

## DISTRIBUTION DE NEUTRONS THERMALISÉS DANS LE RALENTISSEUR D'UN LONG-COMPTEUR

par G. ROBAYE  
*Chercheur agrégé I. I. S. N.*

### RÉSUMÉ

Un programme de simulation par la méthode de Monte-Carlo a été réalisé, permettant de déterminer la répartition après thermalisation dans un ralentisseur hydrogéné, de neutrons incidents sous des conditions d'énergie, de direction et de point d'entrée donnés. Les premiers résultats sont présentés sous forme graphique.

On esquisse l'utilisation des résultats pour l'étude des réponses de longs compteurs.

Dans un article précédent [1] nous avons exposé la méthode de programmation d'un calcul de Monte-Carlo consacré à l'étude de la réponse d'un compteur à neutrons rapides du type « Long-Compteur ».

Le long compteur idéal serait un détecteur ayant une efficacité complètement indépendante de l'énergie des neutrons incidents. Il aurait donc une réponse « plate ». Les longs compteurs actuels ne répondent à cette définition qu'en première approximation [2, 3]. L'efficacité de la réponse varie en effet de l'ordre de 10 % en fonction de l'énergie des neutrons incidents dans une gamme d'énergie allant de quelques kéV à quelques MéV.

Les variations d'efficacité du long compteur sont liées de façon prépondérante à la géométrie, c'est-à-dire, à la forme et aux dimensions du ralentisseur hydrogéné (paraffine, polyéthylène...) entourant le compteur à neutrons lents (BF<sub>3</sub>).

L'étude de la géométrie du ralentisseur a été faite par de nombreux auteurs employant diverses méthodes : expérimentalement et par calcul mais toujours de façon fragmentaire et dans un but

Présenté par L. Winand, le 15 Octobre 1964.

particulier (gamme d'énergie restreinte, recherche de réponses non plates pour la « Counter ratio method », test de géométries particulières, etc. cf. [2, 3, 4, 5] par exemple.

Nous avons donc décidé de reprendre l'étude de ces ralentisseurs de façon plus générale, d'une part par calcul en utilisant la méthode de Monte-Carlo et d'autre part expérimentalement en utilisant des sources de neutrons monoénergétiques fournies par un accélérateur Van de Graaff. (En effet les spectres d'énergie de sources de neutrons telles que (Po,  $\alpha$ , Be) par exemple ne sont pas monoénergétiques et diffèrent assez fortement d'une source à l'autre [6, 8].

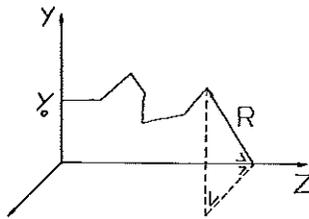


Fig. 1.

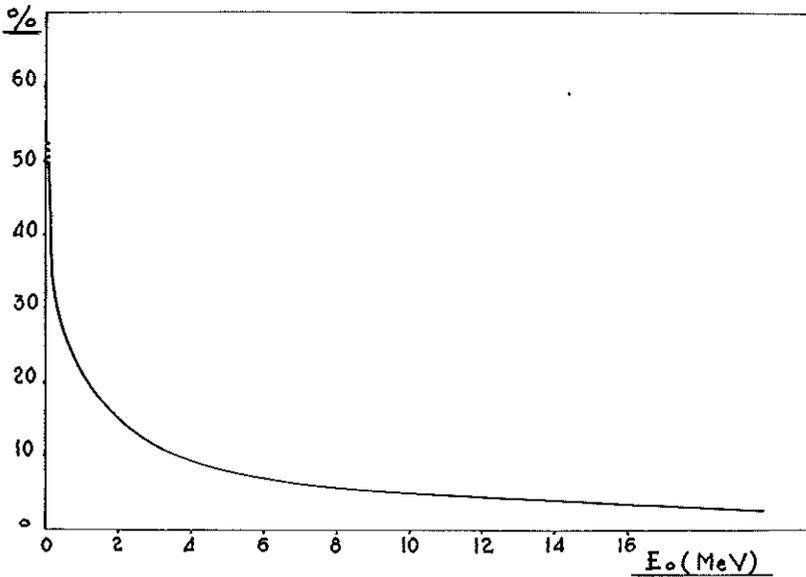


Fig. 2. — Pourcentage de sorties de neutrons par la face d'entrée en fonction de l'énergie des neutrons incidents,  $E_0$ .

Une étude de long compteur par Monte-Carlo avait été réalisée par A. W. Schardt [2] mais concernait en fait un type particulier de compteur peu efficace par suite d'un blindage complet du  $\text{BF}_3$  par du cadmium [?] le rendant insensible aux neutrons thermiques.

Le programme décrit en [1] modifié nous donnait essentiellement en fonction de l'énergie du neutron incident  $E_0$  et de son paramètre d'impact  $Y_0$  (distance entre le point d'entrée et l'axe du compteur  $\text{BF}_3$  (cf. fig. 1) le rayon maximum atteint  $R_{\text{max}}$  et la profondeur correspondante  $Z_{R_{\text{max}}}$ , la profondeur maximum  $Z_{\text{max}}$  et le rayon correspondant  $R_{Z_{\text{max}}}$ , le rayon et la profondeur du neutron à la thermalisation  $R_{\text{final}}$ ,  $Z_{\text{final}}$  et l'énergie du neutron après 20 chocs sur les noyaux du ralentisseur.

Le nombre de neutrons dont nous avons calculé le ralentissement a été choisi de façon à répondre au mieux d'une part au besoin

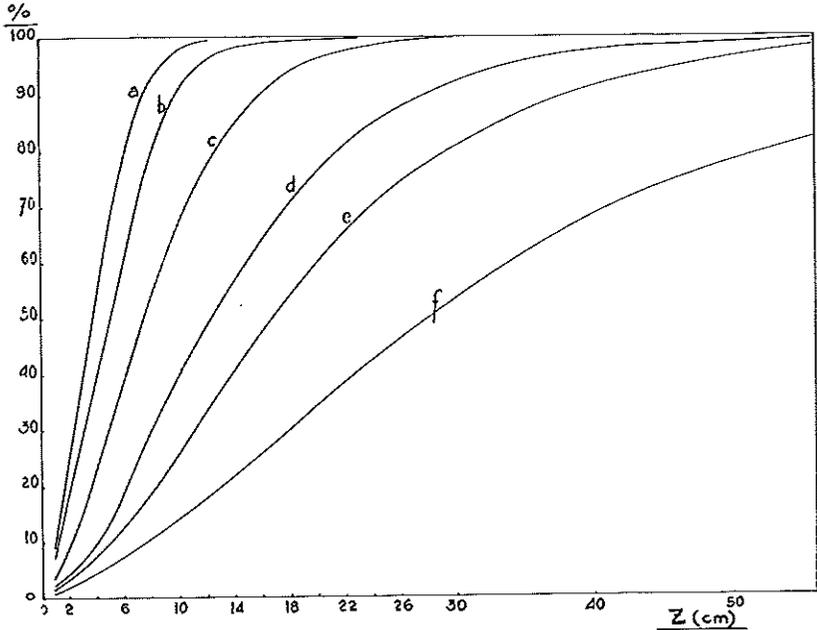


Fig. 3. — Pourcentage de neutrons dont la profondeur atteinte à la thermalisation est inférieure ou égale à  $Z_{\text{final}}$ .

- Pour a)  $E_0 = 22 \text{ keV}$   
 b)  $E_0 = 250 \text{ keV}$   
 c)  $E_0 = 1 \text{ MeV}$   
 d)  $E_0 = 3 \text{ MeV}$   
 e)  $E_0 = 6 \text{ MeV}$   
 f)  $E_0 = 14 \text{ MeV}$

de statistiques valables et d'autre part à la limitation du temps nécessaire au calcul à l'ordinateur du Centre de Calcul ( $\pm 200$  h.).

Quelques résultats sont présentés sous forme graphique : Pourcentage de sortie par la face avant en fonction de  $E_0$ , fig. 2.

Répartition des  $Z_{\text{final}}$  en fonction de  $E_0$ , c'est-à-dire des profondeurs atteintes à la thermalisation, fig. 3.

Répartition des  $R_{\text{max}}$  en fonction de  $E_0$  et de  $Y_0$ , exemple pour  $Y_0 = 3,5$  cm, fig. 4.

Ces données ainsi que d'autres données statistiques tirées des résultats de calcul machine, données contrôlées et complétées par les résultats de mesures effectuées au moyen de faisceaux de neutrons monoénergétiques produits à l'aide de l'accélérateur Van de Graaff de 2 MéV de l'Université de Liège devront nous permettre de tirer des conclusions quant aux géométries optimum

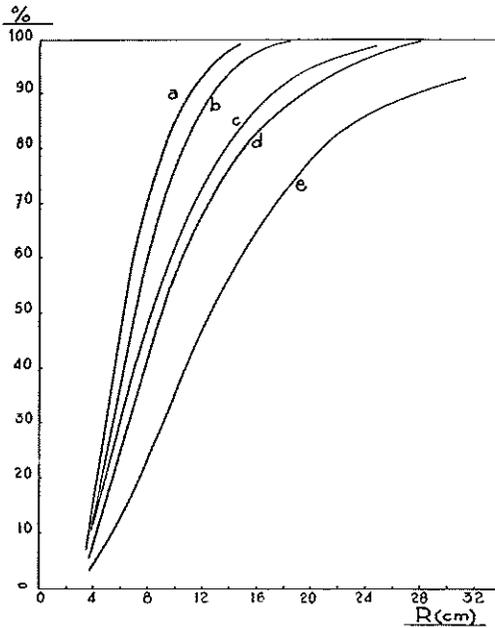


Fig. 4. — Pourcentage de neutrons dont la distance maximum à l'axe atteinte à la thermalisation est inférieure ou égale à  $R_{\text{max}}$  pour

- a)  $E_0 = 250$  kÉV
- b)  $E_0 = 1$  MéV
- c)  $E_0 = 3$  MéV
- d)  $E_0 = 6$  MéV

Pour  $Y_0 = 3,5$  cm.

de ralentisseurs, soit pour obtenir une réponse plate, soit pour l'utilisation de la « counter ratio method ».

Les résultats sous la forme où ils sont fournis par la machine permettent de déterminer une donnée très importante pour le calcul de rendements de sources de neutrons et difficilement accessible expérimentalement, à savoir le pourcentage de sorties par les faces avant, arrière, latérale, des ralentisseurs en fonction de leur géométrie. Ils permettent de préciser la notion de géométrie de comptage qui pour des compteurs comme le long compteur est très mal définie.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [<sup>1</sup>] *Bull. Soc. Roy. Sc. Lge*, n° 1-2 (1962).
- [<sup>2</sup>] MARION et FOWLER, Fast neutron physics. *Interscience Publ.*, p. 361.
- [<sup>3</sup>] HANSON et MC KIBBEN. *Phys. Rev.* 72, 673 (1947).
- [<sup>4</sup>] LANDIM, HAMBURGER, DIETZCH. *Nucl. Instrum. Meth.* 15 (1962), 300-305.
- [<sup>5</sup>] FRÄKI, LEIMDÖRFER, MALMSKOG. *Nucl. Instr. Méth.* 23 (1962) 341-348.
- [<sup>6</sup>] POTENZA et RUBBINO. *Nucl. Instr. Méth.* 25 (1963), 77.
- [<sup>7</sup>] SCHARDT (communication privée). *Advanced Research Project Agency Washington D. C.*
- [<sup>8</sup>] AMALDI, *Handb.* XXXVIII/2, pp. 120.