



HAL
open science

PREMIERS RESULTATS DE L'ETUDE DES REACTIONS $\gamma \rightarrow p + \pi$ SUR 4He ET 12C

P. Argan, G. Audit, A. Bloch, N. de Botton, J.-M. Laget, C. Lopata, J.
Martin, C. Schuhl, G. Tamas

► **To cite this version:**

P. Argan, G. Audit, A. Bloch, N. de Botton, J.-M. Laget, et al.. PREMIERS RESULTATS DE L'ETUDE DES REACTIONS $\gamma \rightarrow p + \pi$ SUR 4He ET 12C . Journal de Physique Colloques, 1971, 32 (C5), pp.C5b-241-C5b-242. 10.1051/jphyscol:19715135 . jpa-00214712

HAL Id: jpa-00214712

<https://hal.science/jpa-00214712v1>

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.

PREMIERS RESULTATS DE L'ETUDE DES REACTIONS $\gamma \rightarrow p + \pi$ SUR ${}^4\text{He}$ ET ${}^{12}\text{C}$

P. Argan, G. Audit, A. Bloch, N. de Botton, J.-M. Laget, C. Lopata, J. Martin, C. Schuhl et G. Tamas

Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, 91 - Gif-sur-Yvette, France.

Résumé.- Nous avons entrepris une étude du comportement du noyau excité par des photons de 300 MeV environ, en détectant un pion et un proton en coïncidence. Nous présentons ici les premiers résultats obtenus sur l'hélium-4 et le carbone-12.

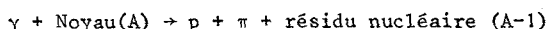
Abstract.- We have begun a study of the behaviour of the nucleus, excited by about 300 MeV photons, detecting pion and proton in coincidence. We present here first results on helium-4 and carbon-12.

Nous nous proposons de mettre en évidence l'influence de l'isobare ($J=3/2$; $T=3/2$; 1236 MeV) dans les noyaux excités par des photons d'environ 300 MeV. Il n'existe que très peu de résultats expérimentaux précis et nous voudrions commencer par mesurer les sections efficaces ($\gamma, p\pi^+$) en fonction de l'énergie totale Q du système pion-nucléon dans son centre de masse. Nous avons entrepris l'étude de deux noyaux : l'hélium-4 et le carbone-12.

Lorsque le nucléon qui absorbe le photon est suffisamment éloigné de tout autre nucléon, et se comporte comme s'il était libre, la variation de la section efficace ($\gamma, p\pi^+$) en fonction de Q devrait être identique à celle de la photoproduction sur le nucléon libre quelle que soit l'impulsion p_0 du nucléon dans le noyau avant la réaction. De plus la réaction ($\gamma, p\pi^+$) est impossible par ce processus.

Par contre, si une paire de nucléons proches l'un de l'autre absorbe un photon et forme un isobare couplé à l'autre nucléon, on peut s'attendre à trouver des variations de la forme de la section efficace ($\gamma, p\pi^-$), et ($\gamma, p\pi^+$) devient possible.

CINEMATIQUE DE LA REACTION.- Nous étudions la réaction :



en mesurant les impulsions du pion et du proton. La direction du photon est connue, mais son énergie ne l'est pas (spectre de freinage). Tout serait parfaitement déterminé si nous connaissions l'énergie d'excitation du résidu nucléaire. Si nous appelons $p_{A-1} //$ et $p_{A-1} \perp$ les projections de l'impulsion de recul du résidu nucléaire respectivement sur la direction du photon et dans le plan perpendiculaire à cette projection et E_x l'énergie d'excitation inconnue du résidu, la mesure cinématique nous permet de déterminer Q , l'angle ω d'émission du pion

par rapport au photon dans le centre de masse pion-nucléon, $p_{A-1} \perp$ et les deux quantités (exprimées en MeV pour les énergies et en MeV/c pour les impulsions) $E_\gamma - E_x$ et $E_\gamma - p_{A-1} //$. L'incertitude sur E_x entraîne une imprécision dans la détermination de p_{A-1} . Cependant si l'on fixe $p_{A-1} // = 0$ pour la valeur moyenne de E_x , si $\Delta E_x \approx 30$ MeV et si $p_{A-1} \perp = 100$ MeV/c :

$$p_{A-1} - p_{A-1} \perp \sim 4,5 \text{ MeV/c}$$

la détermination de p_{A-1} ne sera donc pas trop mauvaise.

Par ailleurs, comme nous ne nous intéressons pas à l'état final du résidu nucléaire et que nous souhaitons intégrer sur tous les états finals possibles, nous utiliserons un spectre de freinage dont l'énergie maximale soit suffisamment élevée pour les inclure tous, en évitant toutefois que la création d'un pion supplémentaire soit possible.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL.- Le faisceau de photons de freinage est produit par les électrons de l'Accélérateur Linéaire de Saclay (300 MeV) qui sont déviés de leur direction initiale par un aimant balai et leur intensité est mesurée par une cage de Faraday. Le faisceau de photons est défini par une série de diaphragmes et son flux énergétique est déterminé par un quantamètre de Wilson (figure 1). Le proton et le pion issus de la cible de réaction sont analysés dans deux aimants, l'un de 700 MeV/c pour le proton et l'autre de 400 MeV/c pour le pion.

RESULTATS ET PREMIERE INTERPRETATION.- L'expérience nous donne la section efficace différentielle ($\gamma, p\pi$) en fonction de l'angle du pion ω avec le photon dans le système du centre de masse pion-nucléon, de Q , de p_{A-1} et de θ_{A-1} , angles de recul du résidu nucléaire :

$$\frac{d\sigma(Q, \omega, p_{A-1}, \theta_{A-1})}{d\Omega_{\omega} d\Omega_{\theta_{A-1}} p_{A-1}^2 dp_{A-1}}$$

Nous avons fixé $\omega = \theta_{A-1} = \pi/2$ et

$$p_{A-1} = 50 \text{ MeV/c pour } {}^4\text{He}$$

$$p_{A-1} = 100 \text{ MeV/c pour } {}^{12}\text{C.}$$

La figure 2 donne les résultats obtenus pour la réaction $(\gamma, p\pi^-)$. Nous n'avons effectué qu'une seule mesure $(\gamma, p\pi^+)$ sur l'hélium-4 pour $Q=1236$. La section efficace obtenue est inférieure ou égale à 5% de la section efficace $(\gamma, p\pi^-)$.

Pour interpréter les résultats, l'hypothèse la plus simple sera de faire l'approximation de l'impulsion pour l'interaction et de prendre un modèle à particule indépendante pour décrire le noyau. La section efficace devient alors :

$$\frac{d\sigma(Q, \omega, p_{A-1}, \theta_{A-1})}{d\Omega_{\omega} d\Omega_{\theta_{A-1}} p_{A-1}^2 dp_{A-1}} = P(p_0) \frac{d\sigma}{d\Omega_{\omega}}(Q, \omega)$$

où $P(p_0)$ est la distribution d'impulsion p_0 ($\vec{p}_0 = -\vec{p}_{A-1}$) du nucléon avant l'interaction et $\frac{d\sigma}{d\Omega_{\omega}}(Q, \omega)$ est la section efficace de photoproduction sur le nucléon libre.

Le résultat de ce calcul est porté sur la figure 2 en trait plein diminué d'un facteur de l'ordre de 1,5 pour l'hélium-4 et de l'ordre de 3 pour le carbone-12.

Nous avons poussé un peu plus loin cette approximation, en supposant que pions et protons étaient absorbés en traversant le noyau par un potentiel optique dont la partie imaginaire interprète correctement les résultats expérimentaux de l'absorption. Nous avons utilisé ici un potentiel carré et nous avons calculé la valeur imaginaire de l'atténuation dans le noyau. Dans ces conditions, la section efficace devient :

$$\frac{d\sigma(Q, \omega, p_{A-1}, \theta_{A-1})}{d\Omega_{\omega} d\Omega_{\theta_{A-1}} p_{A-1}^2 dp_{A-1}} = P(p_0) \frac{d\sigma}{d\Omega_{\omega}}(Q, \omega) f_{\pi}(p_{\pi}) f_p(p_p)$$

où f_{π} et f_p sont les facteurs d'atténuation respectivement des pions et des protons. Le résultat de ce calcul est porté sur la figure 2 en tirets.

Nous pouvons faire les constatations suivantes : i) l'ordre de grandeur du calcul est correct ; ii) la variation de la section efficace de formation du N^* n'est pas sensiblement altérée au sein du noyau, tout au moins pour de faibles valeurs de p_0 et pour le carbone ; iii) cependant, dans le

cadre de ce dernier modèle, les pions disparaissent du canal en grande partie par diffusion. On pourrait s'attendre alors à trouver un nombre important de pions provenant d'autres canaux et en particulier à observer des réactions $(\gamma \rightarrow p\pi^+)$. Cela ne semble pas être le cas dans l'état actuel de l'expérience.

Nous comptons poursuivre cette expérience afin de recueillir plus d'informations, notamment pour des valeurs plus élevées de p_{A-1} .

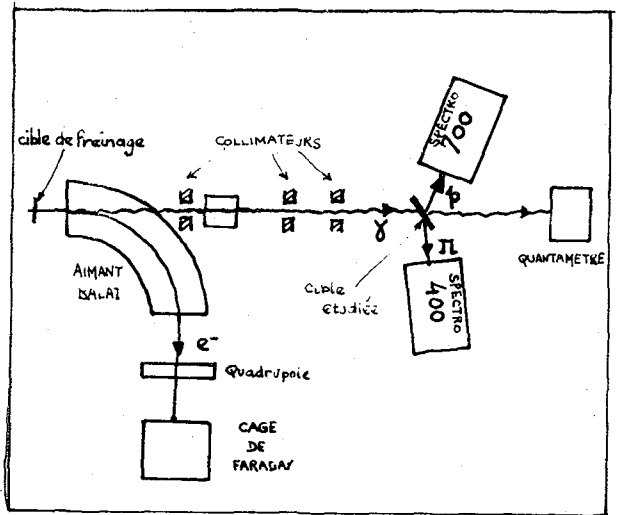


Fig. 1.

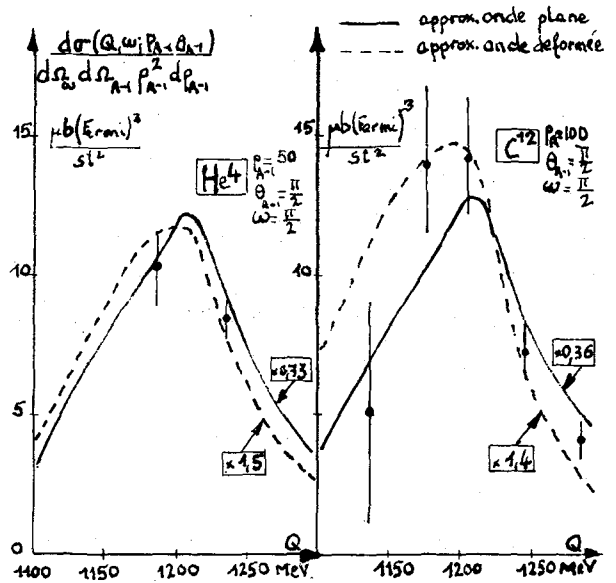


Fig. 2