

PROCEDURES DE REGLAGE DES FAISCEAUX e15
(EJECTION LENTE SE 62)

M. Chassard, D. Dumollard et D.J. Simon

Le but de cette note est de faciliter certains ajustements que l'on peut être amené à faire en cours d'opération. On suppose que la mise au point initiale des faisceaux a déjà été faite.

Il s'agit de règles pratiques et d'application rapide qui sont basées sur l'expérience acquise pendant plusieurs années d'opération. Les chapitres ci-dessous peuvent être consultés séparément, selon les besoins; le premier chapitre est un résumé des principes de l'optique des faisceaux e15.

* * *

1. Principe de l'optique et des partages	p. 2
2. Ajustements de la ligne horizontale	p. 5
3. Réglages du partage et de la ligne verticale	p. 7
4. Changements de quantité de mouvement ou de polarité du faisceau secondaire k23	p. 11
5. Réglage des aimants pulsés	p. 13
6. Coupure d'une branche	p. 15
Tableau 1: Eléments de transport de faisceau utilisés	p. 17

1. Principe de l'optique et des partages

(Voir la fig. 1 qui représente les demi-enveloppes horizontale et verticale des faisceaux et le tableau 1 où figurent les éléments de transport utilisés.)

1.1 Optique

Le faisceau éjecté est partagé deux fois de suite dans le plan vertical afin d'obtenir trois branches simultanées. L'optique a donc été conçue de façon à permettre ce partage avec le minimum de pertes; au passage de chacun des deux septa de partage S 1 (MNP 35.1) et S 2 (MEP 35.3), deux conditions simultanées (fig. 2) sont imposées:

- a) un foyer dans le plan horizontal
- b) un faisceau parallèle dans le plan vertical.

La première partie de l'optique permet de régler séparément les plans horizontal et vertical. Les quadrupôles Q 12.04 et Q 610 permettent d'ajuster le parallélisme et la dimension verticale du faisceau dans S 1, sans modifier le plan horizontal; le quadrupôle Q 120.03 permet de placer le foyer horizontal au centre de S 1 (sans perturber le plan vertical).

Entre les deux septa se trouve un doublet de quadrupôles (Q 120.05 et Q 120.01) dont le rôle est d'imager S 1 sur S 2 (plan horizontal) en conservant le faisceau parallèle dans le plan vertical (système afocal). Ce doublet, ajusté une fois pour toutes, ne nécessite aucun réglage.

Le faisceau est focalisé à chacune des trois cibles: centre (k23), nord (p17/m16) et sud (k24) par un doublet de quadrupôles. La branche centrale comporte deux cibles successives; les protons qui n'ont pas interagi dans la première (cible de transmission pour k23) sont refocalisés sur la cible de k25 par quatre quadrupôles fonctionnant en triplet.

1.2 Ligne verticale

L'axe du premier septum de partage S1 ainsi que la branche e15-sud et le faisceau k24 sont décalés de 20 mm au-dessus du niveau "standard" des faisceaux (figs. 2a et 3).

Le spectromètre utilisé sur le faisceau k25 étant à 152 mm au-dessus du niveau "standard", on a placé la cible et l'axe du k25 à ce niveau. L'axe optique de la branche e15-centre est donc incliné après la cible de transmission k23 (par MNP 38) puis ramené à l'horizontale avant la cible k25 (par MDX 39 et MDX 37).

1.3 Ligne horizontale

Deux particularités sont à noter:

- Les deux aimants M 226 / M 101 (alimentés en série avec un rhéostat) placés dans l'anneau permettent, par changement de polarité (qui se produit automatiquement lorsqu'on ferme les beam-stopper SE 62), d'envoyer les protons dans le "faisceau test" (fig. 9). Il est alors possible de faire des études d'éjection ou de "dumper" les protons tout en conservant un accès libre à la zone Est.

- Le premier aimant (M 117) du faisceau secondaire k23 est traversé par la branche centrale du faisceau éjecté. Lorsque le faisceau k23 change de quantité de mouvement ou de polarité, il est nécessaire de réajuster la ligne (MC 201, voir chapitre 4 ci-dessous).

2. Ajustements de la ligne horizontale (figs. 1, 2 et 9)

Ce réglage doit être fait soigneusement pour obtenir un minimum de pertes au passage des septa de partage.

- Vérifier que le faisceau est environ à $\frac{1}{2}$ carreau à gauche sur TV 2 (1 carreau = 5 mm sur tous les écrans TV). Sinon, agir sur les septa d'éjection SM 61 et SM 62 en maintenant le faisceau centré dans Q 75.03 première lentille du faisceau éjecté; faisceau non centré dans Q 75.03 = déplacement observable à TV 2 quand on modifie sensiblement le courant de cette lentille.
- Centrer le faisceau en TV 4 au moyen de M 226 (sans toucher à M 101, Rh. 29).
- Placer le faisceau e15-centre 32 mm à gauche sur TV 5 (fig. 2a) avec MNPA 15 (H); le faisceau est alors centré en TV 6 en première approximation, MNPA 15 n'agit pas sur la position du faisceau à l'entrée de S 1: TV 4, mais permet de régler l'angle de passage dans S 1: déplacement en TV 5.
- Régler le faisceau défléchi (e15-sud) 32 mm à droite sur TV 5 en agissant sur MNP 35.1 (premier septum de partage S 1, voir fig. 2a).
- Ajuster MNPA 03(H) pour que le faisceau e15-centre soit 35 mm à droite sur TV 8 (fig. 2b); il doit alors être centré sur TV 7. MNPA 03 est le seul aimant entre S 1 et S 2; le passage correct de S 2 en angle et en position est donc lié à la qualité des réglages précédents: M 226 et MNPA 15.
- Régler le faisceau défléchi (e15-nord) 35 mm à gauche sur TV 8 en agissant sur MEP 35.3 (second septum de partage S 2, voir fig. 2b).

- Centrer le faisceau e15-centre* sur TV 10 (cible k23) en utilisant M 207 , puis (après avoir en TV 10 sélectionné la cible utilisée par k23) sur TV 12 (cible k25) en utilisant MC 201.
- Centrer le faisceau e15-sud* sur TV 14 (cible k24) en utilisant MNP 23.1.
- Centrer le faisceau e15-nord* sur TV 16 (cible p17 et m16) en utilisant MNP 19b.

Il est impératif de ne jamais utiliser les aimants suivants pour ajuster les lignes:

- MNP 40 et MC 207, placés respectivement devant les cibles k23 et p17/m16.
- M 117, qui définit la quantité de mouvement du faisceau secondaire k23.

* Après avoir coupé le "feedback" sur les aimants de correction indiqués sur le tableau du chapitre 5.

3. Réglages du partage et de la ligne verticale

(Voir figures 2, 3, 5 et 6)

Les septa partagent le faisceau dans le plan vertical. S 1 (MNP 35.1 pour alimenter la branche e15-sud), d'ouverture variable, est en position fixe (20 mm au-dessus de l'axe); S 2 (MEP 35.3, pour la branche e15-nord) peut être ajusté en ouverture, en position verticale et en inclinaison longitudinale.

Les trois branches fonctionnent en général simultanément.

Il est souvent nécessaire de modifier ou d'ajuster la distribution d'intensité qui a été fixée lors du "setting-up". Trois méthodes sont disponibles:

1. Déplacement de l'axe vertical du faisceau devant S 1: pour ajuster l'intensité dans e15-sud. Il faut ensuite régler à nouveau l'intensité dans e15-nord.
2. Modification de l'ouverture des septa: valable pour sud et nord.
3. Réglage de la dimension verticale du faisceau (doublet Q 12.04 / Q 610): modifie la répartition dans sud et nord.

Le choix de la méthode est avant tout dicté par l'ordre de grandeur de la variation à effectuer et l'impératif de produire un minimum de pertes. En règle générale:

- essayer de garder les septa ouverts en grand (S 1 \approx 20 mm, S 2 \approx 25 mm);
- pour les ajustements fins autour d'un réglage déjà fait, utiliser la méthode 1;

- pour produire de grosses variations d'intensité, utiliser la méthode 2;
- n'utiliser la méthode 3 qu'exceptionnellement.

3.1 Déplacement de l'axe vertical du faisceau (fig. 5)

C'est la méthode qui est utilisée actuellement (juin 1979) pour faire face à la demande suivante:

e15-centre	≈ 3	× 10 ¹²	ppp	(60 %)
e15-sud	≈ 1.4	× 10 ¹²	ppp	(28 %)
e15-nord	≈ 0.6	× 10 ¹²	ppp	(12 %).

Les deux septa de partage sont ouverts en grand; S 1, placé à 20 mm au-dessus de l'axe, ne permettant pas d'obtenir plus de 20 % de l'intensité totale dans la branche sud, il faut déplacer verticalement le faisceau à l'aide des aimants MNPA 01 et MNPA 04, de façon à intercepter avec S 1 une partie plus dense de l'émission (distribution gaussienne). On ramène ensuite le faisceau sur l'axe à l'aide des aimants MNPA 14 et M 45.02 (fig. 5): le faisceau doit être centré en TV 9 et TV 10.

Remarque: Pour déplacer le faisceau parallèlement à lui-même dans S 1 (minimum de pertes) il est impératif de modifier les courants des deux premiers aimants verticaux MNPA 01 et MNPA 04 de la même valeur. Le déplacement effectif dans S 1 est trois fois plus grand que celui produit par les deux aimants (grandissement de l'optique).

Il faut ensuite terminer le réglage en ajustant la position verticale et l'angle du septum S 2 dans le faisceau pour rétablir l'intensité voulue dans e15-nord avec un minimum de pertes; puis contrôler que le faisceau est correctement centré sur les cibles de chacune des trois branches.

Remarque: Le déplacement de S 2 parallèlement à lui-même s'effectue en sélectionnant les touches (+U +D) ou (-U -D) \overline{U} = upstream, D = downstream. Pour rechercher un minimum de pertes, incliner le septum longitudinalement en utilisant les touches (+U -D) ou (-U +D). \overline{Niveau} "standard" = position 50 (mm)

3.2 Modification de l'ouverture des septa de partage

En première approximation, l'intensité dérivée dans une branche est proportionnelle à l'ouverture de septum correspondant.

Pour changer l'ouverture d'un septum de partage, il est nécessaire de faire arrêter le redresseur qui l'alimente par les opérateurs des générateurs Est (S 1 = MNP 35.1 est alimenté par R 115, S 2 = MEP 35.3 est alimenté par R 118). Après redémarrage, il faut ajuster le courant du septum (polarité positive) de façon que le faisceau dérivé soit centré à la cible correspondante: TV 14 s'il s'agit de la branche sud (cible k24) ou TV 16 s'il s'agit de la branche nord (cible p17/ml6).

3.3 Réglage de la dimension verticale du faisceau

(Voir figures 1 et 6)

Dans certains cas exceptionnels (par exemple: tout le faisceau dans une branche, partage très particulier, etc. ...) il peut être utile de modifier la dimension verticale du faisceau au passage des septa de partage tout en le maintenant parallèle pour travailler avec des pertes minimales.

On dispose à cet effet de deux quadripôles Q 12.04 et Q 610, sans effet dans le plan horizontal, dont les valeurs respectives doivent être ajustées en utilisant la courbe de la figure 6: on règle la dimension verticale du faisceau (en TV 4, TV 5) en modifiant Q 12.04 et on ajuste ensuite Q 610 à la valeur lue sur la courbe pour que le faisceau soit parallèle.

Remarque: En opération, il est bon de contrôler de temps à autre que le couple des courants utilisés dans Q 12.04 et Q 610 correspond bien à la courbe de la figure 6.

4. Changements de quantité de mouvement ou de polarité du faisceau secondaire k23

(Voir figures 4 et 7)

Le premier aimant du faisceau k23 (M 117) provoque une déviation de la ligne e15 proportionnelle à la quantité de mouvement des particules secondaires choisies. Un système à trois aimants (fig. 4) permet de corriger cet effet quels que soient la polarité et la quantité de mouvement de k23 ($p \leq 1$ GeV/c): les deux aimants M 117 et M 112 (alimentés en série) provoquent et compensent la déflexion angulaire, cependant que l'aimant central MC 201 corrige le déplacement. On a représenté sur la fig. 7 les courants à utiliser dans MC 201 en fonction des courants dans M 117 / M 112.

Lorsque les utilisateurs du k23 demandent un changement de courant dans M 117, il faut procéder de la façon suivante, afin de conserver le contrôle des protons et limiter les risques d'irradiation des éléments de transport utilisés en aval:

4.1 Cas d'un changement de quantité de mouvement sans changement de polarité

- S'assurer que le beam-stopper du faisceau k25 est ouvert; le faisceau doit être centré sur TV 12.
- Faire un réglage progressif en effectuant des variations petites et alternées de M 117 / M 112 et de MC 201 (utiliser la courbe fig. 7 comme guide) de façon à conserver le faisceau visible sur l'écran TV 12.
- Recentrer le faisceau sur TV 12, remettre en place la cible k25.

4.2 Cas d'un changement de polarité

La courbe de la fig. 7 n'est pas symétrique; c'est pourquoi il faut d'abord baisser les deux courants alternativement (procédure 1) pour se rapprocher du zéro, puis changer les polarités successivement pour rester le plus près possible de la courbe; remonter ensuite les courants selon la procédure 1.

5. Réglage des aimants pulsés

(Voir figures 1 et 8)

Quatre aimants à déflexion horizontale sont placés en amont de chacune des cibles pour ajuster et stabiliser la position du faisceau pendant la durée de l'éjection; un cinquième aimant pulsé à déflexion verticale est placé en amont de la cible k25.

Le courant des trois aimants M 105 peut être programmé pour produire une variation linéaire du champ magnétique pendant la durée de l'éjection (fonctionnement PROG = programmé) ou contrôlé automatiquement par des détecteurs placés sur le faisceau (fonctionnement F.B. = feedback).

Le choix du type de fonctionnement s'effectue à l'aide de touches PROG - F.B. sur le châssis d'une unité situé au-dessus des récepteurs TV de MR 121. Le réglage du F.B. est possible uniquement depuis la salle APRON (hall Est); par contre, le réglage en PROG. s'effectue au MCR.

Chaque aimant pulsé a 2 canaux sur le châssis "selection unit" de MR 33: la première consigne C_1 donne le courant continu dans l'aimant, la deuxième consigne C_2 donne le courant à la fin de l'éjection (fig. 8). Les deux consignes sont lisibles sur le voltmètre digital (en dehors de la durée d'éjection) et on les règle séparément.

A la fin du setting-up, tous les aimants sont réglés, en PROG. ou en F.B. En cas de nécessité, on peut modifier leur réglage de la façon suivante:

- Passer en PROG.
- Régler successivement les consignes C_1 (déplacement du faisceau) puis C_2 (correction du mouvement du faisceau pendant la durée de l'éjection).
- Ne pas repasser en F.B.

Les aimants utilisés sont les suivants:

Branche	Aimant	Action sur:	Plan de déflexion	Redresseur associé	Mode de fonctionnement
e15-centre	M 105.02	TV 10 (cible k23)	H	T 1b 03	PROG. ou F.B.
e15-centre	M 30.06	TV 12 (cible k25)	H	T 1b 04	PROG.
e15-centre	MDX 39	TV 12 (cible k25)	V	R 113	PROG.
e15-sud	M 105.01	TV 14 (cible k24)	H	T 1b 01	PROG. ou F.B.
e15-nord	M 105.03	TV 16 (cible p17/m16)	H	T 1b 02	PROG. ou F.B.

Remarque: Les redresseurs type T 1b étant utilisés en "PUSH-PULL" leur courant peut traverser la valeur zéro. Ne pas dépasser ± 650 mV lus sur le voltmètre digital.

6. Coupure d'une branche

Il arrive parfois que l'on doive couper une des branches du faisceau éjecté en cours de run, par exemple en cas de dépassement de puissance (sur décision du coordonnateur) ou en cas de panne d'un élément de transport de faisceau.

En règle générale, et sauf avis contraire:

- Si l'arrêt est prévu pour une durée inférieure à 24 heures, baisser seulement les courants des éléments mentionnés ci-dessous à environ 50 mV et ne pas toucher aux aimants pulsés (M 105.01, - 02 - 03, M 30.06, MDX 39).
- Si l'arrêt est prévu pour une durée plus longue, faire stopper les redresseurs.

6.1 Branche e15-centre

Ne pas couper les alimentations du faisceau primaire (jusqu'à TV 12). Baisser (ou stopper) seulement les alimentations des faisceaux secondaires k23 et k25 (y compris le spectromètre SACLAY).

6.2 Branche e15-sud

- Faire stopper le redresseur R 115 qui alimente le septum de partage MNP 35.1, puis sortir le septum du faisceau.
- Baisser (ou stopper) ensuite toutes les alimentations de e15-sud, de MNP 23.1 (MFO sud 1) à M 105.01 (T 1b 01) inclus.

- Baisser (ou stopper) les alimentations du faisceau secondaire k 24 (y compris le spectromètre VENUS).

6.3 Branche e15-nord

- Faire stopper le redresseur R 118 qui alimente le septum de partage MEP 35.3 puis sortir le septum du faisceau.
- Baisser (ou stopper) toutes les alimentations de e15-nord, de MNP 23.3 (MFO sud 2) à MC 207 (R 302) inclus.
- Baisser (ou stopper) les alimentations des faisceaux secondaires p17 et m16 (y compris le spectromètre RMS).

Remarque: Tous les protons de la branche que l'on coupe (e15-sud ou e15-nord) se retrouvent dans la branche principale. Il faut donc s'assurer que les faisceaux k23 et k25 acceptent une intensité plus grande; sinon, il faut faire diminuer l'intensité éjectée en SE 62.

Distribution: (ouverte)

Groupe MU: Section BL + L. Hoffmann

Groupe OP:	G. Azzoni	B. Cros	A. Nicoud
	L. Blanc	D. Dekkers	M. Perfetti
	N. Blazianu	R. Eisenmann	J.P. Potier
	J. Boillot	B. Frammery	J.P. Riunaud
	M. Bouthéon	D. Gueugnon	G. Rosset
	E. Brouzet	L. Henny	C. Saulnier
	R. Cappi	R. Hoh	V. Schou
	J.C. Cendre	R. Ley	Ch. Steinbach
	P. Collet	R. Martin	A. Valvini

MCR

T A B L E A U 1

ELEMENTS DE TRANSPORT DE FAISCEAU UTILISES

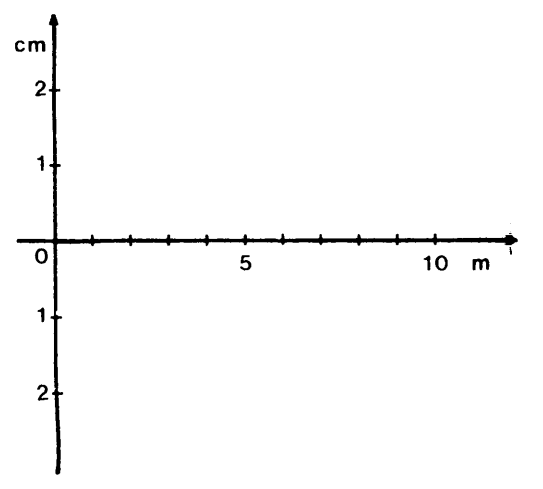
(Voir figures 1 et 9)

<u>62-e15 + e15-centre</u>		<u>e15-sud</u>		<u>e15-nord</u>	
	angle (mrad)		(mrad)		(mrad)
SM 61 + SM 62	15				
Q 75.03					
MNPA 15					
Q 12.04					
MNPA 01	V				
MNPA 04	V				
Q 120.03					
M 226)	23.0/-39.2*				
M 101) Rh.29	10.9/-20.8*				
Q 610					
MNP 35.1 (S1)	0/-18				
Q 120.05)		MNP 23.1	-43		
Q 120.01) Rh.12		MNPA 30	V		
MNPA 14	V	Q 120.04			
MNPA 03		Q 120.06			
MEP 35.3 (S2)	0/+18	M 105.01**			
M 45.02	V			MNP 23.3	43
M 106)	19.2			M 45.01	V 30
M 207) Rh.16	40.8			MNP 19b	30
Q 234				Q 201	
QFS 59				Q 120.02	
QFS 64				M 105.03**	
M 105.02**				MC 207	30
MNP 40	9.1				
MC 201	2.9				
MNP 38	V 8.15				
M 112					
Q 103					
Q 130					
Q 220					
Q 228					
M 30.06**					
MDX 39**	V -2.40				
MDX 37	V -5.75				

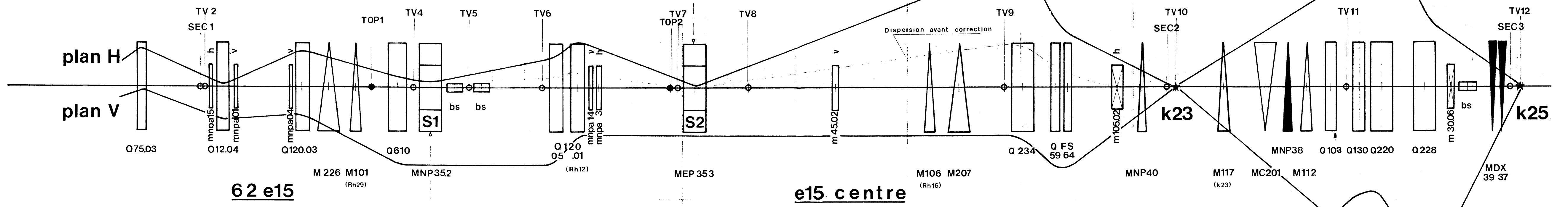
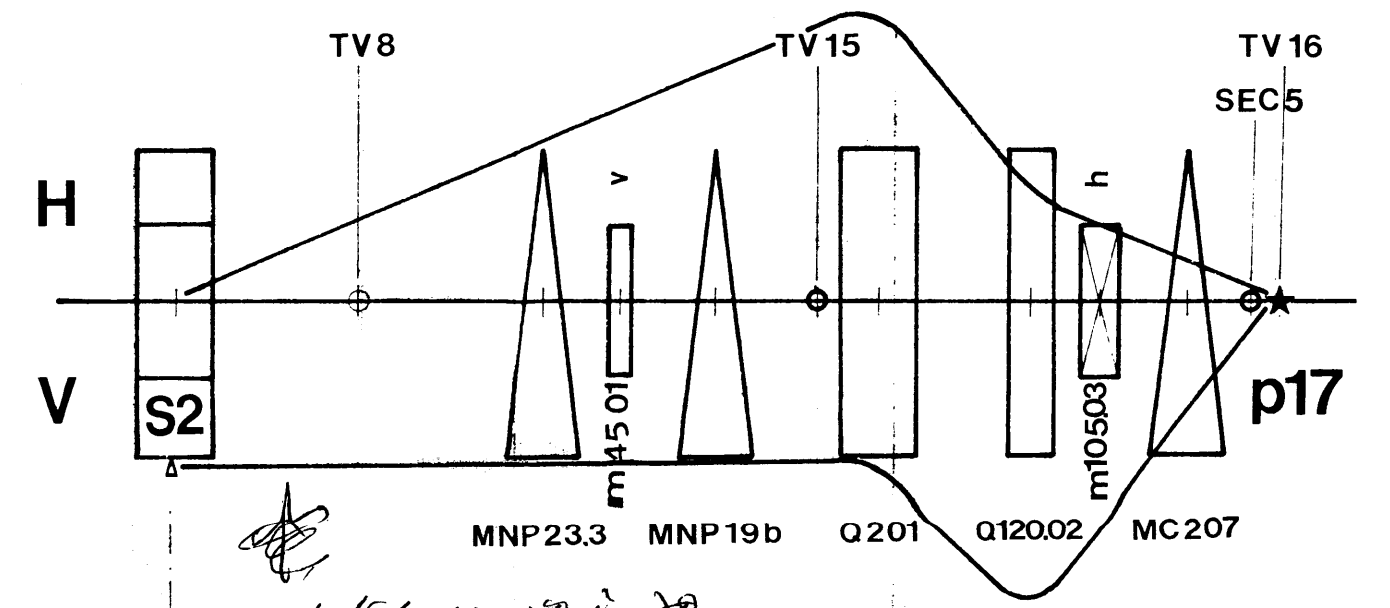
* faisceau test ou dump

** aimants pulsés pour stabiliser la position du faisceau sur chaque cible

N.B.: Les numéros d'éléments sont susceptibles de changer; consulter la copie dans le classeur "OPERATION 62" (MCR).



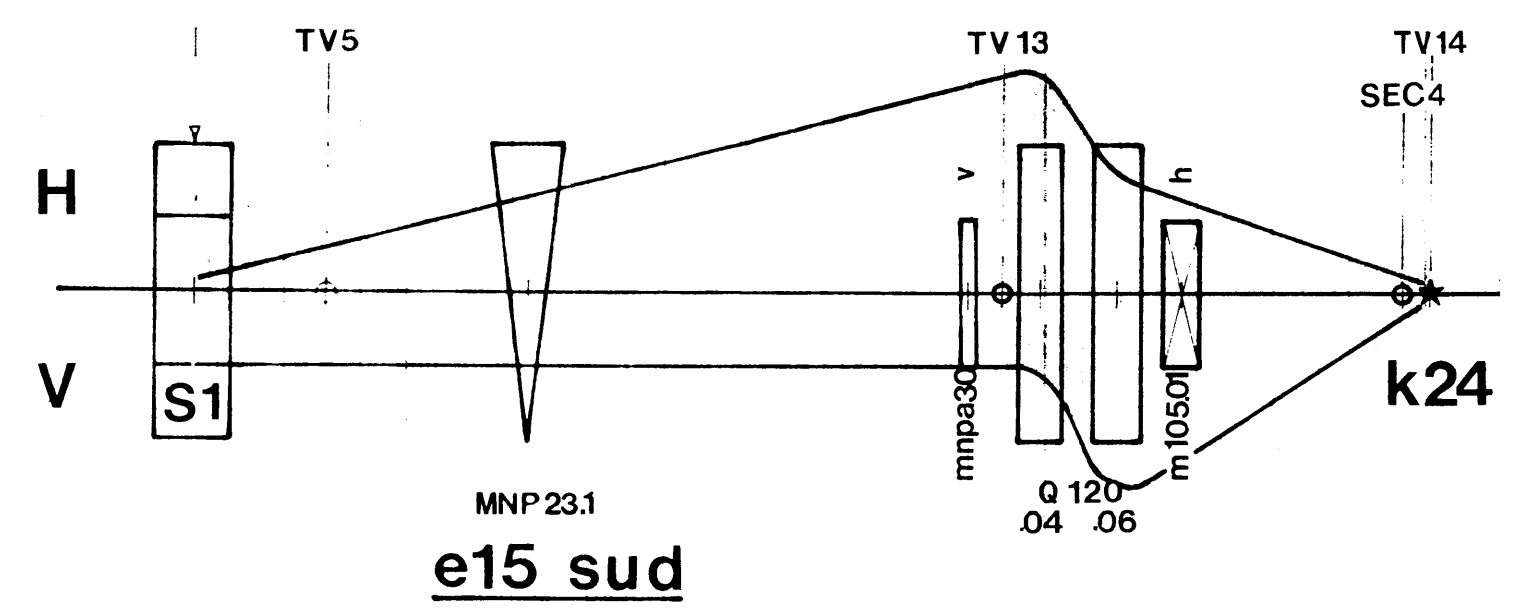
e15 nord



62 e15

e15 centre

$E_h = 3.5 \text{ II mm.mrad}$
 $E_v = 3.0 \text{ II mm.mrad}$



e15 sud

Fig.1 OPTIQUE DES FAISCEAUX e15/1979

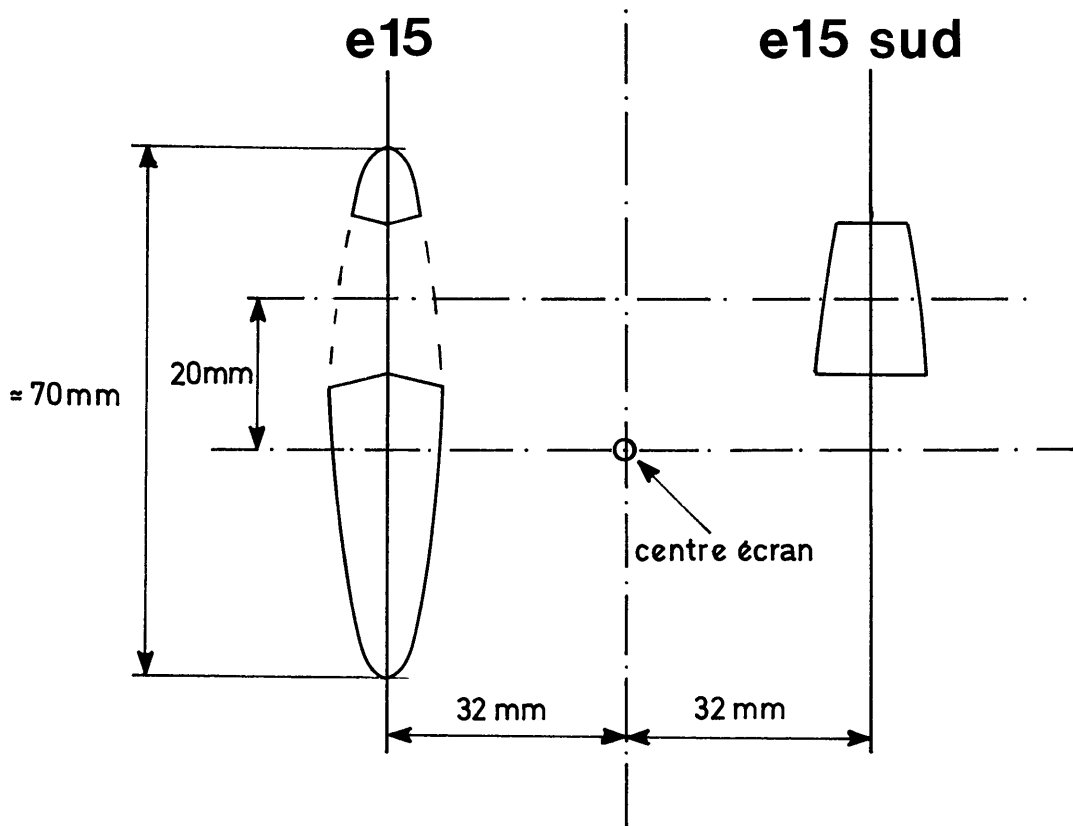


Fig.2a: TV5 (après le 1er septum de partage alimenté)

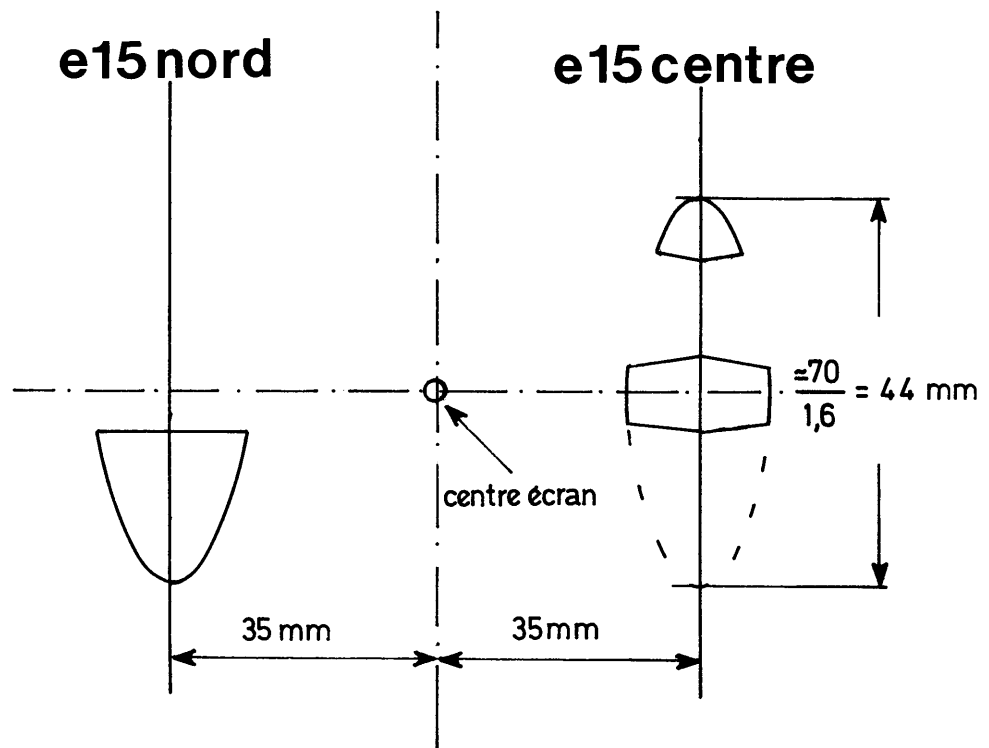


Fig.2b: TV 8 (après le 2ème septum de partage - S1 & S2 alimentés)

Fig.2 PARTAGES DU FAISCEAU.
(situation printemps 79)

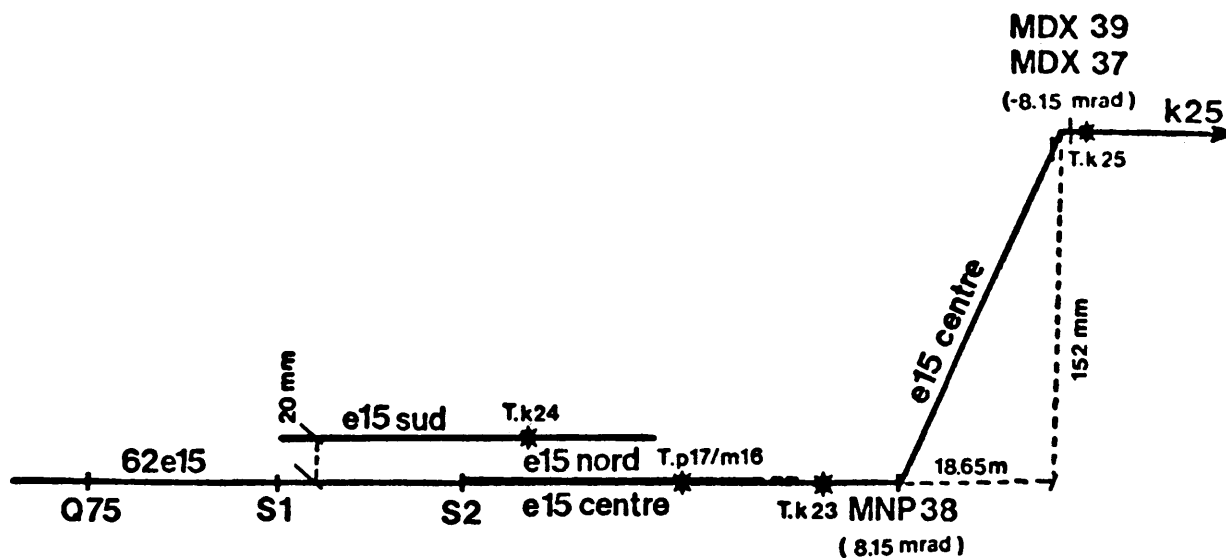


Fig.3 ELEVATION SCHEMATIQUE DES FAISCEAUX
e15 / 1979 DANS LA ZONE EST

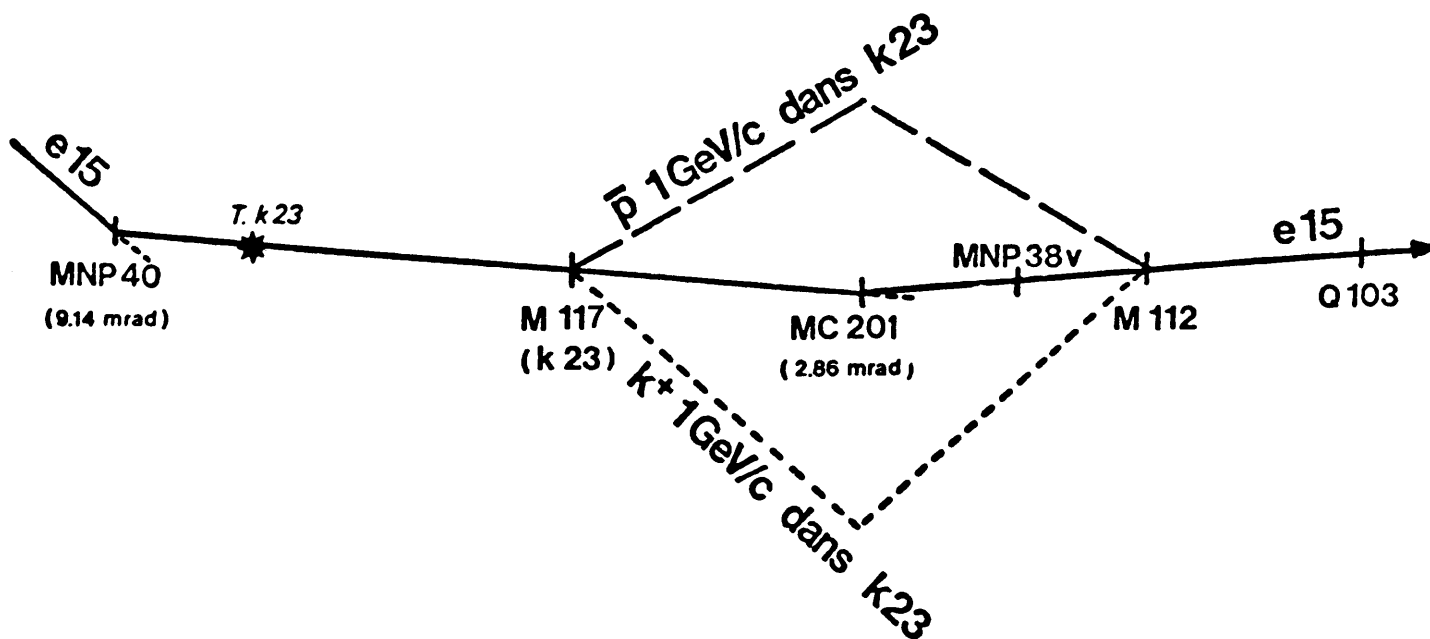


Fig.4 TRAJECTOIRES DES PROTONS
SUR LA LIGNE e15-centre/1979

- Les 2 aimants doivent être de signes opposés
($I < 0$: déflexion vers le bas).
- Modifier la valeur absolue des courants des 2 aimants de la même quantité.

($P = 24 \text{ GeV/c}$: $I_{\text{maxi}} = 400 \text{ A} \rightarrow \approx 2,15 \text{ mrad}$).

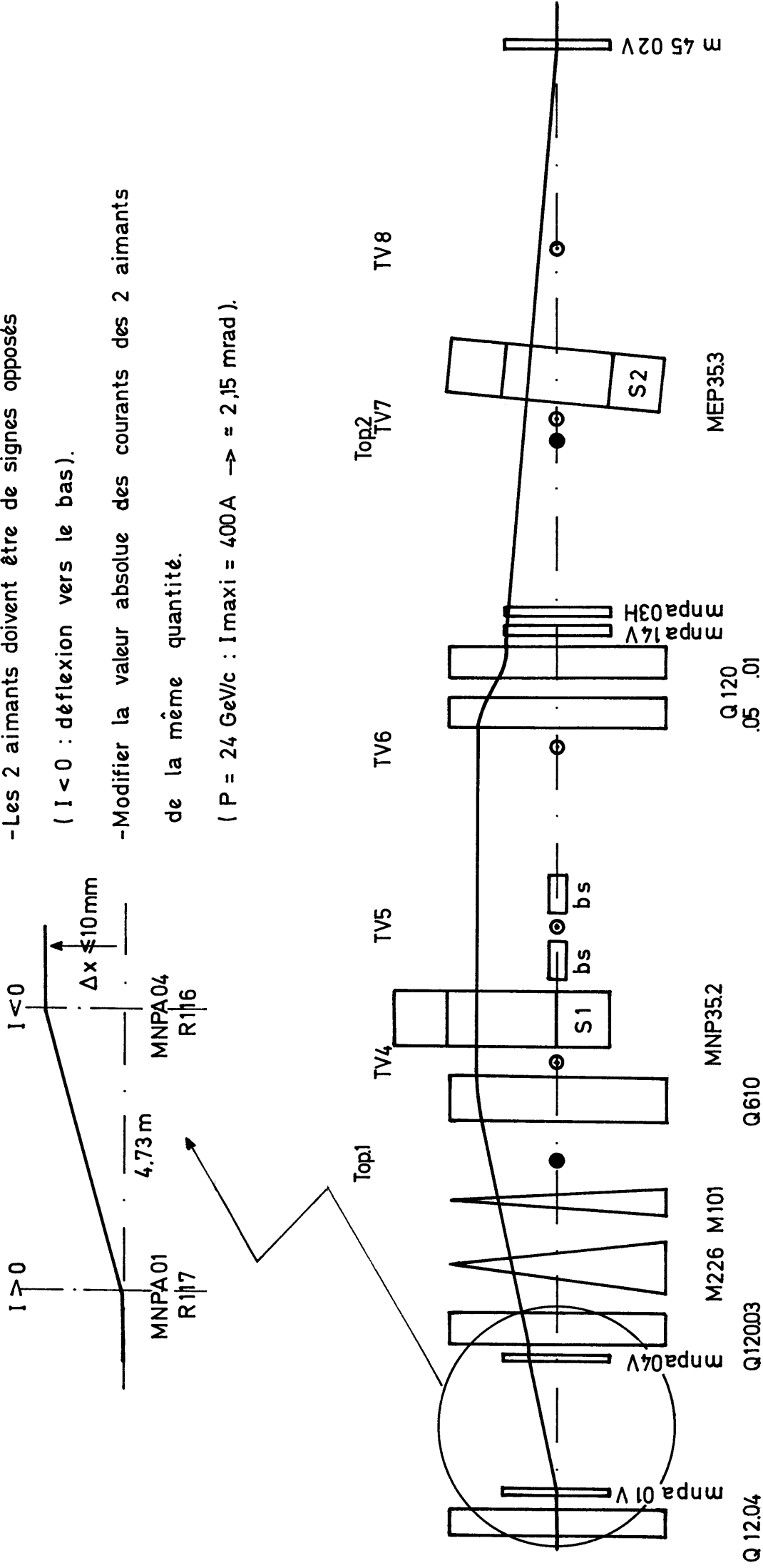


Fig.5 : Déplacement de l'axe vertical du faisceau e15.

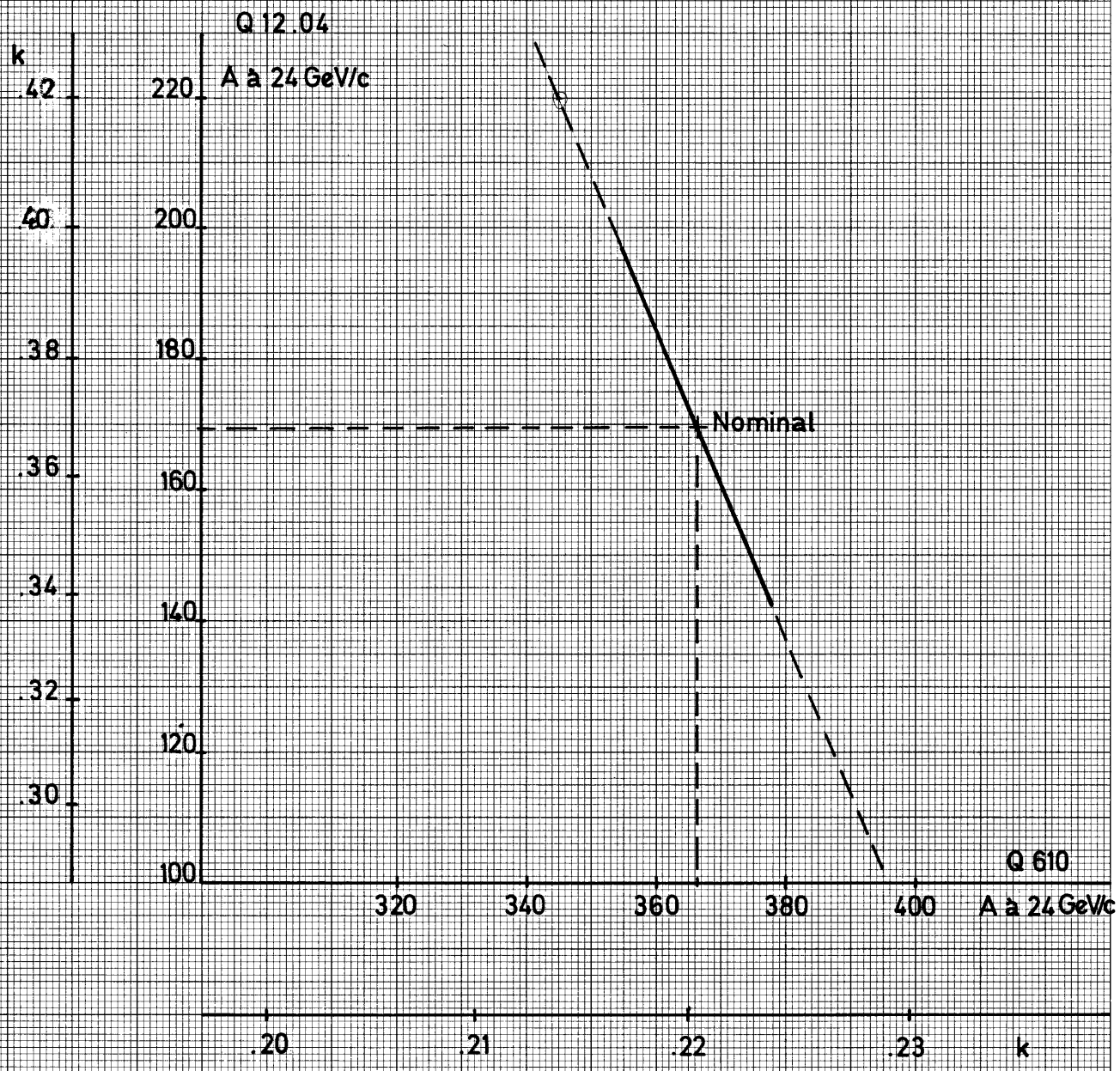


Fig. 6: Réglage de la dimension verticale du faisceau
(faisceau parallèle dans S1, plan H invariant)

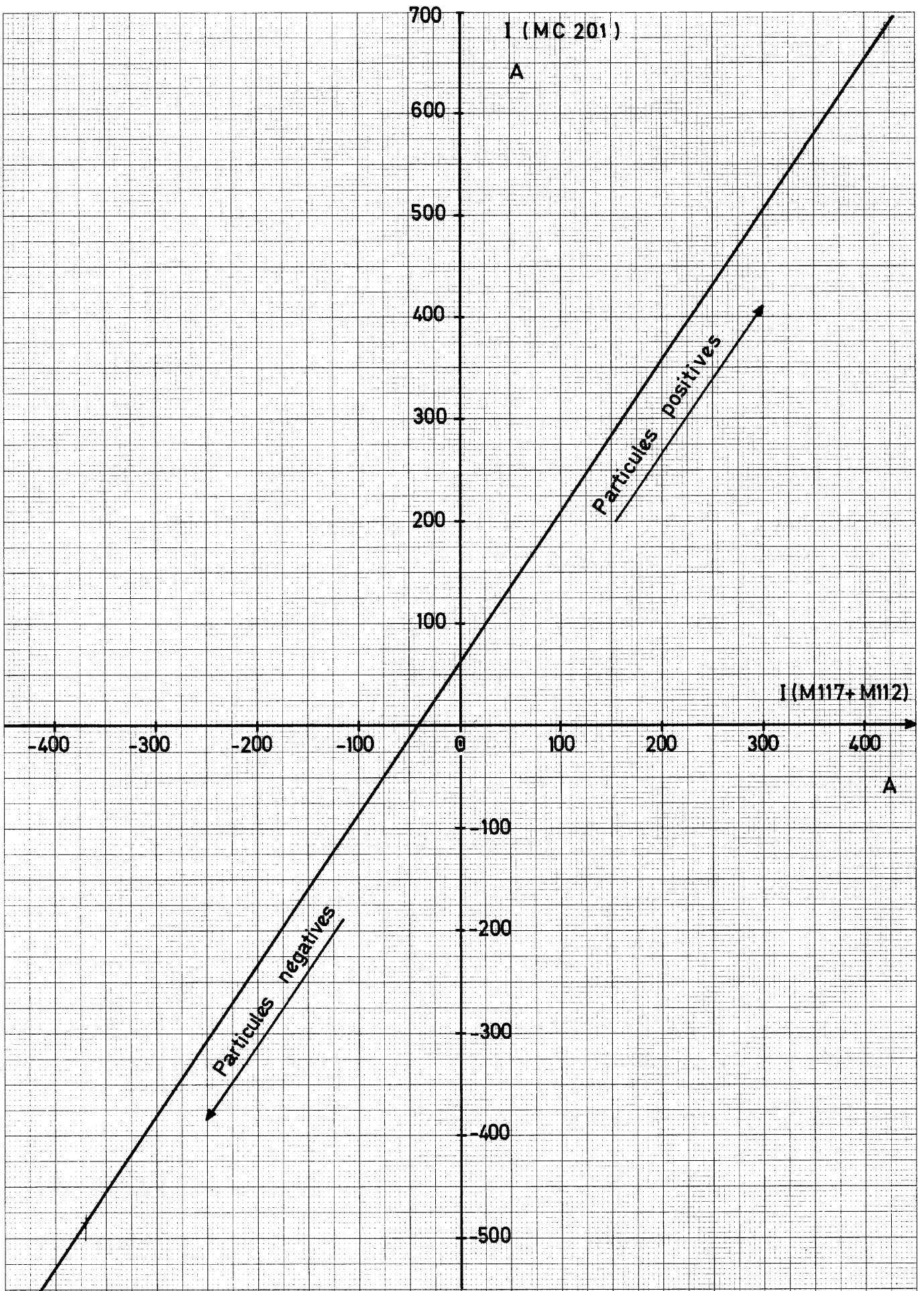
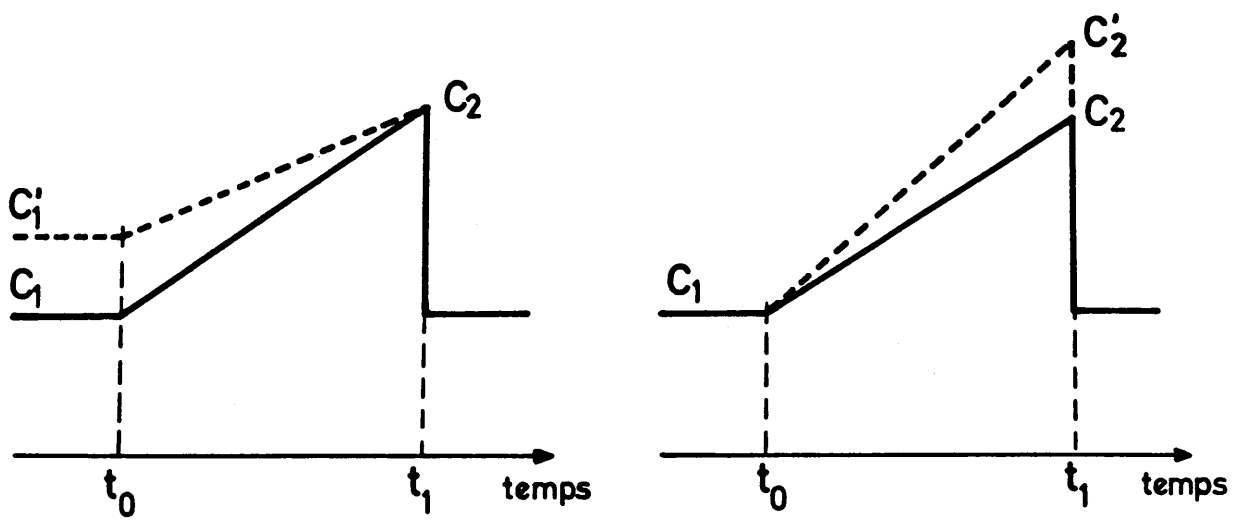


Fig 7: Ajustement de la ligne horizontale entre TV10(cible k 23) et TV12(cible k 25):

Courant dans MC 201 en fonction du courant dans M117+M112.



REGLAGE DE C_1

REGLAGE DE C_2

t_0 = Start SM 62

t_1 = Stop SM 62

fig.8 : Réglage des valeurs de consigne des aimants pulsés.

Fig.9 IMPLANTATION DES FAISCEAUX
e15/1979 DANS LA ZONE EST

