



CM-P00053266

PH III-69/26  
19 August 1969

COMITE DE PHYSIQUE III

PROPOSITION D'EXPERIENCE

MESURE DE L'INTERFERENCE COULOMB-NUCLEAIRE DANS LA DIFFUSION

$\pi^- - {}^{12}\text{C}$  AUTOUR DE LA RESONANCE (3/2; 3/2)

Collaboration I.I.S.N. (Bruxelles) - I.P.N. (Orsay)

par

F. Binon<sup>\*†</sup>, P. Duteil<sup>\*</sup>, L. Hugon<sup>††</sup>, J.P. Lagnaux<sup>†</sup>, J.P. Peigneux<sup>††</sup>,  
J. Renuart<sup>†</sup>, C. Schmit<sup>§</sup>, M. Spighel<sup>\*§</sup> et J.P. Stroot<sup>\*†</sup>.

---

c) CERN

f) I.I.S.N. (Bruxelles)

f) Université de Clermont-Ferrand

§) I.P.N. (Orsay)

Nous avons déposé précédemment une proposition d'expérience (PH III - 69/14) concernant:

- a) La mesure de l'interférence Coulomb-nucléaire dans la diffusion  $\pi^-$ -noyau;
- b) L'étude de la diffusion  $\pi^-$ - $^4\text{He}$ . En vue de séparer plus clairement les problèmes soulevés, nous avons préféré scinder cette proposition, ce qui permet en outre de présenter de manière plus nette les étapes successives du programme expérimental projeté. Cette proposition annule donc la précédente.

\* \* \*

## 1. INTERET DE L'EXPERIENCE

Les relations de dispersion vers l'avant, telles qu'elles ont été appliquées au problème de la diffusion  $\pi$ -noyau, et en particulier à la diffusion  $\pi$ - $^{12}\text{C}$ , par Ericson et al.<sup>1)</sup>, conduisent à des prédictions précises quant à la grandeur et au signe de la partie réelle de l'amplitude de diffusion nucléaire des pions vers l'avant. Autour de l'énergie correspondant à la résonance  $\pi$ -nucléon (3/2,3/2), on s'attend à ce que cette quantité change de signe.

L'intérêt d'effectuer une mesure directe de la grandeur et du signe de la partie réelle de l'amplitude de diffusion pour confirmer leurs évaluations est souligné par ces auteurs.

La mesure de l'interférence Coulomb-nucléaire aux petits angles de diffusion (entre  $4^\circ$  et  $12^\circ$ ) doit permettre d'atteindre ce but. De telles mesures ont été faites à haute énergie dans la diffusion des  $\pi$  sur les nucléons<sup>2)</sup>

Les résultats de la diffusion élastique  $\pi^-$ - $^{12}\text{C}$  entre 120 MeV et 280 MeV (rapport PH III - 69/19) à des angles plus grands que  $10^\circ$  ne donnent que la somme des carrés des parties réelle et imaginaire de l'amplitude de diffusion nucléaire quand l'interaction coulombienne est petite.

La mesure de l'interférence Coulomb-nucléaire complète, avec ces données, l'ensemble des grandeurs observables dans la diffusion élastique  $\pi^-$ - $^{12}\text{C}$  dans ce domaine d'énergie. Ceci devrait faciliter une analyse en déphasage qui permettrait de mieux comprendre l'interaction  $\pi$ -noyau au voisinage de la résonance  $\pi$ -nucléon (3/2,3/2).

## 2. MESURES A EFFECTUER

Nous nous proposons donc de mesurer la diffusion élastique  $\pi^-$ - $^{12}\text{C}$  entre  $4^\circ$  et  $15^\circ$ , à cinq énergies de pions comprises entre 120 MeV et 280 MeV.

## 3. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La base du dispositif expérimental nécessaire pour cette expérience est essentiellement la même que pour l'étude de la diffusion élastique  $\pi^-$ - $^{12}\text{C}$ , à savoir :

- a) le faisceau d'extraction à énergie variable sur le canal dit "125 MeV";
- b) le double spectromètre achromatique qui lui est associé.

Toutefois l'expérience précédente a montré l'apparition aux faibles angles ( $\leq 12^\circ$ ) d'un bruit de fond important provenant de l'interaction du faisceau direct avec l'entrée de la chambre à vide du spectromètre d'analyse. Il en résulte que, dans ce domaine angulaire, le pic élastique est placé sur un piédestal important et l'erreur sur l'évaluation de ce bruit introduit un biais expérimental incontrôlable dans la mesure du pic élastique. Une mesure précise de l'interférence Coulomb-nucléaire est donc impossible à réaliser avec le dispositif expérimental actuel sans apporter un certain nombre de modifications<sup>\*)</sup> dont la description est donnée ci-dessous :

- a) La mise en place, au centre du double spectromètre, d'une chambre spéciale à réaction permet d'éliminer le bruit mentionné et d'effectuer les mesures jusqu'à un angle  $\approx 4^\circ$ ;

\*) Voir figure.

- b) L'adjonction d'un DISC à liquide derrière l'hodoscope de détection, à la fin du spectromètre d'analyse, permet de définir non seulement la position mais aussi la direction des particules diffusées, en tirant parti de la propriété d'auto-collimation de ce type de compteur. Elle permet de diminuer le bruit de fond provenant de la diffusion par les parois;
- c) Comme l'effet d'interférence varie très rapidement avec l'angle, il est nécessaire de réaliser une meilleure définition angulaire. Le DISC au bout du spectromètre joue le rôle d'un collimateur sans matière à l'entrée de l'analyseur et permet donc de réduire l'acceptance angulaire. Pour diminuer l'effet de la diffusion multiple sur la définition angulaire, on peut utiliser une cible mince ( $\leq 5$  mm de graphite) sans perte notable en temps de mesure, dans ce domaine angulaire où les sections efficaces différentielles sont de plusieurs centaines de millibarns par stéradian;
- d) Un collimateur fait de compteurs à scintillation en anticoincidence, disposé à l'entrée du monochromateur, entre les lentilles et le mur de blindage, permet de définir l'ouverture angulaire du faisceau à la sortie du monochromateur;
- e) Le DISC à liquide au bout du spectromètre permet aussi d'identifier les pions et d'éliminer les muons et les électrons dans la zone angulaire où la diffusion coulombienne des muons et des électrons n'est pas négligeable devant la diffusion nucléaire des pions;
- f) Il est souhaitable de travailler avec la meilleure résolution possible en quantité de mouvement  $\Delta p/p$  pour obtenir des pics élastiques étroits qui présentent un meilleur rapport signal/bruit.

On pourrait diminuer la largeur du collimateur placé dans le mur de blindage du SC (par exemple, ramener la largeur à 3 ou 4 mm au lieu des 8 mm utilisés précédemment), mais ceci bien entendu au détriment de l'intensité du faisceau incident. Nous préférons une solution plus élégante qui consiste à placer dans le collimateur largement ouvert un hodoscope à pas fin (3 mm) ce qui permet de gagner considérablement en intensité. L'hodoscope final sera également au pas de 3 mm.

Cette modification permet de gagner simultanément un facteur 2,5 en intensité et un facteur  $\sim 2$  en résolution;

- g) L'existence de deux hodoscopes, respectivement situés à l'entrée et au bout du double spectromètre, nécessite l'utilisation en ligne de notre ordinateur IBM 1130;
- h) Un moniteur, secondaire précédé d'une analyse magnétique permet d'obtenir une valeur relative fidèle du nombre de pions incidents.

#### 4. ORDRE DE GRANDEUR DES PHENOMENES OBSERVES ET DU TEMPS DE MESURE

La valeur du rapport  $\text{Re } f(0)/\text{Im } f(0)$ , prévue par Ericson et al., est de l'ordre de +0,30 à 120 MeV et de -0,33 à 280 MeV pour la diffusion  $\pi^- -^{12}\text{C}$ . A ces énergies, on doit donc observer une variation d'au moins 30% des sections efficaces différentielles dans un sens ou dans l'autre suivant le signe de  $\text{Re } f(0)$ . Dans le domaine angulaire de 4 à 15°, une précision relative de 2% sur les mesures est suffisante. Compte tenu des facteurs d'amélioration, des efficacités des compteurs et des taux de comptage mesurés précédemment, le temps de mesure nécessaire pour atteindre une telle précision statistique, à un angle et une énergie donnés, est d'environ 1,5 heure (voir annexe 1) pour une définition angulaire de  $\pm 1^\circ$  (c'est-à-dire améliorée d'un facteur 2 par rapport aux mesures antérieures). L'observation de l'interférence Coulomb-nucléaire à une énergie donnée demande donc environ 30 heures de prises de données, soit environ 4 "shifts". De plus, le réglage de l'optique du faisceau et l'étude du bruit de fond portent à 8 le nombre de shifts nécessaires pour une énergie donnée. L'étude du phénomène autour de la résonance (3/2, 3/2) demande donc environ 50 à 60 shifts.

#### 5. TEMPS DE MACHINE NECESSAIRE

Dans ces conditions nous demandons:

- 1) 35 shifts en utilisateur principal pour étudier les énergies  $\leq 200$  MeV, en étant maître de l'emplacement azimuthal de la cible interne du SC;
- 2) 45 shifts en utilisateur parasite du canal  $\mu$  dont 25 sont destinés à l'étude des énergies  $> 200$  MeV, et 20 shifts pour la mise au point de l'appareillage.

L'expérience pourrait commencer à la fin de 1969 ou au début de 1970 et s'étaler sur environ 3 mois pour se terminer au début du printemps 1970.

#### REFERENCES

- 1) T.E.O. Ericson, J. Formanek et M.P. Locher, Phys. Letters 26 B, 91 (1967).
- 2) K.J. Foley et al., Phys. Rev. Letters 19, 193 (1967).

Une précision statistique de 2% sur le pic élastique demande l'observation de 2500 événements dans ce pic.

L'équation donnant le temps de mesure nécessaire est:

$$2500 = I \times f \times \Delta\omega \times \frac{\Delta\sigma}{\Delta\omega} \times N \times \epsilon \times \eta \times t,$$

où I : est le nombre de pions incidents par seconde dans le faisceau 125 MeV actuel, soit 70000  $\pi^-$ /sec en moyenne;

f : le facteur d'amélioration de l'intensité: 2,5;

$\Delta\omega$  : acceptation de l'analyseur  $2,38 \cdot 10^{-4}$  sr;

$\frac{\Delta\sigma}{\Delta\omega}$  : section efficace différentielle élastique moyenne  $600 \cdot 10^{-27}$  cm<sup>2</sup>/sr;

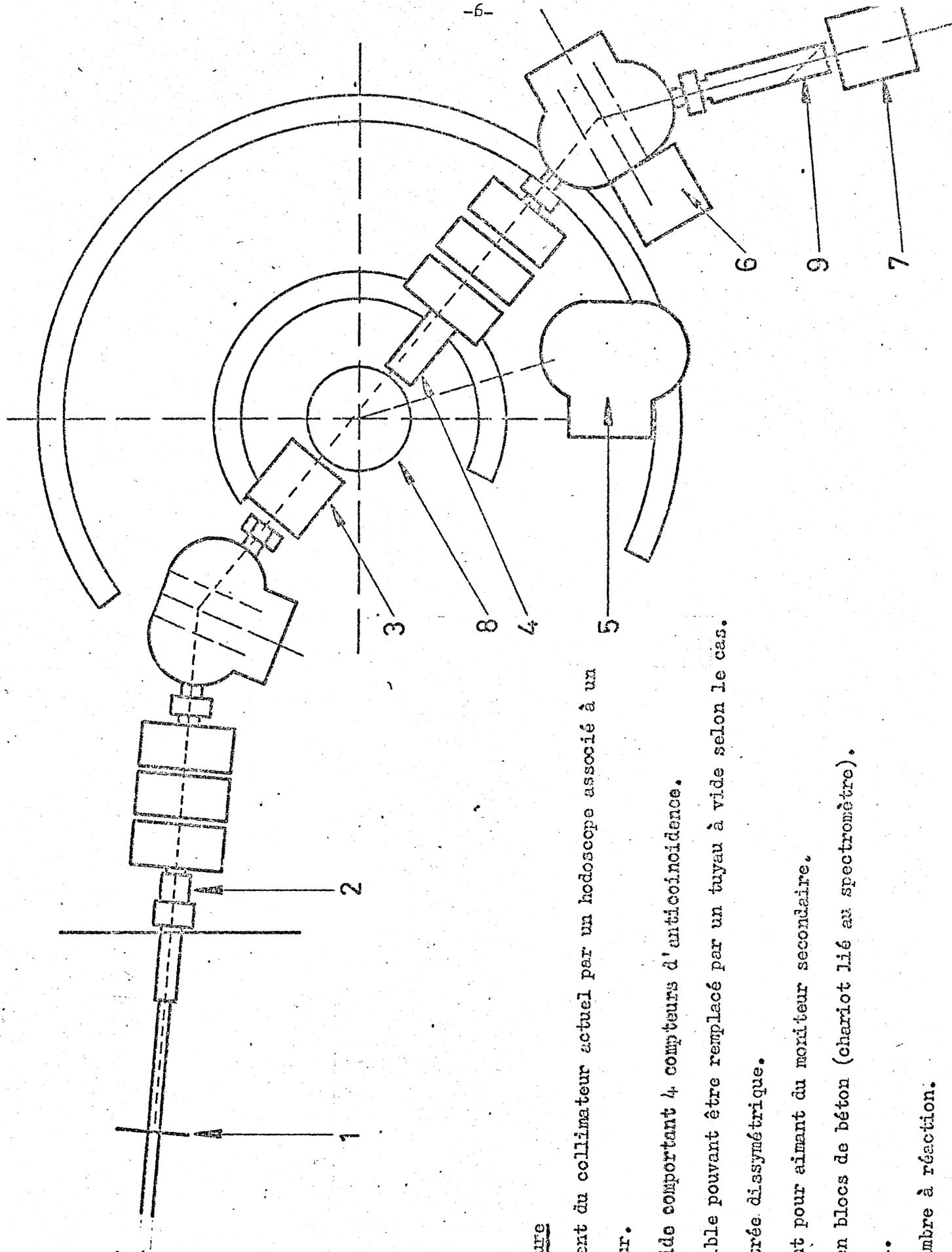
N : le nombre d'atomes pour une cible de 1 g/cm<sup>2</sup>, soit  $5 \cdot 10^{22}$ ;

$\epsilon$  : efficacité des compteurs de définition et du compteur DISC:  $\sim 0,7$ ;

$\eta$  : facteur de pertes par désintégration en vol des  $\pi^-$ :  $\sim 0,7$ ;

t : le temps de mesure.

Le calcul donne une valeur de  $t = 5000$  sec, soit  $\sim 1,5$  heure.



Légende de la figure

- 1 : Remplacement du collimateur actuel par un hodoscope associé à un collimateur.
- 2 : Boite à vide comportant 4 compteurs d'anticoincidence.
- 3 : DISC amovible pouvant être remplacé par un tuyau à vide selon le cas.
- 4 : Tête d'entrée dissymétrique.
- 5 : Emplacement pour aimant du moniteur secondaire.
- 6 : Blindage en blocs de béton (chariot lié au spectromètre).
- 7 : DISC final.
- 8 : Grande chambre à réaction.