

# La dosimétrie des rayonnements en médecine: Expansion des réseaux mondiaux

*L'AIEA et l'OMS collaborent pour améliorer les services d'assurance de la qualité destinés aux hôpitaux et aux centres de radiothérapie*

**E**n 1968, un groupe d'experts internationaux réunis à Caracas a appris une nouvelle plutôt déconcertante: en Amérique latine, plus de 50 appareils de radiothérapie au cobalt 60 étaient couramment en service, mais il n'existait dans la région que cinq radioprotectionnistes qualifiés, et aucun laboratoire n'était équipé pour étalonner les instruments. En d'autres termes, il n'existait aucun moyen de mesurer avec exactitude les doses que recevaient les malades.

La nouvelle déclencha un plan d'action visant à améliorer la situation, non seulement en Amérique latine, mais aussi dans toutes les régions du monde.

Ce plan comporte trois volets: 1) création d'un service AIEA/OMS d'intercomparaison des doses pour les hôpitaux des pays en développement afin de les aider à surveiller les irradiations et rectifier les doses; 2) création d'un réseau AIEA/OMS de laboratoires de dosimétrie afin de normaliser la mesure des doses de rayonnements dans les centres de radiothérapie; 3) formation à la dosimétrie des rayonnements par l'AIEA.

Actuellement, ces trois activités sont en cours dans le monde entier et contribuent dans une large mesure à l'amélioration des soins et des traitements impliquant une irradiation.

Nous exposerons ici les grands progrès qui ont été faits et les problèmes qui restent à résoudre, dans le monde entier. Nous parlerons également de cette

entreprise particulièrement ambitieuse qui consiste à mettre sur pied un programme mondial d'assurance de la qualité pour assurer le contrôle dosimétrique des millions de patients qui, chaque année, doivent subir un traitement radiothérapeutique.

**par Peter Nette  
et Hans  
Svensson**

---

## Services et réseaux de dosimétrie

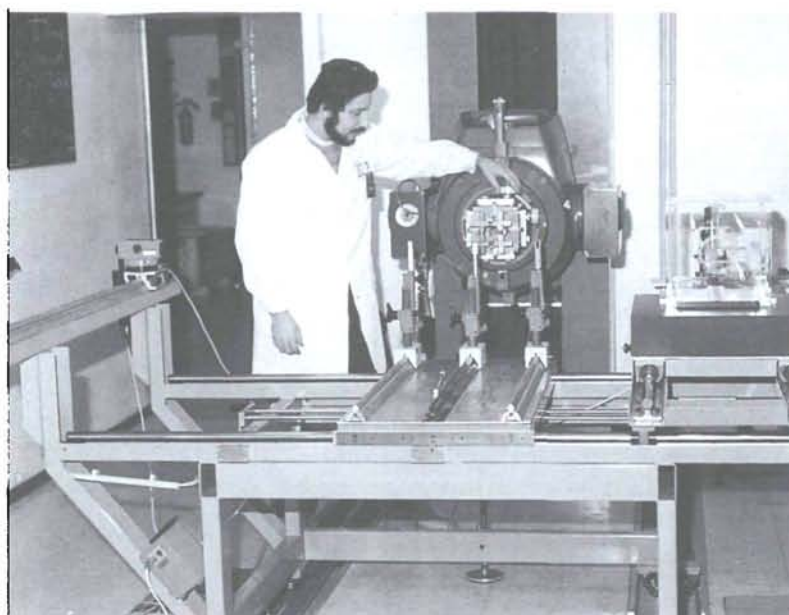
Nombre d'entre nous vont souffrir de tumeurs malignes, c'est-à-dire de cancers. Globalement, de 20 à 30% des habitants des pays industriels sont atteints de cancers. Le pourcentage est actuellement moindre dans les pays en développement, essentiellement parce que l'espérance de vie y est plus courte. Cela changera, vraisemblablement, à mesure que diminueront les causes de décès précoces.

Le cancer se soigne par la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie ou toutes combinaisons de ces trois modalités. Nombreux sont les pays où la radiothérapie intervient dans le traitement de 50 à 60% de tous les cas, soit pour guérir, soit pour apaiser la douleur.

Le traitement curatif exige que l'irradiation soit concentrée sur la tumeur solide et le tissu avoisinant, y compris la zone dite de dispersion microscopique des cellules cancéreuses. L'effet dépend de la quantité d'énergie radiative dirigée sur la tumeur et les tissus sains, autrement dit de la dose de rayonnements qu'ils absorbent. Comme l'eau et les tissus absorbent les rayonnements d'une façon analogue, la quantité physique convenue pour spécifier une irradiation est la dose absorbée dans l'eau. Cette quantité doit être définie avec la plus haute précision possible vu le compromis délicat à réaliser entre le dommage radio-induit (destruction de tissus sains)

---

M. Nette est chef de l'Unité de dosimétrie des laboratoires de l'AIEA de Seibersdorf, et M. Svensson est l'ancien chef de la Section de la dosimétrie de la Division de la santé humaine, AIEA.



**Au Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA: évaluation de DTL irradiés; étalonnage d'une chambre d'ionisation.**

et l'action salutaire du rayonnement (élimination de la tumeur ou arrêt de sa croissance). La définition de la dose pour chaque patient est une opération extrêmement spécialisée exécutée par le physicien médical en étroite collaboration avec le radiothérapeute. Elle implique des mesures et des calculs très précis.

Par diverses voies, plusieurs services sont à la disposition des pays pour les aider dans le domaine de la dosimétrie des rayonnements.

**Services AIEA/OMS d'intercomparaison des doses par la poste.** L'AIEA et l'OMS offrent aux hôpitaux participants un service d'intercomparaison utilisant de petits dosimètres thermoluminescents (DTL) comportant une capsule de fluorure de lithium en poudre, préparés et étalonnés par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA, à Seibersdorf.

Ces dosimètres, avec leur support, sont envoyés par la poste aux bureaux de l'OMS qui les distribuent ensuite aux centres de radiothérapie participants des pays en développement. Dans les conditions précises du traitement, ils sont exposés dans le faisceau de l'appareil au cobalt 60 à la dose prescrite par le physicien du service. Ils sont ensuite renvoyés au laboratoire de l'AIEA pour évaluation de la dose réelle. L'écart entre la dose prescrite et la lecture du laboratoire est signalé à l'hôpital par l'intermédiaire de l'OMS. Un écart de plus de 5% est jugé inacceptable et exige que le faisceau de l'appareil de l'hôpital soit étalonné de nouveau.

**Réseau AIEA/OMS de laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED).** Le groupe d'experts de Caracas a notamment recommandé d'uniformiser la mesure des rayonnements entre tous les services de radiothérapie du monde entier. Dans les pays industriels, les hôpitaux utilisent à cette fin les étalons primaires nationaux. Comme les 13 laboratoires primaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LPED) qui existent dans le monde sont surchargés de travail, il leur est impossible d'assurer l'étalonnage des dosimètres de référence des milliers d'hôpitaux du monde entier. Aussi les autorités nationales compétentes ont-elles désigné des LSED.

Une des règles de la métrologie des rayonnements veut que les laboratoires concernés comparent périodiquement leurs dosimètres étalons. Pour les étalons primaires, les intercomparaisons sont organisées par le Bureau international des poids et mesures (BIPM) de Paris.

La même règle vaut pour les LSED, de sorte que l'AIEA et l'OMS ont créé en 1976 un Réseau international de laboratoires secondaires assorti d'une assistance technique en vertu de laquelle la plupart des pays en développement participants peuvent recevoir à ce titre une aide financière et des conseils d'experts. A l'heure actuelle, le réseau groupe près de 60 laboratoires, pour la plupart de pays en développement. L'AIEA et l'OMS se partagent l'administration et la coordination de cette activité, l'AIEA se chargeant de maintenir les laboratoires participants au niveau technique voulu.

Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA est l'organe central du réseau. Nombre de laboratoires primaires nationaux et quelques organismes internationaux — dont le BIPM, le Bureau international de métrologie légale et la Commission internationale des unités et mesures de rayonnements (CIUMR) — assistent le réseau de laboratoires secondaires. En outre, un comité scientifique de ce réseau peut donner des conseils lorsqu'il y a lieu. Par ailleurs, des consultants et des groupes consultatifs sont prévus pour faciliter la mise en œuvre de projets déterminés, notamment la rédaction de rapports techniques, de directives et de manuels.

La répartition actuelle des laboratoires primaires et secondaires dans le monde fait que la plupart des pays sont maintenant dotés des moyens requis pour normaliser la mesure des rayonnements, mais un

### Programme d'essais pour les LSED: Résultats d'une étude pilote de l'AIEA

Trois LSED, ceux d'Argentine, d'Inde et de Thaïlande, participent à une étude pilote de l'AIEA destinée à renforcer les services d'assurance de la qualité en radiothérapie. L'étude comporte des tests de contrôle de la qualité que les trois laboratoires ont passés avec succès:

**Test 1:** Etalonnage d'une série de dosimètres à chambre d'ionisation. Les facteurs d'étalonnage ont alors été comparés avec ceux que l'AIEA avait précédemment fixés. (Le laboratoire de Thaïlande n'a pas encore terminé le test.)

**Test 2:** Lecture de DTL provenant de plusieurs hôpitaux, au titre d'une intercomparaison, à l'aide des courbes d'étalonnage des trois laboratoires et d'une courbe de l'AIEA. Les résultats ont ensuite été comparés.

**Test 3:** Participation de l'AIEA, considérée comme «hôpital», à l'intercomparaison nationale organisée par chacun des trois laboratoires.

**Test 4:** Les LSED ont envoyé des DTL aux hôpitaux nationaux de leur ressort, pour irradiation, et l'AIEA a envoyé elle-même des dosimètres à 10% des hôpitaux. Les LSED ont évalué leurs dosimètres et l'AIEA les siens; les résultats ont ensuite été comparés.

effort supplémentaire est encore nécessaire pour développer le réseau, en particulier dans le continent africain.

#### Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA.

Le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA de Seibersdorf, situé à 30 km de Vienne, est le laboratoire central du réseau AIEA/OMS de LSED.

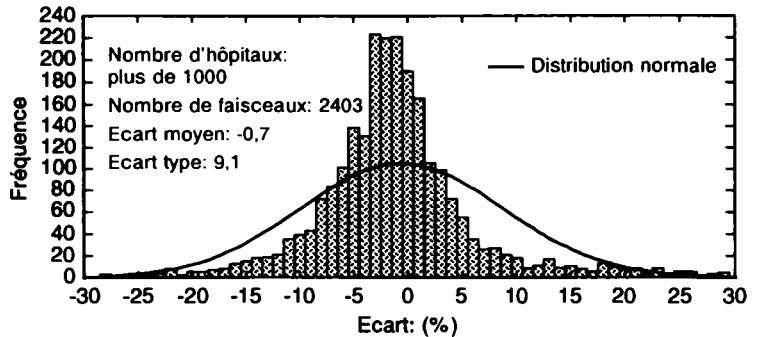
Ses tâches sont les suivantes:

- organiser des intercomparaisons de mesures de doses pour les LSED;
- exécuter des intercomparaisons de doses pour une centaine de centres de radiothérapie chaque année;
- délivrer les certificats d'étalonnage pour les dosimètres de référence des LSED et des hôpitaux;
- accueillir des stagiaires des LSED pour une formation sur place;
- étudier et mettre au point des méthodes et dispositifs spéciaux à l'intention des hôpitaux et des LSED;
- assurer le service international d'assurance des doses pour les installations d'irradiation des Etats Membres de l'AIEA.

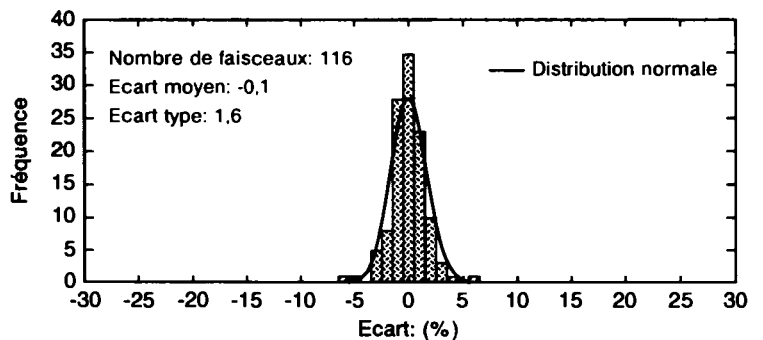
C'est ainsi que le laboratoire a envoyé, au titre du Service postal d'intercomparaison des doses, plus de 80 lots de DTL qu'il a ensuite évalués. L'opération a porté sur un millier d'hôpitaux de pays en développement.

### Résultats d'intercomparaisons organisées par le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA: Distributions de fréquence

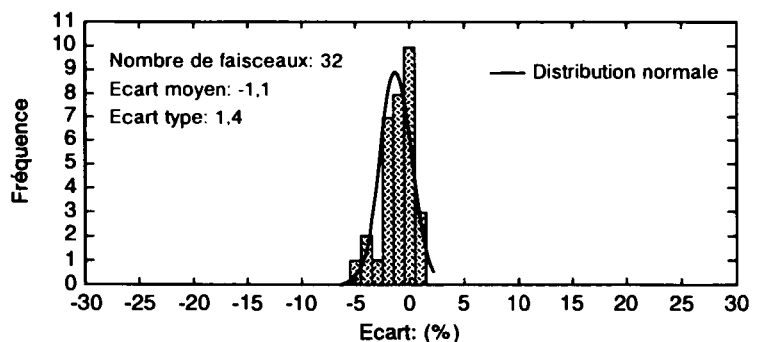
#### Hôpitaux du monde entier jusqu'en 1994:



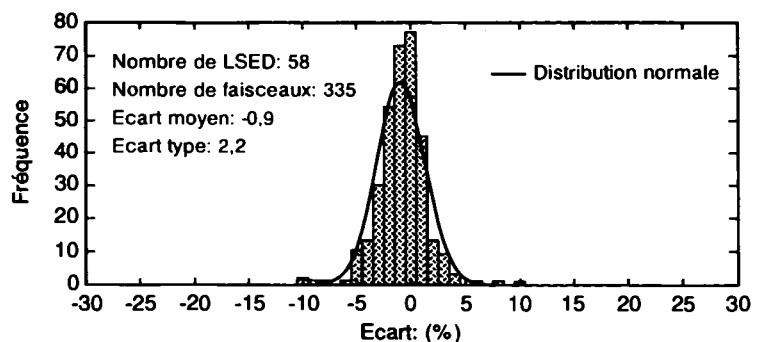
#### Hôpitaux d'Europe et des Etats-Unis:



#### Services de radiothérapie d'Australie:



#### Laboratoires secondaires d'étalonnage pour la dosimétrie (LSED) jusqu'en 1993:



Jusqu'en 1991, il ne s'agissait que d'irradiations au cobalt 60. Par la suite ont été inclus les faisceaux de rayons X des accélérateurs médicaux qui se multiplient dans les pays en développement. Ce service élargi assiste les unités de radioprotection de 12 grands centres de radiothérapie d'Europe et des Etats-Unis. Ces unités fournissent à l'AIEA des irradiations de référence pour évaluation. Deux intercomparaisons de DTL ont été organisées, l'une avec 48 hôpitaux d'Europe et des Etats-Unis, l'autre avec tous les services de radiothérapie d'Australie. (*Voir les graphiques.*) Elles sont assez représentatives de la situation en matière d'étalonnage des faisceaux de rayonnement dans les pays industriels.

Depuis 1991, le laboratoire de l'AIEA envoie de nouveaux jeux de DTL à ceux des LSED et des hôpitaux qui ont communiqué de mauvais résultats, en les priant de procéder à de nouvelles mesures pour l'intercomparaison. Jusqu'à présent, toutes les nouvelles mesures faites par les LSED indiquent une amélioration, les résultats se situant dans les limites d'acceptation fixées. En revanche, la nouvelle série de mesures faites par les hôpitaux n'a pas été satisfaisante, même après un second tour.

Pour toutes les intercomparaisons, la qualité de la performance propre de l'AIEA est surveillée. A cette fin, quelques DTL sont exposés à une dose de référence au Laboratoire primaire international de dosimétrie du BIPM ou à des laboratoires primaires nationaux, et sont ensuite évalués par l'AIEA. Les résultats montrent que la mesure des doses avec les DTL de l'AIEA est juste à environ 1% près — c'est-à-dire bien moins que l'écart autorisé pour les LSED (3,5%) et pour les hôpitaux (5%).

### Réseau de vérification de la qualité

D'après les réponses reçues lors d'une enquête de l'AIEA, environ 2000 appareils au cobalt 60 et accélérateurs médicaux sont aujourd'hui couramment utilisés dans les pays en développement. De plus, on voit se multiplier les accélérateurs médicaux à faisceaux d'électrons. Il faut développer en conséquence le service de DTL afin de vérifier l'étalonnage de ces faisceaux, mais le Laboratoire de dosimétrie de l'AIEA, vu ses effectifs réduits, n'est pas en mesure de s'occuper de tous ces accélérateurs.

Comme nous l'avons dit, les résultats montrent clairement que l'étalonnage des faisceaux de rayonnement dans les pays en développement doit beaucoup s'améliorer pour atteindre le même degré de conformité que les hôpitaux des pays industriels et les LSED. La répétition des mesures en cas de mauvais résultats ne résout le problème que pour quelques hôpitaux. Il faudra donc y regarder de plus près, faire des mesures sur place et étudier la question avec les physiciens des hôpitaux. Or, cela ne peut pas se faire avec un service de contrôle de la qualité centralisé à l'AIEA.

De surcroît, le contrôle de la qualité de la dosimétrie en radiothérapie n'est efficace que si l'on ne se borne pas à étalonner le faisceau de rayonnement. Il faut aussi considérer toutes les étapes de la dosimétrie depuis la prescription de la dose jusqu'à son administration aux patients. C'est alors seulement que l'on détermine avec toute la précision requise la dose à la tumeur dans chaque cas, et que les différents centres échangent leur expérience et décident de la meilleure méthode de traitement.

Des centres européens ont entrepris, en collaboration avec l'AIEA, une étude pilote en vue d'un programme de contrôle de la qualité qui comporterait l'usage de dosimètres dans des fantômes ayant la forme d'un être humain et soumis à une radiothérapie comme s'ils étaient de véritables patients. Afin d'y faire participer tous les hôpitaux européens, plusieurs centres de référence doivent assurer le service de DTL et examiner les divergences éventuelles.

Le projet européen a été modifié par l'AIEA/OMS en vue de sa mise en œuvre dans les pays en développement. Depuis plusieurs années, trois LSED — ceux de l'Argentine, de l'Inde et de la Thaïlande — assurent leur propre service de DTL pour la radiothérapie selon les méthodes de l'AIEA. Ils ont donc été invités à participer à l'étude pilote en utilisant leur système DTL (*voir l'encadré, page 35*). L'AIEA surveillera en permanence la qualité du service de DTL de ces centres, pour tenter d'uniformiser dans le monde entier la mesure des doses absorbées et assurer l'exactitude des mesures.

Pour les prochaines années, on s'attend à une croissance de la radiothérapie du cancer, en particulier dans les pays en développement. L'introduction de techniques thérapeutiques modernes nécessite une dosimétrie plus exacte. En principe, un programme d'assurance de la qualité devrait veiller à ce que tous les malades soumis à un traitement curatif reçoivent la dose prescrite, à quelque 5% près. La mise en œuvre d'un tel programme pour l'an 2000 est une tâche monumentale, car elle implique des contrôles dosimétriques pour des millions de patients chaque année et une décentralisation des principales activités; mais l'AIEA et l'OMS, grâce à leur réseau de LSED, sont encore les mieux armées pour coordonner cette entreprise mondiale. Les études pilotes du réseau européen d'assurance de la qualité et les LSED des trois pays membres de l'AIEA laissent prévoir l'organisation de réseaux analogues à l'intention des LSED et des hôpitaux dans d'autres régions. On aboutirait ainsi à un programme planétaire capable d'améliorer sensiblement la radiothérapie des millions de cancéreux de ce monde.