

DPH-N Saclay n°2242 bis

02/1985

FR 850 2250

Doc Saclay

8. Biennale nuclear physics symposium  
Aussois (France)  
CEA-CONF--7800

4-8 Feb 1985

---

Institut de Physique Nucléaire et IN2P3  
Université Claude Bernard Lyon I  
43, Bd. du 11 Novembre 1918 · 69622 Villeurbanne · Cedex · Tél.: (7) 889-81-24 poste 37-22  
Télex : IPN Lyon: 380 273 F

---

MESURE DES SECTIONS EFFICACES D'ABSORPTION NUCLEAIRE TOTALE DE PHOTONS  
PAR LES NOYAUX  $^{12}\text{C}$  ET  $^{208}\text{Pb}$  DANS LA REGION DU  $\Delta(1232)$

M.L.GHEDIRA, G.AUDIT, N. de BOTTON, J.L. FAURE, J. MARTIN,  
E.MAZZUCATO, C.SCHUHL, G.TAMAS, E.VINCENT

DPHN-HE, CEN Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette

P.ARGAN

INFN Pavia, Italie

MESURE DES SECTIONS EFFICACES D'ABSORPTION NUCLEAIRE TOTALE DE PHOTONS  
PAR LES NOYAUX  $^{12}\text{C}$  ET  $^{208}\text{Pb}$  DANS LA REGION DU  $\Delta(1232)$

M.L. GHEDIRA, G. AUDIT, N. de BOTTON, J.L. FAURE, E. MAZZUCATO, C. SCHUHL, G. TAMAS, E. VINCENT  
DPHM-HE - C.E.N. Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette

P. ARGAN  
INFN Pavia - Italie

Résumé

Nous avons mesuré les sections efficaces d'absorption totale de photons sur les noyaux de carbone et de plomb dans la gamme d'énergie 133-531 MeV, en utilisant un faisceau de photons étiquetés créé par annihilation en vol de positrons, et un détecteur  $4\pi$  de grande acceptance (d'efficacité moyenne d'environ 85%). La section efficace mesurée varie linéairement avec A, et est comparée aux autres expériences et aux modèles théoriques.

Abstract

We have measured the photon total absorption cross-section using an positron annihilation in flight tagged photon beam and a very large acceptance  $4\pi$  detector (with an overall efficiency of the order of 85%) in the energy range 133-531 MeV on carbone and lead. The measured cross-section vary linearly with A and is compared to other experiments and theoretical predictions.

La section efficace d'absorption totale des photons par un noyau est reliée aux propriétés de sa fonction d'onde. Sa connaissance permet donc d'accéder à des propriétés nucléaires à différents domaines d'énergie d'excitation. Dans le domaine d'énergie 133-531 MeV qui s'étend du seuil de photoproduction du pion jusqu'au delà de la première résonance nucléonique  $\Delta(1232)$ , les degrés de liberté internes des nucléons peuvent être mis en jeu. La section efficace est sensible aux courants d'échange pioniques [1] et aux phénomènes liés à la propagation du  $\Delta$  dans la matière nucléaire [2]. D'autre part, la variation de la section efficace avec la masse du noyau cible permet d'appréhender le comportement hadronique du photon dans ce domaine d'énergie. Autre intérêt de ces mesures, la section efficace intégrée dans le domaine d'énergie exploré contribue de manière notable à la section efficace intégrée de zéro à l'infini : cette dernière est reliée par des règles de somme à des propriétés très générales de l'interaction photon-nucléon [3].

Les arguments précédents ont motivé cette expérience réalisée sur les noyaux de  $^{12}\text{C}$  et  $^{208}\text{Pb}$ . Des mesures de section efficace d'absorption totale ont été effectuées dans certains laboratoires : Mayence [4], Bonn [5], Saclay (M.F.) [6]. La méthode de Mayence ne peut s'utiliser que pour ces noyaux très légers (Be, O) ; au contraire celle de Saclay (M.F.) n'est applicable qu'à des noyaux très lourds ; celle de Bonn nécessite une extrapolation importante reposant sur un modèle.

La méthode développée a été conçue pour être appliquée à tous les noyaux, légers et lourds. Les photons sont absorbés par une cible située au centre d'un détecteur cylindrique creux d'iodure de sodium à très grand angle solide (94% de  $4\pi$  stéradians). Son efficacité de détection pour les  $\pi^0$  et les particules chargées est excellente. Nous détectons directement 83% des événements hadroniques dans le cas du plomb et 87% dans celui du carbone. Un cylindre de scintillateur plastique morcelé en 12 parties permet de mesurer la perte d'énergie des particules chargées et fournit des renseignements sur la multiplicité de charge de l'événement détecté (0, 1, 2, 3). Un système composite constitué de raquettes de scintillateurs plastiques et de blocs de verre au plomb situé, en aval de la cible aux petits angles permet de supprimer par anticoincidence les événements associés à la gerbe électronique, émis préférentiellement vers l'avant. L'efficacité de rejection de cet ensemble de compteurs s'est révélée excellente. Les photons étiquetés issus de l'annihilation en vol de positrons fournis par l'ALS constituent un faisceau dont l'énergie et le flux sont connus de façon précise.

A l'aide de ce dispositif, nous avons déterminé la section efficace d'absorption totale du  $^{12}\text{C}$  et du  $^{208}\text{Pb}$  entre 133 et 531 MeV. Nous avons mesuré les sections efficaces partielles correspondant aux différentes multiplicités de charge des produits de réaction hadroniques. Pour les événements de multiplicité 1, les canaux correspondant respectivement à un pion et un proton sont séparés. La séparation des différents canaux est importante pour plusieurs raisons : d'une part elle sert à entreprendre différents tests de cohérence interne de nos données, d'autre part à appliquer les corrections de parcours dépendant du type d'événement, pour tenir compte des particules non détectées à cause de leur énergie insuffisante pour déclencher le détecteur (pour les protons environ 40 MeV et pour les pions 20 MeV). Il en est de même de l'extrapolation angulaire pour atteindre  $4\pi$  qui est de 7,2% et dépend de la multiplicité et du type de réaction. D'autre part, la connaissance des divers canaux de réaction, même si leur séparation n'est pas toujours parfaite, donne une indication sur les mécanismes dominants de l'interaction.

Les sections efficaces mesurées sur le carbone et le plomb (Figs 1 et 2) ont exactement la même allure et varient sensiblement comme  $A$ , ne faisant donc apparaître aucun comportement hadronique dans le domaine d'énergie étudié.

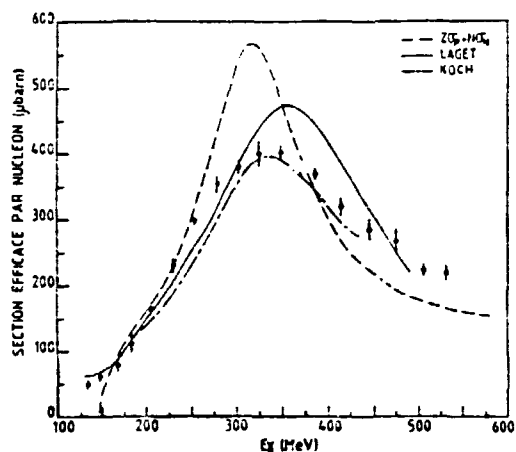


Fig. 1 - Section efficace d'absorption totale de photons sur le carbone comparée aux modèles de Laget [7] (trait plein), de Koch et al. [8] (trait mixte).

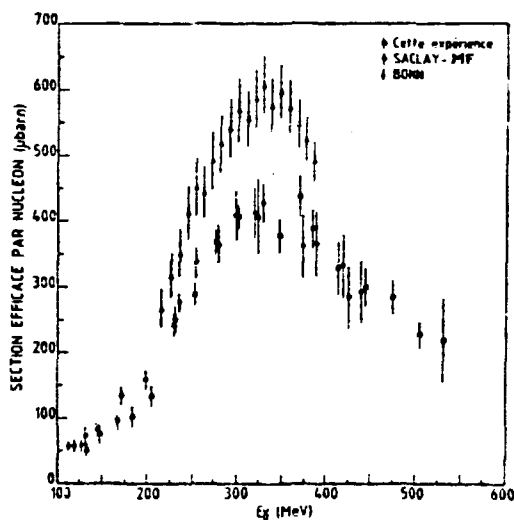


Fig. 2 - Section efficace d'absorption totale de photons sur le plomb comparée aux résultats de Bonn et de Saclay-MF.

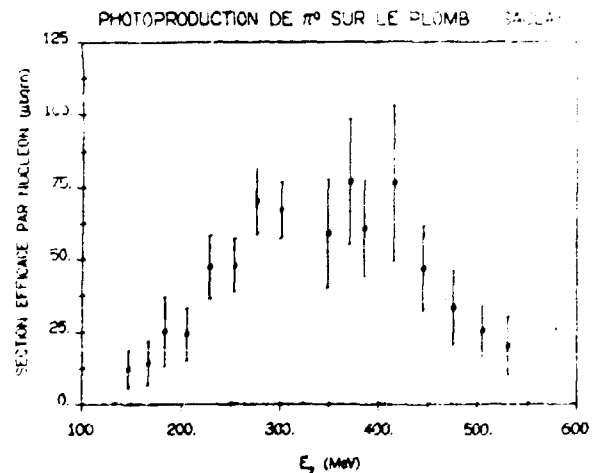
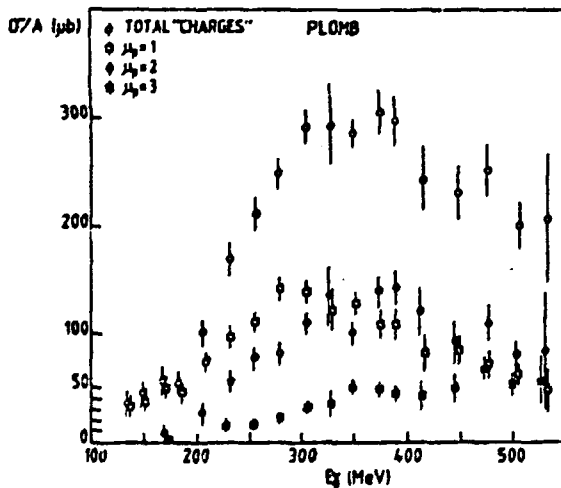
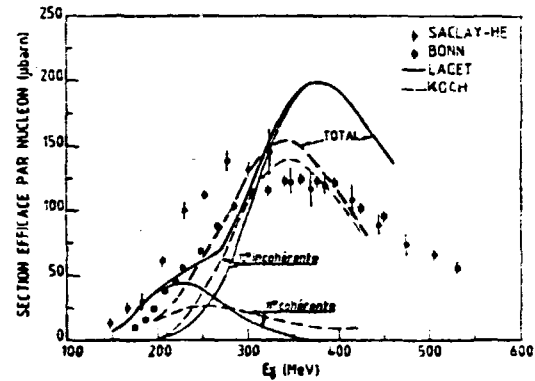
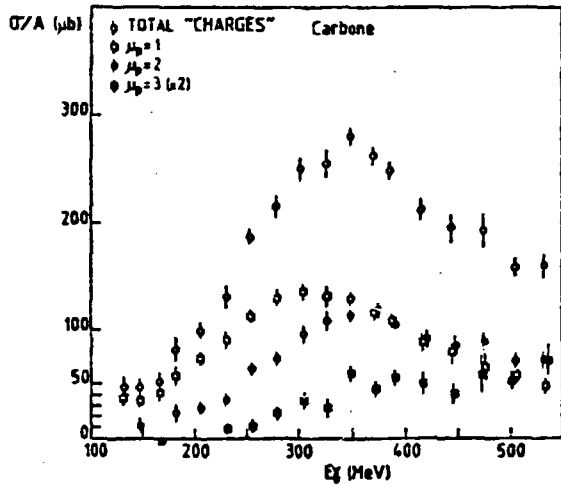
Dans le cas du carbone, deux calculs théoriques existent, présentant tous les deux des désaccords avec les données expérimentales :

- Le modèle de J.M. Laget [7] consiste à additionner la contribution des trois canaux dominants, la photoproduction de pions sur les nucléons quasi-libres qui tient compte de leur énergie de liaison et de leur mouvement de Fermi, l'absorption des photons par une paire de nucléons qui est traitée dans le modèle du quasi-deuton et la photoproduction cohérente de  $\pi^0$ , où l'absorption et la rediffusion des pions sont traités dans le cadre de l'approximation semi-classique. Ce modèle n'est pas strictement unitaire et c'est probablement la raison pour laquelle il surestime la section efficace au sommet du pic d'absorption totale.

- Le modèle de Koch [8] tient compte d'une manière unitaire de couplage entre les différents canaux en supposant qu'ils mettent tous en jeu les mêmes états intermédiaires "  $\pi$ -trou". Par contre il ne considère pas complètement l'effet des termes de Born de l'opérateur élémentaire décrivant la photoproduction de pions sur les nucléons, ce qui peut expliquer sa sous-estimation de la section efficace, surtout à basse énergie.

Comparée à ces modèles, la forme de la section efficace présente un excès dans la zone située en-dessous de la résonance, situation comparable à celle observée pour la diffusion inélastique d'électrons dans la région d'excitation située entre le pic quasi-libre et celui du  $\pi$ .

Nous présentons sur les figures 3 et 4 les sections efficaces mesurées pour des canaux partiels : la comparaison tant avec les modèles théoriques qu'avec les données existantes n'est guère satisfaisante. Des progrès restent à faire pour préciser les unes et les autres.



## Références

- |1| - H. Hebach, A. Wortberg et M. Gari, Nucl. Phys. A267 (1976) 425.
- |2| - E. Moniz, Ann. Phys. 67 (1971) 58.
- |3| - W. Weise, Phys. Rep. 13 (1974) 53.
- |4| - J. Ahrens et al., Phys. Lett. 52B (1974) 43.
- |5| - J. Ahrens et al., Phys. Lett. 98B (1981) 423.
- |6| - C. Chollet et al., Phys. Lett. 172B (1983) 331.
- |7| - J.M. Laget et al., Nucl. Phys. A358 (1981) 274 ; Lecture Notes in Physics, 137 (1981) 148.
- |8| - J.H. Koch et al., Ann. Phys. 154 (1984) 99.
- |9| - J. Ahrens et al., Z. Phys. 154 (1984) 99.  
Thèse de N. Floss, Bonn University IR-82-35 (1982).