

RESULTATS PRELIMINAIRES D'UN DETECTEUR DE PROFIL PAR IONISATION

J. Bosser, L. Burnod, J. Camas, G. Ferioli, J. Mann

## 1. Principe

Un détecteur basé sur l'ionisation du gaz résiduel par le faisceau a été installé dans le SPS en janvier 1980 (position 51799,  $\beta_H = 94$  m,  $\alpha_p = 0$ ).

Deux électrodes horizontales situées de part et d'autre de la chambre à vide créent un champ électrique pour collecter les électrons ionisés par le faisceau dans le gaz résiduel (fig. 1a). L'électrode à bas potentiel est constituée par un anneau de garde entourant N bandes parallèles à l'axe du faisceau.

Ces N bandes sont reliées chacune à un intégrateur de charge (fig. 1b). On peut ainsi par intégration et multiplexage reproduire un profil à N canaux, de la même manière que ceux obtenus à partir des grilles à émission secondaire des lignes de transfert.

Un champ magnétique parallèle au champ électrique permet de localiser la zone d'émission des électrons.

Dans le cas où le nombre d'électrons ionisés serait trop faible, on aurait recours à une amplification à l'aide d'une galette à micro-canaux (réf. 1).

## 2. Conditions de l'expérience

Avec les conditions locales de vide ( $\sim 10^{-7}$  T) et d'intensité du SPS pour la physique sur cibles fixes ( $> 10^{13}$  ppp), le détecteur fonctionne sans galette amplificatrice.

La grille a les caractéristiques suivantes :

N = nombre de bandes = 16  
l = largeur d'une bande = 1 mm  
r = résolution = distance entre deux bandes = 1,5 mm  
L = longueur utile de collection d'une bande = 5 cm  
C = 47 pf = capacité de charge de chaque intégrateur  
D = distance entre les deux électrodes = 5 cm  
V<sub>a</sub> = tension entre les électrodes variable jusqu'à 6000 V  
B = champ magnétique réglable mais fixé à 0,05 T pendant cette expérience. Ce champ créé par un dipôle est évidemment compensé par un second dipôle en sens opposé de façon à réaliser  $\int B dl = 0$ .

Le traitement électronique permet, à partir d'un instant quelconque du cycle, de procéder à une intégration des charges pendant 100 ms. Les tensions électriques résultant de l'intégration sont converties et acquises par ordinateur qui trace le profil et détermine plusieurs paramètres.

On peut également procéder à un affichage direct sur oscilloscope de plusieurs profils dans le cycle. L'évolution dans le temps du faisceau est ainsi facilement observable (fig. 2).

### 3. Résultats

#### 3.1 Mesure du nombre d'électrons recueillis

Le nombre d'électrons N<sub>e</sub> émis par ionisation avait été estimé (réf. 1).

$$N_e = 5 \times 10^4 \text{ e}^-/\text{s.cm}$$

pour 10<sup>11</sup> protons circulant et une pression de 10<sup>-9</sup> T. Ramené à 10<sup>13</sup> ppp et 2x10<sup>-7</sup> T (pression mesurée pendant l'expérience par la pompe voisine VPSA 51797), ce nombre vaut :

$$N_e = 1 \times 10^9 \text{ e}^-/\text{s.cm.}$$

Le nombre mesuré d'électrons N<sub>m</sub> est obtenu à partir de la quantité de charges recueillies par les 16 canaux. On admet une efficacité de collection de 100 % pour ces dimensions et pour cet écartement entre bandes. La valeur des intégrateurs étant convertie directement en tension après multiplexage, la somme digitale des canaux 'Σ' correspond à une charge Q telle que :

$$Q = C \times b \times \Sigma$$

b étant la valeur de tension en Volt correspondant à 1 bit,  $b = \frac{10}{2048} \text{ V}$   
Σ est calculé à chaque acquisition.

Par exemple, la fig. 6 donne : Σ = 3644

$$Q = \frac{47 \times 10^{-12} \times 10 \times 3644}{2048} = 0.84 \times 10^{-9} \text{ C}$$

pour une intensité I = 1,75 x 10<sup>13</sup> (voir fig. 6).

Ainsi, 
$$N = \frac{0.84 \times 10^{-9}}{1,75 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 3.10^9 \text{ e}^- \text{ pour } 10^{13} \text{ ppp et pour } 100 \text{ ms}$$

soit 
$$N_m = 3.10^9 \times 10/5 = 6.10^9 \text{ e}^-/\text{s.cm.}$$

Il apparaît une bonne relation entre les estimations théoriques  $N_e$  et les relevés pratiques  $N_m$ .

Le rapport du nombre d'électrons recueillis sur l'intensité du faisceau de protons a été mesuré en fonction de la tension déflectrice  $V_a$  (fig.1).

La figure 3 indique l'évolution de ce rapport. Au delà d'une tension de 6000 V un effet de saturation est observé. Toutefois à l'énergie considérée (400 GeV) les électrons libérés ont une assez grande probabilité d'avoir une énergie élevée ce qui nécessite de fortes tensions  $V_a$  pour les collecter. Il faut donc s'attendre à un accroissement du nombre d'électrons recueillis lorsque  $V_a$  augmente.

### 3.2 Profils

Les figures 4, 5 et 6 donnent l'allure des profils obtenus à l'injection à 250 et 400 GeV respectivement.

A l'observation de ces tracés il est évident que le réseau d'anode actuel :

- n'est pas assez large pour faire une mesure complète à basse énergie (manque d'anodes)
- n'a pas une résolution suffisante à haute énergie (intervalle entre deux feuilles : 1,5 mm).

### 3.3 Estimation de la position horizontale

Pour apprécier la précision de la moyenne du profil on a déplacé localement le faisceau. Cette opération s'est effectuée à basse énergie et le profil a été mesuré simultanément avec la position du faisceau donné par la pick-up (BPH 5.18) située à côté du détecteur.

Le faisceau recouvrant une surface supérieure à la grille, l'estimation du déplacement est faite à partir du maximum de la courbe de profil.

Les figures 7, 8 et 9 correspondent à :

fig. 7 : position P-U : -0,2 mm; No grille max : 10

fig. 8 : position P-U : +9,2 mm; No grille max : 4

fig. 9 : position P-U : -7,9 mm; No grille max : 15.

A noter que le détecteur n'est pas absolument centré, le zéro de la pick-up correspondant à - 2,25 mm sur le détecteur.

La figure 10 indique la relation entre les positions indiquées par la pick-up et le détecteur. On observe que l'on a un rapport égal à l'unité entre les déplacements sur le 'BP' et le détecteur.

### 3.4 Influence de la position verticale

Le faisceau a également été déplacé verticalement de  $\pm 3$  mm.

L'influence sur le nombre de charges collectées est négligeable et sur le profil non discernable.

### 3.5 Estimation de l'écart-type du profil

La mesure de l'écart type  $\sigma_m$  a été effectuée comparativement avec les mesures du détecteur par lumière synchrotron (réf. 2) site à  $\beta_H = 30$  m.

Les mesures s'effectuant à haute énergie, le manque de résolution du détecteur ainsi que le bruit de fond sensible sur les feuilles extérieures, amènent des erreurs non négligeables.

Pour l'estimation de l'écart-type nous avons tracé la fonction de répartition sur du papier gaussien:linéaire.

La figure 11 représente le cas du profil obtenu sur la fig. 6 donc à 400 GeV. On voit que les points à 90 % et 10 % relatifs à  $1,29 \sigma_m$  et  $-1,29 \sigma_m$  correspondent à 3,7 feuilles. Ainsi :

$$2,58 \sigma_m = 3,7 \times 1,5 \text{ mm}$$

$$\sigma_m = 2,15 \text{ mm.}$$

La mesure effectuée avec lumière synchrotron donne  $\sigma_s = 0,88$  mm ce qui donne, ramené au détecteur,

$$\sigma_s = 0,88 \sqrt{\frac{94}{30}} = 1,55 \text{ mm.}$$

Le tableau ci-après donne les valeurs des  $\sigma$  à quelques énergies.

$E_{\text{GEV}}$	$\sigma_m$ mm	$\sigma_s$ mm
400	2,15	1,55
302	2,28	1,63
250	2,47	1,84

## 5. Conclusions

Il apparaît, en première analyse, que ce type de détecteur donne des résultats satisfaisants. Il convient de souligner qu'il est non interceptif. De plus l'électronique associée étant simple et peu coûteuse, ce détecteur peut être d'un emploi constant à n'importe quelle énergie durant tout le cycle.

Son utilisation dans le cadre de la physique actuelle (vide  $10^{-7}$ , faisceau d'environ à  $10^{13}$  p) ne doit représenter aucune difficulté.

Il reste à envisager l'expérience  $p\bar{p}$  où la réduction du nombre d'électrons générés est sensible (un facteur  $10^4$ ). L'emploi d'une galette à micro-canaux est nécessaire. Dans ce cas un gain de 1000 et une durée d'intégration de une seconde doit compenser la réduction évoquée. Le fait de pulser la haute tension  $V_a$  ou celle de la galette devrait permettre la distinction entre les faisceaux  $p$  et  $\bar{p}$ .

## REFERENCES

1. J. Bosser, L. Burnod. Projet d'un détecteur de profil. SPS/ABM/JB/ Rapport 78-3.
2. R. Bossart et al. Premières mesures de profil utilisant la lumière synchrotron. SPS Improvement Report No. 165.

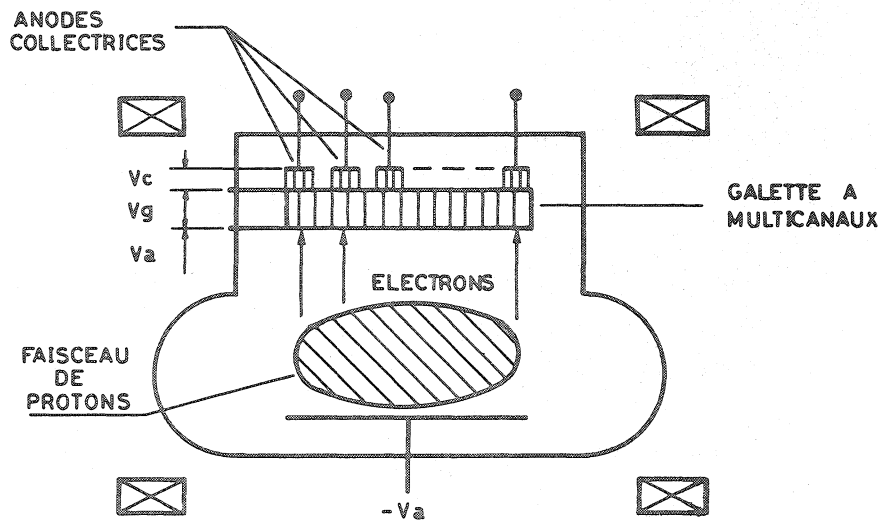


FIG : 1a  
 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT  
 DE DETECTEUR

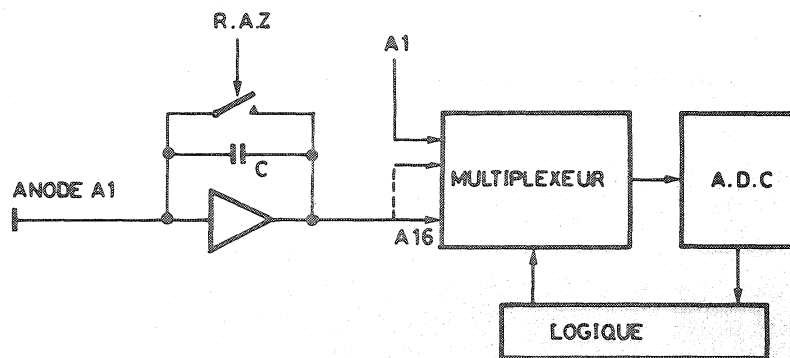


FIG = 1b  
 INTEGRATION ANALOGIQUE

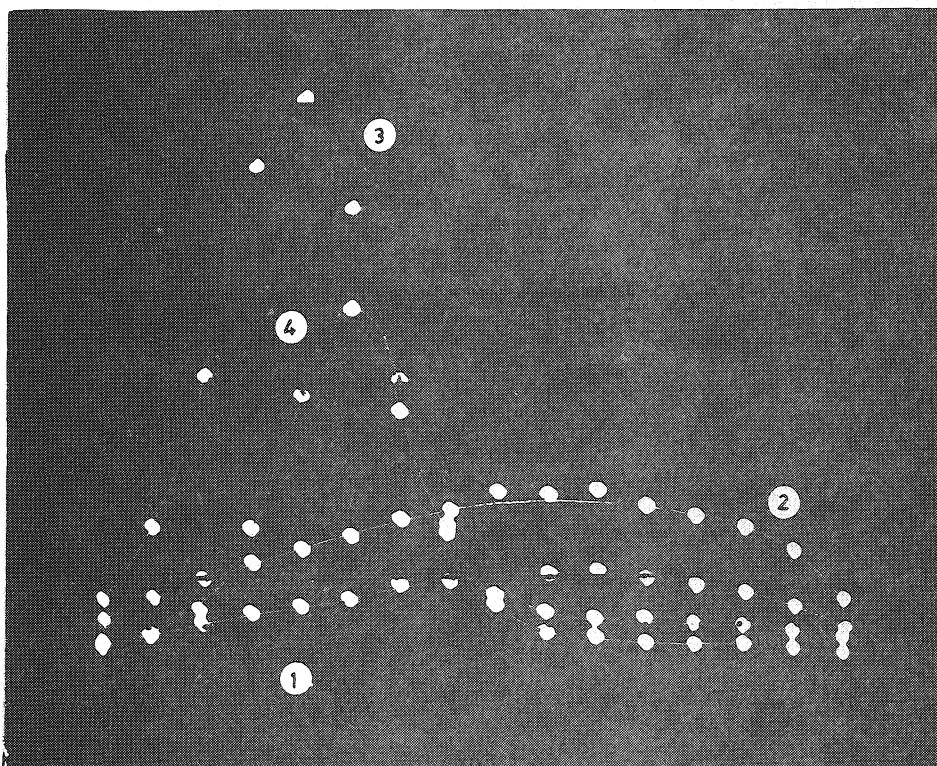


FIG : 2  
 PHOTOS DE PROFILS

- ④ 400 GeV
- ③ 220 GeV
- ② 10 GeV après la 2<sup>ème</sup> injection
- ① 10 GeV après la 1<sup>ère</sup> injection

SOMME DES CANAUX /  $I_p$  en  $10^{10}$

TUNING = 7000 MHz ; TEMPS ACO = 1000 ns

• SANS CHAMP MAGNETIQUE

• CHAMP MAGNETIQUE DE 500 GAUSS

SOMME /  $I_p$  en  $10^{10}$

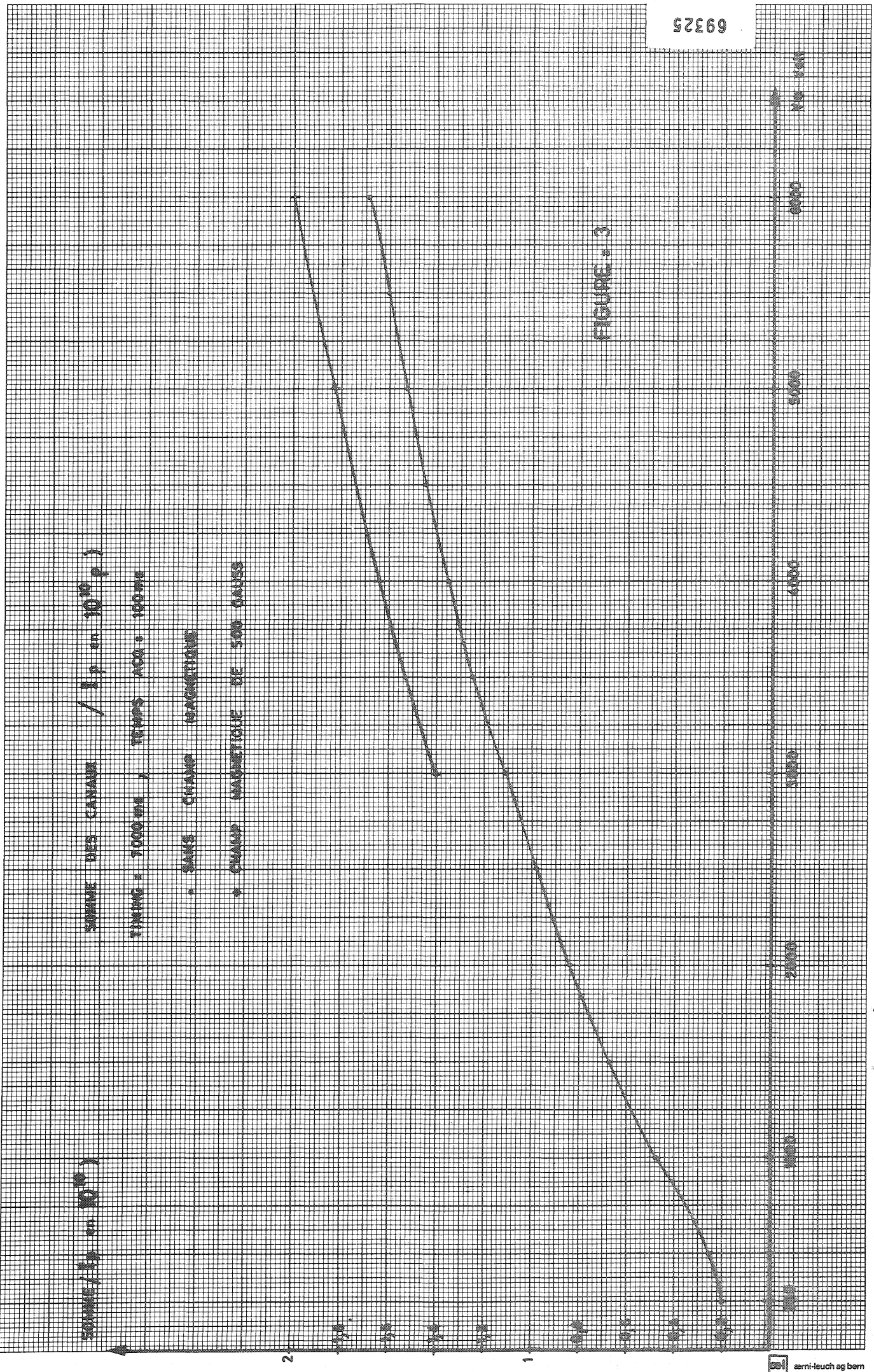


FIGURE 3

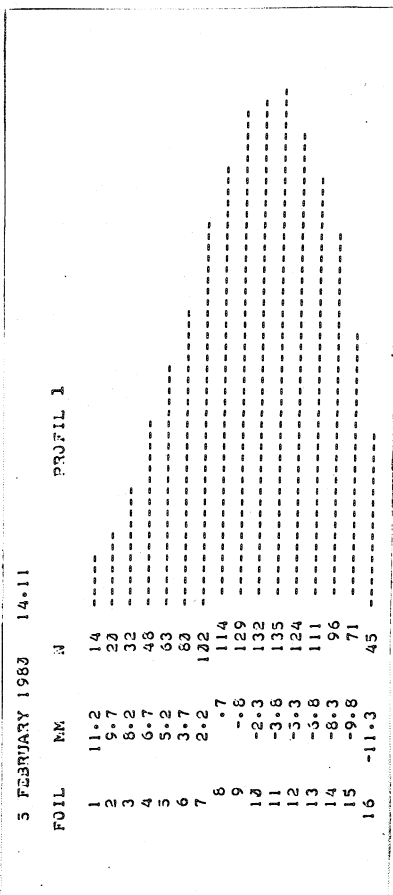


FIG. 4  
Profil à l'injection

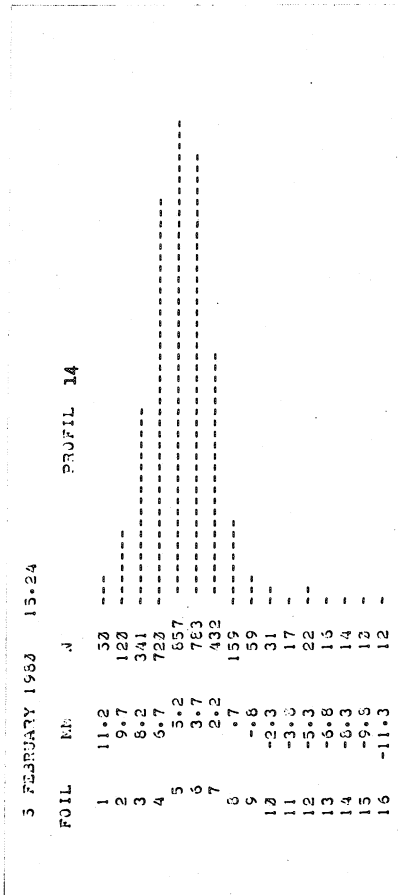


FIG. 5  
Profil à 250 GeV

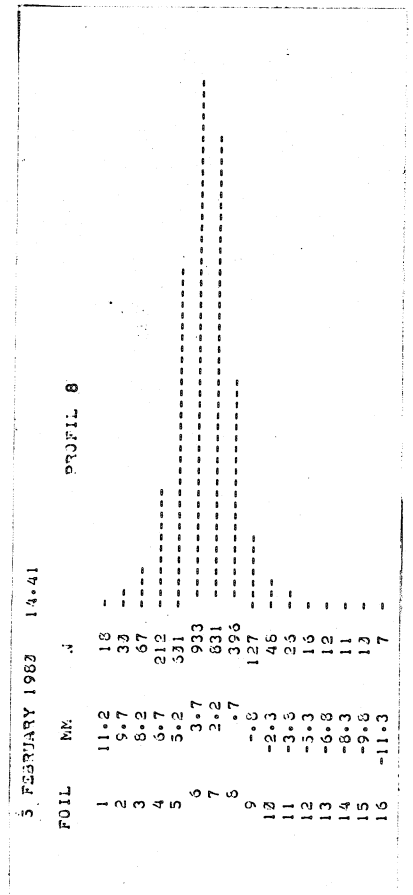


FIG. 6  
Profil à 400 GeV

PROFILS

AQUISITION A	500 MS	GATE MS100	NP1074*E10
POSITION (18)	1.0 MM	(19-17)	.2 MM
SOMME CANAUX	1317	MU 9.7114	-1.8 MM - SI 12.6

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 4

AQUISITION A	5500 MS	GATE MS100	NP1754*E10
POSITION (18)	6.5 MM	(19-17)	-2.4 MM
SOMME CANAUX	3644	MU 5.3542	- 4.7 MM - SI 4.2

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 5

AQUISITION A	7600 MS	GATE MS100	NP1542*E10
POSITION (18)	3.8 MM	(19-17)	-2.7 MM
SOMME CANAUX	3346	MU 6.3924	- 3.1 MM - SI 3.2

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 6



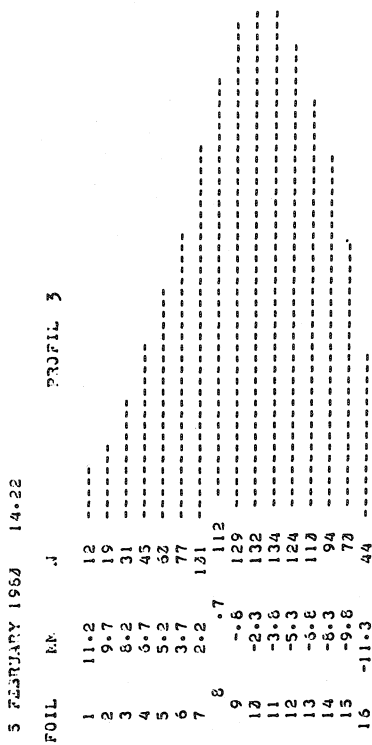


FIG. 7

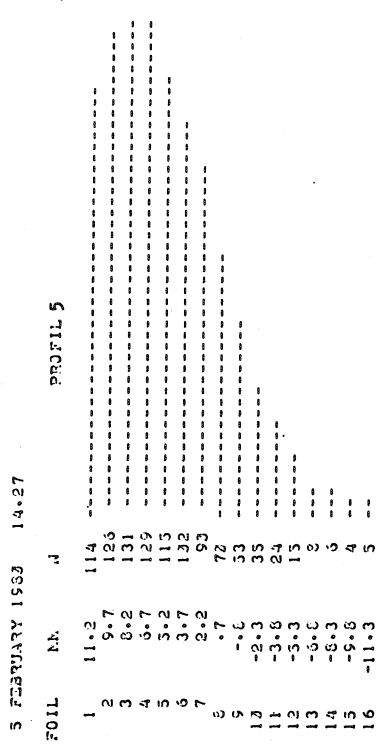


FIG. 8

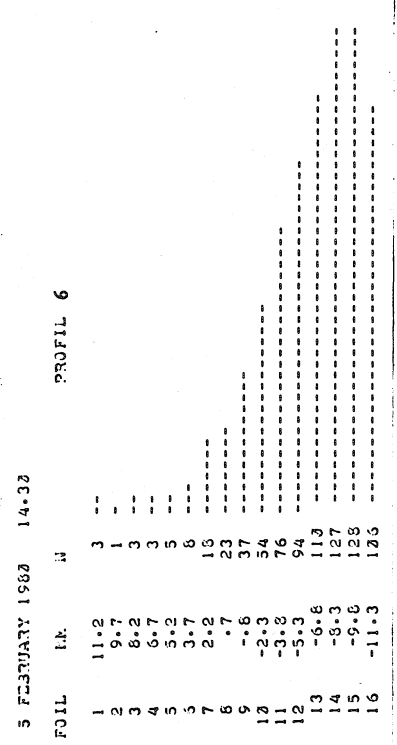


FIG. 9

OBSERVATION DU DEPLACEMENT A BASSE ENERGIE

AQUISITION A	500 MS	GATE MS100	NP1054*E10
POSITION (18)	-.2 MM	(19-17)	.1 MM
SOMME CANAUX	1295	MU 9.7544	- 1.8 MM - SI 12.3

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 7

AQUISITION A	500 MS	GATE MS100	NP1038*E10
POSITION (18)	9.2 MM	(19-17)	.2 MM
SOMME CANAUX	1028	MU 5.1089	- 5.0 MM - SI 9.7

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 8

AQUISITION A	500 MS	GATE MS100	NP1062*E10
POSITION (18)	-7.9 MM	(19-17)	.1 MM
SOMME CANAUX	797	MU 12.6361	- 6.2 MM - SI 7.7

\*\*\*\*\*

PARAMETRES  
DE LA FIGURE 9

