

CERN LIBRARIES, GENEVA



CM-P00043151

PH III-71/40
le 14 septembre 1971

COMITE DE PHYSIQUE III

PROPOSITION D'EXPERIENCE

ETUDE DE DIFFUSION COHERENTE p-⁴He à 24 GeV
PAR UNE METHODE DE RECOL UTILISANT DES DETECTEURS A
SEMICONDUCTEUR

réactions $p + {}^4\text{He} \rightarrow p + {}^4\text{He}$

$p + {}^4\text{He} \rightarrow \text{N}^* + {}^4\text{He}$

par

J. Combe, J. Gardès, L. Meritet, M. Querrou, F. Vazeille,

Clermont-Ferrand

A. Fridman, J.P. Gerber, J. Malko, C. Voltolini,

Strasbourg

SUMMARY

We propose to study the coherent scattering of protons on helium 4 at 24 GeV. Our intention is to study mainly the elastic scattering as the coherent production of N* (missing mass method) in recording the recoiling nucleus with a telescope of semiconductor detectors. The apparatus is the same as the one we are using at present at the SC for the study of the elastic scattering of protons on p, d, ³He, ³H, ⁴He and ⁶Li at 600 MeV. The use of gaseous targets allows a parasitic running in the extracted PS proton beam (beam e₉).

1) INTRODUCTION

Des expériences récentes^{1,2)} au SC ont montré qu'il est possible d'utiliser des télescopes de détecteurs à semiconducteur en détecteurs du noyau de recul avec des cibles gazeuses pour étudier la diffusion cohérente de protons de haute énergie sur des noyaux légers. Le télescope identifie des particules de même charge, par exemple ^3He et ^4He (voir figure 1); il permet une mesure précise ($\approx 1\%$) du quadrimoment de transfert t de la réaction à partir de l'énergie du noyau de recul. La figure 2 représente des sections efficaces différentielles élastiques ainsi obtenues avec ^3He et ^4He et des protons de 600 MeV.

A très haute énergie la mesure de l'énergie du noyau de recul, c'est-à-dire de t , devient pratiquement indépendante de la résolution en énergie du faisceau (voir tableau I). De plus on observe pas, pour la particule de recul, le rétrécissement angulaire bien connu sur la particule diffusée (voir tableau I). Nous avons la possibilité en utilisant des détecteurs étroits (0,2 cm) et des pressions de cible modérées (1 atmosphère) d'atteindre une précision sur la mesure de l'angle de la particule de recul de l'ordre de 5 mrad pour des transferts $t > 0,15 (\text{GeV}/c)^2$.

Nous proposons d'utiliser cette intéressante propriété pour étudier la diffusion cohérente de protons de 24 GeV sur l'hélium 4. A cette énergie un certain nombre de canaux inélastiques laissent l'hélium 4 dans son état fondamental. La détermination, à l'angle donné, du spectre en énergie des hélium 4 permet de séparer le pic élastique et devrait permettre la mise en évidence de pics secondaires correspondant à la production cohérente des N^* . Les énergies de l'hélium 4 peuvent être mesurées de 2 à 200 MeV; ceci nous donne la possibilité d'observer des masses de 1 à 4,3 GeV dans le domaine angulaire compris entre 57 et 90° (voir figure 3).

2) INTERET THEORIQUE

L'étude de la diffusion élastique du proton sur l'hélium 4 à 24 GeV permettra une comparaison avec les données actuelles obtenues vers 1 GeV avec des protons ou des pions^{3,4)}. A 24 GeV on peut admettre que l'approximation de Glauber est parfaitement justifiée et qu'on se trouve en bonne position

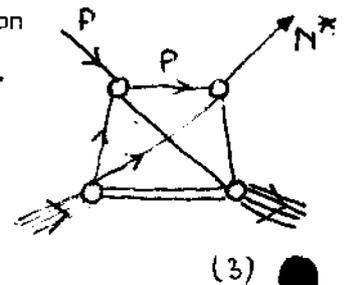
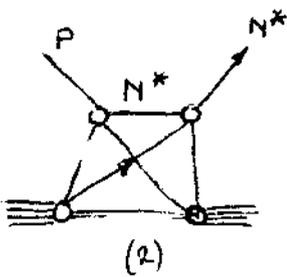
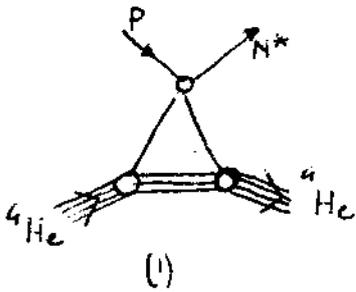
pour éclaircir le processus de diffusion dans la région des transferts $t > 0.15 \text{ (GeV/c)}^2$ correspondant à la diffusion double; en particulier l'influence d'un processus de production intermédiaire de résonance pourrait être précisée; les données assez complètes obtenues par diffusion d'électrons⁵⁾ jusqu'à des t importants permettent de déterminer avec précision l'influence de la structure du noyau dans cette région⁶⁾.

Cette étude étant réalisée, l'interprétation du processus de diffusion multiple correspondant à la production cohérente d'un N^* ($p + {}^4\text{He} \rightarrow N^* + {}^4\text{He}$) s'en trouverait facilitée. Formanek et Trefil⁷⁾ proposent un processus assez

voisier de celui de diffusion élastique:

A faible t ($< 0.15 \text{ (GeV/c)}^2$) le processus (1) est dominant; à $t > 0.15 \text{ (GeV/c)}^2$ les processus (2) et (3) sont dominants et devraient avoir une égale contribution. Ceci laisse entrevoir la possibilité, par le processus (2), d'avoir accès à la section efficace de diffusion N^* nucléon.

La figure 4 représente la section efficace théorique calculée à 24 GeV en supposant une section efficace de production du N^* de 0,5 mb par nucléon déduite des expériences récentes de Amaldi et al.⁸⁾ et une section efficace totale de diffusion N^* nucléon de 30 mb.



3. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Nous utilisons sans modification importante le dispositif que nous avons utilisé à 600 MeV (voir fig. 5).

La cible est située en parasite sur un faisceau intense ($6 \text{ à } 7 \times 10^{11} \text{ p/s}$) à 24 GeV (faisceau extrait e_0 en amont des cibles P_4, P_5) suivant la technique habituelle. Le blindage protégeant les détecteurs tient compte de l'énergie nouvelle utilisée et des cibles pour faisceaux secondaires situées en arrière (voir fig. 6). Les fenêtres de la cible gazeuse sont situées loin des détecteurs. La pression utilisée est de l'ordre de 1 atmosphère ou inférieure.

Pour améliorer la précision angulaire, les détecteurs utilisés sont les plus étroits possible, (dimension $0,2 \times 1 \text{ cm}$ pour l'élastique, $0,2 \times 4 \text{ cm}$ pour

l'inélastique). Ils sont situés à une distance de l'ordre de 50 cm du faisceau. La coincidence rapide directive entre les deux détecteurs ΔE et E a une résolution en temps réglable entre 10 et 100 ns. Cette coincidence élimine la plus grande partie du bruit de fond. Des seuils sur les deux voies permettent la rejection des particules non compatibles. La selection des helium 4 par un monocanal situé après l'identificateur Goulding achève la selection ¹⁾.

Nous nous plaçons dans la région angulaire située entre 57 et 90° correspondant aux limites de l'appareillage. C'est la meilleure région tant en ce qui concerne le bruit de fond général que le bruit de fond provenant de la cible, issu des canaux inélastiques du type $p + {}^4\text{He} \rightarrow p + n\pi + {}^4\text{He}$ (voir fig. 7). En restant dans un domaine d'énergie suffisamment élevée ($E > 15$ MeV) nous éliminons pratiquement complètement la contribution des canaux de production sans N^* (voir fig. 7). La région du pic de diffusion double ($t \simeq 0,3 (\text{GeV}/c)^2$) est particulièrement intéressante.

La figure 8 montre les incertitudes sur la détermination des masses des N^* en supposant des incertitudes sur la quantité de mouvement, l'énergie du noyau de recul et l'angle largement compatibles avec les possibilités expérimentales.

4) MOYENS ET TEMPS DE MACHINE NECESSAIRES

Le fonctionnement de cette expérience est de type purement parasite: la cible pouvant être placée en permanence sur le faisceau extrait e_9 (zone est) en amont des cibles P_4 et P_5 sans altérer les propriétés du faisceau pour les autres utilisateurs; les changements d'angle (de demi degré en demi-degré) sont commandés de manière automatique.

Le temps d'occupation nécessaire est d'une année environ (élastique 3 mois, inélastique 9 mois).

L'installation du blindage dans la zone Est du PS pourrait se faire durant le "shut-down" de Noël 1971. L'expérience pourrait débuter en avril 1972 après terminaison des expériences au SC.

L'appareillage existant et fonctionnant déjà, le nombre de physiciens nécessaire à l'accomplissement de cette expérience est faible. Cinq physiciens de Clermont-Ferrand et quatre physiciens de Strasbourg participeront à cette expérience. La collaboration de Lyon est envisagée.

REFERENCES

- 1) M. Brossard, J. Combe, J. Faïn, J. Gardès, L. Meritet, M. Querrou, D. Riss, M. Chambon, D. Drain, N. Madjar, C. Pastor, Nucl. Instr. Meth. 93, 529 (1971).
- 2) M. Brossard et al., Topical Seminar on Interactions of Elementary Particles with Nuclei, Trieste, Sept. 1970.
Int. Conference on Nuclear Physics, Dubna, September 1971.
- 3) H. Palevsky, J.L. Friedes, R.J. Sutter, C.W. Bennet, G.J. Igo, W.D. Simpson, G.C. Phillips, D.M. Corley, N.S. Wall, R.L. Stearns, B. Gottschalk, Phys. Rev. Letters 24B, 227 (1967).
- 4) J. Combe, J. Gardès, M. Querrou, E. Dahl-Jensen, N. Doble, Nuovo Cimento 3A, No 4, 663 (1971).
M. Querrou, Nuovo Cimento 3A, No 4, 670 (1971).
- 5) R.P. Froesch, J.S. McCarthy, R.E. Rand, M.R. Yearian, Phys. Rev. 160, 874 (1967).
- 6) O. Kofoed-Hansen, Colloque sur les mécanismes d'interaction nucléaire, Grenoble, mars 1970.
- 7) J. Formanek, J.S. Trefil, Nucl. Phys. B3, 155 (1967).
voir aussi: S. Frautschi, and B. Margolis, Nuovo Cimento 57A, No 2, 427 (1967).
- 8) U. Amaldi, R. Biancastelli, C. Bosio, G. Matthiae, J.V. Allaby, A.N. Diddens, R.W. Robinson, A. Klovning, J. Litt, L.S. Rochester, K. Schlüpmann, A.M. Wetherell, Phys. Letters 34B, 435 (1971).

Energie du faisceau	Résolution en énergie du faisceau	Fluctuations sur une énergie de recul de 32 MeV	Angle de recul	Angle du proton
600 MeV	± 3 MeV	170 KeV	$73^{\circ}5$	$23^{\circ}62$
20 GeV	± 70 MeV	50 KeV	$85^{\circ}5$	$1^{\circ}36$
70 GeV	± 300 MeV	20 KeV	86°	$0^{\circ}4$
200 GeV	± 2 GeV	20 KeV	86°	$0^{\circ}1$

TABLEAU 1 - Cinématique p-⁴He à diverses énergies

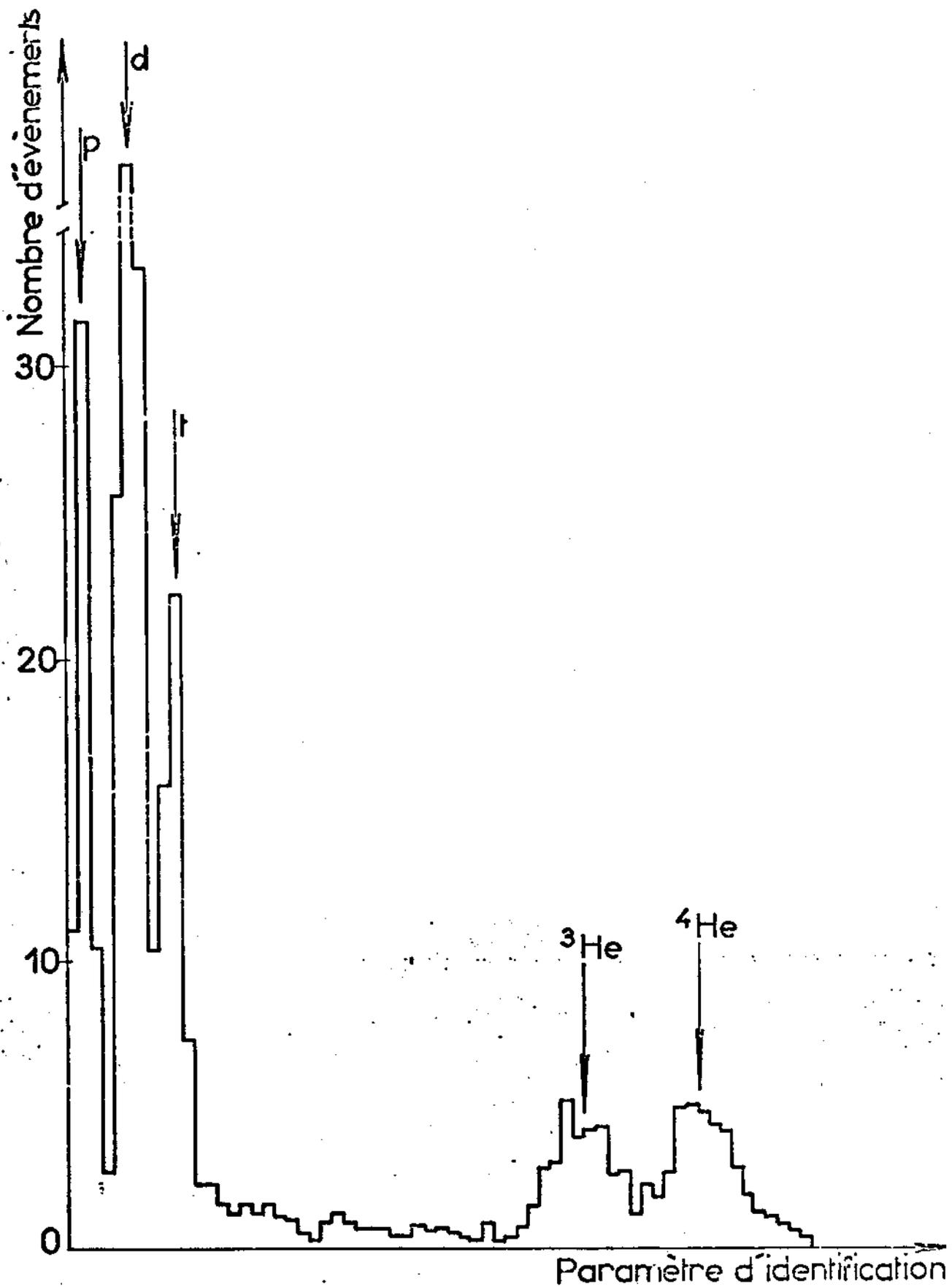


FIG 1 Spectre d'identification des noyaux de recul à 70°
 Diffusion p-⁴He à 600 MeV
 Intensité : 2.10¹¹ particules par seconde

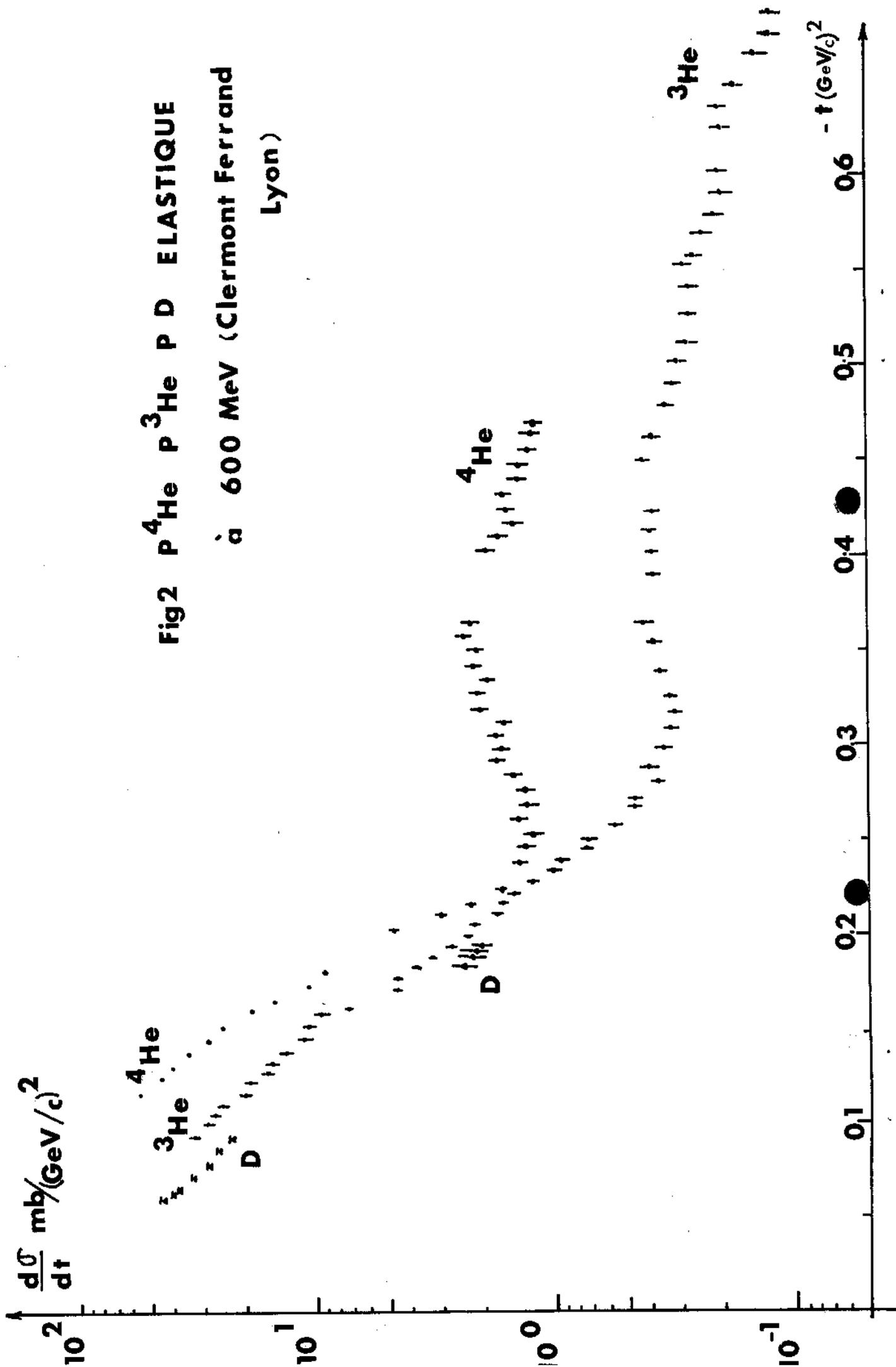
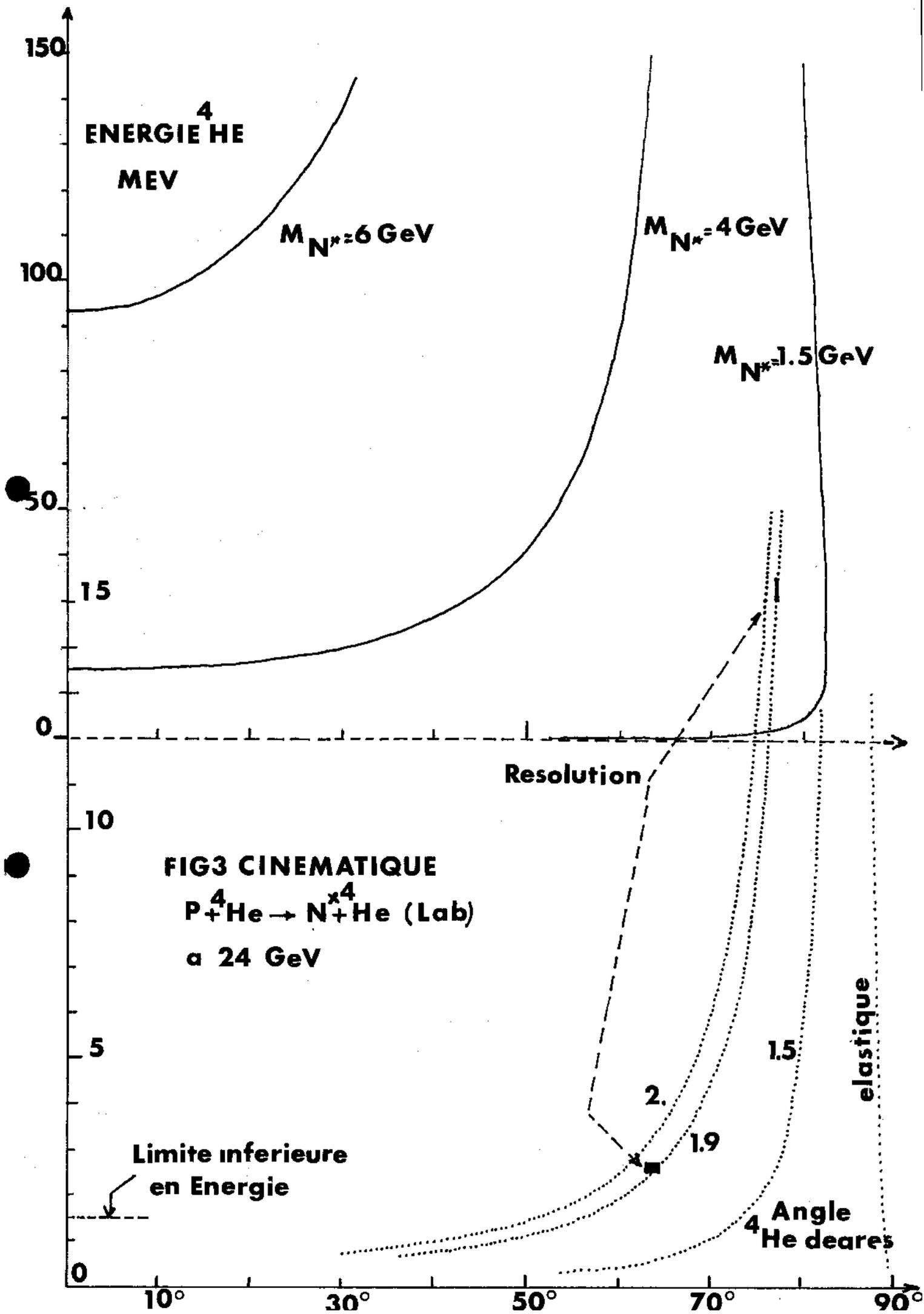
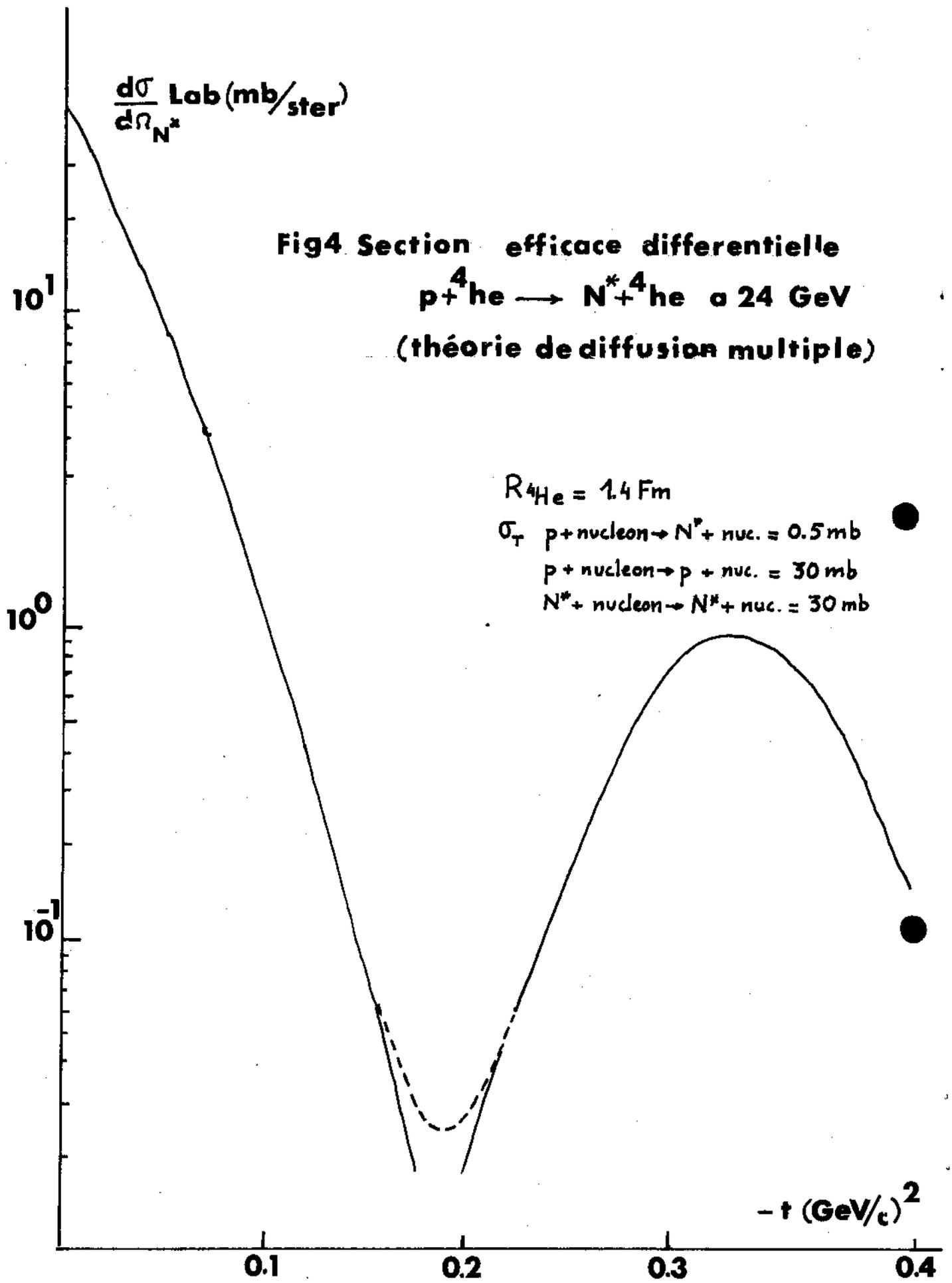


Fig2 P ^4He P ^3He P D ELASTIQUE
à 600 MeV (Clermont Ferrand
Lyon)





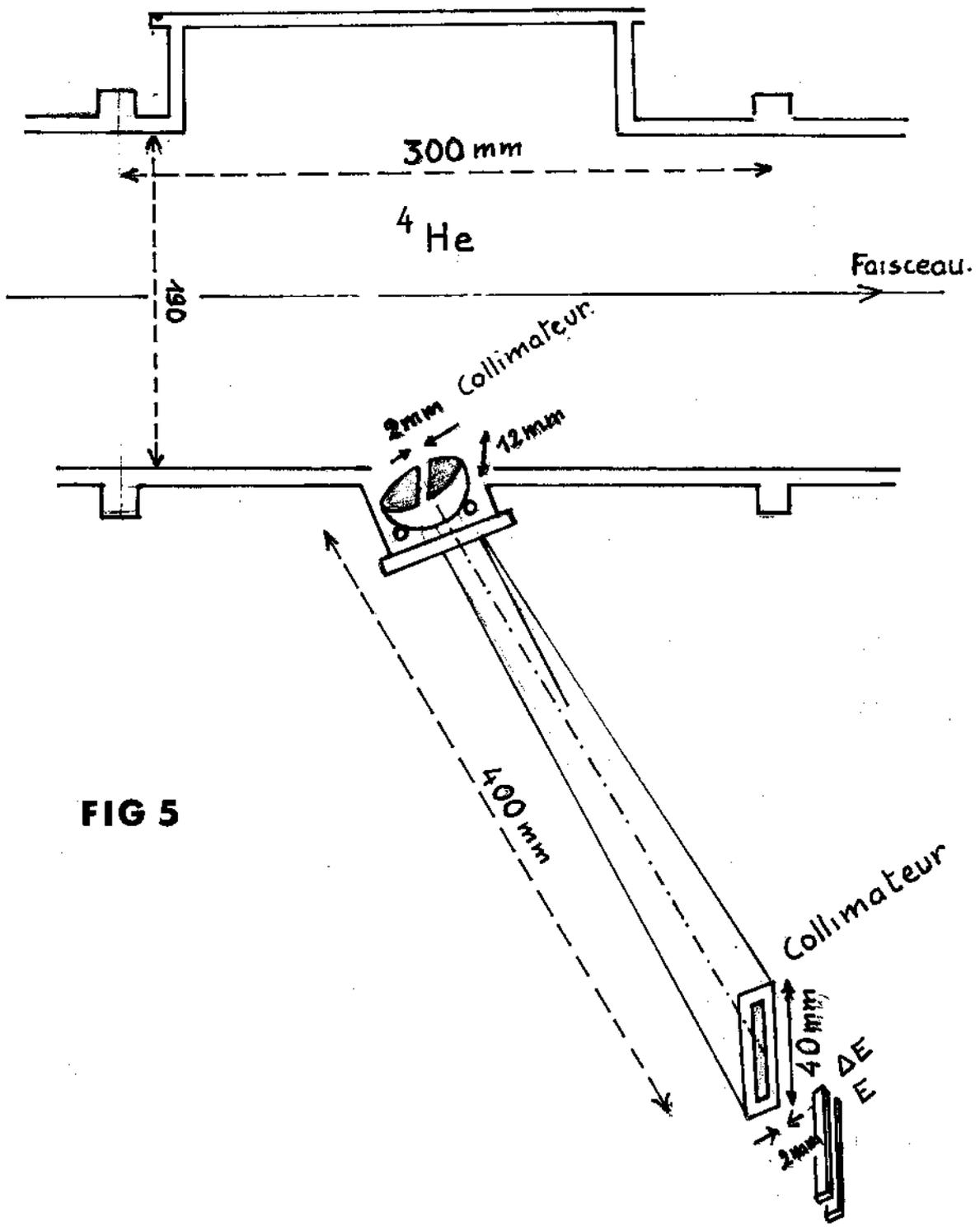


FIG 5

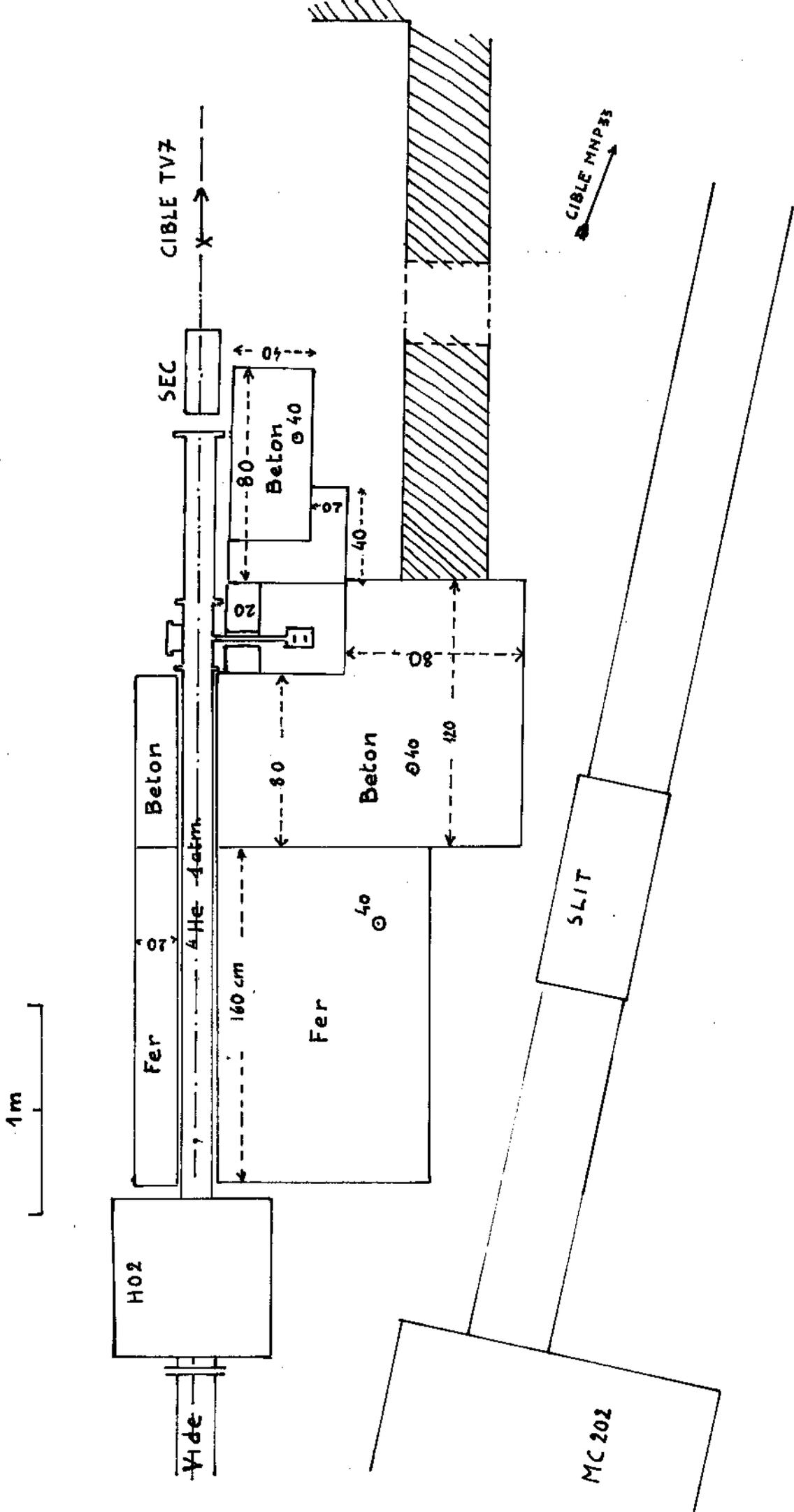


Fig 6 Implantation dans eg

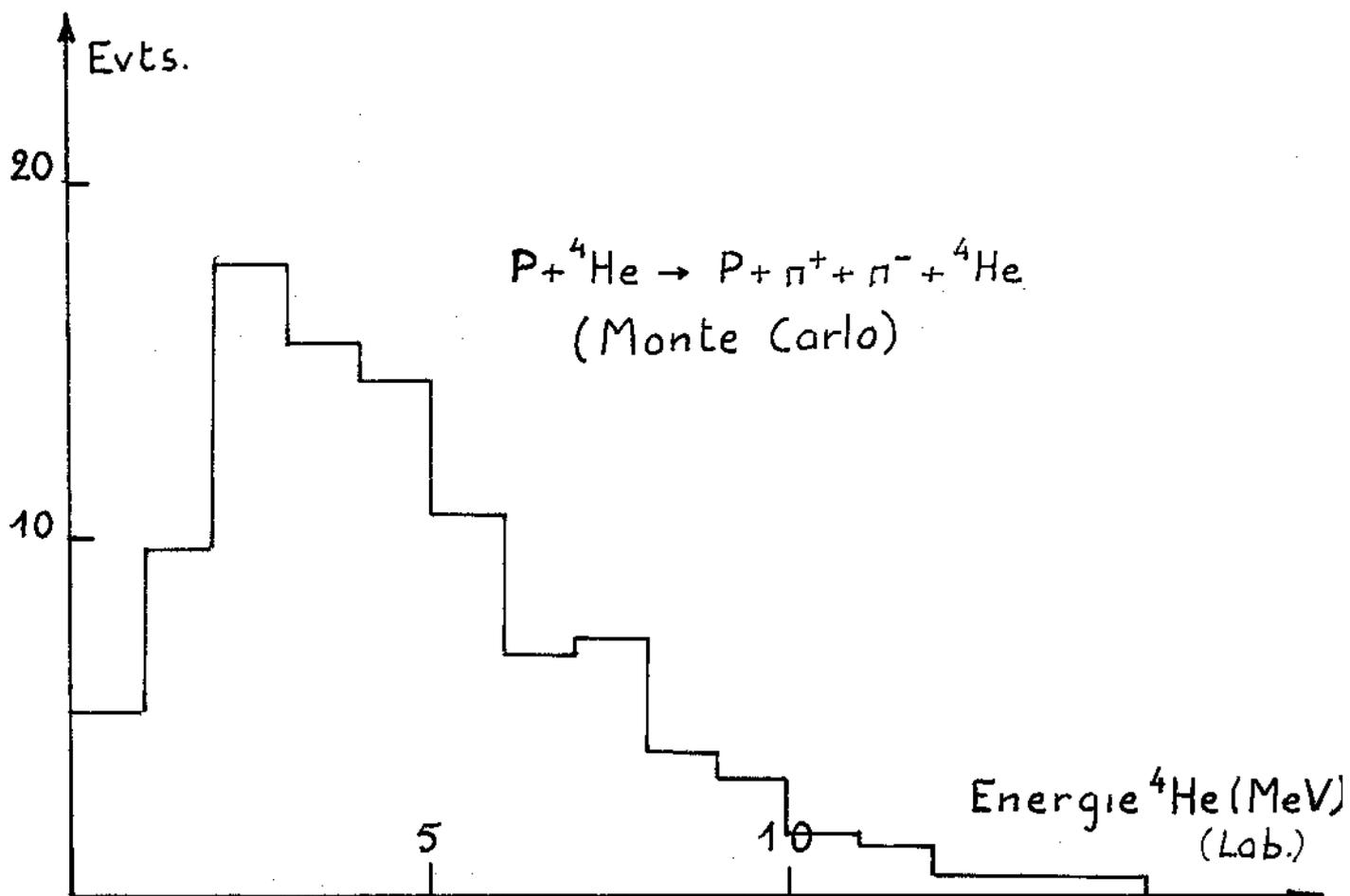
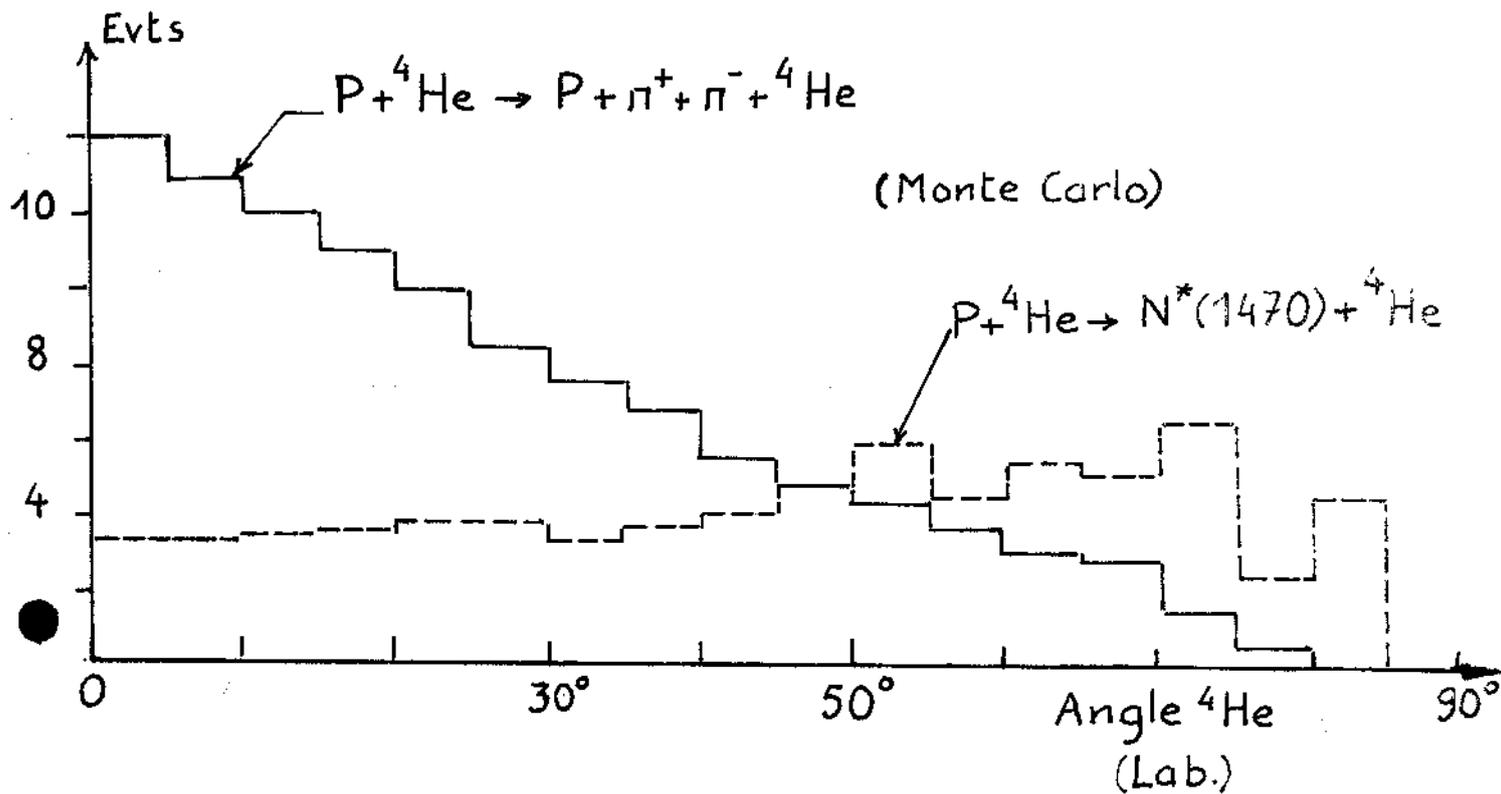


FIG 7 Distribution globale des ${}^4\text{He}$ de recul (Angle et Energie)

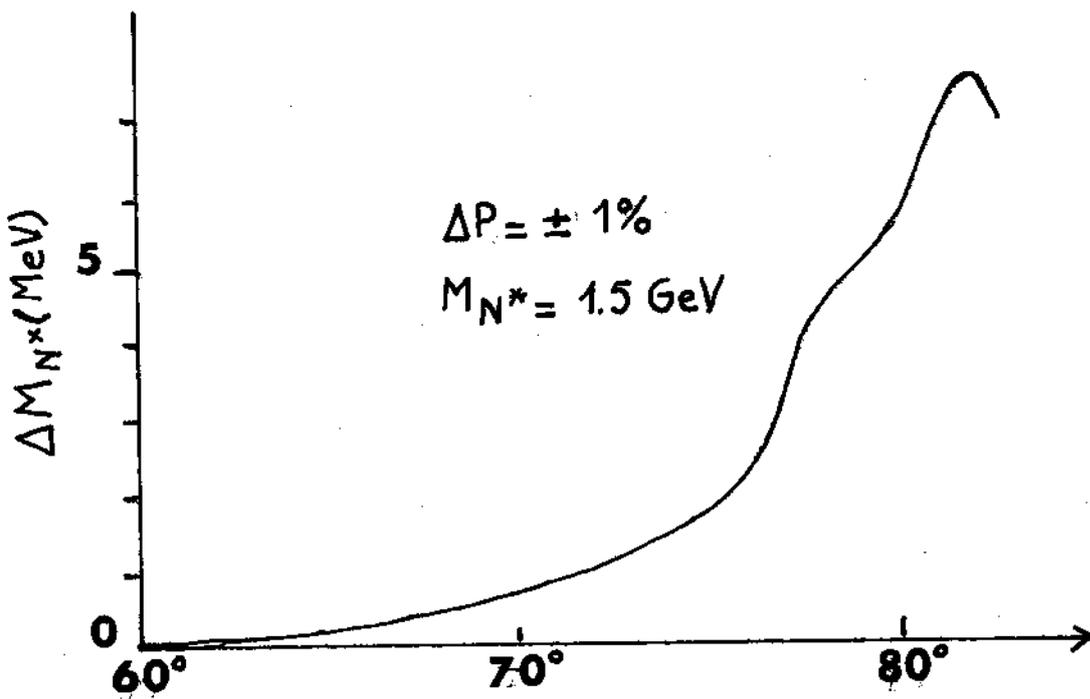
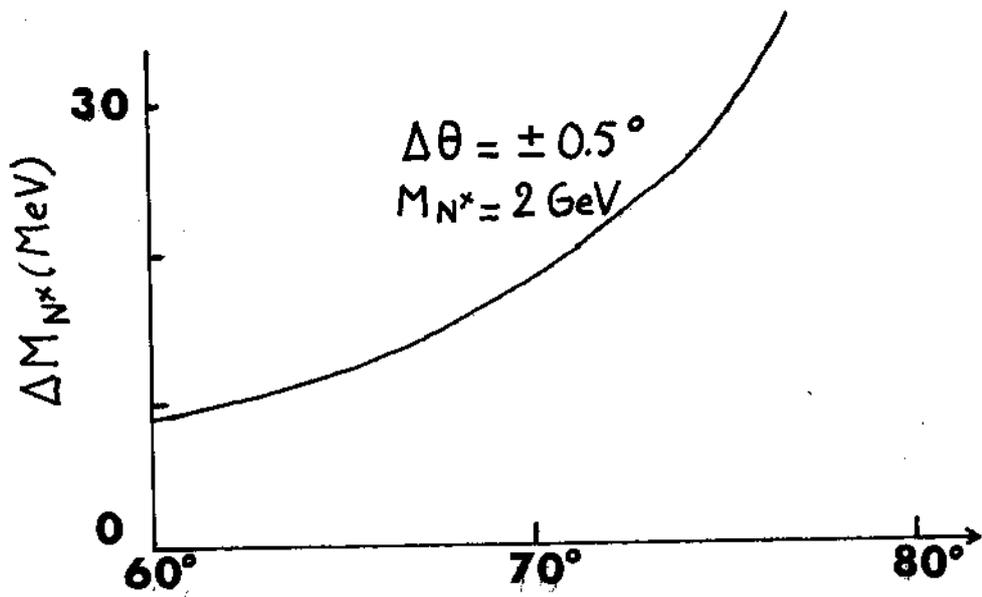
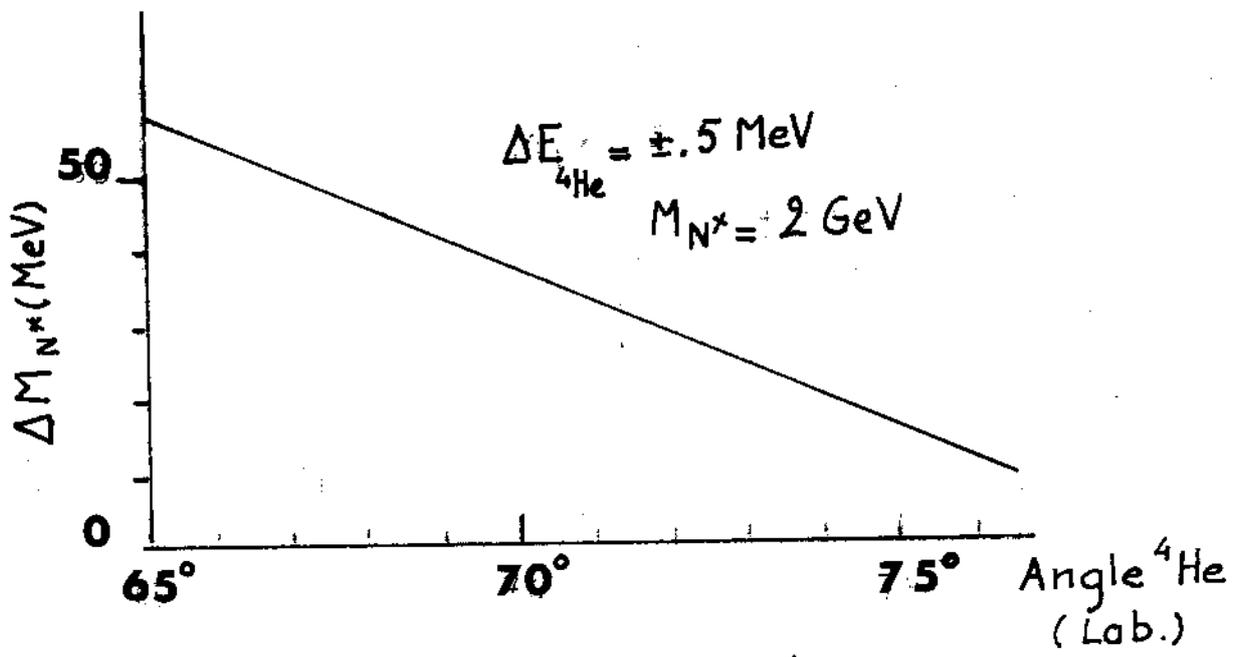


FIG 8