Un détecteur de neutrons pour la spectrométrie de masses manquantes

D. Bollini, A. Buhler-Broglin, P. Dalpiaz, T. Massam, F. Navach, F.L. Navarria, M. A. Schneegans, A. Zichichi

► To cite this version:

D. Bollini, A. Buhler-Broglin, P. Dalpiaz, T. Massam, F. Navach, et al.. Un détecteur de neutrons pour la spectrométrie de masses manquantes. *Revue de Physique Appliquée*, 1969, 4 (2), pp.301-302. 10.1051/rphysap:0196900402030100 . jpa-00243271

HAL Id: jpa-00243271

<https://hal.science/jpa-00243271>

Submitted on 1 Jan 1969

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 DÉTECTEUR DE NEUTRONS POUR LA SPECTROMÉTRIE DE MASSES MANQUANTES

D. BOLLINI, A. BUHLER-BROGLIN, P. DALPIAZ, T. MASSAM, F. NAVACH,
F. L. NAVARRIA, M. A. SCHNEEGANS et A. ZICHICHI,

C.E.R.N., Genève, Suisse,

Istituto di Fisica dell'Università di Bologna, Italie,

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bologna, Italie,

Centre de Recherches Nucléaires, Strasbourg, France.

Résumé. — Nous décrivons un détecteur de neutrons de grand volume sensible ($2 \times 0,39 \text{ m}^3$ de scintillateur plastique) capable de mesurer avec précision les coordonnées du point d'interaction du neutron détecté ainsi que son temps-de-vol. Employé comme spectromètre de masses manquantes, il permet d'observer par exemple le méson η avec une résolution de $\pm 4,2 \text{ MeV}$.

Abstract. — A large ($2 \times 0.39 \text{ m}^3$ plastic scintillator) neutron detector capable to measure with high accuracy the coordinates of the neutron interaction point as well as its time-of-flight is described. As a missing mass spectrometer, it allows to observe for example the η meson with a mass resolution of $\pm 4.2 \text{ MeV}$.

I. Introduction. — L'étude des résonances neutres produites dans la réaction :

est rendue possible par l'emploi d'un détecteur de neutrons. La connaissance du moment du pion incident, associée à la détermination du moment et de l'énergie du neutron révélé, permet l'identification de la masse manquante B^0 . Un détecteur de neutrons répondant à ces exigences sera décrit.

II. Description physique du détecteur. — Le détecteur de neutrons est constitué par douze compteurs à scintillations de $100 \times 18 \times 18 \text{ cm}^3$. La surface de révélation est de $1,08 \text{ m}^2$. L'épaisseur utile est de 36 cm . Un grand compteur à scintillation de $145 \times 117 \times 2,5 \text{ cm}^3$, placé devant le détecteur de neutrons, est mis en anticoincidence; il garantit que la particule détectée est neutre. Chacun des douze compteurs est vu par deux photomultiplicateurs XP 1040 placés à leurs deux extrémités. Le détecteur, suspendu à un treuil et monté sur roues, est mobile dans le sens vertical et horizontal.

III. Les fonctions du détecteur. — La réaction (1) est produite en bombardant une cible d'hydrogène liquide par des pions négatifs de grande énergie; dans l'état final, nous avons la résonance B^0 et le neutron émis à un angle azimutal θ_n avec une énergie E_n . La révélation du neutron est rendue possible par la détection des particules chargées produites dans les réactions (n, p) , $C(n, n' 3\alpha)$ et $C(n, p)B$. La détermination

de l'angle azimutal θ_n est réalisée par la mesure du point d'interaction du neutron dans le détecteur. La lumière produite par l'interaction du neutron au sein du scintillateur atteint les deux photomultiplicateurs PM_1 et PM_2 situés aux deux extrémités du compteur aux temps t_1 et t_2 . La mesure de la différence du temps-de-vol de la lumière $|t_1 - t_2|$ détermine le point d'interaction et par conséquent l'angle d'émission du neutron.

L'énergie du neutron, mesurée par son temps-de-vol, est connue par la détermination de la différence du temps $|t_0 - t_1|$ ou $|t_0 - t_2|$. t_0 est le temps de passage du pion dans un compteur à scintillation placé à 2 m devant la cible. $|t_0 - t_1|$ est composé du temps-de-vol du pion jusqu'à la cible, du temps-de-vol du neutron de la cible au point d'interaction et du temps-de-vol de la lumière du point d'interaction respectivement au photomultiplicateur PM_1 ou PM_2 .

IV. Quelques caractéristiques électroniques. — Le signal issu de la treizième dynode des photomultiplicateurs PM_1 et PM_2 est fortement discriminé et indique l'existence d'une réaction nucléaire dans le scintillateur. L'information « temps » est portée par le front de montée du signal d'anode, faiblement discriminé et mis en forme. La présence simultanée des deux signaux d'anode et de dynode est requise pour déclencher le processus d'analyse des différences de temps $|t_1 - t_2|$, $|t_1 - t_0|$ et $|t_2 - t_0|$. Celles-ci sont déterminées par la mesure de la surface de superposition des impulsions mises en forme (t_1, t_2) , (t_1, t_0) et (t_2, t_0) ; le résultat de la

mesure, mis sous forme analogique, est transféré sur bande magnétique.

Pour améliorer la résolution en temps de vol du neutron, sans pour autant sacrifier l'efficacité de détection, l'épaisseur utile est physiquement et électroniquement divisée en deux et l'information « temps » est donnée par le compteur qui détecte en premier l'interaction du neutron. En outre, des sélections cinématiques sont possibles en choisissant électroniquement le domaine angulaire et le temps de vol les plus intéressants pour le neutron émis dans la réaction (1).

V. Performances du détecteur pour des particules chargées. — *i*) La résolution en énergie de nos compteurs est de $\pm 6\%$; *ii*) la longueur d'atténuation du scintillateur employé ⁽¹⁾ est égale à (385 ± 50) cm. L'indice de réfraction est égal à $1,56 \pm 0,03$, la densité est égale à $1,17 \pm 0,01$ g/cm³; *iii*) la résolution spatiale est de $\pm 1,4$ cm avec une linéarité parfaite de la réponse; *iv*) la résolution en temps est de $\pm 0,35$ ns; *v*) la non-uniformité de réponse du compteur est inférieure

⁽¹⁾ Tous les compteurs de neutrons ont été construits à l'Institut de Physique de Bologne.

à 5% ; *vi*) la stabilité de la réponse des douze compteurs sur une période d'une semaine est meilleure que $0,2$ ns.

VI. Performances du détecteur pour des neutrons.

— L'utilisation de la réaction $\pi^- + p \rightarrow n + \eta$ donne une calibration physique du détecteur. L'observation du méson η avec une résolution en masse de $(\pm 4,2 \pm 0,2)$ MeV ($1/2$ L.T.M.H.) confirme que la résolution spatiale du détecteur pour des neutrons est de l'ordre de $(\pm 2,5 \pm 0,7)$ cm. L'observation de η au moyen du spectre de temps de vol (t_1) corrobore la résolution en temps de $\pm 0,35$ ns. Finalement, le confrontation du nombre total de mésons η observés avec le nombre théoriquement attendu permet de calculer l'efficacité de détection du détecteur pour des neutrons. L'efficacité ainsi déterminée est en bon accord avec les prévisions des calculs de Kurz [1]; elle est quasi constante et voisine de 25% pour des neutrons de 100 MeV à 400 MeV et pour un seuil de détection de 25 MeV pour les protons.

VII. Conclusion. — L'excellente résolution spatiale et temporelle de ce détecteur de neutrons, alliée à une grande acceptance et efficacité, a permis une utilisation fructueuse dans de nombreuses expériences [2].

BIBLIOGRAPHIE

[1] KURZ (R. J.), UCRL-11339, 1964.	BOLLINI (D.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1968, 56 A, 1173.
[2] BUHLER-BROGLIN (A.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1967, 49 A, 183.	BOLLINI (D.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1968, 57 A, 404.
BOLLINI (D.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1968, 56 A, 531.	BOLLINI (D.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1968, 58 A, 289.
	BOLLINI (D.) <i>et al.</i> , <i>Nuovo Cim.</i> , 1969, 60 A, 541.