

Méthodes nouvelles en métrologie des rayonnements

par H.H. Eisenlohr*

Les préoccupations croissantes du public au sujet de la sûreté nucléaire exigent que la mesure des doses soit effectuée de façon fiable et précise. Cette exigence d'une assurance de la sûreté porte non seulement sur la protection de l'homme et de son environnement, mais aussi sur toutes les activités qui font délibérément appel aux rayonnements ionisants, à savoir entre autres la radiothérapie et le radiotraitement industriel.

Consciente de l'importance que présente la fiabilité des mesures de rayonnement, l'AIEA a entrepris peu après sa fondation un programme suivi de dosimétrie. En 1960, il n'existait encore aucun étalon de mesure national ni international de la dose absorbée et cette circonstance a incité le Laboratoire de l'Agence à concevoir et à construire un calorimètre permettant de la mesurer. Sept ans plus tard, l'AIEA a créé sa Section de dosimétrie, qui a pour tâche principale de conseiller les Etats Membres dans l'emploi de techniques et procédures bien établies pour la mesure des rayonnements ionisants et l'étalonnage des dosimètres. En 23 années d'existence, le Programme de dosimétrie de l'Agence a pu mieux convaincre les radiothérapeutes et les autres utilisateurs de rayonnements de la nécessité d'une bonne dosimétrie et a contribué efficacement à améliorer la précision de la dosimétrie dans le monde entier.

Dans nombre de pays en développement, les activités nucléaires ont connu depuis quelques années une rapide extension. On emploie des techniques nucléaires en médecine (diagnostic et thérapeutique), dans l'agriculture, en zoologie, en hydrologie et dans l'industrie. Toutes ces activités exigent une protection fiable du personnel contre les rayonnements, et la présence d'une installation d'étalonnage et de vérification des dosimètres. Une telle installation doit disposer de sources de rayonnement convenablement étalonnées et de dosimètres-témoins; il faut aussi qu'elle soit reliée au réseau dosimétrique mondial afin qu'on puisse vérifier les mesures par rapport aux étalons primaires. Les problèmes qui se posent à cet égard dans de nombreux pays en développement ont amené la création du réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED).

Nécessité croissante d'une mesure exacte des doses

Il n'est plus guère possible aujourd'hui de désigner la personne (ou le groupe) qui a pour la première fois énoncé la notion de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie. Il est toutefois établi qu'en 1967, des membres du personnel de la Section de dosimétrie de l'Agence ont parlé de créer des centres

dosimétriques régionaux à l'intention des pays d'Amérique latine et de la région de l'Extrême-Orient et du Pacifique et du rôle que pourrait jouer l'Agence à ce sujet. Ces idées se sont concrétisées lors de la préparation d'une réunion de spécialistes de l'AIEA sur les besoins des centres radiothérapeutiques en matière de dosimétrie, et à cette réunion elle-même, tenue à Caracas (Venezuela) en 1968. On a appris alors qu'en Amérique latine, des milliers de cancéreux recevaient un traitement par rayonnements ionisants sans contrôle dosimétrique approprié. On a aussi fait observer que ni l'Amérique latine ni d'autres régions du monde ne possédaient de laboratoires capables de procéder à des étalonnages dosimétriques et équipés à cet effet. A la suite de cette réunion, l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui avait été invitée à y envoyer des représentants, s'est intéressée à la question. C'est ainsi que l'AIEA et l'OMS ont entrepris de faire connaître la notion de centres dosimétriques régionaux et d'aider les pays en développement à en créer.

De 1968 à 1975, l'OMS a désigné sept laboratoires comme centres régionaux de référence pour l'étalonnage dosimétrique secondaire. Ces laboratoires sont situés dans les pays suivants: Argentine, Iran, Mexique, Nigéria, Roumanie, Singapour, Thaïlande. L'AIEA a également homologué comme LSED un laboratoire au Brésil. La demande d'une dosimétrie plus fiable et plus précise a cependant continué à augmenter rapidement dans le monde entier et il est devenu évident que la notion de centres régionaux de référence, à savoir l'idée qu'une douzaine de ces laboratoires suffirait à desservir tous les pays en développement, n'était plus valable. D'ailleurs, dès 1970, dix autres pays au moins envisageaient de créer des laboratoires pour étalonner les dosimètres utilisés en radiothérapie et en radioprotection.

Urgence des besoins

Le Laboratoire de dosimétrie de l'Agence avait déjà pris contact avec quelques laboratoires d'étalonnage primaires en vue de la création d'un service de comparaisons dosimétriques par voie postale à l'intention des centres de radiothérapie des pays en développement. Les discussions avec les représentants de ces laboratoires primaires ont fait ressortir trois raisons impérieuses en faveur de la création des LSED:

- La totale absence d'installations d'étalonnage dans les pays en développement;
- Dans les pays industrialisés, le fait que les laboratoires primaires nationaux n'étaient plus en mesure d'assurer la quantité rapidement croissante de travail nécessaire pour les étalonnages exigés par les lois et pour les essais de nouveaux dosimètres;

* M. Eisenlohr dirige la Section de dosimétrie de la Division des sciences biologiques de l'Agence.

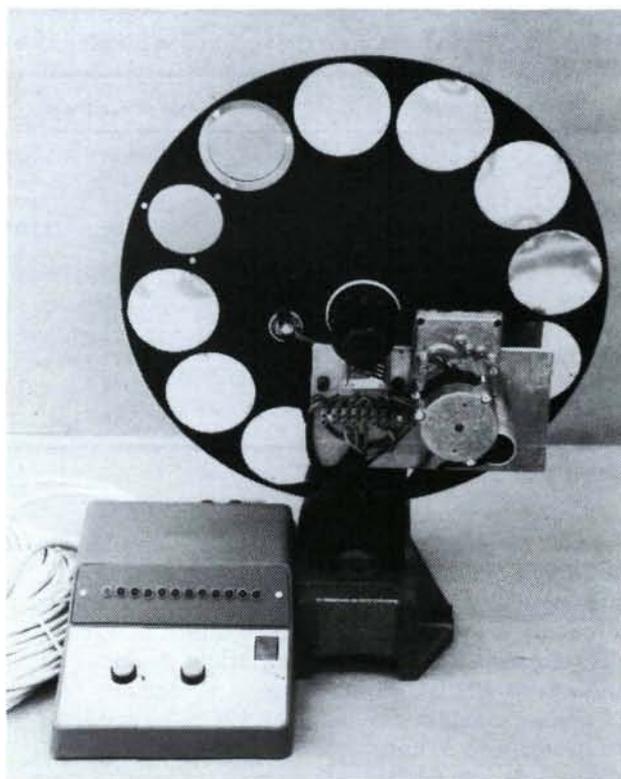
● Enfin le désir manifesté tant par les pays en développement que par les pays industrialisés de franchir le fossé séparant le système de mesure primaire des utilisateurs de rayonnements ionisants en créant des laboratoires capables de résoudre les problèmes particuliers de ces utilisateurs et de les relier à la dosimétrie primaire.

Afin de permettre aux LSED de remplir cette fonction métrologique on a proposé d'établir un réseau international de LSED dont le Secrétariat serait assuré en commun par l'AIEA et l'OMS. Plusieurs laboratoires primaires seraient invités à se joindre à ce réseau en qualité de membres affiliés afin de lui apporter l'appui technique nécessaire. Cette proposition a constitué l'élément central des recommandations faites par un groupe de spécialistes à une réunion AIEA/OMS tenue à Rio de Janeiro en 1975. Par la suite, en novembre 1976, les deux organisations ont fondé le réseau des LSED et élaboré les critères d'établissement d'un laboratoire secondaire d'étalonnage pour la dosimétrie, qu'ils ont communiqué aux Etats Membres de l'AIEA et de l'OMS.

Ce qui montre le mieux que le besoin de ce réseau se faisait sentir, c'est qu'en quelques mois 25 laboratoires environ ont été désignés pour en faire partie. A l'heure actuelle le réseau compte 45 laboratoires, dont 30 dans les pays en développement. Il est appuyé par 12 laboratoires primaires nationaux affiliés et cinq organisations internationales lui apportent leur collaboration. Un groupe consultatif de 11 spécialistes assiste le secrétariat sur le plan technique. Le Laboratoire de dosimétrie de l'Agence, situé à Seibersdorf, est équipé d'installations d'étalonnage modernes et constitue le laboratoire central du réseau.

Coopération technique

De 1979 à la fin de 1982, le programme de coopération technique de l'Agence a donné son appui à 23 LSED dans les pays en développement, et cinq autres l'obtiendront probablement en 1983. La dépense totale encourue de 1979 à 1982 s'est élevée à environ 1,5 million de dollars (tableau 1). Le Laboratoire de dosimétrie de l'Agence, bien que son effectif ne se



La roue porte-filtres automatique pour le positionnement rapide des filtres servant à spécifier la qualité de rayonnement des rayons X.

compose que de trois personnes, joue un rôle très actif et essentiel dans ce programme de coopération technique. Il organise et réalise des comparaisons annuelles de doses entre les laboratoires membres du réseau de LSED. Dans une récente comparaison entre 22 de ces laboratoires, l'écart moyen entre la valeur de dose annoncée par le laboratoire et la dose mesurée par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA a été de 1,6%, seize des LSED présentant des différences inférieures à 2%. Ces comparaisons entre laboratoires offrent aux LSED une excellente occasion de vérifier leur performance et leur

Tableau 1. Pays recevant une assistance technique pour les LSED (1979-1982)

| Région | Afrique | Asie et Pacifique | Amérique latine | Moyen Orient et Europe |
|--|----------------------------|--|---|--|
| Pays | Algérie Ghana Soudan | Corée, Rép. de Indonésie Malaysia Pakistan Rép. dém. populaire de Corée Thaïlande | Bolivie Brésil Chili Colombie Cuba Equateur Pérou Uruguay Venezuela | Bulgarie Grèce Iran Israël Portugal Turquie |
| Dépenses d'assistance technique (dollars des Etats-Unis) | 77 828 | 526 207 | 554 664 | 234 623 |

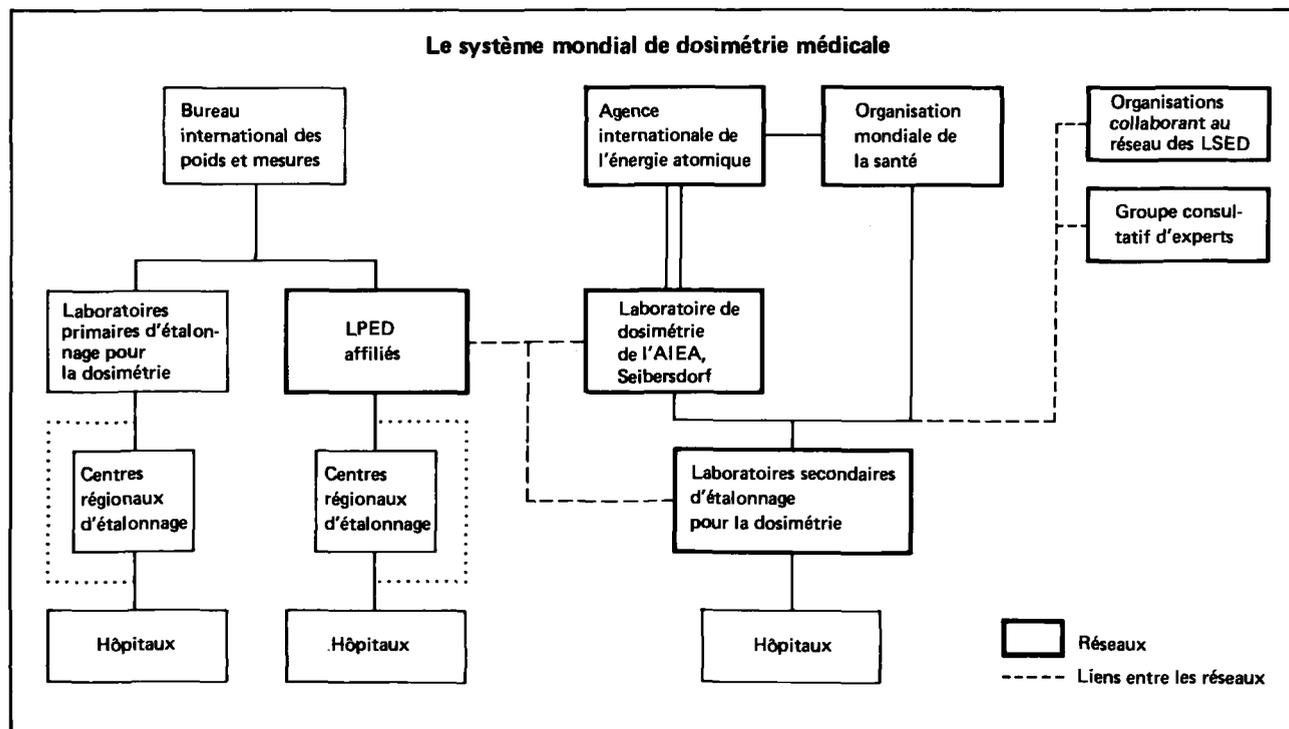
Tableau 2. Pays visités pour des opérations d'étalonnage dosimétrique

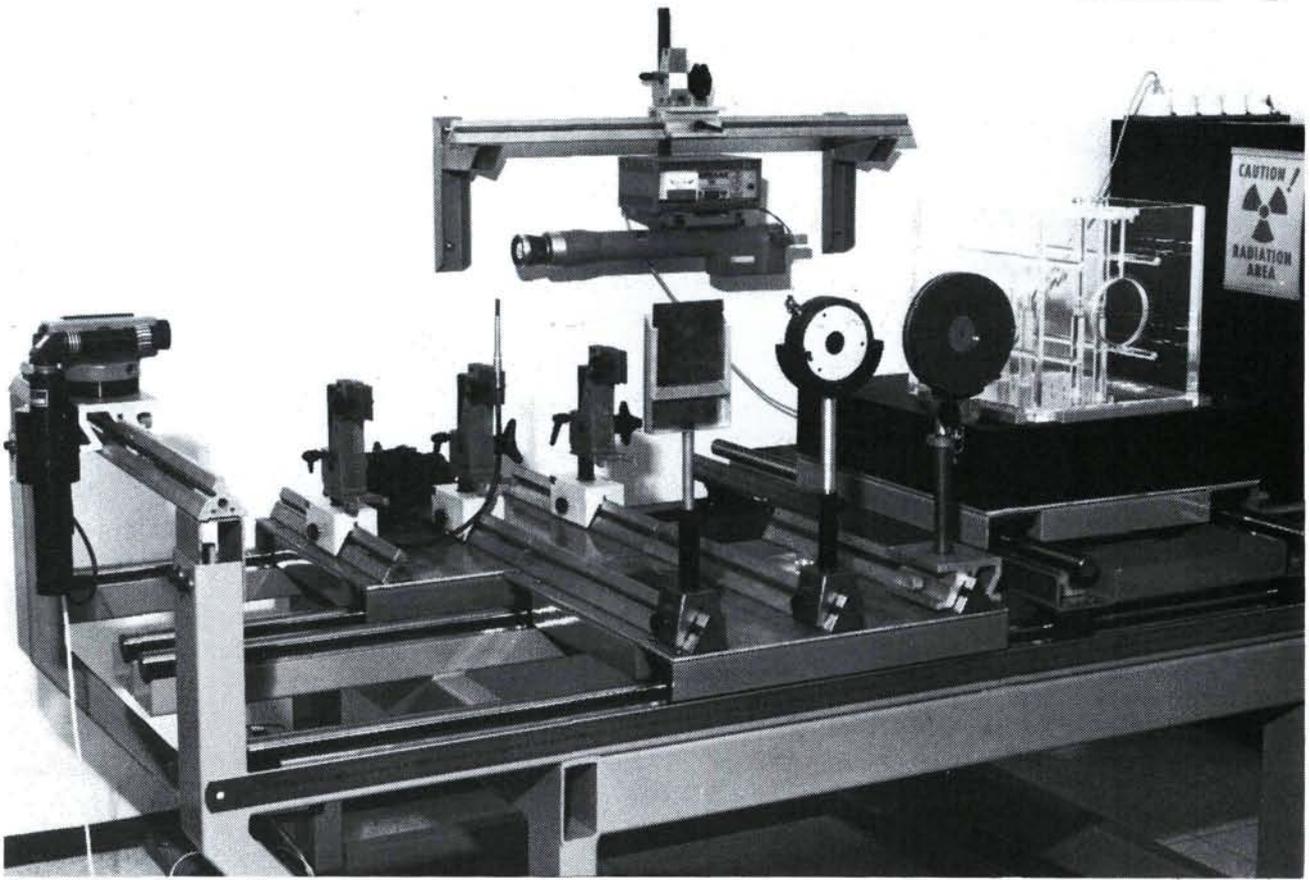
| Région | Afrique | Asie et Pacifique | Amérique latine | Moyen Orient et Europe |
|--------|--|---|--|---|
| Pays | Egypte 1980 Ghana 1980 Libéria 1980 Nigéria 1980 Sierra Leone 1980 | Indonésie 1979 Malaysia 1979 Singapour 1979 Thaïlande 1979 | Argentine 1979, 1982 Bolivie 1979, 1982 Brésil 1979, 1982 Chili 1982 Colombie 1982 Cuba 1982 Equateur 1982 Guatemala 1982 Mexique 1979, 1982 Pérou 1982 Uruguay 1982 Venezuela 1979, 1982 | Bulgarie 1981 Chypre 1981 Roumanie 1981 Turquie 1981 Yougoslavie 1981 |

donnent le sentiment d'appartenir à une même famille. Le Laboratoire de dosimétrie accueille également les membres du personnel des LSED pour leur donner une formation sur place. Cinq stagiaires d'Indonésie, du Pakistan, de la République démocratique populaire de Corée et de Thaïlande ont ainsi reçu un total de 11 hommes/mois de formation en 1982. Le personnel du Laboratoire de dosimétrie accomplit aussi des missions de coopération technique (9 hommes/mois en 1982) et d'étalonnage dans les LSED, avec l'appui du programme dosimétrique interrégional (tableau 2). La plupart des LSED existants ont fait l'objet de ces visites, dont l'utilité est considérable. En effet non seulement elles fournissent aux laboratoires visités une vérification directe de leurs étalons, mais encore elles offrent l'occasion de discussions sur les problèmes particuliers de chaque laboratoire. Toutes ces activités intègrent les laboratoires membres du réseau des LSED

dans le système dosimétrique mondial et contribuent à renforcer leur autorité technique.

Ce n'est pas là cependant la seule façon dont le Laboratoire de dosimétrie de l'Agence apporte une assistance technique aux LSED. Les opérations d'étalonnage dosimétrique exigent un matériel de laboratoire spécial qu'on ne trouve guère dans le commerce ou qui, lorsqu'on l'y trouve, est très coûteux. C'est pourquoi le personnel du Laboratoire de dosimétrie a mis au point un certain nombre d'appareils spécialement destinés aux LSED. Il s'agit entre autres d'un banc de précision muni de chariots sur lesquels les dosimètres peuvent être déplacés dans les trois dimensions pour recevoir la position voulue dans le faisceau, d'une cuve standard en perspex pour les mesures sur fantôme et d'une roue porte-filtres automatique pour le positionnement rapide d'un jeu de filtres servant à spécifier la qualité de rayon-





Le banc de précision mis au point par le personnel de l'Agence au Laboratoire de Seibersdorf. Les dosimètres peuvent être déplacés dans les trois dimensions pour recevoir la position voulue dans le faisceau. A droite de l'image, on aperçoit la cuve standard en perspex pour les mesures sur fantôme.

nement des rayons X. Ces dispositifs sont fabriqués par l'atelier de mécanique du Laboratoire de l'Agence à Seibersdorf ou par des entreprises locales, et on peut se les procurer à un prix raisonnable par l'intermédiaire de l'AIEA.

Une institution reconnue

Les tâches et les fonctions des LSED peuvent varier selon les pays. Ils ont toutefois un caractère commun: ce sont tous des laboratoires nationaux ou régionaux qui ont été autorisés par un gouvernement à effectuer des mesures d'étalonnage dosimétriques au niveau secondaire. Ils peuvent aussi faire des mesures de radioactivité et des travaux relatifs à l'assurance de la qualité des mesures de doses. La plupart des LSED étalonnent des dosimètres employés en radiothérapie ou pour la protection radiologique; certains d'entre eux assurent un service de dosimétrie du personnel et un programme d'assurance de la qualité radiologique pour les installations de radiothérapie et de diagnostic par rayons X. Quelques LSED de pointe font de la recherche dosimétrique et assurent un service de comparaison de doses par voie postale à l'intention des hôpitaux de leurs pays respectifs possédant des installations de radiothérapie. L'AIEA espère que de nombreux LSED organiseront des services de ce genre au cours des prochaines années,

ce qui déchargera le Laboratoire de dosimétrie de l'Agence de la plus grande partie de ce travail.

Les LSED ont été créés pour combler le fossé entre les laboratoires primaires et les utilisateurs finaux des rayonnements ionisants. A un moment où l'on est en train d'adapter de nouvelles unités de mesure des rayonnements (le système SI), ils jouent un rôle encore plus important: qui est d'aider les radiothérapeutes à obtenir des valeurs de doses exactes.

Six ans après sa fondation, le réseau AIEA/OMS de LSED est devenu une institution dont l'importance est partout reconnue. Nombreux sont les laboratoires nationaux, les associations professionnelles et les organismes internationaux qui ont pris conscience de son existence. Par exemple l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML) a créé un secrétariat pilote qui s'occupe des questions intéressant les LSED et elle est en train de rédiger un document sur l'étalonnage, dans les laboratoires secondaires, des dosimètres employés en radiothérapie et dans des domaines connexes. Le réseau est également représenté par son secrétaire aux réunions périodiques de la Section I (mesure des rayons X et gamma, électrons) du Comité consultatif sur les étalons de mesure des rayonnements ionisants créé par le Bureau international des poids et mesures (BIPM).