

MESURE DU FLUX DES PARTICULES SECONDAIRES PRODUITES DANS
UNE CIBLE EXTERNE BOMBARDEE PAR DES PROTONS DE 24 GeV/c

V. Agoritsas et D.J. Simon

Une chambre à émission secondaire peut-elle être utilisée pour optimiser un faisceau de protons de 26 GeV/c sur une cible externe ? C'est pour tenter de répondre à cette question* que nous avons entrepris une série de mesures auprès de la cible e15-Nord (source du faisceau secondaire p17), dans l'éjection lente SE 62,

1. Le dispositif experimental

Il est schématisé sur la figure 1. Le faisceau primaire incident est focalisé sur la cible T, son intensité est mesurée par la chambre à émission secondaire SEC 5 placée en amont de la cible. Une seconde chambre identique (SEC 5bis) est située en aval de la cible; elle est alignée sur l'axe du faisceau de protons et peut être déplacée de 10 à 60 cm en aval de la cible: elle mesure donc le flux des particules issues de la cible autour de zéro degré dans l'angle solide (ajustable) $\Delta\Omega$.

L'ouverture utile des deux chambres est de 120 mm; elles sont équipées d'anneaux (trou central \emptyset 40 mm) qui permettent de contrôler le halo autour du faisceau et éventuellement l'effet des parois de la chambre.

* posée par H. Koziol (AA)

La cible T peut être changée à distance (6 cibles différentes étaient disponibles), ou remplacée par un écran (contrôle de la focalisation du faisceau incident), ou enlevée (contrôle de l'étalonnage relatif des deux chambres: on doit avoir SEC 5bis/SEC5 = 1).

Les caractéristiques du faisceau primaire et des différentes cibles utilisées sont résumées sur les tableaux 1 et 2.

2. Principe de la mesure

Soit Φ_0 = flux des protons incidents

Φ_1 = flux des protons qui traversent la cible sans produire d'interactions

$\Delta\Phi$ = flux de particules secondaires acceptées dans l'angle solide $\Delta\Omega$.

On a:

$$\Phi_1 = \Phi_0 e^{-\ell/\lambda}$$

avec ℓ = longueur de la cible

λ = longueur d'interaction

(caractéristique du métal utilisé comme cible).

On peut écrire:

$$\Delta\Phi = (\Phi_0 - \Phi_1) \sum_i \int_0^{p=24\text{GeV}/c} \zeta_i \left(\frac{d^2N_i}{dp d\Omega} \right) dp \cdot \Delta\Omega$$

avec

$\Phi_0 - \Phi_1 = \Phi_0 (1 - e^{-\ell/\lambda})$ = flux des protons qui produisent des interactions dans la cible

$\frac{d^2N_i}{dpd\Omega}$ = production de la particule secondaire i
($\pi^+, \pi^-, p^+, \bar{p}, \dots$)

ζ_i = efficacité de la cible pour la particule i
(dépend de la nature et des dimensions de la cible)

SEC5 (en amont de la cible) mesure le flux des protons incidents Φ_0 ; SEC5bis (en aval) mesure le flux de particules secondaires $\Delta\Phi$ plus le flux Φ_1 des protons qui ont survécu.

En admettant que l'efficacité moyenne des SEC est la même pour toutes les particules primaires et secondaires, on peut alors écrire

$$\frac{\text{SEC5bis}}{\text{SEC5}} = \frac{\Delta\Phi}{\Phi_0} + e^{-\ell/\lambda} . \quad (1)$$

3. Résultats des mesures

Les mesures du 17/11/78 sont données dans le tableau 3. On y trouve aussi les valeurs des anneaux des SEC et les comptages du "télescope" (2 scintillateurs en coïncidence regardant la cible à 90°) qui est utilisé en opération pour optimiser le faisceau de protons sur la cible.

La figure 2 représente, pour les différentes cibles utilisées, le rapport SEC5bis/SEC5 obtenu en fonction de l'angle solide sous lequel la cible voit SEC5bis; la figure 3 représente le flux des secondaires (calculé d'après l'équation (1)) obtenu en fonction de la longueur normalisée des cibles utilisées.

Ces deux courbes peuvent être utilisées avec profit pour effectuer des interpolations soit vers des angles solides différents (les courbes de la fig. 2 sont sensiblement linéaires en diagramme log-log), soit vers des longueurs de cibles inférieures à 1 longueur d'interaction (pour lesquelles nous n'avions pas de cibles disponibles).

On a aussi représenté sur la figure 4 le rapport télescope/SEC5 en fonction de la longueur de cible normalisée.

4. Conclusions

Pour des cibles dont la longueur varie de 1 à 2 longueurs d'interaction, le flux des secondaires (lié à la "multiplicité" de la cible) mesuré par steradian est de l'ordre de 6 à 10 fois le flux des protons incidents.

Les variations de ce flux pour des longueurs de cibles et des angles solides différents peuvent être évaluées en utilisant les courbes des figures 2 et 3.

Si l'on compare les courbes des figures 3 et 4, il apparaît qu'une chambre à émission secondaire placée en aval d'une cible peut être un détecteur de particules secondaires aussi sensible qu'un "télescope" utilisé traditionnellement, à condition qu'elle soit placée très près de la cible (grand angle solide accepté).

Nous remercions J.P. Bovigny, J. Haffner et M. Chassard pour l'aide qu'ils nous ont apportée au cours des mesures ainsi que L. Hoffmann qui a bien voulu commenter cette note.

Distribution: ouverte

TABLEAU 1

CARACTERISTIQUES DU FAISCEAU DE PROTONS INCIDENTS

-	Quantité de mouvement	$p = 24 \text{ GeV}/c$
-	Intensité	$\Phi_0 \approx 6 \times 10^{11} \text{ ppp}$
-	Dimensions à la cible (2σ)	
	Horizontale (H)	$\approx \pm 1,85 \text{ mm}$
	Verticale (V)	$\approx \pm 0,45 \text{ mm}$
-	Divergences à la cible	$H \approx \pm 1,85 \text{ mrad}$ $V \approx \pm 1,5 \text{ mrad}$
-	Durée de l'impulsion	$\approx 350 \text{ ms}$
-	Taux de répétition	$= 2,4 \text{ s}$

TABLEAU 2

CIBLES UTILISEES

Numéro	Matériau	Dimensions (mm)			longueur** d'interaction λ (mm)	ℓ/λ	$\frac{\phi_1}{\phi_0} = e^{-\ell/\lambda}$
		V	H	ℓ			
2	W	2	5	50	56	0,89	0,41
5	W	2	5	75	56	1,34	0,26
8	W	2	5	100	56	1,78	0,17
10*	W	5	2	100	56	1,78	0,17
3	Al	2	5	3	255	0,012	0,99
6	Al	2	5	10	255	0,039	0,96

* Cible plus petite que le faisceau (plan horizontal)

** D'après: Review of particle properties, Particle data group,
C. Bricman et al., April 1978 edition

$$\lambda = \frac{1}{N\sigma}$$

N = nombre de noyaux/cm³ de la cible

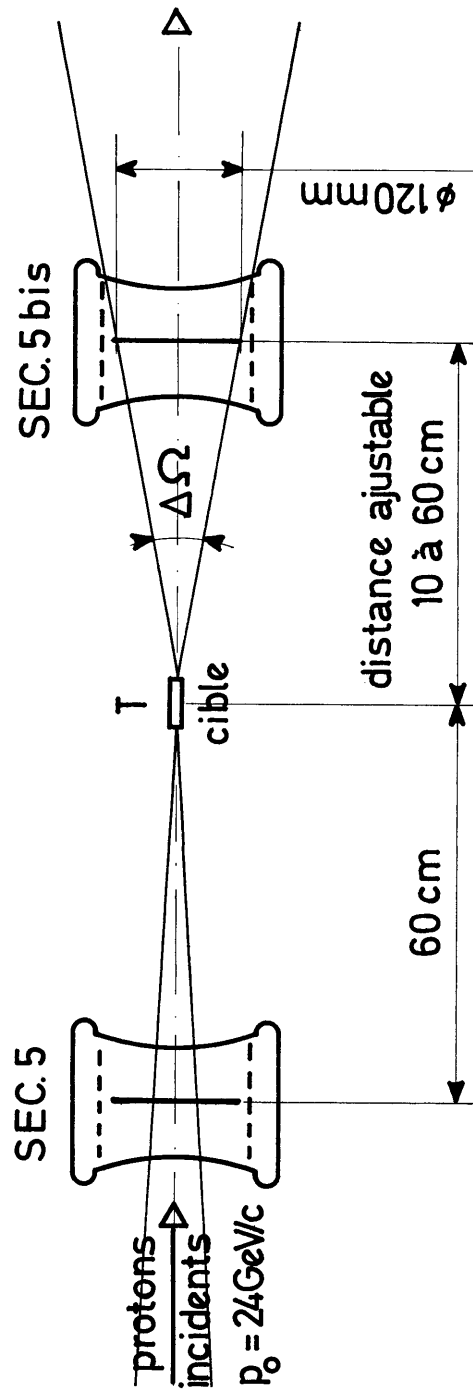
σ = section efficace nucléaire

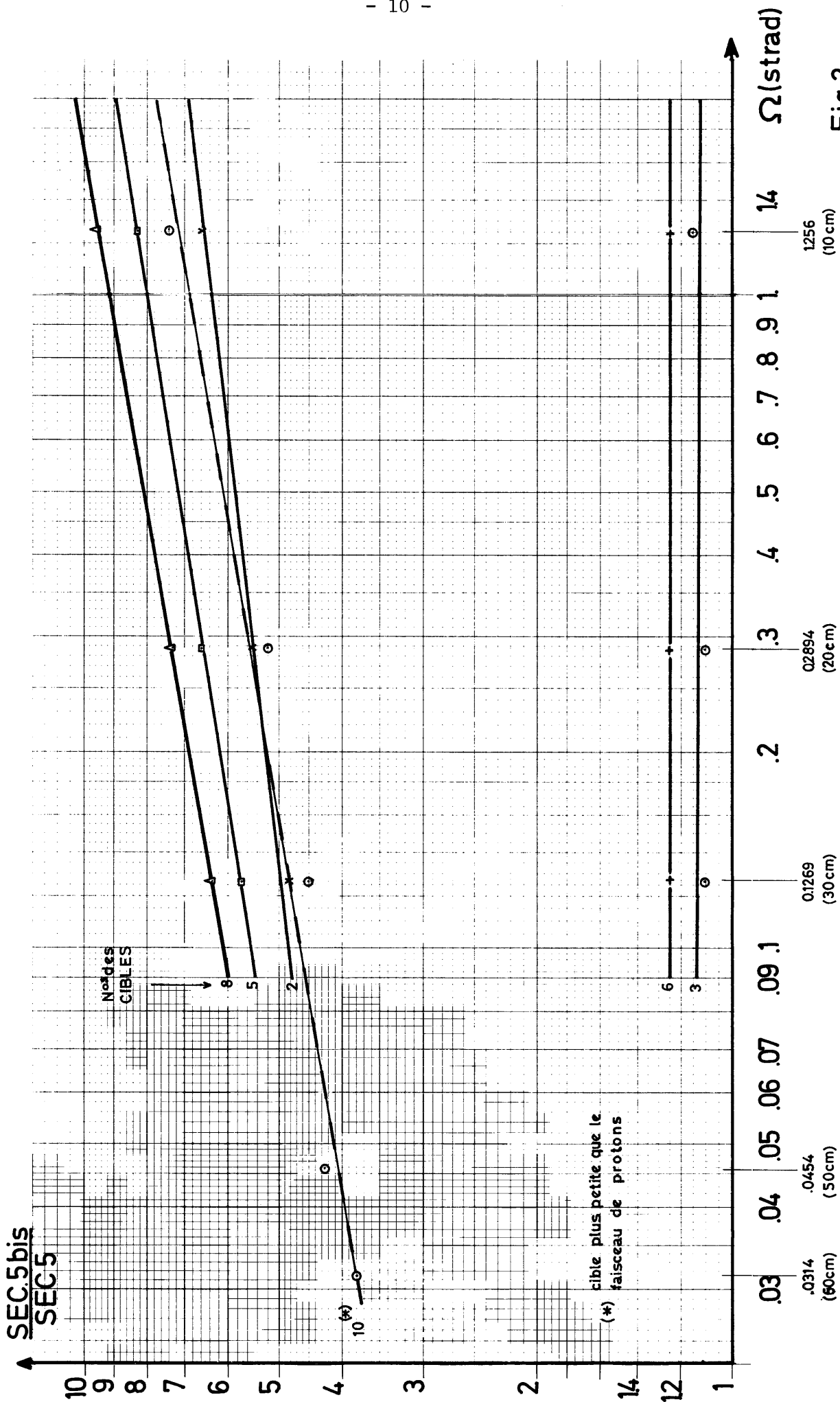
TABLEAU 3

RESULTATS DES MESURES

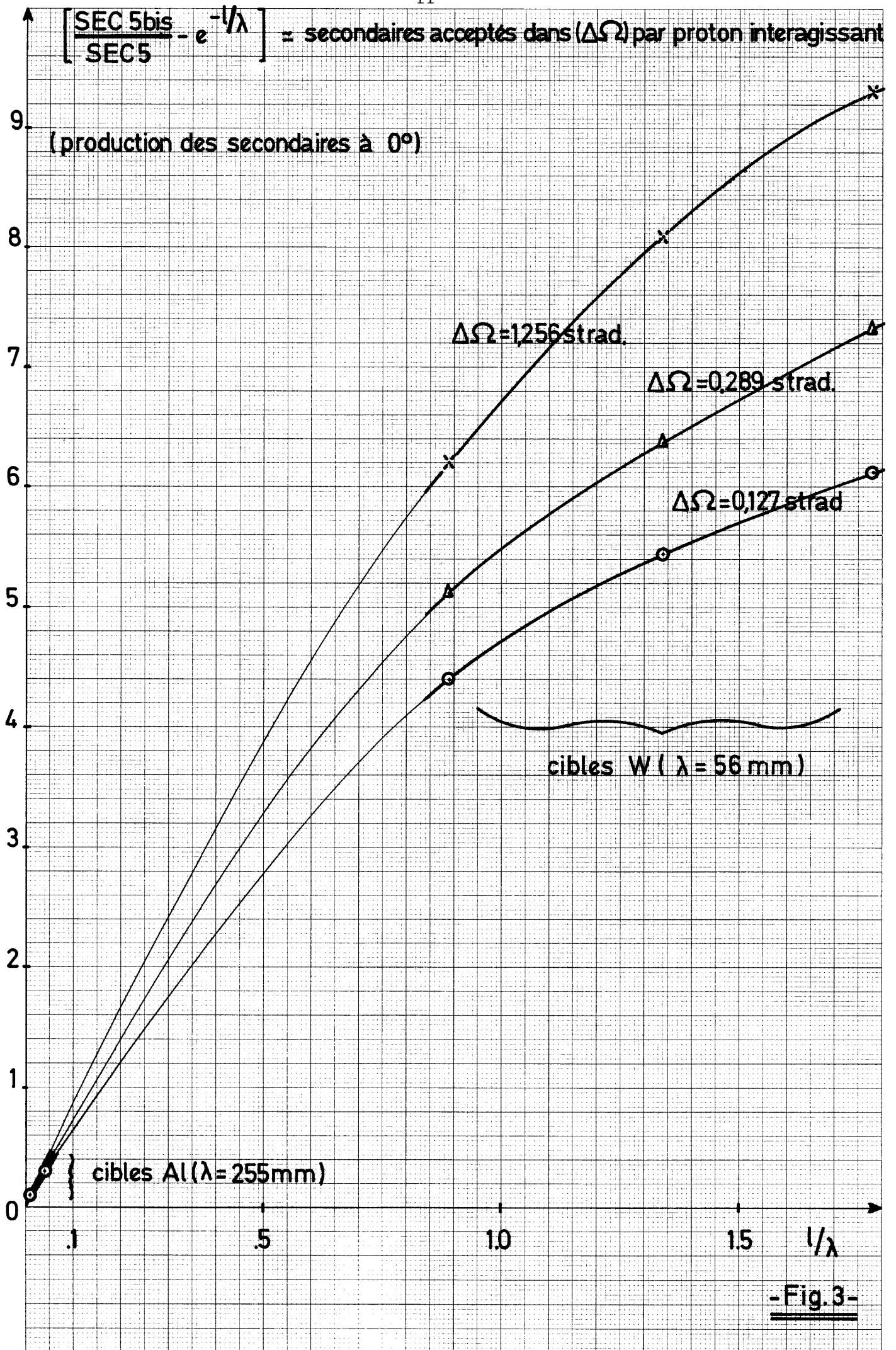
I_p $\times 10^{12}$	SEC 5 $\times 10^9$	<u>ANN.SEC 5</u> SEC 5	SEC 5bis $\times 10^9$	<u>ANN.SEC 5bis</u> SEC 5bis	<u>SEC 5bis</u> SEC 5	TEL.P17	Distance cm	Cible
4.39	602	0.03	606	0.13	1.00	0	10	OFF
4.79	684		5079	1.03	7.42	54750	10	10
0	33	0.09	2	0.44				
4.42	615	0.03	625	0.13	1.02	10	10	OFF
4.79	653	0.05	4817	1.03	7.37	51930	10	10
4.23	632	0.05	2692	1.07	4.25	52870	50	10
4.32	620	0.03	635	0.60	1.02	0	50	OFF
4.45	635	0.05	2412	1.07	3.80	53880	60	10
4.47	671	0.05	3011	1.07	4.48	47930	30	10
4.36	700	0.06	4410	1.10	6.3	90220	30	8
4.36	608	0.06	3466	1.09	5.7	67520	30	5
4.51	657	0.05	2977	1.07	4.53	49460	30	10
4.66	696	0.05	3347	1.08	4.80	59710	30	2
4.51	667	0.03	835	0.73	1.25	1210	30	6
4.37	654	0.13	722	0.66	1.10	390	30	3
4.12	587	0.05	3042	1.03	5.18	44580	20	10
4.39	631	0.03	655	0.33	1.04	10	20	OFF
4.27	650	0.06	4798	1.08	7.38	92610	20	8
4.29	695	0.06	4596	1.07	6.61	79170	20	5
4.08	631	0.05	3487	1.05	5.52	54800	20	2
4.41	672	0.03	847	0.50	1.26	1230	20	6
3.92	582	0.03	640	0.30	1.10	360	20	3
4.34	698	0.05	4827	1.02	6.91	54260	10	10
4.35	655	0.03	677	0.17	1.03	10	10	OFF
4.40	627	0.07	5972	1.06	9.52	73260	10	8
3.99	627	0.06	5238	1.04	8.35	67030	10	5
4.12	615	0.06	4077	1.01	6.62	48450	10	2
3.68	538	0.04	667	0.39	1.24	890	10	6
4.51	621	0.04	707	0.30	1.14	300	10	3

- Fig.1 - Dispositif expérimental.

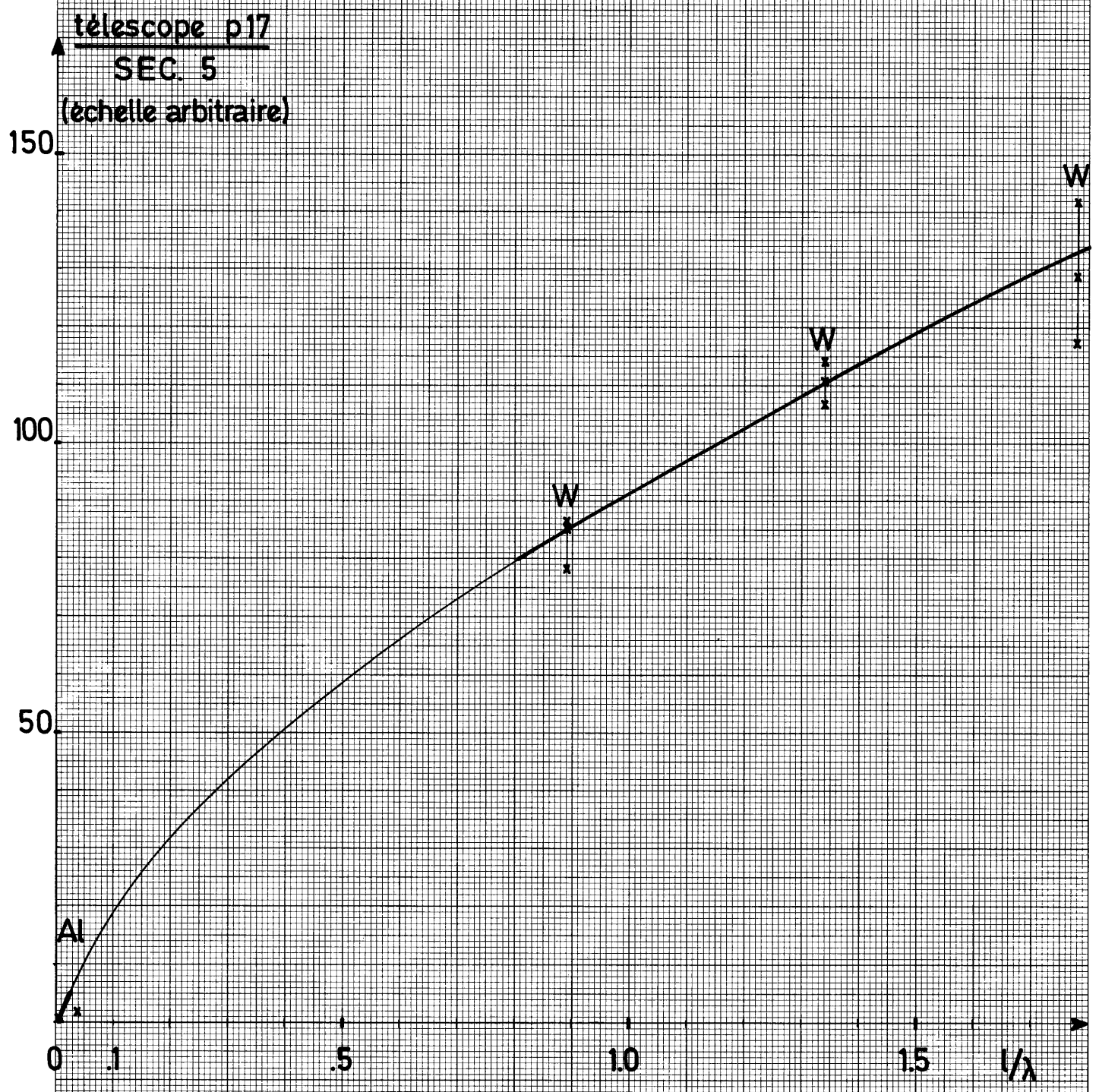




- Fig.2 -



- Fig. 3 -



- Fig. 4 -

Distribution note PS/MU/BL/Note 79-8

PS/ET

- ✓ D. Bloss
- ✓ V. Houtas
- ✓ J. P. Bariguan
- ✓ J. Hoffner

PS/OP

- ✓ J. Dekker
- ✓ ch. Steubach

✓ G. L. Munday

PS/MU

- ✓ H. Bätzner
- ✓ M. Chassard
- ✓ D. Drusolland
- ✓ L. Hoffmann
- ✓ A. J. Simon

PS/AA

✓ H. Kozioł

✓ O. Barbelat

tinage ≈ 25 ex.