

H9619

PREMIER MINISTRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES ET TECHNIQUES NUCLEAIRES

**Différence de forme des impulsions
de scintillations dues aux rayons γ
et aux neutrons**

par

F. CAMBOU et G. AMBROSINO

COMMISSARIAT
A L'ÉNERGIE ATOMIQUE
BIBLIOTHÈQUE
C. E. N. SACLAY

Rapport CEA n° **1509**

1960

CENTRE D'ÉTUDES
NUCLÉAIRES DE SACLAY
SERVICE DE DOCUMENTATION
Boite postale n° 2 - Gif-sur-Yvette (S.-et O.)

ÉLECTRONIQUE NUCLÉAIRE. — *Différence de forme des impulsions de scintillations dues aux rayons γ et aux neutrons.* Note (*) de MM. FRANCIS CAMBOU et GEORGES AMBROSINO, présentée par M. Francis Perrin.

On décrit une méthode simple pour mettre clairement en évidence les différences de forme des impulsions dues aux rayons γ et aux neutrons : dans le cas des neutrons, l'intensité de la composante lente trouvée est 2,4 fois plus grande que dans le cas des rayons γ .

Différents auteurs [Wright ⁽¹⁾, Brooks ⁽²⁾, ⁽³⁾, Forte ⁽⁴⁾, Owen ⁽⁵⁾, ⁽⁶⁾, Koch ⁽⁷⁾, Tréguer ⁽⁸⁾] ont noté que de nombreux scintillateurs fournissaient des impulsions dont la forme dépendait de la nature des particules incidentes. Il est bien connu que la courbe de désexcitation d'un scintillateur est la somme de plusieurs exponentielles; on admet que cette courbe comprend essentiellement une composante lente et une composante rapide. Pour l'anthracène, le temps de décroissance de la composante lente est de 370 m μ /s et celui de la composante rapide de 33 m μ /s [Owen ⁽⁵⁾]. Le pourcentage relatif de ces deux composantes dépend de la nature des particules incidentes : selon Owen ⁽⁵⁾, dans le cas de l'anthracène, le pourcentage de l'intensité de la composante lente est 2,1 fois plus grand lorsque la scintillation est causée par des neutrons (c'est-à-dire des protons de recul) plutôt que par des rayons γ (c'est-à-dire des électrons de recul Compton).

Le montage expérimental utilisé comportait un photomultiplicateur E. M. I. type 6097 équipé d'un scintillateur anthracène approximativement cylindrique (2 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur); seules sept dynodes étaient utilisées et la résistance de charge pouvait être modifiée. Les sources γ utilisées étaient : ²⁰³Hg, ²²Na, ⁵⁴Mn, ⁸⁸Y, ¹³⁷Cs, thorium. Comme générateurs de neutrons, nous avons disposé de l'accélérateur 300 kV du Laboratoire de Physique des rayons X (réactions *d-d* et *d-t*) et du Van de Graaff 5 MeV du C. E. N. de Saclay (réactions *p-t* et *p-Li*).

Pour étudier la réponse du scintillateur en fonction de l'énergie des particules incidentes, il faut éviter la saturation du photomultiplicateur. On sait que la hauteur des impulsions est proportionnelle à l'énergie abandonnée par l'électron dans le cristal. On se place dans les conditions où cette proportionnalité est réalisée (*fig. 1*). D'autre part, la tension mesurée sur la résistance de charge ne représente le nombre d'électrons reçus sur l'anode qu'à condition que la constante de temps du circuit soit supérieure à la constante de désexcitation du cristal. Or, il y a deux constantes de décroissance du cristal, l'une rapide et l'autre lente; en faisant varier la résistance de charge, nous commençons par mesurer la charge des électrons relatifs à la partie courte, puis, à une valeur plus élevée de la résistance, la totalité des électrons.

La figure 2 (représentant pour une énergie donnée de rayons γ la hauteur de l'impulsion en fonction de la résistance de charge) ne permet pas encore de distinguer entre ces deux phases mais fournit l'allure générale du phénomène.

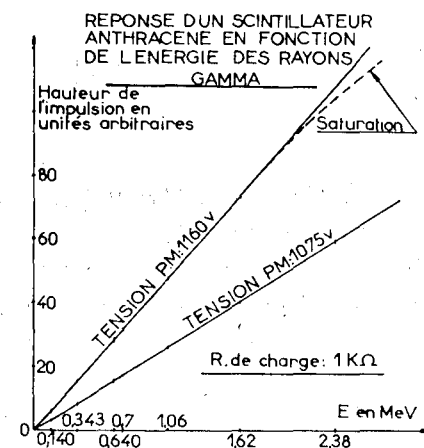


Fig. 1.

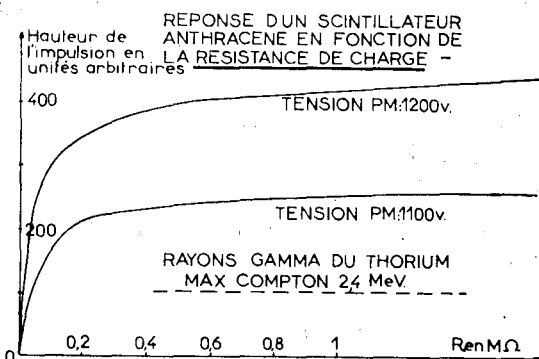


Fig. 2.

La figure 3 représente, en fonction de la résistance de charge, la réponse de l'anthracène aux neutrons de 3 MeV et aux électrons de 0,71 MeV (électrons Compton de ^{88}Y). Pour les faibles valeurs de la résistance de charge, les impulsions dues aux rayons γ sont supérieures à celles dues aux neutrons. Nous pouvons donc affirmer que l'impulsion rapide due à ces

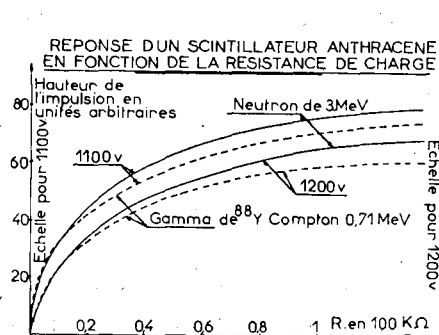


Fig. 3.

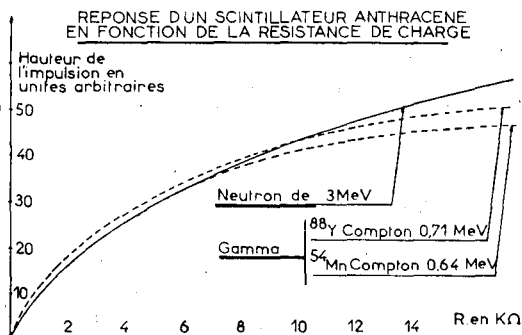


Fig. 4.

rayons γ est supérieure à l'impulsion rapide due à ces neutrons. Lorsque la résistance de charge croît, la courbe neutrons se rapproche de la courbe γ , la coupe (impulsions dues aux neutrons équivalentes à celles dues aux rayons γ) s'en écarte pour lui être finalement parallèle. Cela signifie que pour certaines constantes de temps moyennes, l'impulsion due aux rayons γ croît moins rapidement que l'impulsion due aux neutrons; dans le cas où

la résistance est suffisamment grande pour que l'impulsion mesurée soit proportionnelle à l'impulsion totale, les deux courbes sont alors parallèles.

La figure 4 représente, à une échelle dilatée, les mêmes courbes avec, en outre, la réponse aux rayons γ du ^{54}Mn (électrons Compton : 0,64 MeV). Les impulsions dues aux neutrons de 3 MeV qui, au début, sont les mêmes que celles des rayons γ de 0,64 MeV finissent par être équivalentes à celles de rayons γ dont l'énergie serait de 0,755 MeV.

Ces résultats montrent que le pourcentage de la composante rapide est de 18 % [(0,755 — 0,64)/0,64] supérieur lorsque la scintillation est due aux rayons γ plutôt qu'aux neutrons. Si l'on admet [Owen (2)] que dans la lumière émise par un scintillateur sous l'action des électrons, 10 % correspond à la composante lente, on tire les résultats suivants :

Scintillation,	Composante	
	lente (%).	rapide (%).
due aux rayons γ	10	90
due aux neutrons.....	24	76

(*) Séance du 1^{er} février 1960.

(1) G. T. WRIGHT, *Proc. Phys. Soc.* (Londres), 69 B, 1956, p. 358.

(2) F. BROOKS, *A. E. R. E. NP/GEN 8*, janvier 1958.

(3) F. BROOKS, *Nuclear Instruments and Methods*, 4, 1959, p. 151.

(4) M. FORTE, *Nuovo Cimento*, 9, Supplément 10, n° 2, 1958, p. 370.

(5) R. B. OWEN, *I. R. E. Transactions on Nuclear Science*, NS-5, n° 3, 1958, p. 198.

(6) R. B. OWEN, *Nucleonics*, 17, n° 9, 1959, p. 92.

(7) L. KOCH, Y. KŒCHLIN, B. MOUGIN et L. TRÉGUER, *Nouvelles études sur les propriétés physiques des scintillateurs organiques et minéraux* (Extrait du premier Colloque International d'Électronique nucléaire), Paris, septembre 1958.

(8) L. TRÉGUER, *Utilisation des scintillateurs organiques pour la détection des neutrons rapides en présence de rayonnement γ . Méthode du sélecteur de forme d'impulsion*, Saclay, 1959.

Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 250, p. 1034-1036, séance du 8 février 1960.

GAUTHIER-VILLARS,
55, Quai des Grands-Augustins, Paris (6^e),
Éditeur-Imprimeur-Libraire.

157062

Imprimé en France.