

centre de recherches nucléaires de Strasbourg

CRN-PN-83-08

C.R.N.

CRN/PN/83-08

FR 83 02826

CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT D'UN DOSIMETRE

A NEUTRONS RAPIDES SAD 1

(RAPPORT FINAL)

M. Jung, H. François, C. Heilmann, R. Demoulin,

A. Kappler, R. Opperl

Contrat SADVI/CEE 23.11.82

Institut National
de Physique Nucléaire
et de Physique
des Particules

Université
Louis Pasteur
de Strasbourg

RAPPORT FINAL DU CONTRAT CEE 1176/81/L/V

CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT D'UN DOSIMETRE A NEUTRONS RAPIDES SAD 1

M. Jung, H. François, C. Heilmann, R. Demoulin, A. Kappler, R. Opiel

Dans notre précédent rapport du 15.06.82 nous avons exposé les principes du dosimètre à neutrons rapides que nous avons proposé de mettre au point. Cette mise au point nécessitait tout d'abord un étalonnage de la réponse du dosimètre à différents flux de neutrons provenant de sources monoénergétiques connues, en vue d'optimiser la réponse du dosimètre notamment en ce qui concerne le facteur de conversion du matériau hydrogéné utilisé. Les résultats expérimentaux obtenus pour ce facteur x_T sont rassemblés dans les tableaux II-1, II-2 et II-3, le tableau I pour sa part permet d'avoir une vue d'ensemble des expériences effectuées.

Parallèlement à ces mesures effectuées au microscope, nous avons poursuivi la construction d'un appareil de mesures automatique dont le principe repose sur la détection de la quantité d'argent laissée le long des traces de protons de recul produits dans les réactions (n,p). Il est en effet indispensable d'avoir un étalonnage complet de la réponse x_D du convertisseur, réponse reliée directement à la perte d'énergie déposée dans l'émulsion (les relations ont été expliquées en détail dans le rapport partiel du 15.06.82). Dans ce but, nous avons construit un appareil à fluorescence X permettant de déterminer la quantité d'argent résiduel par excitation des deux raies de 22,5 et de 25 KeV de l'argent

MESURES EFFECTUEES A DIFFERENTES SOURCES DE NEUTRONS MONOENERGETIQUES

Nous avons exposé nos dosimètres SAD 1 dans différents Centres de la Communauté Européenne (voir tableau I). Pour ces faisceaux de neutrons, nous avons effectué au microscope des comptages et des mesures de longueurs des protons de recul en vue de vérifier l'exactitude de notre méthode de simulation. Un exemple des distributions expérimentales et théoriques est donné fig. 1. Dans l'ensemble un bon accord entre ces différentes distributions peut être constaté. Un autre

point de comparaison entre théorie et mesures relève du coefficient x_T pour lequel nous avons reporté dans les tableaux II-1 à II-3 le rapport

$$r = \frac{x_T \text{ (expérimental)}}{x_T \text{ (théorique)}}$$

Le coefficient x_T (théorique) est calculé à l'aide d'une simulation numérique compte tenu des paramètres du dosimètre utilisé au moment de l'exposition ; en effet ces paramètres, à savoir : épaisseur des émulsions, qualité du convertisseur peuvent varier en fonction du type de test effectué.

Compte tenu des effets de pertes de dépouillement au microscope ainsi que de possibles effets d'albedo, nous pouvons déduire de ces valeurs que notre simulation de l'ensemble du dosimètre est proche de la réalité, ce qui devrait nous permettre d'avoir une idée assez exacte du coefficient de conversion de dose x_D .

Par contre, au vu des résultats relevés dans les différents tableaux, nous pouvons constater de sérieuses anomalies en ce qui concerne le rapport r . Ce rapport devrait être proche de 1, or il se trouve que pour certaines irradiations, notamment celles de Brunswick, ce rapport est négatif ce qui revient à dire que nous comptons moins de protons dans l'émulsion placée derrière le convertisseur comparé au nombre trouvé dans la première émulsion. Une telle inversion ne peut pratiquement être comprise que si l'on suppose que nos dosimètres se trouvaient placés en mode inverse par rapport au faisceau incident. Il est donc certain que nous serons obligés de poursuivre ce genre d'irradiations afin de résoudre un problème qui risquerait de mettre en cause les délais de mise au point de la méthode.

CONSTRUCTION D'UN APPAREIL A RAYONS X

En vue d'étalonner le coefficient x_D et aussi dans un proche avenir en vue de construire un appareil automatique de lecture des dosimètres devant servir à la protection de personnes exposées à des neutrons rapides, nous avons construit un appareil à fluorescence X (figure 2).

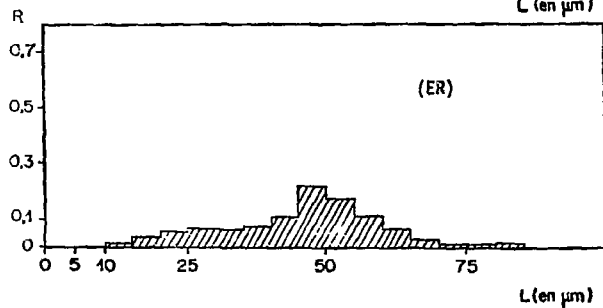
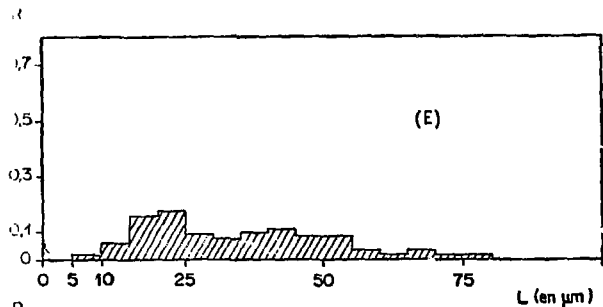
Cet appareil se compose d'un tube de rayons X travaillant à 60 kV. Un porte-échantillon adapté à un format d'émulsion du type courant diapositive permet de déplacer celle-ci devant le tube. Les rayons X de désexcitation de l'argent sont captés par une jonction SiLi travaillant sous une tension de 270 V. Cette

jonction a une résolution de l'ordre de 4 KeV. Les impulsions sont envoyées dans un analyseur multicanal qui permet de se positionner sur les pics désirés.

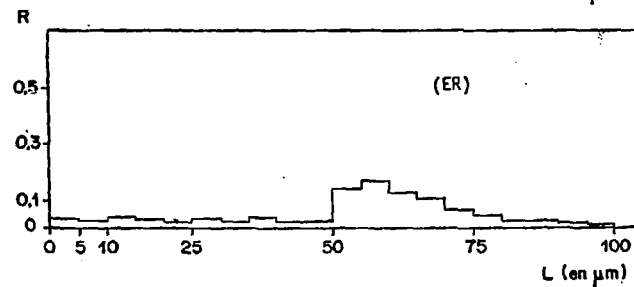
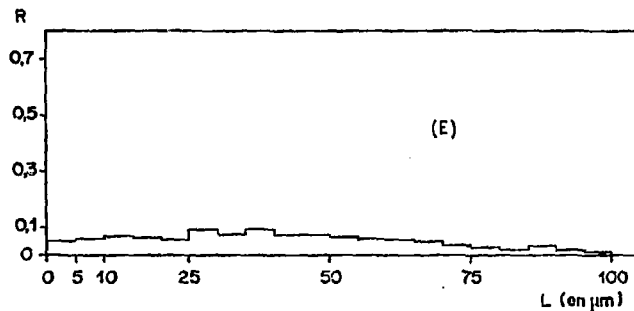
Cet appareil vient d'être construit et nous a déjà permis de dégrossir le problème des émulsions à utiliser grâce à sa rapidité de lecture et à sa grande maniabilité. Néanmoins, il ne nous est pas encore possible de donner une réponse définitive quant au choix des différentes composantes du dosimètre. Comme exemple des possibilités de cet appareil, nous donnons (fig. 3) la réponse aux rayons X d'émulsion du type Ilford G5 ayant été exposées à différentes doses de rayonnement gamma d'une source de ^{60}Co .

CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons affirmer être dans la possibilité de donner prochainement une réponse quant à la dose minimale en neutrons rapides pouvant être détectée par notre dosimètre et nous espérons pouvoir ainsi donner une forme définitive à notre système détecteur - moyen de lecture.



Distributions expérimentales

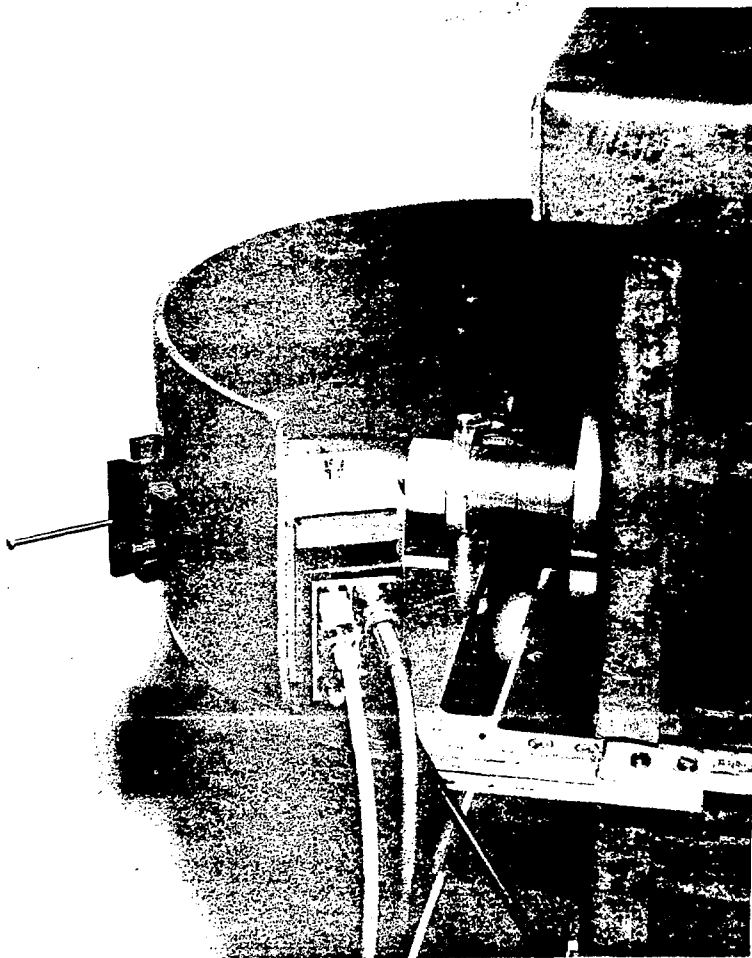


Distributions théoriques

Fig. 1 : Distribution des longueurs des protons de recul produits par des neutrons de 5.5 MeV.

(ER) émulsion derrière convertisseur

(E) émulsion simple.



SAOVI - C.R.N. - STRASBOURG

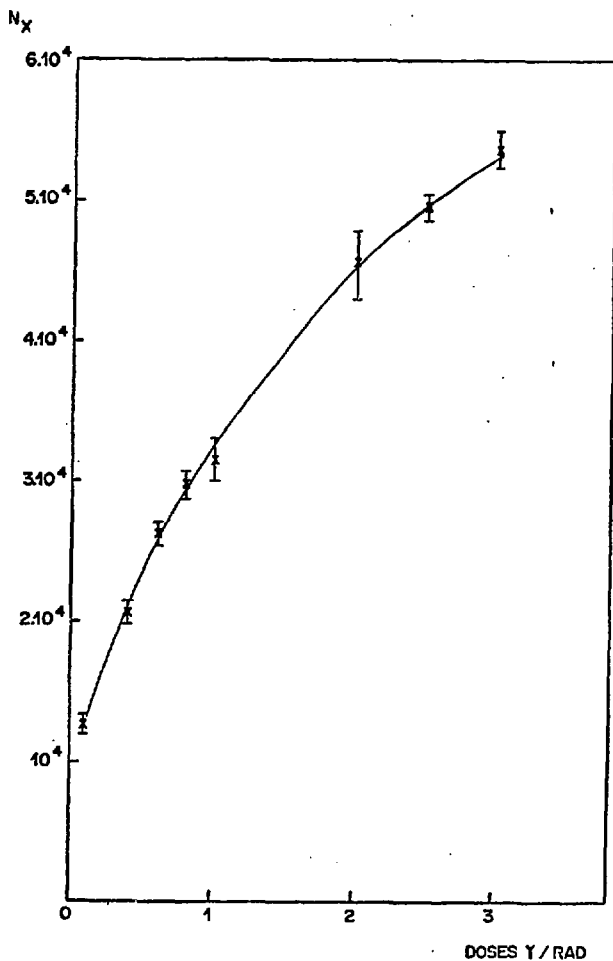


Figure 3

N_x : nombre de rayons X émis par une émulsion Ilford G5 développée ayant été irradiée à différentes doses gamma d'une source ^{60}Co pour 1 mn de temps de comptage.

Lieu d'expérience	Energie des neutrons	Doses demandées en mrem
Brunswick	1.2 MeV	30 - 60 - 150
Brunswick	2.5 MeV	30 - 60 - 150
Fontenay-Aux- Roses	3 MeV	30 - 60 - 150
E.T.C.A. Paris	1 MeV	800 - 1500
E.T.C.A. Paris	5.5 MeV	800 - 1500
B III Paris	500 KeV	400 - 800 - 1500

TABLEAU I

Doses demandées	Energie des neutrons	$r = \frac{x_T \text{ expérimental}}{x_T \text{ Théorique}}$	Energie des neutrons	$r = \frac{x_T \text{ expérimental}}{x_T \text{ théorique}}$
30 mrem	1.2 MeV	- 0.05	2.5 MeV	- 0.14
60 mrem		- 0.05		- 0.11
150 mrem		- 0.05		+ 0.09

Tableau II-1 - EXPOSITIONS DE BRUNSWICK

Energie des neutrons	Doses demandées	$r = \frac{x_T \text{ expérimental}}{x_T \text{ théorique}}$
3 MeV	30 mrem	0.51
	60 mrem	0.71
	150 mrem	0.65

Tableau II-2 - EXPOSITIONS DE FONTENAY-AUX-ROSES

Doses demandées	Energie des neutrons	$r = \frac{x_T \text{ expérimental}}{x_T \text{ théorique}}$	Energie des neutrons	$r = \frac{x_T \text{ expérimental}}{x_T \text{ théorique}}$
800 mrem	1 MeV	- 0.99	5.5 MeV	0.95
1 500 mrem		non dépouillé		0.94

Tableau II-3 - EXPOSITIONS A L'ETCA - PARIS