

PROCEDURES ET RENSEIGNEMENTS PRATIQUES POUR LES MESURES DES  
FAISCEAUX EXTRAITS DE LEAR (LIGNE E5).

G.Molinari

1. INTRODUCTION.

L'optimisation des paramètres de la machine LEAR pour l'obtention de l'efficacité d'extraction maximum nécessite la connaissance de l'intensité et de la distribution temporelle des particules. Les détecteurs MFE01, MFE02, MFE03 ont été dessinés pour répondre aux diverses exigences de fonctionnement de LEAR. Ils détectent tous types de particules extraites dont la quantité de mouvement est comprise entre 60MeV/c et 2GeV/c. Le détecteur MFE01 est situé à proximité de la sortie de la machine. Il est utilisé pour l'analyse "on-line" des faisceaux extraits destinés à la ligne de mesure E5 et aux expériences de physique. Les détecteurs MFE02 et MFE03 sont installés au fond de la ligne de mesure E5. Ils permettent de mesurer la dimension, la position et l'intensité du faisceau extrait. Dans certaines conditions le détecteur MFE03 peut aussi mesurer le nombre de particules issues d'annihilation.

2. FONCTIONNEMENT.

Les figures 2,3,4,5 montrent le schéma de l'ensemble du système de détection et la disposition géographique des divers instruments de mesure et de contrôle. Le détecteur MFE01 est constitué essentiellement d'une électrode métallique (mesures d'intégration) et d'un écran photosensible (analyse rapide) qui capturent les électrons secondaires émis lors du passage des particules dans la feuille mince (CsI). Il est également utilisé pour engendrer le signal du "feed-back" qui est destiné à la correction visant la suppression des ondulations ou modulations à basses fréquences des faisceaux extraits. Le détecteur MFE02, identique au MFE01, est utilisé pour les études sur la machine LEAR (par exemple, la mesure du temps de vol des particules); il contient aussi une feuille de  $Al_2O_3$  pour comparer les mesures faites avec la feuille de CsI. Le détecteur MFE03 est composé de:

- un scintillateur en verre situé dans l'axe de ligne E5.
- un photomultiplicateur analysant la lumière engendrée par les particules dans le scintillateur.
- un clapet métallique (avec dépôt de phosphore sur une face) utilisé dans des opérations particulières.

Pour l'analyse et les mesures de dimension, de position du faisceau extrait on utilise une caméra CCD (associée aux écrans de matériaux photosensibles) et des chambres à fils.

2.1. Mesure de l'intensité des faisceaux extraits dans la ligne E5.

Détecteur MFE03.

Pour les antiprotons extraits ayant une quantité de mouvement  $p \leq 200 \text{ MeV}/c$ , deux phénomènes engendrant des photons se produisent dans la matière du scintillateur :

La fluorescence : la perte d'énergie des particules dans le scintillateur produit de la lumière qui est émise pendant une très courte durée ( $< 1 \text{ ns}$ ).

La phosphorescence : l'annihilation des antiprotons dans la matière du scintillateur provoque un effet chimique, producteur de lumière émise pendant une très longue durée ( $> 100 \text{ ns}$ ).

Pour minimiser l'effet conjoint de ces deux phénomènes, c'est-à-dire la production excessive de photons qui est une cause d'aveuglement ou de saturation du photomultiplicateur, on "clamp" le signal du Photomultiplicateur (Pm) avec un câble coaxial fermé (environ  $1 \text{ ns}$  de longueur).

L'amplitude du signal de sortie du Pm est proportionnelle à la lumière engendrée dans le scintillateur et, la durée constante du signal est fonction de la longueur du câble coaxial du "clamp" (photo 1).

Ce montage permet d'augmenter la bande passante du système et, surtout, d'éliminer les oscillations parasites dans le discriminateur dues aux impulsions d'entrée trop longues.

Par contre pour les protons, il n'y a que le phénomène de fluorescence qui entre en jeu c'est-à-dire que le nombre de photons engendrés est proportionnel à la perte d'énergie.

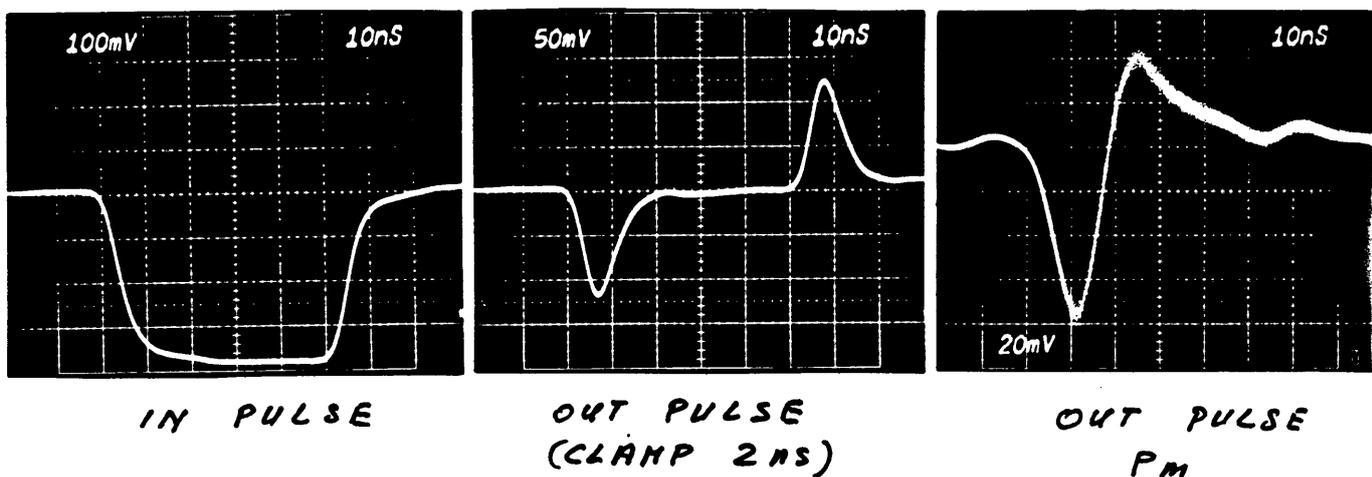


Photo 1

## P R O C E D U R E

(se référer aux figures 2,3,4,5)

### 2.1.a. Vérifier à l'aide de la caméra CCD que le faisceau est centré et focalisé. Pour cela il faut:

- Mettre "ON" l'alimentation de la caméra CCD (SW1) et le "display" TV1 (potentiomètre P1=0).
- Mettre "IN" l'écran photosensible CsI<sub>t1</sub> (SW2).
- Régler la ligne E5 à la valeur requise pour l'extraction sur la ligne de mesures E5.
- Vérifier que la valeur lue au "display" DSPA\_Ch1 du "Counter" SC2\_Ch1 (DS2\_Ch2) indiquant les portes sur SMH11 soit le plus bas possible ( $<10^3$ /sec). La haute tension du Pm (1800v) est donnée par l'alimentation HT2\_Ch1.
- Régler la ligne E5 (dipôles H et V; quadripôles F et D) jusqu'à obtenir sur TV1 une tache de dimensions les plus petites possible (quelques millimètres).
- Régler le potentiomètre P1 jusqu'à obtenir une image nette sur TV1.

### 2.1.b. Réglage du gain du photomultiplicateur Pm3.

- La haute tension HT1\_Ch3 (gain du Pm) doit être réglé à une valeur telle que pour un seuil de discrimination de 10mV DS1\_Ch3 le "Counter" SC1\_Ch3 comptabilise  $\approx 100$  impulsions (erreur de mesure  $\approx 1\%$  pour  $10^4$  particules extraites).
- La valeur lue au "display" DSPA Ch2 du "Counter" SC2 Ch2 (DS1 Ch3) indique le nombre de particules extraites par seconde dans la ligne de mesure E5 (figure 1d).

### 2.1.c. Mesure des particules issues du produits d'annihilation.

Pour les antiprotons extraits ayant une quantité de mouvement  $p < 200 \text{ Mev}/c$  il y a la possibilité de les annihiler dans la cible métallique (clapet) d'une épaisseur de 2mm. Etant donné que les particules produites lors de l'annihilation des antiprotons sont au minimum deux pions et que le détecteur (scintillateur) couvre la moitié de l'angle solide du système ( $2\pi \text{ str}$ ) on est statistiquement sûr de pouvoir compter le nombre des antiprotons incidents.

- Mettre "IN" le clapet (SW5).
- Voir point 2.1.b.
- Ne pas oublier de mettre "OUT" le clapet (SW6) un fois la mesure terminée.

### 2.1.d. Calibration de l'amplitude du signal du Pm3.

On peut vérifier à l'aide du "Multichannel Analyzer mod.1024" la distribution en amplitude des signaux analogiques du Pm. Cette mesure permet de calibrer avec précision le gain (HT) du Pm. L'uniformité des signaux de sortie du Pm donne, en toutes circonstances, au système d'analyse une stabilité de mesure accrue. Pour cela il faut:

- Vérifier que le "System BS 27/N" (Multichannel Analyzer) est "ON".
- Dans le "System BS 27/N": pousser simultanément sur "erase" et "display", puis sur "data stop" et sur "data in".
- Donner la valeur d'environ 2000v à la haute tension du Pm (HT1\_Ch3).
- Vérifier qu'un pic sur le "display" du "System BS 27/N" est compris entre la canal N°1 et N°1000. En cas contraire modifier la valeur de la haute tension du Pm en plus ou en moins afin de trouver ce pic (sensibilité verticale dans le "System BS 27/N" au minimum).
- Régler la valeur de la haute tension du Pm HT1\_Ch3 jusqu'à ramener le pic sur le canal  $\approx 300$  du "System BS 27/N". A chaque variation de la tension du Pm il faut pousser simultanément sur les boutons du "erase" et "display" du "System BS 27/N" pour effacer les anciennes données.
- Remettre la sensibilité verticale dans le "System BS 27/N" au maximum, faire la mesure pendant environ 30sec, contrôler que le pic est centré sur le canal  $\approx 300$ .
- Les impulsions du Pm3 sont calibrées en amplitude.

2.2. Mesure du temps et de durée des faisceaux extrait dans la ligne de mesure E5.

Détecteur MFE02.

2.2.a. Voir 2.1.a.

2.2.b. Réglage du gain du photomultiplicateur Pm2.

Extraction rapide.

- Pour éviter la saturation du Pm (signal  $\leq 500\text{mV}$ ) la valeur de la haute tension HT1\_Ch2 doit être réglée en fonction de la quantité de particules extraites ( $\approx 1600\text{v}$ ).
- Mettre "IN" la feuille mince  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ou CsI (SW3); code des bits (SW4) du système moteur MOT\_02 (b12 --> feuille out) (b2,3,4,5,7,9 --> feuille  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), (b6,9,10 --> feuille CsI)
- Mettre "ON" la haute tension HT4 de la feuille ( $\leq 7000\text{v}$ ).
- Mettre "ON" la haute tension HT5\_Chb de l'électrode de focalisation (valeur égale à HT4).
- Le signal analogique du Pm (négatif sur 50 ohm) LF1\_Ch2 indique l'intensité et la distribution temporelle du faisceau extrait par l'intermédiaire des électrons secondaires émis par la feuille. Le rapport de proportionnalité est fonction du type de particule et de sa quantité de mouvement. La détermination de ces valeurs de proportionnalité est en cours de réalisation et fait l'objet de plusieurs heures d'étude machine (Figure 1a).

Extraction lente.

- La haute tension HT1\_Ch2 (gain du Pm) doit être réglée à une valeur telle que pour un seuil de discrimination de  $10\text{mV}$  DS1\_Ch2 le "Counter" SC1\_Ch2 comptabilise  $\approx 100$  impulsions (erreur de mesure  $\approx 1\%$  pour  $10^4$  particules extraites).
- Dans l'extraction lente le nombre lu au "display" DSPA\_Ch3 du "Counter" SC2\_Ch3 (DS1\_Ch2) est proportionnel au nombre des particules extraites (Figure 1c).

2.2.c. Mesure d'intégration.

- Les électrons captés sur l'électrode sont envoyés à l'amplificateur de charge qui donne un signal intégré de sortie (Figure 1b) qui correspond à:

$$V_{\text{out}} = \frac{1}{C} \cdot \int i dt \quad \text{avec } C=1\text{nF} \quad N_{\text{e}^-} = \frac{V \cdot C}{e}$$

### 2.3. Mesure du temps et de durée des faisceaux extrait de LEAR.

#### Détecteur MFE01.

##### 2.3.a. Réglage du gain du photomultiplicateur Pm1.

###### Extraction rapide.

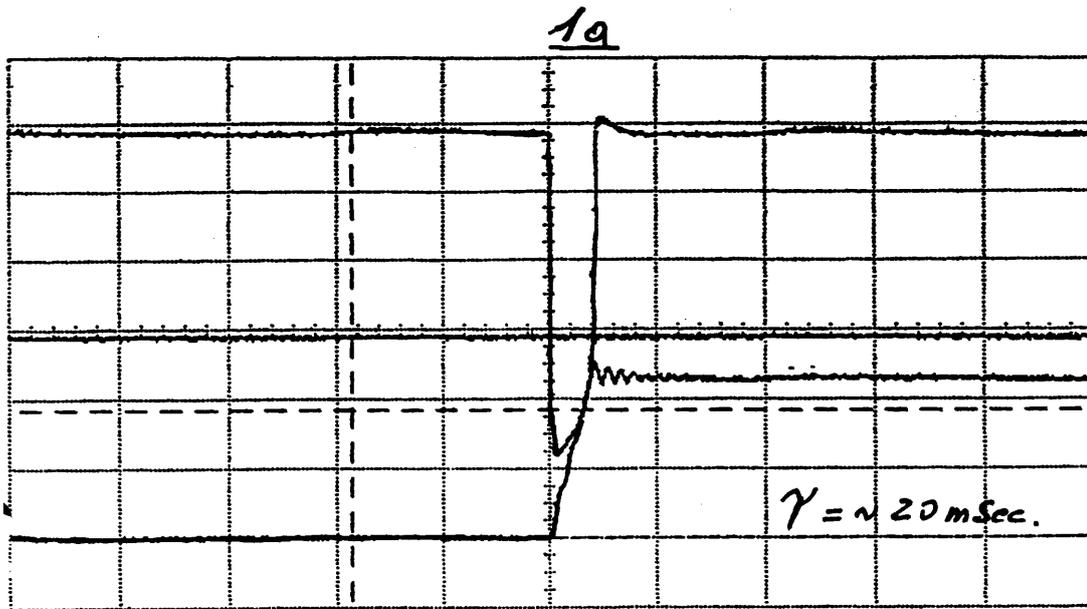
- Pour éviter la saturation du Pm (signal  $\leq 500\text{mV}$ ) la valeur de la haute tension HT1\_Ch1 doit être réglée en fonction de la quantité de particules extraites ( $\leq 1600\text{v}$ ).

###### Extraction lente.

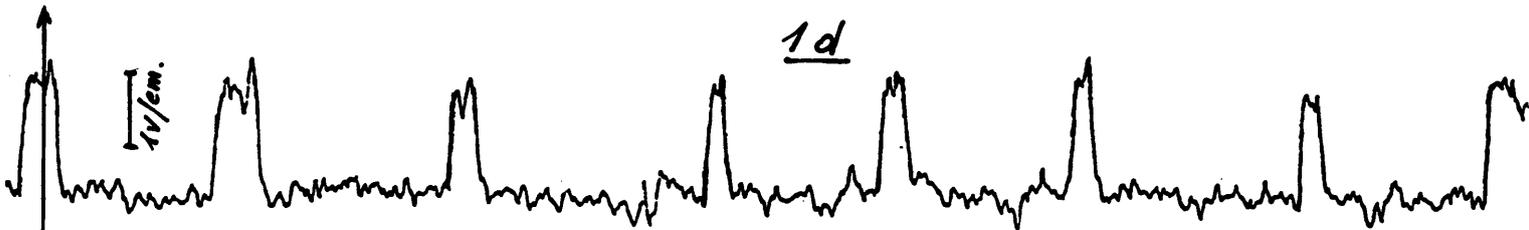
- La haute tension HT1\_Ch1 (gain du Pm) doit être réglé à une valeur telle que pour un seuil de discrimination de 10mV DS1\_Ch1 le "Counter" SC1\_Ch1 comptabilise  $\approx 100$  impulsions (erreur de mesure  $\approx 1\%$  pour  $10^4$  particules extraites).
- Mettre "IN" ( $\approx 120\text{sec}$ ) la feuille mince de CsI du système moteur MOT\_01 (SW7).
- Mettre "ON" la haute tension HT3 de la feuille ( $\approx 3000\text{v}$ )
- Mettre "ON" la haute tension HT5\_Cha de l'électrode de focalisation (valeur égale à HT3).
- Le signal analogique du Pm (négative sur 50 ohm) LF1\_Ch1 indique l'intensité et la forme du nombre des électrons secondaires émis par la feuille. Il est directement proportionnel à l'intensité et à la forme du nombre des particules extraites (voir figure 1a).
- Dans l'extraction lente le nombre lu au "display" DSPA\_Ch4 du "Counter" SC2\_Ch4 (DS1\_Ch1) est proportionnel au nombre des particules extraites par seconde (voir figure 1c).
- Après les mesures, afin d'éviter les perturbations engendrées par le détecteur (effet électrostatique et "stragglng") pendant l'extraction des particules vers les expériences de physique, il ne faut pas oublier de:
- Mettre "OUT" ( $\approx 120\text{sec}$ ) la feuille mince de CsI du système moteur MOT\_01 (SW8).
- Mettre "OFF" la haute tension HT3 de la feuille.
- Mettre "OFF" la haute tension HT5\_Cha de l'électrode de focalisation.
- Le signal du Pm1 (LF1\_Ch1), après traitement, pourrait être utilisé comme tension de "feed-back" dans le système de compensation des oscillations à basses fréquences.

##### 2.3.b. Mesure d'intégration.

- Voir point 2.2.c.



1b

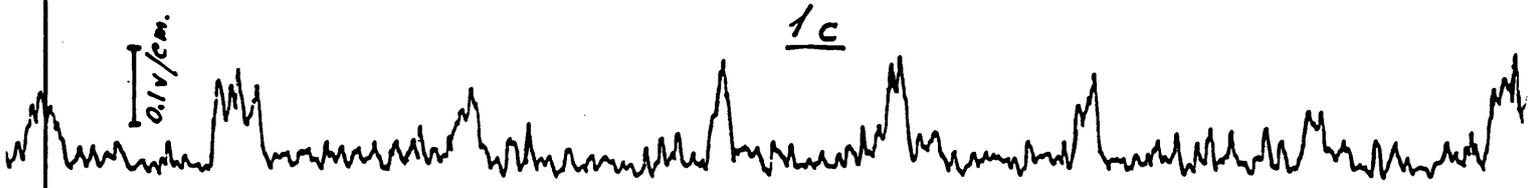


MFE 03 (Pm3)

P 105 Mev/c

SLOW EXTRACTION

12 sec/cm



MFE 01/02 (Pm2)

Figure 1.

### 3. MATERIAUX.

BS27/N	--> Multichannel Analyzer Silena type 1024.	RAF033
DS1	--> Discriminator 8 Channels Sen type FD256.	RAF033
DS2	--> Discriminator 8 Channels Sen type FD256.	RAF034
HT1	--> Power Supply Wenzel type N1130-4	RAF038
HT2	--> Power Supply Wenzel type N1130-4	RAF034
HT3	--> Power Supply Caen type N126	RAF038
HT4	--> Power Supply Caen type N126	RAF038
HT5	--> Dual Power Supply Novalec type 8174A	RAF038
LF1	--> Linear Fan IN/OUT LRS type 428A	RAF033
MOT_01	--> G64 Dual Control Motor	RAF038
MOT_02	--> Step Motor (Boite Test)	RAF033
SC1	--> Quad Scaler Caen type N145	RAF033
SC2	--> Multiscaler Borer type 341A	RAF034
TV1	--> Monitor Tektronix type 634	RAF033
Pm1	--> Photomultiplicateur Philips type PM2262B	MFE01
Pm2	--> Photomultiplicateur Philips type PM2262B	MFE02
Pm3	--> Photomultiplicateur EMI type PM9813KB	MFE03
Camera CCD+Intens/Image	Philips type 56470+XX1500HG	MTVE5-2
Scintillateur Nuclear Enterprises	type NE901.	MFE03

### 4. CONCLUSION.

Les trois détecteurs installés nous permettent de mesurer la position, l'intensité, la dimension et la distribution temporelle des faisceaux extraits de LEAR. La mise en route a été fastidieuse et longue et son amélioration évoluera encore. Ceci nous permettra de déterminer plus correctement l'intensité, la dimension et la distribution temporelle des faisceaux d'antiproton extrait aux très basses valeurs de quantité de mouvement ( $<100\text{Mev}/c$ ).

### 5. REMERCIEMENTS.

Je remercie tout particulièrement les opérateurs de LEAR pour les conseils et l'aide qu'ils m'ont apportée pour la rédaction de cette note.



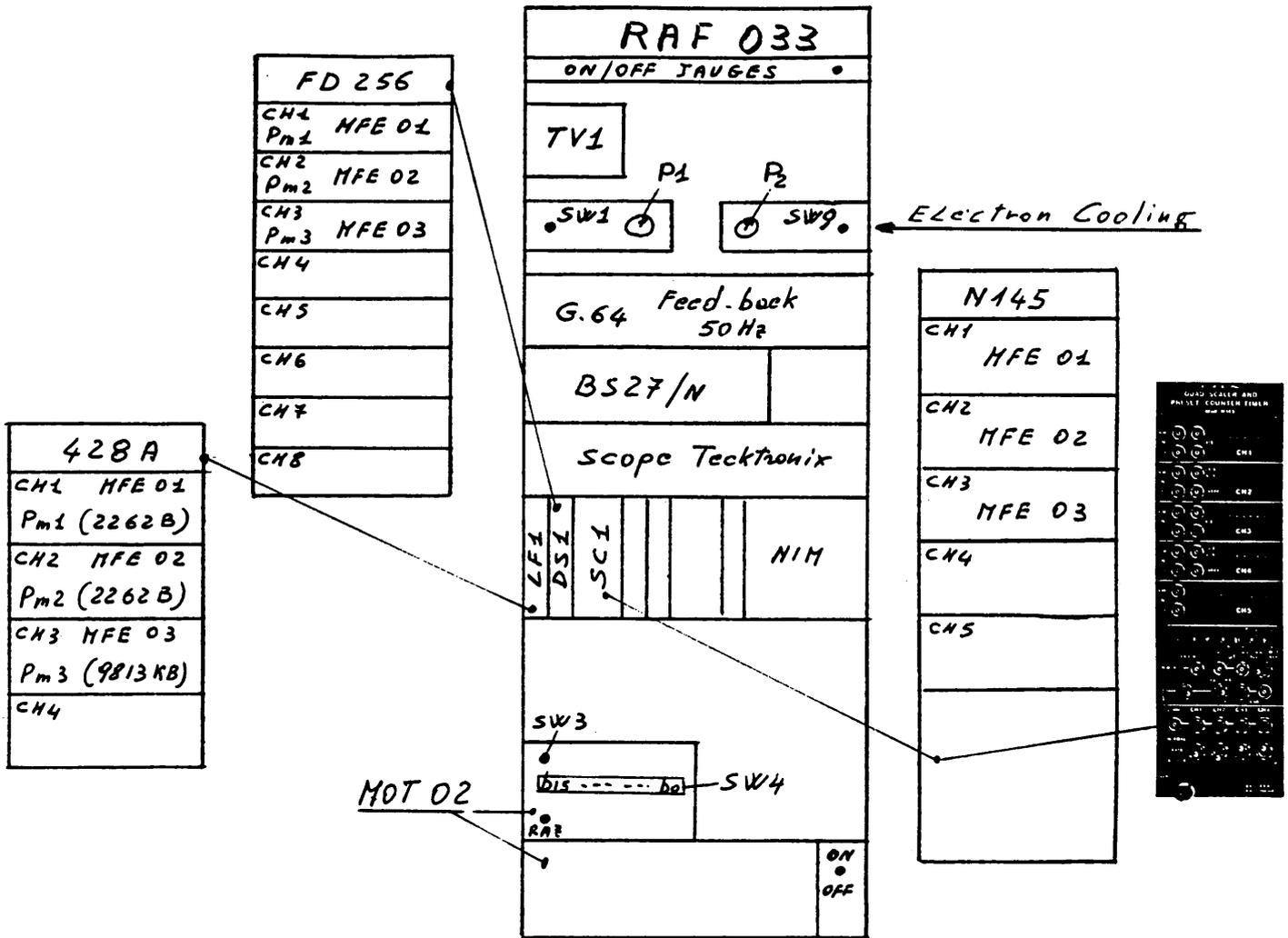


Figure 3.

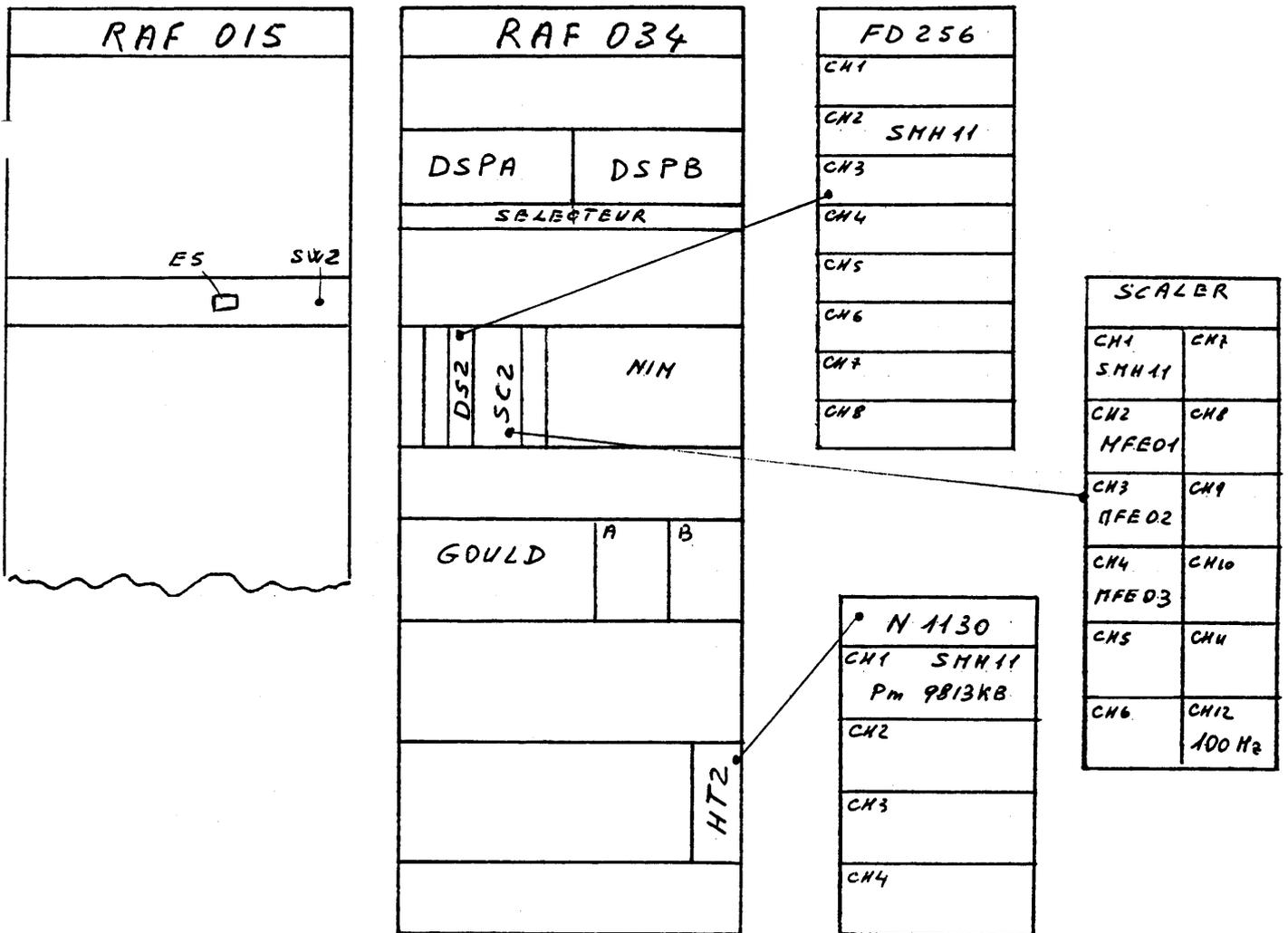


Figure 4.

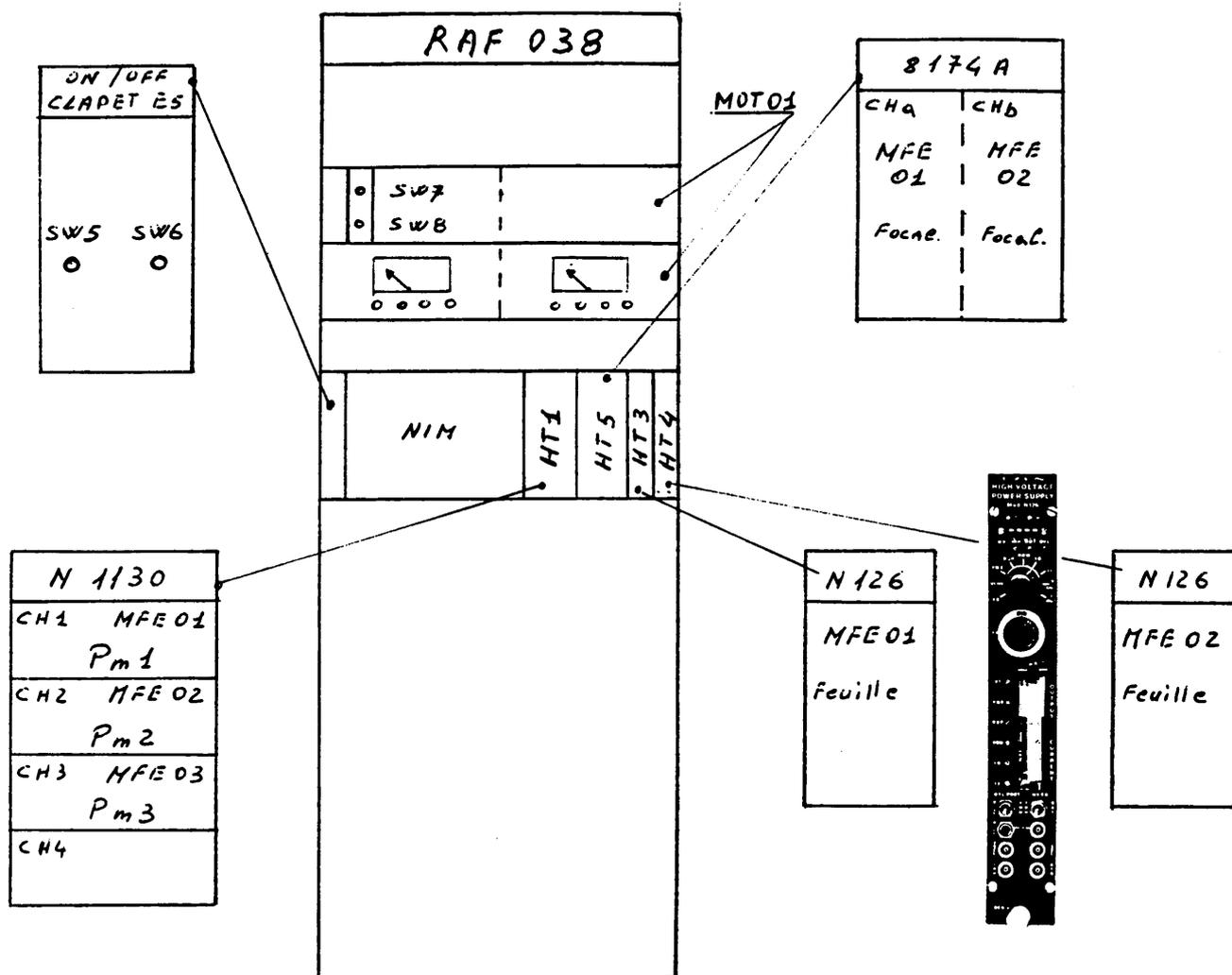


Figure 5.