

LES MODIFICATIONS DU BOOSTER POUR L'ANNEAU A-A

Descriptif - Spécifications - Calendrier

Notes recueillies par J.P. Delahaye

I. Introduction

II. Méthode de préparation du faisceau

1. Mode 10 paquets
2. Mode 5 paquets

III. Eléments à développer ou modifier

1. Septum TSV03
2. Dipôles
3. Quadrupôles
4. $\int B dl$
5. Synchronisation
6. Cadencement kickers
7. Pick up

IV. Conclusion

Remerciements

Références

Figures

Budget

Calendrier

I. INTRODUCTION

L'anneau d'Accumulation d'Antiprotons nouvellement projeté sera normalement prêt¹⁾ à accepter un faisceau de protons issu du PS dès la moitié de l'année 1980 pour ses premiers tests.

Ce faisceau comporte des exigences spéciales²⁾ :

- un nombre de protons à 26 GeV/c le plus élevé possible
- une longueur totale ne dépassant pas le quart de la circonférence du PS.

Afin de répondre à ces spécifications divers travaux doivent être entrepris (construction d'éléments nouveaux ou modification d'éléments existants). Une grande partie de ces travaux est exigée par la modulation entre deux cycles nécessaire pour ne pas perturber les autres utilisateurs du PS.

Leur achèvement ainsi que les installations correspondantes doivent être prévus dès le début de l'année 1980 afin de libérer pour la conversion du système de contrôle du Booster le grand shut-down qui se tiendra vraisemblablement au milieu de l'année.

La charge importante des équipes Booster d'ici à début 1980 oblige à planifier ces travaux de manière précise de façon à ce qu'ils s'insèrent dans le programme de travail tenant déjà compte de :

- l'arrivée du nouveau linac : début 1979
- le passage du Booster sur le nouveau système d'ordinateur : arrêt 1980
- le remplissage multiple du SPS : arrêt 1980.

Le but de ce rapport est de décrire et prévoir l'échelonnement de tous les travaux concernant le Booster.

II. LA METHODE DE PREPARATION DU FAISCEAU

A l'heure actuelle, cette méthode n'est pas encore complètement gelée et dépendra essentiellement des résultats des essais en "Etudes Machine". Il est néanmoins acquis que cette méthode déjà plusieurs fois décrite^{2,3,4)} présentera deux étapes bien distinctes.

- a) formation de 10 paquets par addition verticale dans la partie recombinaison de la ligne de transfert BR-PS.
- b) contraction sur un quart de la circonférence du PS de ces 10 paquets par l'une des 3 méthodes suivantes :
 - i) injection à 800 MeV dans le PS de 2 groupes de 5 paquets à des énergies légèrement différentes, glissement azimuthal, capture puis accélération jusqu'à 26 GeV/c^{2,5,6)}
 - ii) accélération des 10 paquets jusqu'à 26 GeV/c, décalage en énergie des 2 groupes de 5 paquets puis éjection en 5 paquets après glissement azimuthal⁶⁾;
 - iii) accélération des 10 paquets jusqu'à 26 GeV/c, puis capture à l'harmonique $h = 1$ et rotation dans l'espace de phase longitudinal d'un quart d'oscillation synchrotronic⁷⁾.

Les modifications au Booster et dans la ligne de transfert nécessaires à l'addition verticale en PPM (mode 10 paquets) sont décrites dans un rapport récent⁸⁾. Cette partie de la méthode étant prévue dans tous les schémas, les travaux correspondants peuvent être entrepris dès aujourd'hui.

Le Booster n'est par contre concerné par la 2ème partie de la méthode (b) que si la possibilité (i) est finalement choisie : aussi les travaux correspondants explicités dans une autre étude⁹⁾ ne sont que prévus; le début de leur exécution étant subordonné à la décision de la méthode, décision qui devrait être prise avant la fin de l'année.

III. LES ELEMENTS A DEVELOPPER OU MODIFIER

Ces modifications peuvent être classées en 3 catégories :

- a) celles nécessaires au fonctionnement en PPM du mode 10 paquets :
TSV03 - Dipôles de recombinaison - Quadrupôles d'adaptation.

- b) celles nécessaires à l'injection au PS en PPM à 2 énergies :
∫Bdl - Synchronisation - Cadencement kickers - Dipôles de recombinaison - Correction des signaux pick up.
- c) celles nécessaires à l'amélioration de l'instrumentation obligatoire à l'opération très délicate et précise de ces deux modes : nouvelles pick up et digitalisation.

1. Le septum double TSV03

a) L'aimant

La solution d'un double septum magnétique à lame mince (1 mm), de force magnétique égale et de sens opposé, a été retenue avec comme paramètres principaux¹⁰⁾ par aimant :

	valeur d'opération	valeur maximale
largeur d'entrefer		60 mm
hauteur de pôle		75 mm
longueur équivalente		400 mm
∫Bdl	$1,27 \cdot 10^{-2} Tm$	$1,75 \cdot 10^{-2} Tm$
déflexion à 800 MeV	2,6 mrad	3,6 mrad
courant dans la lame	3036 A	4180 A

La lame en cuivre pur (HC S0) sera refroidie si possible (voir c) uniquement par conduction.

b) L'alimentation

- Afin d'alléger la charge de l'équipe et simplifier la maintenance ultérieure, une alimentation identique à celle développée récemment¹¹⁾ pour le septum d'injection sera utilisée : elle est du type à décharge de condensateur avec le sommet aplani à la fois par un circuit troisième harmonique et par une régulation par filtre actif. Ses caractéristiques principales sont :

courant nominal	3200 A
période de pulsation	~ 9 msec
durée du plateau	~ 500 µsec
reproductibilité	> 10 ⁻⁴

La durée du plateau permettra d'utiliser malgré son jitter (~ 200 µsec) l'impulsion "Early Warning Transfer" (précédant de 14 msec l'éjection).

c) Précision - Stabilité - Résolution

La fig. 1 montre l'évolution du grossissement vertical engendré sur le faisceau par l'instabilité de champ en TSV03; on en conclut :

- une résolution dans la commande de 2.10^{-4} (12 bits) entraîne un grossissement négligeable
- une précision et stabilité de 5.10^{-5} amenant un grossissement géométrique de 4% (soit 0,5% pour 95% des particules) sont suffisantes.

Les calculs¹⁰⁾ ont montré qu'une telle stabilité sera atteinte à condition que les différences possibles de température ne dépassent pas quelques degrés. Une telle variation ne subvenant que dans des conditions très improbables de fonctionnement, il a été décidé¹²⁾ de prévoir à la fois sur le tank et sur le septum la possibilité de rajouter (en quelques mois) un refroidissement par eau mais d'attendre les premiers essais pour décider son implantation si celle-ci s'avère vraiment nécessaire.

d) Tank

Le tank contenant le septum permettra le positionnement vertical à distance (depuis la MCR) de la lame à $23 \begin{smallmatrix} +5 \\ -10 \end{smallmatrix}$ mm en dessous du niveau de référence du PS, son orientation restant fixe et égale à + 3,1 mrad. Les traversées de courant du type à plaques parallèles permettront de diminuer l'inductance vue par l'alimentation; les traversées à eau seront prévues mais non branchées.

La cote milieu du septum est fixée à 23,380 m du point d'éjection.

2. Dipôles de recombinaison

Le tableau ci-dessous montre les valeurs des différents dipôles entre le setting d'opération courante et celui nécessité par les modes 10 ou 5 paquets.

Mode	Nombre	Type	Dipôle	I _{max} (A)	Setting 20 p (A)	Setting A-A (A)	Variation		Changt signe (PPM)
							Val. abs.	% de val. max	
10 paquets	1	8b	TADV03	+ 175	+ 141 ± 5	+ 98 ± 5	53	30%	non
	1	8a	T*DV03	± 20	- 15 ± 2	- 15 ± 2	5	25%	non
	1	4b	TBDV03	± 20	0	- 3 ± 2	5	25%	non
	1	8a	TCDV03	± 20	0	+ 12 ± 3	15	75%	non
	1	4b	T-DV04	± 20	± 5	- 11	15	75%	oui
5 paquets	4	4b	T _i DH01	± 20	± 5	± 15	20	100%	oui
	16	1	E _{iV} ^H _{1,2}	± 20	± 10	± 20	30	150%	oui
M.L.	2	4b	TSDV,H	± 20	± 5	± 05	10	50%	oui

Seul le dipôle TCDV03 (type 8a) n'existe pas actuellement et devra être rajouté en position 19,250 (origine le point d'éjection) sur le niveau de l'anneau 2. Les autres aimants existent tous mais sont actuellement massifs avec des alimentations continues à l'exception des 16 dipôles anneau de correction à l'éjection E_{iV}^H_{1,2} dont les alimentations seront complètement refaites dans le cadre du projet "remplissage du SPS" et qui conviendront alors parfaitement.

a) Les alimentations

à part celle attachée au dipôle TADV03, les 10 autres sont actuellement continues et de courant maximal 20A unipolaires avec inversion de signe par came sur les connexions.

Sept de ces alimentations devront pouvoir changer de signe de pulse à pulse : la récupération envisagée des 8 alimentations actuelles de E_{iV}^H₀₁ a dû être abandonnée pour leur courant maximal trop faible (6 ou 12A).

Les 10 alimentations (pour simplification de la maintenance) seront remplacées par des nouvelles alimentations pulsables de pulse à pulse en valeur et signe

$$I_{\max} = \pm 20A (\Delta I/I < \pm 1^0/00)$$

identiques à celles déjà développées pour les dipôles de correction d'orbite $E_{iV}^H 01,02$. Ces alimentations du type à décharge capacitive ($\frac{1}{2}$ période de 10 à 13 ms) avec régulation sur palier (de quelques 100 μ sec) présentent l'avantage d'engendrer un échauffement négligeable de l'aimant (courant efficace très faible) ce qui permet d'éliminer l'eau de refroidissement des culasses laminées.

l'alimentations de puissance TADV03 (174A - 47V) varie entre les 2 modes de 40% de sa valeur. Afin de lever le doute à la fois sur la réserve de puissance et sur la lenteur de la boucle de régulation, un essai de P. Burla sur l'aimant massif actuel a montré:

- i) que grâce à la faible résistance de l'aimant, la tension normale de travail (12 V) laissait une marge confortable pour la variation de courant,
- ii) que la régulation permet des variations quasi-linéaire entre les 2 modes en un temps très court (~ 20 msec),
- iii) qu'un ajustement fin de la régulation en courant assure la stabilité requise après ~ 50 msec.

Ainsi sur cette alimentation seule la source de référence (à relais) devra être échangée pour une source identique à celle déjà développée pour TSQ1-2.

b) Les aimants

Afin d'éliminer les courants de Foucault, les culasses massives des 10 dipôles existants seront remplacées par des culasses laminées; les bobines par contre seront récupérées.

Les 8 dipôles du type 4 seront transformées en type 4b (bobines en parallèle) pour en abaisser la résistance ($R = 0,8 \Omega$) et l'inductance ($L = 80$ mH), valeurs mieux adaptées à la nouvelle alimentation. Aucun refroidissement à eau ne sera prévu.

Les 2 dipôles du type 8 ne subiront pas de modifications autres que la culasse, leur impédance étant bien adaptée à l'alimentation.

Le nouveau dipôle TCDV03 sera du type 8a sans refroidissement à eau, de préférence à un dipôle du type 4b :

- son champ de fuite plus faible ne perturbe pas le guidage du faisceau supérieur (3 + 4)
- ses dimensions plus faibles permettent de le rapprocher au maximum du septum TSV2 et de leur imposer ainsi une déviation moindre.

3. Les Quadrupôles TQ5 à TQ10

Le changement de l'adaptation verticale du faisceau 10 paquets avec une adaptation horizontale identique à celle du faisceau 20 paquets impose une variation d'au moins 4 des 6 quadrupôles d'adaptation à l'injection PS suivant le tableau :

Quadrupoles	Limites alimentation		Setting 20p (A)	Setting 10p (A)	Variation (A)
	V_M	I_M			
TQ5	47 V	174 A	- 58,09	- 58,10	0
TQ6	62 V	268 A	+ 125,51	+ 117,97	- 7,54
TQ7	62 V	268 A	- 99,93	- 99,93	0
TQ8	62 V	268 A	+ 162,20	+ 165,51	+ 3,31
TQ9	62 V	268 A	- 112,86	- 115,36	- 2,50
TQ10	62 V	268 A	+ 120,15	+ 125,28	+ 5,13

Ces variations restent limitées à de faibles valeurs (< 10%) et ne nécessitent pas de changement de signe de pulse à pulse. Tout comme pour les dipôles, les aimants actuels sont massifs, les alimentations sont continues, à régulation lente, unipolaires avec changement mécanique de signe (pour certaines).

a) Alimentation:

Les mêmes réserves que celles mentionnées pour le dipôle TADV03 ont été levées par un essai sur une alimentation 62 V d'un aimant massif.

Une variation autour du point de travail maximal (150 A) a montré:

- une montée linéaire de 20A (13%) en ~ 100 msec sans oscillations, la descente correspondante s'effectuant en ~ 50 msec.
- le maximum de variations sans inconvénients semble être 60A (40%), la montée s'effectuant alors en un peu plus de 300 msec et la descente en 100 msec.

Ainsi tout comme pour celle de TADV03, aucune modification ne sera nécessaire hors celle de la source de référence.

b) Aimants

Les courants de Foucault induits dans les quadrupôles massifs par une variation en 100 msec ont alors été calculés théoriquement puis vérifiés expérimentalement¹³⁾. On y voit notamment (fig. 2) :

- que l'erreur maximale de champ à la fin de la variation du courant atteint plus de 12% de variation,
- que cette erreur diminue très rapidement pendant que le courant reste fixe pour n'être plus que de 3% de la variation 600 msec après le début de celle-ci (moment présumé du passage du faisceau),
- que si une variation inverse est alors opérée, l'erreur sur le champ au passage du faisceau sera encore inférieure ($\sim 1\%$ de la variation).

Ces erreurs sont alors suffisamment faibles pour que l'influence sur la désadaptation du faisceau soit négligeable. Les culasses des quadrupôles peuvent ainsi rester massives tant que la variation du courant ne dépasse pas une quinzaine d'ampères.

4. Les enroulements de correction de champ intégré : $\int B dl$

a) Alimentations

Servant normalement à égaliser l'énergie des 4 anneaux, elles seront utilisées en outre pour ajuster à sa valeur l'énergie de chacun des anneaux à $800 \text{ MeV} \pm 5 \text{ MeV}$.

Le courant maximal doit alors être doublé et porté à $\pm 50A$ ⁹⁾. La fig. 3 représente les variations du courant et de la tension néces-

saire lors d'une accélération en 300 msec. On en déduit les caractéristiques principales de l'alimentation

$$U_{\max} = \pm 150 \text{ V} \quad I_{\max} = \pm 50 \text{ A} \quad \dot{I}_{\max} = 250 \text{ A/sec.}$$

b) Résolution - Stabilité

Ces 2 paramètres doivent être tels que leur influence sur la position de l'orbite soit négligeable :

$$\Delta R = \pm 0,05 \text{ mm} \longrightarrow \Delta R/R = \pm 2 \cdot 10^{-6}.$$

A fréquence de révolution fixe : $\Delta B/B = (\gamma^2 - \gamma_{tr}^2) \Delta R/R = \pm 2 \cdot 10^{-5}$.

La fluctuation maximale de champ par $\int B dl$ devient $\Delta B \sim \pm 0,1 \text{ gauss.}$

La fluctuation maximale de courant des $\int B dl$ est donc $\Delta I \sim \pm 0,3 \text{ A}$

$$\frac{\Delta I}{I} = \pm 5 \cdot 10^{-3}.$$

c) Polarité

Pouvant d'un mode à l'autre nécessiter un signe différent, ces alimentations devront pouvoir changer de signe d'un pulse à l'autre.

Ces alimentations doivent de toute manière être changées dans le cadre du "Remplissage multiple du SPS" à cause de la tension 4 fois plus élevée induite par les variations du champ magnétique dans les aimants principaux. Les caractéristiques prévues dans le cadre de ce projet¹⁴⁾ sont compatibles avec cette nouvelle fonction hors deux points :

- le courant maximal est doublé : $\pm 50 \text{ A.}$
- le signe doit être modulable d'un cycle à l'autre.

5. Synchronisation

a) Génération des fréquences

Pendant le processus de synchronisation, les références provenant de 2 nouveaux générateurs à fréquence réglable seront imposées aux cavités des anneaux correspondants. Leurs fréquences sont symétriques par rapport à celle correspondant au mode 20 paquets après correction de la fréquence de révolution⁹⁾ :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Anneaux 3 et 2 : } T = 800 \text{ MeV} - \Delta T \rightarrow F = f_0 - \Delta f \\ \text{Anneaux 4 et 1 : } T = 800 \text{ MeV} + \Delta T \rightarrow F = f_0 + \Delta f \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Delta f < 10 \text{ kHz} \\ f_0 = 8,032678 \text{ MHz.} \end{array}$$

Afin de mieux assurer cette symétrie le contrôle des 2 fréquences s'effectuera par l'intermédiaire de l'asservissement de cette différence suivant le schéma de la fig. 4.

b) Précision - Variation

La précision de chacune de ces fréquences reste la même que celle de la fréquence centrale : $f \sim 8032678 \pm 80 \text{ Hz}$

La plage de variation autour de la fréquence centrale est de :

$$f \sim 8033 \pm 10 \text{ kHz.}$$

c) Synchronisation

Un patch-panel géré par une boîte logique (fig. 4b) observant les lignes de programme permettra d'associer un oscillateur aux anneaux correspondants suivant le mode de travail.

d) Distribution

Les 2 fréquences seront distribuées sans aucune relation de phase entre elles au MCR (cadencement kickers) en BOR-RF (synchronisation) et au Central Building (cavités PS). Dans le cas du mode 20 paquets ces deux fréquences seront remplacées par la fréquence unique de l'oscillateur de référence grâce à la boîte logique précédemment citée et suivant le schéma de la fig. 4b.

6. Cadencement des kickers

Le déclenchement de chacun des kickers (Ejection, Recombinaison, Injection PS) doit dans tous les cas rester synchrone avec la radiofréquence imposée à la cavité de l'anneau correspondant afin d'effectuer sa montée entre deux paquets.

a) Système actuel

A partir de l'impulsion WTR (calée sur le train B du PS en injection PS) un compteur unique compte les périodes RF de l'oscillateur de ré-

férence. Deux comparateurs à réglage manuel associés à chacun des kickers lui fournissent les impulsions propres de déclenchement (boucle ouverte et boucle fermée). Ce compteur doit être unique afin d'éviter tout jitter de pulse à pulse. Une correction est ensuite effectuée à chaque pulse par un "Drift Stabilizer", par comparaison avec l'impulsion de retour du kicker (fig. 5a). Cette correction prenant effet au pulse suivant, cette comparaison doit être identique d'un pulse à l'autre.

b) Modifications du "Multipreset Counter"

Deux compteurs devront alors être associés (fig. 5b) aux deux différentes fréquences par l'intermédiaire de la même boîte logique que celle déjà utilisée par la synchronisation (fig. 4b).

La présence de ces 2 compteurs implique la possibilité d'un jitter équivalent au temps de passage d'un paquet maximum (la seule possibilité de l'éviter consistant en l'attente d'une relation correcte de phase entre les 2 fréquences est trop longue).

Les comparateurs devront de plus être changés pour des comparateurs chargeables par ordinateur en PPM afin de permettre l'éjection des anneaux à des moments différents (en mode 10 paquets, les kickers E1K, E2K et T1K1 doivent être avancés de 10 périodes RF; le kicker TK2 est inutilisé et nécessite le contrôle par une ligne de programme de son impulsion de déclenchement).

c) Modifications dues au "Drift Stabilizer"

La correction en boucle fermée de l'impulsion de retour par comparaison avec un délai supplémentaire de 4 à 5 μ sec ne peut être conservée telle quelle car ce délai est obtenu par comptage de périodes RF supplémentaires (fig. 5a). La variation de fréquence (10 kHz) entre les 2 modes introduit alors une variation de ce délai de 6 à 7 nsec que le drift stabilizer corrigerait au pulse suivant.

La solution suivante est envisagée (fig. 5c) :

- réduire le délai de comparaison T_2 à l'impulsion de retour à $\sim 2 \mu$ sec en déplaçant les "Drift Stabilizer" en BCER proche des kickers,

- assurer ce délai fixe T_2 indépendamment de tout comptage d'impulsions RF avec une très bonne stabilité (± 2 nsec) par le temps de propagation de l'impulsion de déclenchement en boucle ouverte à travers un câble suffisamment long.
- développer un délai T_3 (± 100 nsec) réglable à distance par ordinateur inséré dans la chaîne de comparaison avec l'impulsion de retour, lequel permettra seul en opération de positionner depuis la MCR le déclenchement du kicker correspondant.

7. Electrodes pick up d'observation

Une amélioration de l'instrumentation d'observation du guidage des faisceaux dans la ligne de transfert entre BR et PS est nécessaire pour minimiser les grossissements de faisceau à la fois horizontal et vertical à l'injection au PS, lesquels se traduiraient automatiquement par des pertes de particules⁸⁾.

Cette amélioration est prévue en deux points :

- installation de 6 nouvelles électrodes en 4 stations dans la recombinaison,
- digitalisation de tous les moniteurs de la ligne de transfert.

Un problème supplémentaire provenant de la présence dans la même pick up de 2 groupes de paquets calés sur des fréquences différentes se greffe sur la restitution de la ligne de base du signal Δ des électrodes. Cette remise à zéro a été calée sur la radiofréquence correspondante, le phasage sur le signal Σ ayant échoué à cause du signal trop élevé (300 mV) nécessaire à son contrôle.

Si cette correction reste dans l'avenir nécessaire, son contrôle devra être commutée rapidement (~ 100 nsec) d'une RF à l'autre pendant l'éjection avec un soin tout particulier aux différents délais et phases.

a) Installation de pick up supplémentaires

- un montage mécanique plus simple et moins onéreux que l'actuel et s'inspirant largement de celui de la pick up 200 mm récemment installée au bout de la ligne de mesure est actuellement à l'étude,

- leur longueur pourra être réduite en éliminant le signal Σ tout comme les pick up anneau du type B. La calibration se fera alors sur le transformateur TTR1,

l'électronique analogique associée pourrait être largement simplifiée (en particulier la restitution de la ligne de base serait éliminée) si la réponse en basse fréquence (actuellement la fréquence de coupure après compensation est ~ 50 kHz) pouvait être améliorée (la fréquence de coupure passant à 1-2 kHz).

15)

Des essais en laboratoire ont montré que la capacité équivalente du moniteur par métallisation de la céramique (d'épaisseur 3 mm) pouvait être augmentée jusque vers 600 pF. Le gain correspondant de réponse à basse fréquence permet d'envisager d'atteindre la fréquence de coupure visée après modification correspondante de l'amplificateur de compensation. Si ces essais se confirment, cette solution serait adoptée pour les nouvelles pick up.

Afin d'homogénéiser l'électronique de traitement et se débarrasser du problème de restitution de la ligne de base pour les pick up existantes :

- les 5 moniteurs (TU 2 à 5 + TSU1) seront remplacés par des pick up du nouveau type, les actuels devenant réserves de ceux de l'anneau,
- les céramiques des 5 autres moniteurs (TSU2 + 4TU1) seront métallisées après démontage dans l'anneau, leur mécanique étant complètement récupérée. En effet TSU2 est d'un type spécial de $\varnothing 200$ mm et nécessiterait une étude particulière,
- les 4 pick up TU1 individuelles par anneau ne voient passer que 5 paquets durant 625 nsec; la fréquence de coupure permettant l'élimination de la ligne de base est alors moins basse (4 à 5 kHz) et peut être atteinte par simple métallisation de leur céramique malgré son épaisseur supérieure (5 mm).

b) Digitalisation

Actuellement seules les pick up TU2 à TU5 sont digitalisées. Leur système de digitalisation est adapté à une électronique analogique identique à celle du COOD du PS, laquelle doit être changée car elle ne permet :

- ni la dynamique imposée par les fortes densités par paquets produites en mode 10 paquets,

- ni le PPM car la commutation entre 5 gammes de facteur 2 est effectuée par relais.

E. Schulte recherche un convertisseur unique¹⁶⁾ applicable à la fois à la ligne de transfert et au CODD PS (durée du paquet < 40 nsec à haute énergie). Ce convertisseur sera ensuite appliqué aux 7 stations pick up actuelles (TU1 à TU5 + TSU1 - TSU2) ainsi qu'aux 4 nouvelles stations à installer. Ces 11 stations seront traitées analogiquement par le système Booster¹⁷⁾ permettant la dynamique et l'utilisation en PPM par commutation entre 2 gammes de facteur 5.

c) Spécifications

La précision de mesure à atteindre a été fixée¹⁶⁾ à :

$$\pm 0,5 \text{ mm} \quad \pm 3\%$$

de la mesure (en excluant le bruit dû à la restitution de la ligne de base). L'élimination projetée de cette correction améliorerait ainsi la précision de la mesure.

IV. CONCLUSION

Le budget et la main-d'oeuvre nécessaires aux modifications du Booster permettant les modes 10 et 5 paquets en modulation de cycle à cycle sont chiffrés séparément suivant le tableau annexé.

Leur échelonnement a pu être inséré dans le programme du groupe suivant le calendrier ci-joint en tenant compte des charges qui étaient déjà prévues dans chacune des équipes :

seuls les travaux essentiels au mode 10 paquets sont programmés immédiatement,

le début de ceux nécessités par le mode 5 paquets a été repoussé au début de l'année prochaine*, date ultime pour une décision quant à la méthode choisie pour la contraction du faisceau sur un quart du PS. Passé cette date, les travaux correspondants ne pourraient être assurés à temps.

Les installations ont été prévues au plus tard au début de l'année 1980, ce qui permettrait, si le grand arrêt a lieu au milieu de l'année, de découpler ces travaux de ceux engendrés par le passage du Booster sur le nouveau système d'ordinateurs.

*) Hormis les JBDI prévues de toute manière par le remplissage multiple du SPS.

Le contrôle de ces nouveaux équipements ne sera néanmoins accessible que par le nouveau système et l'utilisation réelle en opération ne pourra donc être envisagée qu'une fois le passage du Booster sur le nouveau système d'ordinateurs effectué.

REMERCIEMENTS

Ce rapport reflète et décrit, les travaux résultants d'une coopération entre de nombreuses personnes internes et externes au groupe Booster.

Qu'elles soient ici toutes remerciées tout d'abord pour leur collaboration très agréable mais aussi pour leurs efforts à toujours chercher la meilleure solution au moindre coût.

De plus, que tous ceux qui ont participé à la définition épineuse du budget et du calendrier des travaux sachent combien j'ai apprécié leur aide patiente tout autant que leur analyse rigoureuse: G. Baribaud, P. Bossard, G. Gelato, N. Pearce, E. Schulte, F. Völker aidés dans leurs domaines respectifs de M. Chanel et D. Williams.

Je tiens enfin à remercier K.H. Reich pour la confiance qu'il m'a accordée en me proposant cette tâche qui m'a obligé à mieux cerner les implications sur le matériel des exigences du faisceau. J'ai largement profité tout au long de ce travail de son soutien et de son expérience.

Distribution :

Groupe Booster

Equipe 800 MeV

D. Bloess, M. Brouet, B. Frammery, B. Kuiper, N. Pearce, G. Plass, C. Rufer, E. Schulte.

REFERENCES

1. O. Barbalat: Summary of MAC No. 78: PS/DL - Min. 78-1.
2. AA Group: Design Study of a Proton-Antiproton Colliding Beam Facility: CERN/PS/AA 78-3.
3. PS Performance Committee (rédigé par E. Brouzet, P. Lefevre, K. Schindl). Etat des études sur le PSB et le PS - Perspectives pour 1978: PS/DL/Note 78-3.
4. G. Plass: Implications for the PS of the $p\bar{p}$ colliding beam Facility: Communication personnelle.
5. P. Lefevre: Note en Preparation.
6. D. Boussard: Communication personnelle.
7. H. Koziol: Azimuthal contraction of the PS Beam at $h = 1$. CERN/PS/AA 78-9.
8. J.P. Delahaye: La Recombinaison Verticale en mode 10 paquets modulable de cycle à cycle: CERN/PS/BR 78-5 et PS/BR Note 78-3.
9. J.P. Delahaye, G. Gelato: Le Faisceau du PS Booster à 2 energies (Mode 5 paquets) modulable de cycle à cycle: PS/BR Note 78-9.
10. M. Chanel: Communication personnelle.
11. J.P. Royer, F. Völker: The Capacitor Discharge Current Supplies for the Injection Septum Magnets of the PS Booster: CERN/PS/BR 77-38.
12. J.P. Delahaye: Compte Rendu de la Réunion du 27.4.1978: TSV03 PS/Mi-BR/78-20.
13. M. Chanel, G. Suberlucq: Resultats de Mesures: Communication Personnelle.
14. K.H. Reich: Les Modifications du PSB pour le remplissage multiple du SPS: CERN/PS/BR 77-34.
15. M. Le Gras, D. Williams: Communication Personnelle.
16. E. Schulte: Proposition pour un système de digitalisation des signaux des Pick-Ups de la ligne de transfert PSB-PS. PS/CCI/Note 77-30.
17. L. Symons: New Arrangement of the TU Observation system in the PSB: MPS/BR Note 75-15.

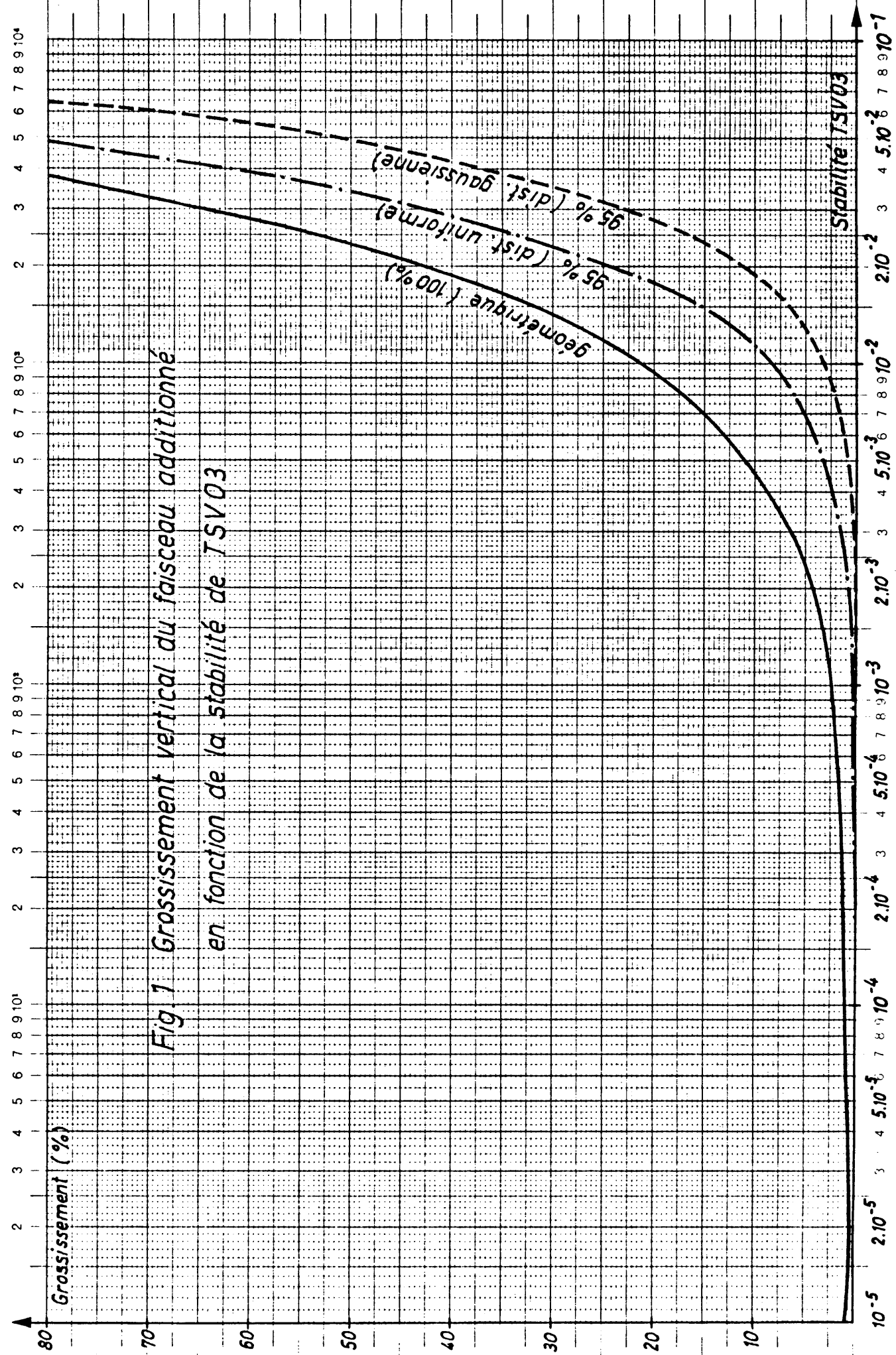
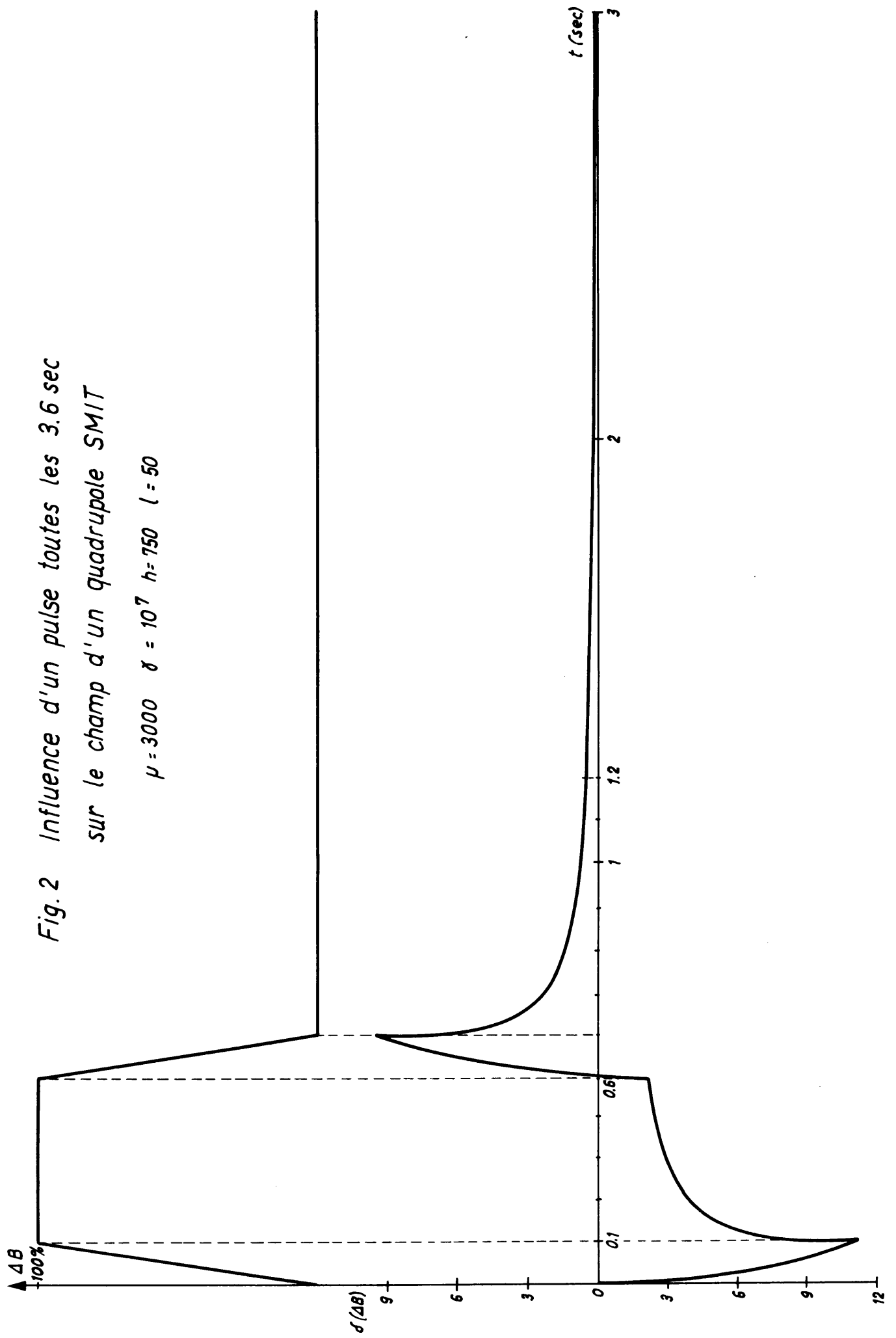
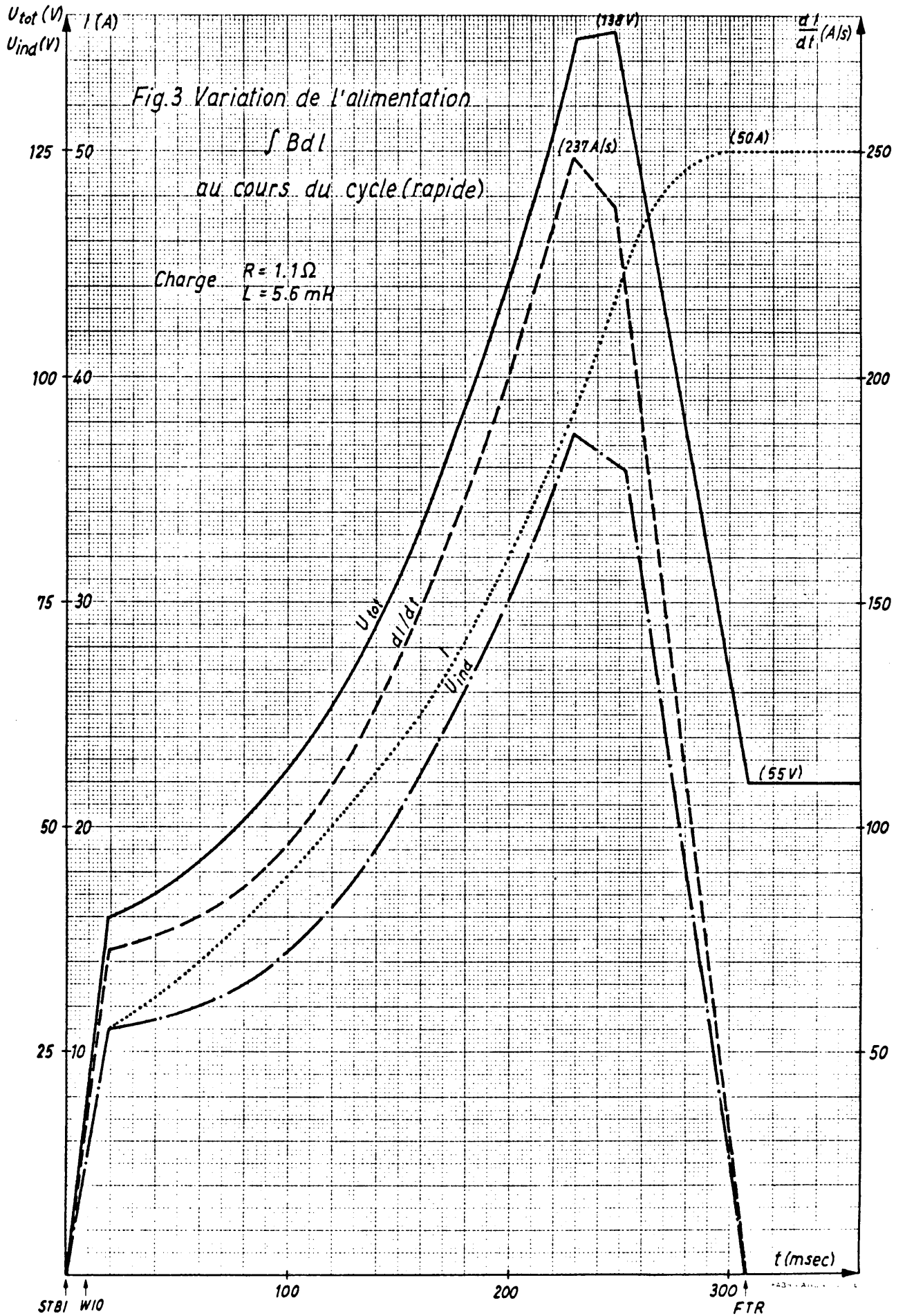


Fig. 1 Grossissement vertical du faisceau additionné en fonction de la stabilité de TSV03

Fig. 2 Influence d'un pulse toutes les 3.6 sec
sur le champ d'un quadrupole SMIT

$\mu = 3000$ $\theta = 10^\circ$ $h = 750$ $l = 50$





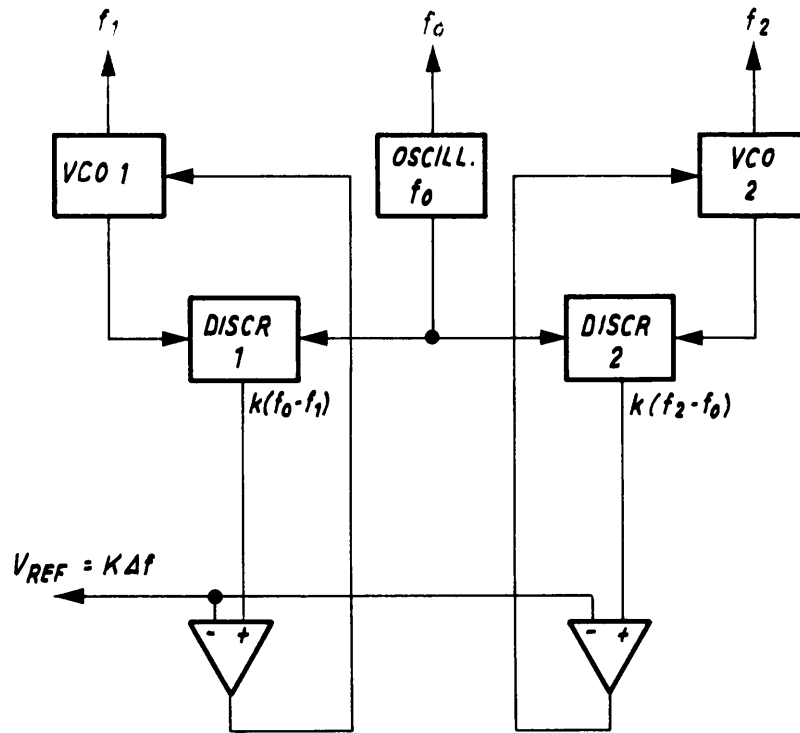


Fig. 4 a : Génération des 2 fréquences symétriques par rapport à la fréquence f_0 du mode 20 paquets

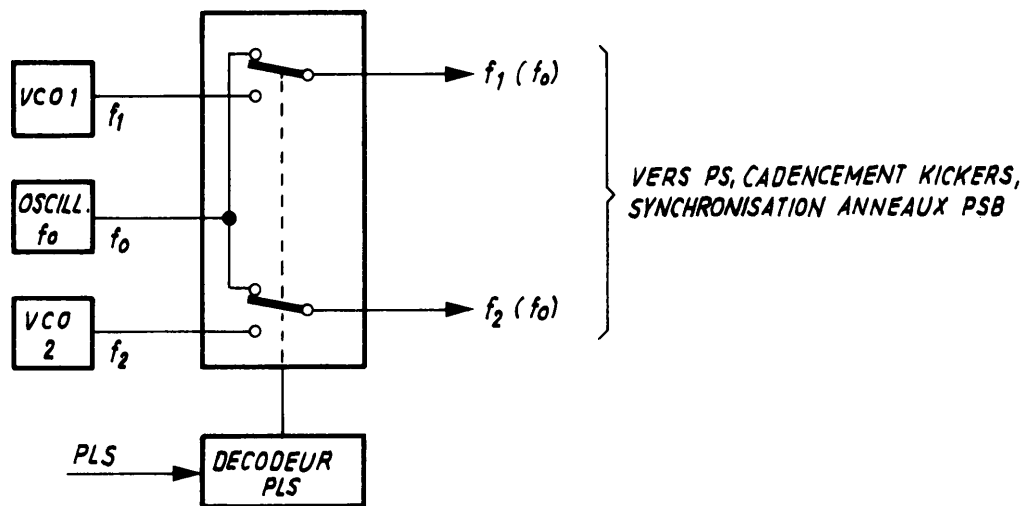


Fig. 4 b : Distribution suivant le mode d'opération des différentes fréquences de synchronisation

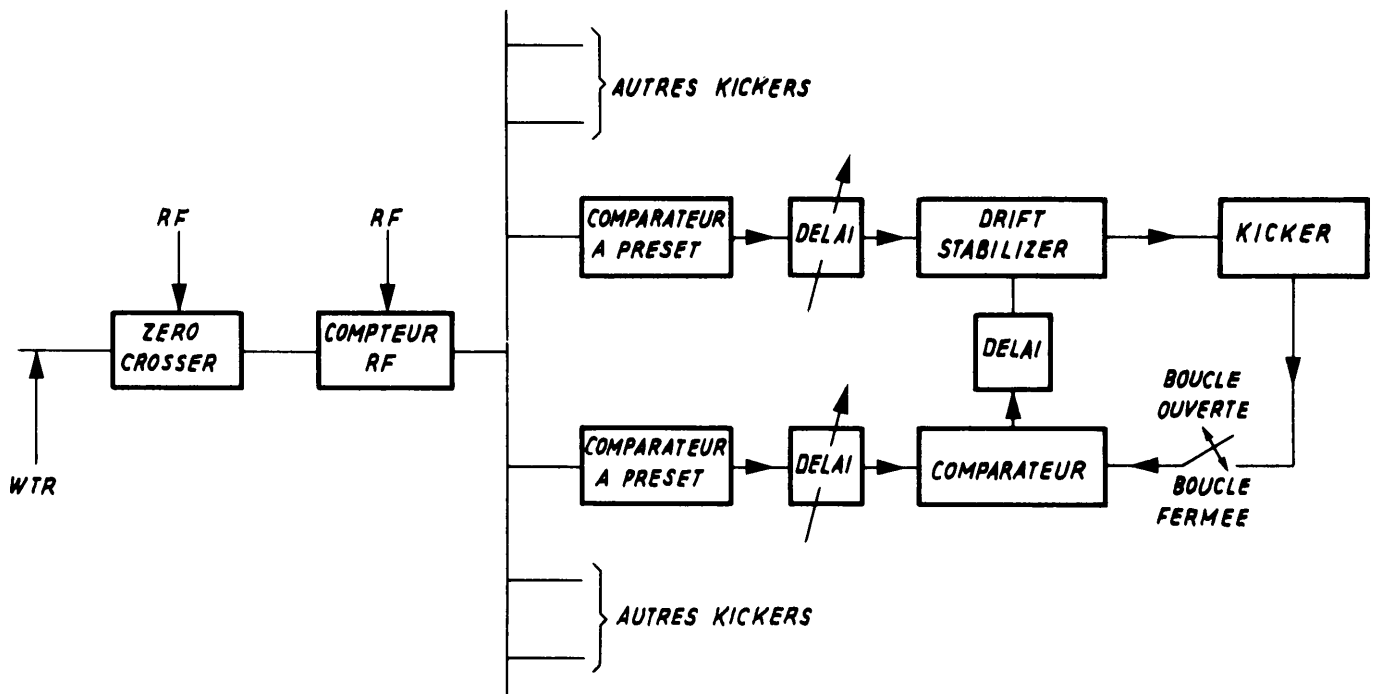


Fig. 5a : Solution actuelle du cadencement des kickers

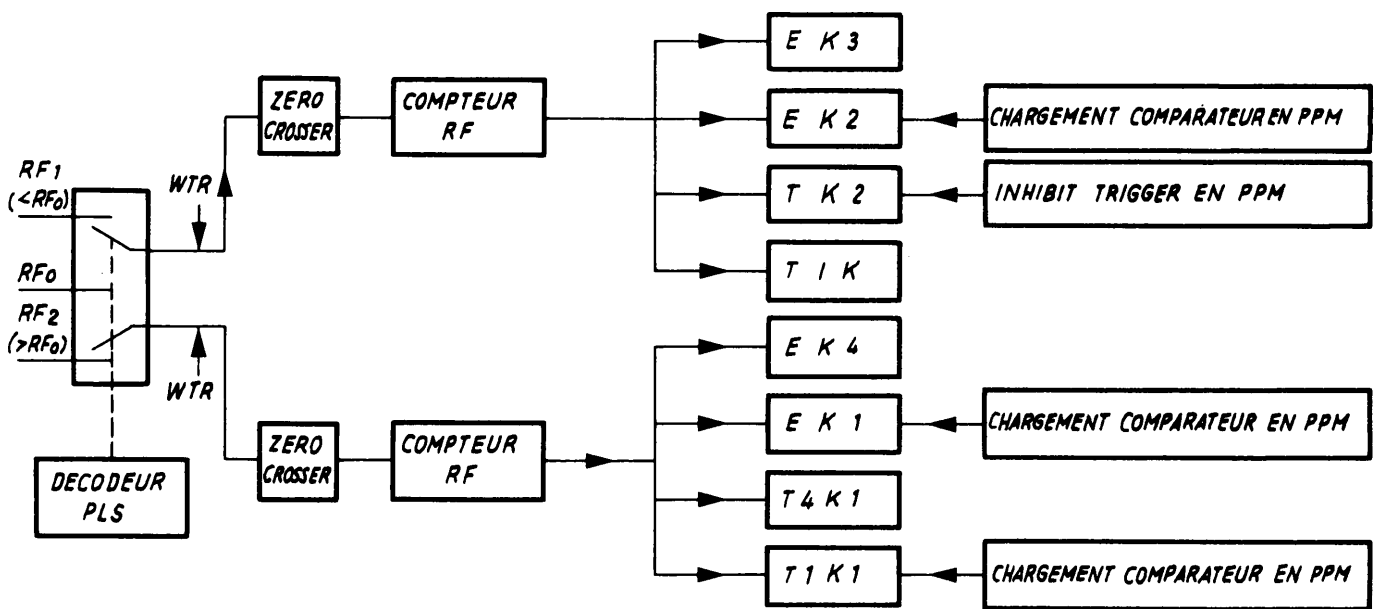


Fig. 5b : Association des differentes frequences aux differents kickers

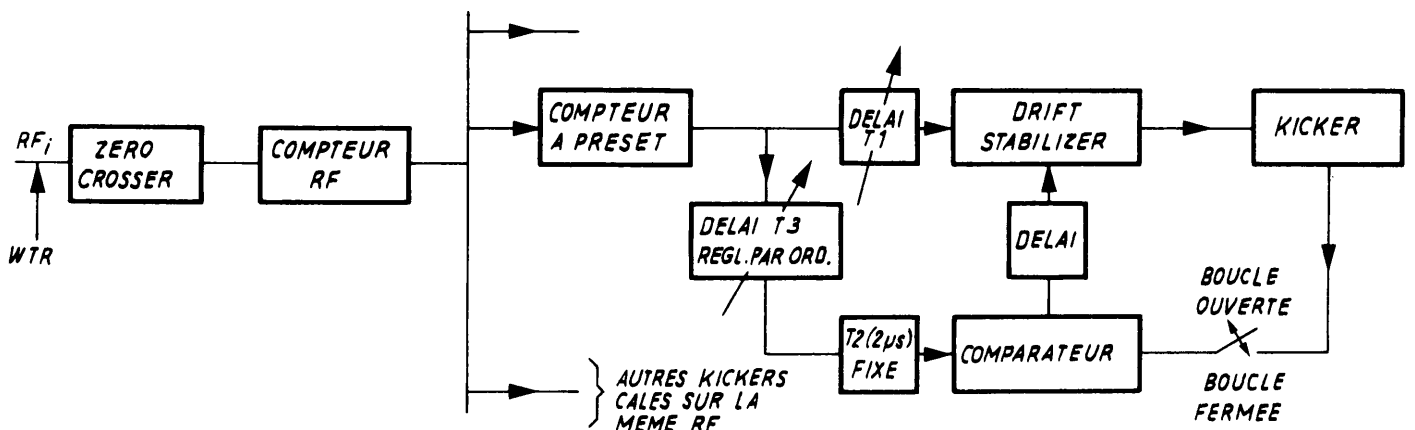


Fig. 5c : Calage du cadencement kicker par delai stable en boucle fermee solution compatible avec le mode 2 energies en PPM

BUDGET ET MAIN-D'OEUVRE

Mode	No. de description	Systeme	Nombre de unities	Main d'oeuvre		Budget	Commentaires	
				CERN (hxa)	Temporaire (hxa)	(Personnel temp.inc.) (KFs)		
10 paquets	III.1	TSV03 {	Aimant	2	0,7	1,0	190	y compris 1 reserve et la mecanique de positionnement. 1 dipole sup.: TCDV03 5 petits dipoles: (-20A) 1 gros dipole: TADV03 } Quadrupoles d'adaptation TQ5 à 10
			Tank	1	0,3	0,4	75	
			Alimentation	1	0,4	0,4	75	
			Controle	1	0,1	-	20	
	III.2	Dipoles {	Aimants	7	0,2	0,5	110	
			Alimentation	7	0,3	0,5	100	
			Controle	7	0,1	-	40	
	III.3	Quadrupoles {	Alimentations	6	0,6	1,0	250	
			Controle	6	0,3	0,3	60	
	III.6		Cadencement Kickers		0,1	-	10	
				0,4	0,3	70		
				0,2	0,2	20		
		TOTAL		2,7	3,3	700		
Double Energie	III.2	Dipoles {	Aimants	4	0,2	0,5	80	} Stack TDH1 Ne concernant que les modifications supplementaires au "Multi-tatch Filling".
			Alimentations	4	0,3	0,3	60	
			Controle	4	0,1	-	20	
	III.4	Bd1 {	Alimentations	5	0,6	0,8	160	
			Controle	5	-	-	50	
	III.5		RF + Synchronisation	1	0	0	0	
III.6		Cadencement Kickers	1	0,6	0,3	50		
		TOTAL		2,0	1,6	320		
Instrumentation	III.7	Pick-up {	Fabrication	6	0,5	0,5	150	6 nouvelles à installer 5 à modif.+ 5 à échang. 1 traitemt.+1 digitalis par station et non par moniteur.
			Modification	10	0,5	0,3	80	
			Electronique Anal.	11	0,5	0,7	90	
			Digitalisation	11	1,0	1,5	180	
	TOTAL			2,5	3,0	500		
TOTAL GENERAL				7,2	7,9	1520		

