

La protection radiologique sur les lieux de travail

Importance du contrôle de la radioexposition interne

par Franz-Nikolaus Flakus

Les risques potentiels d'irradiation sont inhérents à toute utilisation des rayonnements ionisants. La radioprotection professionnelle vise notamment à limiter l'exposition des travailleurs tant à l'irradiation externe qu'à la contamination interne.

Le contrôle de la radioexposition interne est une tâche très complexe qui mérite d'être soulignée dans tout programme de radioprotection. Il est plus difficile de surveiller l'inhalation et l'ingestion de contaminants que de mesurer l'irradiation externe, et les physiciens spécialisés en radioprotection s'attachent de plus en plus à dépister les expositions dues à la contamination interne. Les mémoires présentés au dernier colloque international sur l'irradiation interne chez l'homme ont révélé que des progrès considérables ont été faits au cours de la dernière décennie.*

Deux méthodes fondamentalement différentes permettent de mesurer directement l'irradiation interne. Des appareils de comptage très perfectionnés et fort coûteux peuvent être conçus pour obtenir le plus de renseignements possibles (par exemple, distribution spatiale de la radioactivité dans le corps d'après les mesures faites à l'aide de plusieurs détecteurs et le traitement de données sur ordinateur). Par ailleurs, des physiciens spécialisés en radioprotection recherchent des méthodes peu coûteuses, simplifiées mais donnant des résultats exacts.

Les méthodes permettant de déterminer le niveau de contamination radioactive chez l'homme sont adaptées à chaque situation rencontrée dans la pratique. Toutefois, il est maintenant évident que lorsque des problèmes complexes se posent, comme dans le cas du travail avec du plutonium, des examens approfondis devraient avoir lieu régulièrement. Dans de telles situations, un programme global de contrôle et d'évaluation destiné à surveiller l'exposition due à la contamination interne et utilisant toutes les techniques disponibles doit être mis en œuvre.

M. Flakus est un fonctionnaire hors classe de la Division de la sûreté nucléaire de l'Agence.

* Colloque international sur l'estimation de la contamination radioactive chez l'homme, tenu à Paris, du 19 au 23 novembre 1984, à l'invitation du Gouvernement français. Ce colloque, organisé par l'AIEA en coopération avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS), fait suite aux colloques sur ce même thème convoqués en 1964 et 1971. Les actes de la réunion de 1984 (numéro de cote STI/PUB/674) sont maintenant disponibles à la Division des publications de l'AIEA et peuvent être commandés aux différentes adresses indiquées à la section *Keep Abreast* du présent numéro.

Objectifs de la surveillance

Les programmes de surveillance sont fonction de la conception de la protection contre les risques d'irradiation, des modèles utilisés pour traduire cette conception dans un programme de mesures pratiques, et des mesures et méthodes vraiment réalisables. Dans la pratique, par exemple, les objectifs de la surveillance progressent à mesure que les niveaux de dose supposés augmentent. Aux niveaux les plus bas, on cherche à s'assurer que l'environnement est acceptable; aux niveaux les plus

L'anthroporadiamètre est un des moyens de mesurer directement l'exposition à des rayonnements.



élevés, on cherche à évaluer les doses reçues par chaque individu. Un niveau de transition entre ces deux approches a été suggéré à la conférence.

Méthodes d'évaluation directes

Les méthodes d'évaluation directes — c'est-à-dire le comptage sur tout ou partie du corps — ont été le thème central de deux séances du colloque. Les délibérations ont porté notamment sur des aspects techniques comme l'étude de la performance de divers types de détecteurs de rayonnements et de spectromètres, les géométries employées, l'étalonnage, l'optimisation du positionnement des détecteurs, et les arrangements complexes permettant d'obtenir des informations sur plusieurs matrices avec traitement des données par ordinateur. Il a également été question de la fréquence avec laquelle il faut procéder à une surveillance et de la façon d'interpréter les résultats des mesures.

Les résultats d'études effectuées par cinq laboratoires travaillant ensemble dans le cadre d'un programme de recherche coordonnée de l'AIEA ont été décrits. Les chercheurs ont examiné la validité d'un modèle réaliste du thorax masculin (avec des poumons convenablement marqués et des atténuateurs auxiliaires) utilisé pour étalonner les compteurs de rayons X. Ils ont aussi souligné la nécessité d'effectuer les étalonnages à l'aide de modèles réalistes pouvant reproduire la variabilité anatomique et la distribution non-uniforme de l'activité.

Détection du plutonium

La détection externe d'ingestions de plutonium est difficile, si bien que la question de la contamination interne par le plutonium a bénéficié d'une attention particulière lors du colloque. Un certain nombre de chercheurs ont décrit des méthodes de mesure directe ou indirecte de cet élément et ont indiqué les difficultés que pose l'interprétation des résultats.

Pour le choix final du système de surveillance directe à adopter, divers facteurs doivent être pris en compte, y compris le type de rayonnement à mesurer, le type et le nombre de détecteurs, et le temps nécessaire pour chaque mesure. Un participant a proposé une méthode («résolution relative de masse») pour permettre la comparaison entre divers systèmes. Une méthode rapide permettant d'évaluer la quantité de plutonium dans l'urine tout en accélérant l'excrétion et associant ainsi analyse et traitement, a été aussi présentée.

Programmes d'évaluation et expérience pratique

Il y a eu treize communications sur les programmes d'évaluation périodiques et extraordinaires et sur l'expérience acquise dans ce domaine dans diverses installations liées au cycle du combustible nucléaire, hôpitaux et établissements de recherche.

On peut citer notamment une étude canadienne qui a été entreprise pour déterminer la possibilité d'utiliser plus facilement des paramètres mesurables — comme les résultats d'une analyse d'urine — pour évaluer les ingestions chroniques chez les travailleurs employés dans la fabrication de combustible à l'uranium.

Dans les mines d'uranium, une proportion allant jusqu'à 70 pour cent du volume total de l'équivalent de dose effectif provient de l'inhalation. La dosimétrie interne utilisée pour les personnes travaillant à l'extraction et au traitement de l'uranium diffère donc de celle qui est destinée aux travailleurs d'autres types d'installations liées au cycle du combustible nucléaire.

Un mémoire a démontré de façon convaincante que le césium 137 pouvait être utilisé avec succès comme indicateur pour surveiller les expositions à des mélanges de produits de fission dans les usines de retraitement du combustible nucléaire. Il a aussi été constaté que les anthroporadiamètres mesurent correctement, à quelque 20 pour cent près, la contamination interne répartie uniformément d'émetteurs de rayonnements gamma d'énergie supérieure à 200 keV.

Selon des rapports présentés au colloque, les isotopes de l'iode sont probablement la source de contamination la plus fréquente pour le personnel des services médicaux utilisant les radioisotopes.

Codes de calcul, méthodes, modèles

Un chercheur a expliqué comment il utilisait un programme informatique pour faire une estimation de la quantité de plutonium systématiquement déposé sur de longues périodes. Cette méthode, qui exploite les résultats d'analyses d'urine, est particulièrement utile lorsque des expositions aiguës intermittentes ont pu avoir lieu. Un participant a suggéré d'appliquer cette méthode à d'autres cas analogues.

Une équipe de chercheurs a décrit un code de calcul élaboré pour estimer l'ingestion initiale de contaminants radioactifs par le personnel des centrales nucléaires. Ce code utilise des données anthroporadiométriques et les résultats d'analyses biologiques.

Etudes de la contamination radioactive

Par suite des retombées des essais d'armes nucléaires, plusieurs isotopes du plutonium se trouvent en quantités infimes dans les tissus de l'ensemble de l'humanité. Des mesures précises des concentrations d'isotopes du plutonium dans des tissus autopsiés ont été indiquées, et il se peut que les résultats obtenus servent de référence pour détecter les variations éventuelles de l'absorption de plutonium par l'homme.

Une étude traitait de l'absorption de carbone 14, faible émetteur bêta pur, dont la présence dans le corps ne peut être déterminée que par le biais d'analyses de l'activité des excréments. Un modèle décrivant la rétention du carbone 14 a été dérivé et intégré dans un modèle plus général du métabolisme du carbone. Une autre étude décrivait les travaux engagés pour estimer la dose à l'homme provenant de tritium fixé organiquement et du tritium des eaux.

La contamination radioactive se produit également à partir de la radioactivité naturelle. Pendant plusieurs années on a analysé l'urine d'un groupe de travailleurs employés pendant une période pouvant aller jusqu'à 20 ans dans les industries du charbon et des engrais. Ces recherches ont démontré que l'exposition de longue durée à de faibles niveaux de rayonnement pouvait être mesurée de façon fiable.