



**HAL**  
open science

## Un sélecteur magnétique pour l'enregistrement de spectres d'électrons à l'aide d'un détecteur au silicium

P. Paris, J. Tréherne

► **To cite this version:**

P. Paris, J. Tréherne. Un sélecteur magnétique pour l'enregistrement de spectres d'électrons à l'aide d'un détecteur au silicium. *Revue de Physique Appliquée*, 1969, 4 (2), pp.291-292. 10.1051/rphysap:0196900402029100 . jpa-00243266

**HAL Id: jpa-00243266**

**<https://hal.science/jpa-00243266>**

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.

## UN SÉLECTEUR MAGNÉTIQUE POUR L'ENREGISTREMENT DE SPECTRES D'ÉLECTRONS A L'AIDE D'UN DÉTECTEUR AU SILICIUM

P. PARIS\* et J. TRÉHERNE\*\*,

\*Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, 91-Orsay, \*\*Institut de Physique Nucléaire, 91-Orsay.

**Résumé.** — L'association d'un champ magnétique uniforme et d'un détecteur à semi-conducteurs permet d'enregistrer les spectres d'électrons négatifs (positifs) en éliminant les rayonnements  $\gamma$ ,  $\alpha$  et les électrons positifs (négatifs) éventuels; ceci dans une bande d'énergie dépendant du champ et de la géométrie.

**Abstract.** — For counting electrons by eliminating  $\gamma$  rays, X rays,  $\alpha$  particles and electrons of opposite sign, we use silicon detectors in a uniform magnetic field. The energy range has upper and lower boundaries.

L'utilisation normale de détecteurs à semiconducteurs pour l'enregistrement de spectres d'électrons est compliquée par la superposition éventuelle à ceux-ci des spectres Compton correspondant aux rayonnements  $\gamma$ , des rayons X et des spectres continus  $\beta^+$  souvent intenses dans les décroissances d'isotopes déficients en neutrons. Elle est pratiquement impossible si la source radioactive est émetteur  $\alpha$ . D'où l'intérêt d'un dispositif permettant de n'admettre sur le détecteur que des électrons d'un signe déterminé.

Des particules chargées, émises par un point radioactif dans un champ magnétique uniforme, décrivent dans le vide des trajectoires hélicoïdales qui intersectent à chaque tour la ligne de force rectiligne du champ sur laquelle est située la source. Le pas de l'hélice dépend de la direction initiale des trajectoires.

La figure 1 représente les projections sur trois plans

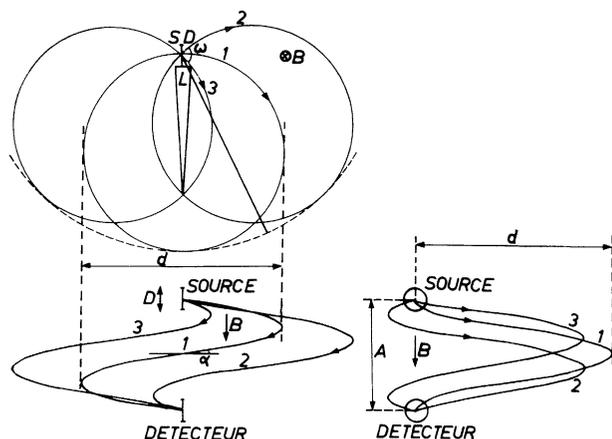


FIG. 1. — Trajectoire des particules d'une énergie donnée.

perpendiculaires des trajectoires de particules monocinétiques émises sous une incidence correspondant à un pas moyen (distance source-détecteur)  $A$ . Les faces utiles de ceux-ci sont dans un même plan, mais orientées en sens opposé sur une même « verticale ».

Soient  $B$  et  $B\rho/e$  l'induction magnétique et l'impulsion des électrons monocinétiques considérés. Les hélices parcourues s'enroulent sur des cylindres de diamètre  $d$  tel que  $B d/e = B\rho \cos \alpha$ , avec les notations de la figure. La longueur  $L$  des trajectoires est :

$$L = 2\pi\rho = \pi d/\cos \alpha = ((\pi d)^2 + A^2)^{1/2}.$$

Si  $D$  est la hauteur du détecteur à la verticale du point source, l'angle d'ouverture vertical est  $D/L$ . L'angle horizontal  $\omega$ , non défini géométriquement, est pratiquement compris entre  $\pi/2$  et  $3\pi/4$ . L'ouverture relative  $\Omega/4\pi = D\omega/4\pi L$  est du même ordre de grandeur que celle correspondant à un emploi normal du détecteur.

Sur ce principe, après une première réalisation [1], un instrument a été construit avec les caractéristiques suivantes : le champ magnétique peut varier de 0 à  $\pm 1\,800$  œrstedes dans un volume utile de  $15 \times 20 \times 9$  cm<sup>3</sup>. Le vide est entretenu dans ce volume par une charge de charbon actif refroidie à l'azote liquide, de même que le support du détecteur et l'étage d'entrée d'un préamplificateur refroidi. La source est introduite par l'intermédiaire d'un sas, vidé par une pompe turbomoléculaire, à l'aide d'un dispositif de translation par crémaillère traversant une vanne à ultra-vide à passage direct. Les rayonnements  $\gamma$  sont interceptés par un bloc d'or de 35 mm d'épaisseur, entre source et détecteur. La valeur maximale de  $d$  est définie par une série de diaphragmes en aluminium. En fait, l'ensemble est conçu avec des précautions suffisantes

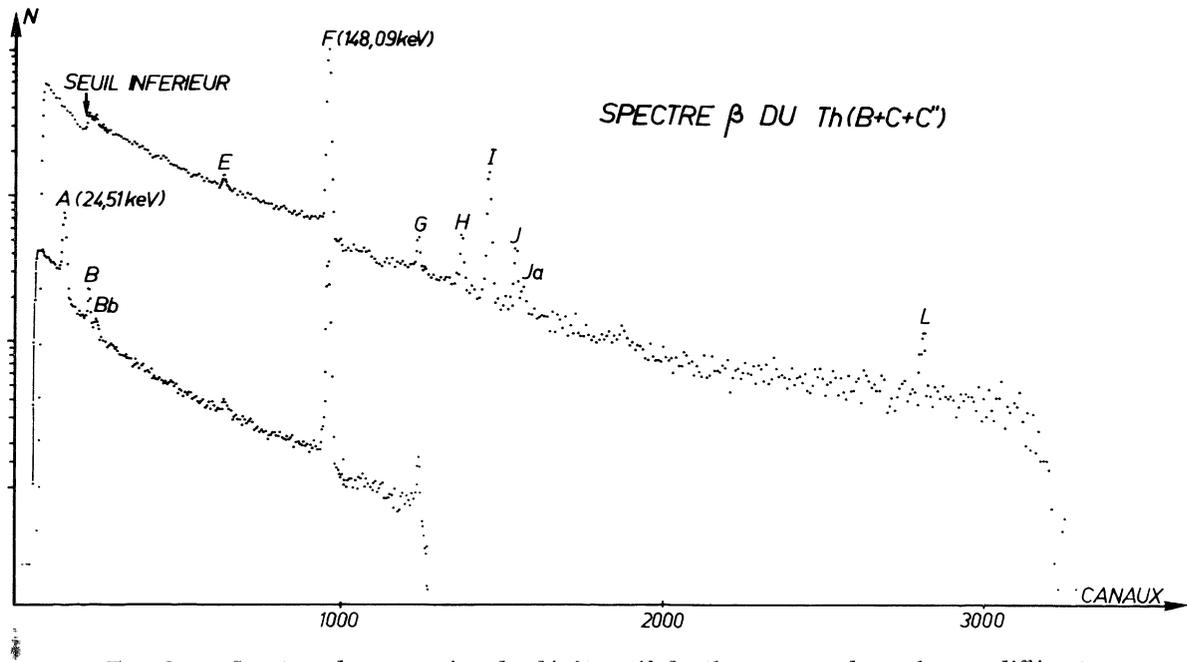


FIG. 2. — Spectres de conversion du dépôt actif du thoron avec deux champs différents.

pour pouvoir conserver un détecteur au germanium : emploi systématique d'acier inox, de joints viton et absence totale de graisse à vide et de vapeurs d'huile. Il est enfin possible de placer, à 4 cm de la source et en face d'une fenêtre en béryllium, un détecteur  $\gamma$  extérieur, permettant ainsi des coïncidences  $\gamma$ -électrons.

Les résultats sont conformes aux prévisions. La discrimination entre rayonnements, en particulier électrons des deux signes, est bonne et l'emploi judicieux des seuils très simple. Un détecteur au germanium a été effectivement expérimenté, les électrons l'attaquant par sa zone intrinsèque, mais la résolution obtenue (10 keV à 624 keV) était très inférieure à celle des jonctions au silicium, par suite sans doute d'une mauvaise collection des charges en surface. Nous

sommes donc revenus au silicium, d'utilisation plus simple du reste.

La figure 2 représente deux spectres obtenus avec des champs différents, montrant ainsi la variation des seuils. Sous le seuil inférieur subsiste la rétrodiffusion des électrons sélectionnés dans la bande. Inversement, éliminer par le seuil supérieur une raie intense supprime son spectre de rétrodiffusion. Le seuil inférieur permet, en éliminant les conversions de basses énergies, de faciliter l'enregistrement des raies de hautes énergies en utilisant des sources intenses.

Nous nous devons de remercier M. Buhler et son équipe qui ont réalisé la chambre à vide et son dispositif cryogénique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] PARIS (P.), Thèse, 1966, Orsay, Enregistrement au C.N.R.S., n° A.O. 1138.