT-48
ISQ	Système international de grandeurs/International System of Quantities
ITS-68	<i>voir</i> EIT-68
ITS-90	<i>voir</i> EIT-90
IVD	Diagnostic <i>in vitro</i> /In Vitro Diagnostic
KCDB	Base de données du BIPM sur les comparaisons clés/ BIPM Key Comparison Database
KCRV	Valeur de référence de la comparaison clé/Key Comparison Reference Value
NMR	Résonance magnétique nucléaire/Nuclear Magnetic Resonance
OGM/GMO	Organisme génétiquement modifié/Genetically Modified Organism
PHARAO	Projet d'horloge atomique à refroidissement d'atomes en orbite
PLTS-2000	<i>voir</i> EPTB 2000
QHR	Résistance de Hall quantifiée/Quantum Hall Resistance
RNA	<i>voir</i> ARN
SET	Effet tunnel monoélectronique/Single Electron Tunnelling
SI	Système international d'unités/International System of Units
SIR	Système international de référence/International Reference System
SMOW	Standard Mean Ocean Water
SPRT	Thermomètre à résistance de platine étalon/Standard Platinum Resistance Thermometer
TAI	Temps atomique international/International Atomic Time
TWSTFT	Comparaison de temps et de fréquence par aller et retour sur satellite/Two-way Satellite Time and Frequency Transfer
UTC	Temps universel coordonné/Coordinated Universal Time
UV	Ultraviolet
VIM	Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie/International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology
VUV	Ultraviolet dans le vide/Vacuum Ultraviolet