



CM-P00065053

SPS IMPROVEMENT REPORT NO. 178

ESSAIS DU SEPTUM ELECTROSTATIQUE EN LSS6
AVEC EXTRACTION RESONNANTE RAPIDE A HAUTE INTENSITE

28 Janvier - 11-12 Février 1980

X. Altuna, R. Bonvin, R. Dubois, A. Ferrari, N. Garrel, W. Kalbreier,
K.H. Kissler, M. Laffin

I INTRODUCTION

Lors de l'extraction des protons en mode "résonnante rapide" ("spill" de 1 msec de durée) et à une intensité $>10^{13}$ ppp, le septum électrostatique du canal Ouest ne fonctionnait pas d'une façon opérationnelle(*). Le taux de claquage H.T. devenait en effet très vite prohibitif, particulièrement sur le premier septum en 61633 - et ceci de façon soudaine 1 à 2 heures après le début du fonctionnement de ce genre d'extraction. Ce phénomène était lui même engendré par un comportement anormal des collecteurs d'ions placés dans les anodes à fils: claquages H.T. et parfois court-circuit entre plaques et anode.

De plus, on a remarqué que, toujours durant ce type d'extraction le courant continu absorbé par l'ensemble du circuit haute tension du septum augmentait régulièrement. Ce courant qui, normalement n'excède pas 5 à 6 μA (sous une tension de 230 kV) s'élevait jusqu'à 50 voir 100 μA . Après l'arrêt de l'extraction, ce courant revenait à une valeur normale.

Pour remédier à cette situation de taux de claquages élevé ou pour tout au moins essayer de mieux cerner les causes possibles de défauts, il a été procédé durant l'arrêt de janvier 80 aux aménagements suivants:

(*) Voir Improvement Reports No. 168 et 171

- Remplacement du premier module ZS placé en 61633; ceci pour pouvoir discerner plus aisément si le tank lui-même est à incriminer et s'avère défectueux ou si c'est sa position, en tête du septum qui lui est défavorable.

- Installation d'un système de régénération de liquide isolant ("3M-FC 75") des traversées HT des enceintes ZS. Nous pensons en effet que, sous une irradiation intense ce liquide est ionisé et c'est ce qui peut provoquer ce courant de fuite anormal entre HT et masse. Il est possible également que cette irradiation crée à l'extrémité de la traversée (zone d'irradiation de $\sim 10^8$ rad/année) une bulle de gaz qui favorise aussi une ionisation. De plus, même en fonctionnement normal avec un courant de fuite habituel (5 à 6 μ A) on remarque à la longue, que ce fluide fluorocarbone - au départ inerte - se décompose sous l'effet des radiations et devient lentement acidifié (acide fluorhydrique) (*).

Ce système de régénération a été installé pour permettre donc, entre autres, la neutralisation en continu de cet acide. Il se compose essentiellement, pour chaque traversée H.T. de chaque enceinte ZS, d'une petite pompe à membrane fonctionnant à l'air comprimé, à fréquence de pulsation variable, servant à faire circuler, en circuit fermé, le liquide isolant au travers d'un produit basique (alumino - silicate de sodium) (**).

En résumé, afin de s'efforcer de livrer à la physique de la zone Ouest pour la période 2, une extraction résonnante rapide à haute intensité opérationnelle, le but de ces différents essais en "MD" sur le septum électrostatique était:

- 1) Observation du ZS neuf placé en tête afin - si le phénomène persiste - de prévoir pour l'avenir des septa aux performances en opération améliorées (notamment côté électrodes collecteurs d'ions).

(*) Fonctionnement en opération des septa électrostatiques en 1978, R. Dubois, Note Technique 79-4.

(**) R. Bonvin and all - Note technique à publier

- 2) Observation de l'efficacité du dispositif de régénération pour fiches HT, par observation du niveau de courant fuite débité par le générateur HT (i_{total}).

II CONDITIONS DES ESSAIS

Le cycle de la machine était celui correspondant aux périodes 1a et 1b et les intensités d'extraction résonnantes lentes à 250 GeV/c pour la zone ouest et à 400 GeV/c pour la zone nord étaient ajustées en fonction des intensités en extraction résonnance rapide à 400 GeV/c désirées pour les essais. Le "spill" était de 1 msec de durée en fin de plateau à 400 GeV/c à un "timing" de 9165 msec.

Avant chacun des 2 essais, on a vérifié durant 20 mn les tensions maximum admises par le septum:

- 8 kV pour les collecteurs d'ions et 270 kV pour une distance anode cathode de 2,1 cm pour le champ principal.

La tension de travail du septum électrostatique était de 222 kV pour les distances ("gap") de 2,34, 2,22, 2,08 et 2,08 cm ce qui donne respectivement des champs électriques de travail de 95, 100, 107 et 107 kV/cm pour chacune des enceintes septum.

Les tensions appliquées aux collecteurs d'ions étaient de -4 et - 5 kV sur chacune des plaques de chaque anode.

Les intensités de protons extraits en mode résonnante rapide étaient:

pour le 28 janvier: de 1.5 à 1.6 10^{13} ppp en début de "MD"
de 1.7 à 1.8 10^{13} ppp en fin " "

pour les 11 et 12 février: 1.5, 1.6 et 1.8 10^{13} ppp

Le vide respectivement pour ces 2 périodes donnait une pression de
 $3 \cdot 10^{-8}$ torr (en moyenne)
et $1.5 \cdot 10^{-8}$ " "

Il faut noter que, le 28 janvier, pour des raisons ne provenant pas de notre équipement, nous avons perdu près de la moitié du temps alloué pour ce "MD" et il n'a pas été possible d'effectuer plus de 1h40 d'essai avec faisceau

III RESULTATS DES ESSAIS

3.1 Tableau récapitulatif

Pos. septum	61633	61639	61654	61671
Champ électrique (kV/cm)	95	100	107	107
<u>28 janvier</u> <u>essai</u>	1h (06h35 à 07h35)			
intensité extraite	1.5 à 1.6 10 ¹³ ppp			
nb. de claquages durant essai	7	9	6	16
taux de claquages (cl/h)	7	9	6	16
taux de cl. global-4 tanks (cl/h)	38			
<u>essai</u>	40 mn (11h20 à 12h)			
intensité extraite	1.7 à 1.8 10 ¹³ ppp			
nb. de claquages durant essai	0	2	5	2
taux de claquages (cl/h)	0	3	7.5	3
taux de cl. global (cl/h)	14			
<u>11-12 février</u> <u>essai</u>	2h (22h10 à 0h10)			
intensité extraite	~1.6 10 ¹³ ppp			
nb. de claquages durant essai	14	6	3	7
taux de cl. aquages (cl/h)	7	3	1.5	3.5
taux de cl. global (cl/h)	15			

(*) Remarque: éclateurs encore connectés (voir 3.2) mais taux de claquages soudains non comptés

Pos. septum	61633	61639	61654	61671
<u>11-12 février (suite) essai</u>	2h15 mn (0h10 à 02h25)			
intensité extraite	$\sim 1.8 \cdot 10^{13}$ ppp			
nb. de claquages durant essai	16	6	9	12
taux de claquages (cl/h)	7.1	1.3	4	5.3
taux de cl. global (cl/h)	19			
	<u>essai</u>			
	2h15 mn (03h à 05h15)			
intensité extraite	$\sim 1.5 \cdot 10^{13}$ ppp			
ng. de claquages durant essai	7	1	4	4
taux de claquages (cl/h)	3.1	0.45	1.8	1.8
taux de cl. global (cl/h)	7.1			

3.2 Déroulement des essais

3.2.1 - 28 Janvier

Environ 1h15 mn après le début de l'extraction résonnante rapide à $1.5, 1.6 \cdot 10^{13}$ ppp on constate un comportement anormal du septum 61639 (seconde position):

a) Il y a pratiquement court-circuit à la sortie d'une des deux alimentations des collecteurs d'ions et ce défaut apparaît justement sur le septum 61639, plaque du bas.

b) Ce défaut se situe très probablement à l'extérieur de l'enceinte à vide car on ne détecte pas de perturbations de la pression du vide (*)

c) Le nombre de claquages, comptés sur le septum 61639 devient soudainement très élevé. Les claquages de ce type ne se produisent pas réellement dans le champ électrique principal mais proviennent de ce défaut des circuits connectés à l'anode à fils. Ils sont néanmoins comptés et interviennent dans les circuits de sécurité.

(*) Selon une même constatation lors du "MD" du 17.12.79

L'action entreprise est alors la suivante: inspection de la boîte de connexions amenant les différents circuits - au travers de l'enceinte à vide - à l'anode à fils et notamment les circuits d'alimentation des collecteurs d'ions. Ces circuits possèdent (Fig. 1) des éclateurs parafoudre destinés à protéger les collecteurs d'ions en absorbant d'éventuelles surtensions provenant des claquages dans le champ électrique principal. Dans le cas présent, pour une tensions dépassant 8 kV ces éléments agissent pratiquement comme un court-circuit.

Ces protections concernant le septum 61639 sont alors déconnectées et le court circuit à la sortie de l'alimentation HT des plaques disparaît. On déconnecte alors également, les éléments parafoudre des 3 autres septa.

Il faut remarquer que ce défaut est apparu sur le septum qui possédait ces éclateurs le plus près de la source d'irradiation (anode). La boîte de connexions pour ce tank (ancien modèle) était en effet positionnée tout contre l'enceinte (à ~ 0.5 m de distance des fils) plus proche que pour les 3 autres boîtes des autres septa (positionnées à ~ 1 m de distance des fils).

On voit (tableau 3-1) que lors de la fin de l'essai le taux de claquages HT redevient plus conforme à la réalité et aux prévisions.

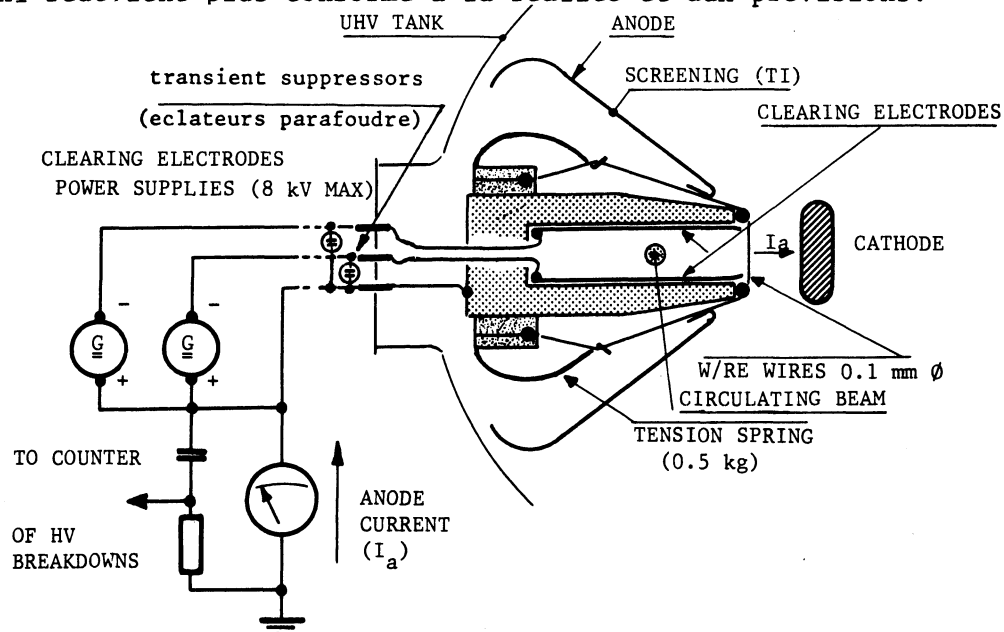


Fig. 1: Circuit (simplifié) d'alimentation des collecteurs d'ions des anodes des septa électrostatiques.

3.2.2 11-12 Février

Les résultats du tableau 3-1 confirment que la cause d'un mauvais comportement HT du septum lors des extractions résonnantes rapides est bien dû à l'amorçage de ces éclateurs de protection. En effet durant les 6h30 de l'essai, ce phénomène n'est pas réapparu.

Le comportement du courant continu débité par le générateur HT durant ces essais a été normal; sa composante continue est restée stable à une valeur comprise entre 3 et 6 μ A (pour une tension de 222 kV). Cette valeur est comparable à celles observées lors d'autres régimes d'extraction moins sévères ou même lors de fonctionnements sans extraction.

IV DISCUSSION DES RESULTATS

4.1 Taux de claquages HT

4.1.1 Eclateurs de protection

Ils sont constitués essentiellement de 2 électrodes en alliage de cobalt distantes de 2.5 mm enfermées dans un réservoir en verre de \emptyset 7.5 mm et de longueur 10 mm. Ce réservoir contient une légère surpression de gaz argon. L'ensemble est rendu légèrement radioactif - 3 μ Ci - par du "prometium 147".

Sous l'action d'une irradiation importante et brusque, ce gaz s'ionise et l'éclateur s'amorçe; dans le cas de ces derniers essais à une tension d'environ 3.5 kV au lieu des 8 kV prévus. Au bout d'un certain temps après l'arrêt de l'irradiation, la situation redevient normale et l'éclateur ne perturbe plus le circuit.

A ce jour, les éclateurs de 8 kV connectés tant en LSS6 qu'en LSS2 sur les circuits des collecteurs d'ions ont été supprimés. Ils seront reconnectés si besoin, hors de la zone irradiée, par exemple au niveau des châssis d'alimentation en BA.

4.1.2 Echange du 1^{er} tank ZS

Malgré que les essais aient donc montré que l'ancien septum (n° 487) placé en tête n'était pour rien dans la cause de ces défauts, cet échange n'aura pas été inutile puisque l'on a pu déceler sur cet ancien septum une anomalie de montage d'une plaque collecteur d'ions: plaque voilée après étuvage. En certains endroits la distance plaque-anode n'offre pas de grandes garanties de sécurité. Après essais effectués en labo de cette plaque à une tension maximum de 10 kV, on estime que l'on pourra néanmoins utiliser ce septum comme réserve moyennant de ne pas le placer en tête.

4.1.3 Répartition des claquages durant le cycle machine

On sait depuis longtemps (*) qu'un faisceau de haute intensité, extrait par le septum électrostatique crée plus de claquages HT qu'à basse intensité. Nous n'avons pas cependant remarqué que ces claquages se produisaient plus particulièrement en un moment du cycle qu'à un autre, par exemple au moment ou de suite après l'extraction résonnante rapide. Tout se passe comme si cette impulsion de faisceau rendait le septum sensibilisé aux claquages et qu'ensuite ces claquages se produisaient de façon simplement statistiques. La Fig. 2 montre l'exemple pour le septum 61633 (tank n°1 en tête) de la répartition des claquages le long du cycle machine durant ces essais des 11 et 12 février entre 21h20 et 05h18. Nous espérons lors de prochains essais avoir la possibilité de mieux comprendre cette réparation.

4.2 Courant de fuite

Ce courant de fuite (i_{total}) mesuré et enregistré n'a pas présenté de comportement anormal. Si l'on remarque pour chaque cycle machine un pic normal d'élévation de courant dû à la charge par le faisceau des électrodes HT, la valeur moyenne est restée constante ce qui montre - pour l'instant, dans les conditions de ces essais - l'efficacité du système de régénération du liquide diélectrique des traversées HT. Une confirmation est encore attendue sur ce point après la période 2.

(*) Fonctionnement en opération de septum électrostatique pour l'extraction Ouest - page 4 - R. Dubois - Note Technique 78-3.

V CONCLUSIONS

- 1) Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne voyons pas de limitations - dûes au septum électrostatique - des extractions des protons notamment pour les expériences neutrino de la zone Ouest jusqu'à $1.8 - 2.10^{13}$ ppp.
- 2) Le septum Ouest sera particulièrement surveillé durant la période 2. Des relevés seront effectués afin de mieux connaître les valeurs de tension nécessaires pour les collecteurs d'ions.

Cela pourra confirmer si le défaut trouvé (éclateurs parafoudre) est la seule cause du mauvais fonctionnement des électrodes collecteurs d'ions.

VI ADDENDUM - FONCTIONNEMENT DES SEPTA EN 1979 (*) ET PROJETS

- 6.1 Le taux de claquages HT durant l'année 1979 s'est élevé notablement (en parallèle d'ailleurs avec l'augmentation de l'intensité des protons extraits). Le taux global (4 tanks) en LSS6 qui était en 1978 de 1 à 2 claquages par heure est monté en 1979 à 3 à 4/heure. Une partie d'ailleurs de l'explication de cette augmentation peut être trouvée dans ce rapport-ci.
- 6.2 A la suite de la détérioration, par 2 fois du septum magnétique MST de tête (Oct 79) (**) les 4 tanks septa électrostatiques en LSS6, que nous pensions responsables d'une au moins de ces détériorations ont été remplacés. Bien que le taux de claquages n'ait augmenté que sur le 1^{er} et second ZS, par précaution tous les septa ont été remplacés. Par la suite, ces anciens tanks se sont avérés aptes à servir d'éléments de réserve: Le septum qui était en tête en 61633 a vu sa cathode, soupçonnée d'être défectueuse, échangée avec l'aide du télémanipulateur de l'équipe spécialiste au PS. Un des 3 autres septa a été réinstallé en Janvier 1980 dans l'ensemble opérationnel en LSS6. Il fonctionne actuellement (en pos. 2) normalement. On considère les 2 restants, entreposés en TT60 comme réserve à placer, par précaution ailleurs qu'en tête du septum.

(*) Plus de détails seront fournis dans une note à paraître en Juillet 80.

(**) Report on the damage of the thin septum magnet MST etc... K.H. Kissler, Int. Note 80-1.

A la suite de ces différents accidents sur les septa magnétiques, le système de verrouillage et de sécurité sur ZS a été amélioré: l'extraction du faisceau est suspendue si un des tanks claque ou si la valeur de HT varie.

- 6.3 Le taux de pannes de la part des générateurs HT de type "Samès" a été plus faible que lors des années précédentes. L'installation de nouvelles alimentations statiques a été retardée par de sévères difficultés de construction de la part du fabricant. Nous espérons pouvoir les mettre en place au cours de l'arrêt 80-81.
- 6.4 En ce qui concerne les éléments de réserve, on peut compter actuellement sur 4 tanks septa dont 1 est encore à tester en haute tension. Un 5ème est en construction et sera prêt vers la fin mars.
- 4 nouvelles enceintes pour ZS ont été commandées pour augmenter à l'avenir le nombre d'éléments de réserve.
- 6.5 Projets: pour des extractions à 450 GeV/c, il est prévu d'augmenter la puissance de déflexion du septum électrostatique par l'adjonction d'un 5ème tank septum. Celui-ci devra avoir cependant une ouverture verticale d'anode agrandie (46 à 48 mm au lieu de 40 mm) pour ne pas restreindre l'ouverture de la machine à cet endroit. L'installation de ces nouveaux septa pourrait intervenir fin 80 ou début 81.

Rédaction: R. Dubois

FIG2: SPARKS STATISTICS ON WEST EXTR. CHANNEL. TANK N:1

START DATA TAKING: 1980-02-11-21:20:49 ERRORS: 0
1980-02-12-05:18:21

