

COMPTE RENDU No. 78

DES SEANCES D'ETUDES SUR LE PS (MD) ET LE BOOSTER (ME)

Période No. I : du 14.1 au 15.2.1981

(Semaines 2 à 7)

RESUME

	28-29 Jan.	13-15 Fev.	En // avec la physique
1. Injection 800 MeV	5	4	
2. Etudes pour l'accélération d'antiprotons			20
3. Faisceaux tests à 3,5 GeV/c	4		12
4. Faisceau de production des antiprotons			18
5. Injection, accélération et éjection des antiprotons	12	12	
6. Etudes pour LEAR	5		
7. Tests d'opération et d'appareillages	6		8
8. Etudes Booster	10	10	
	-----	-----	-----
	42 h	26 h	58 h

I. INJECTION 800 MeV

1. Nouvelle adaptation transversale dans la ligne PSB-PS (5 heures) (J.P. Delahaye, J.P. Potier, J.P. Riunaud)

L'acceptance verticale de la ligne de transfert PSB-PS avec les réglages actuellement utilisés en opération est de 20π mm.mrad. Pour l'augmentation prévue de l'intensité (voir PS/DL/Note 80-2) et notamment pour le remplacement du faisceau en mode 10 paquets par un faisceau formé de 2 anneaux Booster de haute intensité sans addition verticale, il faut augmenter cette acceptation jusqu'à 30π mm.mrad. Pour cela, une nouvelle focalisation de cette ligne de transfert a été calculée, avec un plus grand β_V au niveau des dipôles de recombinaison. Le but de cette séance d'études était de mesurer l'adaptation dans le PS avec cette nouvelle focalisation.

Les mesures, effectuées à l'aide des grilles de mesure à l'injection 800 MeV (SEM Grids), ont d'abord été consacrées à l'adaptation avec les réglages actuels : elles ont montré une très bonne adaptation dans le plan vertical ($k_V \sim 0,05$), moins bonne dans le plan horizontal ($k_H \sim 0,25$).

La nouvelle focalisation, réglée ensuite, s'est révélée suffisamment correcte pour permettre des mesures propres de l'adaptation dans les deux plans :

$$k_H \sim 0,30 \quad \text{et} \quad k_V \sim 0,40$$

Malheureusement, cette séance d'étude a été très écourtée par diverses pannes. Les résultats obtenus permettront malgré tout de calculer les corrections à apporter à cette nouvelle focalisation, afin de procéder à de nouvelles mesures lors de la prochaine période.

Cette nouvelle focalisation, aussi bien pour le mode 10 paquets que pour le mode 20 paquets, doit être mise au point avant l'arrêt de Pâques, pendant lequel on se propose de procéder aux modifications nécessaires dans cette ligne (une note sur ces diverses modifications est en préparation).

2. Injection des faisceaux de grandes émittances transversales

(4 heures) (M. Bouthéon, J.P. Potier, J.P. Riunaud, M. Van Rooij)

Pour l'augmentation prévue d'intensité et le remplacement du faisceau en mode 10 paquets, il est aussi nécessaire d'étudier et de mettre au point l'injection à 800 MeV de faisceaux d'émittances transversales $\epsilon_H \sim 50 \pi$ mm.mrad et $\epsilon_V \sim 30 \pi$ mm.mrad, qui sont les émittances prévues en sortie du Booster.

Pour cette étude, on se propose d'utiliser deux anneaux Booster de (50 π , 10 π) et de les additionner verticalement dans la ligne de transfert PSB-PS. Cette séance a donc été précédée d'une étude Booster pour obtenir ces faisceaux de (50 π , 10 π); mais ces faisceaux n'ont pu être obtenus (voir chapitre VIII-1) et l'étude de leur injection dans le PS n'a donc pas eu lieu.

Le temps d'étude a été consacré à quelques mesures avec l'injection des faisceaux actuels et l'étude sera reprise pendant la prochaine période.

II. ETUDE POUR L'ACCELERATION DES ANTIPROTONS

(20 heures, en parallèle avec la physique)

(E. Brouzet, R. Capi, R. Garoby)

La majorité du temps de cette étude a été consacrée à la préparation des essais avec des antiprotons dans le PS jusqu'à 26 GeV/c, en utilisant un faisceau de simulation avec des protons par la technique déjà exposée (voir compte rendu No. 77, paragraphe II).

En particulier, il a fallu procéder à des réglages fins du contrôle de la position radiale durant l'accélération, afin d'éviter les pertes apparaissant pour une position radiale interne du faisceau (voir chapitre VII-1), notamment à la remontée du B et à la transition.

Ce faisceau de simulation a aussi permis de comprendre le comportement de la boucle de phase lors de l'injection des très faibles intensités d'antiprotons (voir chapitre V).

Les essais de compression du paquet sur l'harmonique 6 et de synchronisation, sur le palier à 26 GeV/c, ont dû être repoussés à la prochaine période, par manque de temps.

III. FAISCEAUX TESTS A 3,5 GeV/c

(16 heures, dont 12 en parallèle avec la physique)

(J. Boillot, J. Boucheron, E. Brouzet, R. Cappi, R. Garoby,
A. Krusche, S. Maury)

Ces faisceaux tests sont formés d'un seul paquet d'intensité 2 à 5 10^{10} p, recapturé sur l'harmonique 6 de la même façon que pour le faisceau de simulation de l'accélération sur $h = 6$ (chapitre précédent). Ils sont utilisés par la machine AA, soit en injection directe (polarité du AA inversée), soit en passant par la ligne d'éjection TTL2 (polarité du AA normale).

On a tout d'abord mis au point, comme prévu, la synchronisation sur fréquence extérieure sur le palier à 3,5 GeV/c, afin d'assurer la meilleure reproductibilité possible de l'énergie du faisceau éjecté.

On a ensuite procédé au réglage de l'éjection rapide FE 16 de ce faisceau, après la modification de la synchronisation éjection AA - injection PS, qui avait pour but de rendre l'éjection AA des antiprotons indépendante du réglage de phase de la RF de recapture du PS.

Enfin, on a continué à étudier les causes d'instabilités des lignes de transfert lorsqu'elles sont utilisées de cycle à cycle avec des énergies différentes selon l'utilisation (AA, ISR, ligne de décharge D2). En particulier, on avait constaté, avec le faisceau test de 3,5 GeV/c passant par TTL2 et avec le faisceau d'antiprotons en retour, une perte importante dans cette ligne de transfert, minimisée avec des réglages non conformes aux calculs. Après investigations, on a découvert une erreur de calibration d'un des quadrupôles de la ligne d'éjection du AA; après correction de cette erreur, la transmission de la ligne de transfert a été proche de 100% pour les valeurs théoriques calculées.

IV. FAISCEAU DE PRODUCTION DES ANTIPROTONS

1. Addition verticale des anneaux Booster

(12 heures en parallèle avec la physique)

(E. Brouzet, R. Cappi, J.P. Delahaye, J.P. Riunaud)

Après la mise au point pendant la période précédente (voir compte rendu No. 77, chapitre III-1) de l'injection du faisceau avec addition verticale en sortie du Booster (mode 10 paquets) en parallèle avec l'opération normale

en mode 20 paquets (pulse-to-pulse modulation), l'accélération de ce faisceau a pu être étudiée en parallèle avec la physique sur les autres cycles.

Cette accélération avait déjà été réglée durant des séances d'études il y a plusieurs mois (voir compte rendu No. 75, paragraphe III-a) pendant lesquelles on avait obtenu un faisceau stable de $1,2 \cdot 10^{13}$ ppi à 26 GeV/c pour $1,45 \cdot 10^{13}$ ppi présentés à l'entrée du PS.

Les conditions d'accélération étant à présent nettement moins favorables à cause d'un obstacle vers la s.d. 35 (voir chapitre VII-1), le meilleur faisceau obtenu à 26 GeV/c a été seulement de $1,05 \cdot 10^{13}$ ppi pour $1,4 \cdot 10^{13}$ ppi présentés au point d'injection. C'est ce faisceau qui a été utilisé pour la recombinaison longitudinale à 26 GeV/c.

Après la suppression de l'obstacle pendant l'arrêt, on espère durant la prochaine période retrouver le faisceau de $1,2 \cdot 10^{13}$ ppi à 26 GeV/c.

2. Recombinaison longitudinale à 26 GeV/c
(6 heures en parallèle avec la physique)
(E. Brouzet, R. Cappi, R. Garoby, G. Roux)

Pour le faisceau de production d'antiprotons utilisé durant cette période I, on a procédé au réglage de la recombinaison longitudinale à 26 GeV/c du faisceau d'environ 10^{13} ppi obtenu par l'addition verticale.

Le jitter de cette recombinaison est resté dans la fenêtre de $\pm 20 \mu\text{s}$ et la différence de fréquence entre les 2 faisceaux a été à nouveau réglée à 700 Hz (voir compte rendu No. 77, paragraphe III-2).

On a pu, dans ces conditions, éjecter environ $9,5 \cdot 10^{12}$ ppi vers la cible de production du AA.

V. INJECTION, ACCELERATION ET EJECTION DES ANTIPROTONS

Un grand nombre de personnes ont été impliquées dans ces essais avec les antiprotons dans le PS; les séances d'étude ont eu lieu durant les 2 périodes de 3-4 jours chacune, pendant lesquelles la machine AA était le seul utilisateur du PS; lorsque l'accumulation d'antiprotons au AA était suffisante (d'environ $10^{10} \bar{p}$), on procédait au transfert de plusieurs impulsions d'environ $10^9 \bar{p}$; c'est l'organisation la plus efficace déduite

de l'expérience durant la période précédente (voir compte rendu PPC, PS/DL/Min. 81-1).

Avec cette méthode, environ 30 impulsions ont été transférées au PS.

Pendant la première période d'essai, on recevait au PS des impulsions de seulement quelques $10^8 \bar{p}$, une perte importante se produisant dans la ligne de transfert TTL2 (voir chapitre III). De plus, le faisceau éjecté du AA était dégroupé et une perte d'environ 50% se produisait dans le PS pendant la première milliseconde. Avec la très faible intensité restante, il a été possible de former un paquet sur $h = 6$ avec 1 seule cavité RF à la fois, permettant ainsi de vérifier et d'optimiser le réglage de la phase de plusieurs d'entre elles. Mais ce paquet était immédiatement perdu si on le capturait avec plusieurs cavités; les investigations avec le faisceau test ont permis de comprendre que cette perte était due aux transitoires dans la boucle de phase provenant de la trop faible intensité. On a alors pallié à ce problème en effectuant la capture avec une faible tension RF, diminuant fortement l'effet des transitoires, et en augmentant ensuite la tension progressivement. C'est ainsi que l'on a pu accélérer environ $3 \cdot 10^8 \bar{p}$ jusqu'à 5,4 GeV/c (un peu avant la transition).

Pendant la deuxième période d'essai, la transmission de la ligne de transfert était souvent proche de 100% (voir chapitre III) et le faisceau éjecté du AA était un paquet d'environ 170 ns de long, de l'ordre de $10^9 \bar{p}$. Dans ces conditions, et en utilisant la programmation de tension RF pour la capture déjà mise au point, on a pu accélérer jusqu'à 26 GeV/c, avec parfois des pertes avant la transition. On a pu ainsi obtenir jusqu'à $2 \cdot 10^9 \bar{p}$ à 26 GeV/c. On a alors procédé au réglage de l'éjection rapide en s.d. 58 avec les valeurs calculées pour les divers éléments, à 23 GeV/c car des pertes se produisaient souvent vers 24 GeV/c. On a pu ainsi éjecter à 23 GeV/c deux impulsions d'antiprotons dont l'une, d'environ $5 \cdot 10^8 \bar{p}$, a été détectée par les 3 premières PU des ISR dans la ligne de transfert TT6.

Cet ensemble de résultats a été analysé pour préparer les essais durant la prochaine période; une réunion spéciale du PPC y a été consacrée (voir compte rendu PPC, PS/DL/Min. 81-3).

VI MISE AU POINT DU CYCLE DE DECELERATION DE 3,5 A 0,6 GeV/c
(5 heures) (R. Bonzano, M. Bouthéon, R. Garoby, L. Henny,
J.P. Potier, J.P. Riunaud, D. Rivalli, E. Schulte)

Cette deuxième séance d'étude sur ce sujet (voir compte rendu No. 77, paragraphe V) a permis la mise au point du cycle de décélération de 3,5 GeV/c à 0,6 GeV/c, qui va pouvoir être à l'avenir utilisé en parallèle avec la physique pour l'étude de cette décélération sur l'harmonique 10 d'un faisceau de protons (simulation du futur faisceau d'antiprotons).

Les conditions magnétiques de ce cycle ont ensuite été mesurées avec un faisceau de $1,5 \cdot 10^{12}$ ppi, limité en émittance transversale au Booster, décéléré de 3,5 à 0,6 GeV/c sur l'harmonique 20. Les mesures ont été perturbées elles aussi par l'obstacle en s.d. 35 (chapitre VII-1).

Les principaux résultats obtenus pour la machine nue, sans quadrupôles, ni sextupôles, ni octupôles, ni corrections d'orbite sont :

- L'évolution des orbites radiale et verticale montre que les nouveaux PFW (Pole Face Windings) ont apporté une très nette amélioration : orbite verticale crête à crête inférieure à 1 cm, orbite horizontale jusqu'à 3 cm crête à crête; cette dernière devra donc être corrigée pour la ramener vers 1,5 cm.
- Evolution correcte du point de fonctionnement Q_R, Q_V ; la seule bande d'arrêt sextupolaire traversée est $3Q_V = 19$.
- Chromaticités naturelles normales, sans nécessité de modification.
- Avec environ 10% de pertes entre 3,5 GeV/c et 0,6 GeV/c, les émittances transversales du faisceau à 0,6 GeV/c sont déjà très proches de celles prévues pour le faisceau d'antiprotons.

La suite de cette étude aura lieu lorsque l'équipement RF pour la décélération sur l'harmonique 10 aura pu être développé, la priorité étant donnée pour l'instant à la préparation du faisceau d'antiprotons à 26 GeV/c pour les ISR et pour le SPS.

N.B. The measured emittance (95% of all particles) will always be less than the acceptance (100% of the particles), at present (transformed to 800 MeV) 55π for ideal closed orbit. This closed orbit is, varying with injection settings, more or less moving during injection on the initial parabola of the bending field. So one should not be too surprised to find emittances to be limited somewhere beyond 40π . Nevertheless the 32π obtained are unsatisfactory and the experiment is to be repeated with more time available.

2. Tests of beam control hardware and of longitudinal instabilities induced by coupling between rings
(8 hours) (L. Magnani)

The first part of the ME was devoted to routine hardware development.

When for the first time after the conversion of the PSB controls high intensity became available, a well-known phenomenon reappeared: the sensitivity of longitudinal stability of one ring to the radial steering of the others. It was already known that the onset of these (quadrupole) instabilities coincides with moments when the RF frequencies of two rings differ by f_s or $2f_s$ (f_s = synchrotron frequency). During this ME it was tried to localize the cross-talk amongst various possibilities: i) coupling via the vacuum chamber, ii) via PU electronics or cables, iii) at the power stage level.

Spectral analysis of phase PU signals showed the presence of perturbing RF lines from other rings, although at rather low level: 45 dB less than the useful RF signal. This seems to exclude hypothesis iii). Then, one ring was accelerated with the RF derived from a radial (Σ) PU instead of the phase PU: no perturbation was felt by the observed ring, this favouring hypothesis ii).

Later a counter-measure against the amazingly high sensitivity of the instability to the driving signals coupled in was found: changing the loop gain in the (recently modified, thus suspicious) AVC loop not only eliminated the influence of the cross-talk but also rendered the Hereward damping fully effective. Unfortunately, this loop gain is not well compatible with the requirements for standing beam loading instabilities during capture and for reliable synchronization.

The results obtained suggest a measurement of AVC loop electronics and - awaiting a definitive solution for the beam loading compensation - programming the AVC gain along the machine cycle.

E. Brouzet
H. Schönauer

Distribution

Liste PS/14
Personnes mentionnées

/ed