LES COMPTEURS PROPORTIONNELS A MILIEU EQUIVALENT AU TISSU, EN RADIOPROTECTION

Daniel Blanc et Pierre Ségur

Centre de Physique Atomique, URA 277,
Université Paul Sabatier, 31062 Toulouse Cedex, France

Jean Barthe et Jean-Marc Bordy

Service de dosimétrie, DPHD/IPSN/CEN
B. P. 6, 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex, France

TISSUE EQUIVALENT PROPORTIONAL COUNTERS IN HEALTH PHYSICS

ABSTRACT

The ICRP new standards put electronic dosemeters forward, especially in the case of neutrons. Proportional counters are an attractive solution : they are able to separate n doses and gamma doses and to give dose equivalents. The microscopic simulation of their gas gain makes it possible to achieve a global understanding of their mechanism. The main objective is to design an individual dosemeter. In this prospect, it is interesting to use a multicellular cathode in front of an anodic wire set, the expected sensitivity being 15 times higher as that of an ortho-cylindrical counter of a similar size. A monocellular prototype is in a preliminary step of development.

INTRODUCTION

Longtemps, la dosimétrie individuelle s'est satisfaite de dosimètres passifs. La situation était telle que les grands organismes de recherche diminuaient progressivement leurs travaux dans ce domaine, considéré comme au point. Le rapport ICRP n° 60 a bouleversé les données : le passage à 0,1 sievert pour cinq ans constitue une réduction des limites pour les travailleurs permanents (catégorie A) d'un facteur de 2,5 ; parallèlement, le facteur de qualité des neutrons est multiplié par un facteur 2 environ. Pour les neutrons, les limites actuelles de détection devront être réduites d'un facteur cinq et plus |1| : les dosimètres passifs sont d'une sensiblité insuffisante.

PROGRESSION DE LA DOSIMETRIE "ACTIVE"

Il faut se tourner vers les détecteurs électroniques. Ils sont employés depuis longtemps dans la surveillance de zône, mais la miniaturisation de l'électronique associée leur ouvre la voie de la dosimétrie individuelle. Deux systèmes sont en concurrence : les dosimètres électroniques à diode (par ex. la "DOSICARTE") et les compteurs proportionnels à milieu équivalent au tissu. Les domaines

d'emploi sont différents : la dosicarte excellera pour les photons ; par contre, il sera difficile de discriminer la part des neutrons dans un bruit de fond gamma important. Par ailleurs la sensibilité aux neutrons est insuffisante.

INTERET DES COMPTEURS PROPORTIONNELS MICRODOSIMETRIQUES

a) Ils donnent le spectre différentiel de l'énergie linéaire y(dy) en fonction de y (figure 1) : en fixant un seuil, on sépare ainsi les composantes neutrons et photons. b) On déduit d'un tel spectre le facteur de qualité moyen, donc l'équivalent de dose. En effet : $D = \int d(y)dy$, d(y) étant la dose venant des particules dont l'énergie linéaire est comprise entre y et y + dy ; $H = \int d(y)q(y)dy$, q(y) étant identique à la courbe $q(L_\infty)$ en identifiant y à L (transfert linéique d'énergie).

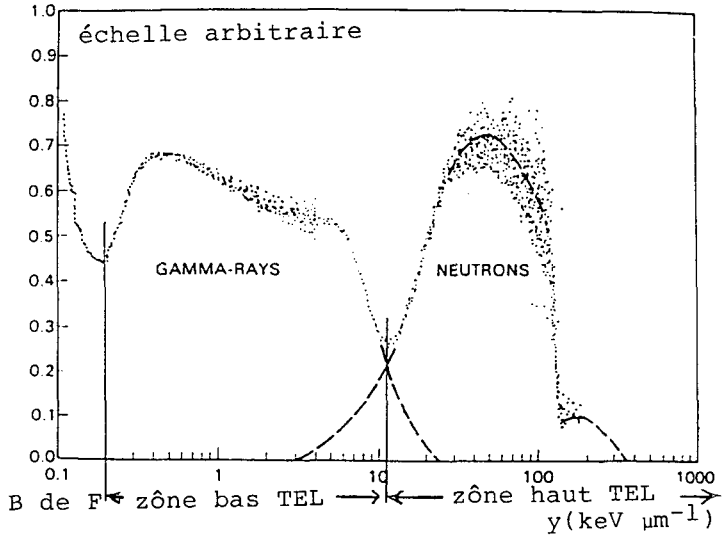

Figure 1 : Structure du spectre microdosimétrique y(dy) en fonction de log y dans un champ mixte (n + γ).

LE PASSE : LA DOSIMETRIE DE ZONE

Les premiers compteurs équivalents au tissu biologique ont été réalisés par H. H. ROSSI |2|. On s'efforce de simplifier les structures et de rendre les résultats aussi reproductibles que possible. Il y a des réalisations idustrielles, mais il s'agit toujours de compteurs de volume assez important, non portables. Le détecteur CIRCE (Fontenay-aux-Roses) pour le spatial est intéressant, mais d'un prix trop élevé pour la radioprotection.

LE PRESENT : SIMULATION COMPLETE DU GAIN DU COMPTEUR

Pendant longtemps, on a calculé le gain par des formules analytiques supposant une situation d'équilibre |2|.

L'intervention d'un groupe spécialisé dans les décharges dans les gaz a permis une simulation microscopique précise dans une situation de non équilibre |3|. On domine totalement le fonctionnement des remplissages gazeux à base de méthane et de propane, entre autres.

L'AVENIR : LA REALISATION D'UN DOSIMETRE INDIVIDUEL

On sait réaliser le remplissage gazeux optimal. Reste la structure du détecteur lui-même. Des essais ont été effectués par la Société Merlin-Gérin ; le compteur de la figure 2 est un prototype de volume important ; les difficultés de passer à un petit volume se sont avérées redhibitoires |4|.

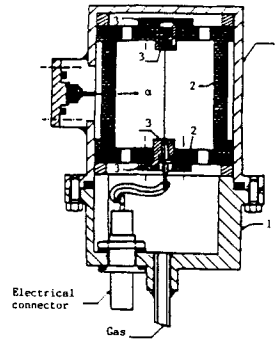

Figure 2 : Le compteur Merlin Gérin. La volume sensible est un orthocylindre de 32,5 mm de diamètre. 1 : aluminium, 2 : plastique équivalent au tissu, 3 : isolant.

La réduction de sensibilité, accompagnant la réduction des dimensions conduit à envisager une géométrie plus complexe : il faut augmenter la surface d'échange entre les parois internes et le gaz ; on étudie un compteur multicellulaire dont la cathode est percée d'un grand nombre de canaux (figure 3) ; en face de chaque canal est tendu un fil anodique. Les canaux représentent une zône de dérive où le champ électrique (dirigé vers l'axe longitudinal du canal) est suffisant pour empêcher la recombinaison et guider les électrons vers l'anode, mais insuffisant pour provoquer une multiplication électronique. Les électrons qui émergent du canal sont accélérés dans le champ intense qui existe autour des fils anodiques.

On envisage de réaliser un compteur de (12 x 8 x 3) cm^3, ce qui est de l'ordre des dimensions d'une calculatrice de poche. Une cellule élémentaire (un canal, une anode) fonctionne actuellement et discrimine neutrons et photons. Par rapport à un compteur cylindrique de même volume, le gain de surface d'échange étant de quinze, le gain de sensibilité devrait être du même ordre de grandeur pour le compteur multicellulaire.

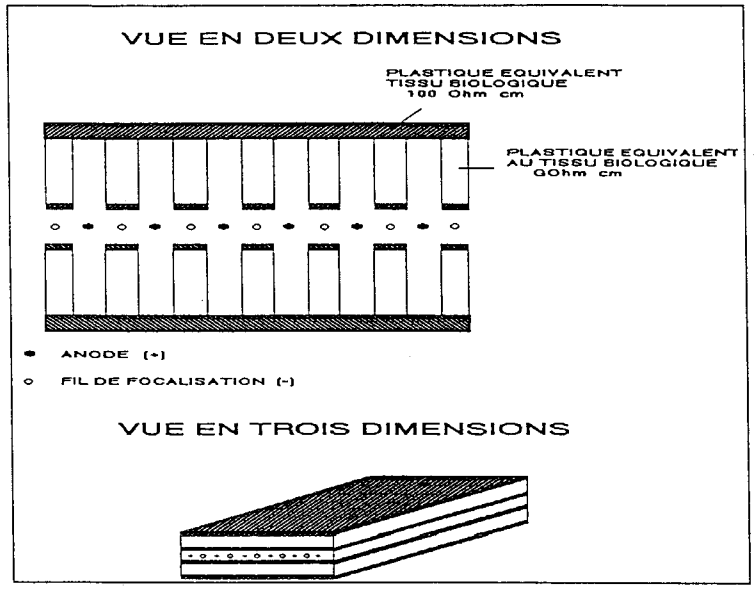

Figure 3 : Le compteur multicellulaire étudié par le S-DOS (Fontenay-aux-Roses).

CONCLUSION

Le problème du dosimètre individuel est difficile, même si la physique de son fonctionnement est bien connue. Deux points sont fondamentaux : 1) La réalisation d'un matériau équivalent au tissu de résistivité déterminée. 2) La pollution du gaz de remplissage (toute circulation de gaz était impossible) par une contamination venant des parois.

REFERENCES

1. Portal, G., 1991, Determination of dose equivalent resulting from neutron radiation in the light of the new ICRP recommendations, Seventh symposium on neutron dosimetry, Berlin.

2. Blanc, D., (avec Barthe, J., Buxerolles, M. et Portal, G.), 1990, Les rayonnements ionisants. Détection, spectrométrie, dosimétrie, Masson, Paris, pp. 142-151.

3. Ségur, P., Pérès, I., Boeuf, J.P. et Bordage, M.C., 1989, Microscopic calculation of the gas gain in cylindrical proportional counter, Radiation protection dosimetry, 23, 1/4, pp. 253-256.

4. Marchetto, A., Leroux, J.B., Herbaut, Y., Latu, M. et Tinelli, P., 1988, CIRCEG, a portable device for photon-neutron dosimetry, Radiation Protection Dosimetry, 23, 1/4, pp. 253-256.