

Compte rendu de la réunion e[±] dans le PS No. 8
du 7 février 1983

Personnes présentes : Y. Baconnier, J. Boillot, M. Bouthéon, R. Cappi,
L. Coull, J.P. Delahaye, H. Dijkhuizen, C. Ducastel,
D. Fiander, R. Garoby, J. Gruber, K. Hubner,
K.D. Metzmacher, J.P. Potier, T. Risselada, J.P. Royer,
J.P. Riunaud, E. Schulte, H. Ullrich, F. Völker.

* * * * *

Agenda

1. Injection des e[±] : état de l'étude (J.P. Potier).
2. Ejection des e[±] : contraintes sur les alimentations de l'équipement d'éjection (J.P. Riunaud).

J.P. Riunaud

Distribution :

Personnes présentes

E. Brouzet

U. Jacob

A. Krusche

P. Pearce

H.H. Umstätter

Pour information :

R. Billinge

J.H.B. Madsen

1. Injection des e^\pm

1.1 Etat de l'étude

J.P. Potier indique que l'étude de l'injection des e^\pm dans le PS fait l'objet d'une note qui va bientôt paraître : PS/OP/Note 82-24.

Les caractéristiques principales de cette injection sont celles qui ont déjà été présentées à la réunion PS-LEP No 12.

Il reste à optimiser les trajectoires d'injection en tenant compte du champ de fuite. Ceci sera fait à l'aide des cartes de champ utilisées pour l'injection 50 MeV/éjection vers LEAR.

Les spécifications finales du matériel de cette injection seront données vers fin Mars.

1.2 Déflexion et longueur du septum d'injection

J.P. Delahaye fait remarquer que pour éviter de doubler l'effort de développement, les septa d'injection PS et d'éjection EPA ont été choisis identiques. Ceci a conduit à un septum :

- capable de produire une forte déflexion de 260 mrad imposée par EPA soit un champ de 1.3T et une alimentation de 21KA, alors que 160 mrad sont suffisants pour le PS (soit 13KA).
- de faible longueur (~ 40 cm) et de grande ouverture verticale imposées par l'injection dans le PS

Dans la pré-étude des lignes de transfert EPA-PS de H. Kugler, l'angle de sortie de 260 mrad a été choisi pour n'utiliser que des bendings type EPA dans ces lignes de transfert.

On pourrait cependant :

- soit utiliser de nouveaux dipôles supplémentaires et réduire l'angle de sortie donc la force du septum,
- soit utiliser 2 septa identiques, consécutifs, de déflexion maximum 160 mrad, pour l'éjection de EPA.

Une étude approfondie des lignes de transfert EPA-PS, entreprise actuellement par A. Krusche, permettra de conclure sur ces différentes possibilités et fixer la force du septum.

Par ailleurs, J.P. Potier étudiera la possibilité de rallonger le septum (prévu actuellement de 40 cm) suivant la place disponible dans les sections droites.

1.3 Mouvement du septum d'injection

L'injection dans le PS étant effectuée sans bump, la possibilité de déplacer le septum en horizontal, vertical et angle est prévue.

Le mouvement vertical ne peut pas être remplacé par une ouverture verticale plus grande car ceci est trop défavorable pour l'EPA.

De nombreux mécanismes de contrôle de positions et angles de septa existent au PS et peuvent être utilisés.

1.4 Kicker d'injection

Les câbles haute tension (80KV) et faibles pertes ne sont plus fabriqués et les câbles actuellement disponibles ne permettent pas un kicker court de ~ 70 cm, comme prévu.

D. Fiander demande s'il n'est pas possible de rallonger ce kicker, ce qui conduirait à des ferrites plus longues mais plus petites, donc à un même poids de ferrite dans le vide.

La longueur maximum possible (en tout cas inférieur à 1 m) sera revue par J.P. Potier.

Une autre possibilité est d'utiliser un court-circuit (clipper) comme pour KFA 28.

1.5 Taux de répétition

Le taux de répétition nominal est de 1.26s mais une variante possible comporte des cycles à .66s. K. Hubner précise que le matériel doit être construit pour assurer le fonctionnement suivant le schéma de base, mais ne doit pas exclure le fonctionnement suivant les variantes.

Un taux de répétition de .66s ne pose pas de problèmes pour le kicker d'injection. Par contre, pour le septum, ceci conduit à une alimentation de puissance plus importante.

1.6 Dessin des sections droites dans le PS

Les septa EPA et PS sont identiques mais n'auront pas les mêmes supports mécaniques dans l'EPA et dans le PS.

P. Mann est responsable du dessin des SD dans le PS. Il sera contacté par un responsable de l'équipement d'éjection (kicker et septum) du groupe BT et par un responsable de l'alimentation du septum (groupe P0) pour assurer que les différentes requêtes soient prises en considération.

2. Ejection des e^{\pm} : Contraintes sur les alimentations de l'équipement d'éjection (J.P. Riunaud)

Des copies des transparents présentés sont en annexe.

2.1 Temps entre l'éjection de 2 bunches

L'injection des e^- dans le SPS est effectuée avec le kicker (MKLP) construit pour l'éjection des e^+ vers LEP. Ce kicker est constitué d'un seul module qui est rechargé pendant une période de révolution du LEP soit $89\mu s$.

Par ailleurs, la synchronisation bunch-bucket entre PS et SPS impose qu'entre 2 paquets éjectés il y ait :

$$(\kappa + \frac{1}{4}) T_{\text{révolution}} - \text{SPS}$$

Par conséquent, le temps minimum entre 2 paquets de e^- éjectés est de $98.2\mu s$ ($\kappa = 4$)

et le temps minimum entre 2 paquets de e^+ éjectés est de $5.8\mu s$ ($\kappa = 0$).

Le choix de 2 éjections e^+ et e^- identiques, pour faciliter l'opération, les diagnostics et l'instrumentation impose de prendre un temps entre l'éjection de 2 paquets de e^+ ou e^- , de $98.2\mu s$.

2.2 Durée totale de l'éjection

L'éjection d'un paquet nécessitant 2 modules du KFA71/79, les 12 modules du KFA ne permettraient d'éjecter que 6 paquets.

L'éjection des 8 paquets (schéma nominal) s'effectuera donc en 2 parties :

- 1 - éjection de 4 paquets avec 4 x 2 modules
puis recharge des 8 modules
- 2 - éjection des 4 paquets restants.

Le temps minimum entre 2 impulsions d'un même module du KFA est de l'ordre de 30 ms. D. Fiander précise que la recharge des lignes s'effectue en 3 ms mais que c'est le temps de récupération des noyaux qui est de l'ordre de 30 ms.

La recharge des modules du kicker d'injection des e^+ du SPS nécessite aussi environ 30 ms.

Pendant ces 30 ms la resynchronisation du PS avec le SPS et les gymnastiques RF ont lieu (quelques ms).

Y. Baconnier fait remarquer que toute réduction de cette valeur de 30 ms permet de garder le faisceau moins longtemps à 3.5 GeV et réduit d'autant les effets de la radiation synchrotron.

L'éjection des 8 paquets s'effectue donc en

$$\underline{294\mu\text{s} + 30 \text{ ms} + 294\mu\text{s}} \quad (\text{voir annexe 2"})$$

2.3 Alimentation des bumps 16 et 58

Les alimentations à décharge actuelles ne conviennent pas et peuvent être remplacées par des tekelecs.

Un courant de ~ 100 A, stable avec une précision de 5×10^{-3} pendant $300\mu\text{s}$, est nécessaire à 3.5 GeV. Ces alimentations devront fournir soit 2 pulses espacés de 30 ms, soit un seul pulse de 31 ms.

Des tekelecs type 250 peuvent largement couvrir jusqu'à une énergie maximum de 5 GeV.

2.4 Alimentation des septa 16 et 58

Les alimentations des septa doivent pouvoir fournir 2.5KA, stables avec une précision de 10^{-4} , pendant $300\mu\text{s}$, en 2 pulses séparés de 30 ms.

Le septum 58 sera utilisé pour les e^- ou pour les \bar{p} mais ces deux types d'opération sont exclusives. Par contre le septum 16 doit pouvoir pulser entre 3.5 GeV (2.5KA) et 26 GeV (17KA) en PPM pour le schéma nominal (mode entrelacé).

F. Volker indique que l'on peut envisager de nouvelles alimentations avec 2 bancs de condensateurs. Ces 2 bancs seraient utilisés indépendamment pour les 2 éjections séparées de 30 ms à 3.5 GeV, et ils seraient utilisés en série pour une éjection à 26 GeV. Une étude doit être entreprise sur ce sujet.

2.5 Cycle magnétique - Alimentation principale

L. Coull et H. Ullrich indiquent qu'il est prévu de produire les cycles e^{\pm} avec l'alimentation principale actuelle dont une station de redresseurs sera court-circuitée, ce qui conduirait à un ripple d'environ 0.04 G.

Pour la précision du palier magnétique, R. Cappel signale que le faisceau à l'éjection a une dispersion d'énergie de $\pm 10^{-3}$, donc une imprécision d'énergie moyenne de 10% de la largeur totale en énergie de ce faisceau, conduirait à une précision du champ de $\pm 10^{-4}$.

Les exigences de la RF sur la précision du champ (R. Garoby) et les valeurs estimées de cette précision (L. Coull et H. Ullrich) feront l'objet de discussions entre les intéressés.

J.P. Riunaud

1 - Les différents schémas :1.1. Nominal

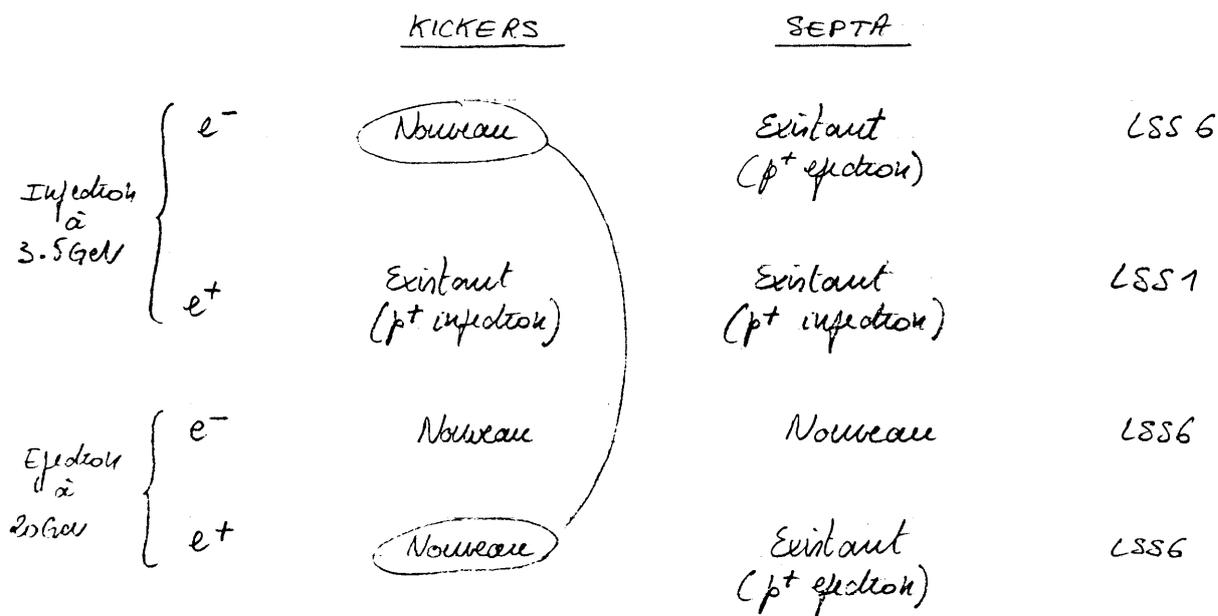
8 bunches de 1×10^{10}
 2 cycles e⁺, 2 cycles e⁻ [1.26 s]

1.2. Variante 1

(Moins d'intensité par bunch)
 8 bunches de $.5 \times 10^{10}$
 4 cycles e⁺, 4 cycles e⁻ [0.66 s]

1.3. Variante 2

(Plus d'intensité par bunch)
 4 bunches de 2×10^{10}
 2 cycles e⁺, 2 cycles e⁻ [1.26 s]

2 - Hardware injection-ejection du SPS2.1. Schema des lignes de transfert2.2. Hardware

MKIP = kicker d'injection e⁻ = kicker d'ejection e⁺

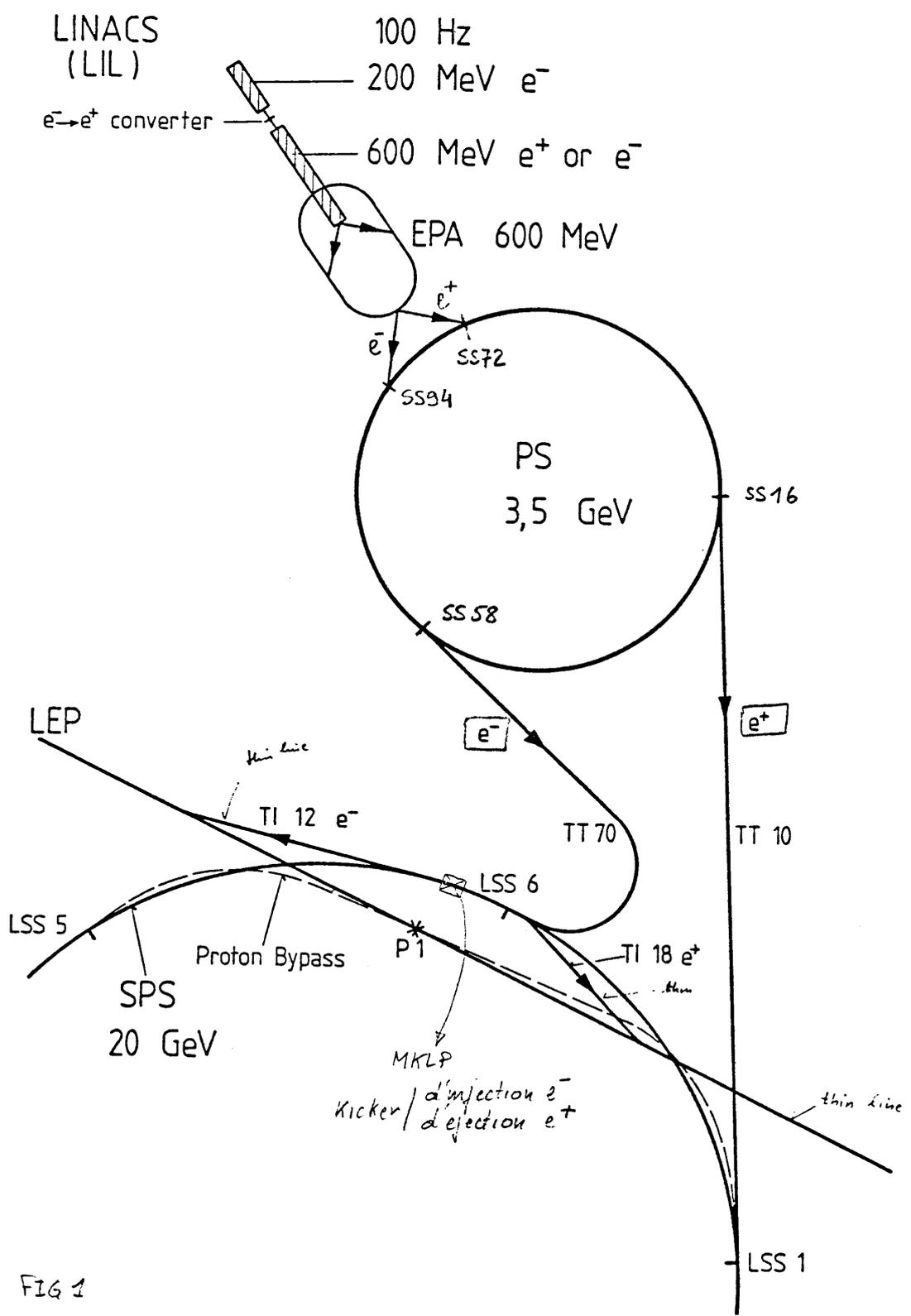


FIG 1

3 conséquences pour le PS

(2)

MKLP : 1 seul module

$$\left[\begin{array}{l} 3T_{\text{rew-SPS}} < t_{\text{recharge MKLP}} < T_{\text{rew-LEP}} < 4T_{\text{rew-SPS}} \\ \text{temps entre 2 bunches éjectés : } \left(k + \frac{1}{4}\right) T_{\text{rew-SPS}} \end{array} \right.$$

⇒ temps minimum entre 2 éjections e^+ : $\frac{1}{4} T_{\text{rew-SPS}} = 5.8 \mu\text{s}$

$$\Delta t_{e^+ \text{ min}} = \underline{5.8 \mu\text{s}}$$

⇒ temps minimum entre 2 éjections e^- : $\left(4 + \frac{1}{4}\right) T_{\text{rew-SPS}} = 98.2 \mu\text{s}$

$$\Delta t_{e^- \text{ min}} = \underline{98.2 \mu\text{s}}$$

• Éjections e^+ , e^- identiques ⇒ $\Delta t_{e^+, e^-} = 98.2 \mu\text{s}$

• kick nécessaire pour éjecter 1 bunch :

≤ 2 modules KFA 71

- Soit 8 modules (sur 12) pour éjecter 4 bunches
- Recharge de ces 8 modules pour éjecter les 4 autres bunches
- Même chose au SPS avec le kicker d'injection e^+

$$t_{\text{recharge kicker}} \begin{matrix} \text{PS} \\ \text{SPS} \end{matrix} \leq 30 \text{ ms}$$

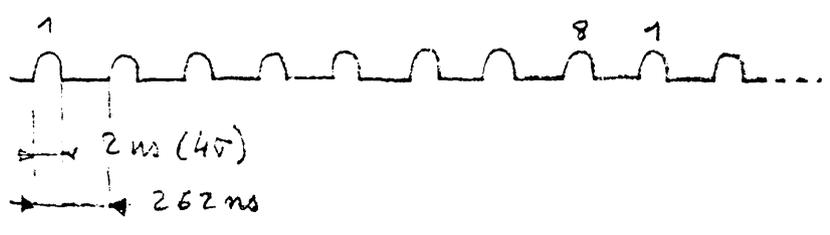
4 - Bunches à l'éjection :

4.1 PS éjection (voir page 2')

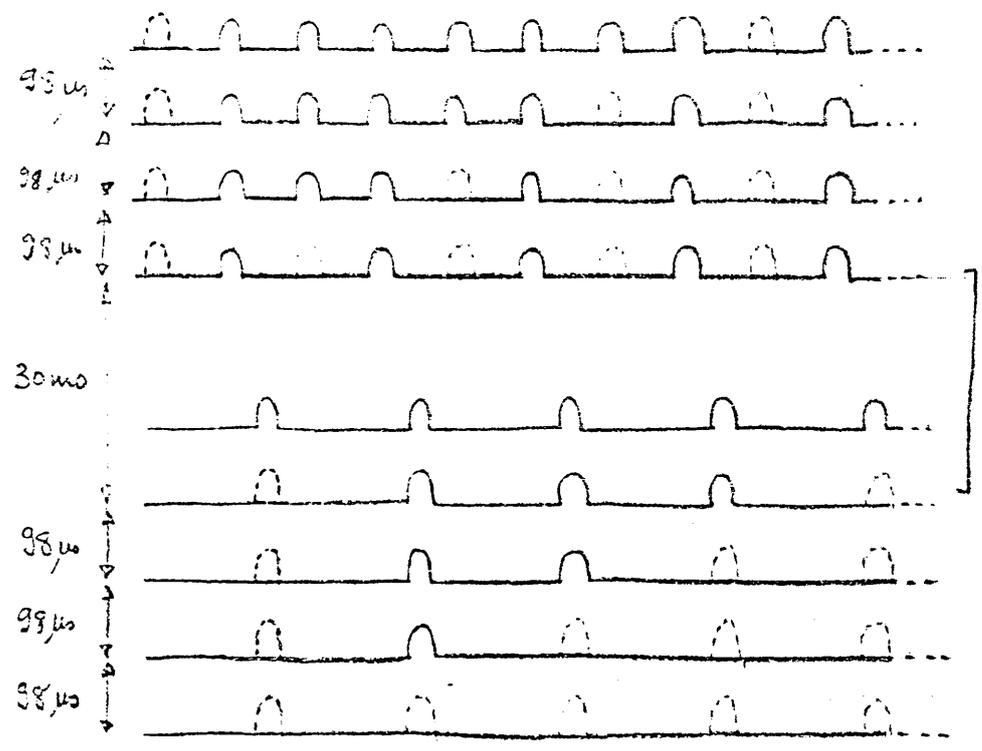
4.2 PS/SPS transfert (voir page 2'')

PS EJECTION

BASIC SCHEME AND VARIANT 1



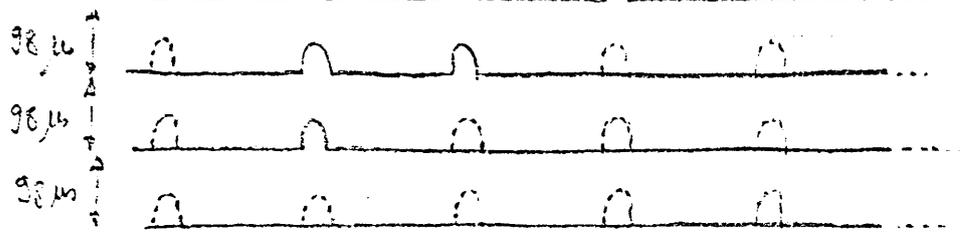
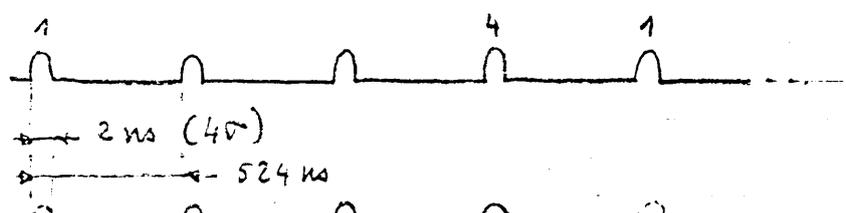
CIRCULATING BUNCHES



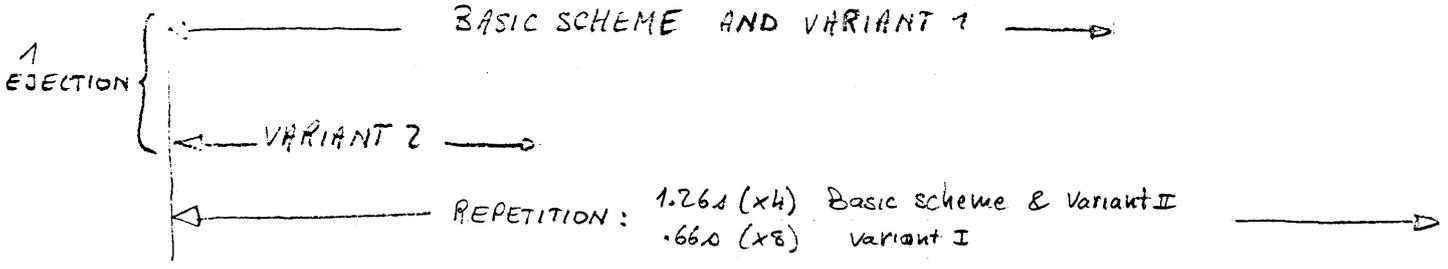
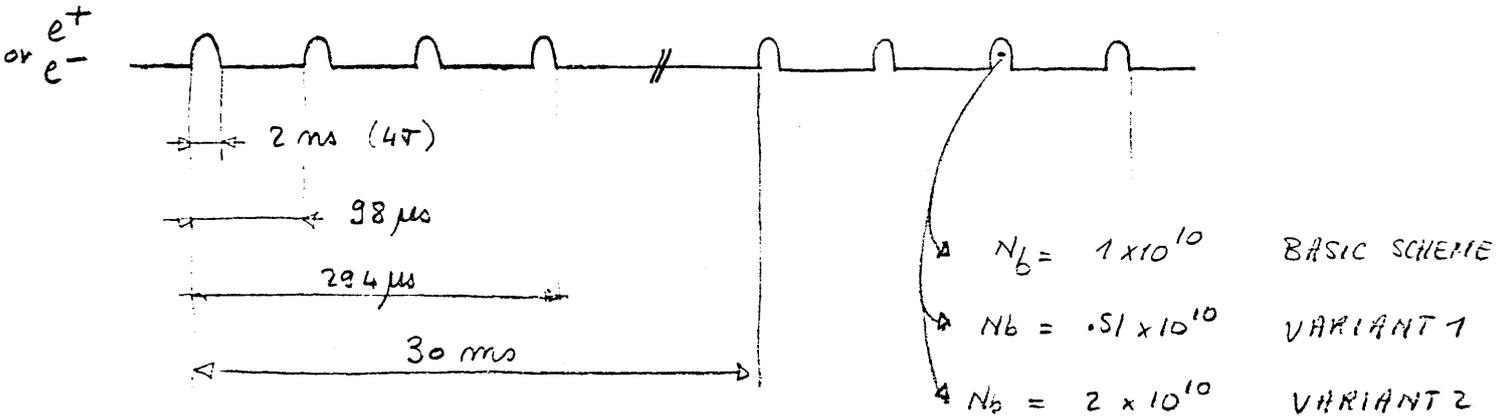
- SYNCHRONISATION
- RF GYMNASTICS
- KICKER RELOADING

INTENSITIES
AS FOR ACCELERATION

VARIANT 2



PS / SPS TRANSFER LINE



$E = 3.5 \text{ GeV}$

$\frac{\Delta E}{E} = \pm .92 \times 10^{-3} \quad (\pm 1V)$

$4 \Delta V_s = 2 \text{ ns}$

	<u>BUNCH EXPANSION</u>	<u>BUNCH COMPRESSION</u>
$\epsilon_H (\pm 2V)$	$.18 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$	$.64 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$
$\epsilon_{V_{\text{Max}}} (\pm 2V)$	$.09 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$	$.64 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$

5- Equipement d'excitation

5.1 Kicker: KFA 71/79

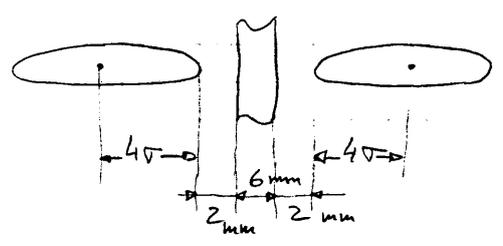
rise time	≤ 260 ns	(actual 55 ns)
Fall time		10 - 90 %
$t_{recharge}$	≤ 30 ms	

$$\frac{V_{max}^2}{P_{acc}} = E_H = 0.2 \text{ H mm} \cdot \text{mrad}$$

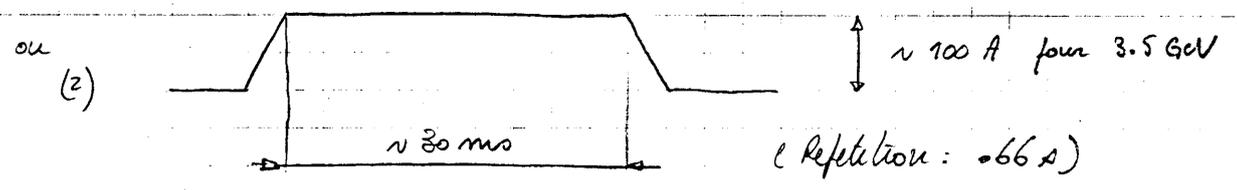
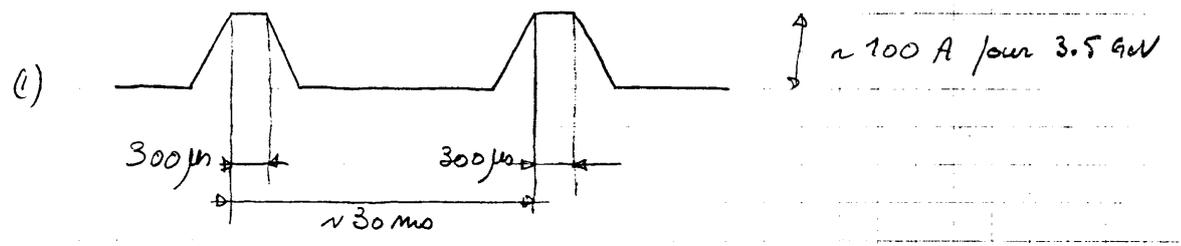
$$\frac{\Delta E}{E} = 10^{-3}$$

145 Gm pour 80 kV

2 modules à 75 kV permettent à 3.5 GeV:



5.2 Bumps 76 et 58

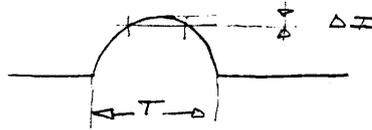


(Position radiale moyenne constante pendant la synchronisation et les gymnastiques RF entre les 2 batches)

Alimentations actuelles: décharges CaJa
→ à remplacer par Tekes

5.3 Septum 16 et 58 :

Si $\frac{1}{2}$ sinus



2.5 kA à 3.5 GeV

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\Delta I}{I} = 10^{-4} \\ \text{exécution pendant } 295 \mu\text{s} \end{array} \right\} T = 33 \text{ ms}$$

incompatible avec recharge
 $en \leq 30 \text{ ms}$

- Alimentations actuelles:

SMH 16 : $T = 1.6 \text{ ms}$ Recharge $\sim 1 \mu\text{s}$

SMH 58 : $T = 200 \mu\text{s}$ Recharge $\sim 1 \mu\text{s}$

- Alimentations modifiées, ou nouvelles:

• Recharge $en \leq 30 \text{ ms}$ ou alimentation type bump 5.2 (2)

• $\frac{\Delta I}{I} = 10^{-4}$ pendant $\sim 300 \mu\text{s}$

• Changement de courant (2.5 kA \rightarrow 17 kA)
(3.5 GeV \rightarrow 26 GeV)
pour SMH 16, en PPM ($\sim 1.2 \mu\text{s}$)

6. Cycle Magnétique

- Précision requise du falier à 3.5 GeV?

10^{-4} donne une précision d'énergie moyenne égale à 10% de la dispersion d'énergie du faisceau specté

- type d'alimentation prévu?

Alimentation actuelle avec 1 station court-circuitée

- Régle externe? $\sim 0.4 \text{ G}$