

LES FAISCEAUX P ET PBAR POUR LE COLLISIONNEUR SPS

Thys Risselada

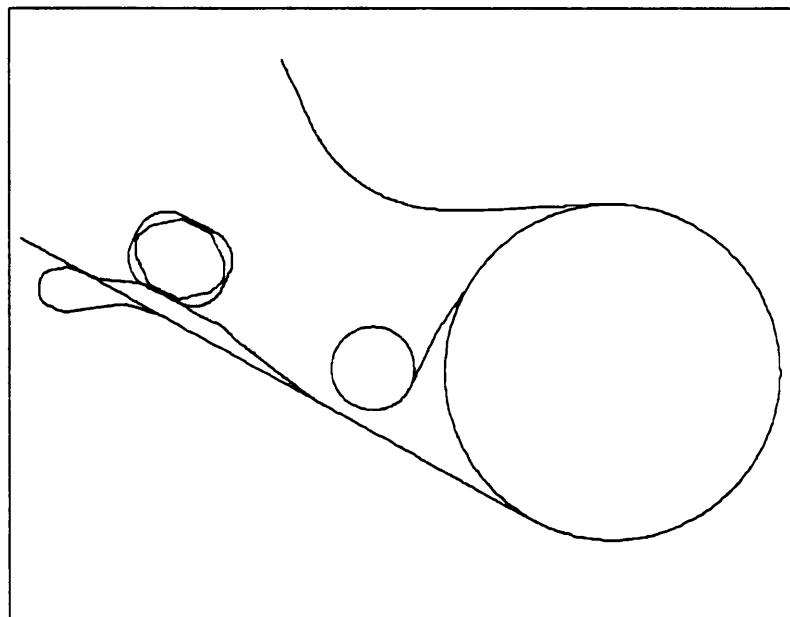


Table des matières

1	INTRODUCTION	3
1.1	Opération standard avec optique SPS à faible β	3
1.2	Opération spéciale à grand β en 1991	4
2	PROGRAMMATION DU PLS	4
2.1	User matrix	4
2.2	Supercycle standard (1990)	5
2.3	Supercycle en 1991	5
3	INJECTION DES PROTONS	5
3.1	Transfert PSB - PS	5
3.2	Mode d'injection	5
4	BLOW-UP LONGITUDINAL DU FAISCEAU PROTON	6
4.1	Blow-up longitudinal à 1 GeV	6
4.2	Blow-up longitudinal à 3.5 GeV/c	6
5	INJECTION DES ANTIPROTONS	6
6	ACCELERATION	7
6.1	L'harmonique 20	7
6.2	L'harmonique 6	7
6.3	La synchronisation avec SPS à 26 GeV	7
6.4	La rotation du bunch	7
7	REINJECTION	8
8	EJECTION	9
8.1	Point de fonctionnement sur le palier à 26 GeV	9
8.2	Éléments pulsés à l'éjection	9
8.3	Les lignes de transfert	10
A	VERIFICATION DE L'OPTIQUE DES EJECTIONS	11
A.1	Faisceau SPP	12
A.2	Faisceau SPN	12
A.3	Variation de l'énergie	12

1 INTRODUCTION

Cette note décrit l'opération du PS avec les faisceaux p et \bar{p} à 26 GeV pour le SPS en 1990 (opération standard) et en 1991 (opération spéciale).

1.1 Opération standard avec optique SPS à faible β

Le but des opérations FE16S et FE58S est d'envoyer au SPS un paquet de protons ou d'antiprotons par cycle à une énergie de 26 GeV. Le schéma nominal du collisionneur SPS (utilisé jusqu'à fin 1990) prévoit des *coasts* de 6 paquets de protons et 6 paquets d'antiprotons circulant sur la même orbite, mais en sens inverse, à 315 GeV dans le SPS. Ces paquets se croisent à 12 endroits et pourraient donc produire des collisions $p - \bar{p}$ pour alimenter jusqu'à 12 expériences en même temps.

Une *séparation* entre l'orbite p et l'orbite \bar{p} est appliquée aux croisements ou il n'y a pas d'expérience afin de limiter le gonflement de chaque faisceau causé par la présence de l'autre ("effet *beam - beam*"). Dans ces conditions la durée de vie d'un coast de protons et antiprotons est de l'ordre de 10 à 20 heures. Comme les transferts et leur préparation prennent plusieurs heures, le rythme normal de fonctionnement du collisionneur en 1990 était d'un ou deux remplissages par jour.

La quantité *luminosité* est une mesure du nombre de collisions par seconde. Elle est déterminée par les intensités des deux faisceaux et par leurs dimensions transversales. Pour cette raison les faisceaux sont comprimés transversalement dans les expériences à l'aide d'une optique à *faible β* ($\approx 1 m$). La luminosité au début d'un coast (c.à.d juste après un transfert) est de l'ordre de $5.0 \cdot 10^{30} cm^{-2} s^{-1}$. En tenant compte de la décroissance de la luminosité, des arrêts et des périodes de transfert on arrive à une luminosité moyenne d'environ $2.5 \cdot 10^{30} cm^{-2} s^{-1}$, l'équivalent de 216 *nanobarn*⁻¹ par jour.

Afin de centrer les collisions dans les détecteurs des expériences les paquets doivent être injectés dans des *buckets* d'une longueur de quelques *ns* et équidistants dans le SPS, et par conséquent une synchronisation très précise de l'éjection est essentielle. Juste avant l'éjection du PS le paquet subit une *rotation* qui réduit sa longueur d'environ 25 *ns* à 6 *ns*, en augmentant toutefois sa dispersion en énergie.

En plus du système r.f. classique à 200 MHz le SPS utilise depuis avril 1989 un deuxième système r.f. à 100 MHz, ce qui augmente la longueur et la hauteur des buckets. Ceci a permis d'injecter des bunches beaucoup plus intenses (ACOL) et légèrement plus longs sans augmenter l'effet de la charge d'espace et de garder ainsi une bonne durée de vie de la luminosité.

Dans le plan transversal, comme la luminosité dans le collisionneur est inversement proportionnelle aux dimensions transversales des paquets, la surveillance des émittances à l'injection dans le PS et pendant l'accélération, et de l'optique à l'éjection, est très importante.

1.2 Opération spéciale à grand β en 1991

En 1991 l'expérience UA4-2 prévoit de prendre des données à 273 GeV. Les valeurs de β dans l'expérience ont été fortement augmentées ($\beta_x = 2500 m$, $\beta_y = 85 m$) afin d'obtenir une meilleure définition en angle des particules diffusées. Ceci augmente localement les dimensions transversales des faisceaux et par conséquent réduit la luminosité à des valeurs en dessous de $10^{27} cm^{-2} s^{-1}$. Comme les séparateurs ont été retirés du SPS, cette opération se fera avec 3 bunches sur 3 seulement.

2 PROGRAMMATION DU PLS

2.1 User matrix

Au début des réglages un cycle SPN est utilisé pour la réinjection (voir chapitre 7). Le type de particules est alors PROT. Avant d'éjecter des antiprotons il faut changer le type de particules en ANTIP.

La *user matrix* contient respectivement pour les 3 cas SPP, SPN-proton et SPN-antiproton:

SPP	SPN	SPN
-----	-----	-----
C	C	C
6-12	6-12	6-12
LELOW	LELOW	LELOW
HEC	HEC	HEC
PROT	PROT	ANTIP
FE16S	FI16A	FI16A
-----	FE58S	FE58S
PSB	-----	-----
N	N	N
-----	TT70	TT70
-----	-----	-----
FTS	ATPA	ATPA
-----	-----	PBAR
-----	-----	-----

2.2 Supercycle standard (1990)

Le schéma standard de 6 p sur 6 \bar{p} nécessite des supercycles contenant 6 cycles SPP (protons) suivis par 6 cycles SPN (antiprotons). Ces cycles sont programmés à partir du 3e cycle dans le supercycle du PS, qui dure 43.2 secondes.

Pendant les périodes de transfert ces cycles ne sont donc pas disponibles pour la production d'antiprotons. Pour cette raison on utilise pendant la phase de réglage précédant le transfert plutôt des supercycles contenant seulement un seul cycle à antiprotons (SPN), et on installe le supercycle 6 + 6 juste avant le transfert du *dense*.

2.3 Supercycle en 1991

Le run de 1991 utilise un supercycle d'une longueur réduite à 28.8 secondes, comprenant 3 cycles SPP et 3 cycles SPN.

3 INJECTION DES PROTONS

3.1 Transfert PSB - PS

L'adaptation transversale (*matching*) entre le Booster et le PS est réalisée avec 10 quadrupôles. L'alignement (*steering*) du faisceau est ajusté à l'aide de 3 dipôles verticaux et de 3 dipôles horizontaux. Les oscillations transversales du faisceau à l'injection sont corrigées au moyen des dipôles DVT40 et DVT50 pour le plan vertical, et du dipôle DHZ40 et du septum SMH42 pour le plan radial.

Les CCV des quadrupôles de la ligne de transfert (valeurs de mai 1991):

BT.QN010	:=	156.5	BTP.QN010	:=	0.00
BT.QN020	:=	145.6	BTP.QN020	:=	117.6
BT.QN030	:=	69.5	BTP.QN030	:=	108.5
BT.QN040	:=	+230.0	BTP.QN040	:=	142.7
BT.QN050	:=	-149.5	BTP.QN050	:=	121.6
			BTP.QN060	:=	146.6

3.2 Mode d'injection

Cinq paquets de protons à 1 GeV en provenance de l'anneau 3 du PSB sont injectés en section 42 du PS à l'aide du *septum* SMH42, du *kicker* KFA45, et de quatre *slow bumpers* (en sections 40, 42, 43 et 44) destinés à rapprocher l'orbite fermée du septum. Un seul paquet est injecté sur l'orbite fermée par le kicker d'injection, dont le timing ("*kicker start from injection*") est décalé de -19 périodes r.f. par rapport à sa valeur nominale pour une injection de vingt paquets. Les 4 paquets suivants sont perdus sur la chambre. L'injection a lieu à C 215.

4 BLOW-UP LONGITUDINAL DU FAISCEAU PROTON

4.1 Blow-up longitudinal à 1 GeV

Un premier *blow-up* longitudinal du paquet restant est réalisé sur le palier à 1 GeV, juste après l'injection. Cela permet d'augmenter l'émittance longitudinale du faisceau par dilution des particules dans l'espace des phases, sans modifier pour autant la forme de la distribution des protons. Il en résulte un paquet plus long, de densité réduite et par conséquent plus stable.

Le blow-up du faisceau est créé à l'aide de 2 ou 3 cavités 200 MHz, activées pratiquement pendant toute la durée du palier (environ 25 ms), en même temps que les cavités 9.5 MHz. Le signal des cavités 200 MHz est modulé à environ 6 kHz. L'amplitude (appelée aussi *profondeur*) de la modulation est de l'ordre de 40%. Une réduction de la tension des cavités 9.5 MHz est effectuée durant le blow-up.

Les paramètres essentiels de contrôle du blow-up sont:

- la sélection des cavités
- l'amplitude de la tension r.f. 200 MHz (PA.VBU1):

On les trouve dans:

```
PS / LON / ACCEL H=20 / CONTROLE / 200 MHZ CAVITY SELECTION
et:                               / LOW ENERGY BLOW-UP GFA
```

La tension des cavités 9.5 MHz après la réduction est observable sur le signal DETECTED VRF H=20. Pour plus de détails sur le mécanisme du blow-up consulter le dossier "*Faisceau de production AA*".

4.2 Blow-up longitudinal à 3.5 GeV/c

Un second blow-up longitudinal du paquet accéléré est réalisé sur le palier à 3.5 GeV/c. Son objet est de diluer le faisceau dans le bucket afin d'atteindre une émittance longitudinale du paquet de protons de 0.65 eV.s, environ identique à celle des \bar{p} qui seront injectés dans le PS à 3.5 GeV/c. Ce blow-up dure environ 40 ms et survient avant le changement d'accord de h=20 à h=6 des cavités 9.5 MHz. Le réglage est effectué de la même façon que pour le blow-up à 1 GeV. Par contre les cavités utilisées et les amplitudes sont différentes d'un blow-up à l'autre.

5 INJECTION DES ANTIPROTONS

Les antiprotons en provenance du AA sont injectés dans le PS sur le palier de 3.5 GeV/c à B 1692.5 (valeur 1990). Les impulsions d'antiprotons pour le SPS sont prélevées au AA dans un bucket de 50 Hz (0.5 eV.S), quelle que soit l'intensité demandée. L'intensité peut être variée en prélevant les antiprotons à un endroit plus ou moins dense du stack. Pour les transferts des sextuples denses on modifie entre deux shots la distribution longitudinale afin d'égaliser l'intensité des 6 shots.

Les antiprotons éjectés par le AA arrivent au PS par les tunnels de transfert TTL2 (boucle) et TT2. L'injection dans le PS (opération FI16A) sur le palier de 3.5 GeV/c utilise le septum 16, le bump 16 basse énergie et le KFA 71-79. Les trajectoires ont été préalablement réglées à l'aide du faisceau TST. D'éventuelles oscillations résiduelles dans l'anneau PS sont amorties par le *damp*er.

Pour que celui-ci fonctionne correctement il faut que les Q soient justes, c.à.d. les quadrupôles d'injection doivent être à zéro à l'instant de l'injection des antiprotons. Les détails de l'opération FI16A sont présentés dans le classeur du faisceau *TST*.

6 ACCELERATION

6.1 L'harmonique 20

Le faisceau de protons injecté dans le PS (1 paquet) est capturé puis accéléré, de 1.0 GeV (= 1.7 GeV/c) à 3.5 GeV/c, par un système r.f. constitué de 10 cavités 9.5 MHz (sur un total de 11), délivrant 200 kV au total. L'accélération est réalisée sur l'harmonique 20, la période r.f. est de 105 ns (1 tour machine correspond à 2.1 μ s). Le \dot{B} est de 2.2 T/s.

6.2 L'harmonique 6

L'accélération de 3.5 à 26 GeV/c est identique pour les protons et les antiprotons. Le faisceau d'antiprotons est injecté à 3.5 GeV/c et ses caractéristiques longitudinales sont déterminées par le bucket du AA. Afin d'obtenir une bonne adaptation des buckets r.f. du PS (qui sont identiques pour les protons et les antiprotons) au faisceau d'antiprotons, il faut changer l'accord des cavités de $h=20$ à $h=6$. L'harmonique 6 donne la fréquence r.f. la plus proche de celle du AA:

$$f_{rf}^{PS} = 2.78 \text{ MHz} \quad f_{rf}^{AA} = 1.85 \text{ MHz}$$

puisqu'il faut garantir le fonctionnement des circuits d'accord des cavités PS il faut que:

$$2.7 \text{ MHz} < f_{rf}^{PS} < 9.5 \text{ MHz}$$

En premier lieu 8 cavités, sur les 10 employées, sont déclenchées; puis le changement de nombre harmonique est réalisé. Ensuite, les 2 cavités restantes sont déclenchées à leur tour, et les 8 cavités coupées précédemment sont à nouveau enclenchées. Enfin la valeur de la tension r.f. est portée à 160 kV.

6.3 La synchronisation avec SPS à 26 GeV

La fréquence r.f. du SPS est de 200 MHz. Afin que les paquets se croisent exactement au centre des détecteurs des expériences il est important de les capturer dans les bons buckets. Pour cette raison le SPS envoie au PS un train r.f. qui définit l'instant d'éjection. Les perturbations de *placing* PA.PERT16 et PA.PERT58 servent à amener les faisceaux au préalable sur une orbite qui correspond à la fréquence r.f. du SPS, ce qui assure une synchronisation correcte. La fréquence de révolution dans le PS à l'éjection doit être égale à $476\,822 \pm 3$ Hz.

6.4 La rotation du bunch

Avant l'éjection le bunch doit être raccourci à 6 ns afin de pouvoir être capturé par le bucket du SPS. Environ 2 ms avant l'éjection on place le bunch pendant quelques centaines de μ s sur la *phase instable* pour allonger sa forme dans l'espace de phase longitudinal. Comme le bunch continue à tourner dans l'espace de phase il suffit d'attendre environ un tiers de période synchrotronic pour obtenir un bunch très court.

Les boutons du réglage de la rotation du bunch se trouvent dans:

PS / LON / SPS PPBAR GYM / CONTROLE / BUNCH COMP. START
et: / UNSTABLE PHASE DURATION

Pour obtenir un bunch proton d'une longueur de 6.2 ns (valeur 18.11.91):

SPP: PX.SD1BC = 1150 PX.SD3BC = 2970

Pour obtenir un bunch \bar{p} d'une longueur de 6.0 ns (valeur 13.11.90):

SPN: PX.SD1BC = 1850 PX.SD3BC = 2200

7 REINJECTION

Avant la première éjection d'antiprotons la trajectoire entre le PS et le SPS est réglée avec des protons éjectés à 26 GeV par le SPS vers le PS par la ligne TT70. Le but est de réduire les oscillations à l'injection dans le PS en dessous de 2 mm d'amplitude. De cette façon les protons et les antiprotons suivent la même trajectoire et les efficacités de transmission sont égales dans les deux cas. D'éventuelles petites oscillations résiduelles du faisceau \bar{p} dans le SPS seront amorties par un *damper*.

Tous les réglages ont la même valeur pour les deux faisceaux p et \bar{p} , à l'exception du septum électrostatique d'éjection du SPS, dont on doit inverser la polarité. L'abondance des protons permet d'observer et corriger la position du faisceau dans la ligne TT70 et de régler l'injection dans le PS.

Le SPS règle d'abord la partie SPS du TT70. L'écran MTV066 permet de vérifier la position à l'entrée (côté SPS) du mur du tunnel PS. L'écran MTV059 montre la position à la sortie (côté PS) de ce mur, qui a une épaisseur de 43 m. Cette position peut être corrigée à l'aide des dipôles FA58.DHZ074 et FA58.DVT072. Ceci doit normalement permettre d'injecter une bonne partie du faisceau dans le PS.

La position du faisceau \bar{p} dans le septum 58, qui dépend uniquement de l'orbite fermée du PS et de la force du KFA, a été optimisée avec soin, car l'ouverture horizontale dans le septum et le premier quadrupôle FA58.QFO10 est limitée. Par conséquent il est *vivement déconseillé de modifier le setting du bump 58 ou du KFA 71-79*. La correction des oscillations du faisceau réinjecté se fait à l'aide du programme "REINJ. OSCILL. CORREC.", qui utilise la position observée dans les 4 premiers tours aux pick-ups 95 (HOR) et 90 (VERT), et corrige avec deux DVT et deux DHZ de la ligne FA58.

Lorsque les trajectoires sont correctes l'efficacité de transmission doit être supérieure à 90 %. Les moniteurs SPS dans TT70 doivent être retirés pour obtenir une bonne transmission.

Ce réglage utilisant le faisceau réinjecté est valable seulement si l'énergie du faisceau *proton* est exactement égale à celle du faisceau *antiproton*. Il est donc important de vérifier la *fréquence de révolution* du faisceau réinjecté dans le PS. Il faut pour cela que l'efficacité d'injection soit correcte (> 90%). La fréquence doit être égale à $476\,822 \pm 3$ Hz, ce qui est la fréquence de révolution à l'éjection des protons et des antiprotons. Une erreur de fréquence peut être causée soit par des différences entre le cycle SPP et le cycle SPN (bumps 16 ou 58 par exemple) ou par des variations

magnétiques du palier d'injection du SPS. Bien entendu le champ du PS doit être juste, c.à.d. $12560 \pm 1 \text{ Gauss}$ (voir ci-dessous).

A la fin de la réinjection on ne doit pas oublier de changer le *type* de particules dans la *user matrix* du PLS.

8 EJECTION

8.1 Point de fonctionnement sur le palier à 26 GeV

En 1987 une nouvelle *boucle-en-8* a été installée qui nous permet de corriger les Q et les chromaticités (variation de Q avec la position radiale). Nous avons trouvé qu'il est très important que la valeur de Q_h à l'instant de l'éjection ne descende pas en dessous de 6.20. Les fonctions PFW se trouvent dans le point de fonctionnement HEC, qui est également utilisé par le user AA. Les octupôles ne sont pas utilisés sur les cycles SPP et SPN.

Le point de fonctionnement au début du palier à 26 GeV/c a les paramètres suivants:

B	=	12560.0	Gauss	+/-	1 Gauss
IpfwF	=	400.0	A		
IpfwD	=	200.0	A		
Ipfw8	=	1250.0	A		
Ioct	=	0.0	A		

ce qui donne: $Q_h = 6.23$, $Q_v = 6.27$ (de C 1120 à C 1170)

A l'éjection (à C 1194), donc en présence des QKE et des bumps 16 et 58, la chromaticité horizontale a été réglée pour être nulle et le Q horizontal vaut 6.205 d'après les mesures avec une méthode FFT. Cette mesure nécessite la réduction du KFA d'éjection à 40 kV et ne peut pas être faite pendant l'opération pour SPS. On doit donc compter sur la surveillance des courants PFW.

8.2 Eléments pulsés à l'éjection

La gymnastique r.f. présentée dans le chapitre 6 est absolument identique pour les deux faisceaux proton et antiproton. Dans le plan transversal on s'efforce également d'appliquer un traitement identique aux deux faisceaux.

Les 2 bumps 16 et 58 sont pulsés dans chacune des opérations FE16S et FE58S afin d'avoir exactement la même relation entre l'énergie (donc position radiale moyenne) et la fréquence de révolution. Les bumpers 12, 14, 20 et 22, alimentés par l'alimentation BSW16HE, font un bump d'une amplitude d'environ 40 mm en section droite 16. Du côté de l'éjection 58 les bumpers 52, 55, 60 et 63 sont alimentés par BSW58HE. L'effet du KFA71-79 déplace le faisceau jusqu'à 72 mm de l'orbite centrale, ce qui est suffisant pour sauter le septum 16 ou 58. La position des faisceaux dans les septa 16 et 58 doit être vérifiée à l'aide d'écrans.

Une complication résulte du fait que le hardware permet au bump 16 d'avoir une amplitude différente dans FE16S et FE58S: d'où les noms BSW16HEP (proton) et BSW16HEN (\bar{p}). Toutefois il est essentiel pour une opération $p - \bar{p}$ correcte que les amplitudes soient *identiques*. Ceci est également le cas des dipôles DHZ15HEN/P et des QKE16HEN/P et QKE58HEN/P.

La rotation du bunch augmente sa dispersion en énergie de ± 1 pour mille à ± 3 pour mille. Ceci entraîne un tel grossissement dans le plan radial que le faisceau remplit toute l'ouverture dans les canaux d'éjection 16 et 58, notamment dans le premier quadrupôle des lignes TT2 et TT70 ("*slim quadrupole*"), et il est difficile d'obtenir une efficacité de 100 %.

Le schéma des QKE, composé de 4 quadrupôles situés en section droite 5, 25, 49 et 69 comprime la dimension horizontale des faisceaux p et \bar{p} localement dans les régions de 16 et 58 et surtout à l'intérieur des *slim quadrupoles*. L'utilisation du schéma QKE augmente les distorsions d'orbite qui peuvent atteindre 50 mm crête-a-crête dans le plan radial. Depuis 1988 nous disposons de deux dipôles DHZ15 et DHZ73 dans l'anneau PS pour corriger l'orbite à l'éjection. L'ensemble de ces corrections nous permet d'éjecter les faisceaux avec une efficacité proche de 100 % et dans des conditions stables.

Les CCV des éléments pulsés à l'éjection sont données dans la table suivante (valeurs 13.11.90):

FE16S	C 1194	FE58S	C 1194
KFA	= 720.0 kV	KFA	= 580.0 kV
SMH16	= 27600.0 A	SMH58	= 32200.0 A
BSW16HEP	= 600.0 A	BSW16HEN	= 600.0 A
BSW58HE	= 2000.0 A	BSW58HE	= 2000.0 A
QKE16HEP	= 1400.0 A	QKE16HEN	= 1400.0 A
QKE58HEP	= 1400.0 A	QKE58HEN	= 1400.0 A
DHZ15HEP	= 250.0 A	DHZ15HEN	= 250.0 A
DHZ73	= 100.0 A	DHZ73	= 100.0 A

8.3 Les lignes de transfert

En sortant du septum 16 le faisceau proton traverse le mur de blindage avant de passer dans le tunnel TT2. Il sera perdu au bout de TT2 (*destination D3*) ou tourne à droite dans l'aimant de switching BHZ377 (*destination FTS*) en direction de la ligne TT10 qui est contrôlée par le SPS.

Le faisceau antiproton, éjecté par le septum 58, doit d'abord traverser le mur du tunnel PS (épaisseur 43 m) avant de tourner dans le TT70 et descendre vers le SPS.

Les settings de ces deux lignes, et surtout les quadrupôles, doivent être vérifiés avec soin, car une erreur de 1 A peut déjà modifier l'optique et ainsi augmenter les émittances dans le SPS. La ligne TT2 est cyclée entre 3.5 et 26 GeV, et a en plus des settings différents sur AA et SPP. La partie PS de la ligne TT70 est D.C. Les CCV sont données ci-dessous:

TT2: (FT16, matching du 6 septembre 1988)

QF0105 = 448.0 A
QDE120 = 208.0 A
QF0135 = 200.6 A
QDE150 = 159.1 A
QF0165 = 147.7 A
QDE180 = 134.3 A
QF0205 = 147.3 A
QDE210S = 218.5 A
QF0215S = 244.3 A

TT70: (FA58, matching du 23 avril 1986)

QF0010 = 964.3 A
QF0020 = 262.0 A
QDE040 = 164.7 A
QF0050 = 275.0 A

ANNEXE

A VERIFICATION DE L'OPTIQUE DES EJECTIONS

La luminosité qu'on peut obtenir dans le SPS est liée à la qualité de l'optique du PS à l'éjection. Il est difficile mesurer celle-ci directement dans l'anneau et on utilise plutôt les semgrids PS et SPS qui se trouvent dans les lignes de transfert TT2, TT10 et TT70. On peut vérifier l'optique en faisant des mesures de profil (*mesures d'ellipse*) ou en mesurant la position du centre de gravité du faisceau pour différentes valeurs de l'énergie (*mesures de dispersion*). Dans les deux cas il est préférable de travailler avec des faisceaux ayant une faible dispersion en énergie (voir ci-dessous).

Comme ces mesures utilisent des faisceaux très différents des faisceaux habituels, on ne peut pas les faire de façon régulière. Elles se font *uniquement au début du run ou en cas de problèmes*.

A.1 Faisceau SPP

Pour obtenir une dispersion en énergie inférieure à 0.3 pour mille avec l'harmonique 6-12 il faut retarder le début de la rotation de 1500 μs , par exemple:

```
PS / LON / SPS PPBAR GYM / CONTROLE / BUNCH COMP. START
PX.SD1BC 1150 ---> 2650
```

A.2 Faisceau SPN

Avec les antiprotons on peut obtenir un bunch court (4 ou 5 ns) ayant une faible dispersion en énergie en prélevant le shot dans un bucket de l'ordre de 0.02 eV.s dans le coeur du stack au AA (comme pour LEAR). Avec un stack de $4 \cdot 10^{11}$ antiprotons on peut ainsi obtenir facilement des pilotes de $4 \cdot 10^9$. Il faut alors supprimer le timing de start de la rotation:

```
PS / LON / SPS PPBAR GYM / CONTROLE / BUNCH COMP. START
PX.SD1BC ENABLE ---> DISABLE
```

A.3 Variation de l'énergie

Pour changer l'énergie moyenne du faisceau le SPS change sa fréquence r.f. Au PS on doit ajuster la perturbation de *placing* afin de garder une bonne synchronisation et vérifier la fréquence de révolution juste avant l'éjection à l'aide du tableau suivant:

$\Delta p/p$ 10^{-3}	f_{rev}^{PS} kHz	f_{rf}^{SPS} MHz	PA.PER16 PA.PER58
-4.0	476.870	200.285	-26.0
-2.0	476.846	200.275	-13.0
0.0	476.822	200.265	0.0
+2.0	476.798	200.255	+13.0
+4.0	476.774	200.245	+26.0

Distribution:

J. Boillot
J. Boucheron
E. Brouzet / SL
R. Cappi
J. Evans
B. Frammery
A. Faugier / SL
R. Garoby
A. Hilaire / SL
S. Hancock
M. Martini
A. Pace
T. Risselada
J.P. Riunaud
G. Roux
C. Steinbach
J.P. Terrier
J.L. Vallet