



FR0003967

UTILISATION DE DOSIMETRES A BULLES POUR MESURER LE RAYONNEMENT DE FUITE NEUTRONIQUE AUTOUR D'UN ACCELERATEUR MEDICAL

Laurent Bourgois
CEA Saclay SPR/SRI/GEDT
91191 Gif sur Yvette Cedex

Introduction

Pour assurer la protection du patient contre les rayonnements en dehors du champ d'irradiation délivré par les accélérateurs médicaux d'électrons, certaines organisations nationales ou internationales ont recommandé des limites pour la dose due aux rayonnements de fuite par rapport à la dose de traitement. Il faut notamment mesurer la dose due aux rayonnements neutroniques engendrés par les réactions (γ, n) , $(\gamma, 2n)$,... sur les matériaux constituant l'accélérateur (cible de conversion, collimateurs etc.).

Hors ces mesures sont délicates. En effet, le champ primaire d'électrons ou de photons étant extrêmement intense, il faut pouvoir disposer de détecteurs complètement insensibles à ces rayonnements. Par exemple, l'utilisation de débitmètres actifs tels que les remcompteurs est impossible car ils seraient trop perturbés par le rayonnement primaire.

Pour ces mesures, il est courant d'utiliser des dosimètres passifs, comme par exemple les pastilles à activation (sous modérateur ou non) ou des dosimètres thermoluminescents (RTL) sous modérateur. Les inconvénients d'utilisation de ces détecteurs sont : les incertitudes de mesure dues aux réactions (γ, n) , $(\gamma, 2n)$ dans le modérateur, l'utilisation d'équipements sophistiqués de mesure d'activité, le dépouillement des résultats pas toujours aisé surtout si on ne maîtrise pas bien le spectre neutronique, les temps d'irradiation pouvant être long ...

Dans cette étude, la composante neutronique a été déterminée sur un accélérateur médical de type Saturne 43F à l'aide de détecteurs à bulles commercialisés par la société Bubble Technology Industries (BTI). Des dosimètres de type BD-PND avec des sensibilités de 0.1 à 0.23 bulles/ μ Sv ont été utilisés.

Ces dosimètres présentent de gros avantages : ils sont assez petits et donc sont irradiés de façon homogène, ils sont insensibles à des champs électriques intenses (ils peuvent être utilisés dans des champs pulsés) et aux photons et électrons (en effet, les électrons ou les photoélectrons ont un trop faible pouvoir d'arrêt), ils sont réutilisables en les recomprimant, la lecture des dosimètres ne nécessite pas d'appareil coûteux (elle peut se faire à l'oeil nu), il est possible de multiplier les points de mesure ...

Les mesures

Toutes les mesures ont été effectuées dans le plan du patient pour une distance source-axe de un mètre. Les équivalents de dose neutrons ont été mesurés de l'isocentre jusqu'à deux mètres de celui-ci. Ceux-ci seront rapportés à 1 Gy photon à l'isocentre.

La figure 1 donne, pour 25 MV, l'équivalent de dose neutrons (en mSv) pour 1 Gy photon (à l'isocentre). La figure 2 montre la distribution en trois dimensions de l'équivalent de dose neutrons pour des photons de 25 MV.

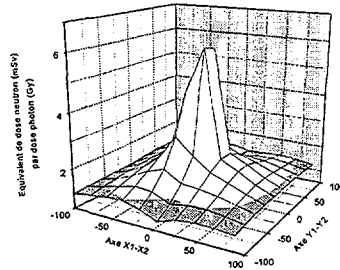
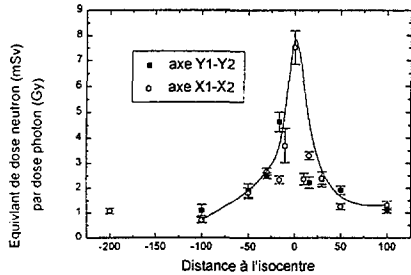


Figure 1 : ED neutrons à l'isocentre

Figure 2 :ED neutrons à l'isocentre en 3D

(L'ED est rapporté à 1 Gy photons)

La figure 3 représente l'évolution de l'équivalent de dose neutrons à l'isocentre (en mSv) en fonction de l'énergie des photons avec différentes techniques de mesure. Ces mesures sont rapportées à 1 Gy photon à l'isocentre. Pour guider l'oeil, on a tracé le polynôme d'interpolation passant par les points expérimentaux des dosimètres à bulles. L'interpolation est donnée par l'équation (1) :

$$\frac{H_n(mSv)}{D(Gy)} = 0.015E^2 - 0.103E + 0.015$$

avec E énergie des photons en MV

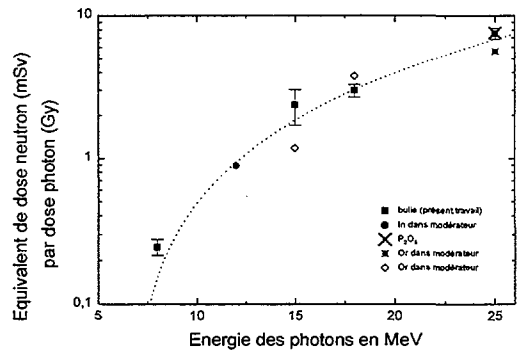


Figure 3 : Equivalent de dose neutron à l'isocentre en fonction de l'énergie

Les mesures des équivalents de dose neutrons à l'isocentre effectuées à l'aide de détecteurs à bulles sont compatibles, à plus ou moins 30 %, avec d'autres méthodes (mis à part le point à 15 MV effectué avec une pastille d'or).

La figure 4 donne les mesures d'équivalent de dose neutron (mSv) à 100 cm de l'isocentre rapportés à 1 Gy photon (à l'isocentre) en fonction de l'énergie des photons, et ceci pour deux méthodes de mesure : les détecteur à bulles et les RTL sous modérateur.

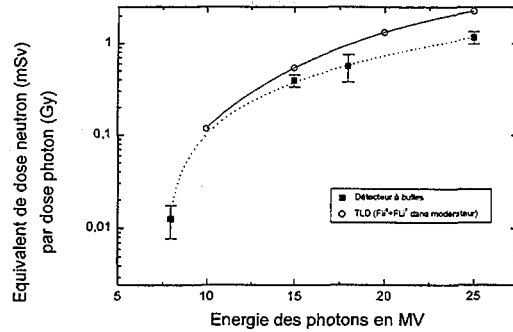


figure 4 : Mesures à 100 cm de l'isocentre

L'intercomparaison entre ces deux techniques montre que l'écart entre les mesures RTL et les détecteurs à bulles ne cessent de croître au delà de 10 MV, l'équivalent de dose mesuré avec les RTL étant de plus en plus élevé par rapport à celui des détecteurs à bulles. Le rapport -mesure RTL/mesure dosimètre à bulles- est croissant en fonction de l'énergie et varie de un à 10 MV à deux à 25 MV. Cette variation en fonction de l'énergie de photons peut s'expliquer par la seule production de photoneutrons dans le cylindre de polyéthylène.

Conclusion

Les mesures dans le faisceau effectuées avec des détecteurs à bulles sont compatibles avec celles d'autres méthodes de mesures à plus ou moins 30 %

On notera que les mesures effectuées à l'aide de détecteur dans des modérateurs surestiment les mesures obtenues avec les détecteurs à bulles (cette surestimation étant d'autant plus grande que l'énergie des photons est grande). Ceci montre que les réactions (γ, n) dans des détecteurs massifs engendrent des erreurs systématiques évoluant de façon croissantes avec l'énergie des photons.

Le gros avantage d'utiliser des dosimètres à bulles dans ce type de mesure est qu'ils sont, comme on l'a montré, insensibles au champ primaire et qu'ils répondent directement à l'équivalent de dose neutrons. Aussi, il n'est nul besoin d'interpréter les mesures en considérant les interactions photonucléaires dans le détecteur ou la répartition spectrale des neutrons. De plus, la lecture se fait très simplement.

Référence :

L. BOURGOIS, D. DELACROIX, A. OSTROWSKY. Use of bubble detectors to measure neutron contamination of a medical accelerator photon beam. Radiation protection Dosimetry Vol. 74 N° 4 pp 239-246 (1997)