

## ENQUETE SUR LA QUALITE D'EXPLOITATION DES DETECTEURS GAMMA AU GERMANIUM

Estimation du taux de survie des détecteurs Ge : Li

Groupe de travail des spécialistes en spectrométrie  $\gamma$  de la Commission d'Instrumentation de la Radioprotection du CEA (FRANCE)  
présenté par ZERBIB Jean Claude - CEA/SACLAY -

Un fichier de détecteurs gamma semi-conducteurs Ge : Li ou Ge intrinsèques, a été constitué par un groupe de travail (GT) après enquête auprès des différents laboratoires. Cette étude regroupe 228 équipements installés en France et en Belgique.

Les informations prises en compte sont :

- l'année d'acquisition et le constructeur,
- le type et le volume du détecteur,
- son efficacité, sa résolution et le rapport pic/compton,
- le matériau constituant la fenêtre,
- le type et le volume du cryostat, les conditions de vide,
- les anomalies et incidents,
- le nombre de retraitements,
- la durée de vie.

Trois autres renseignements ont été également recensés pour aider le groupe de travail dans d'autres travaux tels que :

- a) le diamètre extérieur du capot en vue de définir des géométries "standard" de grand volume (enveloppant le détecteur).
- b) la tension de polarisation
- c) la distance "fenêtre d'entrée du capot - surface du détecteur" (7 à 9 mm pour la moitié des détecteurs).

En partant de l'historique de chaque détecteur, les auteurs ont cherché à répondre à plusieurs questions telles que :

- espérance de vie des détecteurs,
- causes d'incidents et de décès,
- influence de l'origine du détecteur (constructeur)
- influence du type et du volume utile

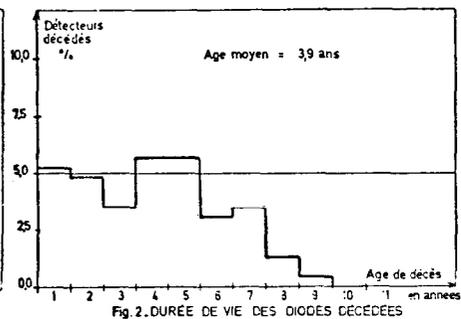
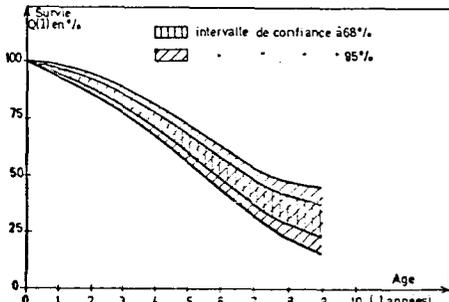
Les résultats détaillés de cette étude font l'objet d'une publication qui paraîtra dans le premier semestre de 1980 dans un rapport CEA.

Il faut noter que la méthode d'interprétation des informations liées à la durée de vie suppose que les détecteurs sont tous de fabrication identique de 1965 au 31 décembre 1977, date de clôture du fichier.

Les résultats suivants ont été obtenus :

DUREE DE VIE MEDIANE (c'est à dire l'âge auquel la moitié des diodes est décédée) est de 6,1 ans - fig. 1 - pour une probabilité de 95%.  
L'AGE MOYEN DES DIODES DECEDEES (33% du total) est de 3,9 ans.

C'est une estimation pessimiste car toutes les diodes ne sont pas décédées - fig. 2 - Pour les diodes les plus récentes, 41 détecteurs achetés au cours des deux dernières années, nous ne comptons qu'un seul décès.



DIODES DECEDEES - Elles sont au nombre de 76 soit 33% des détecteurs ; 24 ont eu au moins un retraitement, 8 en ont subi plusieurs. Le bilan des causes est :

- 36% par évolution des caractéristiques,
  - 24% par défaut de vide
  - 16% de décès accidentels
  - 10% reformées pour non rentabilité
- à ceci s'ajoute 14% de décès divers.

DIODES EN VIE - Elles sont au nombre de 152, soit 76% du parc total ; 95 n'ont subi aucun incident. Sur les 57 autres, 40 ont été retraitées dont 15 plusieurs fois. La fiabilité des cryostats à sortie verticale est supérieure à celle des autres dispositifs. - voir tableau 1 -

CAUSES D'INCIDENTS - Elles sont provoquées par défaillance du cryostat ou par un manque d'alimentation. Lorsque l'évolution est progressive, le suivi de la résolution et de l'efficacité est un bon indicateur d'incident.

RETRAITEMENTS - Des informations nous manquent pour évaluer l'espérance de vie du détecteur après retraitement. On note cependant que sur 64 détecteurs retraités (28% du total), 23 (soit un sur dix installations) ont dû l'être plusieurs fois. Il est important de ne pas oublier qu'au coût de l'opération (15% à 20% du prix d'achat) s'ajoutent les frais d'immobilisation et de réétalonnage de la chaîne.

### EVOLUTION DES DETECTEURS

Le volume couramment utilisé est passé de 30 cm<sup>3</sup> à 60 cm<sup>3</sup>, mais l'efficacité de détection ne dépend pas que du volume [17]. Les figures 3, 4 et 5 montrent que l'augmentation du volume, l'amélioration de la résolution et du rapport pic/compton ont été accompagnées par une augmentation de la tension de polarisation.

Les détecteurs Ge : Li coaxiaux sont les plus nombreux - figure 6 - mais ils seront dans l'avenir supplantés par les Ge Hyper purs qui représentent 42% des diodes acquises en 1977 contre 10% en 1976 et 1975. Sur les 17 détecteurs de ce type recensés, un seul est décédé. L'échantillon est trop petit et trop jeune pour se prêter à une analyse statistique.

TABLEAU 1

| TYPE DE CRYOSTAT          | SIGLE | NOMBRE DE DETECTEURS |        |          | RAPPORT DECEDES/TOTAL (%) |
|---------------------------|-------|----------------------|--------|----------|---------------------------|
|                           |       | NOMBRE               | EN VIE | DECEDES  |                           |
| Canne Haute Droite        | ↑     | 113                  | 90     | 23 (20%) | 23                        |
| Canne haute Coudée        | ↗     | 34                   | 23     | 11 (32%) |                           |
| Canne Basse Droite        | ↓     | 4                    | 3      | 1 (25%)  | 50                        |
| Canne Basse Coudée        | ↘     | 11                   | 3      | 8 (73%)  |                           |
| Canne Basse Coudée Droite | ↙     | 5                    | 4      | 1 (20%)  |                           |
| Canne Omnidirectionnelle  | ✳     | 3                    | 1      | 2 (66%)  | -                         |

Conclusion : Pour un parc important, le renouvellement des diodes est à prévoir sur 6 ans. Au niveau d'un laboratoire, il est prudent de calculer l'investissement sur 4 ans. En améliorant l'emploi et la maintenance des détecteurs, on réduit tant les risques de retraitement que de décès.

X<sub>X</sub>X<sub>X</sub>X<sub>X</sub>X<sub>X</sub>

/17 Groupe de travail spectrométrie  $\gamma$  des spectromètres équipés de détecteur à semi-conducteur - Rapport CEA / 4919 (1978)

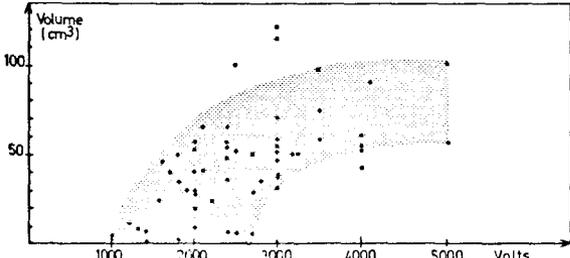


Fig. 3\_VARIATION DU VOLUME EN FONCTION DE LA TENSION DE POLARISATION.

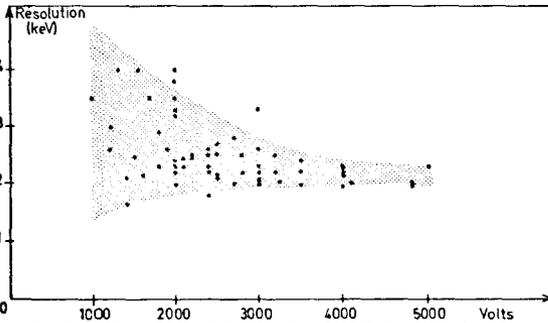


Fig. 4\_VARIATION DE LA RESOLUTION EN FONCTION DE LA TENSION DE POLARISATION.

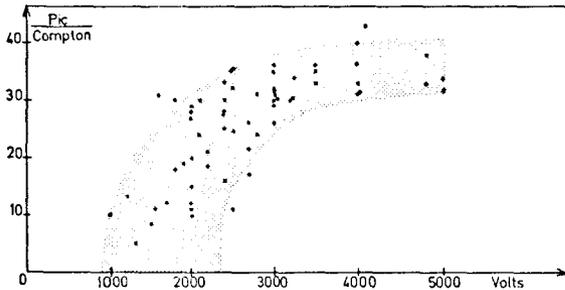


Fig. 5\_VARIATION DU PIC/COMPTON EN FONCTION DE LA TENSION DE POLARISATION.

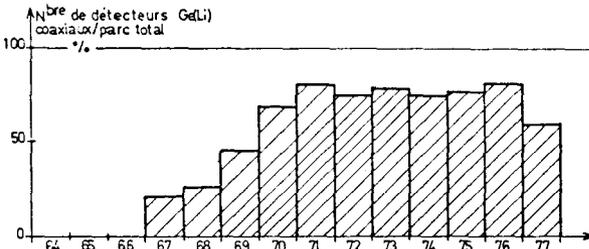


Fig. 6.REPARTITION DES DETECTEURS DU TYPE GE(Li) COAXIAL PAR ANNÉE D'ACQUISITION.