

AUGMENTATION DE L'ACCEPTANCE DE LA LIGNE DE TRANSFERT PSB-PS

$$\epsilon_H = 50 \pi \text{ mm.mrad}, \epsilon_V = 30 \pi \text{ mm.mrad}$$

J.P. Delahaye, J.P. Riunaud

1. INTRODUCTION

Afin de profiter pleinement de l'acceptance verticale ($A_V = 30 \pi \text{ mm.mrad}$) du PS, deux modifications du PSB ont été récemment proposées¹⁾.

- agrandissement/déplacement de la fenêtre "beamscope" qui en limitait l'acceptance transversale;
- suppression du goulot d'étranglement constitué par la ligne de transfert PSB-PS.

Après examen par le PPC^{2,3)}, cette proposition a été acceptée⁴⁾ dans le double but :

- a) d'offrir une solution alternative à la constitution du faisceau de production d'antiprotons. Le faisceau était jusqu'alors prévu pour être produit par addition verticale des anneaux du PSB, puis recombinaison longitudinale à 26 GeV/c dans le PS. Cette méthode s'est révélée très efficace car capable d'amener jusqu'à $1,3 \cdot 10^{13}$ ppi sur la cible de production d'antiprotons mais au prix d'une irradiation à la fois de la ligne de transfert PSB-PS et de l'injection PS. La présente proposition permettait alors de remplacer l'addition verticale par la production de faisceaux issus de 2 anneaux PSB à haute intensité et de grandes émittances transversales.
- b) de permettre si nécessaire un accroissement de l'intensité par impulsion du complexe PS ou alternativement de conserver l'intensité actuelle en évitant un fonctionnement critique du complexe à sa performance de pointe et ainsi une irradiation inévitable.

2. MODIFICATIONS DU PSB

Profitant de l'arrêt de Pâques 1981, les deux modifications précitées ont été apportées au PSB :

- a) la fenêtre "beamscope" a été échangée pour délivrer une acceptance dans l'anneau de 330π en horizontal et 135π en vertical, correspondant à des faisceaux à 800 MeV d'émittance 70π en horizontal et $28,5 \pi$ en vertical;
- b) l'acceptance de la ligne de transfert a été portée à

$$A_H = 50 \pi \text{ mm.mrad} \quad \text{et} \quad A_V = 30 \pi \text{ mm.mrad}$$

- par déplacement vertical de 4,5 mm du quadrupôle BT.QN010 et des chambres à vide correspondantes (depuis BT.SMV10 jusqu'au "cross-over");
- par une modification correspondante des trajectoires de recombinaison;
- par changement de l'adaptation du faisceau dans la ligne pour rendre les kickers plus efficaces par un plus grand β_k local.

Le présent rapport décrit plus particulièrement la modification de la ligne de transfert PSB-PS.

La ligne de transfert avait été prévue, à l'origine, pour des faisceaux PSB d'émittance verticale nominale de 9π à 800 MeV. Avec la saturation du PSB par charge d'espace, l'augmentation de l'intensité du faisceau s'est accompagnée d'un accroissement correspondant de ses émittances. L'acceptance verticale de la ligne de transfert a ainsi été progressivement augmentée jusqu'à 15π puis 20π par ⁵⁾ :

- déplacement vertical des quadrupôles BT.QN010 à 30;
- augmentation des dimensions de chambres à vide aux endroits critiques;
- augmentation de la déflexion des kickers de recombinaison.
C'est ce dernier élément qui limitait jusqu'à présent l'acceptance verticale de la ligne à $A_v = 20 \pi$ mm.mrad

3. CHANGEMENT DES TRAJECTOIRES DE RECOMBINAISON

Elles sont nécessitées par deux raisons :

- a) les faisceaux ne passant pas au centre des quadrupôles BT.QN010 à 30 dont les valeurs changent, leurs déflexions parasites sont modifiées (Fig. 1 et 2);
- b) le quadrupôle BT.QN010 est déplacé de 4,5 mm supplémentaire vers le haut de façon à centrer la chambre à vide au milieu entre les 2 faisceaux 3 et 4 ou 2 et 1, et ainsi libérer le maximum de place (Fig. 3).

4. CHANGEMENT DE L'ADAPTATION

La Figure No. 4 montre l'enveloppe du faisceau dans la partie recombinaison où l'on voit l'augmentation verticale des dimensions de faisceau dans les kickers.

Leur meilleure efficacité permet alors :

- a) pour des faisceaux de même émittance (20π mm.mrad), de baisser leur tension d'environ 20% pour BT.KFA10 et d'environ 30% pour BT.KFA20;
- b) pour des faisceaux d'émittance verticale 50% supérieure (30π mm.mrad), de n'augmenter que de quelques pourcents BT.KFA10 qui reste l'élément limitant.

La figure No. 5 montre l'enveloppe du faisceau dans la partie réadaptation au PS.

A noter tout particulièrement que pour faciliter la maintenance, le quadrupôle BT.QN010 est maintenu à zéro au milieu du mur, en utilisant à la place le quadrupôle BT.QN050 (anciennement à zéro).

Afin de calculer le setting des quadrupôles d'adaptation, deux méthodes comparatives ont été utilisées :

- a) utiliser comme données d'entrée l'adaptation du faisceau mesurée dans la ligne de mesure du PSB⁵⁾ et reportée à l'entrée de la ligne d'adaptation, puis la transporter jusqu'aux Sem Grids PS;
- b) remplacer ces données d'entrée par des mesures effectuées sur les Sem Grids PS et les reporter à l'entrée de la ligne d'adaptation.

Ces deux méthodes ont chacune nécessité la connaissance de la matrice de transfert de l'injection au PS, comprenant l'effet difficilement mesurable du champ de fuite de l'aimant 42. Cette matrice avait été précédemment estimée par variation d'éléments dipolaires et quadrupolaires en amont de l'injection PS et observation de leur effet sur la trajectoire et la désadaptation du faisceau oscillant dans le PS.

La matrice correspondante utilisée depuis le point d'injection (milieu de la pick-up BTP.UES30) jusqu'à la pick-up de la section 43 du PS est :

$$M_H = \begin{array}{c} \text{Horizontal} \\ \left| \begin{array}{cc} 1,75 & 12,67 \\ 0,024 & 0,744 \end{array} \right| \end{array} \quad M_V = \begin{array}{c} \text{Vertical} \\ \left| \begin{array}{cc} 0,21 & 8,35 \\ -0,103 & 0,664 \end{array} \right| \end{array}$$

4. RESULTATS

- a) Le setting dipolaire de la recombinaison a pu être réajusté avec des valeurs très proches de celles théoriques. Soulignons tout particulièrement l'aide très efficace apportée par les nouvelles pick-up récemment installées, ainsi que par la digitalisation de toute la ligne.

Revision de la recombinaison

Les quatre faisceaux ont pu être livrés à l'entrée du PS avec une erreur entre anneaux d'environ + 1 mm dans les deux plans : horizontal et vertical.

Efficacité de la recombinaison

Pour des émittances verticales de 20π mm.mrad, l'efficacité est maintenant proche de 100%, ce qui s'est déjà traduit par une diminution de l'irradiation mesurée de la ligne.

Deux tests réels d'efficacité de la recombinaison ont pu être effectués :

- i) soit en opération, maintenant que la modification de la fenêtre "beamscope" a permis d'établir⁶⁾ une nouvelle intensité pointe accélérée du PSB : $2,43 \cdot 10^{13}$ ppi;

ii) soit en MD, pendant lesquels l'injection des "gros" faisceaux ainsi fournis au PS a été étudiée⁷⁾.

Dans tous les cas, avec des émittances verticales proches de $30 \pi \text{ mm.mrad}$ ou des émittances horizontales proches de $40 \pi \text{ mm.mrad}$, l'efficacité de transmission s'est révélée de l'ordre de 95%, ce qui permet au PSB de livrer au PS une intensité pointe aux alentours de $2,25 \cdot 10^{13} \text{ ppi}$.

b) L'adaptation au PS avait déjà été testée et corrigée lors d'un MD précédent. Elle a été vérifiée avec les Sem Grids PS et a été jugée suffisamment bonne (pour l'anneau 3 de référence) pour ne pas avoir à être retouchée (k_H et $k_V < 10\%$)*. Néanmoins, il s'avère que la désadaptation horizontale par anneau inhérente aux trajectoires différentes de la recombinaison est légèrement plus forte dans l'anneau 2 qu'avec le setting précédent ($k_H \sim 0,25$).

Plan	Paramètre sur SG 42	Valeur Théorique	Mesures			
			Anneau 3	Anneau 4	Anneau 2	Anneau 1
Horizontal	$\bar{G}_H - 1$	0	-0,03	0,11	-0,24	-0,11
	\bar{B}_H	0	0,03	-0,01	0,08	-0,03
	k_H	0	0,04	0,11	0,25	0,11
Vertical	$\bar{G}_V - 1$	0	-0,10	-0,13	-0,04	-0,16
	\bar{B}_V	0	0,02	-0,04	-0,03	0,04
	k_V	0	0,10	0,13	0,05	0,17

5. CONCLUSIONS

L'acceptance de la ligne de transfert est maintenant tout à fait adaptée à celle du PS à l'injection 800 MeV :

$$A_H = 50 \pi \text{ mm.mrad} ; \quad A_V = 30 \pi \text{ mm.mrad}$$

Elle est actuellement limitée à la fois par l'ouverture des chambres au niveau du quadrupôle BT.QN010 (Fig. No. 3) et par la tension des kickers BT.KFA10 en vertical et par celle des kickers BE.KFA en horizontal.

Grâce aux nouvelles pick-ups de la ligne et à leur digitalisation, les erreurs d'alignement entre anneaux ont pu être réduites à $\pm 1 \text{ mm}$ dans les deux plans à l'entrée du PS.

k = vecteur de désadaptation, voisin du grossissement $\frac{\Delta \epsilon}{\epsilon}$ pour de faibles désadaptations⁵⁾.

P
Une adaptation très bonne au PS a pu être réalisée sans utiliser le quadrupôle BT.QN010 au milieu du mur PSB-PS.

Une très bonne efficacité de transmission (95%) a été vérifiée avec les faisceaux d'émittances maximales produits par le PSB.

Une amélioration substantielle des performances du faisceau a d'ores et déjà été réalisée :

- a) le faisceau de production d'antiprotons a été porté à $\sim 1,1 \cdot 10^{13}$ ppp tout en limitant l'irradiation de la ligne de transfert PSB-PS et de l'injection au PS;
- b) l'intensité pointe du faisceau livré au PS a été portée à plus de $2,2 \cdot 10^{13}$ ppp, ce qui a tout dernièrement contribué à un nouveau record de l'intensité pointe du PS (près de $2 \cdot 10^{13}$ ppp), une fois que la mise en service du "transverse feedback" au PS a permis de monter son point de fonctionnement.

Références

1. J.P. Delahaye, Evolution du faisceau de protons du Linac au SPS - Spéculations pour une augmentation de l'intensité du PS par impulsion, CERN/SPS/DI(MST) 80-7.
2. E. Brouzet, Compte rendu de la réunion No. 24 du 19.6.1980, PS/DL/Min. 80-14.
3. PPC, rédigé par E. Brouzet et K. Schindl), Les performances limites du complexe Nouveau Linac - Booster - PS, PS/DL/Note 80-2.
4. R. Gouiran, Compte rendu de la réunion No. 96 du MAC du 11.12.1980, PS/DL/Min. 80-21.
5. J.P. Delahaye, La recombinaison des 4 anneaux du PSB, améliorations, évolutions, mesures, CERN/PS/BR 79-12.
6. J.M. Baillod, F. Pedersen, H. Schönauer, Investigations of the intensity limiting instabilities, ME News du 22-23.6.1981.
7. M. Bouthéon, J.P. Delahaye, J.P. Potier, Injection de gros faisceaux dans le PS, compte rendu du MD du 5.6.1981, PS/OP/MD 81-6.

Distribution

PS Operation
Booster Committee
Liste PPC

/ed

0
20

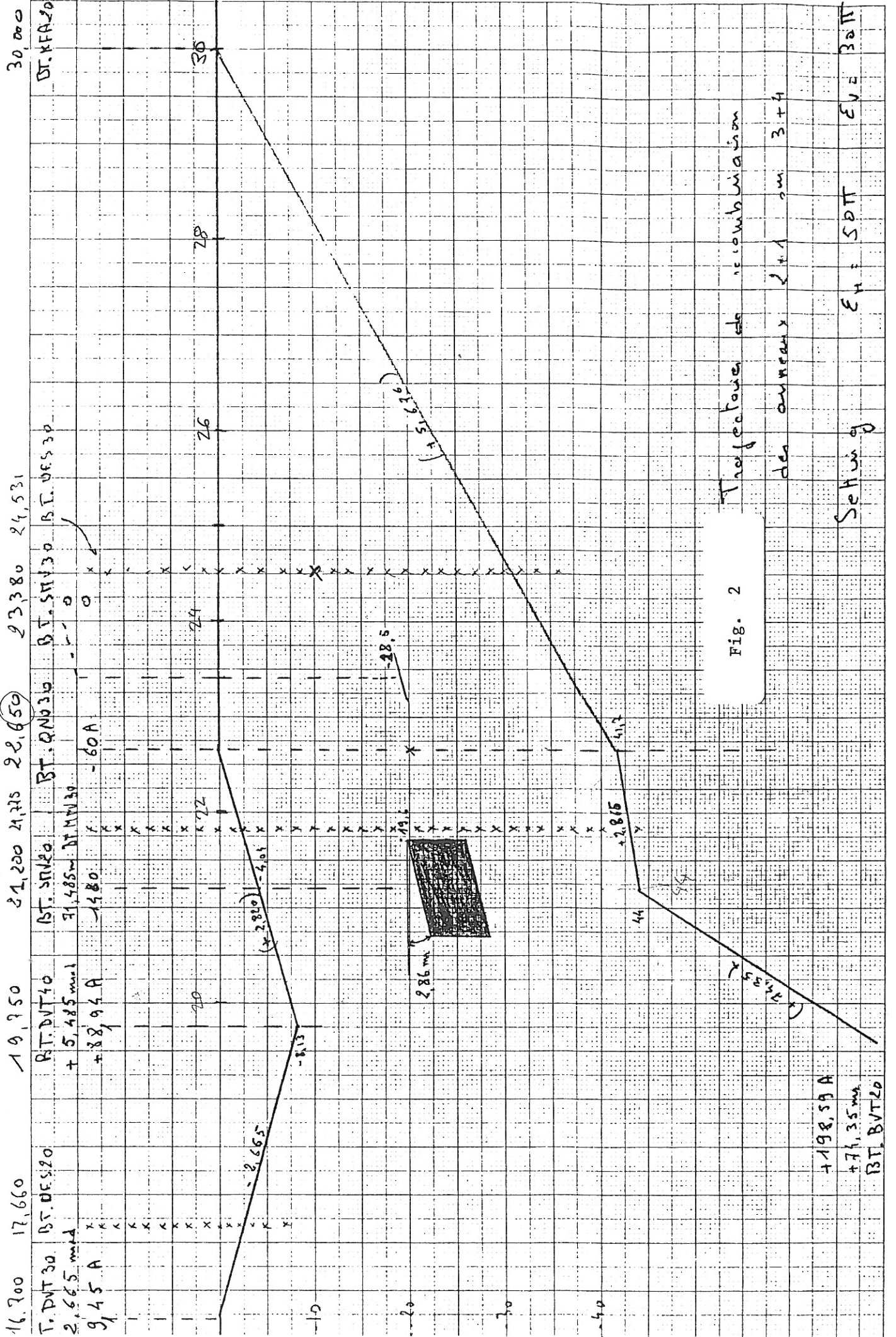


Fig. 2. Trajectories of combination

den. average 1+1 cm 3+4

Setting of $E_H = SPT$ $E_V = SPT$

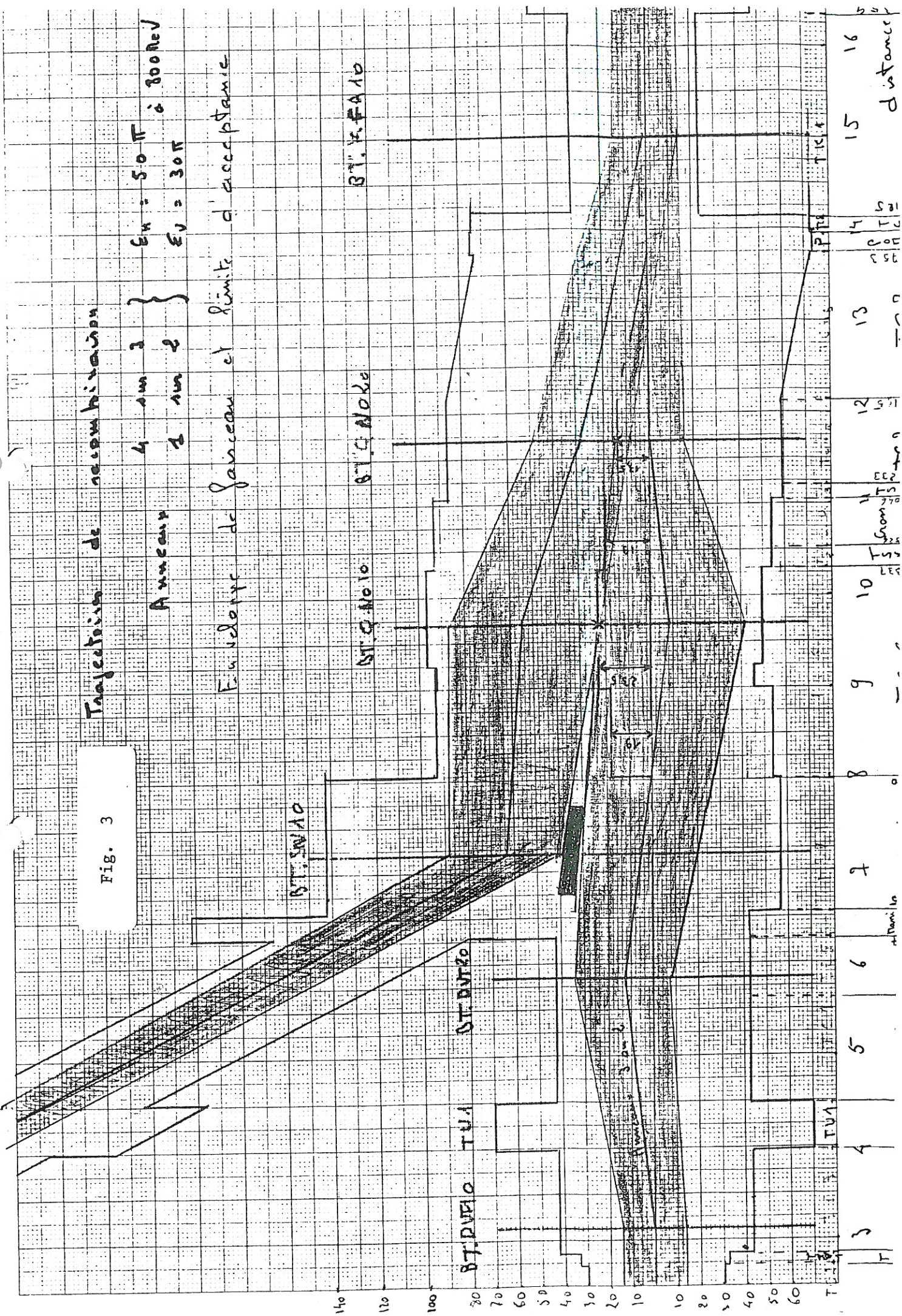
Fig. 3

Trajectoire de réception

$$\left. \begin{array}{l} \epsilon_H = 50\pi \\ \epsilon_V = 30\pi \end{array} \right\} \text{à } 300 \text{ Rev}$$

Amorceur
4 an 1
1 an 2

Ensemble de faisceau et limite d'acceptance



3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
distance

Fig. 4 Adaptation du foisonnement dans la recombinaison

$E_H = 50 \pi$
 $Q_H = 4,11$
 $E_V = 30 \pi$
 $Q_V = 5,23$

- ① Situation actuelle
- ② Situation proposée

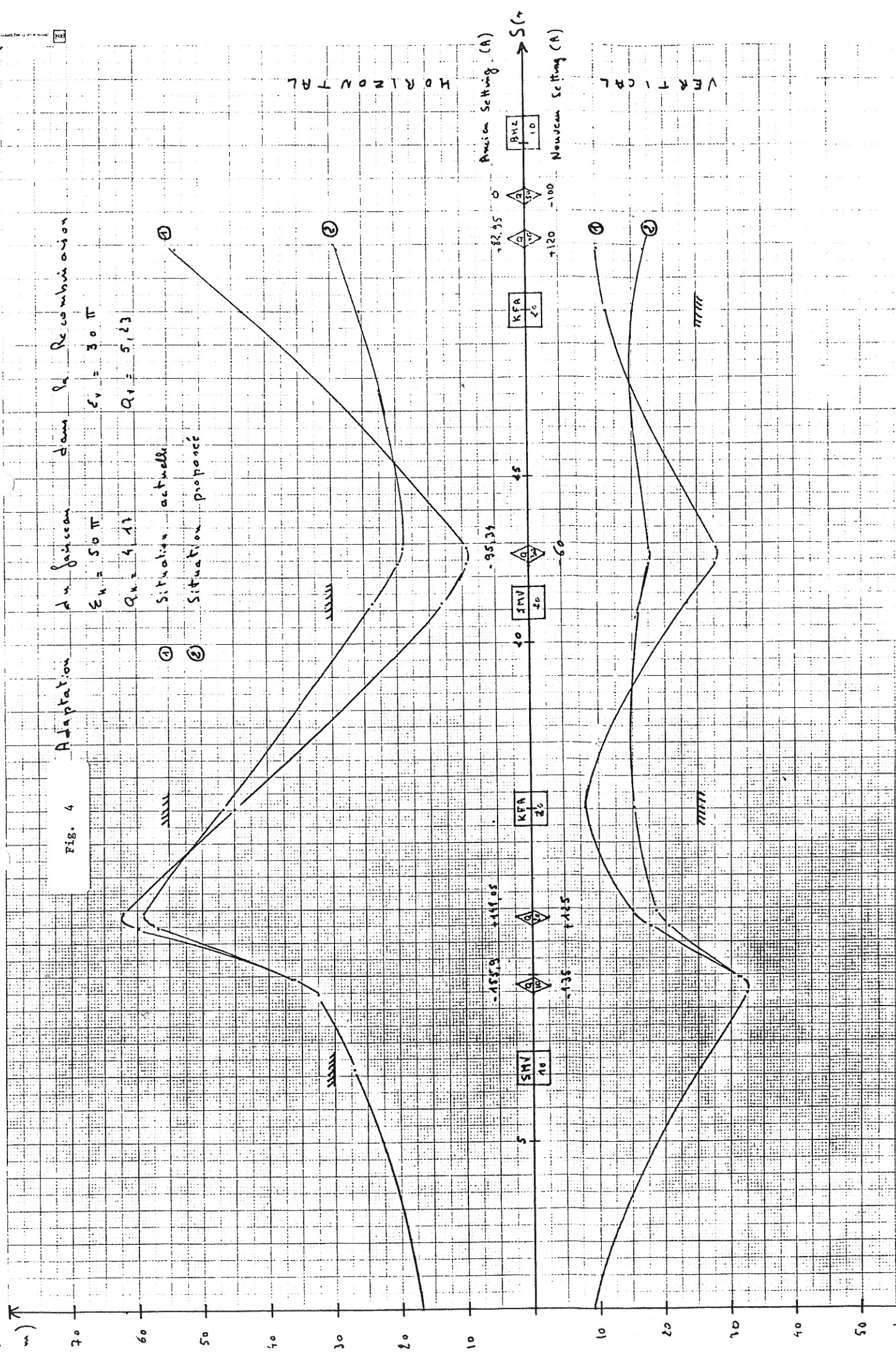


Fig. 5 Adaptation du jeu de PSD à l'injection P S

$\Sigma H = 50 \text{ m}$ $\Sigma V = 30 \text{ m}$

① Situation actuelle
 ② Situation proposée

X (mm) 70 60 50 40 30 20 10 0

