

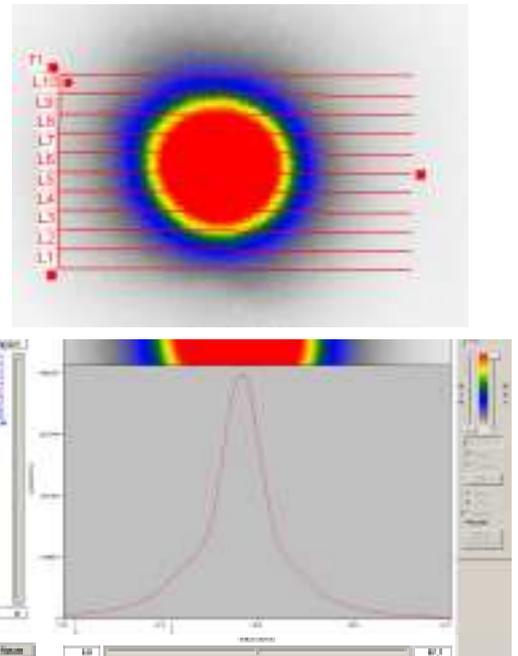
ETUDE D'UNE NOUVELLE METHODE D'ESTIMATION DU DEBIT DE DOSE EQUIVALENT β : L'AUTORADIOGRAPHIE

L. Ferreux, L. Bourgois, M. Girod, F. Linez¹
CEA Saclay DEN/DSP/SPR/SERD
91191 Gif /Yvette Cedex

La réglementation (Décret 2003-296, art.R.231-76) fixe une limite annuelle de dose équivalente pour la peau à 500 mSv pour chaque cm². Pour accéder à cette grandeur lors d'une contamination, il faudrait faire un quadrillage complet et minutieux avec des dosimètres de type thermoluminescent (e.g. FLi), opération longue et fastidieuse. Un autre détecteur, l'autoradiographie numérisée, permet d'accéder à la répartition de la dose mais en unité arbitraire. L'objectif du Service de Protection contre les Rayonnements du CEA de Saclay, a été, à partir de l'autoradiographie, d'apporter un nouvel outil à la reconstitution de dose, ainsi qu'à l'estimation des risques dans le cadre d'exposition des extrémités. L'étude a été menée à l'aide d'un irradiateur à sources β (⁹⁰Sr-Y, ²⁰⁴Tl, et ¹⁴⁷Pm), et de simulations à l'aide du code Monté-Carlo MCNPX.

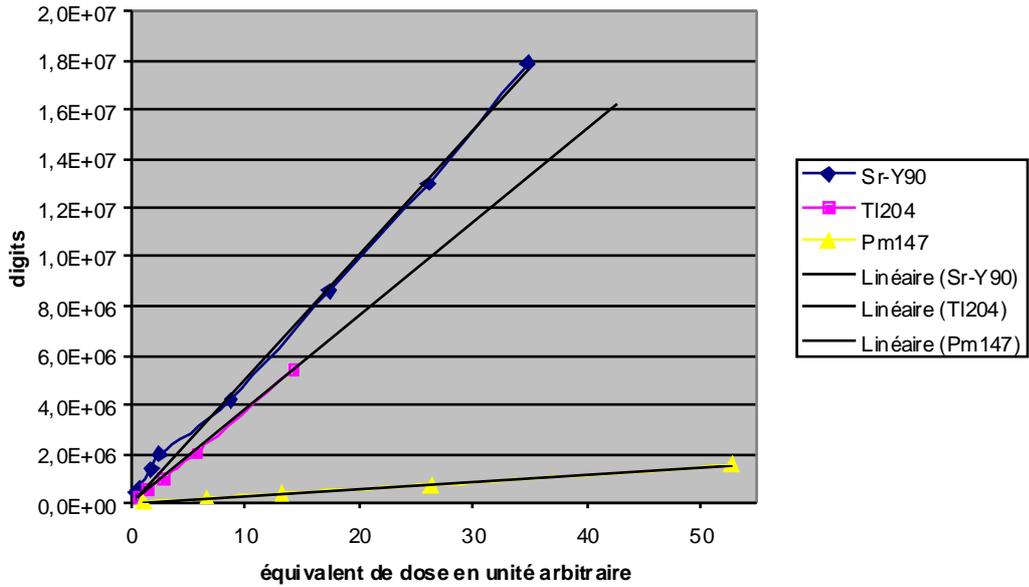
Les films d'autoradiographie sont des écrans stimulables au phosphore. Ils fonctionnent sur le principe de la luminescence par stimulation optique (OSL). Normalement utilisés dans le but de déterminer l'activité contenue dans des échantillons de tissus, de filtres ou dans des solutions, leur usage est ici détourné pour observer la distribution du débit de dose dans un faisceau. Ils sont réutilisables après remise à zéro.

Le lecteur d'autoradiographie, le Cyclone, transmet les informations au logiciel de traitement Optican. Ce dernier reconstitue l'image de la répartition de la dose absorbée et donc celle du débit de dose. Les informations recueillies par le Cyclone donnent une image en « fausses » couleurs déterminées par celui-ci, ce qui rend impossible une équivalence couleur-dose absorbée. Néanmoins, le traitement ultérieur de l'image par le logiciel Optican permet de définir des zones dans lesquelles il intègre des digits dont le nombre est proportionnel à la dose reçue.

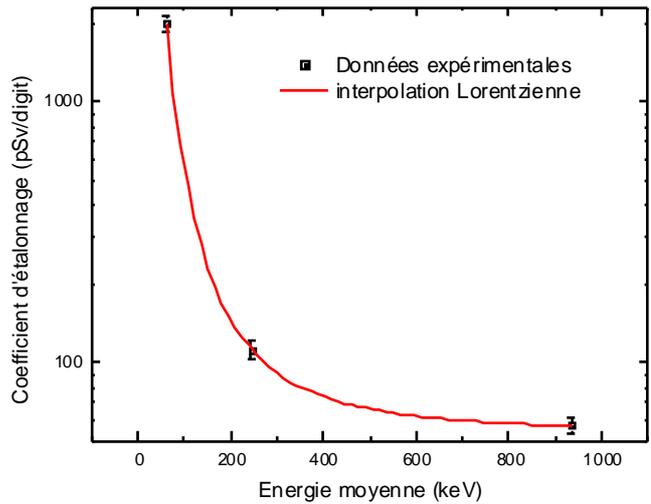


On montre que la réponse des radiographies est linéaire avec la dose. De même, les résultats montrent que la sensibilité des films est d'autant plus importante que l'énergie est élevée. Ainsi, pour réaliser l'étalonnage, il suffit de déterminer un facteur unique donnant la dose correspondante à un digit et ce pour chaque source.

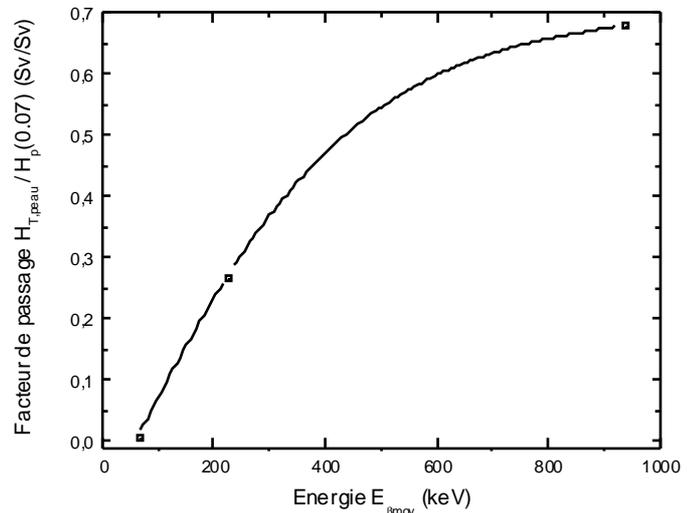
¹ Stagiaire master radioprotection Grenoble



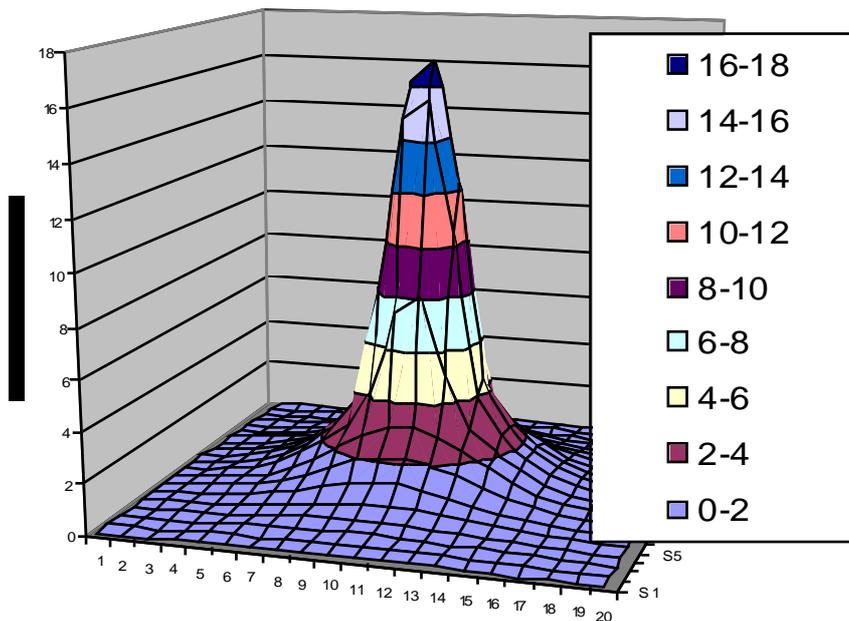
Un étalonnage a été réalisé en équivalent de dose avec des FLi (étalonnés au BNMLNHB). Le coefficient d'étalonnage de l'autoradiographie est obtenu par comparaison du nombre de digits intégrés dans une cellule Optican simulant un détecteur, avec la dose reçue par le FLi correspondant. Le facteur d'étalonnage est calculé par le rapport de l'équivalent de dose sur les digits intégrés. Les facteurs ainsi trouvés pour chacune des sources permettent de tracer une courbe expérimentale des coefficients d'étalonnage en fonction de l'énergie. Ainsi, il sera possible de les estimer pour d'autres radioéléments (il est possible d'extrapoler les résultats à d'autres radioéléments).



Dans un second temps, des coefficients de passage d'équivalent de dose à dose équivalente sont définis pour chaque source en utilisant les calculs réalisés avec MCNPX. Ces facteurs sont totalement dépendant du parcours des β dans la peau donc de leur énergie. Ils confirment, qu'aux faibles énergies, l'équivalent de dose Hp(0,07) surestime énormément la dose équivalente peau.



Afin de vérifier la vraisemblance des coefficients d'étalonnage, des essais sur le terrain sont nécessaires. Une manipulation a été effectuée à CIS bio International avec un radiopharmaceutique composé d'yttrium. La manipulation consiste à faire une mesure FLi, une mesure d'autoradiographie et un calcul MCNPX afin de comparer les débits de dose relevés. Ce test de l'étalonnage en conditions « réelles » a donné une sous-estimation de la dose par le film de 22% par rapport au FLi. Compte tenu des différentes incertitudes et du spectre utilisé, ce résultat est satisfaisant. Cette observation confirme que l'étalonnage effectué donne une approximation correcte de la dose.



L'autoradiographie est une méthode intéressante dans la mesure où elle permet d'accéder de façon simple à la répartition de la dose. Elle permet de répondre aux exigences réglementaires de deux manières : utilisée seule après un étalonnage précis, ou utilisée en complément des détecteurs thermoluminescents. En effet, si elle n'apporte pas forcément une meilleure estimation du débit de dose que les FLi, sa cartographie est néanmoins plus complète. De plus, sa simplicité d'utilisation peut, lors de reconstitution de dose, s'avérer bénéfique.

Cependant, les coefficients d'étalonnage ont été déterminés pour trois sources uniquement. Afin d'affiner l'étude, il faudrait continuer l'étalonnage avec d'autres énergies. L'expérimentation pourrait se faire en parallèle de la pose de FLi lors d'expertises de jauge d'épaisseur par exemple, ou en intégrant cette technique systématiquement aux reconstitutions de dose. A cette occasion, une étude de la réponse avec des combinaisons de spectres pourrait s'avérer intéressante.

Décret 2003-296 Protection des travailleurs, art.R.231-76 §II, 31/03/2003.

Laurie S. Waters, ed., "MCNPX User's Manual, Version 2.5.e," Los Alamos National Laboratory report LA-UR-04-0569 (February 2004).

CIPR 74, Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation, vol.26, n°3/4, 1996.

Notice constructeur : Cyclone Storage Phosphor System, Packard.