

14 avril 1976

DISPOSITIF ELECTRONIQUE PERMETTANT  
LA VISUALISATION DE LA DISPERSION D'ENERGIE DU FAISCEAU  
PAR BALAYAGE A 50 KHz

M. Bourgeois

I. PRINCIPE

A la sortie d'un aimant spectromètre le faisceau à étudier est balayé par un kicker de puissance alimenté en courant sinusoïdal 50 KHz. Le faisceau est ainsi réparti dans l'espace en fonction des différentes énergies et le balayage fait passer sur un détecteur fixe alternativement les particules de faibles, moyennes et hautes énergies.

Le signal recueilli sur ce détecteur est donc une suite d'impulsions, images de la répartition des énergies à chaque passage du faisceau sur le détecteur, soit toutes les 10 $\mu$ s. La superposition sur un même écran, des impulsions successives montre l'évolution dans le temps de la dispersion d'énergie.

Pour que ces images soient exploitables il faut bien sur les mémoriser d'une impulsion à l'autre afin d'obtenir sur un écran une image stable avec une évolution pulse à pulse facilement observable.

L'ensemble de la théorie de cette mesure a été décrite dans la note PS/LIN Note 76-10 de P. Têtu.



L'ensemble condensateur kicker forme ainsi un circuit oscillant ayant un coefficient de surtension supérieur à 50 à la fréquence de travail. Il faut donc pour entretenir l'oscillation fournir un courant de 10A sous 1000V et à 50 KHz.

## 2. L'alimentation de puissance 50 KHz

L'ensemble kicker-condensateur et amplificateur forme un circuit oscillateur que l'on ferme en réaction positive pendant 2,5 ms, à chaque passage de faisceau. Pendant 1,5 ms l'amplificateur de puissance fournit de l'énergie au circuit oscillant jusqu'à ce que le courant dans le kicker ait atteint sa valeur de consigne, il reste ensuite stable pendant 1ms. Le schéma No. 1 montre le principe du circuit.

Si l'on prend la porte analogique comme point de départ on trouve en série dans cette boucle:

- 1) une porte analogique qui se comporte comme un contact fermé pendant 2,5 ms;
- 2) un amplificateur driver qui attaque une ligne de 150m;
- 3) un amplificateur de puissance de 10KW;
- 4) un transformateur élévateur à structure coaxiale pour attaquer le circuit oscillant;
- 5) le kicker avec son condensateur formant un circuit oscillant 50KHz;
- 6) une spire de mesure du champ dans le kicker suivie d'une ligne de 150m qui ramène le signal  $E = d\psi/dt$ ;
- 7) un inverseur de polarité suivi d'un déphaseur ajustable qui réinjecte à l'entrée de la porte analogique un signal en phase.

Géographiquement l'alimentation de puissance est située près du kicker et le condensateur, aux bornes même du kicker. L'étage de puissance est très simple c'est un amplificateur de courant formé de deux bancs de transistors NPN-PNP travaillant en collecteur commun. La liaison est faite par transformateur à l'entrée et par condensateurs à la sortie. Seul le câblage pose un réel problème, compte tenu de la fréquence et de la puissance, le câblage doit présenter un minimum d'inductance.

Le transformateur de puissance doit lui aussi présenter des inductances série très faibles et des pertes magnétiques les plus faibles possibles.

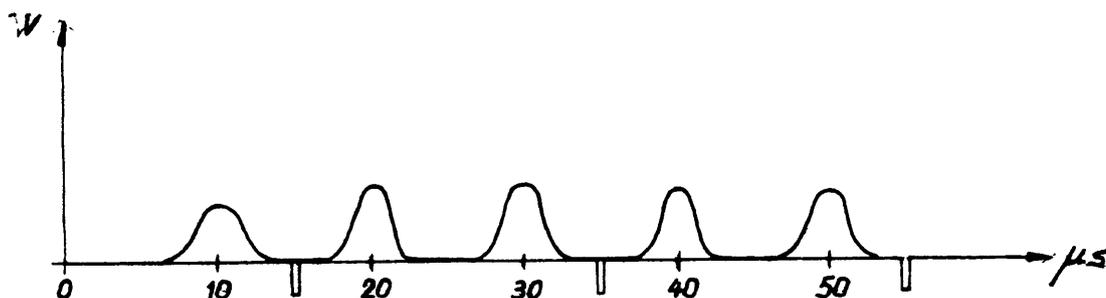
Nous avons utilisé pour le réaliser un torré en "ultra perm" avec bobinage réparti. Le primaire est formé par deux tubes de cuivre concentriques formant une seule spire, le secondaire est un bobinage à spires jointives réparties sur toute la périphérie du torré. Les condensateurs de liaison et de découplage sont répartis sur la périphérie du transformateur, conférant à l'ensemble une structure coaxiale.

L'ensemble étage de puissance et transformateur sont capables de fournir une puissance de 10 KW au circuit oscillant.

### 3. Détection du signal et transmission

Le détecteur est un simple fil métallique parallèle aux lignes de flux du kicker. Le signal recueilli sur ce fil est envoyé à un amplificateur "rapide" et "faible bruit" spécialement développé pour les mesures au Linac et au Booster. Cet amplificateur est suivi d'un "line-driver" à sorties différentielles flottantes. La transmission sur 150m du signal est faite par un câble à deux conducteurs blindés, de  $120\Omega$  d'impédance caractéristique.

A l'arrivée des impulsions de synchronisation sont superposées au train d'impulsions "faisceau" pour permettre de recréer un balayage après mémorisation. Ces impulsions de synchronisation sont issues de la mesure d'induction dans le kicker. On obtient ainsi un signal "vidéo" qui a la forme suivante :



#### 4. La mémorisation du signal vidéo

Le signal "vidéo" ci-dessus dure 100  $\mu$ s, il est formé de 10 impulsions "faisceau" et 5 impulsions de synchronisation. Ce signal est mémorisé par un "wave form recorder", Biomation 805, point par point avec une résolution de 0,2 $\mu$ s. Cette mémoire est ensuite lue toutes les 10 ms, ce qui permet d'obtenir une image permanente sur un écran cathodique. Cette transposition permet de plus la fabrication d'un balayage sinusoïdal (image de celui du kicker) parfaitement synchronisé avec les impulsions "faisceau" grâce aux impulsions de synchronisation restituées.

#### 5. Le balayage

Deux tensions synchronisées sur le signal vidéo sont nécessaires.

- a) une tension sinusoïdale dont les passages à zéro correspondent aux maximums du signal "faisceau". Cette tension est obtenue à partir d'une tension rectangulaire que l'on intègre pour obtenir une dent de scie, laquelle est ensuite transformée en sinusoïde par un réseau de diodes et résistances.
- b) une tension en escalier dont les marches montent entre deux signaux "faisceau" et qui est additionnée au signal faisceau lui-même pour obtenir une superposition d'impulsions faisceau réparties verticalement sur l'écran. Cette superposition donne une impression de relief et permet d'observer l'évolution des impulsions dans le temps. La figure 2 donne le détail de ces signaux. La figure 3 montre trois exemples de dispersion d'énergie.

### III. UTILISATION

La ligne de faisceau sur laquelle nous travaillons peu être utilisée pour deux applications différentes et de façon non simultanée.

- 1) La mesure de spectromètre classique qui met en oeuvre l'aimant spectromètre et un détecteur formé de 20 fils parallèles.
- 2) La mesure de dispersion d'énergie décrite ci-dessus, qui met en oeuvre le spectromètre, le kicker 50 KHz et utilise uniquement le fil central de l'ensemble détecteur.

Ces deux fonctionnements imposent :

- 1) pour la mesure spectrométrique:
  - l'arrêt de l'alimentation 50 KHz
  - la mise en service des 20 fils détecteurs.
- 2) Pour la mesure de dispersion
  - la mise en route de l'alimentation 50 KHz
  - la commutation du fil central détecteur.

Distribution

Groupe Linac  
Personnel Scientifique

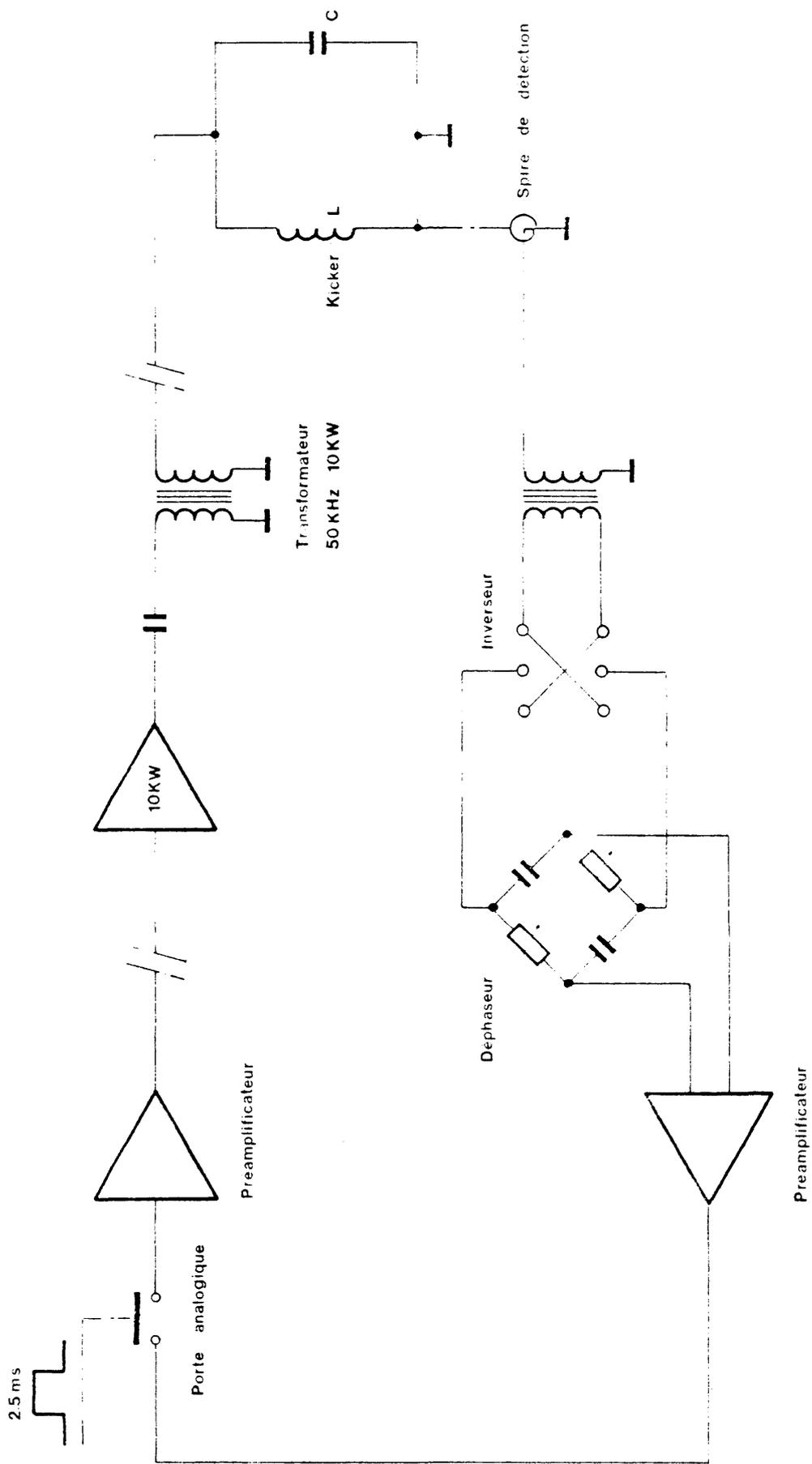


FIG. 1: Principe de l'oscillateur

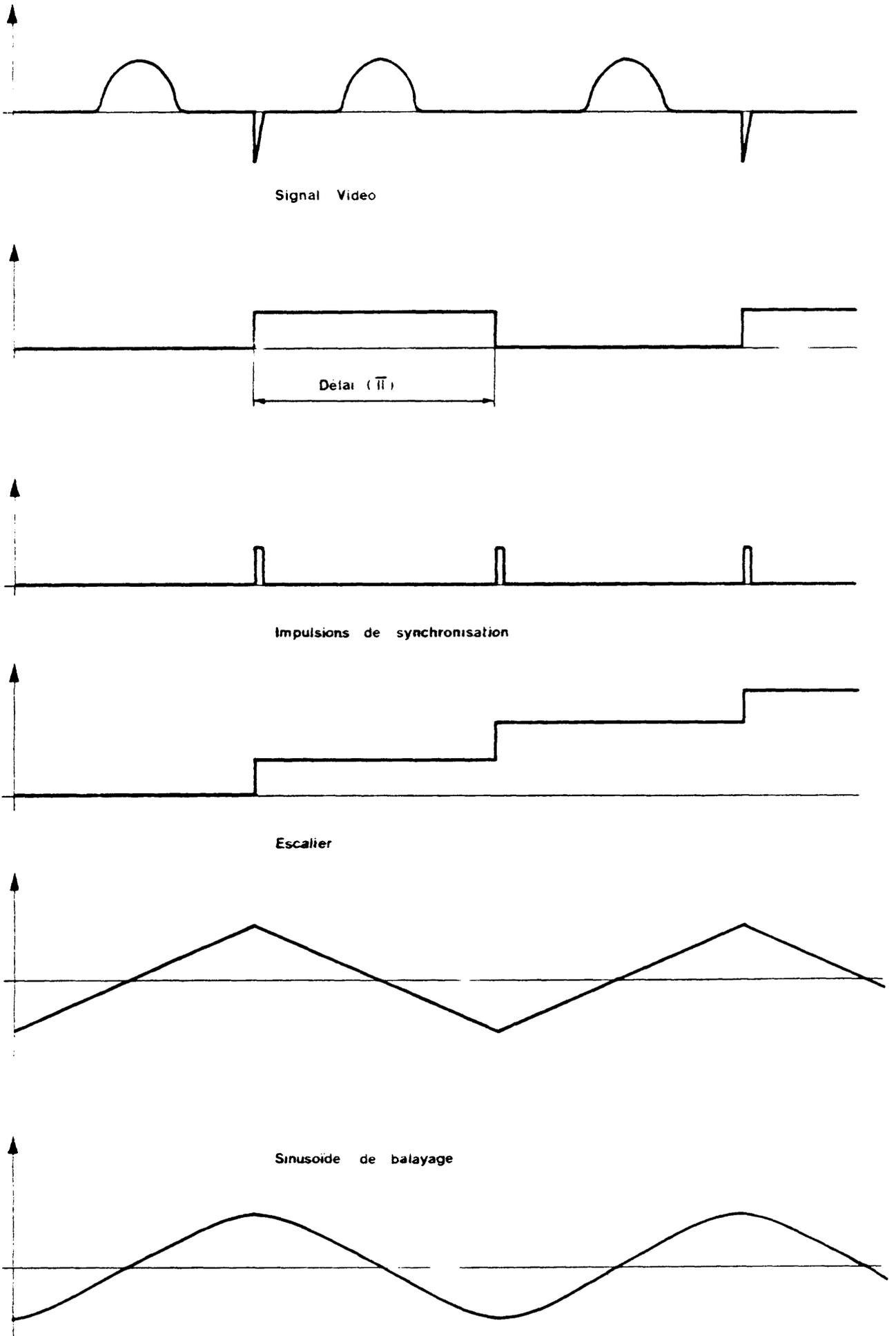


FIG. 2

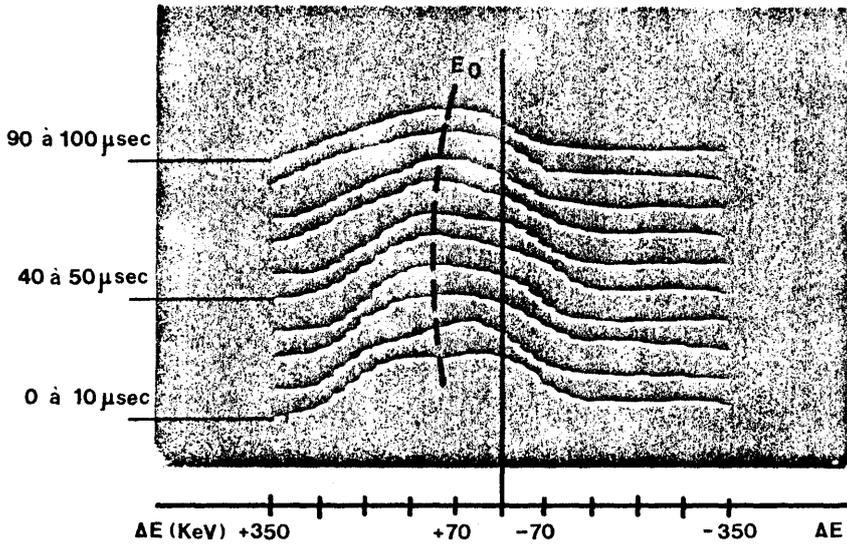


Fig. 3a : Réglages non optimisés. A la fin du faisceau (traces du haut) la dispersion d'énergie est plus importante.

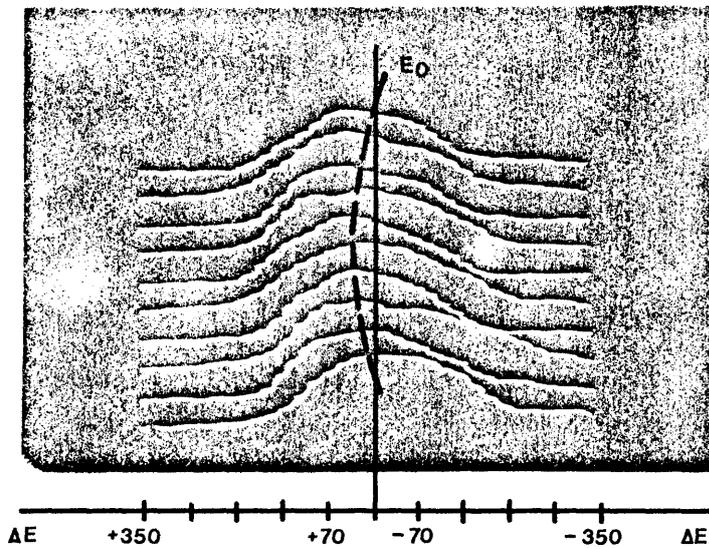


Fig. 3b : Réglage correct de la RF en dispersion d'énergie. Légère variation de l'énergie moyenne pendant l'impulsion.

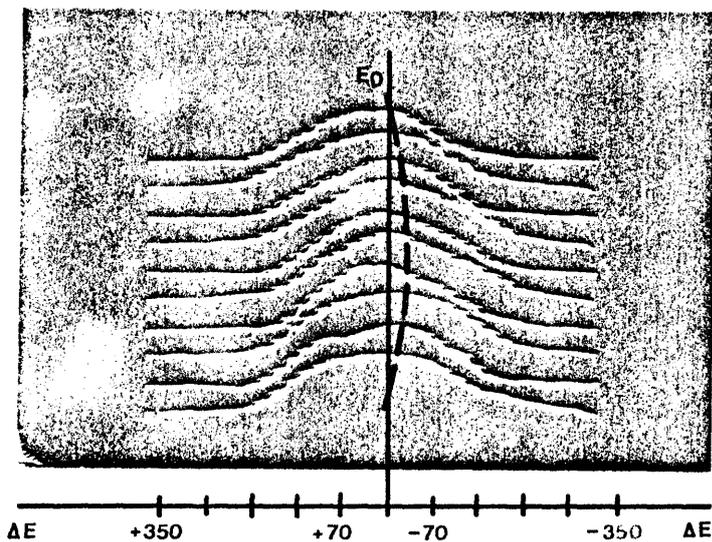


Fig. 3c : Dispersion d'énergie correcte. Variation légère de l'énergie moyenne inverse de la Fig. 6b.