

**COMITÉ CONSULTATIF
POUR LES ÉTALONS DE MESURE DES RAYONNEMENTS IONISANTS**

SESSION DE 1981

ISBN 92-822-2075-3

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

COMITÉ CONSULTATIF

POUR

LES ÉTALONS DE MESURE
DES RAYONNEMENTS IONISANTS

9^e SESSION – 1981



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Pavillon de Breteuil, F-92310 SÈVRES, France

Dépositaire : OFFILIB, 48 rue Gay-Lussac, F-75005 Paris

NOTICE HISTORIQUE

Les organes de la Convention du Mètre Le Bureau International, le Comité International et la Conférence Générale des Poids et Mesures

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 m²) 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 (¹).

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

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles 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 déterminations relatives aux constantes physiques 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).

La Conférence Générale est formée des délégués de tous les États membres de la Convention du Mètre et se réunit actuellement tous les quatre ans. Elle reçoit à chacune de ses sessions le Rapport du Comité International sur les travaux accomplis, et a pour mission :

- 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 les décisions importantes concernant l'organisation et le développement du Bureau International.

Le Comité International est composé de 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.

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 (1937) et des rayonnements ionisants (1960). Dans ce but, un agrandissement des premiers laboratoires construits en 1876-1878 a eu lieu en 1929 et deux nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-1964 pour les laboratoires de la Section des rayonnements ionisants.

Une trentaine de physiciens ou techniciens travaillent dans les laboratoires du Bureau International ; ils font des recherches métrologiques ainsi que des mesures dont les résultats sont consignés dans des certificats portant sur des étalons des grandeurs ci-dessus. La dotation annuelle du Bureau International est de l'ordre de 8 600 000 francs-or (en 1981), soit environ 15 500 000 francs français.

(¹) Au 31 décembre 1981, quarante-cinq États sont membres de cette Convention : Afrique du Sud, Allemagne (Rép. Fédérale d'), Allemande (Rép. Démocratique), Amérique (É.-U. d'), Argentine (Rép.), Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Cameroun, Canada, Chili, Chine (Rép. Pop. de), Corée (Rép. de), Danemark, Dominicaine (Rép.), Égypte, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Inde, Indonésie, Iran, Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pakistan, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Thaïlande, Turquie, U.R.S.S., Uruguay, Venezuela, Yougoslavie.

Devant l'extension des tâches confiées au Bureau International, le Comité International a institué depuis 1927, 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 des recommandations concernant les modifications à apporter aux définitions et aux valeurs des unités, en vue des décisions que le Comité International est amené à prendre directement ou à soumettre à la sanction de la Conférence Générale pour assurer l'unification mondiale des unités de mesure.

Les Comités Consultatifs ont un règlement commun (*Procès-Verbaux CIPM*, 31, 1963, p. 97). Chaque Comité Consultatif, dont la présidence est généralement confiée à un membre du Comité International, est composé de délégués de chacun des grands Laboratoires de métrologie et des Instituts spécialisés dont la liste est établie par le Comité International, de membres individuels désignés également par le Comité International et d'un représentant du Bureau International. Ces Comités tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers ; ils sont actuellement au nombre de huit :

1. Le 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 Comité précédent (CCE) s'est occupé des questions de photométrie).
3. Le Comité Consultatif de Thermométrie (CCT), créé en 1937.
4. Le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre (CCDM), créé en 1952.
5. Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (CCDS), créé en 1956.
6. Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants (CCEMRI), créé en 1958. En 1969, ce Comité Consultatif a institué quatre sections : Section I (Rayons X et γ , électrons), Section II (Mesure des radionucléides), Section III (Mesures neutroniques), Section IV (Étalons d'énergie α) ; 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 CIPM en 1954).
8. Le Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées (CCM), créé en 1980.

Les travaux de la Conférence Générale, du Comité International, des Comités Consultatifs et du Bureau International sont publiés par les soins de ce dernier 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* ;
- *Sessions des Comités Consultatifs* ;
- *Recueil de Travaux du Bureau International des Poids et Mesures* (ce Recueil hors commerce rassemble les articles publiés dans des revues et ouvrages scientifiques et techniques, ainsi que certains travaux publiés sous forme de rapports multicopiés).

Le Bureau International publie de temps en temps, sous le titre *Les récents progrès du Système Métrique*, un rapport sur les développements du Système Métrique (SI) dans le monde.

La collection des *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* (22 tomes publiés de 1881 à 1966) a été arrêtée en 1966 par décision du Comité International.

Depuis 1965 la revue internationale *Metrologia*, éditée sous les auspices du Comité International des Poids et Mesures, publie des articles sur les principaux travaux de métrologie scientifique effectués dans le monde, sur l'amélioration des méthodes de mesure et des étalons, sur les unités, etc., ainsi que des rapports concernant les activités, les décisions et les recommandations des organes de la Convention du Mètre.

Comité International des Poids et Mesures

Secrétaire

J. DE BOER

Président

J. V. DUNWORTH

LISTE DES MEMBRES
DU
COMITÉ CONSULTATIF POUR LES ÉTALONS DE MESURE
DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Président : E. AMBLER, National Bureau of Standards, Washington.

Membres :

R. S. CASWELL (président de la Section III), National Bureau of Standards, Washington.

W. A. JENNINGS (président de la Section I), National Physical Laboratory, Teddington.

H.-M. WEISS (président de la Section II), Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig.

Le Directeur du Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres.

SECTION I. *Rayons X et γ , électrons*

Président : W. A. JENNINGS, National Physical Laboratory, Teddington.

Membres :

AUSTRALIAN RADIATION LABORATORY [ARL], Yallambie.

BUREAU NATIONAL DE MÉTROLOGIE, Paris : Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants [LMRI], Saclay.

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [NRC], Ottawa.

ELECTROTECHNICAL LABORATORY [ETL], Ibaraki.

INSTITUT DE MÉTROLOGIE D. I. MENDÉLÉEV [IMM], Leningrad.
INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE [NIM], Beijing.
INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS [ICRU], Washington.
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS [NBS], Washington.
NATIONAL INSTITUTE OF RADIATION PROTECTION [NIRP], Stockholm.
NATIONAL PHYSICAL LABORATORY [NPL], Teddington.
ORSZÁGOS MÉRÉSÜGYI HIVATAL [OMH], Budapest.
PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT [PTB], Braunschweig.
POLSKI KOMITET NORMALIZACJI I MIAR [PKNM], Varsovie.
RIJKS INSTITUUT VOOR DE VOLKSGEZONDHEID [RIV], Utrecht.
A. ALLISY, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
A. BROSED, Junta de Energía Nuclear, Madrid.
Le Directeur du Bureau International des Poids et Mesures [BIPM], Sèvres.

SECTION II. *Mesure des radionucléides*

Président : H.-M. WEISS, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig.

Membres :

AUSTRALIAN ATOMIC ENERGY COMMISSION [AAEC], Sutherland.
BUREAU NATIONAL DE MÉTROLOGIE, Paris : Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants [LMRI], Saclay.
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [NRC], Ottawa.
INSTITUT DE MÉTROLOGIE D. I. MENDÉLÉEV [IMM], Leningrad.
INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE [NIM], Beijing.
NATIONAL ACCELERATOR CENTRE [NAC], Faure.
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS [NBS], Washington.
NATIONAL PHYSICAL LABORATORY [NPL], Teddington.
PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT [PTB], Braunschweig.
J.-J. GOSTELY, Institut d'Électrochimie et Radiochimie, EPFL, Lausanne.
J. G. V. TAYLOR, Atomic Energy of Canada Limited, Chalk River.
H. VONACH, Institut für Radiumforschung und Kernphysik, Wien.
Le Directeur du Bureau International des Poids et Mesures [BIPM], Sèvres.

SECTION III. *Mesures neutroniques*

Président : R. S. CASWELL, National Bureau of Standards, Washington.

Membres :

BUREAU NATIONAL DE MÉTROLOGIE, Paris : Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants [LMRI], Saclay.

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [NRC], Ottawa.

ELECTROTECHNICAL LABORATORY [ETL], Ibaraki.

INSTITUT DE MÉTROLOGIE D. I. MENDÉLÉEV [IMM], Leningrad.

INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE [NIM], Beijing.

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS [NBS], Washington.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY [NPL], Teddington.

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT [PTB], Braunschweig.

J. J. BROERSE, Radiobiological Institute, Rijswijk.

H. LISKIEN, Bureau Central de Mesures Nucléaires, Euratom, Geel.

Le Directeur du Bureau International des Poids et Mesures [BIPM], Sèvres.

ORDRE DU JOUR
de la 9^e Session

1. Rapports d'activité des trois Sections du CCEMRI et travaux connexes du BIPM.
 2. État de la proposition de la Section III d'installer au BIPM une source intense de neutrons de 14 MeV.
 3. Rapport du Président du CCEMRI au CIPM.
 4. Activité du Groupe de travail sur l'expression des incertitudes.
 5. Divers.
-

RAPPORT
DU
COMITÉ CONSULTATIF POUR LES ÉTALONS DE MESURE
DES RAYONNEMENTS IONISANTS
(9^e Session — 1981)
AU
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

par R. S. CASWELL, Rapporteur

Résumé. On décrit l'activité des trois Sections du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants pendant les deux années passées, ainsi que les projets de travaux futurs. La Section I (Rayons X et γ , électrons) a étudié en détail les résultats d'une comparaison de dosimètres Fricke. Une recommandation est faite sur la possibilité d'exprimer en termes de kerma dans l'air ou de kerma dans l'eau les étalonnages faits en termes d'exposition. La Section II (Mesure des radionucléides) a étudié les résultats de comparaisons internationales récentes (^{55}Fe , ^{133}Ba et ^{134}Cs) et en a projeté de nouvelles. La Section III (Mesures neutroniques) a fait le point en ce qui concerne les comparaisons de débits de fluence de neutrons en cours et a décidé d'en organiser de nouvelles. Le rapport du président de chaque Section est suivi d'une présentation des travaux effectués au BIPM par le groupe correspondant. Le projet de la Section III d'installer au BIPM une source intense de neutrons de 14 MeV est repris et discuté en détail, et l'on propose d'organiser une comparaison internationale de dosimétrie neutronique.

La neuvième réunion du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants (CCEMRI) s'est tenue au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, les 27 et 28 juillet 1981.

Étaient présents :

- E. AMBLER, membre du CIPM, président du CCEMRI.
- W. A. JENNINGS, président de la Section I; National Physical Laboratory (NPL), Teddington.
- H.-M. WEISS, président de la Section II; Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig.

R. S. CASWELL, président de la Section III; National Bureau of Standards (NBS), Washington.

Le Directeur du BIPM (P. GIACOMO).

Assistaient aussi à la réunion : J. TERRIEN, directeur honoraire du BIPM; A. ALLISY, A. RYTZ, J. W. MÜLLER, V. D. HUYNH (BIPM); Mme M. BOUTILLON, Mlle M.-T. NIATEL et Mme A.-M. PERROCHE, (en stage au BIPM); Mme D. MÜLLER (BIPM).

Mr Ambler ouvre la séance et souhaite la bienvenue à Mr Weiss, nouveau président de la Section II. Mr Caswell est désigné comme rapporteur.

1. Rapports d'activité des trois Sections du CCEMRI et travaux connexes du BIPM

Le président de chaque Section présente l'activité de sa Section, et le personnel du BIPM les travaux récents effectués dans la Section des rayonnements ionisants.

Section I — Rayons X et γ , électrons (Président : W. A. Jennings)

Mr Jennings fait un compte rendu de la réunion de la Section I qui s'est tenue en juin 1981, au BIPM, Sèvres. Deux nouveaux laboratoires* membres y ont participé : l'ARL et le NIM. La période 1979-1981 a été particulièrement active. Ceci est dû en partie aux travaux des trois Groupes de travail. Deux d'entre eux ont travaillé par correspondance et le troisième a organisé une comparaison internationale de systèmes de dosimétrie chimique Fricke. La Section I a aussi pris une part active à l'étude de grandeurs susceptibles de remplacer l'exposition pour décrire les champs de photons.

La tâche du Groupe de travail pour le passage de l'exposition à la dose absorbée dans l'eau (responsable : W. H. Henry, NRC) s'est avérée difficile pour deux raisons :

— les facteurs de conversion contiennent des termes dépendant de la chambre; ces termes sont difficiles à évaluer et doivent être déterminés pour chaque type de chambre;

— le rapport des coefficients d'absorption d'énergie est entaché d'une incertitude qui peut atteindre 5 % pour les énergies de photons inférieures à 50 keV.

* L'Annexe R I donne la liste des laboratoires et organisations mentionnés dans ce rapport.

D'autres études sont nécessaires aux basses énergies. Il existe aussi un problème aux énergies plus élevées (au-delà du ^{60}Co), mais un Comité ICRU s'en préoccupe.

Le Groupe de travail pour le passage de la dose absorbée dans le graphite à la dose absorbée dans l'eau (responsable : R. Loevinger, NBS) a étudié diverses méthodes pour effectuer ce passage en utilisant les informations fournies par plusieurs laboratoires nationaux. On pense que le problème est maintenant bien étudié et qu'il peut être résolu pour le rayonnement du ^{60}Co avec une exactitude satisfaisante. Certaines des méthodes proposées conviennent aussi pour les énergies plus élevées mais, dans ce cas, on n'a pas encore évalué l'exactitude obtenue. On note à ce sujet l'intérêt que présente le calorimètre à eau mis au point par S. R. Domen, du NBS, car il permet d'éviter le passage du graphite à l'eau. Ce calorimètre donne actuellement une dose absorbée qui est trop élevée de 3 %, sans doute à cause de réactions chimiques. Une étude plus approfondie est nécessaire pour expliquer ce résultat.

Le Groupe de travail pour la comparaison de systèmes de dosimétrie chimique Fricke (responsable : S. C. Ellis, NPL) a organisé une comparaison qui a commencé avec la circulation d'échantillons de bichromate de potassium constituant des références de facteur d'absorption pour comparer les spectrophotomètres. Les dosimètres de Fricke de chaque laboratoire, situés à une profondeur de 5 cm dans un fantôme d'eau, ont été irradiés dans le faisceau de rayons gamma du ^{60}Co du BIPM, la comparaison étant faite en termes de dose absorbée dans l'eau. Les valeurs moyennes des six laboratoires ayant terminé la comparaison présentaient entre elles une dispersion d'environ 2,5 %. Pour deux de ces laboratoires, la dispersion des résultats des dosimètres individuels était plus élevée. Cette comparaison a montré que, avec un système de dosimétrie bien au point et en appliquant des corrections uniformes, on peut obtenir un accord meilleur que 1 %.

Pour caractériser les champs de photons autres que ceux qui sont utilisés en radiothérapie, où l'on a décidé d'employer la dose absorbée dans l'eau, plusieurs propositions ont été faites pour remplacer l'exposition par d'autres grandeurs. Ceci est dû au fait que l'unité d'exposition SI (C/kg) est peu commode. La Section I convient que l'une ou l'autre des deux grandeurs suivantes, mesurées dans l'air, peut être utilisée pour remplacer l'exposition : le kerma dans l'air qui peut être mesuré avec une exactitude élevée, ou le kerma dans l'eau qui ne peut pas être déterminé avec la même exactitude pour les basses énergies mais qui est plus directement relié à la radiobiologie et à la radioprotection. Ceci a conduit à la Recommandation R(I)-1 (1981) (voir p. R 12). Les membres du CCEMRI ont longuement discuté les termes de la recommandation. Une version remaniée a été soumise à la Section I pour approbation.

Les grandeurs utilisées en radioprotection n'ont pas fait l'objet d'un examen approfondi par la Section I car un Comité ICRU présidé par T. E. Burlin est chargé de cette étude et doit faire un rapport en 1982.

Mr Jennings indique que la Section I suit les progrès des étalons de dosimétrie à usage industriel pour des débits de dose élevés. L'AIEA organise des comparaisons utilisant différents systèmes de dosimétrie avec la collaboration de laboratoires nationaux qui assurent les irradiations.

La Section I a aussi considéré une question embarrassante : pourquoi le point effectif de mesure d'une chambre à cavité sphérique en graphite est-il apparemment le centre géométrique ? Des tirages à part d'un article en chinois sur ce sujet ont été distribués aux membres.

Mr Jennings a parlé de la nécessité de faire de la publicité pour les activités du CCEMRI et de ses Sections dans des revues appropriées. Dans le cas de la Section I, il s'agit de journaux de radiologie. Il semble que, pour mieux répondre aux besoins des lecteurs, les présidents des Sections pourraient, à la suite de la réunion du CIPM en octobre 1981, écrire un résumé du rapport de leur Section ou ajouter une introduction appropriée au résumé qui paraîtra dans *Metrologia*.

Mme Boutillon fait un rapport sur une comparaison récente faite au BIPM avec la JEN dans le domaine des rayons X (10 à 50 kV). L'accord est de 0,2 %. Dans le domaine des énergies moyennes, une comparaison récente avec l'ARL a donné un accord de 0,3 %.

On a calculé pour le ^{60}Co la dose absorbée dans l'eau à partir de la dose absorbée dans le graphite. La principale incertitude réside dans la détermination du rayonnement diffusé dans l'eau et le graphite; les calculs de Monte Carlo supposent une masse volumique uniforme pour le graphite et un faisceau aux bords bien définis, ce qui n'est pas le cas en réalité. Par ailleurs, on a calculé la correction de perturbation due à la présence de la cavité dans un fantôme de graphite en utilisant comme point de référence soit le centre géométrique de la chambre, soit la face avant de la cavité; l'accord avec l'expérience est bon.

Des calculs du kerma dans l'air et du kerma dans l'eau à partir de l'exposition pour les rayons X et le ^{60}Co montrent que l'exactitude est meilleure pour le kerma dans l'air.

Mlle Niatel présente des travaux effectués avec le faisceau de ^{60}Co du BIPM. Une comparaison de mesures d'exposition a eu lieu avec le BEV. Des chambres ont été étalonnées pour le Danemark et la Suède.

En utilisant le graphite du RIV et celui du BIPM, on a montré qu'une variation de la masse volumique peut entraîner une différence de l'ordre de 1 % pour les doses absorbées mesurées à une profondeur * donnée. Le graphite n'est donc pas un matériau de référence idéal.

Mlle Niatel présente aussi les résultats de la comparaison de systèmes de dosimétrie chimique Fricke (discutée ci-dessus).

Mme Perroche décrit l'installation du BIPM pour la mesure de W , énergie moyenne nécessaire pour produire une paire d'ions. Ces mesures

* Il ne s'agit pas de profondeur géométrique, mais de profondeur exprimée en termes de masse surfacique (unité : g cm^{-2}).

seront faites pour des électrons de basse énergie dans l'air et dans le gaz équivalent au tissu. Elles doivent débiter prochainement.

Section II — Mesure des radionucléides (Président : H.-M. Weiss)

Mr Weiss fait un compte rendu de la réunion de la Section II qui s'est tenue à Sèvres en mai 1981. Deux nouveaux laboratoires membres y étaient représentés : le NIM (Chine) et l'AAEC (Australie).

Une comparaison internationale très réussie de mesures d'activité du ^{134}Cs a été achevée; l'écart-type relatif est de 0,17 %. Le rapport de la comparaison est paru comme Rapport BIPM-80/2. Mr Rytz en a préparé une version abrégée qui a été soumise pour publication à *Nuclear Instruments and Methods* *.

Mr Weiss signale qu'une comparaison restreinte de mesures d'activité de ^{137}Cs a eu lieu entre dix laboratoires; l'écart-type relatif des résultats est de 0,5 %. Le compte rendu de cette comparaison est paru comme Rapport BIPM-80/1.

Onze laboratoires ont participé à la comparaison de ^{55}Fe et ont utilisé huit méthodes de mesure différentes. La dispersion totale pour l'activité N_0 est d'environ 5 %, et celle du taux d'émission des rayons X d'environ 7 %. En réponse à une question, Mr Weiss indique qu'une incertitude de 5 % peut être considérée comme satisfaisante, étant donné que le ^{55}Fe est utilisé seulement pour des applications industrielles et non en médecine nucléaire.

Le Groupe de travail sur les comparaisons internationales futures (coordonnateur : A. Rytz, BIPM) avait choisi le ^{133}Ba pour une comparaison restreinte entre six laboratoires; les mesures ont commencé à la fin de 1980. Le ^{133}Ba est un nucléide à capture électronique semblable à beaucoup d'autres qui sont employés en médecine nucléaire, mais grâce à sa période, qui est supérieure à dix ans, il convient particulièrement bien aux besoins d'une comparaison internationale. Les résultats du système international de référence forment deux groupes qui s'écartent de 1 %. Cependant, la comparaison restreinte a fait apparaître des différences beaucoup plus importantes et une dispersion totale de 2,2 %. On a rencontré quelques problèmes provenant de l'adsorption sur les parois des ampoules d'une quantité relativement importante d'activité. Cette comparaison sera refaite et la PTB assurera la distribution des ampoules. On pense que l'adsorption devrait être inférieure à 10^{-5} si l'on prétraitait les ampoules avec une solution inactive.

Mr Weiss annonce qu'une comparaison à grande échelle de ^{137}Cs sera organisée. On utilisera comme indicateur d'efficacité le ^{134}Cs dont la concentration radioactive sera indiquée. On a aussi prévu une comparaison de ^{109}Cd ; ce radionucléide important émet un rayonnement gamma

* Note ajoutée aux épreuves : Cet article est maintenant publié dans *Nucl. Instr. and Meth.* **192**, 427-431 (1982).

fortement converti de basse énergie. Le NAC fournira la solution; la mise en ampoules et la distribution seront assurées par l'OMH.

Le Système international de référence pour la mesure d'activité d'émetteurs de rayons gamma (SIR) a été utilisé pour 40 nucléides fournis par 18 laboratoires nationaux. La dispersion totale des résultats obtenus pour le ^{60}Co , par exemple, est de 0,4 %. Un désaccord, dû aux impuretés (^{202}Tl), est apparu pour le ^{201}Tl entre le NBS et la PTB. Le BIPM avait besoin d'un détecteur Ge(Li) pour mesurer les impuretés. Il s'est donc équipé d'un tel détecteur de 60 cm^3 et du dispositif électronique associé depuis environ un an. Un analyseur de 8 000 canaux est en commande.

Mr Weiss fait le point en ce qui concerne les monographies sur les mesures de radioactivité. Le rapport sur le comptage par scintillateurs liquides a été publié sous forme de Monographie BIPM-3. La monographie sur l'emploi et le fonctionnement des chambres d'ionisation utilisées pour la mesure d'activité d'émetteurs gamma et les bibliographies sur les effets de temps morts et les effets d'empilement sont en préparation.

Mr Rytz décrit les travaux en cours au BIPM dans le domaine de mesure des radionucléides. Les contrôles annuels des sources de radium du système de référence à chambre d'ionisation sous pression montrent une reproductibilité meilleure que 10^{-4} , sauf pour la source la plus faible. Le BIPM va acquérir deux sources de radium de 70 ans d'âge; ce sont les meilleures qu'on puisse trouver actuellement en ce qui concerne l'équilibre par rapport à la formation de ^{210}Pb dont la période est de 22 ans. La courbe de sensibilité des chambres d'ionisation en fonction de l'énergie des photons est maintenant bien établie. Le ^{133}Ba a été mesuré avec le SIR avant la comparaison restreinte.

Mr Rytz présente d'autres activités du groupe des radionucléides du BIPM : mesure de la période du ^{60}Co ; mesure, à cinq énergies différentes, de la sensibilité au rayonnement gamma de deux compteurs proportionnels, par Mr Wu (NIM), pendant son stage au BIPM; fourniture de 50 sources étalonnées à deux laboratoires nationaux qui en avaient fait la demande. Le BIPM a aussi utilisé des rayons alpha comme sondes pour mesurer des diaphragmes dans le cadre d'une expérience en cours au NPL sur la mesure de la constante de Stefan-Boltzmann à laquelle participe Mr Quinn.

Enfin, Mr Rytz relate des progrès dans le domaine de la spectrométrie alpha. Une mesure du ^{239}Pu a été terminée et a fait l'objet d'une publication dans les comptes rendus de la 6th International Conference on Atomic Masses, East Lansing, Mich., 1979. La mesure d'une source de ^{243}Am , préparée par le BCMN, a été abandonnée quand on s'est aperçu que la source était trop épaisse. Un écart de longue date entre Munich et le BIPM sur des mesures de ^{212}Po a été étudié à l'aide de 13 nouvelles mesures de précision modeste. Ce travail laisse penser que Munich a peut-être raison mais que le BIPM a besoin d'une source plus forte. Les mesures du profil de ligne spectrale sont provisoires car la qualité des sources utilisées n'était pas suffisamment bonne; des calculs seront faits en collaboration avec Mr Müller.

Mr Müller présente une nouvelle méthode appelée « échantillonnage sélectif » qui aborde le problème du comptage absolu sous un autre angle que la méthode des coïncidences. Elle est particulièrement utile pour les taux de comptage élevés, région où la méthode habituelle des coïncidences est d'une application difficile. Dans une certaine mesure, les méthodes sont complémentaires, le comptage par coïncidences étant préférable pour les taux de comptage faibles et l'échantillonnage sélectif pour les taux élevés. La nouvelle méthode évite les problèmes liés aux coïncidences par une mesure directe des efficacités de comptage pour le détecteur bêta ou gamma. Comme le critère appliqué pour décider si deux impulsions observées proviennent de la même désintégration est causal plutôt que temporel, la méthode peut aussi être utilisée pour des transitions isomériques. Un article décrivant cette nouvelle approche sera publié dans *Nuclear Instruments and Methods* *.

Section III — Mesures neutroniques (Président : R. S. Caswell)

Mr Caswell fait un compte rendu de la réunion de la Section III qui s'est tenue en mai 1981 au BIPM, Sèvres. La Section III a un programme de comparaisons internationales assez important en cours et s'est mise récemment à étudier les besoins en comparaisons de dosimétrie neutronique, ainsi que les méthodes à utiliser.

La comparaison internationale de mesures de débits de fluence de neutrons rapides monocinétiques faite à cinq énergies de neutrons (250 keV, 565 keV, 2,2 MeV, 2,5 MeV et 14,8 MeV) a été terminée; Mr Huynh a analysé les résultats et publié le rapport final dans *Metrologia* en 1980. Cette comparaison a été faite au moyen d'instruments de transfert que Mr Huynh a transportés d'un laboratoire à l'autre, sauf dans le cas de la méthode d'activation de feuilles de fer où l'expédition s'est faite par voie postale.

Le BIPM avait fait une étude détaillée des modifications de bâtiments et de l'équipement nécessaire en vue de l'installation d'une source intense (10^{11} s^{-1}) de neutrons de 14 MeV. Cette étude est en veilleuse car le financement est peu probable dans un avenir proche.

Deux comparaisons internationales de taux d'émission de sources de neutrons (^{252}Cf) seront bientôt terminées. La source la plus faible (10^7 s^{-1}) aura été mesurée par onze laboratoires et la plus forte (10^9 s^{-1}) par trois (PTB, NBS et NPL). On espère achever les mesures cette année et en analyser les résultats en 1982. Ces comparaisons ont été entreprises pour plusieurs raisons: la dernière comparaison de sources de neutrons remontait à plus de quinze ans, l'exactitude des mesures s'est beaucoup améliorée depuis cette date, et les sources de ^{252}Cf sont fréquemment

* Note ajoutée aux épreuves : Cet article est maintenant publié dans *Nucl. Instr. and Meth.* **189**, 449-452 (1981).

utilisées pour vérifier la sensibilité des instruments utilisés en radioprotection et celle d'autres détecteurs de neutrons.

De nouvelles comparaisons de débits de fluence de neutrons rapides ont été entreprises avec des instruments de transfert que l'on espère améliorés et qui ne nécessitent pas le déplacement d'un physicien. Deux comparaisons sont en cours : l'une utilise la réaction $^{115}\text{In}(n, n')$ à 2,5, 5,0 et 14,8 MeV (coordonnateur : BCMN) et l'autre des échantillons de Nb/Zr à 14,8 MeV (coordonnateur : NPL). La dernière méthode fournit également des informations sur l'énergie moyenne des neutrons.

Mr Caswell annonce qu'une comparaison utilisant des chambres à fission (^{235}U et ^{238}U) va commencer bientôt. Ces deux instruments sont très intéressants car ils peuvent être employés avec les « spectres blancs » des accélérateurs linéaires aussi bien qu'avec les faisceaux filtrés des réacteurs et avec les accélérateurs d'ions positifs. Le NPL organisera une comparaison à 144 keV et 565 keV en utilisant la réaction $^{115}\text{In}(n, \gamma)$. Ces dernières énergies sont particulièrement importantes pour les problèmes que pose la surveillance au voisinage des réacteurs nucléaires.

Mr Jennings soulève le problème de l'unité « barn »; l'emploi de cette unité a été interdit par le British Department of Trade parce que, dans la brochure SI, elle figure dans la catégorie des « unités à maintenir temporairement avec le Système International ». On note que le CIPM permet toujours l'emploi du barn et que la décision du Department of Trade est donc prématurée.

Mr Huynh décrit le travail effectué au BIPM par le Groupe de mesures neutroniques. Outre la participation à la nouvelle comparaison de mesures de débit de fluence de neutrons rapides, une partie importante du travail concerne les mesures de dosimétrie neutronique. Une chambre d'ionisation Exradin à parois équivalentes au tissu, remplie d'un gaz équivalent au tissu, a fait l'objet d'une étude dans un champ neutronique dont la fluence est connue par des mesures absolues. On se sert d'un compteur Geiger-Müller pour mesurer le rayonnement gamma superposé au champ neutronique. Mr Huynh a mesuré la sensibilité aux neutrons du compteur Geiger-Müller par une méthode de coïncidences reposant sur des mesures des particules alpha qui sont corrélées avec les neutrons. Il trouve que la sensibilité du compteur aux neutrons est faible (ce qui est souhaitable) et il l'a déterminée avec une incertitude de 10 %. Il aura plus tard la possibilité de comparer la méthode de la chambre d'ionisation à une autre méthode de dosimétrie, celle qui est basée sur la mesure absolue de la fluence.

2. État de la proposition de la Section III d'installer au BIPM une source intense de neutrons de 14 MeV

Mr Giacomo fait savoir que le CIPM, à sa réunion de 1980, est arrivé à la conclusion que l'installation d'une source intense de neutrons au BIPM

n'est pas considérée comme prioritaire. La comparaison pourrait être faite au NPL. MM. Jensen et Quinn ont été chargés d'étudier les possibilités existant dans ce laboratoire. Il en est résulté un rapport indiquant que le NPL est disposé à organiser une telle comparaison si les frais peuvent être payés par les utilisateurs ou par le BIPM.

Des inquiétudes s'étant manifestées à la pensée d'organiser des comparaisons dont les frais seraient supportés par les utilisateurs, la Section III a proposé une autre solution qui consisterait à faire circuler un instrument de transfert. Mr Giacomo dit que les comparaisons et l'équipement impliqué sont en principe gratuits. Les comparaisons payantes sont une affaire nouvelle; jusqu'à présent, le BIPM a résisté à de telles demandes. Selon la solution proposée à l'origine par le NPL, le BIPM couvrirait tous les frais. Le rapport Jensen-Quinn propose que les participants paient la totalité des frais d'utilisation de l'accélérateur ou que le coût soit partagé entre le BIPM et les utilisateurs.

Mr Ambler pense qu'une comparaison à 14 MeV faite au NPL serait la comparaison de dosimétrie neutronique la plus directe. Il a demandé à Mr Caswell d'étudier le problème; Mr Caswell et Mr Goodman, du NBS, ont fait une brève étude qui est en accord avec cette opinion. Mr Ambler n'a pas envisagé que le BIPM paie au NPL les frais des utilisateurs mais pense que chaque participant (par exemple le NBS) devrait payer pour lui-même. Mr Ambler se demande si, par une application rigide des règles, le BIPM ne se couperait pas lui-même de domaines de recherche importants. Il cite l'exemple du NBS qui utilise la nouvelle source de rayonnement du synchrotron du Brookhaven National Laboratory.

Il s'en est suivi une longue discussion. Voici quelques-uns des points importants qui ont été soulevés: le BIPM ne fait pas d'objection au paiement pour une comparaison à laquelle il participe; d'après sa politique actuelle, le NPL doit facturer le temps d'utilisation de l'accélérateur; une comparaison entre plusieurs laboratoires est préférable à une comparaison bilatérale du même type; il n'est pas possible au BIPM d'assurer à la fois l'organisation et le financement de toutes les comparaisons (comparaisons de radionucléides, par exemple); on émet aussi l'opinion que l'exactitude d'une comparaison faite avec un instrument de transfert n'est pas nécessairement plus mauvaise, ou notablement plus mauvaise, que celle d'une comparaison effectuée dans un seul laboratoire; on souligne le rôle important du BIPM qui consiste à assurer la pérennité des résultats de comparaisons internationales; enfin, il est difficile au BIPM de prendre la responsabilité d'une comparaison organisée par un « laboratoire pilote ».

Il est également suggéré que l'installation au BIPM d'une source pour dosimétrie neutronique est d'une importance telle qu'on pourrait demander une contribution exceptionnelle à la CGPM. Certains pensent que l'emploi d'un instrument de transfert permettrait d'utiliser au mieux les ressources limitées du BIPM. Toutefois, le BIPM pourrait difficilement mettre une telle méthode au point et assumer en même temps la responsabilité d'une comparaison se déroulant au NPL. L'importance du rôle actif que le BIPM

doit jouer dans le domaine de la dosimétrie neutronique est soulignée.

A la suite de cette discussion, on a élaboré le projet suivant qui doit être soumis aux membres de la Section III afin de savoir s'ils le jugent acceptable. Il comporte une partie des avantages de chacune des propositions : comparaison au NPL et proposition originelle de la Section III.

Comparaisons internationales de dosimétrie neutronique

Le CCEMRI propose que les comparaisons internationales de dosimétrie neutronique soient effectuées en deux étapes. Tout d'abord le NPL organiserait, en tant que « laboratoire pilote », une comparaison de dosimètres neutroniques, vraisemblablement de chambres d'ionisation équivalentes au tissu, en utilisant sa source intense (10^{11} s^{-1}) de neutrons de 14 MeV. Cette comparaison aurait lieu en 1983. Les participants seraient invités à payer au NPL les frais correspondant au temps d'utilisation de l'accélérateur. On demanderait à la Section III de définir les conditions de la comparaison, comme par exemple la collimation, la méthode de détermination de la proportion de rayonnement gamma contaminant le faisceau, et la nécessité d'inclure ou non une mesure à une certaine profondeur dans un fantôme. On demanderait au NPL de procéder à l'analyse de la comparaison.

Par ailleurs, on demanderait au BIPM d'étudier, pendant la fin de 1981 et en 1982, le fonctionnement de différents types de chambres d'ionisation équivalentes au tissu, afin de choisir une série de chambres pouvant servir d'instruments de référence et de transfert. Le but pour le BIPM serait de disposer d'un équipement capable de conserver durablement les résultats d'un étalonnage. Le BIPM utiliserait un ou plusieurs de ces instruments dans la comparaison organisée par le NPL; les résultats de cette comparaison seraient donc conservés à long terme.

On envisagerait de commencer en 1984 une seconde comparaison qui serait organisée par le BIPM. L'une des chambres d'ionisation aux parois équivalentes au tissu serait fournie par le BIPM comme instrument de transfert. Les participants devraient déterminer sa sensibilité aux neutrons mesurée dans l'air (charge/kerma). Chaque laboratoire devrait faire sa propre détermination de la contribution du rayonnement gamma dans son champ neutronique. Le protocole de mesure pour cette comparaison serait préparé par le BIPM assisté de Mr Broerse, du TNO.

3. Discussion du rapport du Président du CCEMRI au CIPM

On accepte un certain nombre de suggestions et on apporte quelques modifications rédactionnelles au rapport. On décide d'y inclure la Recommandation R(I)-I (1981) de la Section I. Comme indiqué

précédemment, une version remaniée de cette recommandation est soumise aux membres de la Section I pour approbation.

Mr Ambler demande qu'on lui indique les points à mettre en évidence dans sa présentation orale de dix minutes au CIPM. Le rapport complet sera publié en annexe aux Procès-Verbaux des Séances du Comité International des Poids et Mesures, Tome 49, 1981.

4. Activité du Groupe de travail sur l'expression des incertitudes

Mr Müller indique que le Groupe de travail s'est réuni en 1980 avec la participation de représentants de onze laboratoires nationaux d'étalonnage. Il commente ensuite la Recommandation INC-1 (1980) du Groupe de travail au CIPM (*voir* Annexe R 2). Il présente quelques considérations mathématiques et leur application à un exemple simple. Le Groupe de travail doit maintenant soumettre son rapport au CIPM pour approbation.

Plusieurs suggestions sont faites : quand la recommandation sera adoptée, on pourrait préparer un fascicule comportant quelques exemples détaillés pour aider les non-spécialistes en statistique. Un délai devrait être accordé aux utilisateurs pour leur permettre d'essayer le nouveau système, puis il conviendrait d'organiser un séminaire ou une conférence pour échanger des informations sur la façon dont le système fonctionne. Mr Giacomo indique que la recommandation sera diffusée largement après approbation par le CIPM*.

5. Divers

La CGPM se réunira en octobre 1983. Les recommandations qui nécessitent une décision formelle doivent être prêtes neuf mois avant la Conférence. Il semble que la recommandation de la Section I doive être présentée au CIPM, mais pas à la CGPM.

Mr Ambler remercie les participants pour l'effort considérable qu'ils ont fourni et lève la séance.

Juillet 1981, révisé septembre 1981

* Lors de sa 70^e session (octobre 1981), le CIPM a pris connaissance des conclusions du Groupe de travail et a invité, par sa Recommandation I (CI-1981), les organismes intéressés à mettre à l'essai les principes préconisés par le Groupe de travail.

**Recommandation
du CCEMRI (Section I)
présentée
au Comité International des Poids et Mesures**

Grandeurs de référence pour étalonnages dans l'air

RECOMMANDATION R(I)-1 (1981) *

La Section I (Rayons X et γ , électrons) du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants

rappelant et confirmant ses Recommandations R(I)-1 (1977) et R(I)-1 (1979), et en particulier

— que l'on doit continuer à conserver et comparer les étalons d'exposition,

— que l'on a le plus grand besoin, pour la radiothérapie, de la dose absorbée dans l'eau,

recommande

— que les recherches concernant les déterminations directes de la dose absorbée et les facteurs de conversion permettant de déduire la dose absorbée de l'exposition soient activement poursuivies,

— que, lorsqu'on a besoin de grandeurs physiques caractérisant des champs de photons dans l'air, les étalonnages d'instruments effectués en exposition puissent aussi être exprimés en kerma dans l'air ou en kerma dans l'eau,

— que les facteurs utilisés pour convertir l'exposition en kerma soient précisés, ainsi que leurs incertitudes.

* Cette Recommandation a été approuvée par le Comité International des Poids et Mesures à sa 70^e session (octobre 1981).

ANNEXE R 1

Liste des laboratoires et organisations mentionnés dans le rapport

- AAEC : Australian Atomic Energy Commission, Lucas Heights, Australie
- AIEA : Agence Internationale de l'Énergie Atomique, Vienne, Autriche
- ARL : Australian Radiation Laboratory, Yallambie, Australie
- BCMN : Bureau Central de Mesures Nucléaires, Gèel, Belgique
- BEV : Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Vienne, Autriche
- BIPM : Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, France
- CCEMRI: Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants
- CGPM : Conférence Générale des Poids et Mesures
- CIPM : Comité International des Poids et Mesures
- ICRU : International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington, États-Unis d'Amérique
- JEN : Junta de Energía Nuclear, Madrid, Espagne
- NAC : National Accelerator Centre, Faure, Afrique du Sud
- NBS : National Bureau of Standards, Washington, États-Unis d'Amérique
- NIM : Institut National de Métrologie, Beijing, République Populaire de Chine
- NPL : National Physical Laboratory, Teddington, Royaume-Uni
- NRC : Conseil National de Recherches du Canada, Ottawa, Canada
- OMH : Országos Mérésügyi Hivatal, Budapest, Hongrie
- PTB : Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, République Fédérale d'Allemagne
- RIV : Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven, Pays-Bas
- TNO : Radiobiological Institute, Rijswijk, Pays-Bas
-

**Recommandation du Groupe de travail sur l'expression des incertitudes
à présenter au Comité International des Poids et Mesures**

Expression des incertitudes expérimentales

RECOMMANDATION INC-1 (1980) *

1. L'incertitude d'un résultat de mesure comprend généralement plusieurs composantes qui peuvent être groupées en deux catégories d'après la méthode utilisée pour estimer leur valeur numérique :

- A. celles qui sont évaluées à l'aide de méthodes statistiques,
- B. celles qui sont évaluées par d'autres moyens.

Il n'y a pas toujours une correspondance simple entre le classement dans les catégories A ou B et le caractère « aléatoire » ou « systématique » utilisé antérieurement pour classer les incertitudes. L'expression « incertitude systématique » est susceptible de conduire à des erreurs d'interprétation; elle doit être évitée.

Toute description détaillée de l'incertitude devrait comprendre une liste complète de ses composantes et indiquer pour chacune la méthode utilisée pour lui attribuer une valeur numérique.

2. Les composantes de la catégorie A sont caractérisées par les variances estimées s_i^2 (ou les « écarts-types » estimés s_i) et les nombres ν_i de degrés de liberté. Le cas échéant, les covariances doivent être données.

3. Les composantes de la catégorie B devraient être caractérisées par des termes u_j^2 qui puissent être considérés comme des approximations des variances correspondantes dont on admet l'existence. Les termes u_j^2 peuvent être traités comme des variances et les termes u_j comme des écarts-types. Le cas échéant, les covariances doivent être traitées de façon analogue.

4. L'incertitude composée devrait être caractérisée par la valeur obtenue en appliquant la méthode usuelle de combinaison des variances. L'incertitude composée ainsi que ses composantes devraient être exprimées sous la forme d'« écarts-types ».

5. Si pour des utilisations particulières on est amené à multiplier par un facteur l'incertitude composée afin d'obtenir une incertitude globale, la valeur numérique de ce facteur doit toujours être donnée.

* Une traduction en langue anglaise de cette recommandation a été publiée dans *Metrologia* 17, 73 (1981).

Notice for the reader of the English version

In order to make the reports of the various Comités Consultatifs more accessible to the many readers who are more familiar with the English language than with the French, the Comité International des Poids et Mesures has decided to publish an English version of these reports. The reader must however be aware that the official report is always the French one. The English version is published for convenience only. If any matter gives rise to controversy, or if an authoritative reference is needed, the French text must be used. This applies especially to the text of the recommendations submitted to the Comité International des Poids et Mesures.

Avertissement au lecteur de la version anglaise

Afin de rendre plus facile l'accès aux rapports des divers Comités Consultatifs pour de nombreux lecteurs qui sont plus familiers avec la langue anglaise qu'avec la langue française, le Comité International des Poids et Mesures a décidé de publier une version en anglais de ces rapports. Le lecteur doit cependant prendre garde au fait que le rapport officiel est toujours celui qui est rédigé en français. La version anglaise n'est publiée que pour faciliter la lecture. Si un point quelconque soulève une discussion, ou si une référence autorisée est nécessaire, c'est toujours le texte français qui doit être utilisé. Ceci s'applique particulièrement au texte des recommandations proposées au Comité International des Poids et Mesures.

HISTORICAL NOTE

Organs of the Metre Convention BIPM, CIPM, CGPM

The International Bureau of Weights and Measures (BIPM) was set up by the Metre Convention signed in Paris on 20 May 1875 by seventeen States during the final session of the Diplomatic Conference of the Metre. This Convention was amended in 1921.

BIPM has its headquarters near Paris, in the grounds (43 520 m²) of the Pavillon de Breteuil (Parc de Saint-Cloud), placed at its disposal by the French Government; its upkeep is financed jointly by the Member States of the Metre Convention.*

The task of BIPM is to ensure worldwide unification of physical measurements; it is responsible for :

- establishing the fundamental standards and scales for measurement of the principal physical quantities and maintaining the international prototypes;
- carrying out comparisons of national and international standards;
- ensuring the co-ordination of corresponding measuring techniques;
- carrying out and co-ordinating determinations relating to the fundamental physical constants that are involved in the above mentioned activities.

BIPM operates under the exclusive supervision of the International Committee for Weights and Measures (CIPM), which itself comes under the authority of the General Conference on Weights and Measures (CGPM).

The General Conference consists of delegates from all the Member States of the Metre Convention and meets at present every four years. At each meeting it receives the Report of the International Committee on the work accomplished, and it is responsible for :

- discussing and instigating the arrangements required to ensure the propagation and improvement of the International System of Units (SI), which is the modern form of the metric system;
- confirming the results of new fundamental metrological determinations and the various scientific resolutions of international scope;
- adopting the important decisions concerning the organization and development of BIPM.

The International Committee consists of eighteen members each belonging to a different State; it meets at present every year. The officers of this Committee issue an Annual Report on the administrative and financial position of BIPM to the Governments of the Member States of the Metre Convention.

The activities of BIPM, which in the beginning were limited to the measurements of length and mass and to metrological studies in relation to these quantities, have been extended to standards of measurement for electricity (1927), photometry (1937), and ionizing radiations (1960). To this end the original laboratories, built in 1876-1878, were enlarged in 1929 and two new buildings were constructed in 1963-1964 for the ionizing radiation laboratories. Some thirty physicists or technicians work in the laboratories of BIPM. They do metrological research, and also undertake measurement and certification of material standards of the above-mentioned quantities. BIPM's annual appropriation is of the order of 8 600 000 gold francs, approximately 15 500 000 French francs (in 1981).

* As of 31 December 1981 forty-five States were members of this Convention : Argentina (Rep. of), Australia, Austria, Belgium, Brazil, Bulgaria, Cameroon, Canada, Chile, China (People's Rep. of), Czechoslovakia, Denmark, Dominican Republic, Egypt, Finland, France, German Democratic Rep., Germany (Federal Rep. of), Hungary, India, Indonesia, Iran, Ireland, Italy, Japan, Korea (Rep. of), Mexico, Netherlands, Norway, Pakistan, Poland, Portugal, Romania, Spain, South Africa, Sweden, Switzerland, Thailand, Turkey, U.S.S.R., United Kingdom, U.S.A., Uruguay, Venezuela, Yugoslavia.

In view of the extension of the work entrusted to BIPM, CIPM has set up since 1927, under the name of Consultative Committees, bodies designed to provide it with information on matters that it refers to them for study and advice. These Consultative Committees, which may form temporary or permanent « Working Groups » to study special subjects, are responsible for co-ordinating the international work carried out in their respective fields and proposing recommendations concerning the amendments to be made to the definitions and values of units. In order to ensure worldwide uniformity in units of measurement, the International Committee accordingly acts directly or submits proposals for sanction by the General Conference.

The Consultative Committees have common regulations (*Procès-Verbaux CIPM*, 1963, 31, 97). Each Consultative Committee, the chairman of which is normally a member of CIPM, is composed of delegates from the major Metrology Laboratories and specialized Institutes, a list of which is drawn up by CIPM, as well as individual members also appointed by CIPM and one representative of BIPM. These Committees hold their meetings at irregular intervals; at present there are eight of them in existence.

1. The Consultative Committee for Electricity (CCE), set up in 1927.
2. The Consultative Committee for Photometry and Radiometry (CCPR), new name given in 1971 to the Consultative Committee for Photometry set up in 1933 (between 1930 and 1933 the preceding Committee (CCE) dealt with matters concerning Photometry).
3. The Consultative Committee for Thermometry (CCT), set up in 1937.
4. The Consultative Committee for the Definition of the Metre (CCDM), set up in 1952.
5. The Consultative Committee for the Definition of the Second (CCDS), set up in 1956.
6. The Consultative Committee for the Standards of Measurement of Ionizing Radiations (CCEMRI), set up in 1958.
In 1969 this Consultative Committee established four sections : Section I (Measurement of X and γ rays, electrons); Section II (Measurement of radionuclides); Section III (Neutron measurements); Section IV (α -energy standards). In 1975 this last section was dissolved and Section II made responsible for its field of activity.
7. The Consultative Committee for Units (CCU), set up in 1964 (this Consultative Committee replaced the « Commission for the System of Units » set up by the CIPM in 1954).
8. The Consultative Committee for Mass and related quantities (CCM), set up in 1980.

The proceedings of the General Conference, the International Committee, the Consultative Committees, and the International Bureau are published under the auspices of the latter in the following series :

- *Comptes rendus des séances de la Conférence Générale des Poids et Mesures*;
- *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*;
- *Sessions des Comités Consultatifs*;
- *Recueil de Travaux du Bureau International des Poids et Mesures* (this collection for private distribution brings together articles published in scientific and technical journals and books, as well as certain work published in the form of duplicated reports).

From time to time BIPM publishes a report on the development of the Metric System throughout the world, entitled *Les récents progrès du Système Métrique*.

The collection of the *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* (22 volumes published between 1881 and 1966) ceased in 1966 by a decision of CIPM.

Since 1965 the international journal *Metrologia*, edited under the auspices of CIPM, has published articles on the more important work on scientific metrology carried out throughout the world, on the improvement in measuring methods and standards, on units, etc., as well as reports concerning the activities, decisions, and recommendations of the various bodies created under the Metre Convention.

AGENDA
for the 9th Session

1. Reports of the three CCEMRI Sections and related BIPM work.
 2. Status of the proposal by Section III for a 14 MeV neutron dosimetry facility at BIPM.
 3. Discussion of the CCEMRI Chairman's report to CIPM.
 4. Activities of the Working Group on the statement of uncertainties.
 5. Other business.
-

REPORT
OF THE
COMITÉ CONSULTATIF POUR LES ÉTALONS DE MESURE
DES RAYONNEMENTS IONISANTS
(9th Session — 1981)
TO THE
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

by R. S. CASWELL, Rapporteur

Abstract. An account of the activity during the past two years and of the plans for future work is given for the three Sections of the Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants. Section I (Rayons X et γ , électrons) studied in detail the results of an intercomparison of Fricke dosimeters. A recommendation was made concerning the possibility of expressing calibrations made in terms of exposure in terms of air kerma or water kerma. Section II (Mesure des radionucléides) studied the results of recent international comparisons (^{55}Fe , ^{133}Ba and ^{134}Cs) and made plans for new ones. Section III (Mesures neutroniques) presented the status of the international comparisons of neutron fluence rate in progress and decided to organize new ones. The reports of the Section chairmen are followed by the presentation of the work carried out at BIPM by the corresponding groups. The status of the proposal by Section III for a 14 MeV neutron dosimetry facility at BIPM is discussed in detail and a proposal is made for a neutron dosimetry intercomparison.

The Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants (CCEMRI) * held its ninth session at the Pavillon de Breteuil, in Sèvres, on July 27 and 28, 1981.

Present :

E. AMBLER, member of CIPM, Chairman of CCEMRI.

W. A. JENNINGS, Chairman of Section I; National Physical Laboratory (NPL), Teddington.

* For the list of the members, see p. VII.

H.-M. WEISS, Chairman of Section II; Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig.

R. S. CASWELL, Chairman of Section III; National Bureau of Standards (NBS), Washington.

The Director of BIPM (P. GIACOMO).

Also attended the meeting : J. TERRIEN, Emeritus Director of BIPM; A. ALLISY, A. RYTZ, J. W. MÜLLER, V. D. HUYNH (BIPM); Mme M. BOUTILLON, Mlle M.-T. NIATEL and Mme A.-M. PERROCHE, guest workers at BIPM; Mme D. MÜLLER (BIPM).

Mr. Ambler opened the session and welcomed Mr. Weiss, the new Chairman of Section II. Mr. Caswell was appointed Rapporteur.

1. Reports of the three Sections of CCEMRI and BIPM related work

Section I — Rayons X et γ , électrons (Chairman : W. A. Jennings)

Mr. Jennings reported on the meeting of Section I, held in June 1981, at BIPM in Sèvres. Two new member laboratories * participated : ARL and NIM. The period between meetings has been active partly due to the efforts of three working parties, two of which worked by correspondence, and the other which carried out an absorbed dose intercomparison using Fricke (ferrous sulfate) chemical dosimeters. Section I has also carried out a special activity concerning quantities which might replace exposure in the characterization of photon fields.

The problem of the Working Party on Conversion of Exposure to Absorbed Dose in Water (chaired by W. H. Henry, NRC) proved difficult for two reasons : the conversion factors involve chamber-dependent terms that are difficult to evaluate and must be determined for each type of chamber; and the energy-absorption coefficient ratio has an uncertainty that may approach 5 % for photon energies below 50 keV. Further work is needed at low energies. A problem also exists at higher energies (above that of cobalt-60), but is being studied by an ICRU committee.

The Working Party on Conversion from Absorbed Dose in Graphite to Absorbed Dose in Water (chaired by R. Loevinger, NBS) studied a variety of methods for carrying out this conversion using information provided by a number of national standards laboratories. It is believed that the overall conversion is now well understood, and can be carried out for cobalt-60 radiation with satisfactory accuracy. Some of the methods proposed are appropriate for higher energies, but evaluation of the accuracy at these

* The laboratories and organizations mentioned in the report are listed in Annexe R 1 (see p. R 13).

higher energies has not yet been made. Of interest in this connection is the water calorimeter developed by S. R. Domen of NBS, which, of course, avoids the graphite-to-water conversion. At present the water calorimeter gives a 3 % higher result for absorbed dose, presumably due to chemical reactions; this difference needs further study.

The Working Party on Comparison of Fricke Chemical Dosimeter Systems (chaired by S. C. Ellis, NPL) has carried out a comparison which began with circulation of potassium dichromate absorbance standards as a test of spectrophotometers. The Fricke dosimeters from each laboratory, located at 5 cm depth in the water phantom, were irradiated in the BIPM cobalt-60 beam, the comparison being carried out in terms of absorbed dose to water. A spread in the mean values of about 2.5 % was found in the results of the six laboratories completing the comparison. Data from two of the laboratories showed more scatter among the readings of individual dosimeters. The results do indicate that, with a well-developed system and when uniform corrections are applied, agreement to better than 1 % is obtainable by this method.

For specification of photon fields, other than in radiation therapy where absorbed dose to water has been agreed upon as the quantity of interest, many proposals have been made to replace exposure by other quantities. This stems from the inconvenient SI unit of exposure (C/kg). Section I agreed that either of two quantities, measured in air, may be specified to replace exposure. These quantities are air kerma, which can be measured with high accuracy, or water kerma which cannot be determined with as good accuracy at low energies, but is more directly relevant to radiation biology and protection. This led to Recommendation R(I)-1 (1981) (*see* p. R 31). Considerable discussion was held by CCEMRI members concerning the wording of the recommendation. A reworded version is being submitted to Section I for their approval.

Quantities for use in radiation protection have not been considered in detail by Section I because an ICRU committee led by T. E. Burlin is considering this question and is to report in 1982.

Mr. Jennings indicated that Section I is monitoring progress in dosimetry standards at high-dose processing levels. IAEA is carrying out comparisons using different dosimetry systems, and standards laboratories are collaborating by providing calibration irradiations.

Section I has also considered the puzzling question of why the effective point of measurement of a spherical graphite cavity chamber is apparently at the geometrical center. Reprints of a paper in Chinese on the subject were made available.

Mr. Jennings also brought up the need for publicity of the activities of CCEMRI and its Sections in the appropriate journals. In the case of Section I these are radiological journals. It was felt that to achieve better coverage in user journals, Section chairmen could, following the fall CIPM meeting, write a summary report for the Section, or add an appropriate introduction to the summary which appears in *Metrologia*.

Mme Boutillon reported on a recent comparison at BIPM in the 10-50 kV X-ray range with JEN. Agreement is within 0.2 %. In the medium X-ray range a recent comparison with ARL gives an agreement of 0.3 %.

Calculations were carried out of the conversion from absorbed dose in graphite to absorbed dose in water for cobalt-60. The dominant uncertainty is in the determination of the amount of scattered radiation in water and graphite; calculations made by a Monte Carlo method suppose a uniform density of the graphite, and a well-shaped beam, which is not the case in reality. Calculations were also made of dosimeter perturbation corrections in a graphite phantom using as reference point either the geometrical center of the chamber or its front wall; agreement with experiment is good.

Calculations of air kerma and water kerma versus exposure for X-rays and ^{60}Co showed much better accuracy for air kerma.

Mlle Niatel reported on work using the BIPM cobalt-60 beam. An exposure comparison was performed with BEV. Calibrations were made for chambers submitted from Denmark and Sweden.

A study of the effect of density change at a given depth in graphite between RIV graphite and BIPM graphite showed an effect of about 1 %. One must conclude that graphite is not an ideal reference material.

Mlle Niatel also presented results from the Fricke chemical dosimeter comparison (discussed above).

Mme Perroche discussed the apparatus for the BIPM measurements of W , the average energy per ion pair. These measurements will be for low-energy electrons in air and tissue-equivalent (TE) gas. Measurements will be starting shortly.

Section II — Mesure des radionucléides (Chairman : H.-M. Weiss)

Mr. Weiss reported on the meeting of Section II, held in May 1981, in Sèvres. New member laboratories from China (NIM) and Australia (AAEC) participated.

A very successful comparison of activity measurements for cesium-134 has been completed with 0.17 % standard deviation in the results. The report of this comparison has appeared as Rapport BIPM-80/2. A shorter version has been prepared by Mr. Rytz and submitted to *Nuclear Instruments and Methods* * for publication.

Mr. Weiss mentioned that a limited cesium-137 comparison has been completed among ten laboratories with a standard deviation of 0.5 %. The report on this comparison has been issued as Rapport BIPM-80/1.

Eleven laboratories took part in the iron-55 comparison using eight different measurement methods. The overall spread in activity, N_0 , was

* Note added in proof : This article is now published in *Nucl. Instr. and Meth.* **192**, 427-431 (1982).

about 5 %, and that in X-ray emission rate about 7 %. In response to a question, Mr. Weiss indicated that 5 % accuracy is considered sufficient, since iron-55 is used only in industrial applications, not in nuclear medicine.

The Working Group on Intercomparisons (chaired by A. Rytz, BIPM) selected barium-133 for a minicomparison among six laboratories, which started at the end of 1980. Barium-133 is an electron-capturing nuclide similar to many others used in nuclear medicine, but with a half-life greater than ten years and therefore suitable for an international comparison. Results from the International Reference System fell into two groups about 1 % apart. The minicomparison, however, showed much larger discrepancies with 2.2 % total spread. Some problems were observed of a relatively high amount of activity being adsorbed on ampoule walls. This comparison will be repeated with PTB making the distribution. It is believed that the adsorption can be held to less than 10^{-5} by pretreating the ampoules with inactive solution.

Mr. Weiss stated that a full intercomparison of cesium-137 is planned with cesium-134 as a tracer with the activity concentration of cesium-134 given. Also a cadmium-109 comparison is planned; this important radionuclide emits a highly-converted low-energy gamma ray. NAC will provide the solution, and OMH will dispense and distribute it.

The International Reference System at BIPM for gamma-ray emitting radionuclides (SIR) has been used for 40 nuclides by 18 national laboratories. The overall spread for cobalt-60, for example, is 0.4 %. A discrepancy was picked up for thallium-201 between NBS and PTB, due to impurities (thallium-202). Needing a Ge(Li) detector for impurity measurements, BIPM purchased such a 60 cm³ detector with associated electronics and has had this in operation for about one year. An 8000 channel analyzer is on order.

Mr. Weiss reported on the status of the radioactivity measurement monographs. The report on liquid scintillation counting has appeared as Monographie BIPM-3. The monographs on the use and operation of the ionization chamber reference system for gamma-ray emitters, and the bibliographies on dead-time effects and on pile-up effects are in preparation.

Mr. Rytz reported on the radionuclide measurement work in progress at BIPM. The well-type high-pressure ionization chamber reference system for gamma-ray emitters shows consistency of better than 10^{-4} from year to year with radium check sources, except for the weakest source. Two sources of 70-year-old radium are being ordered because these are the best obtainable in terms of reaching their equilibrium values relative to the build-up of ²¹⁰Pb (with a 22 year half-life). The efficiency curve of the ionization chambers versus photon energy has been well established. Barium-133 was studied with the SIR before the minicomparison.

Other activities at BIPM discussed by Mr. Rytz included a cobalt-60 half-life measurement; measurement of the gamma-ray sensitivity of two

proportional counters at five gamma-ray energies by Mr. Wu from NIM during his stay at BIPM; and supplying 50 calibrated sources to two national standards laboratories as requested. BIPM has also used alpha rays as probes to measure apertures for an experiment at NPL to measure the Stefan-Boltzmann constant, in which Mr. Quinn is participating.

Mr. Rytz also discussed progress in alpha-ray energy spectrometry. A measurement on plutonium-239 has been completed and published in the proceedings of the Sixth Atomic Mass Conference. A measurement on americium-243 using a source prepared by BCMN was abandoned when it was found that the source was too thick. A long-standing discrepancy between Munich and BIPM for polonium-212 has been studied with 13 new measurements with modest precision. These suggest that Munich may be correct, and that BIPM needs a stronger source. Line-shape measurements have not been definitive because the sources used were not of high quality. Line-shape calculations will be made in collaboration with Mr. Müller.

Mr. Müller reported on a new method of absolute counting called « selective sampling » which is an alternative to coincidence counting. It is particularly useful at high count rates where coincidence counting runs into trouble. To some extent the methods are complementary, coincidence counting being advantageous at low count rates, selective sampling at high count rates. The new method avoids problems related to coincidences by a direct measurement of the counting efficiencies for the beta or gamma detector. As the criterion applied for deciding whether two observed pulses stem from the same disintegration is causal rather than temporal, the method can also be used for isomeric transitions. A paper describing this new approach will be published in *Nuclear Instruments and Methods* *.

Section III — Mesures neutroniques (Chairman : R. S. Caswell)

Mr. Caswell reported on the meeting of Section III, held in May 1981, at BIPM in Sèvres. Section III has a rather large intercomparison program in progress, and has most recently been considering the need for neutron dosimetry intercomparisons and the methods for carrying them out.

The international comparison of fluence rate measurements for monoenergetic neutrons of 250 keV, 565 keV, 2.2 MeV, 2.5 MeV, and 14.8 MeV neutron energies has been completed, the results analyzed, and the final report published by Mr. Huynh in *Metrologia* in 1980. This comparison was carried out using transfer instruments which were carried from laboratory to laboratory by Mr. Huynh, except for the iron-foil method at 14.8 MeV which used transfer by mail.

A design study was carried out by BIPM of building modifications and

* *Note added in proof*: This article is now published in *Nucl. Instr. and Meth.* **189**, 449-452 (1981).

experimental arrangements necessary for the installation of a 14 MeV neutron source of about 10^{11} s^{-1} . This work has been set aside since funding in the near future is unlikely. (See Section 2., below).

Two international comparisons of californium-252 neutron source emission-rate measurements are nearing completion. The smaller source (10^7 s^{-1}) will have been measured by 11 laboratories, and the larger source (10^9 s^{-1}) by PTB, NBS and NPL. It is expected that the comparisons will be finished this year and analyzed in 1982. The work was undertaken because the last neutron source comparison was more than 15 years ago, because measurement accuracy has been improved in the meantime, and because californium-252 sources are frequently used to check the sensitivity of neutron personnel-protection instrumentation and other neutron detectors.

New comparisons of fluence rate measurements for fast neutrons have been undertaken using what are hoped to be improved transfer methods, not requiring circulation of a scientist with transfer instruments. A comparison using the $^{115}\text{In}(n, n')$ reaction, coordinated by BCMN at 2.5, 5.0, and 14.8 MeV, as well as a Nb/Zr comparison at 14.8 MeV coordinated by NPL are under way. The latter method gives information about the average neutron energy used.

Mr. Caswell said that a comparison using uranium-235 and uranium-238 fission chambers will soon be beginning. This pair of instruments is of particular interest because it can be used with white source linacs as well as reactor beam filters and positive-ion accelerators. An intercomparison at 144 keV and 565 keV will be organized by NPL using the $^{115}\text{In}(n, \gamma)$ reaction. These latter comparisons at 144 and 565 keV are particularly relevant to the problem of radiation monitoring near nuclear power reactors.

Mr. Jennings discussed a problem with the unit « barn »; this unit has been forbidden by the British Department of Trade because it was listed in a « temporary » category in the booklet on SI units. It was noted that the CIPM still permits the use of the barn, and that the Department of Trade action is premature.

Mr. Huynh spoke on the neutron work at BIPM. In addition to participation in the new fluence rate comparison, an important part of the work has been on neutron dosimetry measurements. An « Exradin » tissue-equivalent (TE) ionization chamber filled with TE gas has been studied in a known absolute fluence of neutrons. A Geiger-Müller (GM) counter is used for measurement of the gamma-ray component of the neutron field. Mr. Huynh has measured the neutron sensitivity of the GM counter using a coincidence method based on measurements of the alpha particle which is time-correlated with the neutron of interest. He finds the counter has low neutron sensitivity (desirable), and has determined that sensitivity to 10 % uncertainty. He will later be able to compare the ionization chamber and absolute fluence methods of dosimetry.

2. Status of the proposal by Section III for a 14 MeV neutron dosimetry facility at BIPM

Mr. Giacomo reported that the conclusion of CIPM at the 1980 meeting was that the 14 MeV neutron source was not of high priority for BIPM. The comparison could be done at NPL. Mr. Jensen and Mr. Quinn were asked to investigate the possibilities at NPL. The result was a report which indicated that NPL was prepared to organize such a comparison if the cost could be paid by users or by BIPM.

Section III, in view of concerns expressed over paying user charges for comparisons, proposed another solution, namely circulation of a transfer instrument. Mr. Giacomo stated that comparisons or equipment have been provided free. It is a new matter to pay for comparisons. Until now, BIPM has resisted such demands. Under the alternative originally proposed by NPL, BIPM would pay the entire cost. The Jensen-Quinn report contained proposals that users pay the entire cost for accelerator time or that BIPM and users divide the cost.

Mr. Ambler said that he believed that the 14 MeV comparison at NPL would be the tightest dosimetry comparison. He had asked Mr. Caswell to investigate this question, and Mr. Caswell and Mr. Goodman of NBS did a short study which is consistent with this view. Mr. Ambler did not imagine that BIPM would pay user charges to NPL, but believed that participating laboratories (e.g. NBS) should pay. Mr. Ambler also expressed the concern that by rigid application of rules, BIPM might cut itself out of important areas of research. He cited the example of NBS using the new synchrotron light source at Brookhaven National Laboratory.

A long discussion then ensued. Some of the key points made in this discussion were: BIPM has no objection to paying for a comparison in which it is a participating laboratory. NPL is obligated to charge for accelerator time under its rules. A multi-laboratory comparison is a tighter comparison than a bilateral comparison of the same type.

BIPM cannot afford to sponsor and pay for all comparisons, radionuclide comparisons, for example. The view was also expressed that accuracy using a transfer instrument comparison may not be worse, or significantly worse, than for a comparison at a common facility. The important role of BIPM to intercompare national laboratories on a long time scale was emphasized. It was also pointed out that when a «pilot laboratory» type of comparison is carried out, it is difficult for BIPM to take responsibility for the comparison.

The suggestion was also made that the neutron dosimetry facility question may be of such importance that CGPM could be asked for an exceptional contribution for investment at BIPM. Some thought that the transfer instrument method may be the best use of limited BIPM resources. BIPM would find it difficult to mount that work while simultaneously

having responsibility for a comparison carried out at NPL. The importance of BIPM playing an active role in the neutron dosimetry field was emphasized.

As a result of this discussion the following plan was agreed upon to be sent to Section III to determine whether it would be acceptable to Section III. It contains some advantages of both the NPL-comparison proposal and the original Section III proposal.

Neutron dosimetry intercomparisons

The CCEMRI proposes that the neutron dosimetry intercomparisons be carried out in two stages. First, the National Physical Laboratory would organize a «pilot laboratory» intercomparison of neutron dosimeters, presumably TE ionization chambers, using its intense (10^{11} s^{-1}) 14 MeV neutron dosimetry facility. This intercomparison would take place during 1983. Participating laboratories would be expected to pay user charges to NPL for the accelerator time involved. Section III would be requested to define the conditions of the intercomparison including such questions as collimation, how gamma-ray contamination should be determined, and whether or not a measurement at a depth in a phantom should be included. NPL would be asked to carry out the analysis of the comparison.

During the remainder of 1981 and 1982, BIPM would be asked to study the performance of various TE ionization chamber designs in order to select a set of chambers which could serve as reference and transfer instruments. The goal would be for BIPM to provide equipment capable of retaining a calibration over a long period of time. As a participant in the «pilot laboratory» comparison at NPL, BIPM would use one or more of these instruments, and thus the results of this comparison could be retained for the long term.

A second comparison, to be coordinated by BIPM, would be planned to start in 1984. One of the TE ionization chambers would be supplied by BIPM as a transfer instrument. The sensitivity to neutrons measured in air (charge/kerma) is to be reported by the participating laboratories. Each laboratory should make its own determination of the gamma-ray component in its neutron field. The measurement protocol for the comparison would be prepared by BIPM with the advice of Mr. Broerse of TNO.

3. Discussion of the CCEMRI Chairman's report to CIPM

A number of suggestions were adopted and editorial changes were made in that report. It was decided that the recommendation adopted by Section I, Recommendation R(I)-1 (1981), should be included in the

CCEMRI Chairman's report. As indicated earlier, a reworded version of that recommendation is being submitted to Section I for their approval.

Mr. Ambler invited recommendations on what to emphasize in his 10 minute oral report to CIPM. The full report will be published as an Appendix to Procès-Verbaux des Séances du Comité International des Poids et Mesures, Tome 49, 1981.

4. Activities of the Working Group on the statement of uncertainties

Mr. Müller reported that the Working Group on uncertainties met in 1980 with representatives from 11 national standards laboratories. Mr. Müller then discussed the Recommendation INC-1 (1980) of the Working Group to the CIPM (*see* Appendix R 2). He presented some of the mathematical considerations and worked through a simple example. The next step is for the Working Group to report to CIPM for approval.

Several suggestions were made: when the recommendation is finally adopted, a booklet could be prepared with a number of examples worked through to help people who are not statistical experts. A period should be allowed for people to try out the new system and then a workshop or conference should be organized to exchange information on how the system works out in practice. Mr. Giacomo indicated that the recommendation will be sent out widely after CIPM approval*.

5. Other business

It was mentioned that CGPM will meet in October 1983. Recommendations requiring formal decision are needed nine months in advance. It is believed that the Section I recommendation will be presented to CIPM, but not to CGPM.

Mr. Ambler thanked the participants for their considerable efforts and adjourned the meeting.

July 1981, revised September 1981

* At its 70th meeting (October 1981) CIPM examined the Working Group conclusions and in its Recommendation 1 (CI-1981) invited the interested organizations to test the proposals made by the Working Group.

**Recommendation
of CCEMRI (Section I)
presented
to Comité International des Poids et Mesures**

Reference quantities for expressing calibrations in air

RECOMMENDATION R(I)-1 (1981) *

Section I (Rayons X et γ , électrons) of Comité Consultatif pour les
Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants

recalling and confirming Recommendations R(I)-1 (1977) and R(I)-1
(1979) stating

- that exposure standards must be maintained and compared,
- that absorbed dose to water is a major requirement for use in
radiation therapy,

recommends

- that further work be pursued on direct determinations of absorbed
dose and on conversion factors for deducing absorbed dose from exposure,
- that, when physical quantities characterizing fields of photon
radiation in air are needed, calibrations of instruments performed in terms
of exposure may also be expressed in terms of air kerma or water kerma,
- that the factors used for converting exposure to kerma be stated as
well as their uncertainties.

* This Recommendation was approved by the CIPM at its 70th Session in
October 1981.

TABLE DES MATIÈRES

COMITÉ CONSULTATIF POUR LES ÉTALONS DE MESURE DES RAYONNEMENTS IONISANTS 9^e Session (1981)

	Pages
Notice historique sur les organes de la Convention du Mètre	v
Liste des membres	vii
Ordre du jour	x
Rapport au Comité International des Poids et Mesures, par R. S. Caswell	R 1
Résumé	1
Introduction	1
Rapports d'activité des trois Sections du CCEMRI et travaux connexes du BIPM :	
— Section I : Rayons X et γ , électrons (Rapport des Groupes de travail; résultats de la comparaison de systèmes de dosimétrie Fricke; possibilité d'exprimer en termes de kerma dans l'air ou de kerma dans l'eau les étalonnages faits en termes d'exposition)	2
Travaux du BIPM (Comparaisons internationales d'étalons d'exposition et de dose absorbée; calcul de la dose absorbée dans l'eau à partir de la dose absorbée dans le graphite pour le ^{60}Co ; calcul du kerma dans l'air et du kerma dans l'eau en fonction de l'exposition; influence de la masse volumique du graphite sur les mesures de dose absorbée; travaux relatifs à W)	4
— Section II : Mesure des radionucléides (Comparaisons internationales de ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{55}Fe et ^{133}Ba ; comparaisons futures : ^{133}Ba , ^{137}Cs et ^{109}Cd ; monographies)	5
Travaux du BIPM (Participation aux comparaisons internationales; Système international de référence pour les mesures d'activité d'émetteurs de rayons gamma; mesure des énergies de particules alpha; méthode d'échantillonnage sélectif)	6
— Section III : Mesures neutroniques (Comparaisons internationales de taux d'émission de sources de neutrons; comparaisons de débits de fluence de neutrons rapides; projet de comparaison avec chambres à fission; emploi du barn)	7
Travaux du BIPM (Participation aux comparaisons internationales; mesures de dosimétrie neutronique)	8
État de la proposition de la Section III d'installer au BIPM une source intense de neutrons de 14 MeV (Proposition de comparaison payante au NPL; projet de comparaisons internationales de dosimétrie neutronique)	8
Rapport du Président du CCEMRI au CIPM	10

Activité du Groupe de travail sur l'expression des incertitudes	11
Recommandation R(I)-I (1981) (Grandeurs de référence pour étalonnages dans l'air)	12
Annexes	
R 1. Liste des laboratoires et organisations mentionnés dans le rapport	13
R 2. Recommandation INC-1 (1980) (Expression des incertitudes expérimentales)	14
Notice for the reader of the English version. Avertissement au lecteur de la version anglaise	15
Historical Note	17
Agenda	20
Report to the Comité International des Poids et Mesures, by R. S. Caswell	21
Abstract	21
Introduction	21
Reports of the three CCEMRI Sections and related BIPM work :	
— Section I : Rayons X et γ , électrons (Reports of the Working Groups; results of the comparison of the Fricke chemical dosimeter systems; possibility of expressing in terms of air kerma or water kerma calibrations made in terms of exposure).	22
BIPM work (International comparisons of exposure and absorbed-dose standards; calculations concerning the conversion from absorbed dose in graphite to absorbed dose in water for ^{60}Co ; calculations for air kerma and water kerma versus exposure; influence of graphite density on absorbed-dose measurements; work on W).	24
— Section II : Mesure des radionucléides (International comparisons of ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{55}Fe and ^{133}Ba ; future comparisons : ^{133}Ba , ^{137}Cs and ^{109}Cd ; monographs)	24
BIPM work (Participation in international comparisons; International reference system for γ -ray-emitting nuclides; alpha-particle energy measurements; selective sampling)	25
— Section III : Mesures neutroniques (International comparisons of neutron source emission-rate measurements; comparisons of fluence-rate measurements for fast neutrons; plans for a comparison by means of fission chambers; use of the barn).	26
BIPM work (Participation in international comparisons; neutron-dosimetry measurements).	27
Status of the proposal by Section III for a 14 MeV neutron dosimetry facility at BIPM (NPL proposal to organize a comparison against payment of fees; plans for international comparisons of neutron dosimetry standards)	28
Report of the CCEMRI Chairman to CIPM	29
Activity of the Working Group on the statement of uncertainties	30
Recommandation R(I)-I (1981) (Reference quantities for expressing calibrations in air)	31

Appendices

- R 1. List of laboratories and organizations mentioned in the report (*see* p. 13).
- R 2. Recommendation INC-1 (1980) (Assignment of experimental uncertainties) (published in *Metrologia* **17**, 73 (1981)) (*see* p. 14).

IMPRIMERIE DURAND

28600 LUISANT (FRANCE)

Dépôt légal, Imprimeur, 1982, n° 4198
ISBN 92-822-2075-3

ACHEVÉ D'IMPRIMER : NOVEMBRE 1982

Imprimé en France