

PS/PO/Note 2002-209 (Tech.)

ANALYSE PRELIMINAIRE DES CONVERTISSEURS DE PUISSANCE

- Projet LEIR lignes d'injection / éjection
- Projet PIL Linac 3, PS, TT2

J.-P. Royer, G. Simonet

Ce document a été écrit avec la participation de

D. Berlin, J-M. Cravero, J. Lahaye, M. Seguin, G. Simonet

1 Introduction

Cette analyse est un état des lieux de la situation à ce jour (fin 2002) concernant les convertisseurs de puissance des projet PIL et LEIR (Eléments des lignes d'injection et d'éjection LEIR).

Tous les paramètres nécessaires à la définition de ces convertisseurs de puissance ne sont pas encore connus et approuvés.

La figure 1 montre les différentes lignes autour du LEIR. Les tableaux n° 1 et 2 reprennent les paramètres connus pour les différents convertisseurs de puissance dans les lignes d'injection et d'éjection de LEIR et de PIL (Linac 3, PS, TT2). Les éléments sont classés dans l'ordre du faisceau (Linac3, ligne ITE, ligne ETL, ligne EI, Anneau LEIR, ligne EE, PS, et ligne TT2).

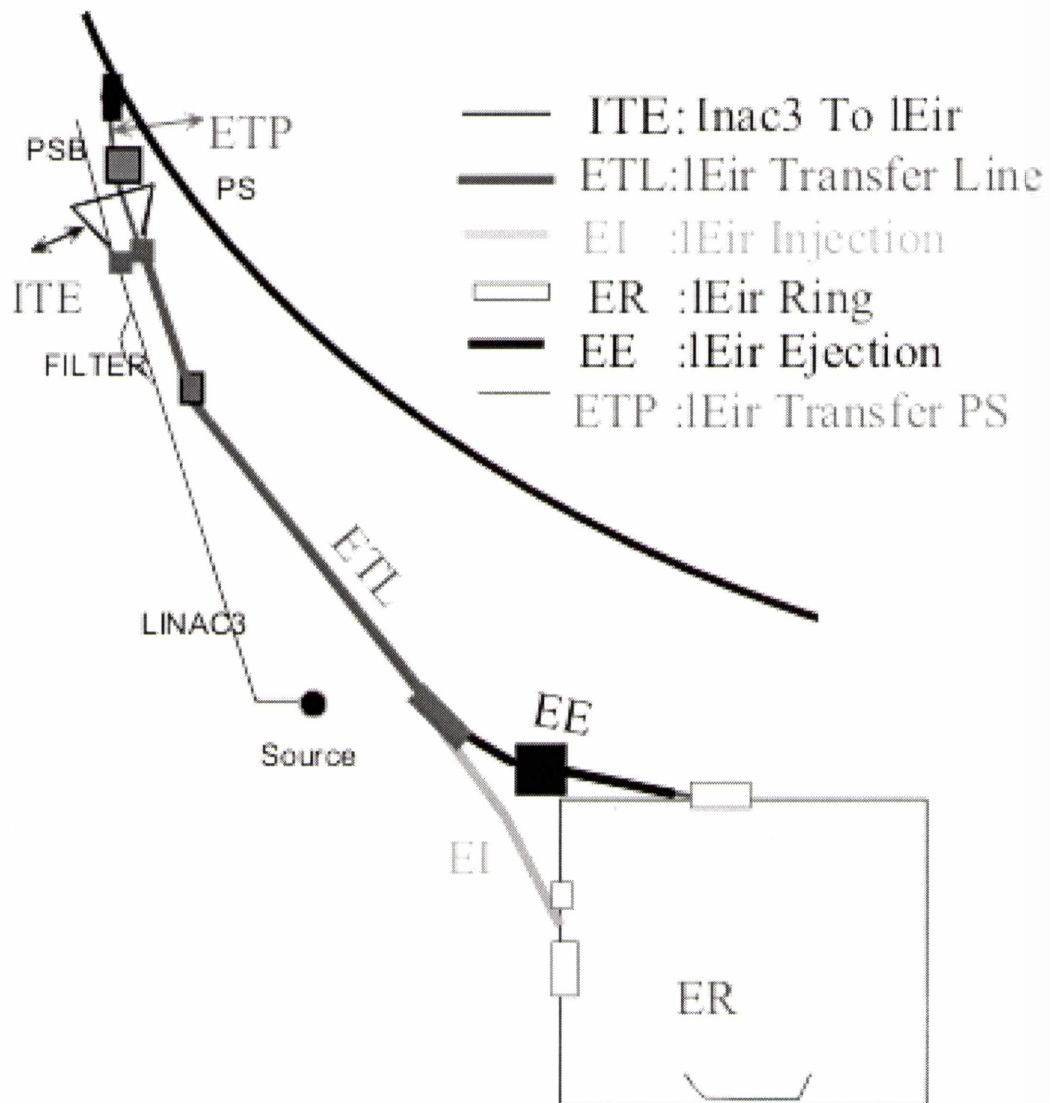


Fig. 1 : Les lignes de transfert Linac3 vers LEIR et LEIR vers PS

Projet	Accélérateur	Designation	Aimant		I Opération (A)		U op.(V)	fonct.	Convertisseur			Status	Resp.
			R (Ω)	L (mH)	Inj	Ej			Courant	Tension	Type		
PIL	Linac 3	IP.SOLINJ			1400	n.u.		dc	1500				
PIL	Linac 3	ITF.DHZ01	* 3.45	* 6.87		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DVT01	* 3.37	* 6.53		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.QFN04	* 0.216	* 0.784		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DHZ02	* 3.04	* 7.57		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DVT02	* 3.56	* 7.57		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.QDN05	* 0.209	* 0.78		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.QFN06	* 0.206	* 0.772		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DHZ03	* 3.10	* 8.00		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DVT03	* 3.07	* 7.90		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DHZ04	* 2.60	* 6.77		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITF.DVT04	* 2.60	* 6.60		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DHZ10	* 3.27	* 7.28		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DVT10	* 3.26	* 7.18		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.QDN08	0.2	1.20		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.QFN09	* 0.220	* 1.27		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.QDN10	0.2	1.2		n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DHZ11	* 4.26	* 12.0		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DVT11	* 4.26	* 12.0		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DHZ21	* 4.36	* 12.1		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
PIL	Linac 3	ITH.DVT21	* 4.33	* 12.0		n.u.		pulsé 5Hz	20	600	Minidiscap	10-3	PO/PH
LEIR	LEIR	ITE.BHN01	0.012	6	735	n.u.	8.8	dc	1000	230	R2A	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	ITE.BHN04	0.012	6	735	0	19.8	prog	1000	230	R2A ??	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	ITE.QFN01	0.068	1.2	144	n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	5.10-4	PO/PH
LEIR	LEIR	ITE.QDN02	0.068	1.2	-150	n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	5.10-4	PO/PH
LEIR	LEIR	ITE.BHN02	0.04	100	920	n.u.	37	dc	1000	230	R2A	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	ITE.QFN03	0.21	0.21	127	n.u.	27	dc	500		R1	10-3	upgrading
LEIR	LEIR	ITE.BHN03	0.04	100	920	n.u.	37	dc	1000	230	R2A	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	ITE.QDN04	0.068	1.2	-150	n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	5.10-4	PO/PH
LEIR	LEIR	ITE.QFN05	0.068	1.2	143	n.u.		pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	5.10-4	PO/PH
LEIR	LEIR	ETL.DHN10	2		10	-10		prog	+/-10			10-3	
LEIR	LEIR	ETL.BHN10	0.15	470	-87	300	-130/448	prog	+/-350	500		5.10-4	
LEIR	LEIR	ETL.QFN10	0.25	310	11	45	32	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.BVN10	0.33	310	-11	47	-14/58	prog	+/-100	100		5.10-4	
LEIR	LEIR	ETL.QFN20	0.24	310	10	42	29	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.QFN30	0.23	200	8	35	18	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.QFN40	0.23	200	-9	-35	18	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.QFN50	0.25	310	15	59	41	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.QFN60	0.25	310	-12	-49	34	prog	70	45	Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETL.BVN20	0.33	310	-11	47	-14/58	prog	+/-100	100		5.10-4	
LEIR	LEIR	ETL.BHN20	0.166	80	-229	281	-91/111	prog	+/-350	150		5.10-4	

* valeur mesurée avec câbles

TABLE 1 Paramètres des convertisseurs de puissance lignes IP, ITF, ITH, ITE, ETL

Projet	Accélérateur	Designation	Aimant		I Opération (A)		U op.(V)	fonct.	Convertisseur			Status	Resp.
			R (Ω)	L (mH)	Inj	Ej			Courant	Tension	Type		
LEIR	LEIR	EI.QFN10	0.09	0.7	55	n.u.	5	dc	70	45	Δ SM45-70D	10-3	
LEIR	LEIR	EI.BHN10	0.18	220	185	n.u.	34	dc	500	100	R1	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	EI.QFN20			6.4	n.u.		dc	30		Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	EI.QFN30			-17	n.u.		dc	30		Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	EI.QFN40			16	n.u.		dc	30		Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	EI.DVN10				n.u.		dc			Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	EI.DVN20	0.075	2.6	90	n.u.	7	dc	100	30	Δ SM30-100D	10-3	
LEIR	LEIR	ER.SMH11	0.0115	0.3	n.u.	900	11	dc	2000	46			upgrading
LEIR	RF								20	8k			PO/PH
LEIR	RF								20	8k			PO/PH
LEIR	LEIR	ER.SMH40			n.u.	35000		pulsé	40000		Déch. F.T.	5.10-4	PO/PH
LEIR	LEIR	EE.QFN130	0.09	0.7	n.u.	670	61	dc	1000	230	R2	10-3	upgrading
LEIR	LEIR	EE.BHN1020	2 x 0.18	2 x 220	n.u.	574	207	dc	1000	230	R2	5.10-4	upgrading
LEIR	LEIR	EE.QDN20	0.195	253.5	n.u.	102	20	dc	140	45	2x Δ SM70-45D	10-3	
LEIR	LEIR	EE.QFN10	0.09	0.7	n.u.	360	33	dc	500	100	R1	10-3	upgrading
LEIR	LEIR	EE.DHN10			n.u.								
LEIR	LEIR	EE.DVN10	2		n.u.	+/-10	20	dc	+/-20	35	Δ SM7020D	10-3	
LEIR	LEIR	ETP.QDN10?			n.u.	-39		dc	50		Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETP.BHN10	0.18	220	n.u.	-125	23	dc	140	45	2x Δ SM70-45D	5.10-4	
LEIR	LEIR	ETP.QFN20			n.u.	47		dc	50		Δ SM ?	10-3	
LEIR	LEIR	ETP.DVN10	0.1	188	n.u.	6.84	0.7	dc	20	35	Δ SM7020D	10-3	
PIL	PS	PI.SMH26			n.u.			pulsé	20000	3000	Déch. F.T.	5.10-4	PO/PH
PIL	PS	PR.BSW26			n.u.			pulsé	30	100			PO/PH
PIL	F16	F16.QNO01	0.064	82	n.u.	** 91.2		prog. + deg.	1000	220/110	R2E		upgrading
PIL	F16	F16.QNO02	0.102	119	n.u.	** 389.7		prog. + deg.	1000	220/110	R2E		upgrading
PIL	F16	F16.QNO03	0.064	82	n.u.	** 347.5		prog. + deg.	1000	220/110	R2E		upgrading
PIL	F16	F16.QNO04	0.064	82	n.u.	** 223.4		prog. + deg.	1000	220/110	R2E		upgrading
PIL	F16	F16.QDE210	0.064	45	n.u.	** 11.34		prog. + deg.	430	110	Groupe 6		upgrading
PIL	F16	F16.QFO215	0.102	119	n.u.	** 411.3		prog. + deg.	430	110	Groupe 6		upgrading

** valeur pour les ions

TABLE 2 Paramètres des convertisseurs de puissance lignes EI, EE, EPT, F16, Septa anneau LEIR et PS et Bump PS

2 Linac 3

2.1 L'alimentation solénoïde IP.SOLINJ

- Alimentation à thyristors (12 Phases) avec filtre actif. (Voir Fig.2)

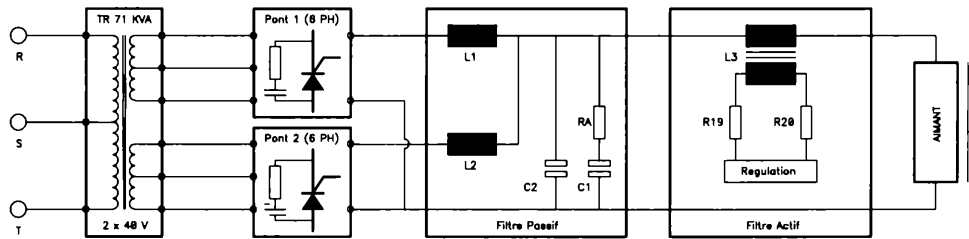


Fig. 2 Schéma de l'alimentation IP.SOLINJ

Une rénovation pour obtenir 1500 A (1250 A initialement) est à étudier.

Une alternative proposée est d'utiliser une alimentation Septa 2000 A 46 V Cette solution ne convient pas car cette alimentation, elle-même à rénover, pose un problème de place.

Cette alimentation n'est pas indispensable au début des premiers tests mais devrait être disponible début 2006 au plus tard.

2.2 Les alimentations des dipôles pulsés du Linac III

- Les alimentations des dipôles pulsés du Linac III doivent être remplacées afin de permettre un fonctionnement à 5 Hz. Les noms des dipôles concernés sont indiqués dans la table 3.

Désignation	Aimant		fonct.	Courant Inom/A	Tension Unom/V	Type	Contrôle CO/PO
	L (mH)	R (Ω)					
ITF.DHZ 01	6.87	3.45	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DHZ 02	7.57	3.04	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DHZ 03	8.00	3.10	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DHZ 04	6.77	2.60	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DVT 01	6.53	3.37	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DVT 02	7.57	3.56	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DVT 03	7.90	3.07	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITF.DVT 04	6.60	2.60	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DHZ 10	7.28	3.27	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DHZ 11	12.0	4.26	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DHZ 21	12.1	4.36	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DVT 10	7.18	3.26	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DVT 11	12.0	4.26	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DVT 21	12.0	4.33	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64
ITH.DVT 43	13.0	4.99	pulsé 5 Hz	20	600	Minidiscap	1553/G64

Table 3 Désignation des alimentations des dipôles pulsés du Linac III.

Les aimants étant identiques à certains dipôles utilisés au Booster, le choix a été fait d'utiliser des alimentations du type Minidiscap dont le software a été modifié pour permettre un fonctionnement à 5 Hz. Le schéma de principe de ces convertisseurs est représenté en Fig 3.

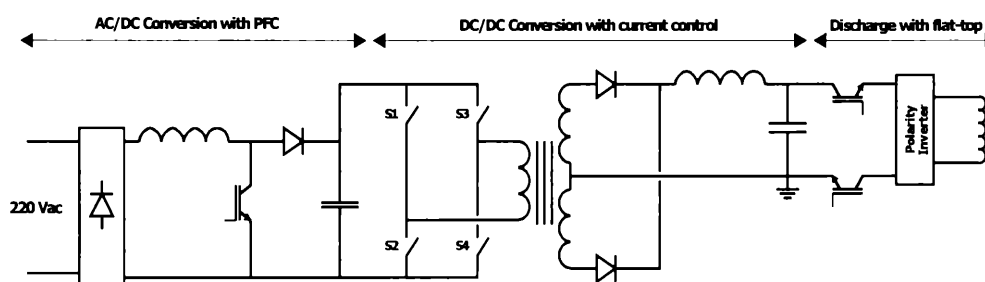


Figure 3 Schéma de principe des alimentations Minidiscap.

Actuellement, les alimentations sont en cours de fabrication. Plusieurs cartes spécifiques sont en cours de montage et la commande pour les 15 châssis est passée.

L'installation de ces convertisseurs est possible dès le prochain shut-down si nécessaire.

2.3 Les alimentations des quadripôles pulsés du Linac III

- Les alimentations des quadripôles pulsés du Linac III doivent être remplacées par des convertisseurs permettant un fonctionnement à 5 Hz et des courants avec un flat-top de 300 A. Les désignations des aimants concernés sont indiqués dans la table 4.

Désignation	Aimant		fonct.	Courant Inom/A	Tension Unom/V	Type	Contrôle CO/PO
	L (mH)	R (Ω)					
ITF.QDN 05	0.8	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITF.QFN 04	0.8	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITF.QFN 06	0.8	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITH.QDN 08	1.2	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITH.QDN 10	1.2	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITH.QFN 09	1.2	0.2	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QFN 01	1.2	0.068	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QDN 02	1.2	0.068	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QDN 04	1.2	0.068	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QFN 05	1.2	0.068	pulsé 5 Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64

Table 4 désignation des alimentations des quadripôles pulsés du Linac III.

Les temps de montée et de descente du courant doivent être minimisés car les aimants sont dimensionnés pour des courants efficaces de l'ordre de 15 A. Le courant de décharge des alimentations proposées est représenté sur la figure 4.

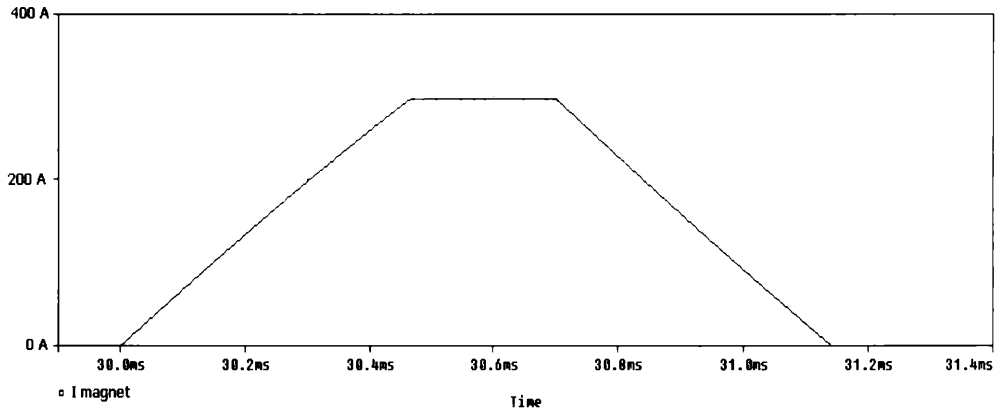


Figure 4 courant de sortie des alimentations Maxidiscap.

La topologie des convertisseurs est présentée sur la Figure 5.

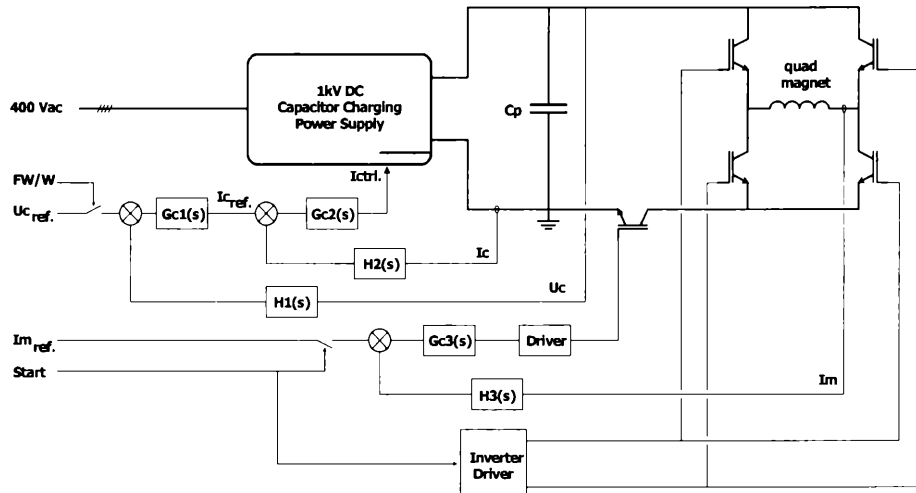


Figure 5 schéma de principe des alimentations Maxidiscap.

Actuellement, une topologie assez similaire est en cours de développement et de test pour l'alimentation de la source laser de CLIC. Une alimentation pour charger les condensateurs a été commandée et il est prévu de réaliser un prototype complet des convertisseurs courant 2003.

3 Ligne ITE

Les éléments de la ligne ITE sont listés dans la table 5

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
ITE.BHN01	0.012	6	dc	1000	230	R2A	1553/G64
ITE.BHN04	0.012	6	prog	1000	230	R2A ??	1553/G64
ITE.QFN01	0.068	1.2	pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QDN02	0.068	1.2	pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.BHN02	0.04	100	dc	1000	230	R2A	1553/G64
ITE.QFN03	0.21		dc	500		R1	1553/G64
ITE.BHN03	0.04	100	dc	1000	230	R2A	1553/G64
ITE.QDN04	0.068	1.2	pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64
ITE.QFN05	0.068	1.2	pulsé 5Hz	300	1000	Maxidiscap	1553/G64

Table 5 Les éléments de la ligne ITE

3.1 Les alimentations « Bending » Type R2A

Alimentation 12 phases sans filtre. (Voir Fig. 6)

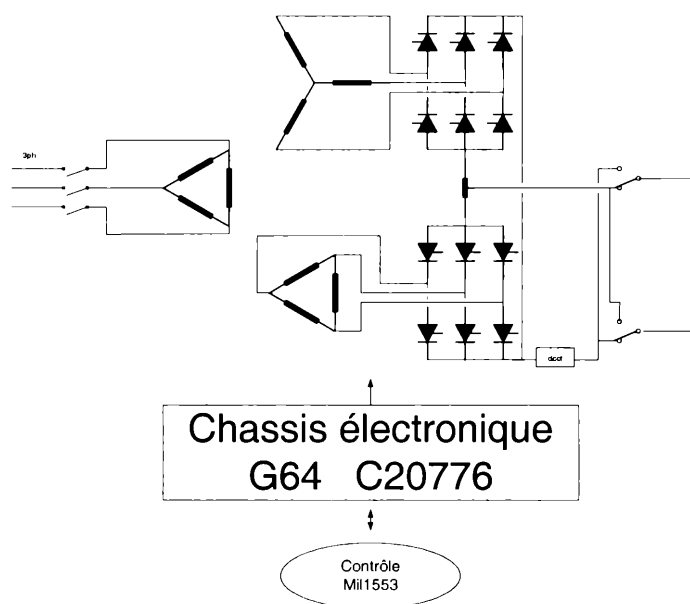


Fig. 6 Schéma Alimentation type R2A

Ces alimentations sont existantes et sont à rénover (électronique et puissance). Sur le Bending BHN04 la valeur « 0A » est nécessaire à l'éjection L'utilisation d'un pseudo Stby est à vérifier.

3.2 Les alimentations « Bending » Type R1

Alimentation 6 phases sans filtre. (Voir Fig.7)

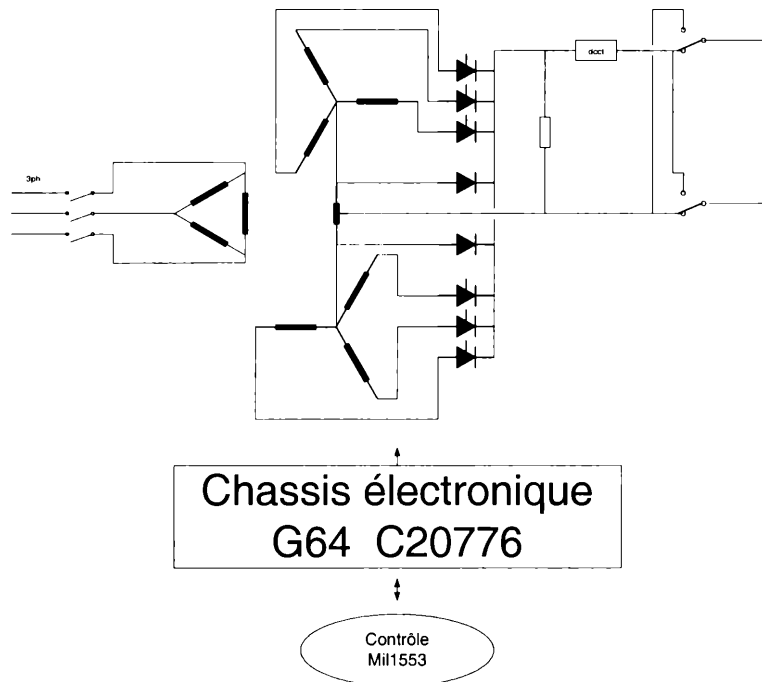


Fig. 7 Schéma Alimentation type R1

Cette alimentation est existante et est à rénover (électronique et puissance).
Un prototype est en cours.

3.3 Les alimentations type « Maxidiscap »

- Voir paragraphe 2.3

4 Ligne ETL (Injection & éjection)

Les éléments de la ligne ETL sont listés dans la Table 6

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
ETL.DHN10	2		prog	+/-10			1553/G64
ETL.BHN10	0.15	470	prog	+/-350	500		1553/G64
ETL.QFN10	0.25	310	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.BVN10	0.33	310	prog	+/-100	100		1553/G64
ETL.QFN20	0.24	310	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.QFN30	0.23	200	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.QFN40	0.23	200	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.QFN50	0.25	310	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.QFN60	0.25	310	prog	70	45	Δ SM ?	1553/G64
ETL.BVN20	0.33	310	prog	+/-100	100		1553/G64
ETL.BHN20	0.166	80	prog	+/-350	150		1553/G64

Table 6 Les éléments de la ligne ETL

4.1 L'alimentation du dipôle DHN10

- Les données sur l'aimant sont incomplètes pour définir l'alimentation

4.2 Les alimentations « Bending »

- Ces alimentations sont à définir et à trouver
 4 alimentations probables 2 x +/- 100A 100V
 1 x +/- 350A 500V
 1 x +/- 350A 150V

Le cycle de timing limite est de 800ms (Voir Fig. 8)

Les valeurs de tension des convertisseurs ont été calculées en se basant sur un cycle de 700ms: 800ms – 100ms transfert contrôle (Voir Fig. 9)

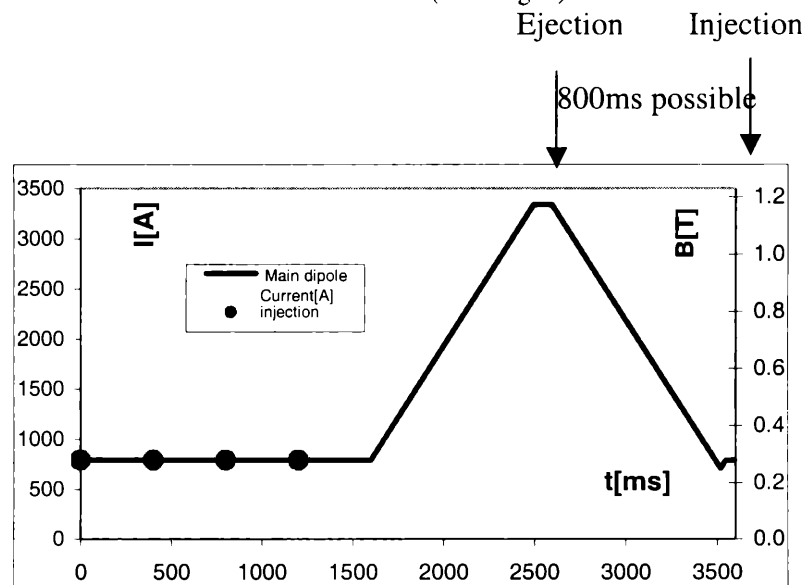


Fig. 8 Timing d'injection du LEIR

Calcul indicatif de la réserve de tension

cycle 800ms (éjection Leir -Injection Leir)

transmission Contrôle 100ms

modulation positive 350ms

$U+ = Ri + L di / 350ms$

modulation négative 350ms

$U - = Ri + Ldi / 350ms$

Attention ce calcul ne prend pas en compte: les pertes dans les câbles
le temps de stabilisation
le temps de commutation

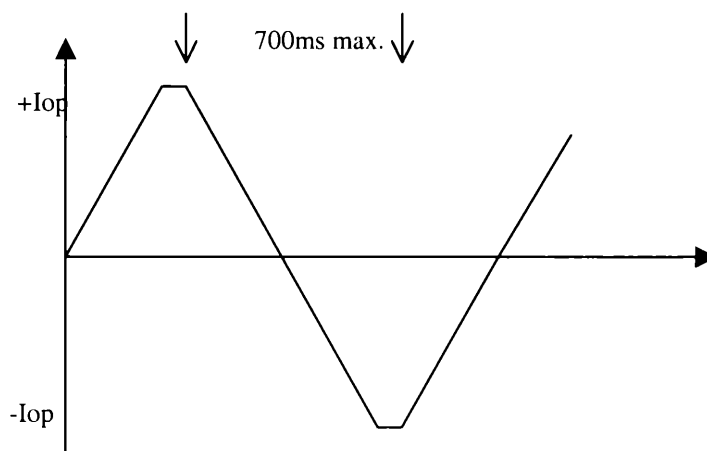


Fig. 9 Cycle de courant des alimentations Bending

4.3 Les alimentations « Quadrupôle »

- Ces alimentations sont à définir.
- Le cycle de timing limite est de 800ms
Les valeurs de tension des convertisseurs ont été calculé en se basant sur un cycle de 700ms 800ms – 100ms transfert contrôle (Voir Fig. 10)

Calcul indicatif de la réserve de tension

cycle 800ms (ejection Leir -Injection Leir)

transmission Contrôle 100ms

modulation positive 700ms

$U+ = Ri + L di / 700ms$

modulation négative 700ms

$U - = Ri + L di / 700ms$

Avec alimentation 1 quadrant $U- = 0$

2 quadrants $U- =$ tension négative

Attention ce calcul ne prend pas en compte: les pertes dans les câbles
le temps de stabilisation
le temps de commutation

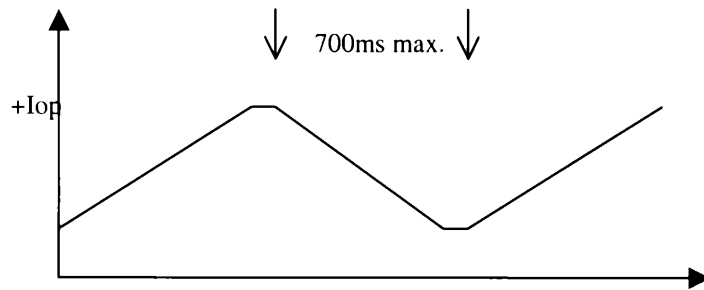


Fig. 10 Cycle de courant des alimentations Quadrupôles

La modulation demandée nécessite une inversion de tension.
Possibilité d'utiliser des alimentations à thyristors ou des alimentations de type commercial avec destruction d'énergie par crowbar. (Voir Fig. 11)

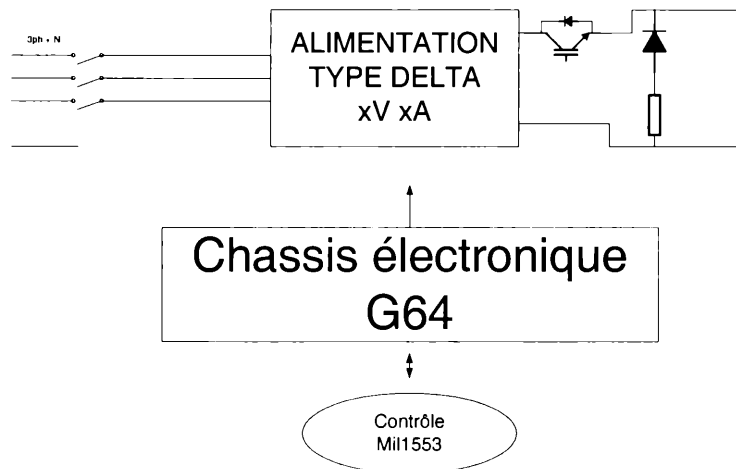


Fig. 11 Alimentation commerciale avec système destructeur d'énergie

5 Ligne EI

Les éléments de la ligne EI sont listés dans la Table 7.

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
EI.QFN10	0.09	0.7	dc	70	45	Δ SM45-70D	1553/G64
EI.BHN10	0.18	220	dc	500	100	R1	1553/G64
EI.QFN20			dc	30		Δ SM ?	1553/G64
EI.QFN30			dc	30		Δ SM ?	1553/G64
EI.QFN40			dc	30		Δ SM ?	1553/G64
EI.DVN10			dc			Δ SM ?	1553/G64
EI.DVN20	0.075	2.6	dc	100	30	Δ SM30-100D	1553/G64

Table 7 Les éléments de la ligne EI

5.1 L'alimentation « Dipôle et Quadrupôle »

Données aimant incomplètes.

Utilisation d'alimentation commerciale Delta pour la partie puissance et d'un châssis G64 type LPS2 pour le contrôle et la régulation.

5.2 L'alimentation BHN10

- Alimentation type R1 à rénover (Voir paragraphe 3.2)

6 Les alimentations Septa et RF de l'anneau LEIR

Ce paragraphe recense les alimentations Septa et RF de l'anneau LEIR (Voir Table 8).

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
ER.SMH11	0.0115	0.3	dc	2000	46		1553/G64
Alim RF1				20	8k		1553/G64
Alim RF2				20	8k		1553/G64
ER.SMH40			pulsé	40000		Déch. F.T.	1553/G64

Table 8 Les alimentations Septa et RF de l'anneau LEIR

6.1 L'alimentation SMH11

- Alimentation type DC à thyristors (Voir Fig. 12)
- L'alimentation est à rénover (Electronique et puissance)
- Pour des facilités d'exploitation l'alimentation doit être sortie de la zone anneau LEIR.

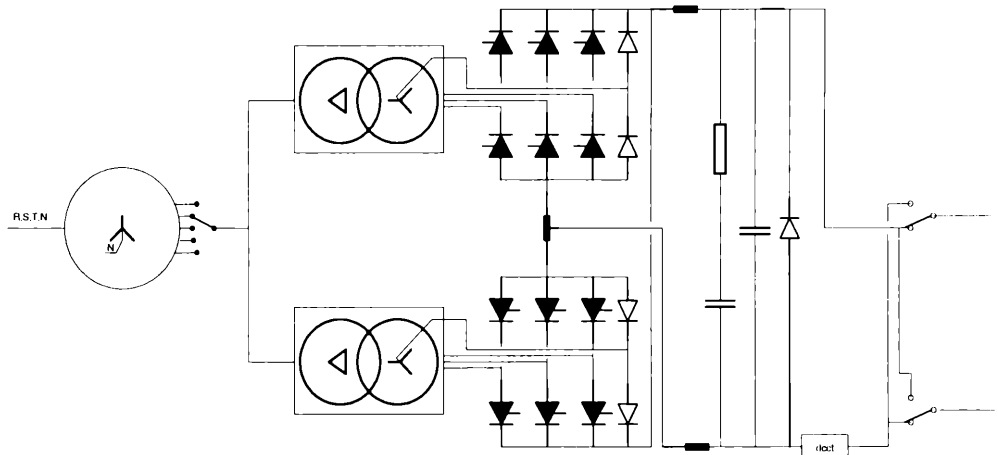


Fig. 12 Alimentation SMH11

6.2 Les alimentations « RF »

- Un descriptif pour 2 alimentations a été donné par le groupe RF, une spécification doit être écrite. Ces alimentations sont à construire.
Ces alimentations seront utilisées pour l'anode d'un tube tétrode des cavités HF LEIR.
Le courant de repos de 20mA des tubes sera modulé jusqu'à 20A

- o Tension de sortie 8kV DC
- o Courant de sortie 20A durant 2.4s toutes les 3.6s
- o Temps de montée / descente 10ms
- o Courant de repos 200mA
- o Chute de tension maxi durant l'impulsion 1kV
- o Ondulation 300Hz < 1%
- o Tension d'entrée 400V 3Ph 50Hz

D'autres alimentations pour la RF sont à prévoir et devront être définies et budgétisées par le groupe RF.

6.3 L'alimentation SMH40 (41)

- Alimentation à décharge de condensateurs
- Une ancienne alimentation de test sera modifiée pour réaliser le convertisseur SMH40 (Voir caractéristiques Table 9)

Inductance de la charge	μH	2.6
Résistance de la charge	$\text{m}\Omega$	0.11
Capacité de stockage d'énergie	μF	3 200
Tension de charge	V	2 000
Courant de pointe dans la charge	A	32 290
Courant primaire de pointe	A	2 690
Demi-période de l'impulsion de courant	ms	5
Durée du "flat top"	μS	500
Precision du courant au "flat top"	ppm	<100
Puissance du transformateur 3 ph.	kVA	63

Table 9 Caractéristiques principales de l'alimentation SMH40

L'alimentation est basée sur la charge et la décharge d'un banc de condensateur avec un circuit de 3^{ème} harmonique et un filtre actif pour obtenir une stabilité de 100 ppm durant le « flat top » de l'impulsion de courant. (Voir Fig. 13)

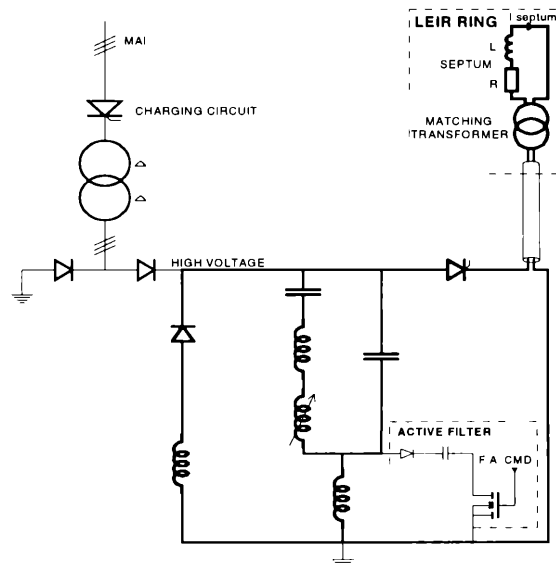


Fig. 13 Schéma de principe de l'alimentation SMH40

La décharge est adaptée avec un transformateur pour obtenir le courant désiré dans le septum (Voir Fig. 14).

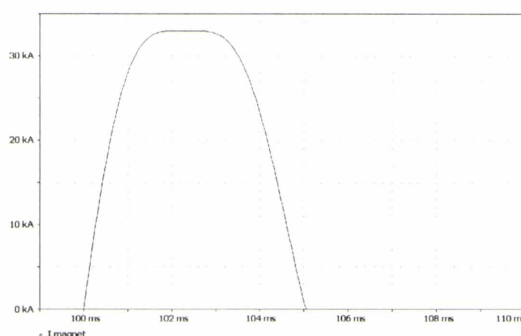


Fig.14 Simulation du courant dans le septum

- Pour réduire les coûts le convertisseur sera identique à celui utilisé pour le septum 42 du PS. Le filtre actif et l'électronique seront adaptés si nécessaire.
- La partie mécanique et le « strip-line » entre le transformateur d'adaptation et la traversée de vide doit être étudiée en prenant en compte l'installation du nouveau « tank ».

7 Ligne EE

Les éléments de la ligne EE sont listés dans la Table 10.

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
EE.QFN130	0.09	0.7	dc	1000	230	R2	1553/G64
EE.BHN1020	2 x 0.18	2 x 220	dc	1000	230	R2	1553/G64
EE.QDN20	0.195	253.5	dc	140	45	2x Δ SM70-45D	1553/G64
EE.QFN10	0.09	0.7	dc	500	100	R1	1553/G64
EE.DHN10							1553/G64
EE.DVN10	2		dc	+/-20	35	Δ SM7020D	1553/G64

Table 10 : Les éléments de la ligne EE

7.1 Les alimentations QFN130 et BHN1020

- Utilisation d'une alimentation type R2B (Voir paragraphe 3.1)
- Vérifier l'impédance de la charge et des câbles en regard de la tension disponible sur BHN1020.

7.2 L'alimentation EEQDN20

- Utilisation de 2 alimentations commerciales Delta en parallèle pour la partie puissance.
- Utilisation d'un châssis G64 type LPS2 pour le contrôle et la régulation.

7.3 Les alimentations QFN10 et BHN1020

- Alimentation type R1 à rénover. (Voir paragraphe 3.2)

7.4 Les alimentations « Dipôles »

- Données aimant incomplètes.
- Utilisation d'alimentation commerciale Delta pour la partie puissance.
- Utilisation d'un châssis G64 type LPS2 pour le contrôle et la régulation.

8 Ligne ETP

Les éléments de la ligne ETP sont listés dans la Table 11.

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
ETP.QDN10?			dc	50		Δ SM ?	1553/G64
ETP.BHN10	0.18	220	dc	140	45	2x Δ SM70-45D	1553/G64
ETP.QFN20			dc	50		Δ SM ?	1553/G64
ETP.DVN10	0.1	188	dc	20	35	Δ SM7020D	1553/G64

Table 11: Les éléments de la ligne ETP

8.1 Les alimentations « Quadrupôle et dipôle »

Données aimants incomplètes.

Utilisation d'alimentation commerciale Delta pour la partie puissance.

Utilisation d'un châssis G64 type LPS2 pour le contrôle et la régulation.

8.2 L'alimentation BHN10

- Utilisation de 2 alimentations commerciales Delta en parallèle pour la partie puissance.
- Utilisation d'un châssis G64 type LPS2 pour le contrôle et la régulation.

9 PS

Les éléments du PS concernés par le projet sont listés dans la Table 12.

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
PI.SMH26			pulsé	20000	3000	Déch. F.T.	1553/G64
PR.BSW26			pulsé	30	100		1553/G64

Table 12: Les éléments du PS

9.1 L'alimentation SMH26

Pour réduire les coûts relatif a l'alimentation SMH26 et de sa réserve, nous avons proposé de récupérer et d'adapter les anciennes alimentations SMH74 ET SMH92 du PS (Voir Caractéristiques Table 13).

Inductance de la charge	μ H	1.8
Résistance de la charge	m Ω	0.09
Capacité de stockage d'énergie	μ F	1 220
Tension de charge	V	1700
Courant de pointe dans la charge	A	18 000
Courant primaire de pointe	A	900
Demi-période de l'impulsion de courant	ms	3
Durée du "flat top"	μ s	500
Precision du courant au "flat top"	ppm	<100
Puissance du transformateur 3 ph.	kVA	20

Table 13 Caractéristiques principales de l'alimentation SMH26

- L'alimentation est basée sur la charge et la décharge d'un banc de condensateur avec un circuit de 3^{ème} harmonique et un filtre actif pour obtenir une stabilité de 100 ppm durant 300µs sur le « flat top » de l'impulsion de courant (Voir Fig. 15).

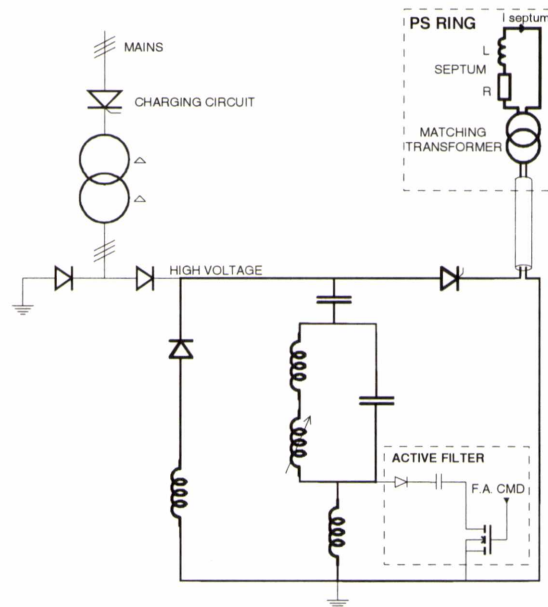


Fig. 15 : Schéma de principe de l'alimentation SMH26

- La décharge est adaptée avec un transformateur pour obtenir le courant désiré dans le septum (Voir Fig. 16).

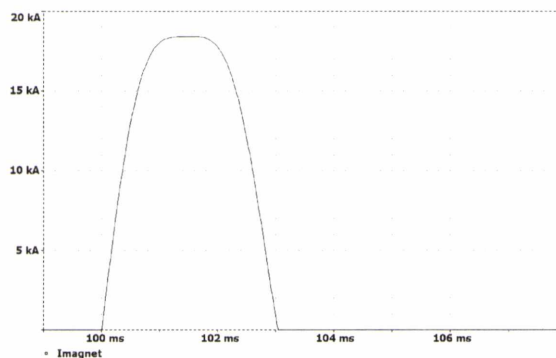


Fig.16 : Simulation du courant dans le septum

- La partie mécanique et le « strip-line » entre le transformateur d'adaptation et la traversée de vide doit être étudiée en prenant en compte l'installation du nouveau « tank ».

9.2 L'alimentation BSW26

- Nouvelle alimentation pulsée ou modification d'une alimentation existante côté PS à étudier

10 Ligne TT2

Les éléments de la ligne TT2 sont listés dans la Table 14.

Designation	Aimant		fonct.	Convertisseur			Contrôle
	R (Ω)	L (mH)		Courant	Tension	Type	
F16.QNO01	0.064	82	prog. + deg.	1000	220/110	R2E	1553/G64
F16.QNO02	0.102	119	prog. + deg.	1000	220/110	R2E	1553/G64
F16.QNO03	0.064	82	prog. + deg.	1000	220/110	R2E	1553/G64
F16.QNO04	0.064	82	prog. + deg.	1000	220/110	R2E	1553/G64
F16.QDE210	0.064	45	prog. + deg.	430	110	Groupe 6	1553/G64
F16.QFO215	0.102	119	prog. + deg.	430	110	Groupe 6	1553/G64

Table 14 Les éléments de la ligne TT2

10.1 Les alimentations QNO01 -> 04

- Alimentation type R2E (Voir Figure 16).
- Electronique à rénover
- Filtre passif à rénover (Electrolyte), réseau 220V, DCCT
- QNO01 -> 04 ne fonctionnent que pour les ions.
- Le dégaussing des aimants est à prévoir

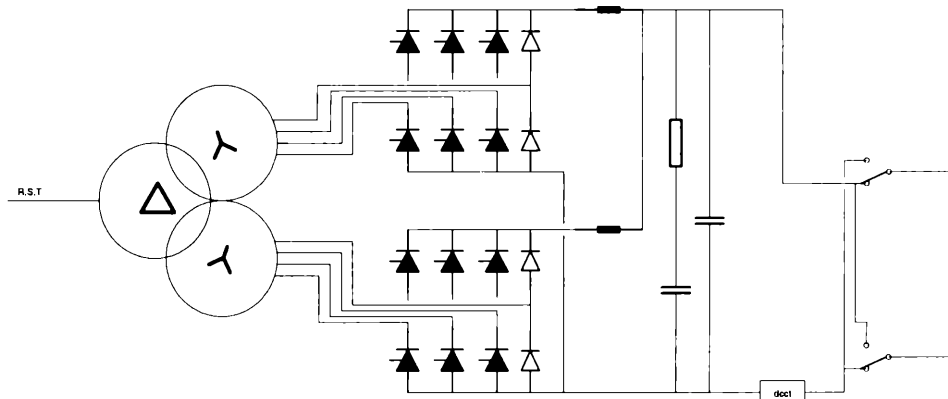


Fig.16 Schéma d'une alimentation R2E

10.2 Les alimentations QDE210 et QFO215

- Alimentation type « Groupe 6 » à rénover (Voir Fig. 17)
- Un aimant de chaque string 210 et 215 est isolé et doit être alimenté séparément.
- QDE210 et QFO215 fonctionnent avec les ions et les protons.
- Le dégaussing des aimants est à prévoir.

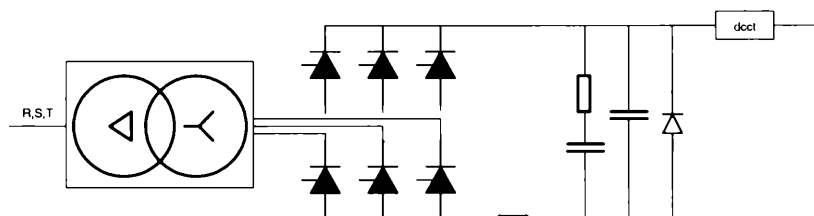


Fig. 17 Schéma d'une alimentation « Groupe 6 »

11 Contrôle et timing

Le contrôle du Linac 3 est basé sur le MIL 1553 ; les alimentations dipôles et quadripôles des lignes ITF et ITH sont construits avec interface MIL 1553. Le contrôle des alimentations des septa pulsés est également avec MIL 1553, le timing étant un timing standard (FW, W, ST, ME).

L'électronique des alimentations à rénover possède un système de contrôle obsolète et sera remplacée par une interface MIL 1553.

Mais nous entendons parler de PLC Siemens, de contrôle type LHC... Pour le groupe PO, il y a donc urgence à clarifier le contrôle. Pour le moment nous prévoyons le MIL 1553 sur toutes les alimentations, si ce n'est pas le cas il faudra envisager de l'effort supplémentaire.

12 Les « prochaines étapes »

Afin d'obtenir une vision claire de toutes les activités PO liées à ce projet, les prochaines étapes devraient être les suivantes

Les paramètres opérationnels des convertisseurs de puissance (I, U) et des aimants (L, R) doivent être connus, figés et approuvés le plus rapidement possible.

Le nom officiel des éléments doit être attribué de manière définitive.

Le contrôle doit être défini rapidement.

Ensuite, les responsabilités PO doivent être clairement identifier (priorité) dans les nouvelles sections.

Les mesures des câbles et des lignes avec aimant en place doivent être réalisées.

La définition des alimentations (spécification, récupération, rénovation) doit être réalisée et le travail distribué.

L'analyse de l'emplacement de toutes les alimentations (nouvelles et anciennes) et de la distribution électrique doit être réalisée.

L'analyse de l'électronique des différents équipements devra être globale pour obtenir les meilleurs prix de fabrication

13 Budget et « Staff Plan »

Le budget global pour les convertisseurs de puissance PIL s'élève à 1225 kCHF.

Le budget global pour les convertisseurs de puissance des lignes LEIR s'élève à 1430 kCHF. Les alimentations RF ne sont pas comprises dans le budget.

Le Staff Plan pour PIL et LEIR a été réalisé dans le cadre de la nouvelle division AB/PO.

Ce staff plan défini dans une phase non définitif du projet pourra évoluer en fonction des travaux, des récupérations de matériel et de la disponibilité des personnes.

14 Conclusion

Vu les différentes activités du futur groupe AB/PO, la surcharge de travail pour suivre et réaliser ce projet est évidente. Cependant si le « running-in » de LEIR est impératif durant l'année 2005 et si la situation du personnel ne peut être débloquée, il devient urgent d'engager les actions suivantes

Définir clairement et définitivement **tous les paramètres concernant les convertisseurs de puissance.**

Clarifier le système de contrôle.

Utiliser le maximum **d'alimentations existantes** (coté PS et SL) pour éviter un processus long de spécification, de market survey, d'appel d'offres et de fabrication.

Utiliser le plus possible des **alimentations commerciales.**

Identifier clairement **les nouvelles alimentations** à fabriquer.

Démarrer immédiatement le processus d'« **upgrading** » (électronique, contrôle, puissance)

Envisager d'embaucher temporairement du personnel payé sur le budget (P+M)

Distribution

D. Berlin
A. Beuret
F. Bordry
J. Buttkus
C. Carli
M. Chanel
J.-M. Cravero
J.-P Delahaye
J. Gruber
B. Hugot
J. Lahaye
K.-D. Metzmacher
K. Schindl
M.Seguin
G. Simonet
F. Völker