

CERN 64-38  
Division de la Physique Nucléaire  
Groupe CERN - Ivry  
28 juillet, 1964

ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE  
**CERN** EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

DISCRIMINATION CINEMATIQUE DES EVENEMENTS INELASTIQUES  
DANS LA DIFFUSION ELASTIQUE A GRAND TRANSFERT

par

J. Banaigs, C. Bonnel, L. Goldzahl, E.G. Michaelis et F. Plouin

G E N E V E

1964

© Copyright CERN, Genève, 1964

Propriété littéraire et scientifique réservée pour tous les pays du monde. Ce document ne peut être reproduit ou traduit en tout ou en partie sans l'autorisation écrite du Directeur général du CERN, titulaire du droit d'auteur. Dans les cas appropriés, et s'il s'agit d'utiliser le document à des fins non commerciales, cette autorisation sera volontiers accordée.

Le CERN ne revendique pas la propriété des inventions brevetables et dessins ou modèles susceptibles de dépôt qui pourraient être décrits dans le présent document; ceux-ci peuvent être librement utilisés par les instituts de recherche, les industriels et autres intéressés. Cependant, le CERN se réserve le droit de s'opposer à toute revendication qu'un usager pourrait faire de la propriété scientifique ou industrielle de toute invention et tout dessin ou modèle décrits dans le présent document.

Literary and scientific copyrights reserved in all countries of the world. This report, or any part of it, may not be reprinted or translated without written permission of the copyright holder, the Director-General of CERN. However, permission will be freely granted for appropriate non-commercial use.

If any patentable invention or registrable design is described in the report, CERN makes no claim to property rights in it but offers it for the free use of research institutions, manufacturers and others. CERN, however, may oppose any attempt by a user to claim any proprietary or patent rights in such inventions or designs as may be described in the present document.

CERN 64 - 38  
Division de la Physique Nucléaire  
Groupe CERN - Ivry  
28 juillet, 1964

DISCRIMINATION CINEMATIQUE DES EVENEMENTS INELASTIQUES  
DANS LA DIFFUSION ELASTIQUE A GRAND TRANSFERT

par

J. Banaigs, C. Bonnel, L. Goldzahl, E.G. Michaelis et F. Plouin

G E N E V E

1964

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
RESUME	
1. INTRODUCTION	1
2. DETECTION DES DIFFUSIONS ELASTIQUES	1
2.1 Description d'un dispositif expérimental	1
2.2 Précision des mesures	3
2.3 Coefficient cinématique de confusion	4
3. DIFFUSION INELASTIQUE AVEC FORMATION D'UN ETAT RESONNANT	5
3.1 Réactions étudiées	5
3.2 Définition des paramètres utilisés	5
3.3 Calcul du coefficient cinématique de confusion	8
3.4 Exemples d'application [ $N^*$ (1238), $\rho$ ]	10
3.5 Limites d'application des calculs	10
4. DIFFUSION INELASTIQUE AVEC CREATION D'UNE PARTICULE NEUTRE AU REPOS DANS LE CENTRE DE MASSE OU DANS LE LABORATOIRE	12
4.1 Introduction	12
4.2 Quantités calculées	13
4.3 Domaines de confusion	13
4.4 Comparaison entre les résultats des calculs	14
4.5 Conclusions	15
5. COEFFICIENT CINEMATIQUE DE CONFUSION DANS LA DIFFUSION K-PROTON	17
6. CONCLUSIONS	18
REFERENCES	19

RESUME

Dans la région des grands transferts d'impulsion, les sections efficaces de diffusion élastique deviennent très faibles. On étudie ici, en vue de leur mesure, des critères purement cinématiques pour reconnaître et éliminer, si possible, la contribution de la diffusion inélastique. Nous avons envisagé deux cas particulièrement défavorables:

- formation d'un état résonnant d'une des particules,
- création d'une particule neutre au repos dans le laboratoire ou dans le centre de masse des particules incidentes.

L'application de ces calculs à un dispositif expérimental particulier montre qu'on peut obtenir, dans le domaine étudié, un facteur de discrimination très important par une sélection angulaire et magnétique appropriée.

\* \* \*

## 1. INTRODUCTION

Reconnaître les événements inélastiques ou, à défaut, estimer leur contribution, figurent parmi les principales difficultés de l'étude des diffusions élastiques à grand transfert d'impulsion.

Nous avons étudié, dans le cadre de la préparation d'expériences de diffusion  $\pi$ -proton et K-proton, la discrimination de la diffusion inélastique par des moyens purement cinématiques. Nous envisageons ici deux cas particulièrement défavorables dans lesquels les deux particules détectées peuvent avoir une cinématique systématiquement proche de la diffusion élastique:

- Un état résonnant est formé à partir d'une des particules entrantes et se désintègre immédiatement en deux particules dont une seule est chargée et détectable.

- Une particule neutre est créée au repos soit dans le laboratoire, soit dans le centre de masse des particules entrantes.

Cette étude est appliquée à un dispositif décrit brièvement. On montre ensuite qu'on peut obtenir, pour des  $\pi$  de 1 à 10 GeV/c et des K de 7 GeV/c, un facteur de discrimination important dans certaines conditions de sélection angulaire et magnétique.

On remarquera que le système de déclenchement du dispositif permet d'assurer un facteur supplémentaire de discrimination.

## 2. DETECTION DES DIFFUSIONS ELASTIQUES

### 2.1 Description d'un dispositif expérimental

#### 2.1.1 Conditions expérimentales

Le dispositif est décrit dans le rapport CERN-Ivry NP/Int./63-8<sup>1</sup>). Nous n'en rappellerons ici que les grandes lignes afin de pouvoir traiter de la discrimination sur des exemples précis.

La Fig. 1 montre trois configurations possibles suivant les angles de diffusion à observer. Dans tous les cas on suppose que le faisceau incident est analysé en impulsion à  $\pm 1\%$  près et qu'un système de compteur Čerenkov à gaz ( $C_1, C_2$ ) permet de sélectionner dans ce faisceau les seules particules qui nous intéressent. La trajectoire de la particule incidente est repérée dans une première chambre à étincelles ( $E_1$ ) à laquelle fait suite la cible à hydrogène liquide où a lieu la diffusion.

### 2.1.2 Diffusion à grand angle

La particule diffusée traverse une chambre à étincelles de grande surface ( $E_2$ ). Après être passé dans les compteurs de déclenchement ( $S_3$ ) le proton de recul est observé dans une chambre ( $E_3$ ); son impulsion est mesurée au moyen de l'aimant (A) et des chambres ( $E_3$ ) et ( $E_4$ ). Un compteur Čerenkov à seuil (C), fonctionnant en anticoïncidence, est placé derrière ( $E_4$ ) et permet de s'assurer que la particule analysée était bien un proton.

Des compteurs à scintillations (S) assurent le déclenchement; une partie d'entre eux est en anticoïncidence afin d'éliminer les événements qui ne se produisent pas dans les bonnes directions.

### 2.1.3 Diffusion à faible angle

Le montage est le même que dans le cas précédent, mais on mesure l'impulsion du pion diffusé au lieu de celle du proton de recul.

### 2.1.4 Diffusion de particules négatives vers l'arrière

Dans ce cas, la chambre à étincelles ( $E_2$ ) observe la particule incidente et la particule diffusée. La mesure de la quantité de mouvement du proton de recul se fait par les chambres ( $E_1$ ) et ( $E_3$ ) et par l'aimant (A). Comme l'angle d'émission du proton est petit, la chambre ( $E_1$ ) et l'aimant sont aussi traversés par le faisceau incident; l'aimant dévie le proton vers la chambre à étincelles ( $E_3$ ) et les particules du faisceau dans l'autre sens.

## 2.2 Précision des mesures

### 2.2.1 Contamination par les diffusions inélastiques

La connaissance de trois paramètres cinématiques indépendants permet de définir complètement une diffusion élastique. Nous avons choisi de prendre pour paramètres:

- l'impulsion de la particule incidente
- l'angle de diffusion de cette particule
- la coplanéité des trois trajectoires.

La mesure de ces quantités étant toujours affectée d'une certaine erreur, il est possible qu'une diffusion qui semblerait élastique soit, en fait, inélastique. Il en résulte une erreur systématique dans les conclusions de l'expérience. Nous nous proposons d'évaluer une borne supérieure de cette contamination.

Dans tout ce qui suit, les erreurs que nous avons prises sont celles dues à une incertitude de mesure correspondant à deux écarts types.

### 2.2.2 Erreurs angulaires

Les chambres à étincelle n'introduisent que peu de matière sur le passage des particules, car elles sont constituées de grilles métalliques fines<sup>2)</sup>. La diffusion multiple est donc essentiellement provoquée par la cible et par les compteurs de déclenchement. Nous pouvons espérer une précision angulaire de l'ordre de:

- 1° sur la direction des  $\pi$  diffusés à grand angle
- 2° " " " " " " vers l'arrière
- 0,25° sur la direction des protons.

En général la configuration des trajectoires ne sera pas plane dans une diffusion inélastique. Nous pourrions mesurer l'angle des plans définis par la trajectoire incidente et les trajectoires du  $\pi$  et du proton émergents avec une précision de 1° ou moins.

### 2.2.3 Erreurs sur les impulsions

La mesure de l'impulsion du  $\pi$  ou du proton se fera avec

une précision relative de l'ordre de 2% dès que l'angle de déviation dans l'aimant sera supérieur à environ 4°.

### 2.3 Coefficient cinématique de confusion

Le taux de réjection d'événements inélastiques spécifiés est donné par leur cinématique et par les limites d'erreur de nos mesures. La contamination des événements supposés élastiques par des inélastiques dépend en plus de facteurs physiques, par exemple le rapport des sections efficaces des deux processus.

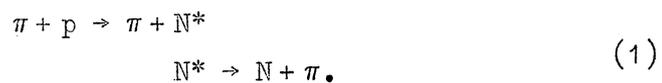
Nous appelons, par définition, coefficient cinématique de confusion la fraction d'événements d'un certain processus ayant, dans nos limites d'erreur, une cinématique égale à celle de la diffusion élastique.

### 3. DIFFUSION INELASTIQUE AVEC FORMATION D'UN ETAT RESONNANT

#### 3.1 Réactions étudiées

Le premier cas que nous avons envisagé est celui où l'interaction porte l'une des particules à un état excité qui se désintègre en deux corps. Un des produits de désintégration n'est pas chargé et par conséquent ne pourra être détecté par notre dispositif.

Nous avons considéré avec les pions, par exemple, deux types de diffusion inélastique:



$N^*$  désignant la résonance ( $\frac{3}{2}, \frac{3}{2}$ ) du nucléon N



Notons tout de suite que la réaction (1) peut déjà se subdiviser en deux types, suivant le mode de désintégration de l'ISOBARE. Seul le mode conduisant à un proton et un  $\pi^0$  nous intéresse ici. Le cas d'une désintégration en un neutron et un  $\pi$  chargé ne prête pas à confusion, le  $\pi$  étant distingué des protons normaux par le système de déclenchement; en effet il ne peut avoir en même temps l'impulsion et la vitesse nécessaires pour être dévié convenablement et pour déclencher le Čerenkov.

#### 3.2 Définition des paramètres utilisés

##### 3.2.1 Notation pour les diffusions élastiques et inélastiques

Pour spécifier la cinématique de ces réactions nous reprendrons les notations du programme qui nous a servi à faire les calculs rapportés ici<sup>3)</sup>.

Une diffusion élastique s'écrira:

$$M_1 + M_2 \rightarrow M_3 + M_4'.$$

Les  $M_i$  désignent les particules et leur masses sans ambiguïté. Toute grandeur cinématique se rapportant à une des quatre particules sera ainsi affectée de l'indice "i". Les grandeurs employées ici seront les impulsions  $P_i$ , les angles  $\Theta_i$ , et parfois les vitesses  $\beta_i$ .

Une diffusion inélastique s'écrira de même

$$M_1 + M_2 \rightarrow M_3 + M_4$$

$$M_4 \rightarrow M_5 + M_6.$$

### 3.2.2 Hypothèses et convention de calcul

Nous faisons les hypothèses et les conventions suivantes:

- La cinématique est spécifiée par l'impulsion initiale  $P_1$  et par l'angle de diffusion  $\Theta_3$ .
- La désintégration de  $M_4$  est ISOTROPE dans son système propre et se produit pratiquement au point d'interaction.
- Les angles  $\Theta_3$ ,  $\Theta_4'$  et  $\Theta_4$  sont comptés à partir de la direction de la particule incidente, tandis que  $\Theta_5$  et  $\Theta_6$  sont rapportés à la direction de  $M_4$ .
- La particule résonnante sera toujours désignée par  $M_4$ , la particule  $M_3$  sera donc identique à

$M_1$  dans les réactions du type (1)

$M_2$  " " (2).

### 3.2.3 Angle de confusion

En général, dans une diffusion inélastique, les impulsions ne sont pas coplanaires. Nous utiliserons deux angles pour définir ce manque de coplanarité:

- $\alpha$ , angle de la trajectoire de  $M_5$  avec le plan des trajectoires de  $M_1$  et de  $M_3$ .

-  $\eta$ , angle des deux plans formés par les trajectoires  $(M_1, M_3)$  et  $(M_1, M_5)$ .

Ces deux angles ne sont pas indépendants, dans le cas d'une coplanéité approchée nous avons la relation

$$\alpha = \eta \sin(\Theta_4 \pm \Theta_5).$$

La Fig. 2 montre la disposition des angles et des impulsions dans une diffusion élastique ou inélastique du type (1) (cf. 3.1).

L'angle  $\eta$  est celui que nous pouvons mesurer avec le dispositif expérimental, tandis que  $\alpha$  a servi à l'élaboration du programme 1417 P<sub>6</sub>.

Dans le cas où on observe une coplanéité approchée, nous appelons par définition ANGLE DE CONFUSION la différence

$$\Theta_c = \Theta_4' - \Theta_4.$$

Car c'est alors la valeur de l'angle  $\Theta_5$  sous lequel la particule  $M_5$  doit être émise pour que la corrélation angulaire de l'événement soit celle d'une diffusion élastique (cf. Fig. 1).

#### 3.2.4 Cas de confusion dans la désintégration de l'état résonnant

La vitesse de  $M_5$  dans le système propre de  $M_4$  est  $\beta_5^*$ . Deux cas peuvent alors se présenter:

i) Le rapport des vitesses  $\beta_4/\beta_5^*$  est plus petit que 1.

Il n'y a pas de valeur limite pour l'angle de désintégration  $\Theta_5$ . A toute valeur de cet angle correspond une et une seule possibilité de désintégration de  $M_4$ . Il y a donc toujours un angle de confusion.

ii) Le rapport  $\beta_4/\beta_5^*$  est plus grand que 1.

Il y a un angle limite pour la désintégration. Si l'angle de confusion est plus grand que cette limite, il n'y aura pas de confusion possible. Par contre, s'il est plus petit, il peut y avoir confusion de deux façons; l'impulsion de la particule n'est pas la même dans les deux possibilités qui correspondent respectivement à

l'émission de  $M_5$  vers l'avant ou vers l'arrière dans le système propre de  $M_5$ .

### 3.3 Calcul du coefficient cinématique de confusion

#### 3.3.1 Rappel de la définition et représentation graphique

Nous avons vu au paragraphe précédent (3.2.4) ce que nous appelons un cas de confusion. Nous avons défini le coefficient cinématique de confusion (2.3) comme étant le nombre des événements inélastiques qui se produisent de telle sorte que

$$\begin{aligned} \Theta_c - \Delta\Theta_5 < \Theta_5 < \Theta_c + \Delta\Theta_5 \\ \eta &\leq \Delta\eta \\ P_4' - \Delta P < P_5 < P_4' + \Delta P. \end{aligned}$$

Les écarts  $\Delta\Theta_5$ ,  $\Delta\eta$  et  $\Delta P$  sont déterminés par les conditions expérimentales de l'observation (cf. 2.2.2 et 2.2.3).

Sur un graphique tel que la Fig. 3 nous portons la valeur de l'impulsion mesurée en fonction de l'angle de désintégration  $\Theta_5$ . La diffusion élastique sera représentée par un point de coordonnées  $P_4'$  et  $\Theta_c$  (point A).

#### 3.3.2 Cas de confusion avec mesure d'impulsion

Deux cas se présentent:

- i) On mesure l'impulsion d'un des produits de désintégration. Pour chaque valeur de  $\Theta_5$  il y aura deux valeurs de  $P_5$  suivant le rapport des vitesses (cf. 3.2.4), la courbe représentative aura alors deux branches (Fig. 3).
- ii) La particule dont on mesure l'impulsion n'est pas issue de la désintégration, autrement dit c'est la particule  $M_3$ , qui est identique à  $M_1$  ou  $M_2$  (cf. 3.2.2). Son impulsion est une constante vis à vis de  $\Theta_5$ ,  $M_3$  et  $M_4$  n'étant plus en interaction au moment où  $M_4$  se désintègre. La courbe représentative de  $P_3$  sera une droite en fonction de  $\Theta_5$ .

### 3.3.3 Calcul du coefficient cinématique de confusion avec mesure des angles seuls

Plaçons-nous dans le cas (i) du paragraphe précédent (3.3.2) et supposons tout d'abord que nous n'ayons pas fait la mesure de l'impulsion  $P_5$ .

Nous disposons de deux critères pour éliminer les événements inélastiques: la coplanéité et la corrélation angulaire.

Nous portons autour du point A les erreurs angulaires. Aux abscisses des points ainsi obtenus correspondent deux arcs sur la courbe inélastique, par exemple les points B, C et D, E sur la Fig. 3. Il y a confusion dans tous les cas où les points figuratifs sont sur ces arcs. Le coefficient cinématique de confusion sera proportionnel à la longueur de ces arcs.

Si nous admettons l'hypothèse de l'isotropie de la désintégration, la longueur de ces arcs sera mesurée en fonction du cosinus de l'angle d'émission de  $M_5$  dans le système propre de  $M_4$ . Nous avons porté sur la Fig. 3 quelques valeurs de  $\cos \theta_5^*$ . La constante de proportionnalité qui donne le coefficient réel est à déterminer dans chaque cas par l'erreur de coplanéité admise. Le programme 1417 P<sub>6</sub><sup>4</sup>) fait directement le calcul de l'intégrale:

$$T(\alpha, \theta_c) = \int_{\theta_c - \Delta\theta_5}^{\theta_c + \Delta\theta_5} \int_{\alpha} N(\alpha, \theta) d\alpha d\theta$$

La fonction  $N(\alpha, \theta)$  est la distribution angulaire de la désintégration dans le laboratoire, où, avec les hypothèses et conventions faites ci-dessus, est à une constante près l'inverse du jacobien et ne contient aucune pondération de section efficace.  $N(\alpha, \theta)$  est normalisé de telle sorte que T soit le coefficient cinématique de confusion rapporté à un événement inélastique:

$$1 = \int_0^{\alpha_{\max}} \int_0^{\theta_5^{\max}} N(\alpha, \theta) d\alpha d\theta.$$

### 3.3.4 Calcul du coefficient cinématique de confusion avec mesure des angles et des impulsions

Prenons maintenant le cas où nous mesurons l'impulsion d'une des particules. Nous devons tracer sur le même graphique un rectangle d'imprécision autour du point A. Ce rectangle a pour largeur  $2\Delta\theta_5$  et pour hauteur  $2\Delta p_4$ . Un événement inélastique ne prêterait à confusion que si son point figuratif se trouve dans ce rectangle. Le taux de contamination sera la longueur de l'arc incluse dans le rectangle. En général cette longueur sera plus petite que celle définie au paragraphe précédent (3.3.3), voire même nulle. Les nouvelles limites ayant été déterminées, le même programme 1417 P<sub>6</sub> calcule le taux de contamination comme ci-dessus.

### 3.4 Exemples d'application [N\* (1238), $\rho$ ]

Les Figs. 4 et 5 donnent quelques exemples de courbes analogues à celles de la Fig. 3 pour diverses réactions ( $\pi, p$ ) à des impulsions comprises entre 1 - 10 GeV/c. Nous avons considéré les deux modes de diffusion inélastiques déjà décrits au paragraphe 3.3.2. La masse des isobares a été prise constante et égale à 1238 MeV pour le N\* et 750 MeV pour le  $\rho$ . On voit facilement que dans tous les cas une précision de 2% sur l'impulsion permet une discrimination totale. Nous voyons sur les Figs. 6 et 7 que la discrimination angulaire seule est déjà très importante, le coefficient cinématique de confusion étant inférieur à 1% pour le N\* et à 5% pour le méson  $\rho$ .

### 3.5 Limites d'application des calculs

Nous devons cependant attirer ici l'attention sur les trois points suivants:

- Nous avons choisi pour l'isobare la masse minimum. Il peut se produire des diffusions avec des particules intermédiaires plus lourdes. Des calculs partiels montrent que le coefficient de confusion augmente avec la masse de l'isobare.

- Nous avons pris comme base d'incertitude sur les mesures la valeur correspondant à deux écarts types, soit à une probabilité de 95%.

- Les paramètres initiaux de notre étude ont été considérés comme absolument connus. En fait ils sont aussi entachés d'une certaine erreur dont la propagation à travers le calcul doit amener une augmentation des dimensions du domaine de confusion, et par conséquent du coefficient de confusion. Une étude est en cours à ce sujet.

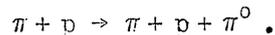
Nous ne pouvons pas dire que la discrimination sera totale, même avec les mesures d'impulsion que nous envisageons, mais cependant nous pouvons affirmer que la probabilité pour que de tels événements se produisent est très faible. On pourra facilement les considérer comme un bruit de fond dont on mesurera aisément la valeur dans des conditions voisines, mais assez différentes pour que seule soit présente la diffusion inélastique.

#### 4. DIFFUSION INELASTIQUE AVEC CREATION D'UNE PARTICULE NEUTRE AU REPOS DANS LE CENTRE DE MASSE OU DANS LE LABORATOIRE

##### 4.1 Introduction

Le cas de la diffusion inélastique avec création d'une particule neutre nous a semblé être une source de contamination non négligeable pour les diffusions élastiques.

Nous avons envisagé deux cas limites pour la réaction



- a) Le  $\pi^0$  est produit au repos dans le système du centre de masse des particules incidentes. La perte d'énergie totale du système  $\pi$ -proton dans le centre de masse est alors égale à la masse du  $\pi^0$ .
- b) Dans (a) le  $\pi^0$  a une énergie cinétique non nulle dans le laboratoire, on peut penser que la cinématique du système  $\pi$ -proton serait moins perturbée si le  $\pi^0$  apparaissait au repos dans le laboratoire, l'énergie prise par le  $\pi^0$  étant alors minimum.

Nous nous limitons ici à l'aspect cinématique de la question, laissant de côté tout ce qui a trait aux sections efficaces ou même aux intégrales dans l'espace des phases. Cependant on peut remarquer que l'espace des phases est très réduit si on ne considère que les  $\pi^0$  produits dans des conditions voisines de celles envisagées. De plus, au fur et à mesure que l'énergie de la particule incidente augmente, la création d'un seul  $\pi^0$  entre en compétition avec la création de plusieurs  $\pi^0$  et avec toutes les réactions inélastiques, ce qui a pour effet de diminuer relativement la contribution du phénomène étudié ici.

Nous avons d'abord cherché les limites des domaines d'angle et d'impulsion dans lesquelles on pourrait confondre une diffusion  $\pi$ -proton élastique avec une création d'un  $\pi^0$ , compte tenu de la précision des mesures; les résultats obtenus permettent ensuite de discuter le choix des paramètres à mesurer pour lever l'ambiguïté sur la nature de la diffusion.

#### 4.2 Quantités calculées

Nous avons pris comme paramètres initiaux l'impulsion du  $\pi$  incident et l'angle de diffusion du  $\pi$ . Ces paramètres varient respectivement de 1 à 10 GeV/c et de 0 à 180°.

Pour chaque ensemble de valeurs initiales, nous avons fait calculer les impulsions du proton de recul, du  $\pi$  diffusé et l'angle du proton, dans les cas inélastiques nous y avons ajouté

- l'impulsion du  $\pi^0$ ;
- la différence entre les angles du proton dans le cas inélastique et le cas élastique;
- la différence entre les impulsions du  $\pi$  diffusé (ou du proton) avec et sans création de  $\pi^0$ , rapportée à l'impulsion du  $\pi$  (ou du proton) élastique, nous l'avons appelée différence relative d'impulsion.

Les différences que nous venons de définir se comparent respectivement à la précision angulaire des chambres à étincelles (cf. Fig. 1) et à la résolution des aimants d'analyse.

#### 4.3. Domaines de confusion

Ayant admis que  $\delta\alpha$  et  $\delta p/p$  sont les valeurs des imprécisions de mesure, nous avons tracé dans le plan  $(\Theta_{\pi}, p_{\pi})$  les courbes pour lesquelles les différences d'angle du proton et les différences relatives d'impulsion du  $\pi$  ou du proton sont égales à  $\delta\alpha$  ou  $\delta p/p$ .

L'impulsion initiale  $p_{\pi}$  du  $\pi$  étant fixée:

- le domaine de confusion pour l'angle du proton comprend par définition les valeurs de  $\Theta_{\pi}$  allant depuis la courbe ( $\delta\alpha$ ) jusqu'à 180°;
- les domaines de confusion pour l'impulsion du  $\pi$  (ou du proton) sont constitués par les valeurs de  $\Theta_{\pi}$  comprises entre les courbes  $(+\delta p/p)$  (limite inférieure) et  $(-\delta p/p)$  (limite supérieure).

Afin de voir l'influence de la précision sur l'extension des domaines de confusion, nous avons pris pour  $\delta\alpha$  soit  $1/2^\circ$ , soit  $1/4^\circ$ , et pour  $\delta p/p$  soit 2%, soit 4% de résolution. En effet, selon

l'impulsion du  $\pi$  incident, la précision requise dépend de la région d'angles de diffusion qu'on désire explorer et à leur tour l'ensemble de ces données intéressera le choix des paramètres à mesurer pour écarter les possibilités de confusion entre les diffusions élastiques et inélastiques.

#### 4.4 Comparaison entre les résultats des calculs

##### 4.4.1 Représentation graphique

Nous donnons trois séries de courbes réparties comme suit:

- Figures 8 et 9. Différences relatives d'impulsion pour le  $\pi$  diffusé.
- Figures 10 et 11. Différences relatives d'impulsion pour le proton diffusé.
- Figures 12 et 13. Différences entre les angles de diffusion élastique et inélastique pour le proton diffusé.

D'autre part, on trouve sur chaque série de courbes deux réseaux correspondant respectivement à la création d'un  $\pi^0$  au repos dans le laboratoire ou dans le centre de masse (des particules entrantes).

##### 4.4.2 Détermination des domaines de confusion

Sur les Figs. 8, 10 et 12, on a porté les différences d'angles et d'impulsions en fonction de l'angle de diffusion du  $\pi$ . Les courbes des Figs. 9, 11, et 13 sont déduites des premières en faisant des sections à  $\delta\alpha$  et  $\delta p/p$  constants; elles servent à déterminer les limites des domaines de confusion en fonction de  $\Theta_\pi$ .

Le tableau ci-après donne les limites pour une impulsion initiale de 3,5 GeV/c

Tableau 1

$\pi^0$	$\delta\alpha$	$\delta p/p$	impulsion du $\pi$	impulsion du proton	angle du proton
c.m.	$1/4^\circ$	2%	aucune limite	2,5° - 5,0°	75° - 180°
	$1/2^\circ$	4%	idem	1,5° - 22°	46,5° - 180°
lab.	$1/4^\circ$	2%	idem	50,5° - 180°	166° - 180°
	$1/2^\circ$	4%	0° - 2,5°	35° - 180°	151° - 180°

Par exemple, la dernière colonne du tableau s'interprète ainsi: avec une précision angulaire de  $1/2^\circ$  sur la mesure de l'angle du proton, on ne distingue pas la diffusion élastique et la création d'un  $\pi^0$  au repos dans le centre de masse lorsque l'angle de diffusion du  $\pi$  chargé est compris entre  $46,5^\circ$  et  $180^\circ$ . On voit que ces valeurs de  $\Theta_\pi$  sont à l'extérieur de l'intervalle de confusion sur l'impulsion du proton dans les mêmes conditions. Par contre, il y a superposition de ces intervalles si un  $\pi^0$  est formé au repos dans le laboratoire:  $151^\circ - 180^\circ$  et  $35^\circ - 180^\circ$  respectivement; donc ici il faudrait mesurer aussi l'impulsion du  $\pi$  diffusé si on voulait lever le doute pour des angles de diffusion du  $\pi$  compris entre  $151^\circ$  et  $180^\circ$ .

#### 4.5 Conclusions

L'examen des Figs. 9, 11 et 13 met en évidence un certain nombre de points importants:

- Rôle de la résolution dans l'analyse en impulsion du  $\pi$  et du proton diffusés pour le cas de la création d'un  $\pi^0$  au repos dans le centre de masse, au-delà de 6 à 8 GeV/c la distinction est impossible avec 4% de résolution.

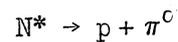
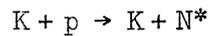
- Dans le cas de la création d'un  $\pi^0$  au repos dans le laboratoire la valeur de la résolution n'est pas critique, mais par contre la mesure de l'impulsion du proton est inopérante au-delà d'un angle de diffusion du  $\pi$  de l'ordre de  $40^\circ$  tandis que dès  $10^\circ$  la mesure de l'impulsion du  $\pi$  permet d'assurer la discrimination.
- La mesure de l'angle de diffusion du proton est intéressante dans une gamme d'angles du  $\pi$  très étendue si le  $\pi^0$  est formé au repos dans le laboratoire, la précision de la mesure ne devient un facteur déterminant que pour de très grands angles de diffusion du  $\pi$ . Si le  $\pi^0$  est créé au repos dans le centre de masse le domaine de confusion lié à la mesure de l'angle du proton s'accroît très rapidement dès que l'impulsion du  $\pi$  incident dépasse  $2 \text{ GeV}/c$ .

Si on envisage la mesure de sections efficaces de diffusion élastiques sous grands angles (de  $60^\circ$  à  $130^\circ$  dans le projet CERN-Ivry), on peut dire que la résolution des mesures d'impulsion doit être meilleure que  $4\%$  au dessus de  $6 \text{ GeV}/c$  et que la précision sur l'angle du proton doit être meilleure que  $0,5^\circ$  quelle que soit l'impulsion initiale du  $\pi$ .

5. COEFFICIENT CINEMATIQUE DE CONFUSION DANS LA DIFFUSION K-PROTON

La Fig. 14 donne un autre exemple d'application de cette étude. Il s'agit de la diffusion élastique de Kaons de 7 GeV/c sur des protons. Un projet de dispositif expérimental pour l'étude de cette diffusion est exposé dans la Réf.<sup>5)</sup>.

Si nous nous intéressons aux événements inélastiques de la forme:



nous voyons qu'une résolution de 2% sur la mesure d'impulsion fournit ici encore une discrimination totale selon les critères déjà exposés.

La discrimination angulaire seule laisse subsister une contamination de 0,0012.

## 6. CONCLUSIONS

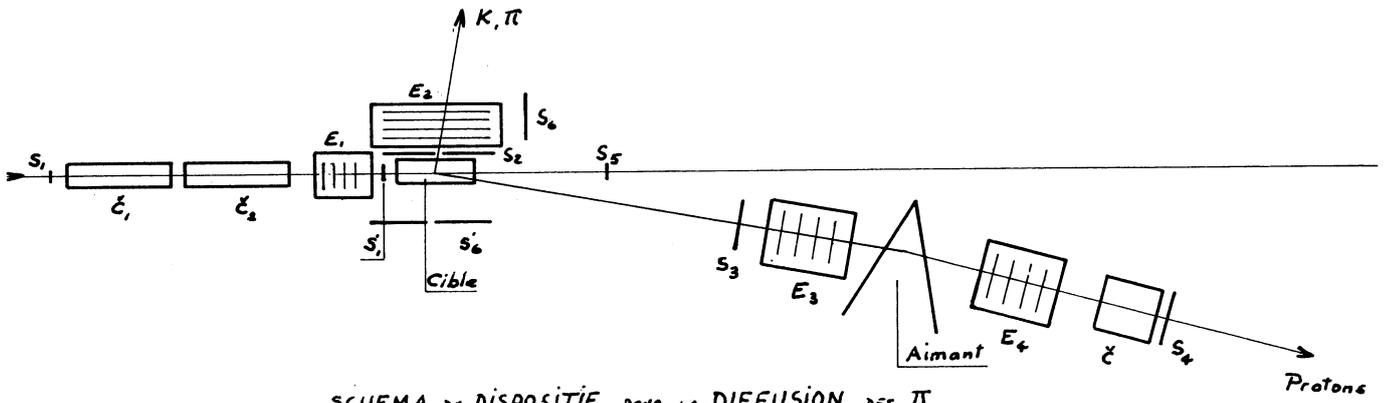
Le travail présenté ici montre comment une étude précise de la cinématique des diffusions à grands transferts d'impulsion permet d'éliminer une partie des événements inélastiques et de calculer pour le reste une valeur raisonnable de la contamination.

Nous avons présenté un ensemble de nos premiers résultats de calculs au cours desquels nous n'avons examiné que quelques cas jugés particulièrement redoutables. Des calculs numériques sont en cours, dans la même optique, pour voir l'influence des erreurs sur les paramètres d'entrée, ou de la variation des masses des isobares.

Nous remercions le Docteur F.H. Schmidt de l'aide qu'il nous a apporté par ses conseils et ses suggestions.

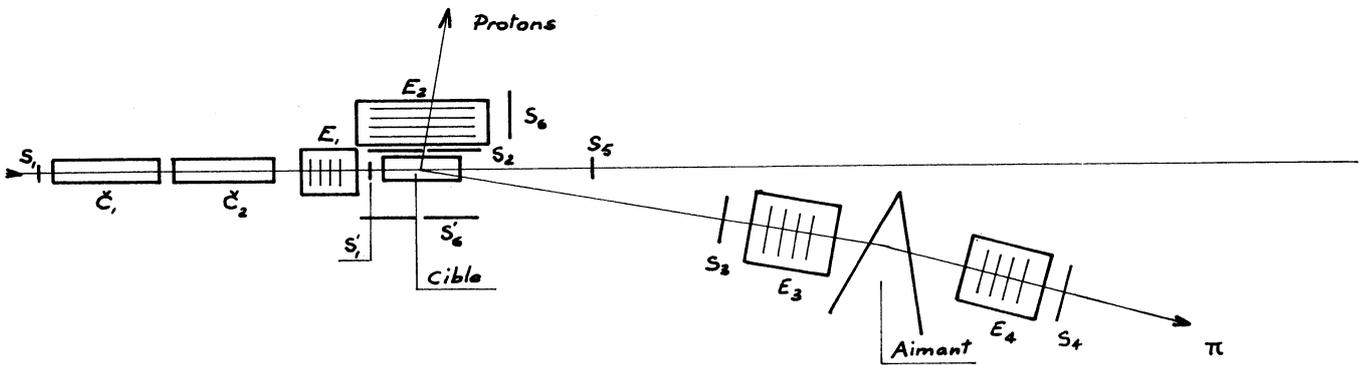
REFERENCES

- 1) CERN-Ivry, An apparatus for the study of elastic scattering at momentum transfer, NP/Int./63-8 (1963).
- 2) J. Banaigs et al., Nucl.Instr. and Methods 26, 137 (1964).
- 3) C. Bonnel, Cinématique inélastique dans l'espace CERN 64-8 (1964).
- 4) A. Citron, Programme Mercury 1417 P6 (Inelastic Kinematics).
- 5) CERN-Ivry, Un dispositif expérimental pour l'étude de la diffusion élastique à grand transfert par interaction forte, NP/Int./12.6.63.



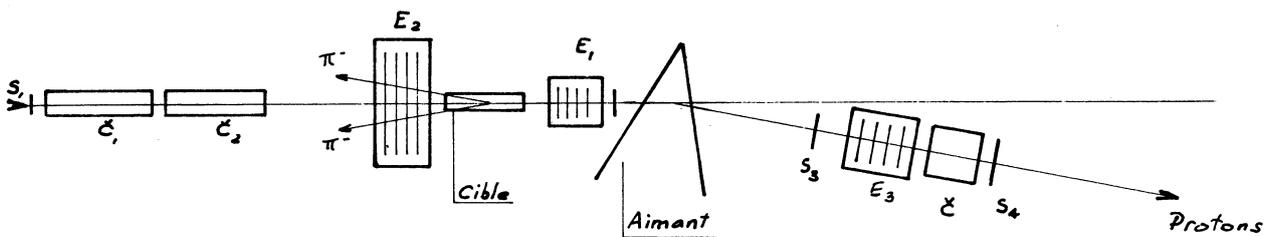
SCHEMA DE DISPOSITIF POUR LA DIFFUSION DES  $\pi$   
OU DES K SOUS GRANDS ANGLES

fig. 1 a



SCHEMA DU DISPOSITIF POUR LA DIFFUSION DES  $\pi$   
SOUS FAIBLES ANGLES

fig 1 b



SCHEMA DU DISPOSITIF POUR LA DIFFUSION DES  $\pi^-$   
EN ARRIERE

fig. 1 c

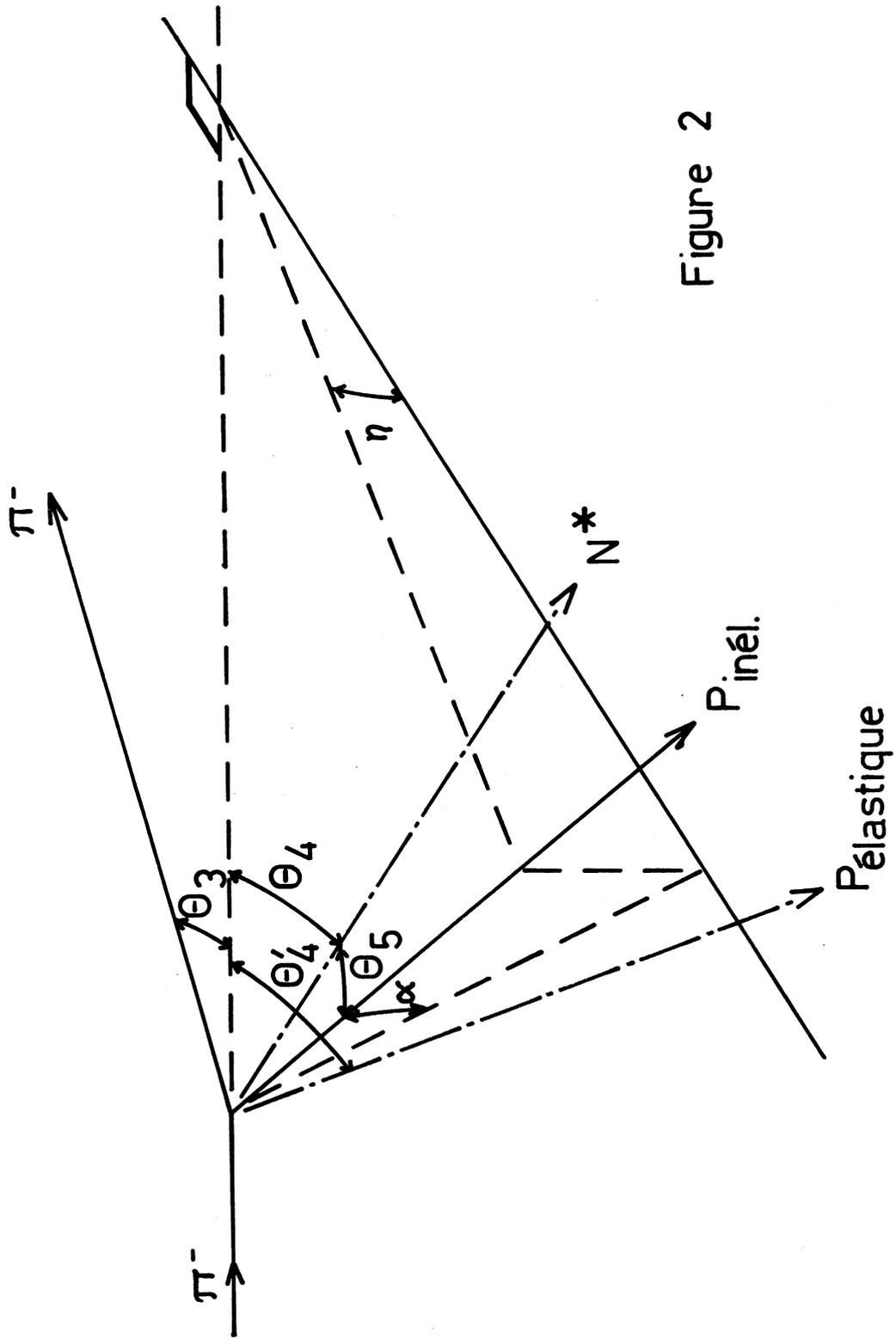


Figure 2

Figure 3

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
impulsion initiale 7 Gev/c  
angle de diffusion  $89^\circ$

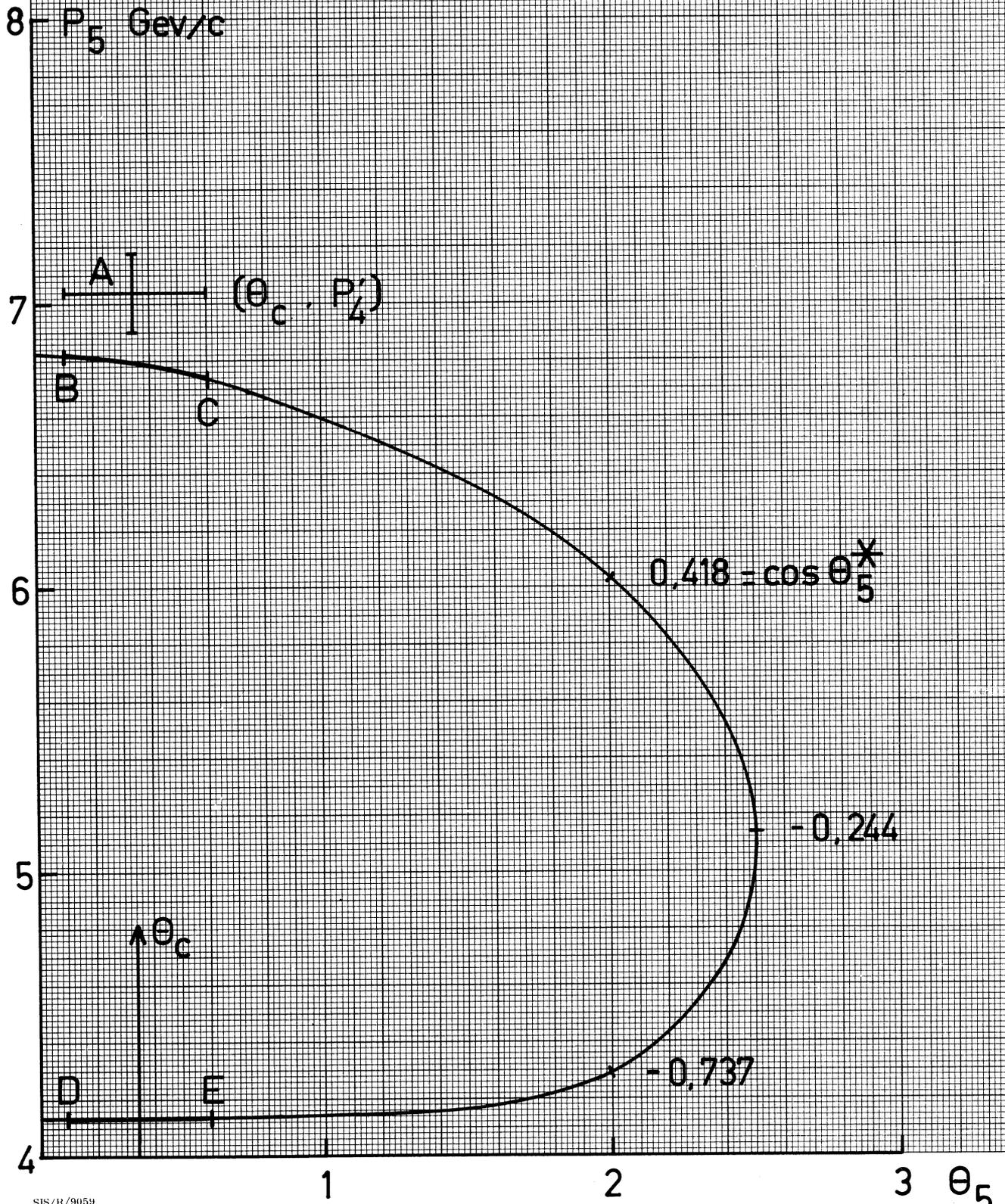


Figure 4-1

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
impulsion initiale 1 Gev/c

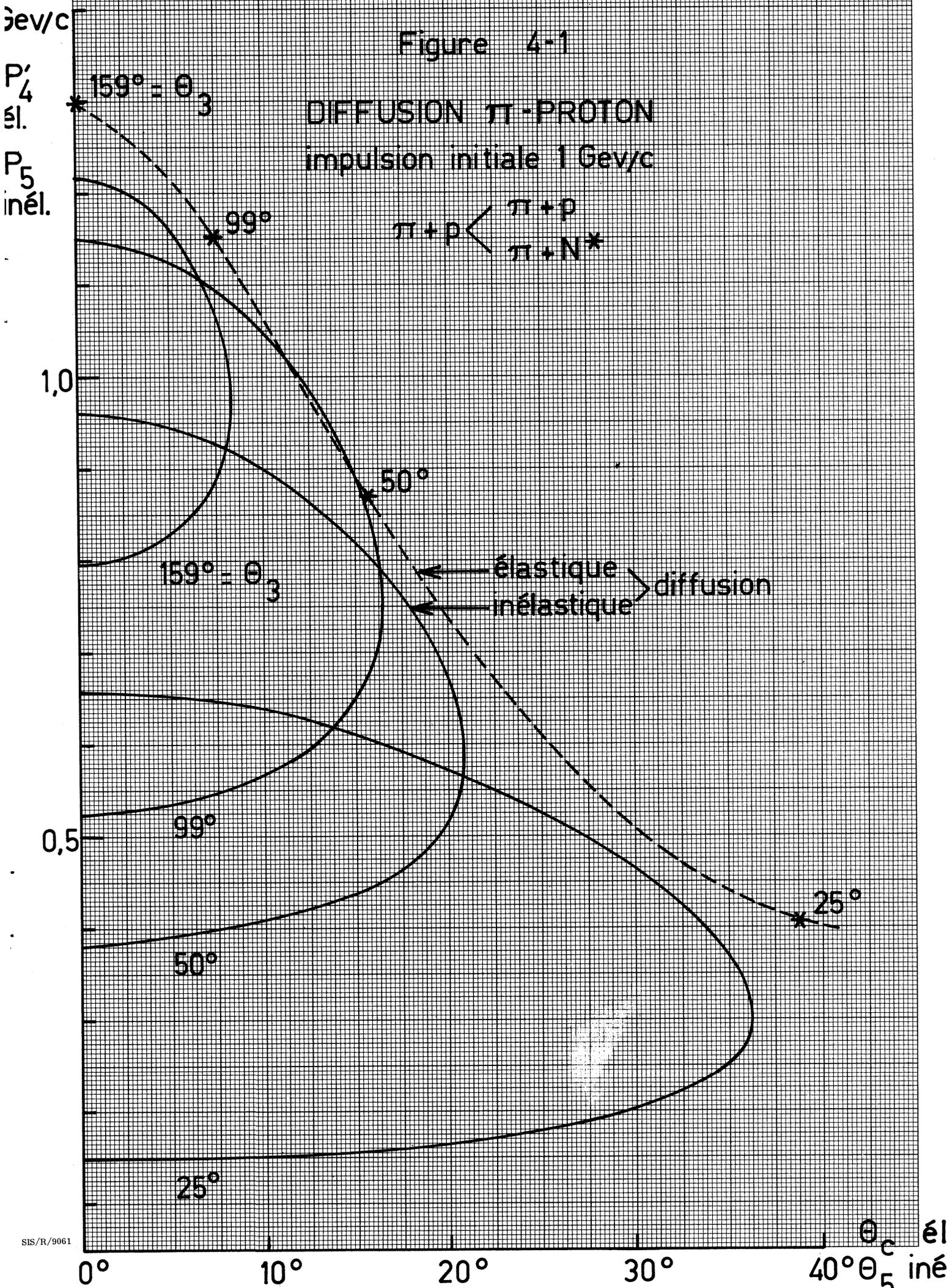


Figure 4-1

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
impulsion initiale 3 Gev/c

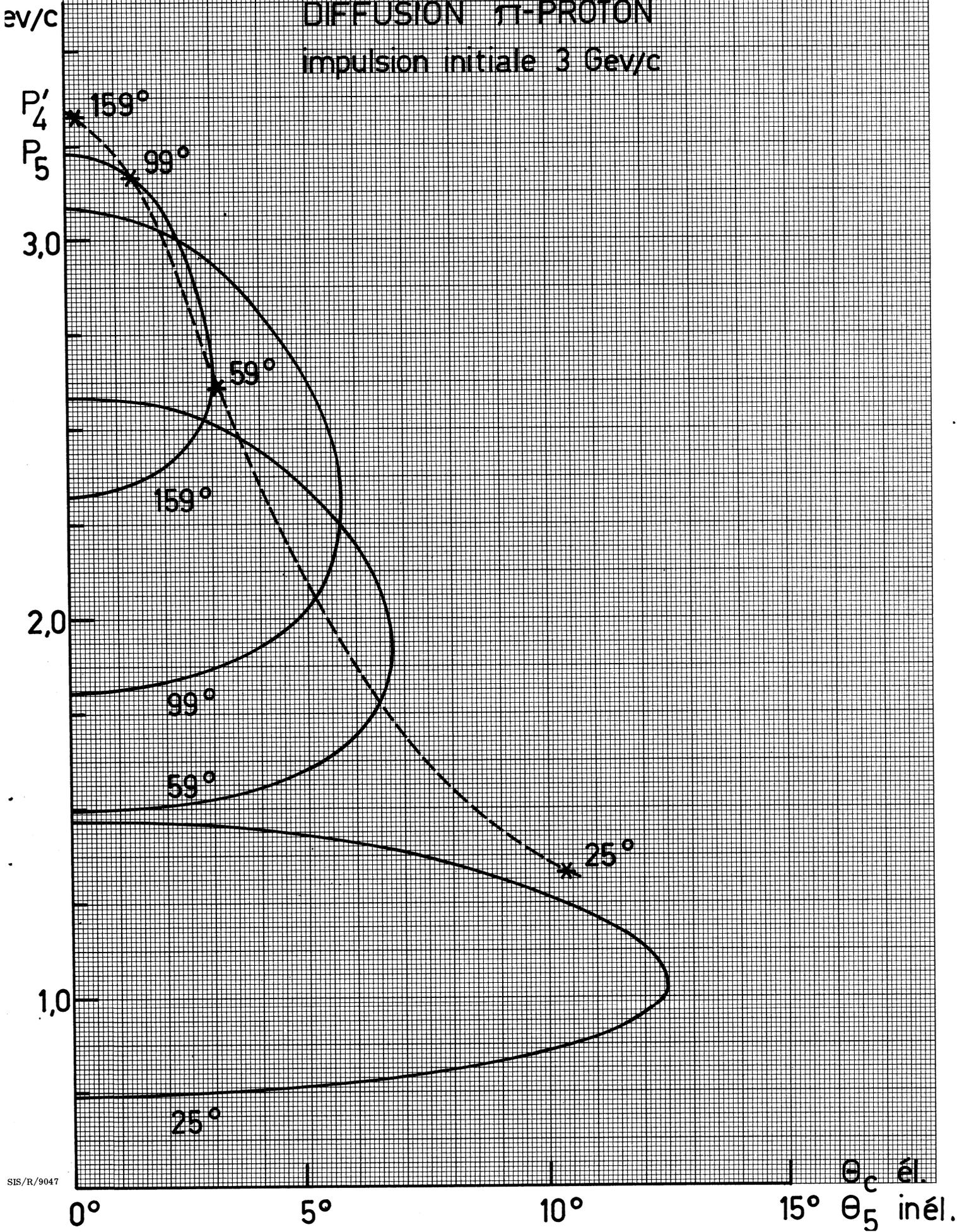
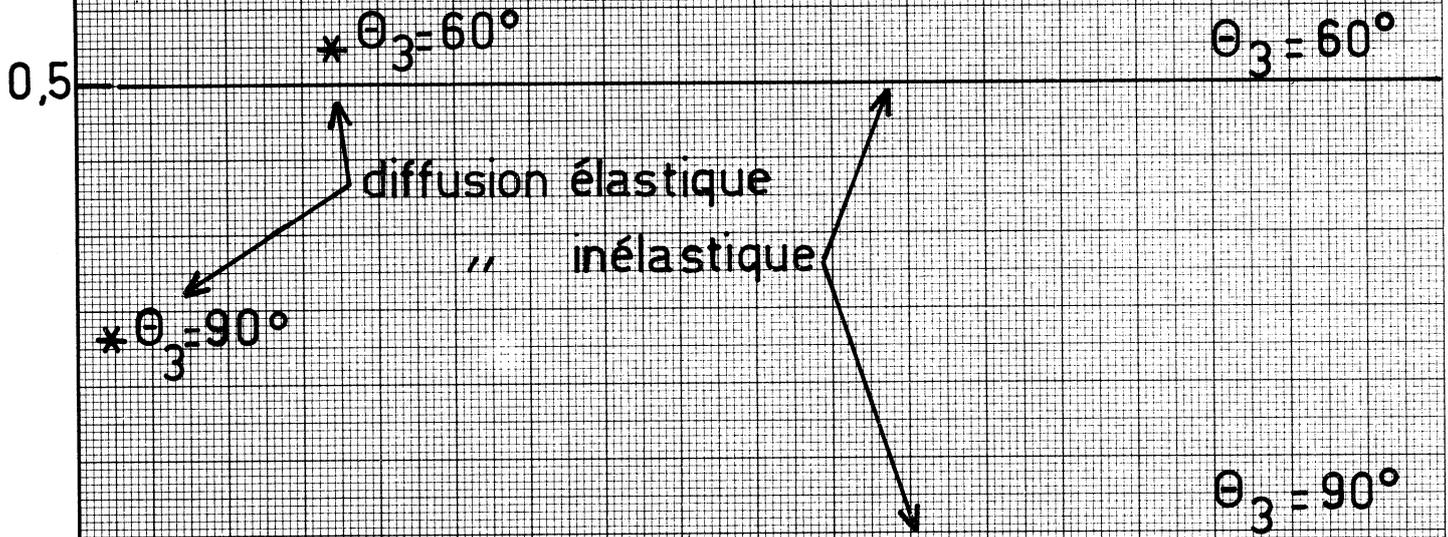


Figure 5-1

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
impulsion initiale 1Gev/c



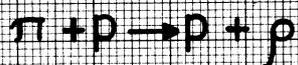
$P_3$  impulsion du proton  
Gev/c



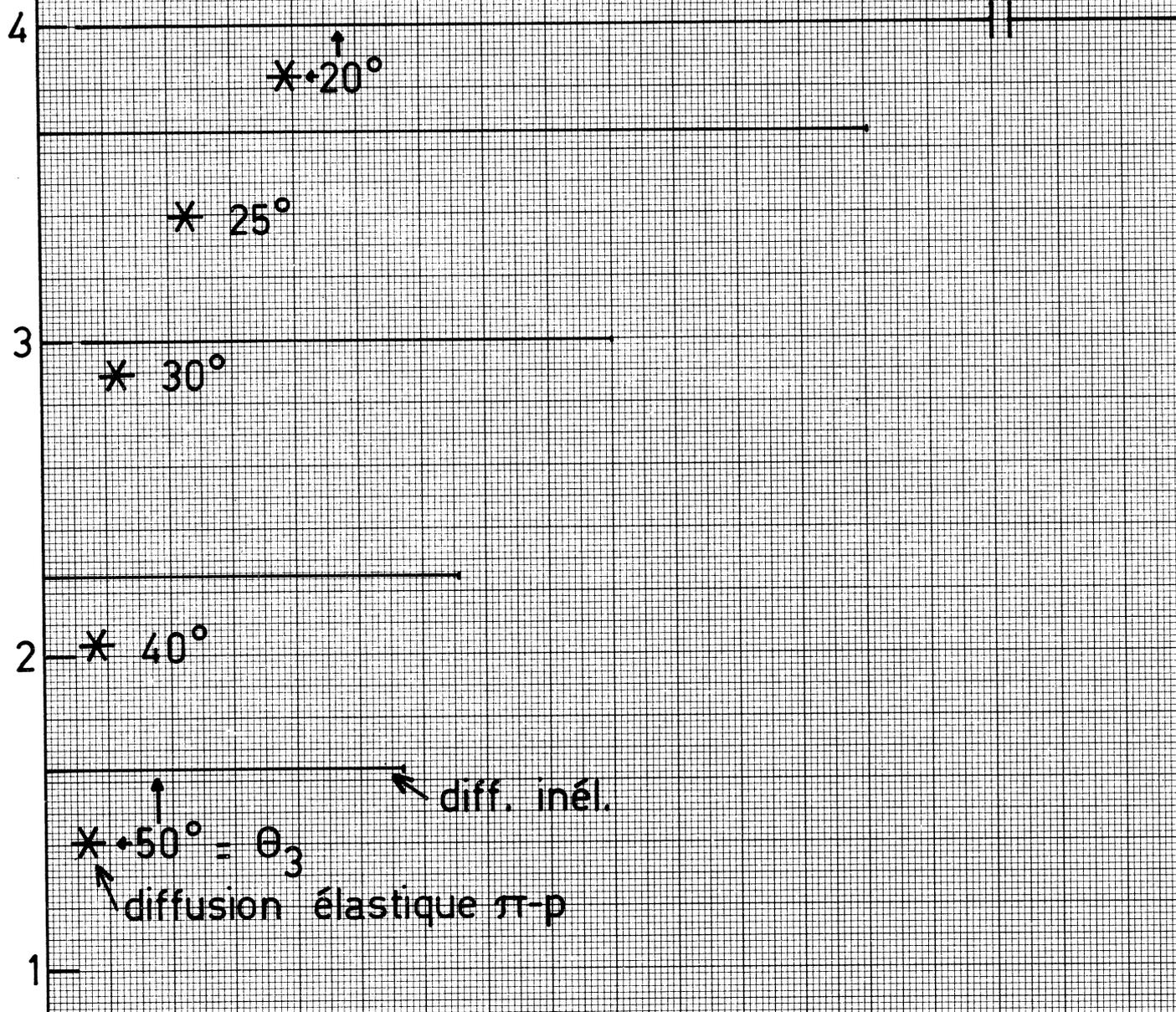
inél.  $\theta_5$   
él.  $\theta_c$

Figure 5-2

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
impulsion initiale 5 Gev/c



$P_3$   
ev/c



$\uparrow$   
\*  $50^\circ = \theta_3$   
diffusion élastique  $\pi$ -p  
 $\leftarrow$  diff. inél.

él.  $\theta_c$   
inél.  $\theta_5$

COEFFICIENT de CONTAMINATION  
analyse angulaire seule

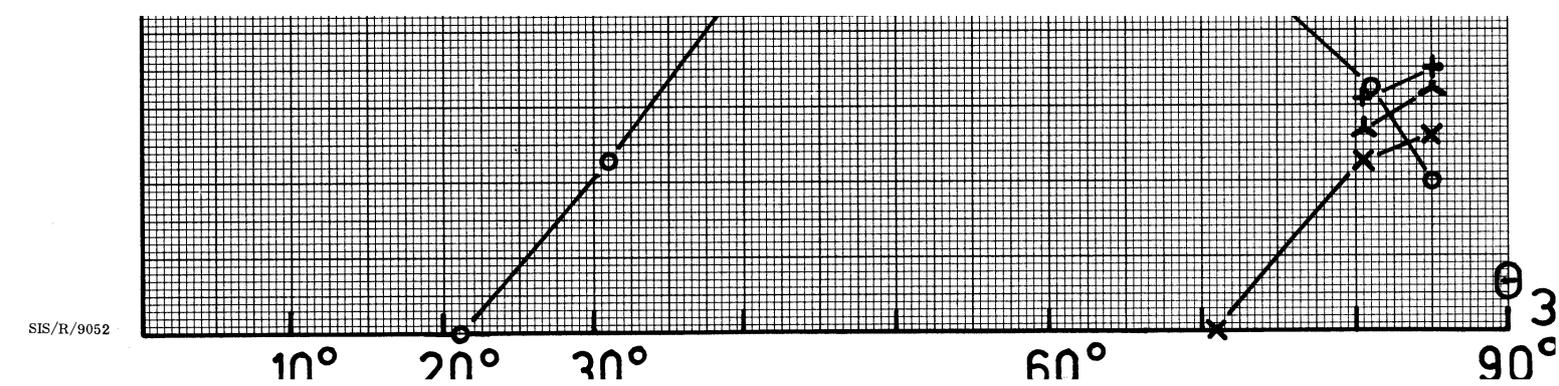
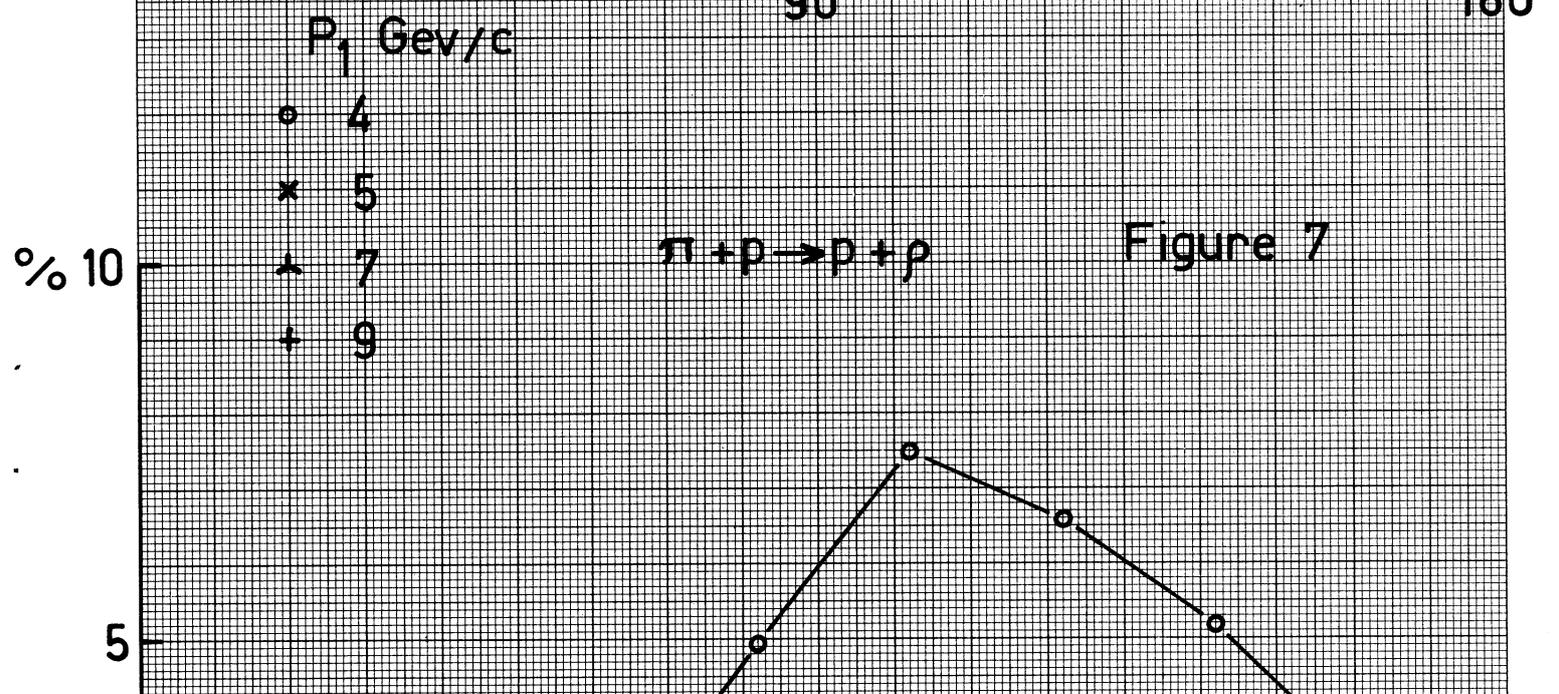
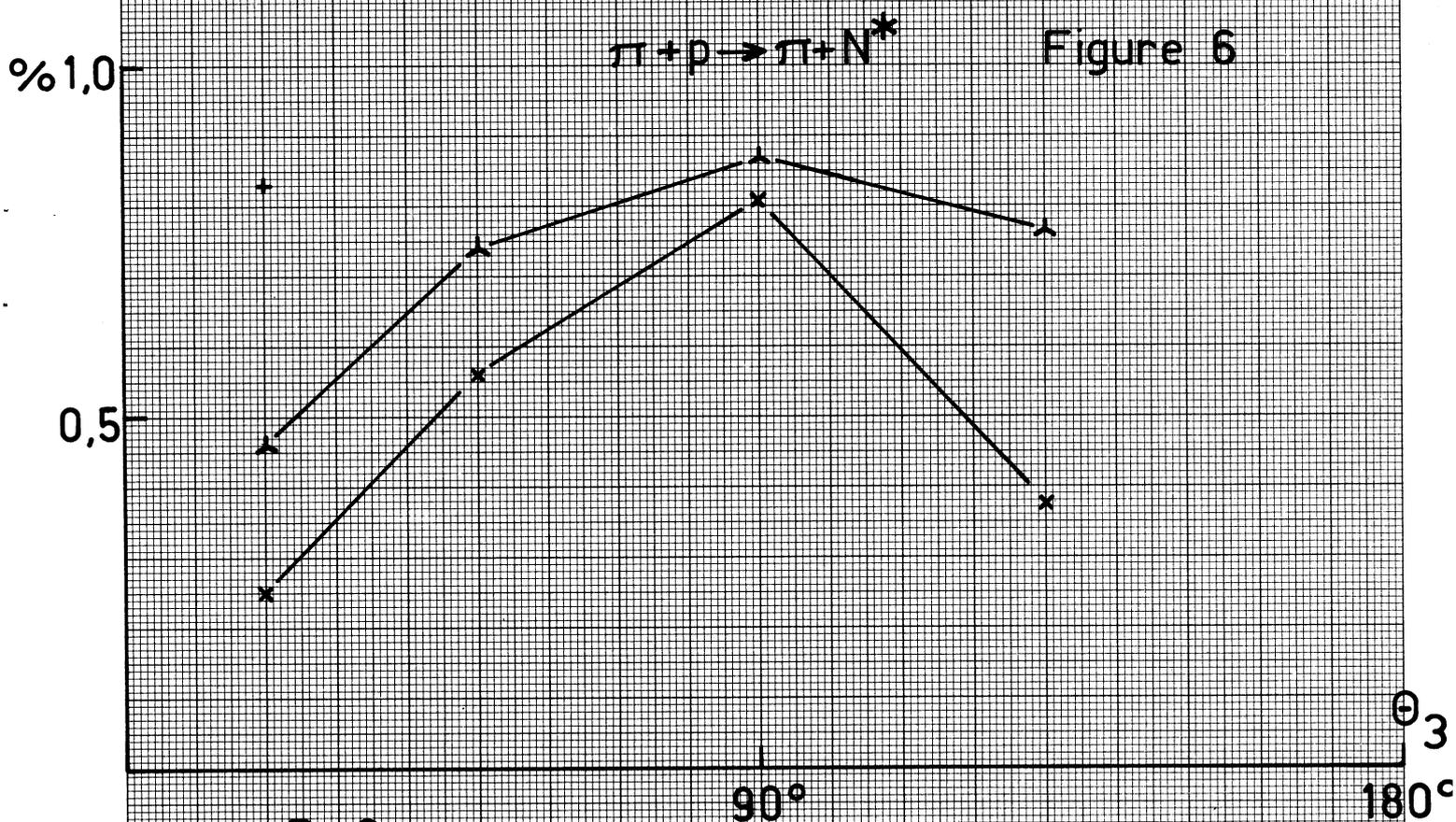
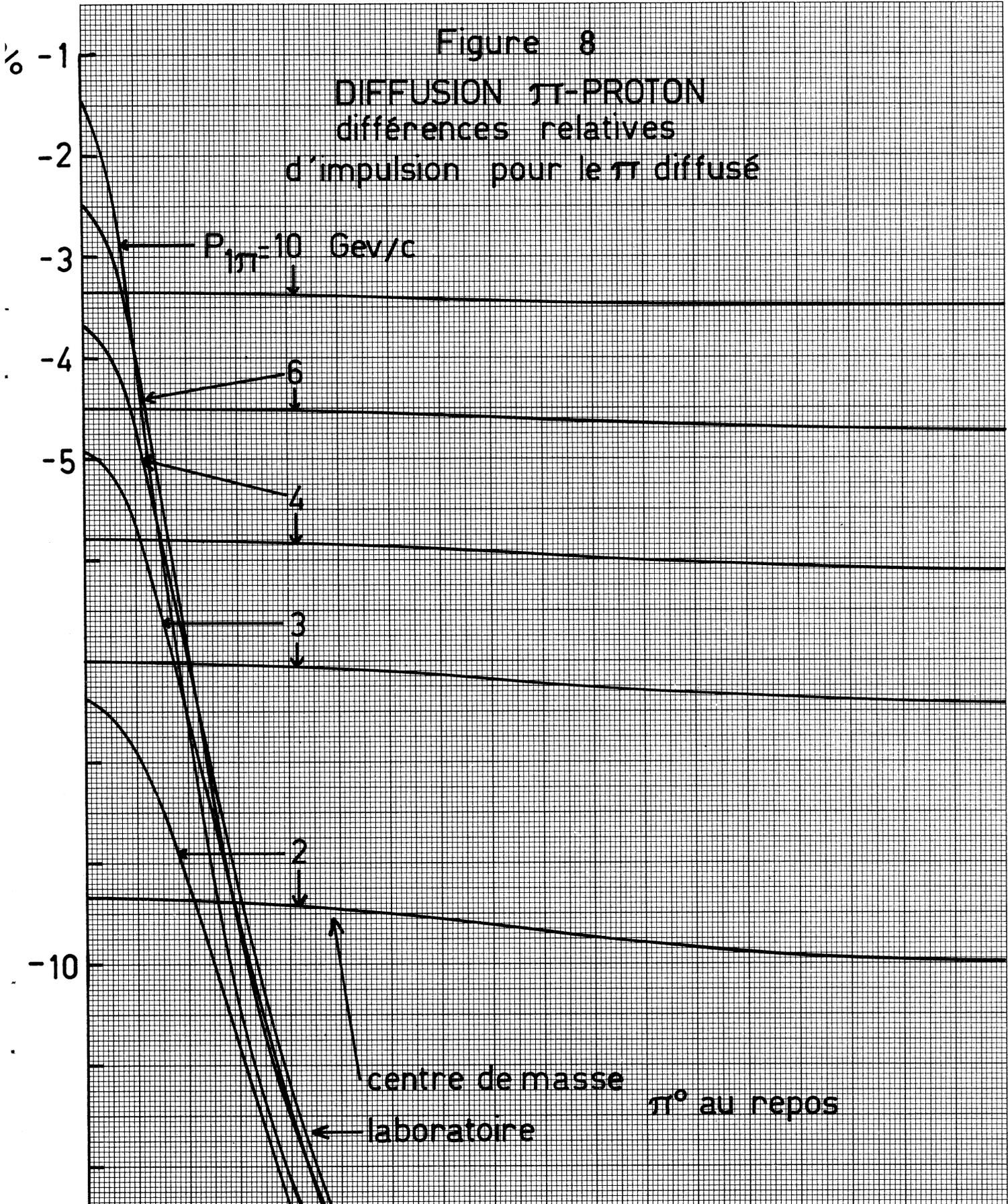


Figure 8

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
différences relatives  
d'impulsion pour le  $\pi$  diffusé



centre de masse

$\pi^0$  au repos

laboratoire

Figure 9

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
 $\pi$  diffusé

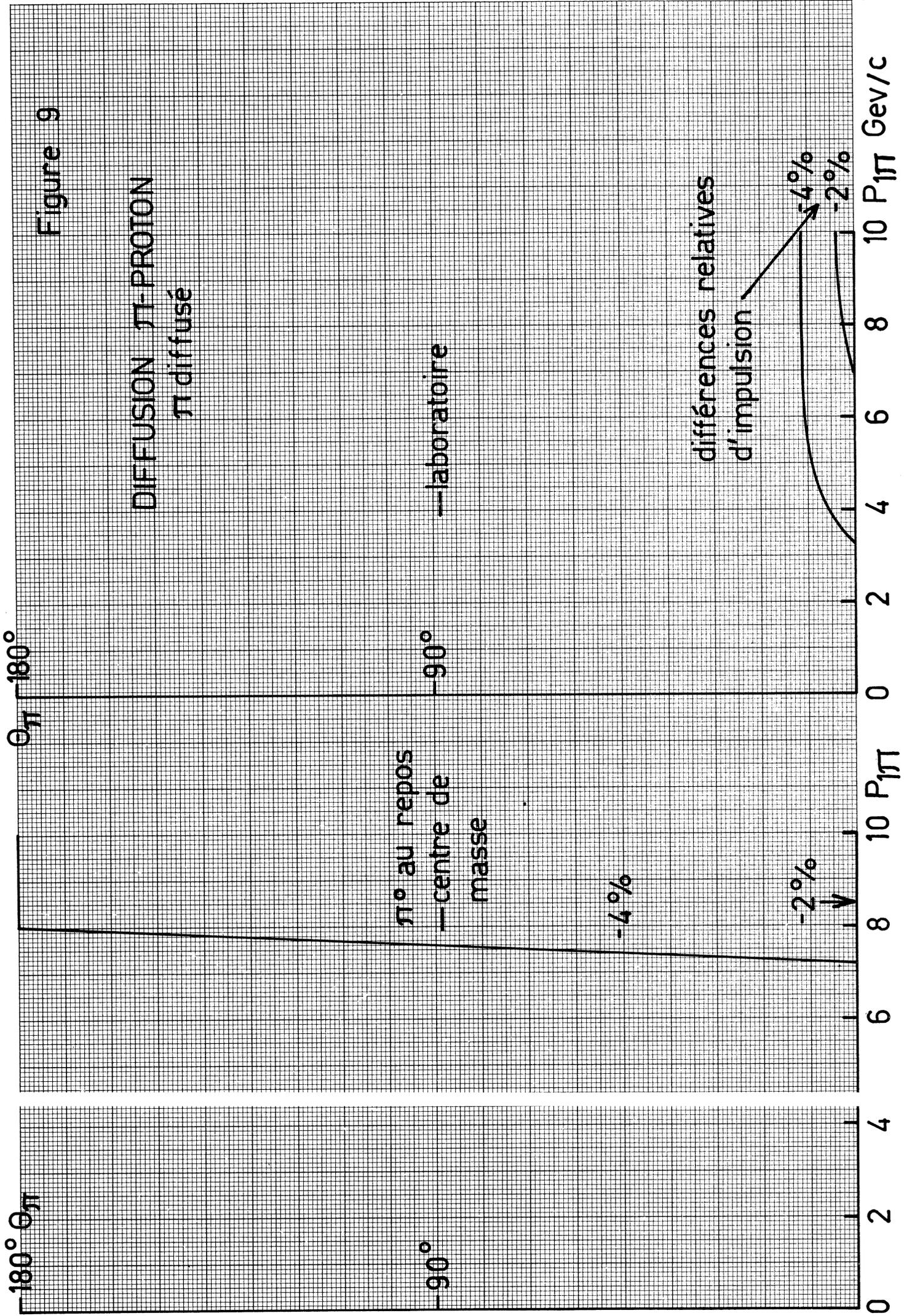


Figure 10

DIFFUSION  $\pi$ -PROTON

différences relatives d'impulsion  
pour le proton diffusé

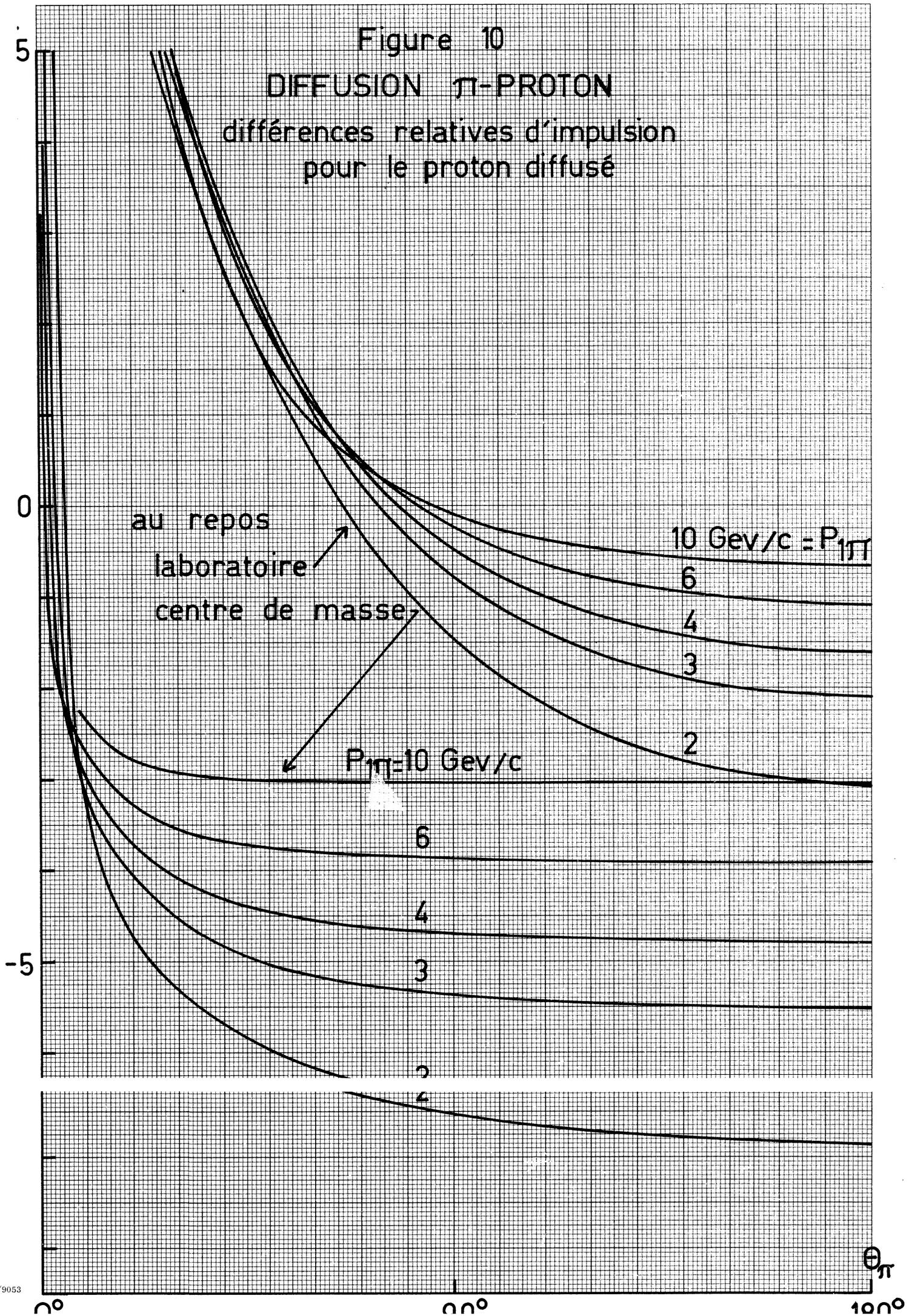
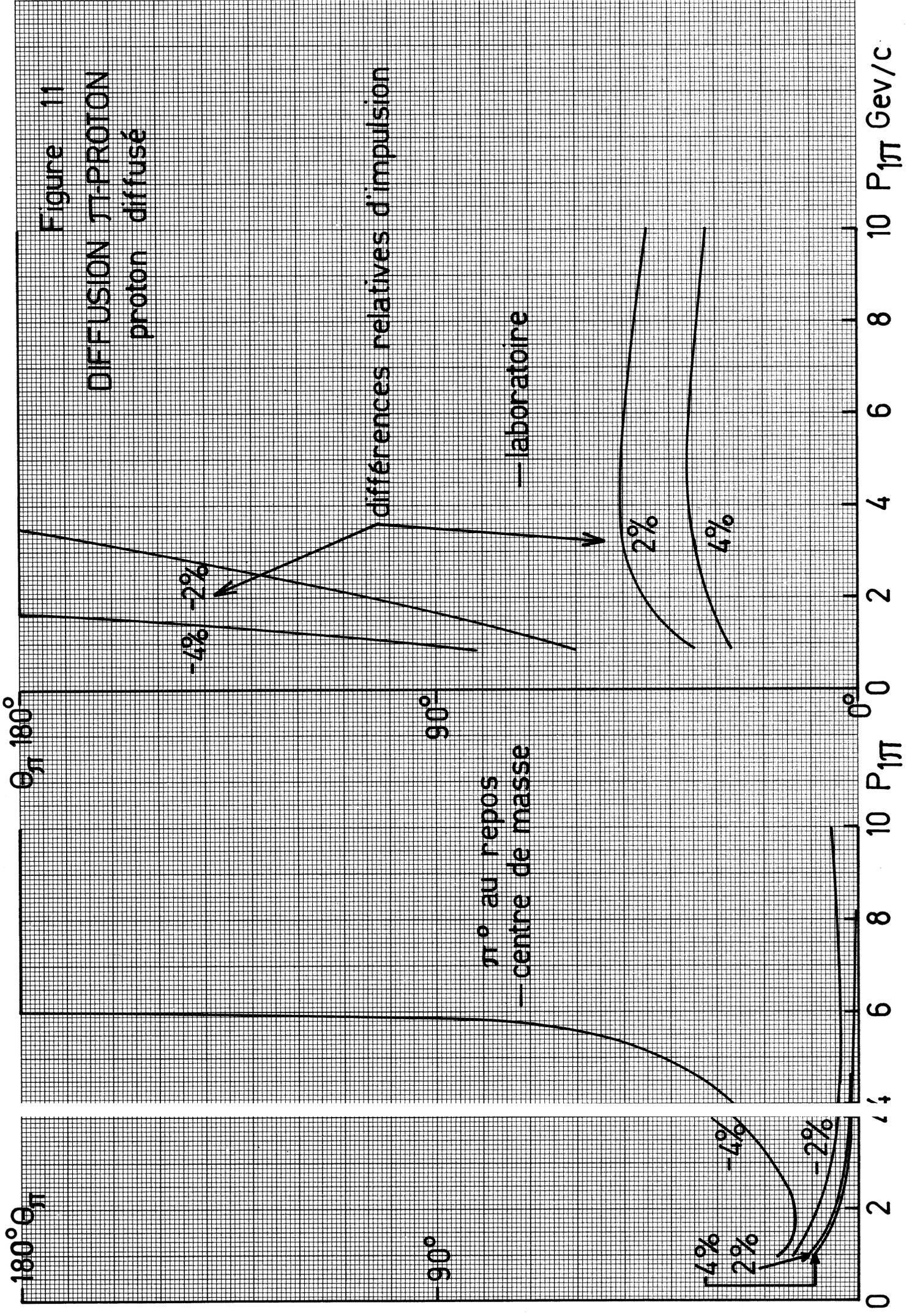


Figure 11  
 DIFFUSION  $\pi$ -PROTON  
 proton diffusé



# PROTON DIFFUSE

différence d'angle

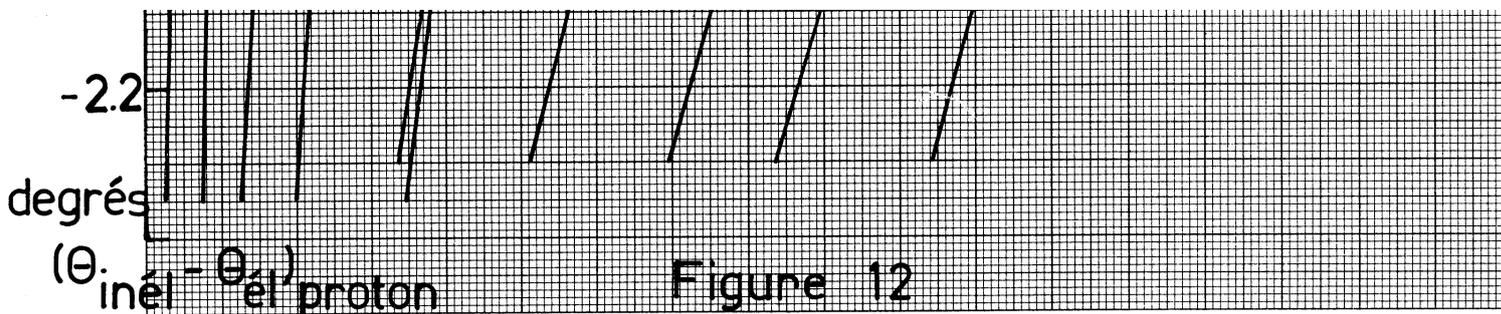
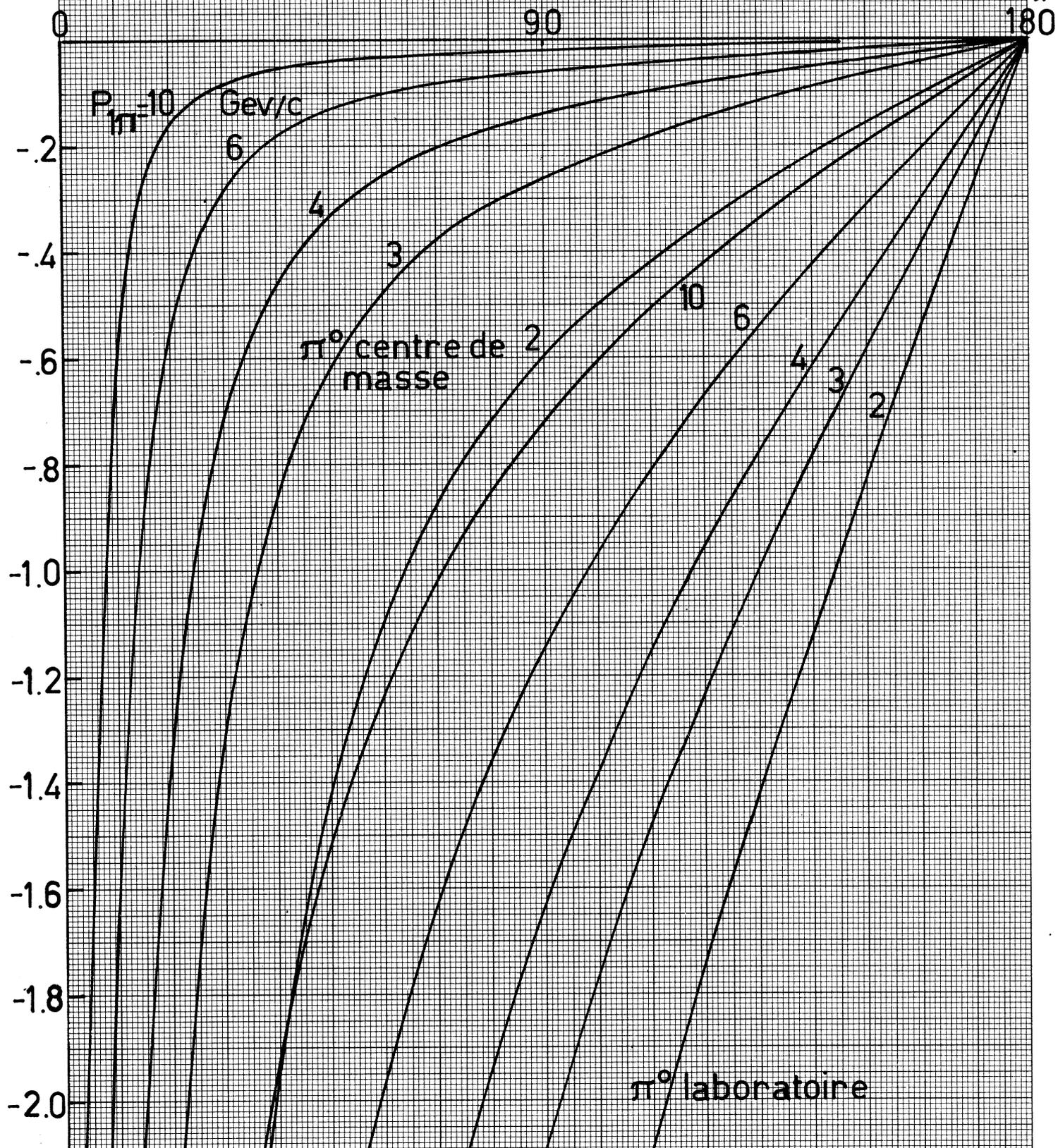


Figure 12

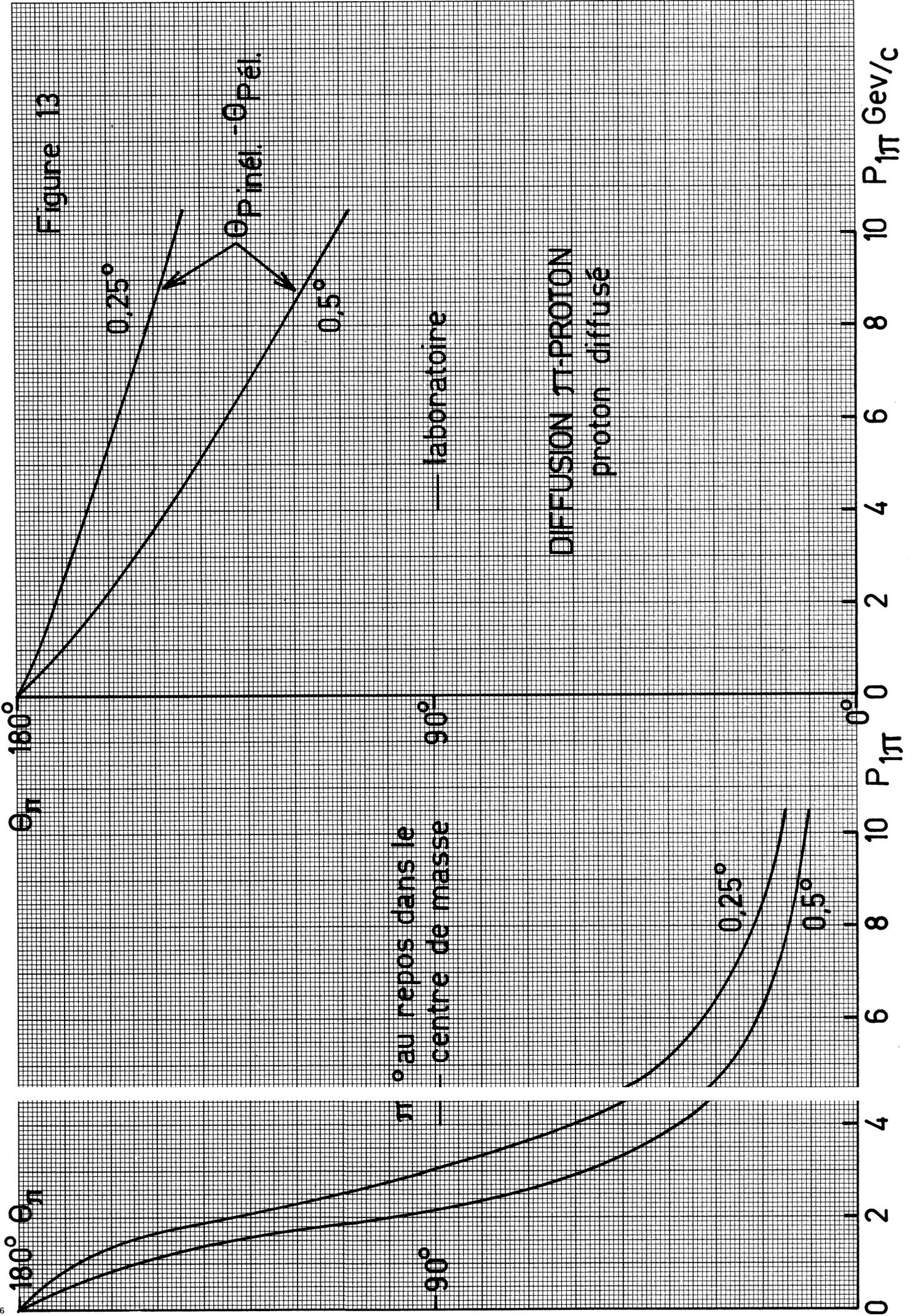
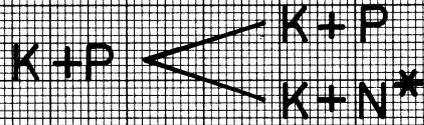


Figure 14

DIFFUSION K-PROTON  
impulsion initiale 7 Gev/c



impulsion  
du proton  
4  
Gev/c

diffusion élastique  
diffusion inélastique  
 $\theta_3 = 25^\circ$

3

2

1

1°

2°

3°

$\theta_c$  él.  
4°  $\theta_c$  inél

