



HAL
open science

Discrimination de particules dans les scintillateurs organiques

G. Walter, A. Huck, J.-P. Trevetin, A. Coche

► **To cite this version:**

G. Walter, A. Huck, J.-P. Trevetin, A. Coche. Discrimination de particules dans les scintillateurs organiques. *Journal de Physique*, 1963, 24 (11), pp.1017-1020. 10.1051/jphys:0196300240110101700 . jpa-00205571

HAL Id: jpa-00205571

<https://hal.science/jpa-00205571>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DISCRIMINATION DE PARTICULES DANS LES SCINTILLATEURS ORGANIQUES

Par G. WALTER, A. HUCK, J.-P. TREVETIN et A. COCHE,

Département de Chimie Nucléaire, Centre de Recherches Nucléaires de Strasbourg-Cronembourg.

Résumé. — L'étude des différentes composantes de l'émission de lumière du stilbène a montré la possibilité de discriminer entre protons d'énergie supérieure à 1,5 MeV et particules alphas. Une différence entre les réponses du stilbène aux protons et aux deutérons dans le domaine 0,8 — 1,8 MeV a été observée. Un scintillateur plastique présentant pour la discrimination des caractéristiques plus avantageuses que les plastiques signalés jusqu'à présent a été mis au point. L'analyse bidimensionnelle des spectres d'énergie obtenus avec ces scintillateurs est présentée.

Abstract. — For stilbene, an investigation of the components of light emission has shown that discrimination is possible between protons (down to 1.5 MeV) and alphas. Differences in the responses of stilbene for protons and deuterons in the range 0.8 — 1.8 MeV have been observed. A plastic scintillator, giving better discrimination than other known plastics, has been elaborated. The measurement of energy spectra by these scintillators using a bi-dimensional multi channel analyzer is discussed.

La présence de deux composantes dans l'émission de lumière des scintillateurs organiques a permis la réalisation de nombreux dispositifs de discrimination. Plusieurs auteurs [1, 2, 3] ont donné pour différents rayonnements (γ , α , ^1H) excitant le même scintillateur des valeurs du pourcentage de chaque composante pour une énergie déterminée. Pour exploiter ces résultats en vue d'une discrimination de particules, il est utile de connaître en outre la relation entre l'intensité de chaque composante et l'énergie du rayonnement incident.

Dans ce but, nous avons mesuré dans le domaine d'énergie de 0,8 à 1,8 MeV, l'intensité de chaque composante de la scintillation du stilbène excité par des protons et des deutérons fournis par l'accélérateur Cockcroft du laboratoire.

Dispositif de mesure. — Le montage expérimental déjà décrit [4] est représenté sur la figure 1. Les particules atteignent le scintillateur après diffusion sur une cible mince (Au). La lumière émise

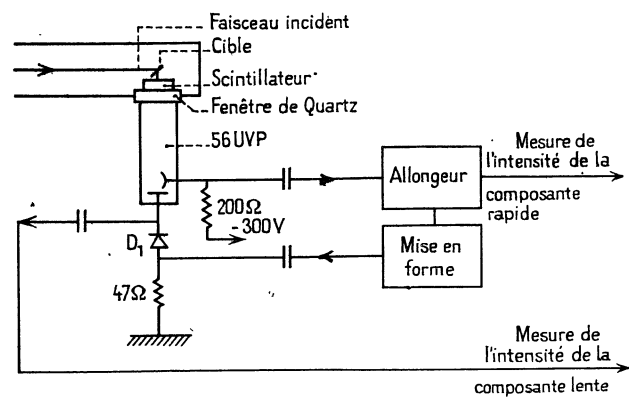


FIG. 1.

est examinée avec un photomultiplicateur rapide 56 UVP, à travers une fenêtre de quartz. Les impulsions recueillies à la quatorzième dynode, aux bornes d'une résistance faible (200 Ω), sont allongées à l'aide d'un dispositif du type de celui décrit par Raimbault [5], qui permet, à l'aide d'un sélecteur multicanaux, la mesure de leurs valeurs de crête proportionnelles à l'intensité de la composante rapide. L'allongeur déclenche en outre un circuit de mise en forme dont le signal de sortie provoque le blocage de la diode D_1 à un instant t_1 après le début de la scintillation ($t_1 = 3 \times 10^{-7}$ s). La diode D_1 , dans ces conditions, constitue une résistance anodique élevée aux bornes de laquelle on obtiendra, pendant la durée du signal de blocage (10^{-6} s), une impulsion intégrée qui correspond à la composante lente et qui est également mesurée au sélecteur multicanaux.

Résultats. — Dans le cas du stilbène, la figure 2 représente, en fonction de l'énergie des protons ou des deutérons incidents, les variations des amplitudes $k_1 I_R$ (courbes a) et $k_2 I_L$ (courbes b) des signaux prélevés à la sortie de l'allongeur et à l'anode (I_R et I_L étant les intensités des composantes rapide et lente). Nous avons vérifié que, dans le domaine étudié, ces quantités varient, en fonction de l'énergie, suivant des lois respectivement parabolique (courbe a) et linéaire (courbe b). Ces résultats permettent de faire deux remarques :

- le rapport des deux composantes (proportionnel à $K_1 I_R / K_2 I_L$) n'est pas une grandeur fixe caractérisant la particule incidente, mais varie avec l'énergie de celle-ci ;

- si on représente (*fig. 3*) pour les différentes valeurs de l'énergie, l'intensité de la composante

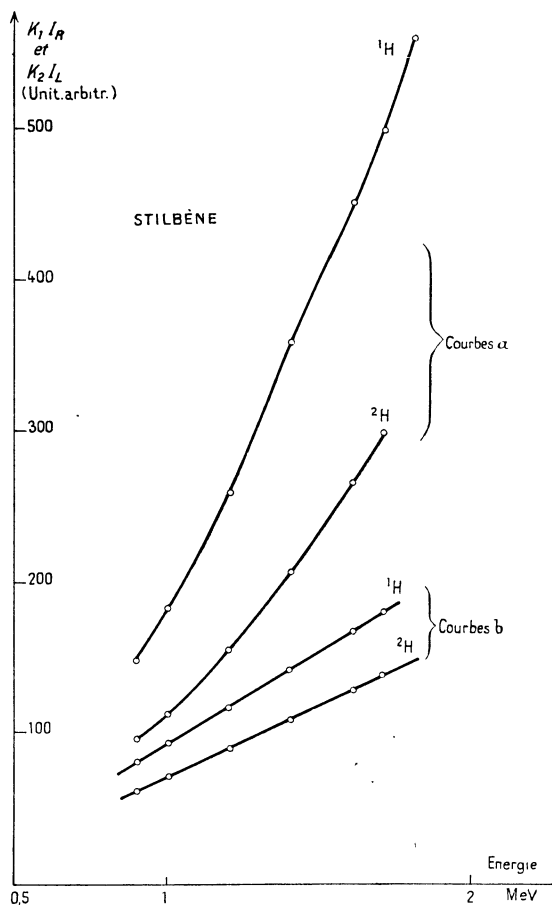


FIG. 2.

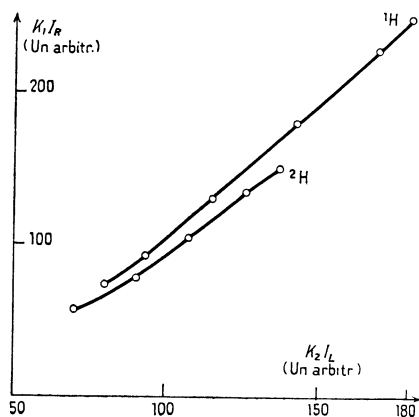


FIG. 3.

rapide en fonction de celle de la composante lente, on observe une différence dans les réponses du stilbène aux protons et aux deutérons.

Ne disposant pas de particules α d'énergie variable, une courbe du même type n'a pu être tracée avec celles-ci. La séparation dans le cas : particule α -proton, est évidemment meilleure que dans le

cas : proton deuteron, comme il ressort du tableau ci-dessous pour les particules α de ^{210}Po (5,3 MeV).

		$k_1 I_R$	$k_2 I_L$
Protons	1,1 MeV	identique	100
Deutérons	1,45 MeV		109
Protons	1,65 MeV	identique	100
α	5,3 MeV		120

La discrimination proton-alpha peut être visualisée à l'aide de la représentation oscilloscopique classique [6], les impulsions correspondant aux composantes lente et rapide étant appliquées respectivement aux plaques verticales et horizontales.

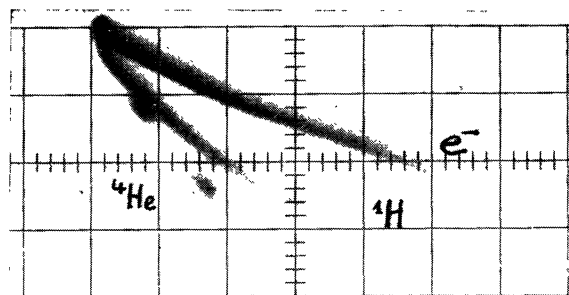


FIG. 4.

La figure 4 représente le cliché obtenu dans ces conditions en excitant le scintillateur simultanément avec les rayonnements suivants : rayons β et γ : dépôt actif du thorium ; neutrons : source Po-Be (énergie des protons de recul de 0 à 8 MeV) ; particules α : ^{212}Bi (6,08 MeV) et ^{212}Po (8,78 MeV).

Aucun des monocristaux organiques (anthracène, naphthalène, diphenylacétylène) que nous avons utilisés ne présente des caractéristiques plus avantageuses que le stilbène pour la discrimination.

Les plastiques scintillants commerciaux à une exception près (NE 150) ⁽¹⁾ [7] ne présentent qu'une composante lente de faible intensité. Cependant, un scintillateur préparé au laboratoire par

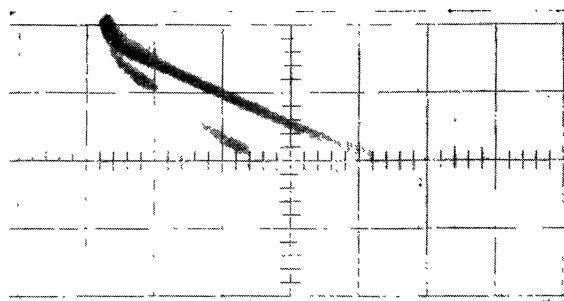


FIG. 5a.

⁽¹⁾ Nuclear Enterprises.

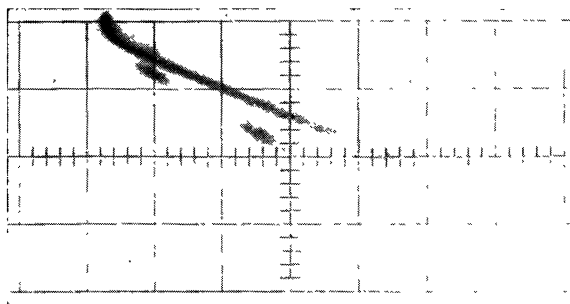


FIG. 5b.

polymérisation d'un mélange de styrène, de monoisopropylbiphényl et de terphényl + POPOP, permet une meilleure discrimination (fig. 5a) des électrons et des particules α du dépôt actif du thorium que le NE 150 (fig. 5b). Le rôle du monoisopropylbiphényl dans l'émission de la composante lente n'est pas encore élucidé.

Utilisation de la discrimination dans la spectrométrie des particules. — Des résultats précédents il ressort que le stilbène permet de réaliser une séparation, facile entre électrons et particules lourdes (^1H , ^2H , ^4He par exemple) et plus délicate entre protons et particules α (dans le domaine d'énergie supérieure à 1 MeV).

Tous les circuits qui ont été décrits pour résoudre le premier problème, ne sont pas applicables au second, où la faible différence entre les intensités relatives des deux composantes, variable avec l'énergie des particules incidentes est difficile à exploiter avec un dispositif électronique.

Une solution simple consiste à utiliser une sélection bidimensionnelle des particules, en analysant simultanément le spectre correspondant à la composante rapide et celui correspondant à la composante lente.

Nous avons réalisé cette opération avec un sélecteur à 512 canaux, dans le cas de la discrimination électrons- α -protons de recul que nous avons mise en évidence plus haut (fig. 4). Nous avons reporté sur la figure 6 le spectre de la composante rapide (courbe a) et celui de la composante lente (courbe b). La distribution des protons de recul, masquée en (a) par celle — continue — des électrons, est visible en (b) du fait que l'intensité de l'émission lente est plus grande pour les protons que pour les électrons.

L'analyse simultanée de ces deux composantes en fonctionnement bidimensionnel nous permet de tracer 16 spectres des impulsions de la composante lente, chacun de ceux-ci étant en coïncidence avec une tranche du spectre de la composante rapide. On a représenté, sur la figure 7, quatre des spectres obtenus correspondant aux tranches de la distribution a de la figure 6 situées au voisinage du pic α

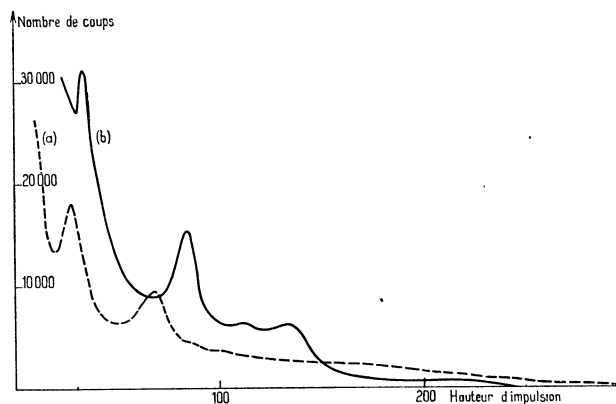


FIG. 6.

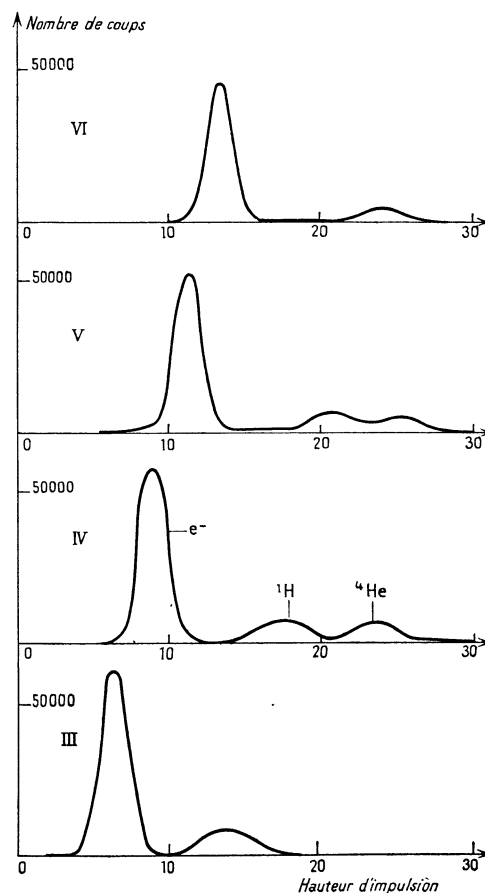


FIG. 7.

de 8,78 MeV. La séparation des électrons, des protons et des α est en particulier mise en évidence sur la courbe IV de la figure. L'analyse bidimensionnelle permet donc le tracé simultané des spectres d'énergie de toutes les particules incidentes dans le scintillateur et leur discrimination sans nécessiter l'utilisation de circuits électroniques de discrimination de forme, avantage important dans le cas de la séparation proton-particules α .

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOLLINGER (L. M.) et THOMAS (G. E.), *Rev. Sc. Inst.*, 1961, **32**, 1044-1050.
- [2] OWEN (R. B.), *IRE Trans. on Nucl. Science NS* 9, 1962, **3**, 285.
- [3] NEMILOV (Y. A.), GRIDNEV (K. A.) et PISAREVSKII (A. N.), *Optic i Spectrosk.*, 1960, **96**, 792.
- [4] WALTER (G.) et COCHE (A.), *Nucl. Inst. and Meth.*, 1963, **23**, 147.
- [5] RAIMBAULT (P.), *Acta Electronica*, 1961, **5**, 61.
- [6] BROOKS (F. D.), *Nucl. Inst. and Meth.*, 1959, **4**, 151.
- [7] WALTER (G.) et COCHE (A.), *J. Physique Rad.*, 1961, **22**, 165 A.
-
-