

MESURES EFFECTUEES SUR L'EJECTION LENTE 62

10 avril 1968

Le but de ces essais était de rendre compte de phénomènes liés aux déformations d'orbite fermée, en réalisant que le rendement est principalement fonction de trois points :

- 1) La position du septum mesurée le long de la séparatrice;
- 2) La forme de la fonction "densité" autour de ce point;
- 3) L'acceptance du canal d'extraction, compte tenu d'une marge de sécurité imposée par les variations du courant dans l'aimant d'extraction.

I. EXCURSIONS MAXIMALES DU FAISCEAU

L'éjection étant réglée autour d'un point assez voisin du fonctionnement normal, on fait varier le courant dans les "bump-coils", créant la déformation en 62 et on observe l'apparition de pertes autour de l'accélérateur. Ces mesures ne donnent que des indications relatives et qualitatives car on ne connaît pas exactement l'orbite des points stables et instables autour de la machine imparfaite.

Réglages pendant cette mesure : septum à 54 mm et -0.2 mrad, $I = 11.000$ A, $Q_{61} = 1.252$ A, 6 sextupoles (85, 45, 5, 25, 35, 45) = 21.7 A, Q def. (9 impairs) = -5.6 A, "Bump coils" en 51, 58, 66, 67 (plus 60, 61 pour compenser l'effet du Q_{61}). Il n'y avait ni cible ombre, ni septum mince.

On constate les premières apparitions de pertes en :

SS 53	pour $I_{BC} = 140$ A (19.5 mm)
SS 87, 3, 19	" = 114 A (14.6 mm)
SS 71	" = 50 A (7 mm)

Le chiffre entre parenthèses indique la déformation correspondante en 62; celle en 53 s'en déduit en le multipliant approximativement par -0.46 . Toutes les distances sont données en valeurs normalisées sections paires D .

En négligeant pour l'instant l'effet des sextupoles on peut donc dire que les excursions maximales, dans ce réglage, sont éloignées des parois de la chambre à vide de : $19.5 - 14.6 = \underline{4.9 \text{ mm}}$ en 87, 3 et 19, $19.5 - 7 = \underline{12.7 \text{ mm}}$ en 71, en prenant comme point de départ le moment où l'oscillation effleure la chambre en 53. On en déduit aussi des renseignements sur les excursions en 53 (cf. Fig. 1). On ne peut malheureusement rien déduire de la région 63, le niveau en général y étant **trop élevé**. Ces indications pourraient permettre de confirmer un modèle de machine imparfaite, déduit des données d'orbite fermée à $Q = 6.25$.

La Fig. 1 montre ensuite, en unités arbitraires, les pertes mesurées en 62, 53 et 87 par les AIC en fonction de I_{BC} ou du déplacement équivalent en SS 62; (mais noter que les échelles ne sont pas les mêmes pour toutes les courbes).

Comme les pertes en 62 sont probablement dues à la présence du septum épais, cette courbe donne directement une idée de la variation de densité de particules sur le septum d'extraction lorsque la distance du septum au point instable diminue, cette distance étant indiquée par l'abscisse lue de droite à gauche, plus une constante inconnue.

Par exemple, dans la région usuelle ($I_{BC} \simeq 145 \text{ A}$) une variation de -10% sur I_{BC} (soit 14.5 A en 2 mm) cause une variation de -10% sur les pertes. On peut alors imaginer le calcul suivant : soit le septum placé au point 20 mm faisant 4 mm de large (largeur efficace, en tenant compte de l'angle qui était resté à zéro degré), et soit un faisceau extrait d'une largeur de 17 mm , septum non compris; on intègre alors la surface sous la courbe des pertes en 62 et on trouve qu'alors le septum consomme 25% , donc que le rendement théorique serait de 75% .* On voit alors que les 10% de variations de I_{BC} entraîne $\approx 3\%$ de variation sur l'efficacité d'éjection, si on ne tient pas compte de l'acceptance du canal d'extraction.

On peut ainsi apprendre à jouer sur la courbure et la forme de la fonction densité par le jeu de Q_{61} , des sextupoles et des quadrupoles défocalisants.

*) PS: S'il n'y avait pas de pertes en 63. Mais il semble qu'on perde 5 à 7% dans la région de 62 à 64 lorsque le septum est à 55 mm . Ce point devrait être étudié.

II. COURBES ISORENDEMENT

Les Fig. 2 et 3 montrent des courbes de rendement en faisant varier les courants dans les "bump-coils" et dans les sextupoles, Le réglage était $Q_{61} = 1.066$ A, quadrupoles défocalisants (9 quadrupoles impairs) = -2.4 A, $I(\text{septum}) = 10.990$ A. On mesure le rendement donné par la première SEC bien centrée. Il n'y a ni lentille à septum, ni cible-ombre. Compte-tenu du Q_0 non perturbé, on peut considérer ce réglage comme "normal", c'est-à-dire donnant $Q_H = 6$ au centre des sextupoles. On en décèle pas de perturbation notable dans le mouvement vertical. On introduit alors un kick en 35 ($I = 3.3$ A) qui compense un peu les déformations d'orbite : on place ainsi le septum dans des zones à faible densité, sans pour autant toucher la chambre à vide aux autres centres d'oscillation, d'où une augmentation notable du rendement de l'ordre de 7 à 8%, qui pourrait encore être mieux optimisé plus tard, en essayant les kickers 5 au 85. D'après le chapitre précédent, cela correspondrait à un déplacement d'environ 5 à 6 mm le long de la séparatrice.

Sur la Fig. 3 le rendement diminue : à droite par suite d'une plus forte densité sur le septum, à gauche, par suite d'une limitation d'acceptance du canal d'extraction d'où la différence des pentes dissymétriques sur la Fig. 2, l'effet "densité" étant le plus fortement marqué; le rendement diminue sur la Fig. 3 vers le haut par effet d'acceptance et vers le bas par effet de densité. Le sommet de la montagne est nettement marqué.

Dans le réglage indiqué, qui nous a amené par la suite à atteindre une efficacité élevée *) avec la cible ombre, on constate l'importance de la limitation par défaut d'acceptance car alors le plage de réglage permise par l'aimant d'extraction n'était plus que de $\pm 3\%$.

Ces résultats nous amènent à penser que c'est presque uniquement dans le plan radial que se joue le sort de l'éjection lente, à moins que les lectures de rendement soient complètement erronées. Il ne faut pas oublier non plus qu'il serait possible que quelques pour-cents des protons circulants ne puissent pas être captés par le "poisson" stable car ils sont sur la "queue" de la distribution gaussienne du faisceau primaire. On rappelle ici que

*) Cette efficacité est obtenue en divisant le signal SEC avec la calibration usuelle par le courant primaire dans le transformateur, elle n'est donc pas plus précise que ces derniers chiffres.

l'efficacité dite "théorique" calcule la transmission à travers le septum seul alors que l'efficacité dite "mesurée" donne la transmission à travers tout le système (protons extraits sur protons circulants).

III. RENDEMENT AVEC CIBLE-OMBRE

Avec un peu d'optimisation concernant la cible ombre (voir valeurs au chapitre suivant) on arrive à des rendements variant entre 70 et 78.5% mesurés en comparant les valeurs de la SEC et des plaques chargées avec le courant primaire mesuré par transformateur. (En fait l'indicateur "efficacité" de la M.C.R. indiquait 90% !) On constate que la présence de la cible-ombre diminue les pertes sur le septum par un facteur 6.

Chiffres lus (moyenne sur 10 impulsions) : $I_p(\text{Unser}) = 9.218$,
 $I_p(\text{RF}) = 1.026$, $\text{SEC}(40) = 966$, plaque chargée (TV2) = 1.641.

IV. SYNCHRONISME DU CADENCEMENT

Lors de la montée simultanée des courants dans le Q_{61} , les sextupoles et les "bump-coils", il se produit des effets transitoires provoquant un pic visible sur les pertes en 62, à cet instant précis. En jouant avec précision sur cette synchronisation, sur la position radiale originale et les temps de montée, on peut "effacer" cet effet.

Exemple :

Aimant d'éjection	T 114, T 194	I = 10.900 A
Q_{61}	T 120	I = 1.066 A
6 sextupoles	T 101	I = 21.6 A
9 quadrupoles défocalisants	T 105	I = -2.4 A
"Bump-coils"	T 120	I = 143 A
Kicker 35	T 114	I = 3.5 A
Degroupage	T 124 + 0.735 ms + 3.55 ms	
Cible-ombre	54 Bot	Position = -32.3 mm
p	= 19.2 GeV/c	
I_p	$\approx 10^{12}$ p/p	

R. Gouiran
L. Henny

P.S.: Lors de la séance M.D. du 4 mai 1968, une calibration des appareils de mesure a été faite par irradiation de feuilles d'Aluminium; Les résultats seront bientôt connus. Par ailleurs, lors de cette même séance, il n'a pas été possible de retrouver rapidement les conditions décrites dans le présent rapport concernant l'utilisation du kicker 35. Il est probable que cet effet doit être assez complexe et devrait être étudié plus profondément.

Distribution :

E.i.C.
File Development
A. Ašner
Y. Baconnier
D. Dekkers
J. Geibel
L. Henny
Ch. Iselin
J.H.B. Madsen
G.L. Munday
G. Petrucci
P.H. Standley



