

**Bureau international des poids et mesures**

# **Comité consultatif de thermométrie (CCT)**

21<sup>e</sup> session (septembre 2001)

Note sur l'utilisation du texte anglais (*voir page 47*).

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

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

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

Conception graphique :  
Monika Jost

Imprimé par : Stedi, Paris

ISSN 0069-6463  
ISBN 92-822-2188-1

## TABLE DES MATIÈRES

Photographie des participants à la 21<sup>e</sup> session du Comité consultatif de thermométrie **2**

États membres de la Convention du Mètre et associés à la Conférence générale **7**

Le BIPM et la Convention du Mètre **9**

Liste des membres du Comité consultatif de thermométrie **13**

**Rapport au Comité international des poids et mesures**, par M. de Groot **15**

Ordre du jour **16**

- 1 Ouverture de la session ; désignation d'un rapporteur ; approbation de l'ordre du jour **19**
- 2 Documents de travail présentés à la 21<sup>e</sup> session du CCT **20**
- 3 Rapports des groupes de travail **20**
  - 3.1 Groupe de travail 1 : points fixes de définition et instruments d'interpolation **20**
  - 3.2 Groupe de travail 2 : points fixes secondaires et techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90 **21**
  - 3.3 Groupe de travail 3 : incertitudes **21**
  - 3.4 Groupe de travail 4 : détermination des températures thermodynamiques et extension de l'EIT-90 à de plus basses températures **22**
  - 3.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement **22**
  - 3.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité **23**
  - 3.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés **24**
  - 3.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages **24**
- 4 Rapports sur les comparaisons clés du CCT **25**
  - 4.1 Comparaison clé CCT-K1 : réalisation de l'EIT-90 de 0,65 K à 24,5561 K au moyen de thermomètres à résistance fer-rhodium **25**
  - 4.2 Comparaison clé CCT-K2 : réalisation de l'EIT-90 de 13,8 K à 273,16 K au moyen de thermomètres à résistance de platine étalons de type capsule **25**

- 4.3 Comparaison clé CCT-K3 : réalisation de l'EIT-90 de 83,8058 K à 933,473 K **26**
- 4.4 Comparaison clé CCT-K4 : comparaison aux points fixes de l'aluminium et de l'argent **27**
- 4.5 Comparaison clé CCT-K5 : réalisation de l'EIT-90 entre le point fixe de l'argent et 1700 °C en utilisant des lampes à ruban sous vide comme étalons de transfert **27**
- 4.6 Nouvelles comparaisons clés **28**
- 5 Études relatives à l'EIT-90 **28**
- 6 Établissement et composition des groupes de travail du CCT **29**
  - 6.1 Groupe de travail 1 : points fixes de définition et instruments d'interpolation **29**
  - 6.2 Groupe de travail 2 : points fixes secondaires et techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90 **29**
  - 6.3 Groupe de travail 3 : incertitudes **30**
  - 6.4 Groupe de travail 4 : détermination des températures thermodynamiques et extension de l'EIT-90 à de plus basses températures **30**
  - 6.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement **31**
  - 6.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité **31**
  - 6.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés **32**
  - 6.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages **32**
  - 6.9 Groupe de travail 9 : propriétés thermophysiques **33**
  - 6.10 Activités des groupes de travail **33**
- 7 Questions diverses **33**
- 8 Rapport au CIPM et recommandations **34**
- 9 Date de la prochaine session **34**

**Annexe T 1.** Documents de travail présentés à la 21<sup>e</sup> session du CCT **35**

**Liste des sigles utilisés dans le présent volume 41**

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

au 12 septembre 2001

**États membres de la Convention du Mètre**

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

**Associés à la Conférence générale**

Cuba	Lettonie
Équateur	Lituanie
Hong Kong, Chine	Malte



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 1 le Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CEM), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif d'électricité (CCE) créé en 1927 ;
- 2 le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), nouveau nom donné en 1971 au Comité consultatif de photométrie (CCP) créé en 1933 (de 1930 à 1933 le CCE s'est occupé des questions de photométrie) ;
- 3 le Comité consultatif de thermométrie (CCT), créé en 1937 ;
- 4 le Comité consultatif des longueurs (CCL), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition du mètre (CCDM) créé en 1952 ;
- 5 le Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS) créé en 1956 ;
- 6 le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CEMRI) créé en 1958 (en 1969, ce Comité consultatif a institué quatre sections : Section I (Rayons x et  $\gamma$ , électrons), Section II (Mesure des radionucléides), Section III (Mesures neutroniques), Section IV (Étalons d'énergie  $\alpha$ ) ; cette dernière section a été dissoute en 1975, son domaine d'activité étant confié à la Section II) ;
- 7 le Comité consultatif des unités (CCU), créé en 1964 (ce Comité consultatif a remplacé la « Commission du système d'unités » instituée par le Comité international en 1954) ;
- 8 le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM), créé en 1980 ;
- 9 le Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), créé en 1993 ;
- 10 le Comité consultatif de l'acoustique, des ultrasons et des vibrations (CCAUUV), créé en 1998.

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

- *Comptes rendus des séances de la Conférence générale des poids et mesures* ;
- *Procès-verbaux des séances du Comité international des poids et mesures* ;

- *Rapports des sessions des Comités consultatifs.*

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

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

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

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

## **LISTE DES MEMBRES DU COMITÉ CONSULTATIF DE THERMOMÉTRIE**

au 12 septembre 2001

### **Président**

H. Ugur, membre du Comité international des poids et mesures, Ulusal Metroloji Enstitüsü [UME], Gebze-Kocaeli.

### **Secrétaire exécutif**

M. Stock, Bureau international des poids et mesures [BIPM], Sèvres.

### **Membres**

Bureau national de métrologie, Institut national de métrologie [BNM-INM], Paris.

Conseil national de recherches du Canada [NRC], Ottawa.

CSIR - National Measurement Laboratory [CSIR-NML], Pretoria.

Institut de métrologie D.I. Mendéléev [VNIIM], Gosstandart de Russie, Saint-Pétersbourg.

Institut des mesures physico-techniques et radiotechniques [VNIIFTRI], Gosstandart de Russie, Moscou.

Institut national de métrologie [NIM], Beijing.

Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Consiglio Nazionale delle Ricerche [IMGC-CNR], Turin.

Korea Research Institute of Standards and Science [KRISS], Daejeon.

Measurement Standards Laboratory of New Zealand [MSL], Lower Hutt.

National Institute of Standards and Technology [NIST], Gaithersburg.

National Measurement Laboratory, CSIRO [NML-CSIRO], Lindfield.

National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology [NMIJ/AIST], Tsukuba.

National Physical Laboratory [NPL], Teddington.

NMi Van Swinden Laboratorium, Nederlands Meetinstituut [NMi VSL],  
Delft.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [PTB], Braunschweig.

Singapore Productivity and Standards Board [PSB], Singapour.

Slovak Metrology Institute/Slovenský Metrologický Ústav [SMU],  
Bratislava.

Ulusal Metroloji Enstitüsü/National Metrology Institute of Turkey [UME],  
Gebze-Kocaeli.

Le directeur du Bureau international des poids et mesures [BIPM], Sèvres.

#### **Observateurs**

Centro Español de Metrología [CEM], Madrid.

Centro Nacional de Metrología [CENAM], Querétaro.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial [INTI], Buenos Aires.

Instituto Português da Qualidade [IPQ], Caparica.

## **Comité consultatif de thermométrie**

**Rapport de la 21<sup>e</sup> session**

(12-14 septembre 2001)

**au Comité international des poids et mesures**

## Ordre du jour

- 1 Ouverture de la session ; désignation d'un rapporteur ; approbation de l'ordre du jour.
- 2 Documents de travail présentés à la 21<sup>e</sup> session du CCT.
- 3 Rapports des groupes de travail :
  - 3.1 Groupe de travail 1 : points fixes de définition et instruments d'interpolation ;
  - 3.2 Groupe de travail 2 : points fixes secondaires et techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90 ;
  - 3.3 Groupe de travail 3 : incertitudes ;
  - 3.4 Groupe de travail 4 : détermination des températures thermodynamiques et extension de l'EIT-90 à de plus basses températures ;
  - 3.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement ;
  - 3.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité ;
  - 3.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés ;
  - 3.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages.
- 4 Rapports sur les comparaisons clés du CCT :
  - 4.1 Comparaison clé CCT-K1 : réalisation de l'EIT-90 de 0,65 K à 24,5561 K au moyen de thermomètres à résistance fer-rhodium ;
  - 4.2 Comparaison clé CCT-K2 : réalisation de l'EIT-90 de 13,8 K à 273,16 K au moyen de thermomètres à résistance de platine étalons de type capsule ;
  - 4.3 Comparaison clé CCT-K3 : réalisation de l'EIT-90 de 83,8058 K à 933,473 K ;
  - 4.4 Comparaison clé CCT-K4 : comparaison aux points fixes de l'aluminium et de l'argent ;

- 4.5 Comparaison clé CCT-K5 : réalisation de l'EIT-90 entre le point fixe de l'argent et 1700 °C en utilisant des lampes à ruban sous vide comme étalons de transfert ;
- 4.6 Nouvelles comparaisons clés.
- 5 Études relatives à l'EIT-90.
- 6 Établissement et composition des groupes de travail du CCT :
  - 6.1 Groupe de travail 1 : points fixes de définition et instruments d'interpolation ;
  - 6.2 Groupe de travail 2 : points fixes secondaires et techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90 ;
  - 6.3 Groupe de travail 3 : incertitudes ;
  - 6.4 Groupe de travail 4 : détermination des températures thermodynamiques et extension de l'EIT-90 à de plus basses températures ;
  - 6.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement ;
  - 6.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité ;
  - 6.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés ;
  - 6.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages ;
  - 6.9 Groupe de travail 9 : propriétés thermophysiques ;
  - 6.10 Activités des groupes de travail.
- 7 Questions diverses.
- 8 Rapport au CIPM et recommandations.
- 9 Date de la prochaine session.



## **1 OUVERTURE DE LA SESSION ; DÉSIGNATION D'UN RAPPORTEUR ; APPROBATION DE L'ORDRE DU JOUR**

Le Comité consultatif de thermométrie (CCT) a tenu sa vingt et unième session au Bureau international des poids et mesures (BIPM), Pavillon de Breteuil, à Sèvres, les 12, 13 et 14 septembre 2001.

Étaient présents : M. Arai (NMIJ), M. Ballico (NML-CSIRO), M. Battuello (IMGC-CNR), G. Bonnier (BNM-INM), Y. Duan (NIM), S. Duris (SMU), B. Fellmuth (PTB), J. Fischer (PTB), M.J. de Groot (NMi VSL), K.D. Hill (NRC), P. Huang (NIST), Y. Hermier (BNM-INM), C. Johnson (NIST), K.H. Kang (KRISS), H. Liedberg (CSIR-NML), G. Machin (NPL), P. Marcarino (IMGC-CNR), M. Matveyev (VNIIM), F. Pavese (IMGC-CNR), A. Pokhodun (VNIIM), T.J. Quinn (directeur du BIPM), R. Rusby (NPL), D.C. Ripple (NIST), F. Sakuma (NMIJ), A.G. Steele (NRC), G.F. Strouse (NIST), H. Ugur (UME, président du CCT), S. Ugur (UME), Li Wang (PSB), R. White (MSL).

Invités et observateurs : V. Chimenti (CEM), M. Durieux (KOL), R.P. Hudson, E. Méndez-Lango (CENAM), M.E. Filipe (IPQ).

Assistaient aussi à la session : P. Giacomo (directeur honoraire du BIPM), M. Stock (secrétaire exécutif du CCT), C. Thomas (coordinatrice de la base de données du BIPM sur les comparaisons clés), S. Solve (BIPM).

Absents: INTI, VNIIFTRI.

Le président ouvre la réunion et invite le directeur du BIPM à prendre la parole pour faire part de son émotion et demander aux participants de respecter un moment de silence à l'occasion des terribles événements survenus à New York et à Washington le 11 septembre 2001. En témoignage de respect, le CCT a marqué trois minutes de silence le vendredi 14 septembre, comme partout en Europe, en commémoration des victimes de ces attentats.

Michael Stock du BIPM succède à Rainer Köhler en qualité de secrétaire exécutif du CCT.

M. de Groot est nommé rapporteur.

L'ordre du jour est approuvé après quelques modifications mineures.

## **2 DOCUMENTS DE TRAVAIL PRÉSENTÉS À LA 21<sup>e</sup> SESSION DU CCT**

Quarante-quatre documents ont été présentés à cette session ; ils sont répertoriés à l'annexe T 1.

Les documents devant faire l'objet de discussions particulières lors de la réunion seront à l'avenir identifiés par les groupes de travail du CCT avant la réunion. Ceux qui ne seront pas ainsi identifiés seront soumis au CCT par l'intermédiaire du président et du secrétaire exécutif. Un calendrier sera fixé pour la soumission et l'examen des documents avant chaque session du CCT. Les auteurs des documents soumis au CCT sont encouragés à préciser leurs intentions, en spécifiant s'ils souhaitent soumettre leur document pour discussion ou en complément d'information sur un point particulier de l'ordre du jour. Les documents seront disponibles sur le serveur du BIPM pour information.

## **3 RAPPORTS DES GROUPES DE TRAVAIL**

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

M. Ripple résume les conclusions du Groupe de travail 1 présentées dans le document CCT/01-29. Les membres du CCT sont appelés à soumettre au groupe de travail une bibliographie d'articles récents, ainsi que leurs suggestions relatives à la révision du document *Supplementary Information for the ITS-90*. Il est demandé de faire parvenir au groupe de travail ces informations et propositions au plus tard en février 2002, de manière à pouvoir préparer un projet préliminaire de document en mai ou juin 2002 ; celui-ci inclura une liste des lacunes identifiées relatives à l'Échelle internationale de température de 1990 (EIT-90). La date limite pour soumettre les propositions au groupe de travail est fixée à octobre 2002 (pour le symposium sur la thermométrie qui se tiendra à Chicago) ; un projet sera mis en circulation avant la fin de l'année 2002.

Le CCT considère qu'il est utile de mettre à jour la bibliographie sur la thermométrie accessible sur le serveur du BIPM. Le BIPM peut assurer un lien avec les pages Web des laboratoires nationaux de métrologie concernés, et y donner accès grâce au moteur de recherche du site du BIPM. Les laboratoires sont priés de faire connaître l'adresse URL (Universal Resource Locator) des pages hébergeant leur bibliographie au secrétaire exécutif.

Le rapport du Groupe de travail 1 est approuvé par le CCT.

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

Faisant référence au document CCT/01-37, M. Steele demande aux laboratoires d'envoyer les informations utiles à la révision du document *Techniques for Approximating the ITS-90*. Aucune date limite n'est fixée. Le groupe de travail produira le document quand les informations seront disponibles. Pendant les discussions, il est largement approuvé que les bilans d'incertitude relatifs aux réalisations secondaires de l'EIT-90 représentent un outil important qui permet aux organisations régionales de métrologie d'évaluer les aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMCs) soumises pour inclusion dans l'annexe C de l'arrangement de reconnaissance mutuelle (MRA).

Le rapport du Groupe de travail 2 est approuvé par le CCT.

### **3.3 Groupe de travail 3 : incertitudes**

M. Bonnier présente le document CCT/01-10 qui propose des directives pour l'analyse des incertitudes des thermomètres à résistance de platine étalons, étalonnés aux points fixes de définition de l'EIT-90 (qui ne comprend pas de points de pression de vapeur). Il est décidé que le document de directives sera intitulé *CCT Guidance document on uncertainties of SPRT calibrations*, après révision et examen avant fin décembre 2001. Les laboratoires peuvent soumettre leurs commentaires et suggestions au président du groupe de travail avant le 15 octobre 2001. Le groupe de travail fait aussi référence au document CCT/01-02, qui contient les incertitudes recommandées lors de la réunion commune au Groupe de travail 3 et à l'EUROMET sur la révision du document de directives sur les incertitudes. Ce document pourra être approuvé par le CCT par correspondance, quand le groupe aura cessé de recevoir des commentaires relatifs à sa révision. Le groupe de travail devra

formuler une recommandation à ce sujet, ce qui veut dire que les intervenants seront parvenus à un accord et qu'il n'aura pas été émis d'objections importantes et valables.

Le rapport du Groupe de travail 3 est approuvé par le CCT.

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

M. Rusby résume le rapport du groupe de travail (document CCT/01-13) et ajoute une référence aux récents travaux de Moldover *et al.* sur les coefficients du viriel. Les laboratoires qui effectuent des mesures de température thermodynamique avec des thermomètres à gaz sont appelés à réviser leurs mesures en tenant compte de ces nouveaux résultats. La différence entre  $T_{90}$  et les températures thermodynamiques, représentée à la figure 1 du document CCT/01-13, est comparée celle de la figure 5 du document CCT/01-03.

L'Échelle provisoire pour les basses températures situées entre 0,9 mK et 1 K, EPBT-2000, a été adoptée par le CIPM en octobre 2000 dans sa Recommandation 1 (CI-2000) ; elle a été présentée à TempMeko 2001 et récemment à la Quantum Fluids and Solids Conference.

Il est décidé que le Groupe de travail 4 devra fournir au Groupe de travail 1 un texte bref pour la révision du document *Supplementary Information*, donnant des informations sur l'EPBT-2000. Ce texte fera référence aux éventuelles incohérences entre l'EIT-90 au-dessous de 1 K, fondée sur la pression de vapeur de  $^3\text{He}$ , et l'EPBT-2000, fondée sur la pression de fusion de  $^3\text{He}$  ; il comprendra une déclaration en faveur de l'EPBT-2000.

Le rapport du Groupe de travail 4 est approuvé par le CCT.

### **3.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement**

Le CCPR a approuvé la recommandation du CCT de dissoudre le Groupe de travail commun au CCT et au CCPR sur la détermination des températures thermodynamiques des corps noirs à haute température, à condition que le Groupe de travail du CCT sur la thermométrie par rayonnement continue à assurer une liaison avec le CCPR. M. Fischer passe en revue le rapport du groupe de travail (CCT/01-16). Le groupe de travail a aussi participé, avec l'EUROMET et le Groupe de travail 3, à l'atelier sur les incertitudes dans le domaine de la thermométrie par rayonnement, qui s'est tenu le 7 septembre

2001. Un document a été rédigé à l'issue de cet atelier, présentant les conclusions et recommandations au Groupe de travail 5. En réponse à une question technique émanant du Groupe de travail 7, le Groupe de travail 5 a examiné le protocole d'une comparaison clé récente de l'APMP sur la thermométrie par rayonnement. Le groupe de travail a conclu que, d'un point de vue technique, la comparaison de l'APMP peut servir à confirmer la chaîne de traçabilité de l'EIT-90 pour cette organisation de métrologie, de manière équivalente à la comparaison clé CCT-K5 pour le CCT.

Le rapport du Groupe de travail 5 est approuvé par le CCT.

### **3.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité**

Le VNIIM a demandé de confier au CCQM la responsabilité des mesures d'humidité. Le CCT a décidé à l'unanimité de conserver la responsabilité de ces mesures, étant donné qu'au moins une des techniques principales relevant de ce domaine est liée à la thermométrie, et aussi en raison du succès des récentes conférences TempMeko, dont le programme comprenait des sujets relatifs à l'humidité.

M. Huang présente le rapport du groupe de travail (CCT/01-20). Le protocole de la comparaison clé CCT-K6 du CCT sur les humidificateurs étalons a été soumis au Groupe de travail 7. Le CCT a accepté dix participants en tout : trois représentants de l'APMP, six de l'EUROMET et un du SIM. Cette liste de participants a été conçue de manière à établir convenablement la liaison avec les laboratoires ayant des aptitudes en matière de mesures d'humidité dans chacune de ces régions : dix laboratoires de l'APMP, un de COOMET, vingt et un de l'EUROMET, et deux du SIM. Les organisations régionales désigneront lesquels de ces laboratoires participeront à la comparaison clé du CCT. Une des conditions est que ceux-ci acceptent aussi de participer à l'une des comparaisons clés correspondantes des organisations régionales de métrologie ; cette condition est nécessaire pour bien établir la liaison avec les autres laboratoires de la région. De plus, les participants doivent posséder les compétences techniques nécessaires dans les méthodes spécifiques utilisées dans la comparaison clé. Le NPL sera le laboratoire pilote de cette comparaison clé, et le NMIJ en sera le co-pilote. Les laboratoires pilotes et les participants à la comparaison clé utiliseront le protocole existant et les commentaires du Groupe de travail 7 pour préparer et soumettre le protocole final au Groupe de travail 7 pour approbation.

Le rapport du Groupe de travail 6 est approuvé par le CCT.

### **3.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés**

M. Pavese résume les activités du Groupe de travail 7 présentées dans le rapport (CCT/01-14) et son supplément (CCT/01-44). Le CCT a examiné les actions demandées dans ces documents au point concerné de l'ordre du jour. L'expérience accumulée par les laboratoires pilotes des comparaisons clés CCT-K2 et -K3 est présentée en annexe du document CCT/01-14. Le groupe de travail corrigera les documents pour y inclure les remarques au sujet de l'approbation de la comparaison clé de l'APMP, sur la recommandation du Groupe de travail 5. M. Quinn consultera le Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM (JCRB) sur la question des différences significatives non résolues, observées entre les résultats des laboratoires. Il est décidé que les comparaisons clés dans des domaines déjà couverts par un groupe de travail existant seront proposées par ce groupe. Quand il n'existe pas de groupe de travail concerné, les nouvelles comparaisons clés pourront être proposées directement au Groupe de travail 7 par les parties intéressées, avec un projet de protocole, les motivations, et des suggestions sur la nécessité de créer un groupe de travail ou de confier cette comparaison à un groupe de travail déjà existant. L'approbation finale de toutes les comparaisons clés, y compris les nouvelles, relève de la responsabilité du CCT, et peut être fondée sur une recommandation exprimant l'accord du Groupe de travail 7.

Le rapport du Groupe de travail 7 et son supplément sont approuvés par le CCT.

### **3.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages**

Le président présente sa démission du groupe de travail, car il n'a eu aucune activité depuis la précédente session du CCT. Le CCT accepte de créer un nouveau groupe chargé d'établir la liste des services de mesures et d'étalonnages pour l'inclusion des aptitudes des laboratoires dans l'annexe C du MRA (*voir* point 6.8).

## 4 RAPPORTS SUR LES COMPARAISONS CLÉS DU CCT

### 4.1 Comparaison clé CCT-K1 : réalisation de l'EIT-90 de 0,65 K à 24,5561 K au moyen de thermomètres à résistance fer-rhodium

M. Rusby dit qu'une seconde série de mesures a eu lieu, incluant des thermomètres du VNIIFTRI et du KRISS. Ces mesures ont été réalisées avec succès et les thermomètres ont été renvoyés aux participants. Le laboratoire pilote établira les bilans d'incertitude en accord avec les participants avant de rédiger le projet A de rapport. Il est demandé aux participants de soumettre leurs bilans d'incertitude et (dans la mesure du possible) les autres résultats de mesure obtenus avec ces thermomètres.

Aucune comparaison clé des organisations régionales de métrologie liée à la comparaison clé CCT-K1 n'est en cours, prévue ou envisagée pour le moment.

### 4.2 Comparaison clé CCT-K2 : réalisation de l'EIT-90 de 13,8 K à 273,16 K au moyen de thermomètres à résistance de platine étalons de type capsule

M. Steele présente le rapport final de la comparaison clé CCT-K2 (CCT/01-11), et le résumé des résultats destiné à l'annexe B du MRA (CCT/01-15) qui a déjà été approuvé par le CCT par correspondance. Cette comparaison est la première à avoir passé avec succès toutes les étapes de la procédure d'approbation. C'est un exemple classique de comparaison clé du CCT ayant d'excellents résultats. Les participants ont identifié quelques anomalies dans les résultats des mesures provenant d'une ambiguïté observée entre les valeurs obtenues pendant les deux étapes de la comparaison clé. Par conséquent, une étude est en cours sur les effets du catalyseur et de la composition isotopique du point triple d'équilibre de l'hydrogène.

Des comparaisons clés bilatérales subséquentes sont envisagées, suite à cette comparaison clé. Aucune comparaison clé des organisations régionales de métrologie liée à la comparaison clé CCT-K2 n'est en cours, prévue ou envisagée pour le moment.

#### 4.3 Comparaison clé CCT-K3 : réalisation de l'EIT-90 de 83,8058 K à 933,473 K

M. Strouse passe en revue l'état d'avancement de la comparaison clé CCT-K3. Le CCT examine et discute le projet B de rapport (CCT/01-35), le rapport intérimaire (CCT/01-34), le document décrivant la procédure pour relier les comparaisons clés des organisations régionales de métrologie avec la comparaison clé CCT-K3 (CCT/01-33), et le document résumant les raisons pour ne pas définir de valeur de référence de la comparaison clé dans le rapport final (CCT/01-36). Le CCT approuve à l'unanimité le projet B de rapport (CCT/01-35) comme rapport final de la comparaison clé. Prenant acte du rapport final et des documents d'accompagnement, la majorité des membres du CCT vote contre l'utilisation d'une valeur de référence de la comparaison clé dans le résumé des résultats à inclure dans l'annexe B du MRA (le BIPM s'est abstenu). Les résultats de cette comparaison clé publiés dans l'annexe B seront présentés sous la forme de matrices bilatérales pour chacun des points fixes. Elles donneront les différences par paires de laboratoires et les incertitudes associées, des graphiques illustrant les résultats sans ligne de zéro, et des liens dynamiques proposés sous le sigle de chaque participant afin de montrer les résultats de la comparaison par comparaison avec les mesures du participant choisi. Quand le laboratoire pilote aura préparé les données pour l'annexe B, le Groupe de travail 7 rédigera une recommandation et soumettra les documents en question au CCT pour un vote à la majorité par correspondance. L'article sur la comparaison clé soumis à *Metrologia* sera révisé pour y ajouter un tableau permettant d'effectuer la comparaison entre les résultats des laboratoires inclus dans l'annexe C du MRA et ceux obtenus lors de la comparaison clé CCT-K3. Ce n'est pas parce qu'il n'existe pas de valeur de référence de la comparaison clé dans le résumé des résultats de CCT-K3 qu'il ne faut pas en définir une pour les comparaisons à venir, et donc la faire figurer à l'annexe B correspondante.

Le laboratoire pilote collaborera avec le Groupe de travail 3 à la mise au point d'un document décrivant l'état de l'art pour les déclarations d'incertitude des thermomètres à résistance de platine étalons sur la base de l'expérience acquise dans cette comparaison clé.

L'EUROMET effectue actuellement une comparaison clé régionale équivalente à la comparaison clé CCT-K3 (projet 552 de l'EUROMET), et propose un projet (projet 596 de l'EUROMET) qui n'a pas été approuvé par le Groupe de travail 7. Le CCT est incapable de décider si le projet 596 est

ou n'est pas équivalent à la comparaison clé CCT-K3, aussi a-t-il laissé à l'EUROMET le soin d'en discuter. L'APMP a l'intention de terminer une comparaison régionale équivalente avant la fin de 2001.

#### **4.4 Comparaison clé CCT-K4 : comparaison aux points fixes de l'aluminium et de l'argent**

M. Fischer dit qu'une version révisée du projet A de rapport circule actuellement entre les participants. Le rapport devrait être approuvé, après quelques changements mineurs. Les participants se sont réunis à l'occasion de la conférence TempMeko à Berlin pour décider de la nécessité d'une valeur de référence de la comparaison clé. Une majorité était favorable à accompagner les résultats de la comparaison d'une valeur de référence de la comparaison clé. Une minorité a fait part d'objections techniques à l'emploi d'une valeur de référence pour la comparaison clé CCT-K4, objections exprimées en annexe du rapport de la comparaison. La valeur de référence de la comparaison clé a été calculée à partir de la moyenne pondérée, après introduction d'une composante supplémentaire de l'incertitude pour tenir compte de la stabilité de l'étalon de transfert. Le projet A de rapport devrait devenir le projet B d'ici quelques semaines. L'APMP envisage d'organiser une comparaison clé régionale dont le KRISS serait le laboratoire pilote ; la préparation du protocole a débuté.

#### **4.5 Comparaison clé CCT-K5 : réalisation de l'EIT-90 entre le point fixe de l'argent et 1700 °C en utilisant des lampes à ruban sous vide comme étalons de transfert**

M. de Groot fait part d'une discussion parmi les participants à la comparaison clé CCT-K5, suite à la demande de plusieurs participants de corriger leurs valeurs. Ils se sont mis d'accord sur les points suivants : aucun changement des valeurs ne sera autorisé ; cependant, les participants qui le souhaitent pourront expliciter les anomalies en annexe au rapport ; les résultats identifiés comme étant des anomalies ne seront pas utilisés pour le calcul de la valeur de référence de la comparaison clé. Les publications récentes sur l'analyse des résultats obtenus lors d'une comparaison clé seront appliquées aux résultats de celle-ci. Le laboratoire pilote a l'intention de faire circuler une nouvelle version du projet A de rapport aux participants avant la fin de 2001.

L'APMP effectue actuellement une comparaison clé qui a été approuvée par le Groupe de travail 7 et par le Groupe de travail 5, afin d'établir l'équivalence entre les réalisations de l'échelle, malgré l'emploi d'étalons de transfert et de sources différents. L'EUROMET a presque terminé une comparaison clé analogue à la comparaison clé CCT-K5 (projet 412).

#### **4.6 Nouvelles comparaisons clés**

Outre la comparaison clé CCT-K6, qui a déjà fait l'objet d'une discussion, il a été décidé d'organiser une nouvelle comparaison clé du CCT sur les cellules à point triple de l'eau. Le laboratoire pilote sera le BIPM ; il sera assisté du BNM-INM, de l'UME, et d'un autre laboratoire choisi au sein du SIM. Les cellules seront envoyées au BIPM pour mesure. Le projet de protocole devrait être prêt en janvier ou février 2002, et la comparaison devrait débiter au printemps 2002 pour se terminer un an plus tard ; il serait alors possible d'en présenter le rapport à la prochaine session du CCT. Dix-sept laboratoires nationaux de métrologie ont exprimé leur intérêt pour cette comparaison et sont désireux de soumettre au moins une cellule à point triple de l'eau aux mesures. Cette comparaison clé est dénommée CCT-K7.

Le CCT a été informé que des membres de la communauté travaillant sur les propriétés thermophysiques ressentent le besoin de comparaisons dans le domaine de ces grandeurs. Il est décidé que les délégués du CCT ne sont pas suffisamment compétents dans ce domaine pour s'en charger. Il est proposé de créer un groupe de travail pour identifier les besoins (*voir* point 6.9).

### **5 ÉTUDES RELATIVES À L'EIT-90**

Les documents soumis au CCT sur les études relatives à l'EIT-90 n'ont fait l'objet d'aucune discussion au cours de la réunion. Le président propose d'organiser une session technique du CCT sur ce thème à l'occasion du symposium sur la thermométrie qui se tiendra à Chicago en octobre 2002. Le président de ce symposium a accepté d'étudier les modalités d'une telle session. D'autres réunions satellites pour discuter de questions techniques relatives au CCT sont proposées par le président ; elles pourraient se dérouler

pendant la semaine où aura lieu la prochaine session du CCT, ou à l'occasion de TempMeko 2004 en Croatie.

## **6 ÉTABLISSEMENT ET COMPOSITION DES GROUPES DE TRAVAIL DU CCT**

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

Le Groupe de travail 1 sur les points fixes de définition et les instruments d'interpolation poursuivra ses activités, avec D. Ripple (NIST) comme président, et avec la participation du BNM-INM (Y. Hermier), de l'IMGC (P. Marcarino), du NMi VSL (M. de Groot), du NRC (K. Hill), de la PTB (B. Fellmuth), et du VNIIM (A. Pokhodun). Le CCT accepte que P. Bloembergen (NMi VSL, à la retraite) et M. Matveyev (VNIIM) apportent leur aide au groupe.

Les missions du groupe sont les suivantes :

- améliorer les techniques pour la réalisation des points fixes de définition et des instruments d'interpolation ( $T_{90} \geq 3$  K) ;
- étudier la non-unicité ;
- mettre à jour le document *Supplementary Information for the International Temperature Scale of 1990*.

Le groupe de travail fournira une version révisée du document *Supplementary Information* accessible sur le Web. Il incorporera les documents préparés par le Groupe de travail 3 sur les incertitudes en tant que documents annexes de *Supplementary Information*.

Le titre *Supplementary Information* sera changé pour faire référence à l'Échelle provisoire pour les basses températures de 2000.

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

Le Groupe de travail 2 sur les points fixes secondaires et les techniques permettant une réalisation approchée de l'EIT-90 poursuivra ses activités,

avec A. Steele (NRC) comme président, et avec la participation du MSL (R. White), du NIM (Duan Yuning), du NMIJ (Y. Yamada), et de la PTB (F. Edler). Le CCT accepte d'ajouter le CSIR-NML (H. Liedberg), l'IMGC (P. Marcarino) et le KRISS (Yong-Gyoo Kim), comme nouveaux membres. De plus, P. Bloembergen (NMi VSL, à la retraite) et M. Gotoh (Université Tamagawa) apporteront leur aide en qualité de membres co-optés.

Les missions du groupe sont les suivantes :

- poursuivre les études en vue de la révision du document *Techniques for Approximating the ITS-90* ;
- à cette fin, examiner en particulier les publications existantes sur les thermocouples or-platine et platine-palladium, et essayer de formuler des propositions de fonctions de référence approuvées au niveau mondial pour ces thermocouples ; des efforts similaires seront consacrés aux points fixes à haute température, en vue de leur assigner des températures de référence secondaires qui aient été approuvées.

### 6.3 Groupe de travail 3 : incertitudes

Le Groupe de travail 3 sur les incertitudes poursuivra ses activités, avec G. Bonnier (BNM-INM) comme président, et avec la participation du NML-CSIRO (M. Ballico), de l'IMGC (F. Pavese), du NIST (C. Meyer), du NMi VSL (A. Peruzzi), du NMIJ (M. Arai), de la PTB (J. Seidel) et du SMU (S. Duris). M. Stock représentera le BIPM. Le CCT accepte d'ajouter l'IPQ (E. Filipe), le MSL (R. White), l'UME (A. Diril) et le VNIIM (A. Ivanova) comme nouveaux membres. R. White assurera la liaison avec le Groupe de travail 2 et avec le Groupe de travail 3 sur les questions relatives aux incertitudes sur les techniques d'approximation.

La mission de ce groupe est d'établir des méthodes recommandées pour les déclarations d'incertitudes dans la réalisation de l'EIT-90.

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

Le Groupe de travail 4 sur la détermination des températures thermodynamiques et l'extension de l'EIT-90 à de plus basses températures poursuivra ses activités, avec R. Rusby (NPL) comme président. Les membres du groupe de travail sont le MSL (R. White), le NIST (M. Moldover), la PTB (J. Fischer remplace M. Kühne), et R.P. Hudson.

W. Fogle (NIST) continuera à apporter son expertise comme membre co-opté jusqu'à la rédaction finale du document *Supplementary Information for the PLTS-2000*. M. Durieux (KOL) ne souhaite plus être membre de ce groupe, mais accepte de continuer à apporter son aide ; le CCT lui en est très reconnaissant. Le CCT accepte d'ajouter l'IMGC (P. Steur) et le NRC (L. Reesink) comme nouveaux membres.

La mission de ce groupe est d'étudier et de proposer des recommandations sur la détermination des températures thermodynamiques et l'extension de l'EIT-90 à de plus basses températures.

### **6.5 Groupe de travail 5 : thermométrie par rayonnement**

Le Groupe de travail 5 sur la thermométrie par rayonnement poursuivra ses activités, avec J. Fischer (PTB) comme président, et avec la participation de l'IMGC (M. Battuello), du KRISS (Seung Nam Park), du MSL (P. Saunders), du NIM (Yuan Zundong), du NIST (C. Johnson), du NMi VSL (E. van der Ham), du NMIJ (F. Sakuma), du NML-CSIRO (M. Ballico), du NPL (G. Machin), du PSB (Wang Li) et du VNIIM (M. Matveyev). Le CCT accepte d'ajouter le BNM-INM (M. Sadli) et l'UME (S. Ugur) comme nouveaux membres.

Les missions de ce groupe sont les suivantes :

- élaborer et améliorer les méthodes optiques pour la thermométrie dans le cadre de l'EIT-90 ;
- maintenir de bonnes relations avec la communauté des radiométristes ;
- établir une liaison officielle entre le CCT et le CCPR.

### **6.6 Groupe de travail 6 : mesures d'humidité**

Le Groupe de travail 6 sur les mesures d'humidité poursuivra ses activités, avec P. Huang (NIST) comme président, et avec la participation du BNM (B. Cretinon), de l'IMGC (V. Fericola), du KRISS (Hyun-Soo Nham), du NMIJ (C. Takahashi), du NPL (S. Bell), du NRCCRM (Y. Hong), du PSB (Wang Li) et du VNIIM (G. Mamontov). Le CCT accepte d'ajouter le MSL (J. Lovell-Smith), le NMi VSL (J. Nielsen), la PTB (G. Scholz) et l'UME (S. Ugur) comme nouveaux membres.

La mission de ce groupe est de conseiller le CCT sur les questions relatives aux mesures d'humidité.

Le CCT recommande que ce groupe prépare un document sur les composantes principales des incertitudes des mesures d'humidité à l'attention du Groupe de travail 3.

#### **6.7 Groupe de travail 7 : comparaisons clés**

Le Groupe de travail 7 sur les comparaisons clés poursuivra ses activités, avec F. Pavese (IMGC) comme président, et avec la participation de G. Bonnier (président du Groupe de travail 3), du KRISS (Kee Hoon Kang) et des représentants des laboratoires pilotes des comparaisons clés CCT-K1 (R. Rusby, NPL), -K3 (G. Strouse, NIST), -K5 (M. de Groot, NMi VSL) et -K6 (S. Bell, NPL). M. Stock du BIPM participe au groupe de travail comme observateur, en qualité de secrétaire exécutif du CCT et de représentant du BIPM, le laboratoire pilote de la comparaison clé CCT-K7. Le CCT accepte d'ajouter le NML-CSIRO (M. Ballico) et le NRC (A. Steele) comme nouveaux laboratoires membres. La PTB sera dorénavant représentée par E. Tegeler au lieu de H. Nubbemeyer, au titre de laboratoire pilote de la comparaison clé CCT-K4.

Les missions de ce groupe sont les suivantes :

- examiner, pour chaque comparaison clé, tous les documents concernés, du protocole jusqu'au projet B de rapport ;
- aider le laboratoire pilote à préparer le texte à inclure dans l'annexe B du MRA selon les critères requis et à préparer une recommandation à ce sujet à soumettre à l'approbation du CCT.

#### **6.8 Groupe de travail 8 : aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages**

Le Groupe de travail 8 sur les aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages, les CMCs, n'a eu aucune activité depuis la précédente réunion du CCT. Le CCT décide de le remplacer par un nouveau groupe composé de M. de Groot (NMi VSL), président, de M. Ballico (NML-CSIRO) et G. Strouse (NIST). La seule tâche assignée à ce groupe est de proposer une liste de services de mesures et d'étalonnages à utiliser pour préparer les informations à entrer dans l'annexe C du MRA. Ce travail devra être terminé avant fin octobre 2001. Ensuite, M. Ballico sera remplacé par Duan Yuning (NIM) comme membre du groupe de travail ; le NPL (R. Rusby) et l'IMGC (P. Steur, membre du CCT depuis 2000), se joindront à ce groupe. Le groupe

de travail alors poursuivra ses activités, à la demande du président du CCT ou des membres du JCRB, afin de les conseiller sur les questions éventuelles liées au JCRB.

#### **6.9 Groupe de travail 9 : propriétés thermophysiques**

Le Groupe de travail 9 est un nouveau groupe de travail sur les propriétés thermophysiques. Le CCT approuve la nomination de J. Redgrove (NPL) comme président, et la participation du BNM-LNE (J.-R. Filtz), de l'IMGC (G. Bussolino), de l'IPQ (C. Nieto de Castro), du KRISS (Sang Hyun Lee), du NIM (Ping Qiu), du NIST (G. Fraser), du NMIJ (J. Ishii), et de la PTB (S. Sarge) comme membres.

La mission de ce groupe est de conseiller le CCT sur les questions relatives aux propriétés thermophysiques et d'examiner s'il est nécessaire ou non d'organiser d'une comparaison clé dans ce domaine.

#### **6.10 Activités des groupes de travail**

Le président propose de se référer à l'activité des membres des groupes de travail pour établir la composition à venir des groupes de travail du CCT.

### **7 QUESTIONS DIVERSES**

À la demande du président, il est décidé de créer un groupe chargé de proposer une procédure pour les prises de décisions au CCT ; il sera composé du président du CCT, du secrétaire exécutif, du rapporteur et des présidents des groupes de travail. Ce groupe rédigera un document informel qui sera envoyé à tous les membres du CCT dans les six prochains mois. Les commentaires doivent aboutir à proposer un ensemble de procédures qui seront discutées à la prochaine session du CCT.

Le CCT doit prendre une décision au sujet de plusieurs questions d'ici sa prochaine session, à savoir : 1) la liste des services pour l'annexe C, préparée par le Groupe de travail 8 ; 2) le document de directives sur les incertitudes préparé par le Groupe de travail 3 ; 3) les projets B des rapports des

comparaisons clés CCT-K1, -K4 et -K5 fondés sur les recommandations du Groupe de travail 7 ; et 4) le texte à inclure dans l'annexe B du MRA relatif aux comparaisons clés CCT-K1, -K3, -K4 et -K5. Quand un groupe de travail se sera mis d'accord sur un document, et s'il n'envisage pas d'objection sérieuse du CCT à ce sujet, il sera demandé aux membres du CCT de voter par correspondance afin d'approuver ou non la recommandation du groupe de travail. Si le groupe de travail ne parvient pas à un accord, ou s'il considère que les membres du CCT pourraient émettre des objections importantes et valables au sujet des documents proposés, la question sera alors posée à une session ultérieure du CCT.

M. Quinn demande aux représentants des organisations régionales de prendre acte de la procédure à suivre afin de soumettre les CMCs pour inclusion dans la base de données de l'annexe C du MRA. Les CMCs doivent être proposés par le président de l'organisation régionale de métrologie à M. Quinn pour discussion au JCRB.

## **8 RAPPORT AU CIPM ET RECOMMANDATIONS**

Ce compte rendu, le rapport du Groupe de travail 7 (CCT/01-14) et son supplément (CCT/01-44), et les rapports finaux des comparaisons clés CCT-K2 (CCT/01-11) et -K3 (CCT/01-35) permettront d'informer le CIPM sur les activités et les recommandations du Comité consultatif de thermométrie.

## **9 DATE DE LA PROCHAINE SESSION**

La prochaine session devrait avoir lieu en avril 2003, à une date proche de celle de la session du CCPR. La session est close à 12 h 20 le 14 septembre.

M. de Groot, rapporteur  
septembre 2001  
révisé novembre 2001

**ANNEXE T 1.****Documents de travail présentés à la 21<sup>e</sup> session du CCT**

Ces documents de travail qui ne portent pas la mention « en accès restreint » peuvent être obtenus dans leur langue originale sur demande adressée au BIPM, ou téléchargés sur le serveur du BIPM (<http://www.bipm.org>).

Document  
CCT/

- 01-01 B. Verkin Inst. Low-Temp. Phys. Eng. (Ukraine), PTB (Allemagne). — Thermal Parameters of a Sealed Lambda-Point Cell Developed at PTB, V.A. Maidanov, J. Engert, B. Fellmuth, 11 p.
- 01-02 PTB (Allemagne). — Uncertainty budgets for characteristics of SPRTs calibrated according to the ITS-90, B. Fellmuth, J. Fischer, E. Tegeler, 17 p.
- 01-03 PTB (Allemagne). — Measurement of  $T - T_{90}$  down to zinc point temperatures with absolute filter radiometry, J. Hartmann, D.R. Taubert, J. Fischer, 6 p.
- 01-04 PTB (Allemagne). — Noise temperature measurements for the determination of the thermodynamic temperature of the melting point of palladium, F. Edler, M. Kühne, E. Tegeler, 13 p.
- 01-05 PTB (Allemagne). — Progress Report for the International Star Intercomparison of Low-Temperature Fixed Points Using Sealed Triple-Point Cells, B. Fellmuth, 2 p.
- 01-06 CNR-IMGC (Italie). — May a CMC's uncertainty be lower than the uncertainty declared in the relevant key comparison?, M.L. Battuello, 3 p.
- 01-07 IMGC (Italie), PTB (Allemagne), NPL (Royaume-Uni), BNM-INM (France), NMIJ (Japon), NRC (Canada), INTiBS-PAN (Pologne), NIST (États-Unis). — Proposal of amendement of the ITS-90 definition concerning the triple point of equilibrium hydrogen, F. Pavese, B. Fellmuth, D. Head, Y. Hermier, H. Sakurai, A.G. Steele, A. Szmyrka-Grzebyk, W.L. Tew, 7 p.

Document  
CCT/

- 01-08 MSL (Nouvelle-Zélande). — On the use of least-squares and redundant fixed-points with ITS-90 SPRT interpolations, D.R. White, 11 p.
- 01-09 NPL (Royaume-Uni), NMIJ (Japon). — International comparison of the ITS-90 above the silver point and comparison of metal-carbon eutectic fixed points, G. Machin, Y. Yamada, 3 p.
- 01-10 Groupe de travail 3 du CCT. — Uncertainties in Temperature Measurements: Report of Working Group 3, G. Bonnier *et al.*, 13 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-11 NRC (Canada). — CCT-K2 Final Report: Key Comparison of Capsule-type Standard Platinum Resistance Thermometers from 13.8 K to 273.16 K, A.G. Steele, 37 p.
- 01-12 NRC (Canada). — Data Pooling and Key Comparison Reference Values, A.G. Steele, K.D. Hill, 9 p.
- 01-13 Groupe de travail 4 du CCT. — Working Group 4 Report to CCT, R.L. Rusby *et al.*, 6 p.
- 01-14 Groupe de travail 7 du CCT. — Report of Working Group 7 on Key Comparisons, F. Pavese *et al.*, 11 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-15 NRC (Canada). — Key Comparison CCT-K2: Comparison of capsule-type standard platinum resistance thermometers, Appendix B Data, A.G. Steele, 21 p.
- 01-16 Groupe de travail 5 du CCT. — Report of CCT Working Group 5 on Radiation Thermometry, J. Fischer *et al.*, 2 p.
- 01-17 A scenario for realizing, maintaining and disseminating the high-temperature part of a future ITS-20XX with the aid of metal-carbon eutectic fixed points, P. Bloembergen, 6 p.
- 01-18 CNR-IMGC (Italie). — ITS-90 measurement by means of non-standard platinum resistance thermometers, P. Marcarino, P.P.M. Steur, 2 p.
- 01-19 CNR-IMGC (Italie). — Determination of the mercury boiling point using a heat-pipe, A. Merlone, P. Marcarino, P.P.M. Steur, R. Dematteis, 1 p.
- 01-20 Groupe de travail 6 du CCT. — Report to the CCT by Working Group 6 on Humidity Measurements, P. Huang *et al.*, 1 p.

Document  
CCT/

- 01-21 MSL (Nouvelle-Zélande). — Propagation of uncertainty for an interpolated radiation thermometry scale, P. Saunders, 16 p.
- 01-22 PTB (Allemagne), NPL (Royaume-Uni), IMGc (Italie), INTiBS-PAN (Pologne), NIST (États-Unis). — Special problems when realizing the triple point of hydrogen as a defining fixed point of the ITS-90, B. Fellmuth, D. Head, F. Pavese, A. Szmyrka-Grzebyk, W.L. Tew, 8 p.
- 01-23 Chinese Acad. Sci. (Chine), IMGc (Italie), NPL (Royaume-Uni). — Realisation of lambda transition temperature of <sup>4</sup>He using sealed cells, Lin Peng, Mao Yuzhu, Hong Chaosheng, F. Pavese, I. Peroni, D. Head, R. Rusby, 7 p.
- 01-24 NRC (Canada). — Comparing some of the fixed points of ITS-90 as realized for routine calibration of PRTs in Canada, Argentina, Brazil and Costa Rica, J. Ancsin, 5 p.
- 01-25 CNR-IMGc (Italie). — A bootstrap algorithm for mixture models and interval data in intercomparisons, P. Ciarlini, F. Pavese, G. Regoliosi, 8 p.
- 01-26 NMIJ/AIST (Japon). — Leakage effect as a source of uncertainty in SPRTs, K. Yamazawa, M. Arai, 2 p.
- 01-27 BIPM. — A possible BIPM project on metal-carbon eutectic fixed points, M. Stock, 4 p.
- 01-28 NMIJ/AIST (Japon). — On the triple point of equilibrium hydrogen, H. Sakurai, 3 p.
- 01-29 Groupe de travail 1 du CCT. — Report presented to the CCT by Working Group 1, D. Ripple *et al.*, 3 p.
- 01-30 NMIJ/AIST (Japon). — Progress in high-temperature fixed points using metal-carbon eutectics, Y. Yamada, N. Sasajima, F. Sakuma, A. Ono, 7 p.
- 01-31 CNR-IMGc (Italie). — An algorithm for on-line outlier rejection by sequence-analysis in data acquisition, F. Pavese, D. Ichim, P. Ciarlini, 9 p.
- 01-32 CNR-IMGc (Italie), CERN (Suisse). — Automatic processing of large batches of experimental data for the initial calibration of LHC cryogenic thermometers, F. Pavese, D. Ichim, P. Ciarlini, C. Balle, J. Casas-Cubillos, 6 p.

Document  
CCT/

- 01-33 NIST (États-Unis). — Instructions for linking new comparisons to CCT key comparison 3, G.F. Strouse, 3 p.
- 01-34 NIST (États-Unis). — Status report of CCT key comparison 3, G.F. Strouse, 1 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-35 NIST (États-Unis). — Report to the CCT on key comparison 3 (Comparison of realizations of the ITS-90 over the range 83.8058 K to 933.473 K), B.W. Mangum, G.F. Strouse, W.F. Guthrie, 399 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-35a Summary of comparison of realizations of the ITS-90 over the range 83.8058 K to 933.473 K: CCT key comparison 3, B.W. Mangum *et al.*, 35 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-36 NIST (États-Unis). — Technical reasons for not using key comparison reference values in CCT-K3, G.F. Strouse, 2 p. (en accès restreint/restricted access)
- 01-37 Groupe de travail 2 du CCT. — Report of CCT-WG2: Secondary fixed points and techniques of approximation to the ITS-90, A.G. Steele *et al.*, 2 p.
- 01-38 NRC (Canada). — General linking methodology with application to CCT-K3 and EUROMET Project 280, A.G. Steele, B.M. Wood, R.J. Douglas, 7 p.
- 01-39 CNR-IMGC (Italie), NIST (États-Unis), NRC (Canada). — Archival and theoretical considerations for isotopic dependence in the  $e$ -H<sub>2</sub> fixed points, F. Pavese, W.L. Tew, A.G. Steele, 6 p.
- 01-40 NPL (Royaume-Uni), KOL (Pays-Bas), Ultimet Int., L. Berkeley Natl. Lab., NRL, Univ. Florida (États-Unis). — The Provisional Low Temperature Scale from 0.9 mK to 1 K, PLTS-2000, R.L. Rusby, M. Durieux, A.L. Reesink, R.P. Hudson, G. Schuster, M. Kühne, W.E. Fogle, R.J. Soulen, E.D. Adams, 10 p.
- 01-41 NRC (Canada). — Confidence levels and confidence intervals for key comparisons to facilitate MRA decisions, A.G. Steele, B.M. Wood, R.J. Douglas, 21 p.
- 01-42 CENAM (Mexique). — Comparison of triple point of water cells through their freezing curves, E. Méndez-Lango, 5 p.

Document  
CCT/

- 01-43 CENAM (Mexique). — Inconsistency of calibration results of industrial platinum resistance thermometers calibrated according to the ITS-90 in the H<sub>2</sub>O to Zn range, E. Méndez-Lango, R. Ramírez-Bazán, 3 p.
- 01-44 Groupe de travail 7 du CCT. — Report of Working Group 7 on Key Comparisons – Supplement 1, F. Pavese *et al.*, 5 p. (en accès restreint/restricted access)

## LISTE DES SIGLES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT VOLUME

### 1 Sigles des laboratoires, commissions et conférences

APMP	Asia/Pacific Metrology Programme
BIPM	Bureau international des poids et mesures
BNM	Bureau national de métrologie, Paris (France)
BNM-INM	Bureau national de métrologie, Institut national de métrologie, Paris (France)
BNM-LNE	Bureau national de métrologie, Laboratoire national d'essais, Paris (France)
CCPR	Comité consultatif de photométrie et radiométrie
CCT	Comité consultatif de thermométrie
CEM	Centro Español de Metrología, Madrid (Espagne)
CENAM	Centro Nacional de Metrología, Mexico (Mexique)
CERN	Organisation européenne pour la recherche nucléaire, Genève (Suisse)
CIPM	Comité international des poids et mesures
COOMET	Cooperation in Metrology among the Central European Countries
CSIR-NML	Council for Scientific and Industrial Research, National Metrology Laboratory, Pretoria (Afrique du Sud)
CSIRO*	<i>voir</i> NML-CSIRO
EUROMET	European Collaboration in Measurement Standards
IMGC-CNR	Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Turin (Italie)
INM*	Institut national de métrologie, Paris (France), <i>voir</i> BNM
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires (Argentine)
INTiBS-PAN	Instytut Niskich Temperatur i Badan Strukturalnych, Polska Akademia Nauk, Wroklaw (Pologne)
IPQ	Instituto Português da Qualidade, Lisbonne (Portugal)
JCRB	Comité mixte des organisations régionales de métrologie et du BIPM/Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM

---

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

KOL	Kamerlingh Onnes Laboratorium, Leyde (Pays-Bas)
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon (Rép. de Corée)
LNE*	Laboratoire national d'essais, Paris (France), <i>voir</i> BNM- LNE
MRA	Arrangement de reconnaissance mutuelle/Mutual Recognition Arrangement
MSL	Measurement Standards Laboratory of New Zealand, Lower Hutt (Nouvelle-Zélande)
NIM	Institut national de métrologie, Beijing (Chine)
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (États-Unis)
NMi VSL	Nederlands Meetinstituut, Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas)
NMIJ/AIST	National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba (Japon)
NML-CSIRO	National Measurement Laboratory, CSIRO, Pretoria (Australie)
NPL	National Physical Laboratory, Teddington (Royaume-Uni)
NRC	National Research Council of Canada, Ottawa (Canada)
NRCCRM	National Research Centre for Certified Reference Materials, Beijing (Chine)
NRL	U.S. Naval Research Laboratory, Washington DC (États- Unis)
NRLM*	National Research Laboratory of Metrology, Tsukuba (Japon), <i>voir</i> NMIJ/AIST
PSB	Singapore Productivity and Standards Board (Singapour)
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig et Berlin (Allemagne)
SIM	Sistema Interamericano de Metrologia
SMU	Slovenský Metrologický Ústav/Slovak Metrology Institute, Bratislava (Slovaquie)
TempMeko	International Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science
UME	Ulusal Metroloji Enstitüsü/National Metrology Institute, Gebze-Kocaeli (Turquie)
VNIIFTRI	Institut des mesures physico-techniques et radiotechniques, Gosstandart de Russie, Moscou (Féd. de Russie)

VNIIM	Institut de métrologie D.I. Mendéléev, Gosstandart de Russie, Saint-Pétersbourg (Féd. de Russie)
VSL*	Van Swinden Laboratorium, Delft (Pays-Bas), <i>voir</i> NMi VSL

## 2 Sigles des termes scientifiques

CMC	Aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages/ Calibration and Measurement Capabilities
EIT-90	Échelle internationale de température de 1990
EPBT-2000	Échelle provisoire pour les basses températures 2000
ITS-90*	International Temperature Scale of 1990, <i>voir</i> EIT-90
SPRT	Thermomètre à résistance de platine étalon/ Standard Platinum Resistance Thermometer
URL	adresse URL/Universal Resource Locator

