

E R R A T U M

DECHARGE DU FAISCEAU PS :
DISCIPLINE GENERALE CONCERNANT L'EMPLOI
D'UN FAISCEAU DE HAUTE INTENSITE

D. Dekkers

p. 3 : avant-dernier paragraphe :

Lire : jusqu'à 800 MeV au lieu de : jusqu'à 800 MeV/c

p. 5 : Lire : Ralentisseur | Plaque de | Destiné à perdre le faisceau à 800
2 cm. de | MeV pour les mesures d'adaptation
tungstène | et d'injection. La dose de rayonne-
obturant | ment γ à 1 m pour 10^{13} p/2s pendant .
toute la | 24 heures d'utilisation est d'environ
chambre | 2,4 rad/h. pour 15 min. de refroidis-
à vide | sement et 0,6 rad/h. après 1 jour de
refroidissement, La température
d'équilibre est de l'ordre de 320°C
(88% de cette valeur est atteint
en 3,5 h.)

au lieu de :

Ralentisseur | Bloc de | Destiné à arrêter le faisceau à 800
88 cm de | MeV
graphite | en 1h 40 min.)⁷⁾
et 10 cm. |
d'acier |
inoxydable |

p. 5 : Noter : Les nombres d'heures indiqués pour les effets des cibles dump internes correspondent toujours au temps moyen pour détruire les PFW ou décoller les tôles des aimants. Par ailleurs, l'effet des radiations à 800 MeV est encore mal connu de même que la résistance exacte aux radiations des nouveaux PFW de BBC et des bobines principales; les doses indiquées dans ces cas sont des hypothèses qui seront contrôlées ultérieurement.

p. 15 : CONCLUSIONS, par. 2 :

Lire : En particulier sur le programme préparé par L. Henny
au lieu de : proposé

p. 16 : CONCLUSIONS, par. 1 :

Lire : De même, pour chaque programme de machine développement
préparé par G. Rosset
au lieu de : proposé par G. Rosset.

ANNEXE 1 :

Lire ; $5 \cdot 10^9$ rad, entre 3 et $5 \cdot 10^9$ rad et $0,8$ à $1 \cdot 10^9$ rad
au lieu de : $5 \cdot 10$ rad, entre 3 et $5 \cdot 10$ rad et $0,8$ à $1 \cdot 10$ rad

D. Dekkers

Distribution

PS Operation
MAC
MST
Chefs de Groupe MPS
Personnes citées
M. Höfert
P.H. Standley
C.J. Zilverschoon

/ed

DECHARGE DU FAISCEAU PS :
DISCIPLINE GENERALE CONCERNANT L'EMPLOI
D'UN FAISCEAU DE HAUTE INTENSITE

D. Dekkers

1. INTRODUCTION

Le problème de la décharge du faisceau PS a déjà fait l'objet de très nombreuses notes et rapports. Les diverses possibilités ont encore été dernièrement décrites, lors du MAC No 11 (15.8.73). Il est de plus admis^{1,2)} que les divers systèmes de décharge "sont complémentaires d'une stricte discipline générale concernant l'emploi d'un faisceau de haute intensité".

L'objet de cette note est de faire quelques propositions applicables immédiatement et de déterminer quelles sont les études et développements complémentaires à faire le plus rapidement possible pour utiliser au mieux les moyens de décharge existants.

L'opération a comme objectif de mettre le PS en fonctionnement le plus rapidement possible, d'accélérer le plus de protons possible avec les meilleures qualités possibles (émittances, stabilité, ...) et de minimiser le taux de pannes pour les physiciens. Pour maintenir le haut degré d'efficacité de l'opération lorsque les intensités accélérées seront plus élevées suite à l'utilisation du booster, l'accent devra être mis encore davantage qu'actuellement sur la protection des hommes et de l'équipement contre les effets des radiations. A cet effet il faut tenir compte de l'ensemble des paramètres du problème :

- en coupant le faisceau à basse énergie (ou en baissant son intensité) en cas de mauvais fonctionnement on protège le matériel (d'où moins de doses de radiations pour ceux qui doivent l'entretenir et moins de pannes³⁾);
- il ne faut pas trop allonger les temps de setting-up car c'est pendant ceux-ci que le risque de pertes du faisceau est le plus grand (si l'on doit couper l'accélération il faut s'efforcer de ne pas le faire trop longtemps car on ne peut optimiser le faisceau pendant ce temps; dans la mesure du possible il faut couper le faisceau à un niveau d'énergie tel qu'on puisse encore faire certaines optimisations de la machine)
- il ne faut pas couper trop longtemps les opérations en cours de run (car sinon les dérives peuvent se produire pendant les arrêts, d'où nécessité de nouveaux setting-up; pour éviter ceux-ci une remise en fonctionnement périodique de la machine devra être faite si possible);
- pour que les procédures de décharge soient bien appliquées elles doivent être simples.

Pour mémoire, et avant de poursuivre cette note, il est évident que la qualité de l'équipement (taux de panne faible) et sa bonne adaptation à l'opération sont des conditions "sine qua non" d'une bonne discipline concernant l'emploi du faisceau. Tout nouvel équipement devra nécessairement tenir compte de ces exigences. Certains équipements existants devront être progressivement modifiés à cet effet (citons par exemple les bump coils 58 et 74 qui devraient être remplacés par des dipôles à septum; des alimentations à décharge capacitive devraient aussi être commandées. Ces deux améliorations permettraient de réduire les pertes en éjection rapide 58 et 74 et de faciliter l'opération. Des projets existent ou ont été approuvés en principe²⁾; ils devraient être activés maintenant que la position des éléments du transfert continu est connue).

Action
Rohner

En particulier, les divers détecteurs permettront de faire des diagnostics en cas de difficulté de setting-up doivent être d'un emploi

Action
Steinbach
Potier

commode, c'est-à-dire accessibles avec un minimum d'opérations, le cas idéal étant celui où l'information est affichée en permanence. Une analyse de l'instrumentation au PS⁴⁾ a été récemment publiée : il faudrait que les diverses recommandations qui y sont faites soient suivies.

Dans les deux chapitres suivants les moyens utilisables actuellement pour décharger le faisceau sont rappelés ainsi que leurs limites d'utilisation; des procédures pour systématiser leur emploi sont aussi proposées. Un résumé des actions applicables immédiatement figure à la fin de cette note.

2. MOYENS UTILISABLES

Depuis l'injection jusque dans les divers faisceaux secondaires un certain nombre de beam stoppers et cibles dump sont répartis. Ils permettent d'arrêter le faisceau à l'énergie la plus basse possible, compatible avec un maintien de l'accélération dans un état stable. Les possibilités de décharge du faisceau à 800 MeV et à plus haute énergie ont été brièvement rappelées lors du MAC No 11⁵⁾. En complétant cette description par ce qui existe à plus basse énergie et en indiquant dans la mesure du possible les limites d'utilisation, on obtient le tableau I suivant. Etant donné ces limites il est très important d'obtenir de la part des spécialistes qui effectuent des réparations une estimation aussi réaliste que possible de la durée de la panne qui nécessite l'utilisation d'un moyen de décharge.

Jusqu'à 800 MeV/c inclus il n'y a pratiquement pas de limite d'utilisation et seules des inspections des beam stoppers existants devront être faits périodiquement (surtout pour le beam stopper à 500 keV).

C'est à plus haute énergie et surtout lorsque le faisceau est instable que se posent les problèmes avec le matériel existant (de nouvelles cibles dump internes supportant les plus haute intensités prévues sont à l'étude mais ne seront pas disponibles avant 1975; tout autre système ne sera pas prêt avant cette date.

TABLEAU I

NOM	CARACTERISTIQUES	POSITION	LIMITES D'UTILISATION
LIST	2 plaques de 1 mm d'épaisseur en Tantale	à 500 keV (chaîne de sécurité "LINAC")	100 μ s, 100 mA, toutes les 0,6 s mais il vaut mieux utiliser les beam stoppers en graphite à 50 MeV (pour des raisons de résistance des matériaux et parce que cela laisse les tanks du Linac en fonctionnement normal)
INST	Bloc de 16 mm d'épaisseur en graphite ATJ	entre BD41 et BD42 avant le mur Linac/anneau PS, à 50 MeV (chaîne de sécurité "INFLECTEUR")	100 μ s, 100 mA, toutes les 0.6 s
BAST	id	entre IBH1 et IB21, à 50 MeV (chaîne de sécurité "RING")	id
SIST	id	avant le mur anneau PS/Booster, sur la ligne d'injection, à 50 MeV (chaîne de sécurité "BOOSTER")	id
IHOF	Bloc d'acier de 1,5 m de long	après SIST avant le mur anneau PS/Booster, sur la ligne d'injection, à 50 MeV (chaîne de sécurité "BOOSTER")	destiné à protéger contre les neutrons venant de SIST et toute radiation venant du PS lorsque ce beam stopper est utilisé dans le cas où on entre dans l'anneau Booster. Doit être utilisé en même temps que SIST.
Beam stopper	Lamelles à 450 de 3 mm de large fraisées dans un bloc de 2,5 cm d'épaisseur sur une profondeur de 1,5 cm (mesuré dans l'axe du faisceau) en Cu	en 16L5, dans les 4 anneaux du Booster	destiné à arrêter le faisceau 50 MeV complètement. Refroidi par eau (thermocouples pour mesurer la température des languettes et de la base). Peut arrêter un faisceau haute intensité (150 mA, 150 μ s, toutes les 0,6 s avec une émittance $\epsilon_0 = 8$ mm mR) sans fondre

- 5 -
Tableau I, suite

NOM	CARACTERISTIQUES	POSITION	LIMITES D'UTILISATION
T DUMP	Tube de béton suivi d'un bloc de béton, enterrés	après T-BH dans la ligne de mesure et de décharge à 800 MeV (chaîne de sécurité BOOSTER, il faut qu'il y ait -208 A dans T-BH)	pas de limites d'utilisation
T HOF	Bloc d'acier de 1,5 m de long	dans mur booster/anneau PS, sur ligne de transfert, à 800 MeV (chaîne de sécurité BOOSTER)	protection pour le cas de non fonctionnement des autres systèmes (T-BH par exemple) lorsque le Booster fonctionne (essais ou MD) et que l'on veut entrer dans l'anneau PS
Ralentisseur	Bloc de 88 cm de graphite et 10 cm d'acier inoxydable	sd 37 du PS	destiné à arrêter le faisceau à 800 MeV pour les mesures d'adaptation et d'injection. La dose de rayonnement γ à 1 m et pour 10^{13} protons par 2 s pendant 1 jour d'utilisation est 6 rad/heure pour 15 min de refroidissement et 150 mrad/heure pour 2,4 heures de refroidissement. La température d'équilibre est de l'ordre de 170 °C (88% de cette valeur est atteint en 1 heure 40 min.) ⁷⁾
Cible dump intermédiaire (basse énergie)	Barreau de 80 mm de long, 4 mm d'épaisseur, 14 mm de hauteur, en inox	sd 78 du PS	destiné à arrêter le faisceau à basse énergie (inférieure à 12 GeV/c) ⁸⁾ . Limite d'utilisation due à l'échauffement : 10^{13} protons par 2 s (à 6 GeV/c); $5 \cdot 10^{12}$ protons par 2 s (à 12 GeV/c) Limite d'utilisation due à l'irradiation des PFW de l'aimant suivant (= temps moyen pour les détruire) 560 h. à 10^{13} protons de 12 GeV/c par 2 s, 2800 h. à $2 \cdot 10^{12}$ protons (de 12 GeV/c) par 2 s ⁹⁾ (ceci pour les anciens PFW, pour les nouveaux on peut fonctionner de 2 à 3 fois plus longtemps : 3 à $5 \cdot 10^9$ rad au lieu de $1,5 \cdot 10^9$ rad. Le type de PFW qui existe en chaque sd à ce jour est mentionné à l'annexe 1)
Cible dump haute énergie	2 blocs de 80 mm de long en Cu s'ouvrant et se fermant à chaque pulse (cibles mâchoires)	sd 68 et 79 du PS	destinées à arrêter le faisceau à plus haute énergie. Limite d'utilisation due à l'échauffement : $\sim 2 \cdot 10^{12}$ protons par 2 s (à 24 GeV/c) ⁸⁾ . Limite d'utilisation due à l'irradiation des PFW de l'aimant suivant : ~ 1600 h. à $2 \cdot 10^{12}$ protons (de 24 GeV/c) par 2 s ¹⁰⁾ (ceci à nouveau pour les anciens PFW, le temps d'utilisation étant 2 à 3 fois plus long s'il y a de nouveaux PFW)

Tableau I, suite

NON	CARACTERISTIQUES	POSITION	LIMITES D'UTILISATION
<p>Beam stoppers des faisceaux éjectés 58,62,74</p>	<p>2 blocs de 1,5 m de long et Ø 30 cm, en fer</p>	<p>dans l'anneau</p>	<p>d'une façon générale ces beam stoppers sont placés après un certain nombre d'éléments de transport de faisceau, ce qui fait qu'on ne peut utiliser ces canaux de décharge du faisceau que si ce dernier est d'une énergie donnée et suffisamment stable. Si la position radiale du faisceau est instable une éjection rapide ne peut être efficace et l'on a suggéré¹¹⁾ et récemment vérifié¹²⁾ que dans ce cas une éjection lente convenait mieux. Dans ces 2 cas néanmoins le faisceau ne doit pas être perdu avant l'énergie d'éjection.</p> <p>D'autre part, les faisceaux actuels n'ont pas été conçus pour une décharge du faisceau sur les beam stoppers quand l'accès à la zone extérieure est permis : l'implantation du blindage et la chaîne de sécurité devraient être modifiés pour permettre d'utiliser ce type de décharge (voir annexe 2); néanmoins on peut actuellement perdre le faisceau sur les beam stoppers si la zone extérieure est fermée (outside area closed).</p> <p>Il faut cependant dans ce cas tenir compte de deux facteurs : l'échauffement du beam stopper et les conséquences des pertes de faisceau (blindage, activité induite, dégâts dus aux radiations). Les beam stoppers actuels ne peuvent supporter une température supérieure à 100 °C à cause de la présence de joints "O" ring dans lesquels coulisse le support de la dump. Ceci limite le temps d'utilisation (voir en annexe 3 les graphiques extraits de la ref.13) par exemple à 4 h. pour 2 10¹² protons par 2 s ou 5 10¹² protons par 2 s. Au point de vue des conséquences des pertes de faisceau des mesures ad hoc sont proposées à l'annexe 2.</p> <p>Les règles d'utilisation pour 1974 ont été récemment redéfinies¹⁴⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> - le nombre total de protons déchargés pendant un MD ne doit pas excéder 5 10¹⁶ - initialement D₁ sera utilisé sans refroidissement par eau; la montée de température et ses effets seront surveillés de près avant que des décisions ultérieures soient prises - le niveau d'activité induite sera surveillé de près par la Physique de Santé
<p>Dump D₁ du faisceau éjecté 16</p>	<p>Bloc de 243,6 cm de long et 30 cm de Ø, en cuivre</p>	<p>dans le mur de blindage du tunnel PS</p>	<p></p>

Tableau I, suite

NOM	CARACTERISTIQUES	POSITION	LIMITES D'UTILISATION
Dump D ₃ du fais- ceau éjecté 16		dans le tunnel TT2	<p>- une nouvelle discussion est nécessaire après un an d'expérience supplémentaire et une comparaison doit être faite avec l'autre solution possible¹⁵⁾ : déflexion du faisceau juste après D₁ dans le plan horizontal, vers un bloc placé devant le mur de blindage séparant le tunnel du PS du tunnel TT2</p> <p>La dump D₃ est prévue pour permettre le réglage du faisceau ISR tout en maintenant l'accès au tunnel ISR. Pour le moment quelques éléments de transport de faisceau en amont de D₃ ne sont pas pulsés et ne sont pas contrôlables depuis le MCR. Cette situation limite les possibilités d'utilisation de cette dump pour les réglages ISR et SPS. Les ISR vont étudier ce dernier point¹⁴⁾</p>

Afin de pouvoir utiliser au mieux le matériel existant il faudrait :

- Action
Steinbach
- 1) disposer si possible de 3 cibles dump pour haute énergie dans la machine, et au moins 1 unité de réserve pompée sous vide. Ceci permettrait de décharger le faisceau à intensité intermédiaire ($5 \cdot 10^{12}$ p/2 s). Il faudrait chaque fois veiller à mettre ces cibles avant et après une unité d'aimant réparée avec ou non des nouveaux PFW (cf. annexe 1)
- Action
Robert
- 2) modifier les beam stoppers des faisceaux éjectés 58, 62 et 74 de façon à ce qu'ils supportent une plus grande élévation de température (priorité pour le beam stopper 74); leur incorporer un système de contrôle de température
- Action
Freeman
Geibel
- 3) faire les modifications aux blindages et à la chaîne de sécurité indiquées dans l'annexe 2 afin de permettre l'accès aux tunnels des faisceaux éjectés lorsque le faisceau est déchargé sur les beam stoppers (ici aussi priorité pour l'éjection 74)

De plus lorsque les faisceaux éjectés 58 et 62 sont modifiés pour pouvoir être utilisés à plus haute intensité, il faudra inclure des possibilités de décharge⁵⁾. La possibilité d'avoir dans le futur un système de décharge autre qu'une dump interne ne devrait pas être perdue de vue⁵⁾.

3. PROCEDURES PROPOSEES : GENERALITES

- Quelques instruments rapidement construits et une grande discipline devraient permettre de minimiser l'irradiation de la machine et des systèmes de décharge; c'est ce qui est décrit dans ce chapitre.
- En cours de setting-up, de MD ou d'opération on a des pannes d'équipement ou des problèmes qui nécessitent réflexion. A ce moment-là on

n'a pas toujours le réflexe de couper le faisceau à l'énergie la plus basse possible et on irradie inutilement la machine (rappelons ici qu'il est en général admis¹⁷⁾ que l'irradiation des matériaux par un faisceau de protons varie suivant la loi $E^{0,66}$ et ainsi un faisceau de 26 GeV/c irradie environ 2 fois plus qu'un faisceau de 12 GeV/c). Dès le démarrage de la machine et en cours de setting-up, les diverses possibilités de décharge devraient être réglées dès que l'accélération a atteint le niveau d'énergie nécessaire. A chaque possibilité de décharge devrait correspondre une ligne de programme fixe.

- En cas de panne, les diverses personnes impliquées dans l'opération a ce moment-là (personnel d'opération, PSS, spécialistes), choisiront de commun accord le niveau d'énergie où l'on peut décharger le faisceau de façon à ne pas irradier inutilement la machine et de permettre néanmoins de poursuivre éventuellement certaines optimisations. Exemple : lors d'une panne à un équipement d'éjection une cible dump réglée après la transition permet de continuer à régler le passage de celle-ci.
- Pour éviter toute confusion il doit être admis de tous que c'est le shift leader qui est responsable de veiller à ce que l'irradiation de la machine soit minimum.
- Une condition générale de discipline est aussi qu'il n'y ait pas trop de monde au MCR et que ceux qui ne sont pas en shift demandent l'autorisation du shift leader pour toute intervention à la machine. C'est un peu lourd comme procédure, cela peut ralentir les investigations, mais cela sera de plus en plus indispensable pour préserver la machine d'irradiations intempestives.

Mesures spécifiques

1. Démarrage de la machine

- Le réglage se fait progressivement (spiralisation, capture, passage de la transition, accélération à haute énergie). A chaque stade il

faut placer la cible dump (78 au début, 79 ou/et 68 ensuite) immédiatement après le niveau d'énergie que l'on règle de façon à perdre le faisceau à l'énergie la plus basse possible, ce qui diminue les dégâts au matériel par irradiation.

- Il faut d'abord régler la machine pour un maximum de 2×10^{12} p/2 s. En effet ce démarrage est suivi soit d'un MD soit d'un setting-up de l'opération à haute énergie pour les physiciens. Dans les deux cas on peut prévoir de travailler d'abord à cette intensité.

2. MD

- Pour chaque MD, G. Rosset déterminera avec l'intéressé, à l'avance, le niveau d'intensité nécessaire (minimum possible), la durée éventuelle du fonctionnement à haute intensité et le mode de décharge possible. Dans des cas douteux il demandera l'avis de J. Boillot (ou L. Henny, Ch. Steinbach en cas d'absence) et J. Freeman. L'intensité et le mode de décharge choisis seront alors indiqués pour chaque MD sur la feuille de programme de MD.
- S'il s'avère nécessaire de prévoir un mode de décharge difficile à mettre au point, ce sera le membre de l'opération qui participe au MD qui le réglera ("each working team must include a person familiar with the machine operation"18)).
- En cours de MD, le shift leader veillera au bon fonctionnement et à la bonne utilisation du mode de décharge choisi.

3. Setting-up de l'opération à haute énergie

- Ce setting-up doit se faire d'abord à intensité réduite (20 bunches, $1 \text{ à } 2 \times 10^{12}$ p/2 s).
- Comme pour le démarrage de la machine il faut déplacer la cible au fur et à mesure qu'on avance dans le setting-up, pour perdre le faisceau à l'énergie la plus basse possible.

- Lorsque tout le setting-up est fait, on augmente progressivement l'intensité par paliers, en retouchant la machine et l'opération à haute énergie à chaque palier. Ces réglages successifs augmenteront le temps de setting-up mais avec l'expérience on pourra déterminer comment doivent être modifiés les réglages pour passer au palier d'intensité suivant et minimiser les temps de reréglage à chaque niveau d'intensité.
- En fin de setting-up il faut régler les systèmes de décharge qui pourront être utilisés en cours d'opération en cas de panne du PS ou d'un équipement des physiciens.

Remarque : en 1974 la haute intensité sera utilisée principalement pour des éjections rapides (74, 16) et ce type de réglage par palier ne devrait pas être trop difficile. Il convient néanmoins de l'essayer pour pouvoir s'en assurer. Un premier test à faire consiste à baisser l'intensité machine à la fin d'une période de physique, et d'observer comment évoluent les opérations et quels réglages sont nécessaires pour récupérer un fonctionnement correct.

4. En opération

Ici il faut être encore plus spécifique. En 1974 deux types de fonctionnement sont prévus. Soit accélération de $\sim 2 \cdot 10^{12}$ ppp pour l'éjection rapide 58 (2×1 à 3 paquets), l'éjection 74 (1 paquet), l'éjection 16 (1 à 4 paquets), l'éjection lente 62 ou 16 avec en partage respectivement la cible 8 ou 1. Soit accélération de $\sim 5 \cdot 10^{12}$ ppp pour l'éjection rapide 74 et l'éjection rapide 16 (ou si c'est possible l'éjection lente 16) pour 5 à 10% du faisceau. Dans les deux cas on aurait en séquence les ISR (20 paquets).

4.1 Intensité accélérée $\sim 2 \cdot 10^{12}$ ppp

Dans ce cas les cibles dump internes peuvent suffire comme moyen de décharge. Si l'on supprime les éjections de quelques paquets, les asservissements de l'éjection lente et de la cible s'adaptent à la

plus haute intensité résultante. Seules de légères retouches sont éventuellement nécessaires. Si l'on arrête la cible interne ou l'éjection lente, deux possibilités existent :

- soit on maintient l'intensité machine au même niveau et l'on perd la partie non utilisée par l'opération restante sur une (ou plusieurs) cible dump(s); ceci a l'avantage de ne pas nécessiter de réajustement de la machine et des opérations précédentes, (éjections rapides et cible pour burst court s'il faut des protons diffusés), mais a l'inconvénient d'irradier la machine au niveau de la cible dump
- soit on réduit l'intensité machine, on augmente le nombre de paquets éjectés rapidement et/ou le pourcentage sur la cible pour burst court et on laisse le reste du faisceau pour l'opération restante (cible interne ou éjection); ainsi l'intensité pour les utilisateurs restants est maintenue au même niveau et la machine est moins irradiée. Mais les réajustements nécessaires sont plus nombreux : en particulier le réglage du faisceau éjecté lent dépend de la présence ou non d'une cible interne en partage. Pour pouvoir choisir cette solution, qui au point de vue de l'irradiation de la machine est nettement préférable, il faudrait s'efforcer de réaliser ces opérations d'ajustement avec l'aide du computer : pour le changement du nombre de bunches, lorsque le FAK sera commandé par computer, cela sera possible automatiquement. Notons enfin que dans le cas où il y a ISR en séquence, cette solution ne va que si on peut programmer la réduction d'intensité.

En conclusion il me semble qu'il faut choisir la première solution pour des arrêts courts (1 à 2 heures) et la seconde pour des arrêts plus longs. D'autres possibilités de décharge existent en cas de pannes de cible interne ou d'éjection lente, mais elles doivent être rejetées à mon avis :

- 1) éjection rapide en l6 d'un nombre de paquets correspondant à la partie du faisceau machine utilisée par l'opération supprimée.

Ceci suppose qu'on intercalle une opération d'éjection rapide entre les opérations existantes, ce qui pourra rarement se faire sans un reréglage assez complexe de l'opération (par exemple si c'était l'éjection lente 16 qui fonctionnait il faut changer la forme du courant dans les bumpers et dans le septum 16). De plus, étant donné la complexité du programme prévu en 1974, il y aura probablement très rarement une possibilité de "kicker" à disposition. Enfin, l'irradiation de la dump D₁ ne peut se faire que sous certaines conditions¹⁴⁾. Et "last but not least" si les ISR fonctionnent en séquence la solution est exclue, sauf si on trouve une solution pour décharger le faisceau à la zone Ouest.

- 2) Ejection lente 16 à la place de l'éjection lente 62 : étant donné le nombre d'éléments communs aux deux éjections il est peu probable que ceci soit très souvent utilisable; de plus cela nécessite un reréglage non négligeable. N'oublions pas encore dans ce cas les limitations imposées pour la dump D₁¹⁴⁾ et l'impossibilité d'utiliser cette solution si les ISR fonctionnent en séquence, sauf si on peut décharger le faisceau à la zone Ouest.

Si l'on a des ennuis de transport de faisceau au delà des beam stoppers des éjections on peut continuer à éjecter sur ces beam stoppers pendant un certains temps et sous certaines conditions (cf. p 6), sauf s'il s'agit d'une panne nécessitant d'entrer dans la zone extérieure (dans l'état actuel du blindage et de la chaîne de sécurité).

4.2 Intensité accélérée $\sim 5 \cdot 10^{12}$ ppp

Cette intensité sera utilisée principalement pour l'éjection 74 (Gargamelle) et si possible pour les ISR. Une partie de cette intensité (quelques paquets) sera utilisée pour l'éjection 16 rapide (BEBC) ou, si possible, lente (Oméga). En cas de panne d'un de ces détecteurs on donnera automatiquement les paquets utilisés par ces opérations à l'éjection 74.

En cas de panne de Gargammelle on baissera l'intensité (par exemple en utilisant un seul anneau du Booster ou en réduisant la longueur du pulse Linac¹⁹⁾) et on augmentera éventuellement le nombre de paquets éjectés en 16 de façon à maintenir la même intensité pour BEBC (ou Oméga). Si les ISR sont en séquence à ce moment-là, il faudra aussi que le système de réduction d'intensité soit programmable.

En cas de panne de kickers : en 1974 on aura 3 kickers rapides (en sd 97 et 13 et le FAK en sd 71) et l'on aura donc ample réserve pour ce type de programme de ce côté-là. Toutefois à 26 GeV/c le FAK doit être utilisé avec un "kick enhancement" ce qui en complique l'opération.

4.3 Surveillance des pertes

Un contrôle des pertes avec diminution de l'intensité lorsque la qualité de l'opération devient trop mauvaise a déjà été suggéré¹¹⁾. Etant donné les intensités qui vont être atteintes, il devient urgent de réaliser un tel système car on sera très près de la limite d'échauffement tolérable de la chambre à vide lorsqu'un faisceau de 10^{13} ppp sera perdu sur celle-ci²⁰⁾. La calibration des moniteurs de perte doit être faite pour cela : c'est un problème assez ardu et qui n'a pas de solution très précise car les indications des moniteurs de pertes dépendent fortement du type de perte (localisation par rapport au détecteur de perte). Mais s'il s'agit de réaliser un système de protection on ne doit pas avoir une grande précision de déclenchement de ce système. On peut aussi envisager de baser tout le système sur l'efficacité des éjections qui est une donnée plus facile à établir avec précision : en faisant un bilan des protons utilisés on en déduirait les pertes résiduelles.

Quelle que soit la méthode utilisée, le chiffre représentatif des pertes dans la machine serait un excellent indice de la qualité du réglage des opérations à haute énergie²¹⁾ : il devrait figurer en bonne place au MCR.

Dès que la réduction d'intensité se serait produite, il y aurait néanmoins la possibilité de revenir à haute intensité pendant un temps limité pour permettre le reréglage. Lorsque l'intensité n'est pas trop haute ($\sim 2 \cdot 10^{12}$ ppp) on pourrait aussi faire basculer le programme sur le programme de décharge mis en anti, dès que l'opération n'est pas satisfaisante.

Récapitulons ce qui devrait être fait si l'on admet les quelques propositions faites ici :

- | | |
|---|---|
| <u>Action</u>
PSS (machine)
Section Cible
(opérations) | 1) étude de l'évolution des réglages machine et des réglages pour les opérations à haute énergie en fonction de l'intensité |
| <u>Action</u>
Steinbach
Kubischta | 2) ajustage automatique de l'opération si l'on doit couper certaines utilisations |
| <u>Action</u>
Boillot
Henny | 3) réduction automatique de l'intensité machine lorsque l'opération n'est plus satisfaisante : il faut pour cela |
| Bouthéon
Potier | - étudier et réaliser le système qui donne l'ordre
- étudier et réaliser la réduction d'intensité. |

4. CONCLUSIONS

La plupart des procédures proposées au chapitre 3 peuvent être suivies dès maintenant, sans attendre la réalisation des quelques développements suggérés mais en tenant compte des limitations des systèmes de décharge actuels indiqués au chapitre 2.

En particulier sur le programme proposé par L. Henny en début de run devraient figurer les procédés de décharge du faisceau à utiliser en cas de suppression d'une opération; ils devraient être réglés pendant le setting-up.

De même, pour chaque programme de machine development proposé par G. Rosset devrait figure l'intensité désirée, le système de décharge prévu et éventuellement la personne qui le règlera, tout ceci pour chaque paragraphe du programme.

Le conseiller en matière de choix du système de décharge du faisceau sera J. Boillot (L. Henny ou Ch. Steinbach en son absence) en liaison avec J. Freeman pour la sécurité radiation.

REMERCIEMENTS

Comme indiqué en tête de cette note tout ou presque a déjà été dit et écrit sur ce sujet. Dans la mesure du possible j'ai cité toutes mes sources; j'en ai peut-être oublié certaines, bien involontairement. De plus j'ai profité d'utiles discussions avec O. Barbalat, E. Boltezar, M. Bouthéon, E. Brouzet, H. Haseroth, L. Henny, F. James, H. Koziol, W. Kubischta, P. Lefèvre, J.H.B. Madsen, N. Pearce, M. Nielsen, J.P. Potier, J.P. Riunaud, Ch. Steinbach. Je voudrais tout particulièrement remercier J. Boillot, J. Freeman et R. Gouiran pour leurs contributions à cette note.

D. Dekkers

Distribution

PS Operation

MAC

MST

Chefs de Groupe MPS

Personnes citées

M. Höfert

P.H. Standley

C.J. Zilverschoon

REFERENCES

1. MPS/DL Note 73-3, Décharge du faisceau PS - essai de synthèse du séminaire du PS du 14 mars 1973, O. Barbalat (ch. 8, p.2)
2. MPS/DL/Min.73-9, Machine and Areas Committee, Summary of meeting No 6 (9 April, 1973), O. Barbalat (ch.2, p.3)
3. CERN/MPS/SR 73-5, La radioactivité de l'aimant du CPS et son influence sur le maintenance de l'anneau, Statistiques et prévisions, R. Gouiran
4. MPS/CO Note 73-32, Analyse de l'instrumentation au PS , 21 mai 1973, J. P. Potier, Ch. Steinbach
5. MPS/DL/Min.73-20, Machine and Areas Committee, Summary of meeting No 11 (15 August, 1973), O. Barbalat
6. a) CERN/SI/Int.DL/71-1, 50 MeV high intensity beam stoppers for the PS Booster, H. Koziol
b) MPS-SI/Note-LIN 71-9, Effect of heat conduction in estimating temperatures when the matched 50 MeV Linac beam is stopped in copper in the PSB, T.R. Sherwood
7. MPS/CO Note 71-9, Arrêt du faisceau à 800 MeV pour les mesures d'adaptation et d'injection, 24 février 1971, J.P. Potier
8. CERN/MPS/CO 70-5, Mesures de l'échauffement d'une cible "Dump" interne, 3 août 1970, L. Henny, J.P. Potier
9. MPS/CO Note 70-49, Caractéristiques de la cible "Dump" 47, 19 novembre 1970, J.P. Potier
10. MPS/MU-NOTE/EP 72-15/Rev., Taux d'irradiation des unités de l'aimant. Statistiques et prévisions, R. Gouiran
11. MPS/CO Note 71-27, Dumping the high intensity beam, 17 May 1971, J.P. Potier, Ch. Steinbach
12. MD Linac - Booster - PS No 15 : compte rendu provisoire, P. Lefèvre
13. MPS/CO Note 73-68, Echauffement des beam stoppers, J.P. Boillot (en préparation)
14. Minutes du meeting ISR/MPS du 26.9.73, J.H.B. Madsen
15. MPS/CO Note 73-28, Proposition pour un nouvel emplacement d'une dump externe sur la ligne d'éjection 16, 26 avril 1973, J. Boillot

16. HP-73-120, Radiation problems in view of high intensity beam dumping on dump D1, M. Höfert, J.M. Hanon and M. Nielsen
17. Minutes of a discussion on beam dumping of high intensity beams accelerated in the PS (Monday, 25 September, 1972), J.H.B. Madsen
18. MPS/DL/Note 72-2, Utilization of PS Machine Development time, O. Barbalat, P.H. Standley
19. MPS/CO Note 73-67, Possibilités de modulation d'intensité dans le PS, J.P. Potier
20. MPS/CO Note 73- , Can one 10^{13} p burst melt the PS vacuum chamber? Ch. Steinbach (en préparation)
21. a) MPS/CO Note 69-56, Opération de l'éjection lente : utilisation de l'ordinateur, D. Dekkers
b) MPS/DL/Note 72-3, Réflexions à propos d'indices de qualité et de reproductibilité du faisceau PS, O. Barbalat

UNITES REPAREES

1. Blocs Siemens avec plaque vissée et PFW nouveaux (BBC)

Dose maximum 5 10 rad

Unités : 1, 2, 6, 8

2. Blocs anciens cerclés : (les PFW ACEC sont les anciens)

Dose maximum : inconnue, peut-être entre 3 et 5 10 rad?

<u>Unités</u> : 9 amont	PFW : 1 BBC et 1 ACEC (un en haut, l'autre en bas)
10 "	PFW : 1 BBC et 1 ACEC
12 "	PFW : 1 BBC et 1 ACEC
24 "	
et aval	PFW : tous ACEC
28 aval	PFW : 1 BBC et 1 ACEC
48 amont	PFW : 1 BBC et 1 ACEC
49 "	PFW : tous ACEC
58 amont	PFW : tous ACEC
62 "	
et aval	PFW : tous ACEC
63 amont	PFW : tous ACEC

3. Blocs anciens non cerclés, PFW nouveaux BBC

Doses maximum : 0,8 à 1 10 rad

Unité : 42 amont (2 PFW BBC)

4. Prévisions de réparation pour 1974 : cerclage des blocs anciens avec PFW anciens si possible : 10 au total

7 amont et aval, 10 aval, 22 amont, 23 aval, 34 amont
64 amont et aval, 70 aval, 74 amont et aval, 96 aval, 100 amont et aval

5. Pour choisir une section droite pour "dump", se reporter à l'état des unités fin 1972, tableau II (a et b) et IV (a et b), MPS/MU-NOTE/EP 72-15/Rev., R. Gouiran.

R. Gouiran
10.10.1973

RADIATION SITUATION FOR DUMPING ON EXISTING EJECTED BEAM STOPPERS

For practical purposes, radiation effects may be considered under three headings:

- 1) long-distance (mainly off-site)
- 2) short and medium distances
- 3) radioactivity.

The first can generally be integrated over the year. The second may create localised restrictions. The third essentially increases difficulties and delays in repairs and modifications in the vicinity (leaving out radiation damage and heating).

For 1) and 3) there is an important difference between full-time operation and 'occasional' use - the latter being defined as not more than 200 - 300 hours per year in short periods of not more than a few hours at a time. There is in both cases, in effect, a build-up factor. Cooling periods for radioactivity are comparable to irradiation times¹⁶⁾.

It is assumed that dumping is always an 'occasional' activity. Where it is in use as an alternative to some standard operational process, the obvious practical criterion for categories 1) and 2) is a direct comparison of the two alternative procedures (standard operation process and dumping).

If access to the normally prohibited primary beam tunnels is required with beam on the stoppers, modifications would have to be made to the radiation security interlocks and to the shielding, and some special radiation measurements would also be necessary. The present safety margin would almost certainly be reduced. For reasons of safety and of manpower economy, therefore, these operations should not be embarked upon unless there is a serious intention to use the facility. Details are discussed below.

EJ. 74 - e_8 beam line

General radiation field not worse than target in this sector, and at present better than use of neutrino target. In the beam tunnel, levels requiring restriction would occur in the small diameter section, and probably over a few metres of the main section. An additional door interlocked with ejection is one possible solution. Effect of beam misadjustment is not known, but could be countered by a relatively small amount of additional shielding near the beam stoppers.

If access to the tunnel is in question, a minor survey would be required (approx. 1 hour).

EJ. 62 - e_9 beam line

General external radiation field no worse than target in this sector, and comparable at a distance with normal use of e_9 . The beam tunnel is almost certainly safe if beam really hits first stopper, but effects of misdirection could be extremely serious. Possible countermeasures are

- a) additional shielding in the vicinity of the second beam stopper
- b) complete rebuild of the shielding between the PS ring and the East Hall.

No measurements would be useful in the present situation.

EJ. 62 - e_6 beam line

If more than 5 - 6 bunches at present intensity are required on the beam stoppers, a full survey would be required in the first place (say 2 hrs PS time), probably followed by shielding modifications and a second survey.

J.Y. Freeman

(extrait d'une note de
J. Boillot, à paraître)

LIMITATION D'UTILISATION
DUE A LA TEMPERATURE

TEMPS
(heures)



