



CM-P00053267

OMITE DE PHYSIQUE III

PH III-69/27
le 19 août 1969

PROPOSITION D'EXPERIENCE

DIFFUSION π^- - ^4He AUTOUR DE LA RESONANCE (3/2,3/2)

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

par

F. Binon^{*)}, P. Duteil^{*)}, L. Hugon^{††)}, J.P. Lagnaux^{†)}, J.P. Peigneux^{††)},
J. Renuart^{†)}, C. Schmit^{†)}, M. Spighel^{**)}, et J.P. Stroot^{*)}

*) CERN
†) I.I.S.N. (Bruxelles)
††) Université de Clermont-Ferrand
+) I.P.N. (Orsay)

1. INTÉRÊT DE L'EXPÉRIENCE

A) Le problème de l'interaction du pion avec le noyau dans le domaine d'énergie où l'interaction pion-nucléon est essentiellement dominée par la résonance $(\frac{3}{2}, \frac{3}{2})$ est ouvert. Le $N^*(1236)$ est-il formé à l'intérieur du noyau et quel est son comportement sont des questions auxquelles l'étude de la diffusion élastique des pions sur les noyaux est susceptible d'apporter des informations importantes.

Nous proposons de choisir l'hélium-4 comme cible pour plusieurs raisons.

- a) L'hélium-4 est un noyau léger. Sa fonction d'onde est assez bien connue. Il se prête donc plus facilement aux calculs nécessités par l'interprétation des résultats expérimentaux.
- b) Le faible rayon de ${}^4\text{He}$ simplifie beaucoup une analyse en déphasage, car le nombre des ondes particelles utiles est réduit.
- c) La résonance $(3/2, 3/2) \pi N$ se produit essentiellement dans l'onde p. Si les moments angulaires internes des nucléons dans le noyau ont plusieurs valeurs possibles, la composition des moments angulaires devient complexe, et la séparation en ondes partielles s, p, d, etc. ne peut pas être comparée directement à celle connue pour l'interaction π -N. L'intérêt de ${}^4\text{He}$ réside dans le fait que tous ses nucléons se trouvent dans un état s, ce qui permet une décomposition en ondes partielles directement comparable aux résultats de l'analyse π -N. La présence de seuls nucléons s dans ${}^4\text{He}$ devrait conduire à une prédominance de l'interaction en onde p à l'énergie de la résonance.
- d) Si la résonance π -N est prédominante dans l'interaction π -noyau à l'énergie de la résonance, le N^* à l'intérieur du noyau possède un libre parcours moyen dont la valeur relative, par rapport aux dimensions du noyau, varie de manière appréciable lorsqu'on passe de ${}^4\text{He}$ à un noyau tel que ${}^{12}\text{C}$ par exemple. On pourrait donc s'attendre à observer un comportement essentiellement différent des noyaux tels que ${}^4\text{He}$ et ${}^{12}\text{C}$ à l'énergie de la résonance.

- c) De nombreuses mesures de la diffusion π^{\pm} - ${}^4\text{He}$ ont déjà été effectuées à des énergies inférieures à 100 MeV en vue de déterminer le facteur de forme du pion. Les mesures que nous proposons de faire dans la région de la résonance, jointes à ces anciennes mesures, permettraient de constituer un ensemble complet de données pour l'interprétation des résultats.
- f) Le petit nombre de nucléons dans ${}^4\text{He}$ devrait également permettre d'étudier utilement les effets de diffusion multiple du pion dans le noyau en comparant avec les résultats obtenus à plus haute énergie.
- B) Le problème de l'existence possible de niveaux $T = 2$, non seulement dans ${}^4\text{He}$ mais aussi dans les systèmes à 4 nucléons, reste toujours posé. L'ancienne recherche du quadrineutron, état analogue à un niveau $T = 2$ dans ${}^4\text{He}$, concluait à sa non-existence. Il se peut que la formation de ce niveau soit favorisée dans la région d'énergie où la formation de N^* dans le noyau est elle aussi favorisée.

2. Mesures à effectuer

Nous souhaitons mesurer les sections efficaces totales, les sections efficaces différentielles élastique et inélastique ainsi que l'interférence Coulomb-nucléaire aux faibles angles dans l'interaction π^- - ${}^4\text{He}$. Ces mesures pourraient être effectuées à 5 énergies judicieusement choisies autour de la résonance.

3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental nécessaire pour cette expérience est, à part une cible spéciale de ${}^4\text{He}$, essentiellement le même que celui décrit dans la proposition d'expérience "Mesure de l'interférence Coulomb-nucléaire dans la diffusion π^- - ${}^{12}\text{C}$ autour de la résonance (3/2, 3/2)".

On a prévu la fabrication d'une cible à ${}^4\text{He}$ liquide en régime de sous-ébullition, afin d'être sûr d'opérer dans des conditions stables de densité. Les parois prévues pour la cible ont une épaisseur $\lesssim 10 \mu$ en avar, de façon à obtenir un rapport

$$\frac{\text{événements avec cible vide}}{\text{événements avec cible pleine}} \lesssim 2\% .$$

La cible d'hélium doit être parallélépipédique pour les mesures aux faibles angles, et cylindrique pour les angles $> 20^\circ$. Son épaisseur peut varier de 10 à 20 mm.

Le fait que le premier niveau excité de ${}^4\text{He}$ soit situé vers 18 MeV conduit à penser que l'on peut travailler avec une moins bonne résolution en $\Delta p/p$. Mais du fait de la faible densité de ${}^4\text{He}$ et de sa faible section efficace différentielle comparée à celle de ${}^{12}\text{C}$, nous avons avec ${}^4\text{He}$ un rapport pic élastique/bruit de fond moins favorable que lors de l'étude de ${}^{12}\text{C}$. Une bonne résolution en $\Delta p/p$ reste donc nécessaire pour rendre ce rapport aussi grand que possible.

4. Ordre de grandeur des phénomènes et temps de machine nécessaire

Le temps de machine nécessaire peut être évalué en tenant compte de l'expérience acquise au cours des mesures effectuées sur le ${}^{12}\text{C}$ (Rapport PHIII 69/19).

Les section efficaces différentielles pour la diffusion des pions sur ${}^4\text{He}$ et sur ${}^{12}\text{C}$ sont dans le rapport moyen $(4/12)^{2/3} \sim 0.48$. Le rapport

$$\left(\frac{\text{nombre d'atomes } {}^4\text{He}}{\text{nombre d'atomes } {}^{12}\text{C}} \right) = \frac{0.125}{2} \frac{12}{4} \times \text{rapport des épaisseurs de cible,}$$

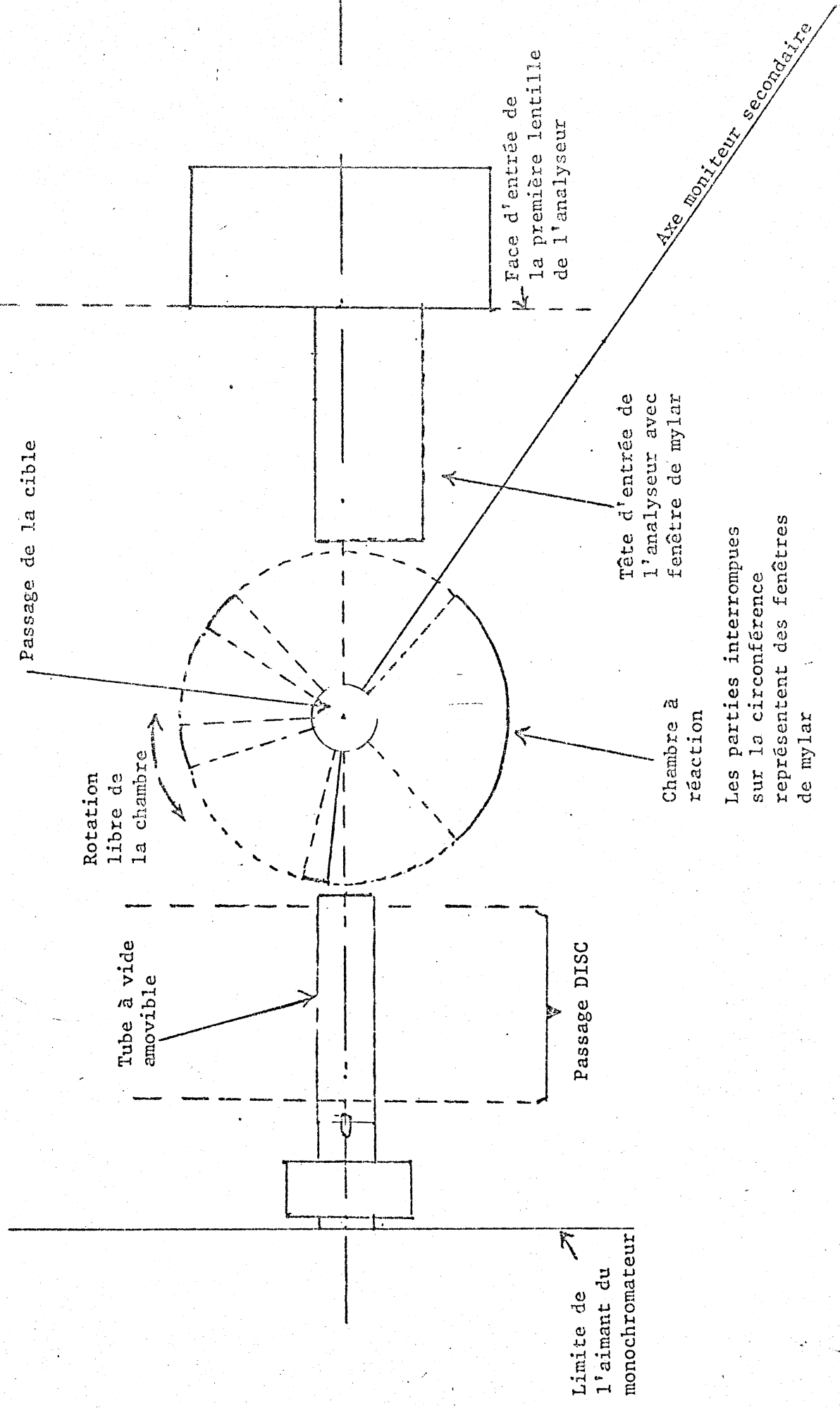
soit ~ 0.85 pour un rapport d'épaisseurs égal à 4 ou 5. Si l'on tient compte en outre du facteur d'amélioration 2.5 pour l'intensité^{*)}, on trouve finalement que le nombre d'événements dans ${}^4\text{He}$ dans un temps de mesure donné est du même ordre de grandeur que celui qui nous avons pour ${}^{12}\text{C}$ au cours de notre expérience précédente.

Il est raisonnable de prévoir qu'il ne sera jamais inférieur à 70%. Compte tenu de l'expérience acquise, on peut réduire à 5 le nombre d'énergies étudiées de part et d'autre de la résonance dans la diffusion $\pi^- - {}^4\text{He}$, et il suffit de prévoir au maximum un temps de mesure à peu près équivalent à celui de l'expérience précédente.

Dans ces conditions, nous demandons 80 shifts en utilisateur principal pour étudier les énergies ≤ 200 MeV, en étant maître de l'emplacement azimuthal de la cible interne du SC. Pour les énergies > 200 MeV, nous travaillerons en utilisateur parasite du canal μ : 40 shifts devraient suffire.

L'expérience et la prise des données pourraient commencer quelques mois après la fin de la mesure de l'interférence Coulomb-nucléaire dans la diffusion $\pi^- - {}^{12}\text{C}$. *) Le déroulement de cette expérience pourrait avoir lieu durant le 2^o semestre de 1970.

*) C.f. proposition PH III-69/26 du 19.8.69: "Mesure de l'interférence Coulomb nucléaire dans la diffusion $\pi^- - {}^{12}\text{C}$ autour de la résonance (3/2, 3/2)".



Passage de la cible

Rotation libre de la chambre

Tube à vide amovible

Limite de l'aimant du monochromateur

Face d'entrée de la première lentille de l'analyseur

Tête d'entrée de l'analyseur avec fenêtre de mylar

Chambre à réaction

Les parties interrompues sur la circonférence représentent des fenêtres de mylar

Axe moniteur secondaire

Passage DISC