



CM-P00043250

ETUDE DE L'INTERFERENCE COULOMBIEN-NUCLEAIRE p-p, p-d, p-⁴HeET DE LA DIFFUSION NUCLEAIRE p-d à 600 MeVA L'AIDE D'UNE METHODE DE DETECTION PAR LE RECOL

par

J. Combe, J. Faïn, J. Gardès, L. Méritet, M. Querrou, D. Riss,
Laboratoire de Physique Nucléaire, Clermont-Ferrand

B. Chambon, D. Drain, N. Madjar,
Institut de Physique Nucléaire, Lyon

P. Siffert,
Institut de Physique Nucléaire, Strasbourg

INTRODUCTION

Des développements théoriques récents¹⁾ concernant l'interprétation des données expérimentales de diffusion nucléaire p-d à haute énergie^{2,3)} font apparaître deux nécessités:

- 1) les amplitudes de diffusion p-p et p-n, en particulier la partie réelle de l'amplitude doivent être déterminées à l'énergie considérée.
- 2) L'état final du noyau doit être connu sans ambiguïté: la contribution du processus de diffusion élastique doit être séparée de celle du break-up.

Les méthodes utilisant une détection du proton diffusé ne peuvent actuellement satisfaire la condition 2 car une résolution en énergie inférieure à 2 MeV est nécessaire.

Nous proposons d'utiliser une méthode de détection par le recul où le deutérium sera identifié au moyen de télescope de semiconducteurs. Le dispositif expérimental est le même que celui utilisé dans l'expérience p-³He, p-³H (SC 26) et utilise des semiconducteurs au Germanium et au Silicium avec une incertitude $\Delta t/t$ sur le quadrimoment de transfert de l'ordre de 1%.

L'étude de l'interférence Coulombien-nucléaire p-p, p-d a pour but de lever les ambiguïtés qui subsistent à 600 MeV sur les analyses en déphasage de l'amplitude proton-neutron. La détermination de la partie réelle de l'amplitude de diffusion p-n permettra de lever ces ambiguïtés.

La section efficace d'interférence Coulombien-nucléaire sera également mesurée sur l'hélium 4 afin de contrôler le processus théorique d'interférence proton-noyau utilisé pour le deutérium.

Les informations obtenues permettront d'une manière plus générale de faciliter l'interprétation théorique en cours des expériences réalisées (voir figure 2 notamment section efficace p-³He).

INTERET THEORIQUE

a) Réduction des incertitudes sur l'amplitude de diffusion proton-neutron

A 600 MeV l'analyse en déphasage de MacGregor⁴⁾ ne fournit pas encore, actuellement une solution unique pour l'amplitude proton-neutron. Ceci résulte du petit nombre d'expériences au dessus de 400 MeV (en particulier diffusions inélastiques) bien qu'une série complète d'expériences de polarisation ait été réalisée à 630 MeV. Pour les trois solutions retenues la valeur du rapport $\alpha_{pn} = \frac{\text{partie réelle}}{\text{partie imaginaire}}$ sur l'avant varie entre 0 et +0,6. Un calcul de A.A. Carter et D.V. Bugg⁵⁾ par les relations de dispersion conduit à des valeurs négatives pour α_{pn} (voir figure 1) comprise entre -0,6 et 0. Il existe donc une assez grande confusion et il est nécessaire d'établir parmi les trois solutions de phase shift celle qui fournit un rapport vraisemblable.

b) extraction de la partie réelle de l'interaction p-n sur l'avant à partir des amplitudes d'interférence Coulombien-nucléaire p-p et p-d.

Sous une forme assez sommaire la technique utilisée est celle de Balletini et al.⁶⁾ à 19,3 GeV/c. Ces auteurs ne séparent pas diffusion élastique et quasi élastique p-d et ne tiennent pas compte du déphasage relatif δ entre diffusion nucléaire et Coulombienne.

L'interférence Coulombien-nucléaire a été calculée par Bethe⁷⁾ dans le cas assez général de l'interaction proton-noyau et l'expression du déphasage δ est donnée sous une forme non relativiste. M.P. Locher⁸⁾ a montré comment tenir

compte des effets relativistes; le résultat exact n'est pas très différent de celui de Bethe.

La partie nucléaire de l'interférence peut être calculée en première approximation à partir d'un processus de diffusion multiple à la Glauber d'une manière que nous avons indiquée dans une proposition précédente⁹⁾.

Le problème des correctifs est assez épineux et nous avons jugé utile de contrôler le calcul définitif qui sera effectivement utilisé en le vérifiant expérimentalement sur l'hélium 4 en plus du deutérium. Il existe de plus pour l'hélium 4 d'autres méthodes pour évaluer la partie réelle de l'interaction sur l'avant au moyen des relations de dispersion de Ericson et Locher¹⁰⁾.

L'expérience devrait ainsi fournir le signe et la valeur de la partie réelle sur l'avant de l'amplitude p-n; la valeur de la partie réelle p-p étant mesurée sur l'interférence proton-proton dans les mêmes conditions d'expérience et confrontée au résultat des phase shift.

c) Intérêt de l'étude de diffusion nucléaire p-d dans ces conditions

L'interprétation récente des expériences p-d à haute énergie (≥ 10 GeV) montre que le processus de diffusion double est probablement plus compliqué qu'initialement prévu.

Il y aurait une contribution non négligeable (de l'ordre de 15% à l'épaule) de processus de formation de résonance lors de diffusion du proton incident sur des pions virtuels échangés par les deux nucléons du noyau.

Il est donc utile pour l'interprétation de réduire les inconnues habituelles que sont dans ce domaine les amplitudes hadron-hadron. La situation à 600 MeV sera plus claire de ce point de vue après les expériences préliminaires d'interférence coulombien-nucléaire.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Il est essentiellement le même que celui utilisé pour l'expérience SC 26⁹⁾. L'identification doit pouvoir être réalisée sur le noyau de recul de 500 keV à des énergies de l'ordre de la centaine de MeV.

L'analyseur Goulding, que nous utilisons est réglable en fonction de l'énergie des particules détectées et utilisé jusqu'à des énergies inférieures au MeV au Haefli de Lyon où une partie de la collaboration travaille par ailleurs.

Un essai a été réalisé à 3 MeV dans la zone ISOLDE sur l'interférence proton-proton en utilisant un détecteur ΔE de 50 μm au silicium. Le bruit de fond est de l'ordre de quelques pour cent en utilisant une cible gazeuse d'hydrogène à une pression de l'ordre de 1 cm de Hg.

Pour l'étude de diffusion nucléaire p-d à grand transfert d'impulsion un détecteur E au germanium est nécessaire. La figure 3 représente le spectre d'identification obtenu à la sortie de l'identificateur Goulding en utilisant un telescope formé d'un semiconducteur ΔE au silicium de 1 mm d'épaisseur et un détecteur au germanium de 1 cm d'épaisseur, à fenêtre mince d'havar. Des détecteurs de 5 cm ont également été essayés et un détecteur au germanium de 20 cm est en construction à Strasbourg.

Les conditions habituelles de faisceau sont satisfaisantes. Du fait du faible bruit de fond reconstruit dans cette méthode de détection les conditions de duty-cycle peuvent être assez quelconques et il est possible de travailler en sharing, sans gêner l'utilisateur principal tout en ayant une intensité suffisante.

Une durée de 30 shifts en beam sharing avec possibilité de fixer le duty cycle en utilisateur principal et de 40 shifts de beam sharing en laissant le choix du duty cycle à l'utilisateur principal (canal μ) semblent suffire pour cette expérience qui pourrait débiter en janvier 1971.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) O. Kofoed-Hansen, communication privée.
- 2) M. Fidecaro et al., résultats préliminaires, ref. in Pre 10937.
- 3) J.V. Allaby et al., Pre 10992, subm. to Phys. Letters.
- 4) M.H. MacGregor, R.A. Arndt, R.M. Wight, Phys. Rev. 173, 1272 (1968).
- 5) A.A. Carter, D.V. Bugg, Phys. Letters 20, 204 (1966).
- 6) G. Belletini et al., Phys. Letters 19, 341 (1965).

- 7) H.A. Bethe, Annals of Physics 3, 190 (1958).
- 8) M.P. Locher, TH 799.(CERN).
- 9) Proposition CERN PH III-69/21.
- 10) T.E.O. Ericson, M.P. Locher, CERN 69-30.

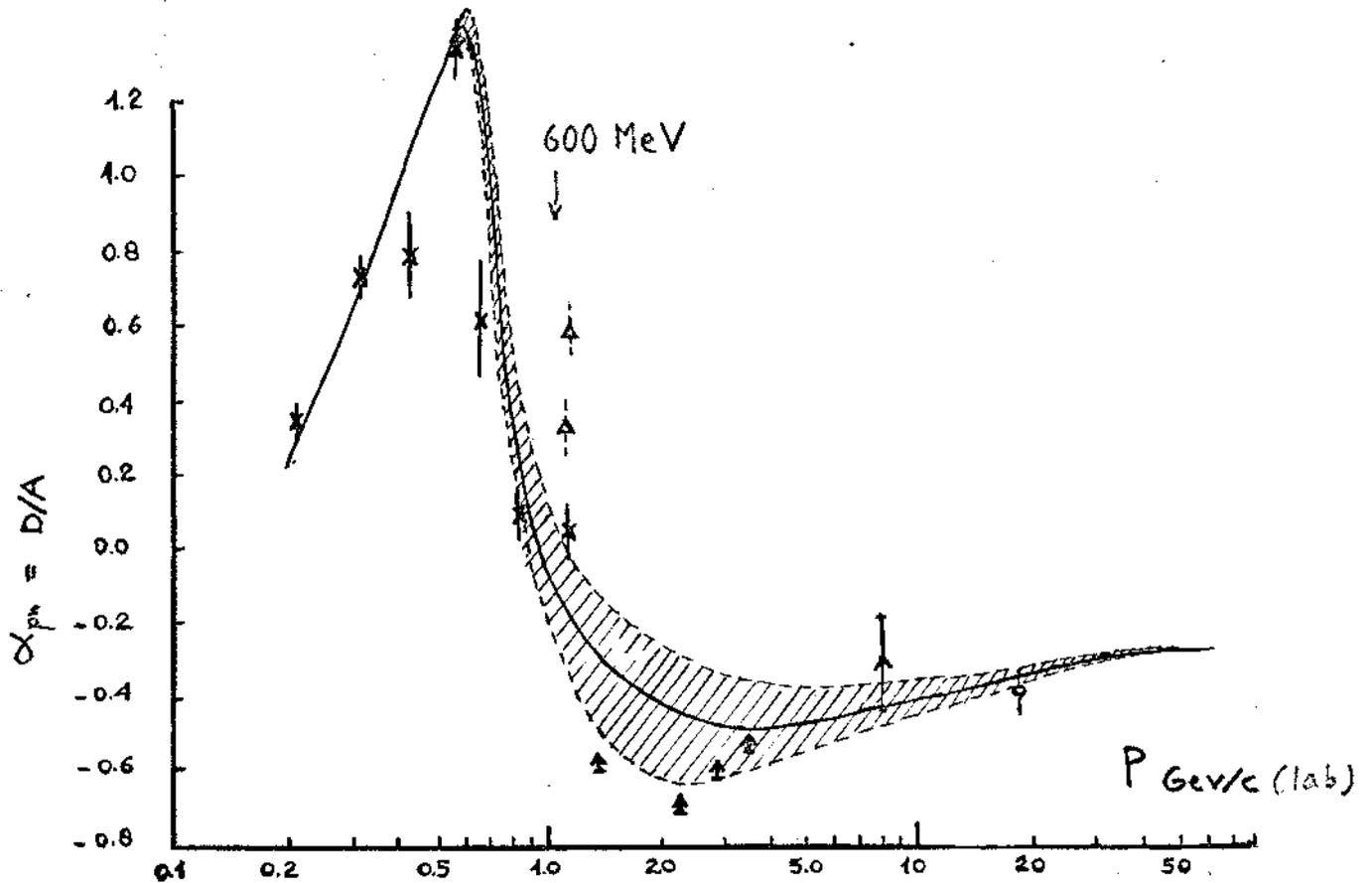


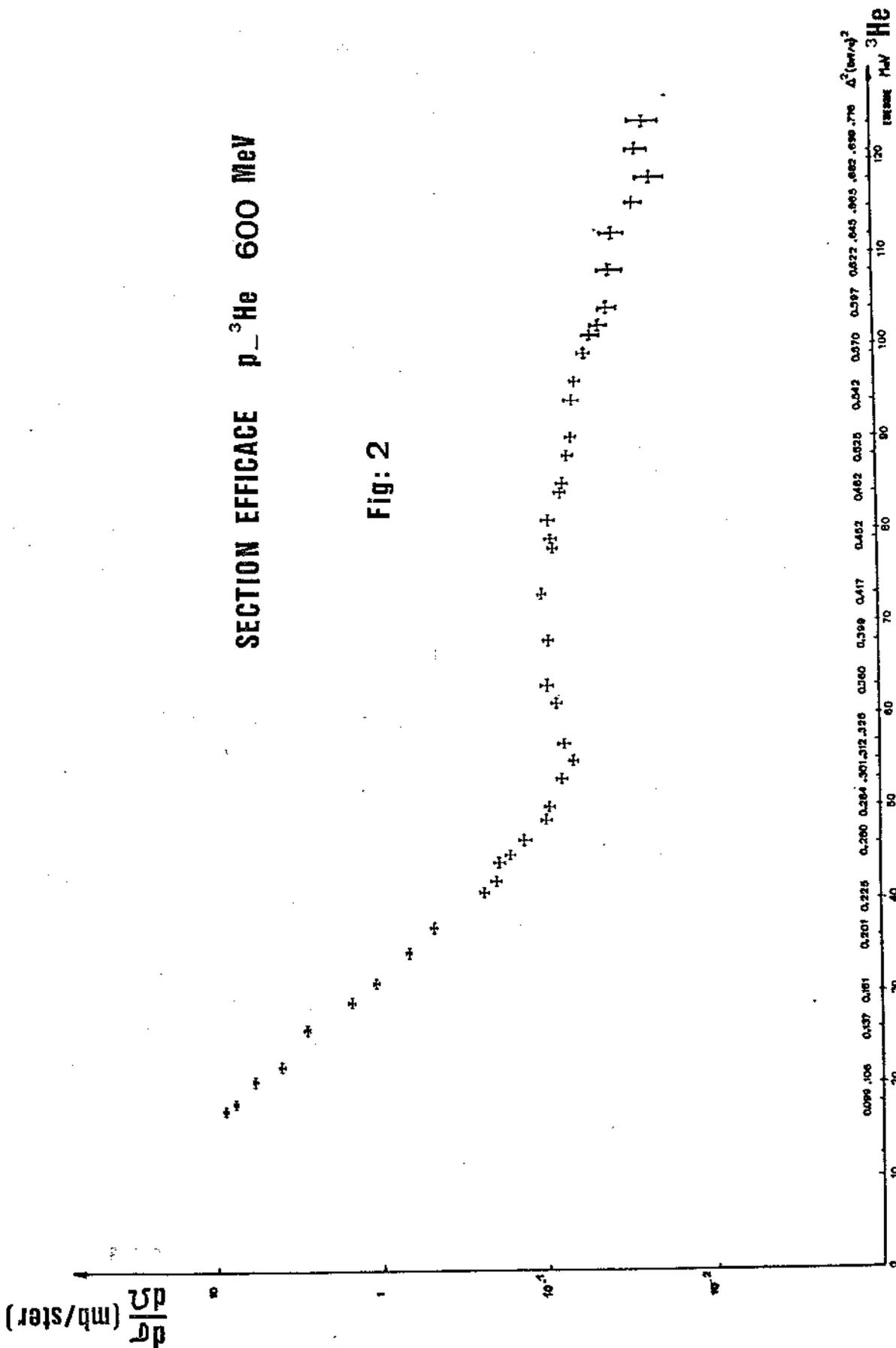
Fig 1. Rapport $\alpha_{pn} = \frac{\text{partie réelle}}{\text{partie imaginaire}}$ de l'amplitude proton neutron à diverses quantités de mouvement du proton

- * \uparrow Détermination par phase shift
- \uparrow limite inférieure fournie par les données d'échange de charge
- mesure de Belleini et al
- ▨ Calcul de D.V. Bugg

(d'après Bugg)

SECTION EFFICACE p-³He 600 MeV

Fig: 2



Nombre
d'événements

Fig 3. Identification de particules de charge 1
par un télescope Silicium-Germanium

${}^1_1\text{H}$

ΔE (Si) 1 mm
 E (Ge) 10 mm

Cible exposée à des protons de 600 MeV
Seuil $\Delta E > 5$ MeV

${}^1_2\text{H}$

${}^1_3\text{H}$

Paramètre
d'Identificati

