

Estimation par dosimétrie physique de la dose reçue en cas d'accident d'irradiation

Les accidents radiologiques

Les accidents d'irradiation peuvent impliquer toutes les catégories de la population, public et travailleurs. Quel que soit le cas, il convient de définir au mieux et au plus vite la région anatomique irradiée, l'étendue et le degré de gravité de l'atteinte afin d'aider l'équipe médicale en charge du ou des patients à choisir la meilleure stratégie thérapeutique. A cette fin, la dosimétrie physique est un outil utilisé en complément de la dosimétrie biologique et de l'examen clinique.

LES OUTILS DE DOSIMÉTRIE PHYSIQUE

Afin d'aider l'équipe médicale dans le diagnostic et le choix des traitements, la connaissance de la distribution de la dose dans l'organisme est nécessaire. Cette estimation peut être faite à partir d'une **reconstitution de l'accident** à l'aide d'une approche basée sur des **modèles numériques** ou sur des **techniques expérimentales**.

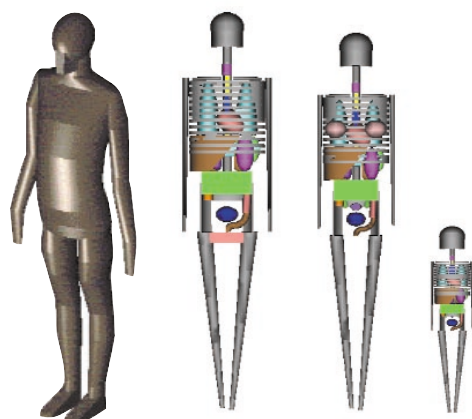
De plus, une des techniques de dosimétrie post-accidentelle telle que la **résonance paramagnétique électronique (RPE)** peut être appliquée à certains tissus biologiques (dents, os) ou sur les matériaux de l'environnement de la victime (cotons, sucres, céramiques, etc.) présents au moment de l'accident.

ÉVALUATION DE LA DOSE PAR RECONSTITUTION NUMÉRIQUE

Une reconstitution numérique nécessite l'utilisation de modèles numériques du corps humain associés à un code de calcul de type "Monte Carlo" qui permet de modéliser le parcours et les interactions des particules dans la matière. Les moyens de calcul actuels permettent de simuler des situations complexes avec une précision satisfaisante. Cette technique permet de modéliser la source, la victime et son environnement lors de l'accident.



Modélisation de la source, de la victime et de son environnement.



Modèles numériques de l'homme adulte, de la femme adulte et de l'enfant de 5 ans.

MODÉLISATION DU CORPS HUMAIN

La victime est modélisée à l'aide d'un fantôme mathématique représentatif d'un individu standard :

- homme adulte : 70 kg et 1,74 m ; femme adulte : 58 kg et 1,64 m ;
- enfants du nouveau-né à l'adolescent.

Cette modélisation prend en compte les différents organes et la composition des tissus.

ÉVALUATION DE LA DOSE PAR RECONSTITUTION EXPÉRIMENTALE

Dans certains cas, une reconstitution expérimentale peut être réalisée à l'aide d'un mannequin anthropomorphe ou d'un moulage (de la main par exemple) avec un matériau dont la composition se rapproche de celle du tissu biologique, ceci dans des conditions les plus proches possible de celles de l'accident. Des dosimètres adaptés au type de rayonnement considéré sont placés en surface et à l'intérieur afin de déterminer la distribution de la dose.

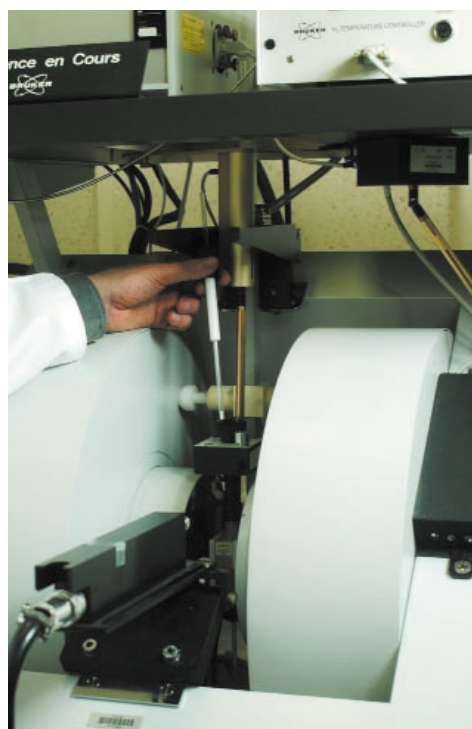


Moulage de main et mannequin anthropomorphe.

ÉVALUATION DE LA DOSE PAR RÉSONANCE PARAMAGNÉTIQUE ÉLECTRONIQUE (RPE)

La résonance paramagnétique électronique (RPE) *in vitro* est une méthode de mesure physique qui consiste à observer la résonance créée lors de l'absorption d'une micro-onde par les espèces radicalaires formées par l'irradiation dans un matériau soumis à un champ magnétique.

La quantité de ces espèces radicalaires est directement proportionnelle à la dose absorbée par le matériau. A ce jour, les matériaux biologiques les plus adaptés à ce type de mesure sont ceux contenant de l'hydroxyapatite comme l'émail dentaire et l'os. D'autres matériaux biologiques comme les cheveux ou les ongles, ou encore certains matériaux de l'environnement de la victime au moment de l'accident (cotons, sucres ou céramiques) peuvent également présenter un intérêt sur le plan dosimétrique.



Spectromètre utilisé pour les mesures par RPE.

LES RÉSULTATS DOSIMÉTRIQUES

Dans le contexte de l'accident, une dosimétrie physique basée sur une méthode de reconstitution, qu'elle soit numérique ou expérimentale, permet de fournir une estimation de la distribution de la dose en différents points de l'organisme de la victime, avec une précision directement corrélée à la connaissance des circonstances de l'accident, notamment en terme de topologie, de séquence et de durée de l'irradiation. L'expérience montre, qu'en pratique, certains de ces paramètres sont souvent assez mal connus car ils reposent sur des témoignages parcellaires et subjectifs. Dans le cas d'une incertitude sur la durée, on ne peut estimer qu'une distribution de dose par unité de temps.

Une dosimétrie post-accidentelle réalisée à l'aide d'une technique RPE donne, quant à elle, des résultats objectifs car obtenus à partir d'échantillons irradiés. En revanche, la technique ne peut fournir une estimation de la dose que pour l'échantillon étudié (dent, os) et ne donne pas directement d'indication sur la répartition de la dose dans l'organisme. En pratique, lorsque cela est possible, ces techniques de dosimétrie physique sont utilisées conjointement, les résultats de la RPE fournissant des points de normalisation nécessaires aux calculs de reconstitution dosimétrique.

BIBLIOGRAPHIE

- Roux A, Bottollier-Depois JF, Gaillard-Lecanu E, Chau Q, Trompier F. *Qualifying numerical tools for reconstructing physical doses in the case of accidental exposure to ionising radiation*. Rad. Prot. Dos. 87(2) 243-249 (2000).
- Ivannikov AI, Gaillard-Lecanu E, Trompier F, Stepanenko VF, Skvortsov VG, Yermakova N, Tikunov D and Petin DV. *Dose reconstruction by EPR spectroscopy of tooth enamel: application to the population of Zaborie village exposed to high radioactive contamination after Chernobyl accident*. Health Phys. 86(2) 121-134 (2004).