

# LE DOSIMETRE CALORIMETRIQUE CALVET

par

Jean-René PUIG , Fulvio ROMANO

Rapport C E A - R 2768

**1965**

Ca

## LE DOSIMETRE CALORIMETRIQUE CALVET

Sommaire. - Ce rapport décrit un dosimètre construit sur le principe de la calorimétrie de conduction, destiné à opérer dans les réacteurs nucléaires du type piscine.

Les propriétés de l'appareil sont les suivantes :

- 1 - la mesure est indépendante de la chaleur spécifique des corps calorimétriques ;
- 2 - chaque corps calorimétrique est pourvu d'un étalonnage électrique ;
- 3 - l'appareil comporte deux corps calorimétriques indépendants ;
- 4 - la nature de corps calorimétriques, permet d'aborder l'analyse du rayonnement reçu ;
- 5 - les intensités de rayonnement absorbé mesurables sont sensiblement de 4 à 4 000 M/rads par heure ;
- 6 - la partie sensible de l'appareil est logée dans un cylindre de 5 cm de haut et 2 cm de diamètre.

. / .

## THE CALVET CALORIMETRIC DOSIMETER

Summary. - This report describes a dosimeter based on the conduction calorimetry principle, and designed to operate in swimming-pool type nuclear reactors.

The properties of the apparatus are as follows :

- 1 - the measurement is independent of the specific heat of the calorimetric elements ;
- 2 - each calorimetric element is fitted with an electrical calibration ;
- 3 - the apparatus is made up of two independent calorimetric elements ;
- 4 - the nature of the calorimetric elements makes it possible to analyse the radiation received ;
- 5 - the measurable intensities of the absorbed radiation vary from 4 to 4,000 M/rads per hour ;
- 6 - the sensitive part of the apparatus is fitted inside a cylinder 5 cms high and 2 cm in diameter.

. / .

Un exemplaire de présérie comportant des noyaux en graphite et béryllium a été essayé dans la pile Siloé sous des intensités de rayonnement de l'ordre de 1 à 2 watts par gramme. Il a accumulé une dose de  $1,2 \cdot 10^{12}$  rads sans manifester aucune faiblesse.

1965

31 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

---

One pre-production unit made up of graphite and beryllium cores has been tried out in the reactor Siloe with radiation intensities of about 1 to 2 watts per gram. It absorbed an accumulated dose of  $1.2 \times 10^{12}$  rads without any weaknesses appearing.

1965

31 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

*Les rapports du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE sont, à partir du n° 2200, en vente à la Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.*

*The C.E.A. reports starting with n° 2200 are available at the Documentation Française, Secrétariat Général du Gouvernement, Direction de la Documentation, 16, rue Lord Byron, PARIS VIIIème.*

DEPARTEMENT DE PHYSICO-CHIMIE  
Service de Physico-Chimie Appliquée  
Groupe d'Application du Rayonnement

LE DOSIMETRE CALORIMETRIQUE CALVET

par

Jean-René PUIG, Fulvio ROMANO \*)

\*) Ingénieur EURATOM détaché au S. P. C. A.

- R E S U M E -

Le présent rapport vient apporter les derniers éléments nécessaires à l'aboutissement de l'étude entreprise depuis le mois de janvier 1962 pour l'adaptation du microcalorimètre CALVET à la dosimétrie en pile.

Il fallait :

- a) soumettre les appareils réalisés à des essais d'endurance,
- b) réaliser à partir des prototypes, la version commercialisable.

Ces deux conditions sont maintenant remplies.

## SOMMAIRE

	Page
Résumé	i
Liste des figures	iii
Introduction	1
Description du dosimètre CALVET de présérie	3
Essais d'endurance du prototype C5 à Triton	3
Essais d'endurance du dosimètre CALVET de présérie (n° C7)	5
Conclusions	9
Bibliographie	11
Annexe	12

- LISTE DES FIGURES -

- Figure 1 - Dosimètre CALVET (C7) - Dessin d'exécution - corps
- Figure 2 - Dosimètre CALVET (C7) - Montage
- Figure 3 - Dosimètre CALVET (C7) - Corps
- Figure 4 - Dosimètre CALVET (C7) - Gammagraphie
- Figure 5 - Etalonnage sous rayonnement - Dosimètre CALVET C5  
Cellule plomb (24. 6. 64)
- Figure 6 - Schéma coeur TRITON
- Figure 7 - Schéma coeur SILOE
- Figure 8 - Etalonnage du dosimètre CALVET de présérie C7
- Figure 9 - Réponse du dosimètre CALVET C7 à différents niveaux  
de puissance de la pile SILOE (Trou 39)
- Figure 10 - Dosimètre CALVET C7 : Thermogrammes.  
Mesures et étalonnage sous flux : SILOE-15 MW - Trou 39  
Etalonnage hors flux : Piscine SILOE
- Figure 11 - Dosimètre CALVET. Schéma des circuits de mesure et  
d'étalonnage.



## LE DOSIMETRE CALORIMETRIQUE CALVET

### INTRODUCTION

Plusieurs publications ont décrit l'avancement du travail d'adaptation du microcalorimètre CALVET à la dosimétrie en pile [1][2][3][4][5]. Nous renvoyons pour la description du dosimètre prototype aux références [1][2] et [5] et pour les différents essais entrepris jusqu'au mois d'avril 1964 aux références [3] et [4]. Rappelons cependant brièvement que le dosimètre calorimétrique CALVET, tel que les auteurs du présent rapport l'ont conçu, est un double fluxmètre de chaleur à compensation logé dans un corps cylindrique de 2 cm de diamètre et de 5 cm de long. L'appareil mesure simultanément le flux de chaleur sortant de deux noyaux cylindriques de 8 mm de diamètre et de 9 mm de hauteur, de nature convenable. Le flux de chaleur résulte de l'absorption de l'énergie ionisante et est directement proportionnel à l'intensité du rayonnement à mesurer. Le flux de chaleur peut être artificiellement produit par effet Joule grâce à un système d'étalonnage incorporé. Les performances obtenues avec le prototype le plus récent sont les suivantes :

- Puissances mesurables : de 0,01 à 10 watts dissipés dans la cellule détectrice.

Les intensités de rayonnement mesurables s'échelonnent ainsi suivant la nature du corps récepteur entre environ 1 Mrad par heure et 4 000 Mrads par heure (couple graphite plomb).

- Temps de demi-réponse : environ 20 secondes.

- La précision de l'étalonnage est de l'ordre du pour cent.

La théorie de l'appareil [2] a établi que la relation donnant la puissance dégagée dans un corps calorimétrique était :

$$W = \frac{p}{g} \Delta + \frac{\mu}{g} \frac{d\Delta}{dt}$$

où W est la puissance calorifique produite dans la cellule laboratoire

p le flux de chaleur perdu par la cellule pour un écart de 1°C entre la cellule et l'enceinte

$\mu$  la capacité calorifique du contenu de la cellule

$\Delta$  la déviation de l'appareil de mesure, et

g la constante de sensibilité de cet appareil de mesure.

Il est intéressant de voir que le régime stationnaire étant atteint ( $\frac{d\Delta}{dt} = 0$ ) la déviation est indépendante de la capacité calorifique du corps calorimétrique. Cette particularité revêt une grande importance pratique car elle permet de faire des mesures d'absorption de rayonnement dans des corps de nature quelconque en s'affranchissant des difficultés qui s'attachent aux variations de la capacité calorifique avec la température et au fait que cette grandeur n'est pas toujours accessible ou est entachée d'erreur.

La masse d'information recueillie jusqu'à maintenant avec les étalonnages, tant "hors" que "sous" rayonnement, et les mesures de rayonnement en pile dans le réacteur TRITON [2][4] ou dans l'irradiateur au  $^{60}\text{Co}$  de 8 000 Ci du G.A.R. [2][4] a permis de tirer des conclusions positives sur le bon comportement des prototypes essayés. Mais des réserves étant maintenues en ce qui concerne la résistance de l'appareil sous des flux intenses de l'ordre de plusieurs watts par gramme et après l'absorption de doses massives.

Le résultat des essais de longue durée poursuivis avec le prototype C5 dans la pile TRITON et surtout ceux qui ont été obtenus dans le réacteur SILOE avec un dosimètre CALVET de version commerciale (n° C7) permettent de lever complètement ces réserves.

Ces derniers essais ont été conduits avec le premier dosimètre CALVET réalisé en version commerciale. Les nombreuses manipulations en pile et l'ensemble des mesures réalisées sans aucun incident avec cet appareil soulignent la qualité technique à laquelle sont parvenus les constructeurs. La possibilité est ainsi ouverte de mettre le dosimètre CALVET à la disposition des utilisateurs éventuels.

Dans ce qui suit nous commencerons par décrire les améliorations techniques qui ont permis de passer du prototype à l'appareil de présérie ; nous présenterons ensuite les résultats des essais d'endurance.

## I - DESCRIPTION DU DOSIMETRE CALVET DE PRESERIE.

Nous ne donnerons ci-après que les différences présentées par l'appareil de présérie vis-à-vis du prototype duquel il est issu et qui est matérialisé par l'appareil C6 [4].

Ces différences ne concernent que la coque de l'appareil et le câble de jonction reliant la sonde à l'ensemble de mesure.

La coque est représentée sur le dessin de la figure 1. La principale amélioration consiste en l'obtention d'un ensemble monobloc réalisé par soudure en alliage A9G3. Cet ensemble comprend le corps de la sonde et le canal de remontée long de 2 mètres. Le canal de remontée se termine par une traversée électrique à 9 passages étanches, l'étanchéité entre cette traversée et la coque est obtenue par 2 joints toriques en caoutchouc. Les soudures sont contrôlées par test au Fréon. L'intérieur de la coque est soigneusement séché au moment de réaliser l'étanchéité par serrage des joints au niveau de la traversée électrique.

Les 9 conducteurs qui sortent de la sonde passent dans des tubes en alumine tout au long du canal de remontée avant d'être soudés aux sorties étanches. A partir de là, des conducteurs ordinaires en cuivre prennent le relais par une pièce en alliage A9G3 (Fig. 2) représentant la partie femelle de la sortie à 9 passages. Ces fils sont gainés dans un tube en polychlorure de vinyle jusqu'aux appareils de lecture.

La partie inférieure de la sonde permet l'adaptation d'un système de positionnement.

Toutes les opérations de fabrication, de montage et de contrôle sont exécutées à l'atelier de la Société de Recherche et d'Application Thermoélectrique, Institut de Microcalométrie du C. N. R. S.

Les photographies fig. 2, 3, montrent des phases du montage ainsi que l'aspect extérieur de la sonde. La photo fig. 4 est une gammagraphie de l'appareil de présérie C7.

La figure 11 représente schématiquement les circuits de mesure et d'étalonnage du dosimètre CALVET.

## II - ESSAIS D'ENDURANCE DU PROTOTYPE C5 A LA PILE TRITON.

L'appareil C5, prototype équipé de noyaux en plomb et en graphite, a été mis en pile à TRITON dès le mois de septembre 1963. Il a été irradié pendant 135 jours effectifs dans différents trous de la grille du coeur : 102, 107, 201, 408. Il se trouve, depuis le 7 avril 1964, dans le trou 102. Sa position en hauteur correspond sensiblement au point de flux maximum (Fig. 6 - schéma coeur TRITON).

Il faut noter que la pile TRITON a fonctionné normalement à la puissance de 2 MW jusqu'au 15.6.1964 et depuis à 3 MW.

L'intensité mesurée par l'appareil dans le trou 102 est d'environ  $300 \text{ mW g}^{-1}$  dans le plomb et  $170 \text{ mW g}^{-1}$  dans le graphite à la puissance de 2 MW. On calcule ainsi, que la dose totale reçue est supérieure à  $3,5 \cdot 10^{11}$  rads et  $2 \cdot 10^{11}$  rads respectivement pour le plomb et le graphite.

Les essais de contrôle du prototype C5 ont eu lieu le 25.6.64 et ont porté sur les points suivants :

- a) résistances d'isolement des circuits électriques,
- b) temps de réponse,
- c) sensibilité intrinsèque des cellules.

Le tableau I ci-dessous groupe les résultats de ces mesures en reprenant les valeurs correspondantes obtenues le 25.10.63. Tous les étalonnages ont été faits sous rayonnement.

On trouvera en annexe, tableaux AI et AII, le détail des mesures.

TABLEAU I - ESSAIS D'ENDURANCE DU PROTOTYPE C5  
EVOLUTION DES PARAMETRES

PARAMETRE	DATE	
	25.10.63	25.6.64
Dose reçue Mrad	Pb C	$> 3,5 \cdot 10^5$ $> 2 \cdot 10^5$
Résistances <sup>(1)</sup> d'isolement Mohm	R-M Th-M R-Th	0,16 0,18 0,05
Temps de demi-réponse sec.	Pb C	21,0 13,0
Sensibilité intrinsèque mV/W	Pb	12,7
		0,25 0,22 0,10
		17,8 14,0
		12,5

- (1) R désigne le circuit des résistances d'étalonnage  
Th désigne le circuit des thermocouples de détection  
M désigne la masse.

Ce tableau peut se commenter de la façon suivante :

Résistances d'isolement : Les résistances d'isolement ont augmenté. Ceci peut s'expliquer par un séchage progressif des parties isolantes en alumine. En effet de l'humidité a pu se condenser dans l'appareil au moment de son immersion dans l'eau de la piscine en détériorant la qualité de l'isolement. C'est pour prévenir un tel risque que les appareils de présérie sont fermés de façon étanche et soigneusement desséchés avant fermeture.

Temps de réponse : La mesure du temps de demi-déviaton est relativement mal aisée et les différences constatées sont peu significatives.

Sensibilité intrinsèque : Cette sensibilité est déduite des étalonnages effectués sous rayonnement, l'appareil étant dans le trou 408 et soumis à une intensité de  $914 \text{ mWg}^{-1}$  dans le plomb. Les tableaux AI et AII en annexe et la figure 5 donnent les résultats de l'étalonnage. Sur la figure 5 sont également reportés les points correspondant aux anciens étalonnages (octobre 1963) qui sont sensiblement alignés avec les nouveaux points. Or l'intensité d'irradiation était environ 3 fois plus forte lors des nouveaux essais que lors des anciens. On peut donc dire que la sensibilité intrinsèque est restée remarquablement constante malgré la dose absorbée élevée et malgré une intensité d'irradiation 3 fois plus forte au moment du nouvel étalonnage. Cela signifie que le pouvoir thermoélectrique des couples chromel-alumel n'est pas affecté dans les conditions de ces essais.

#### II.1 - Conclusion.

Mesurées après une irradiation de  $3,5 \cdot 10^{11}$  rads et sous une intensité d'irradiation nettement plus forte les paramètres de l'appareil C5 sont restés inchangés et la qualité de l'isolement électrique par l'alumine s'est amélioré.

### III - ESSAIS D'ENDURANCE DU DOSIMETRE CALVET DE PRESERIE (C7) DANS LA PILE SILOE.

Le flux de rayonnement particulièrement intense qui règne dans SILOE, soit  $1 \text{ à } 2 \text{ Wg}^{-1}$  de graphite, offrait des conditions d'essais sévères.

Le dosimètre CALVET C7, premier appareil de présérie, était équipé d'un noyau en béryllium et d'un noyau en graphite. Il a été immergé dans SILOE le 26.6.64. Il a subi des étalonnages hors flux et sous flux puis a été irradié à des paliers de puissance de la pile étagés entre 0 et 15 MW. Enfin il a été irradié à la puissance de 15 MW pendant 2 cycles. Le trou 39 de la grille de SILOE était utilisé pour ces essais (voir schéma fig. n° 7). Il est irradié depuis le 5 octobre 1964 dans le trou 51 où l'intensité d'irradiation gamma est double de celle du trou 39.

#### III.1 - Etalonnages.

Les étalonnages hors flux et sous flux sont représentés sur la figure 8. Les tableaux en annexes A.III et A.IV donnent le détail des étalonnages hors flux.

Les caractéristiques du dosimètre C7 sont groupées dans le tableau suivant :

TABLEAU II - CARACTERISTIQUES DU DOSIMETRE CALVET  
DE PRESERIE C7

Résistance d'isolement Mohms	R. M ~ 30 Th. M ~ 30 R. Th ~ 30
Temps de demi-réponse sec	Be 27,7 G 24,2
Sensibilité intrinsèque, $\sigma_i$ mV. W <sup>-1</sup>	Be 14,3 G 13,0
Poids des noyaux gr	Be 0,69 bougie 0,1 G 0,76 bougie 0,09

Il convient de tenir compte du poids de la bougie chauffante d'étalonnage : 0,1 g pour le noyau en béryllium et 0,09 g pour le noyau en graphite. Le poids de la bougie chauffante doit s'ajouter à celui des noyaux proprement dits pour l'évaluation de la sensibilité spécifique ( $\sigma_s$ ), on a en effet :

$$\sigma_s = \sigma_i (P_{\text{noyaux}} + P_{\text{bougie}})$$

L'intensité spécifique d'irradiation étant alors donnée par :

$$I_s (\text{Wg}^{-1}) = \frac{F}{\sigma_s}$$

où F est la f. e. m. en mV indiquée par le potentiomètre de lecture. On notera que l'étalonnage a été poussé jusqu'à 1,7 W par gramme de béryllium et 1,6 W par gramme de graphite.

Les observations à faire après ces essais d'étalonnage sont les suivantes :

Résistance d'isolement : La résistance d'isolement des différents circuits est de l'ordre de 30 megohms c'est-à-dire environ 10 fois plus grande que dans le prototype C5, ceci peut être dû à l'absence d'humidité dans le dosimètre C7 qui est scellé après séchage ou bien à un aluminage plus épais dans l'isolement ou encore à ces deux causes réunies.

Temps de demi-réponse : Le temps de demi-réponse est notablement plus grand que dans les prototypes antérieurement essayés, ceci confirmerait une plus grande épaisseur de l'aluminage d'isolement établissant une barrière thermique plus forte.

Sensibilité intrinsèque : Cette grandeur est en principe un invariant par construction pour toutes les cellules. Le tableau II donne la sensibilité calculée à partir des essais à blanc. Les étalonnages faits sous rayonnement sont trop peu nombreux pour détecter un changement de cette sensibilité pendant l'irradiation. Cependant les points d'étalonnages sous rayonnement intense paraissent s'écarter de la droite d'étalonnage à blanc (voir tableau A.IV).

On doit noter que les points d'étalonnage sont très bien alignés et forment une droite passant par l'origine. Ceci a d'ailleurs été observé avec tous les prototypes antérieurs.

### III. 2 - Mesures de rayonnement à divers paliers de puissances de la pile SILOE entre 0 et 15 MW.

Le tableau III et la figure 9 donnent la réponse des 2 détecteurs du dosimètre CALVET C7 en fonction de la puissance de SILOE.

TABLEAU III - DOSIMETRE CALVET C7

MESURES DE RAYONNEMENT A DIFFERENTS NIVEAUX  
DE PUISSANCE DE SILOE (Trou 39)

Puissance Pile MW	Graphite		Béryllium	
	signal mV	intensité mW.g <sup>-1</sup>	signal mV	intensité mW.g <sup>-1</sup>
0.0	-	-	0.28	5.87
2.0	1.44	142	-	-
5.0	3.34	328	-	-
7.5	4.24	461	-	-
10.0	6.45	-	5.89	-
12.5	7.99	-	-	-
15.0	9.65	-	9.20	-

III.3 - Mesures de rayonnement à la puissance de 15 MW.

Le tableau IV donne la réponse des 2 détecteurs à la puissance de 15 MW de la pile SILOE ainsi que le résultat d'étalonnages réalisés dans ces conditions d'irradiation.

TABLEAU IV - DOSIMETRE CALVET C7

MESURES DE RAYONNEMENT ET ETALONNAGE SOUS FLUX  
SILOE 15 MW (Trou 39)

Cellule	Mesure		Etalonnage	
	signal mV	intensité mW.g <sup>-1</sup>	puissance d'étalon- nage ajoutée mW.g <sup>-1</sup>	signal superposé mV
Be-A1	9.2	892	853	8.8
Be-A2	9.7	939	853	8.8
Be	18.2	-	-	-
A1	9.55	-	-	-
A2	8.95	-	-	-
C	18.65	-	-	-
C-A2	10.1	975	950	9.85
C-A1	9.6	935	950	9.75 (a)
A1-A2	0.49	-	-	-
Be-C	0.14	-	-	-

(a) Voir figure 10



Ce tableau met en lumière les nombreuses possibilités du dosimètre CALVET : on a fait ressortir le rôle des cellules de compensation A1 et A2 qui sont identiques aux cellules détectrices à ceci près qu'elles ne contiennent que de l'air et non un noyau solide avec sa bougie d'étalonnage.

Si les cellules étaient identiques et si elles étaient placées dans des champs de rayonnement égaux leur mise en opposition se traduirait par un signal nul. Cette disposition permet de définir le zéro de l'appareil en présence du phénomène à mesurer.

En réalité le signal A1-A2 n'est pas nul mais représente environ 5 à 6 p.100 du signal respectif des cellules A1 et A2. Cette observation, qui a pu être faite aussi avec les précédentes versions du dosimètre, n'a pas encore été étudiée en détail mais devra l'être si on veut améliorer l'exactitude des mesures.

Une remarque importante doit encore être faite au sujet de la réponse des cellules. Cette réponse n'est pas constituée par un signal régulier mais par un signal fluctuant ainsi qu'on peut voir sur les thermogrammes figure 10.

Dans le cas des cellules du dosimètre C7, l'amplitude des fluctuations est de  $\pm 5$  p.100 environ par rapport au signal moyen ; on ne sait pas encore si ces fluctuations reflètent vraiment les fluctuations de l'irradiation. Les chambres à ionisation qui servent au pilotage de la pile présentent aussi des fluctuations d'amplitude semblables. Il est possible que les fluctuations de la température de l'eau de la piscine provoquent celles du signal de l'appareil. Mais ces variations de températures devraient être ressenties identiquement par la cellule de compensation et par la cellule de mesure et être ainsi annulées. De plus elles devraient être ressenties par les deux cellules de détection de la même façon, or ce n'est pas ce qu'on observe avec l'appareil C5 pour lequel le signal "plomb" est régulier tandis que le signal "graphite" manifeste des fluctuations [4].

Il y a là un phénomène à étudier de plus près.

Le dosimètre C7 a accumulé depuis le début des essais d'endurance dans SILOE, à la date du 7 décembre 1964, une dose supérieure à  $1,2 \cdot 10^{12}$  rads. Aucune altération sensible de ses caractéristiques principales ne s'est manifestée jusqu'à maintenant.

#### IV - CONCLUSIONS.

A l'issue des essais qui sont présentés dans ce rapport on peut affirmer que le dosimètre CALVET a reçu la consécration de l'expérience. A ses qualités de justesse, de précision et de sensibilité qui avaient pu être vérifiées sur 6 prototypes successivement améliorés, on est en droit d'ajouter maintenant la fidélité.

Le présent rapport donne une idée des multiples originalités du dosimètre CALVET, grâce auxquelles une gamme importante de possibilités a pu être obtenue.

Sur le plan de la technologie on peut affirmer que la qualité de la fabrication a atteint un niveau excellent se traduisant par la robustesse, la maniabilité, la simplicité de mise en oeuvre.

La complexité de l'appareil : 4 cellules comportant au total 180 thermocouples et 2 éléments d'étalonnage d'une puissance de 10 watts à loger dans un espace de quelques centimètres cubes, ainsi que les multiples inconnues quant à la tenue aux rayonnements intenses des divers éléments isolants, chauffants et thermoélectriques, ont pu faire naître quelques doutes quant au succès de cette entreprise.

Les résultats satisfaisants qui ont été obtenus constituent une base solide pour un travail ultérieur de développement.

La recherche de performances supérieures, la réalisation de modèles plus petits et plus simples s'inscrivent dans le prolongement normal de ce travail.

#### REMERCIEMENTS.

Les Auteurs tiennent à associer à ce travail M. BENOIST de la Société de Recherches et d'Applications Thermoélectriques qui a mis au service de cette réalisation une technique raffinée et M. J. CHATELET du Laboratoire National d'Essais qui a collaboré à l'étude et à la réalisation des 6 prototypes.

Les Auteurs expriment particulièrement leur gratitude au Pr. E. CALVET dont l'autorité et le soutien leur ont été d'un grand secours.

Enfin, ils remercient le Département des Piles Expérimentales du CEA, et particulièrement le Service des Piles du CEN-G qui s'est chargé des mesures au cours des essais d'endurance du dosimètre C7.

*Manuscrit reçu le 11 février 1965*

BIBLIOGRAPHIE

- [ 1 ] Brevet français du 20 novembre 1962 - PV n° 916 026
  
- [ 2 ] CALVET E., CHATELET J., PUIG J.R., ROMANO F.  
"Adaptation du microcalorimètre CALVET à la dosimétrie en pile"  
Colloque sur la dosimétrie des neutrons  
HARWELL Déc. 1962 - AIEA, Vienne, 1963
  
- [ 3 ] PUIG J.R. (HOULLIER A., ROSIER D.), ROMANO F.  
Rapport final de contrat - C.E.A. - Euratom 013-60-12 ORGF  
Partie D "Recherche de Dosimétrie en Pile"
  
- [ 4 ] PUIG J.R. (HOULLIER A., ROSIER D.), ROMANO F.  
Rapport final du contrat - C.E.A. - Euratom 052-62-7 ORGF  
"Etudes de Dosimétrie en Pile"
  
- [ 5 ] AYELA F., de GOER J., MANENT G., PUIG J.R.  
"Mesure des flux gamma par calorimètres"  
Bul. Inf. Sc. et Tech. n° 82, p. 7, 1964

- A N N E X E -

i - Composition des appareillages de lecture et de mesure

Les essais ont été conduits avec

1 potentiomètre enregistreur : sensibilité 2, 10, 50, 100 mV

pour la lecture

1 voltmètre classe 02 )

1 ampèremètre classe 02 )

1 alimentation stabilisée )

pour l'étalonnage

TABLEAU A I - DOSIMETRE CALVET - PROTOTYPE C5  
 MESURES A LA PILE TRITON (3 MW) le 25.6.64

Trou	Cellule	Mesure de rayonnement		Etalonnage sous rayonnement		Sensibilité spécifique	Temps de demi réponse
		signal	intensité	signal additionnel	puissance injectée		
		mV	mW g <sup>-1</sup>	mV	mW g <sup>-1</sup>		
201	Pb - A1	22,2	395	23,5	418	56,2	18,8
201	C - A2	2,17	213	1,98	194	10,2	14,0
408	C - A2	5,00	508	4,70	478	9,25	-
408	Pb - A2	45,0	914	45,1	912	49,4	17,4
408	Pb - A2	45,9	912	45,0	894	51,2	17,2
408	C - A2	5,25	512	5,55	542	10,27	-

Pb : cellule "plomb"

C : cellule "graphite"

A1,2 : cellules de compensation "air"

TABLEAU A II - DOSIMETRE CALVET PROTOTYPE C5  
MESURES A LA PILE TRITON (3 MW) le 25/6/64  
ETALONNAGE CELLULE Pb SOUS UN RAYONNEMENT  
DE 914 mWg<sup>-1</sup> ( trou 408)

Courant injecté mA	signal additionnel mV	puissance d'étalonnage mW. g <sup>-1</sup>
100	1, 5	28, 5
200	6, 4	121
250	10, 2	198
300	15, 6	309
350	22, 4	429
400	31, 0	628
450	43, 3	880
500	59, 8	1220

TABLEAU A III - ETALONNAGE DU DOSIMETRE CALVET DE PRESERIE C7  
 ETALONNAGE HORS FLUX. CELLULE "BERYLLIUM"

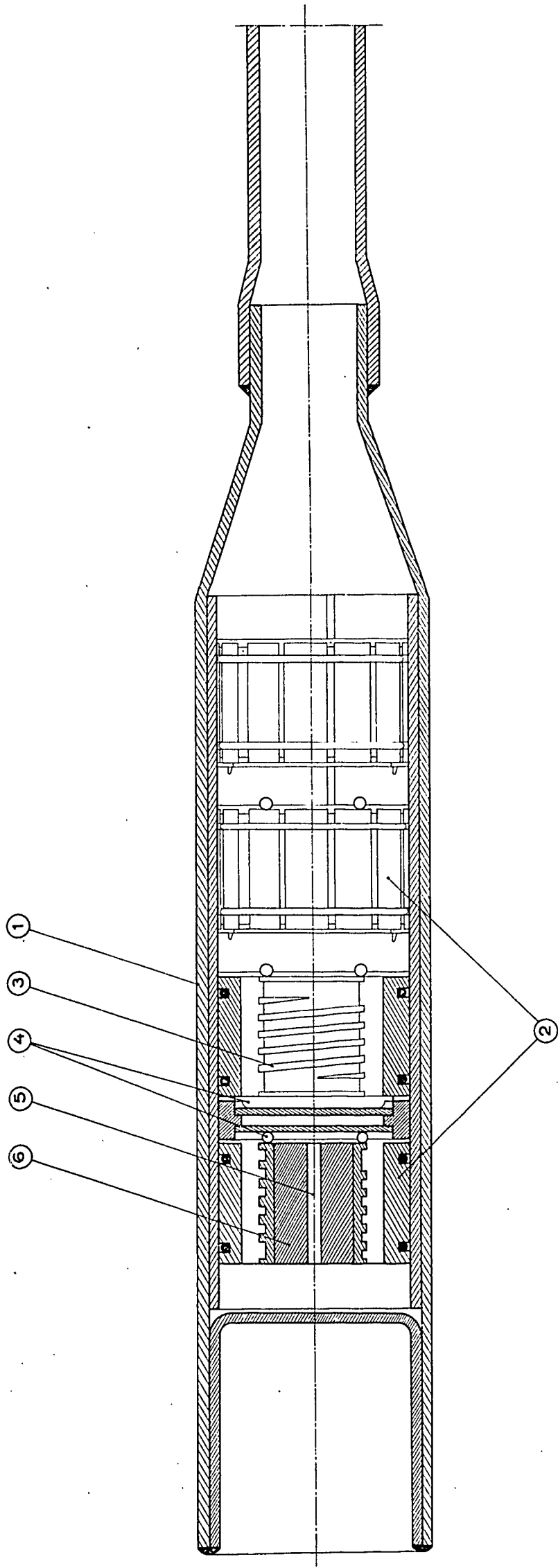
Courant injecté mA	Puissance d'étalonnage mW. g <sup>-1</sup>	Signal mV	Temps de demi réponse sec
20	31,0	0,35	
20	30,8	0,39	
30	68,8	0,83	
40	123	1,45	
40	123	1,43	
50	195	2,25	
50	192	2,23	
50	192	2,22	
60	276	3,19	28,0
70	376	4,34	28,0
80	492	5,64	27,1
90	623	7,15	27,1
100	778	8,98	28,0
100	780	9,08	27,1
100	769	8,86	28,0
120 (a)	1112	12,70	
140	1512	17,20	
150	1733	19,7	

(a) Voir figure 10

TABLEAU A IV - ETALONNAGE DU DOSIMETRE CALVET DE PRESERIE C7  
ETALONNAGE HORS FLUX. CELLULE "GRAPHITE"

Courant injecté mA	Puissance d'étalonnage mW. g <sup>-1</sup>	Signal mV	Temps de demi réponse sec
20	28	0,35	
30	64	0,75	
40	114	1,30	
55	215	2,43	
70	349	3,93	
80	457	5,16	
90	579	6,44	
100	713	7,95	
110	864	9,62	23,7
120	1029	11,45	23,7
130	1208	13,35	25,4
140	1400	15,45	23,7
150	1609	17,75	24,4

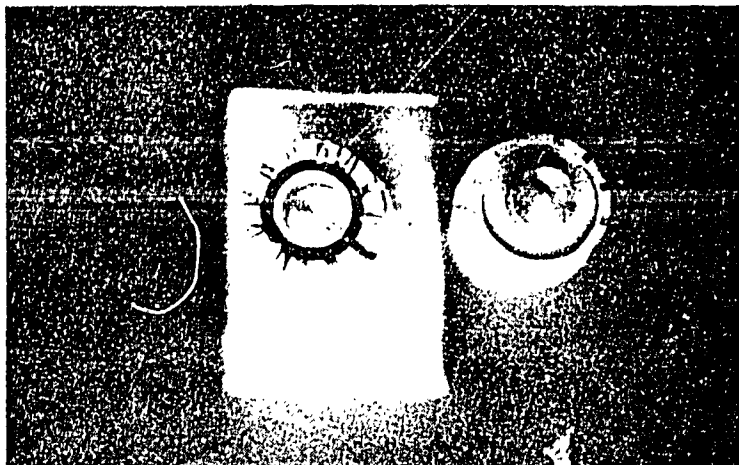




LEGENDE	
1	Enveloppe
2	Coquilles
3	Coupelles
4	Barrière thermique
5	Canal pour bougie chauffante
6	Noyau détecteur

Fig. 1. - Dosimètre CALVET C 7  
 Dessin d'exécution, Corps

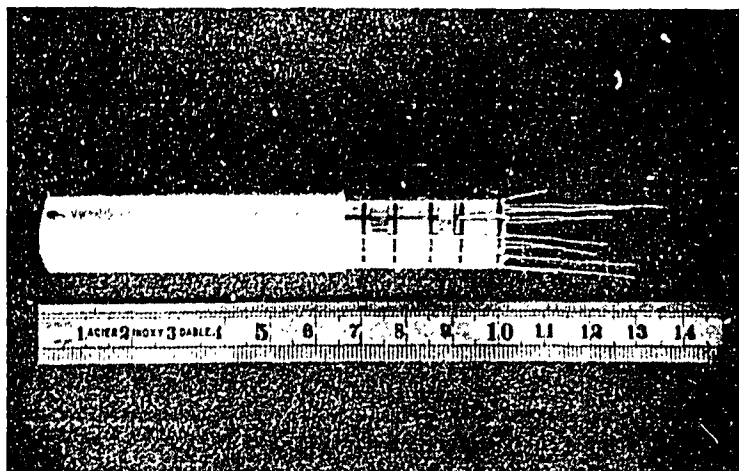
Figure 2 : Dosimètre CALVET C7 - Montage



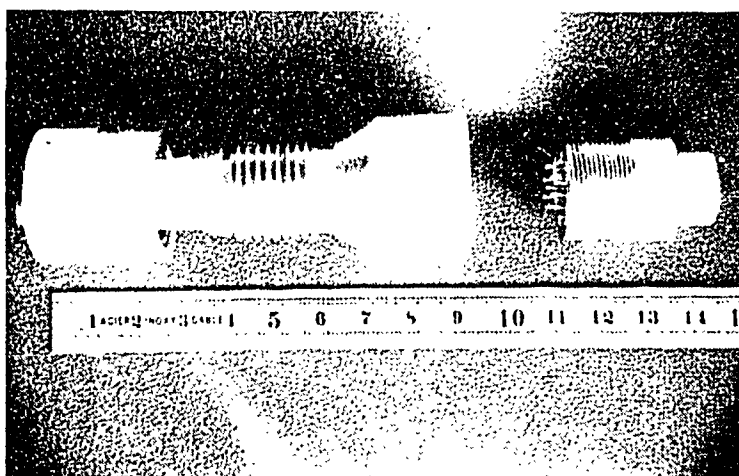
Cellule vue de dessus.

gauche : thermopile assemblée  
(sans noyau détecteur)

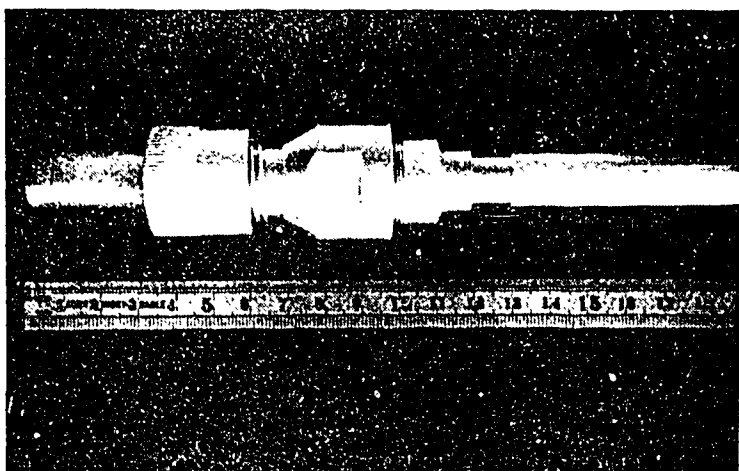
droite : noyau détecteur (graphite)  
et bougie d'étalonnage axiale



Assemblage des 4 cellules



Jonction de sorties électriques  
étanches avant assemblage



Jonction de sorties électriques  
assemblée

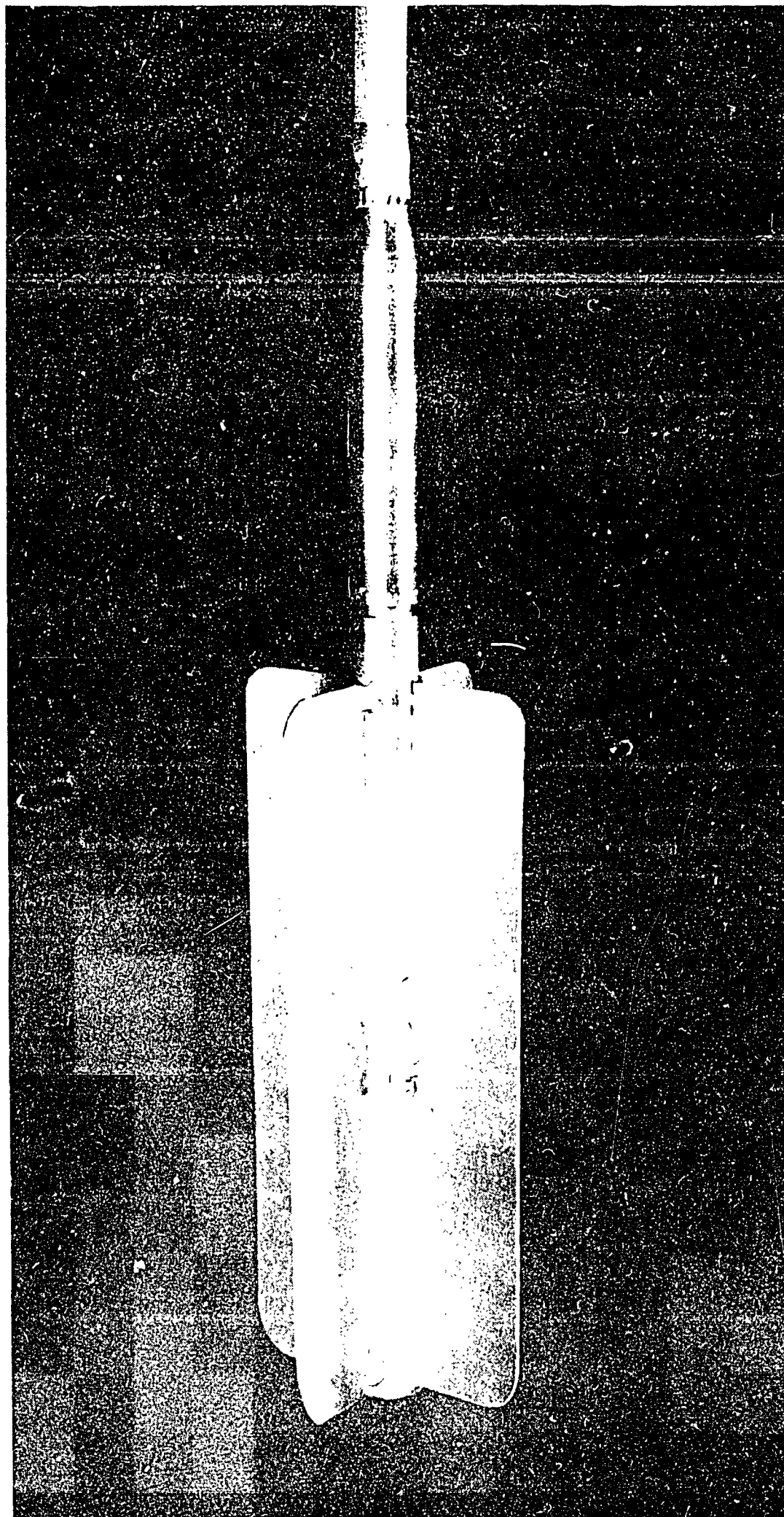


Figure 3 : Dosimètre CALVET C7 - Corps et dispositif  
de positionnement

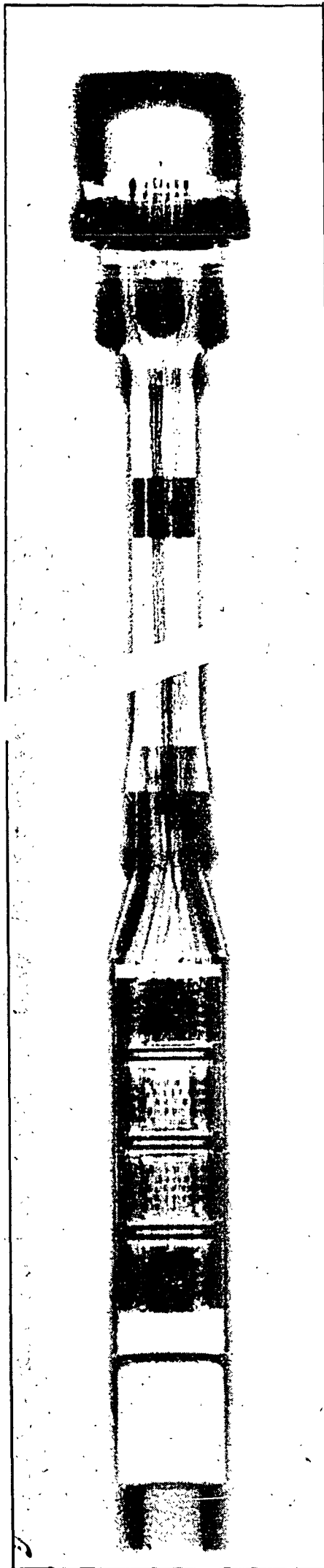
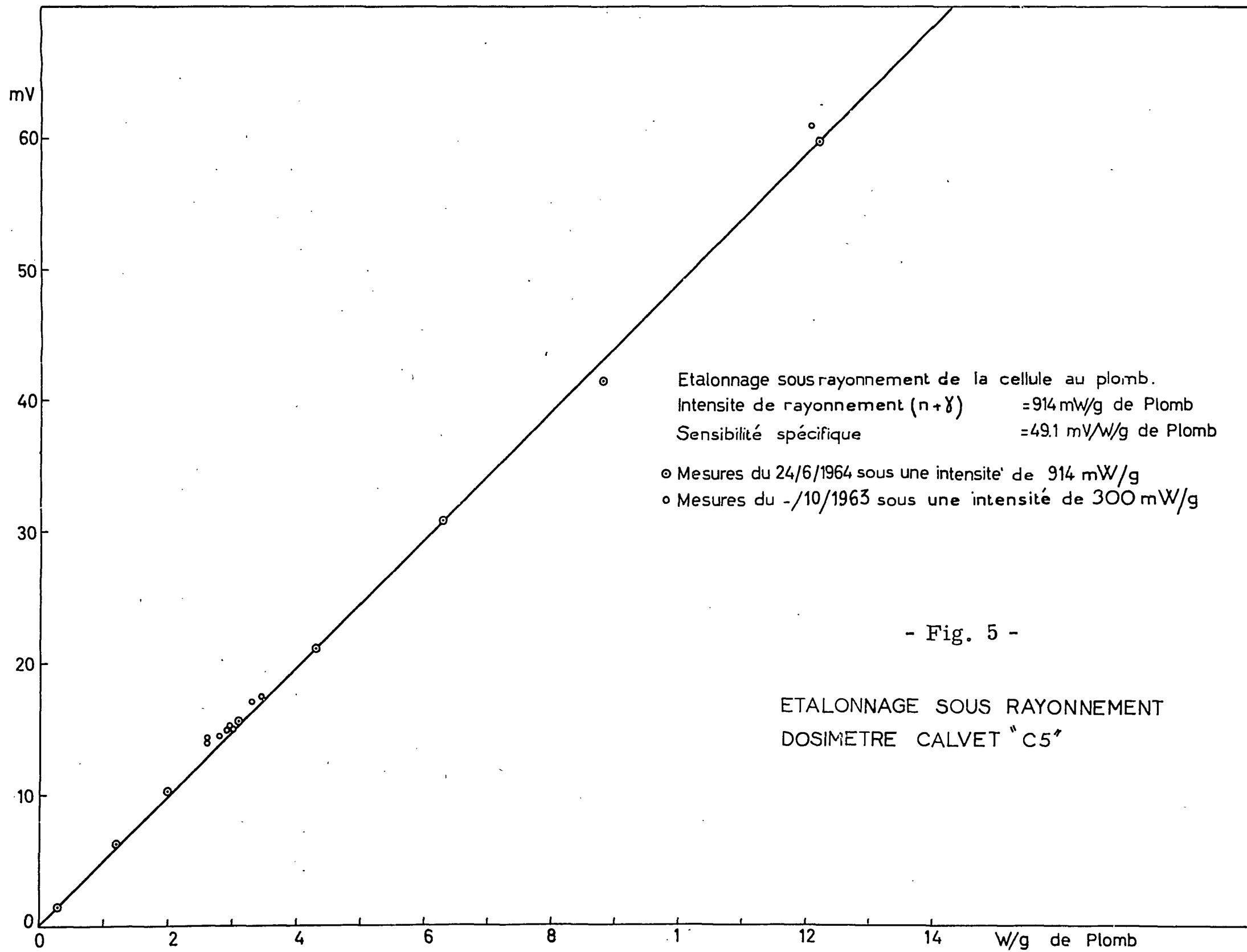


Figure 4 : Dosimètre CALVET C7 - Gammagraphie

Echelle 1 - Longueur de la canne : 2 mètres



- Fig. 5 -

ETALONNAGE SOUS RAYONNEMENT  
DOSIMETRE CALVET "C5"

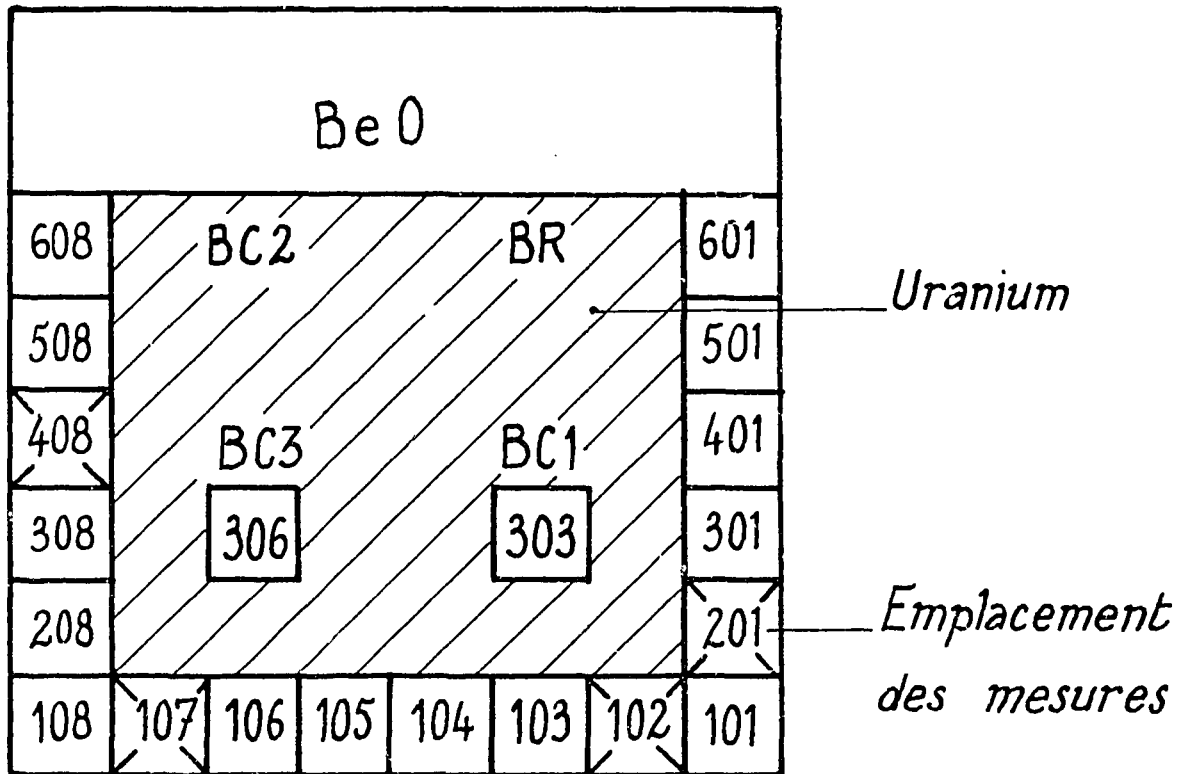
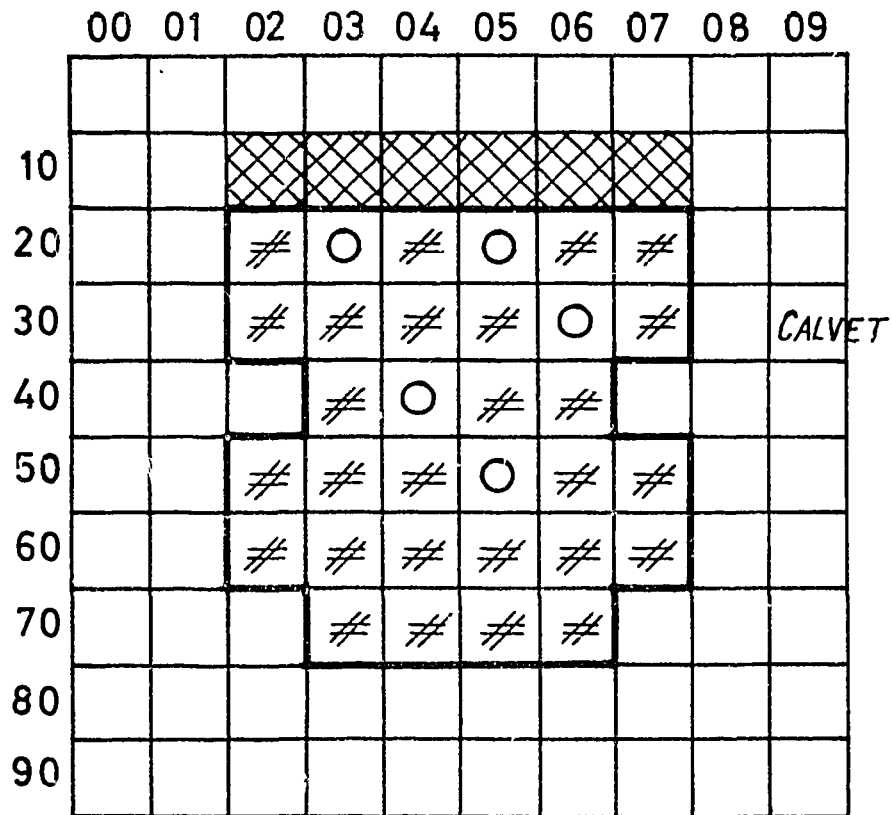


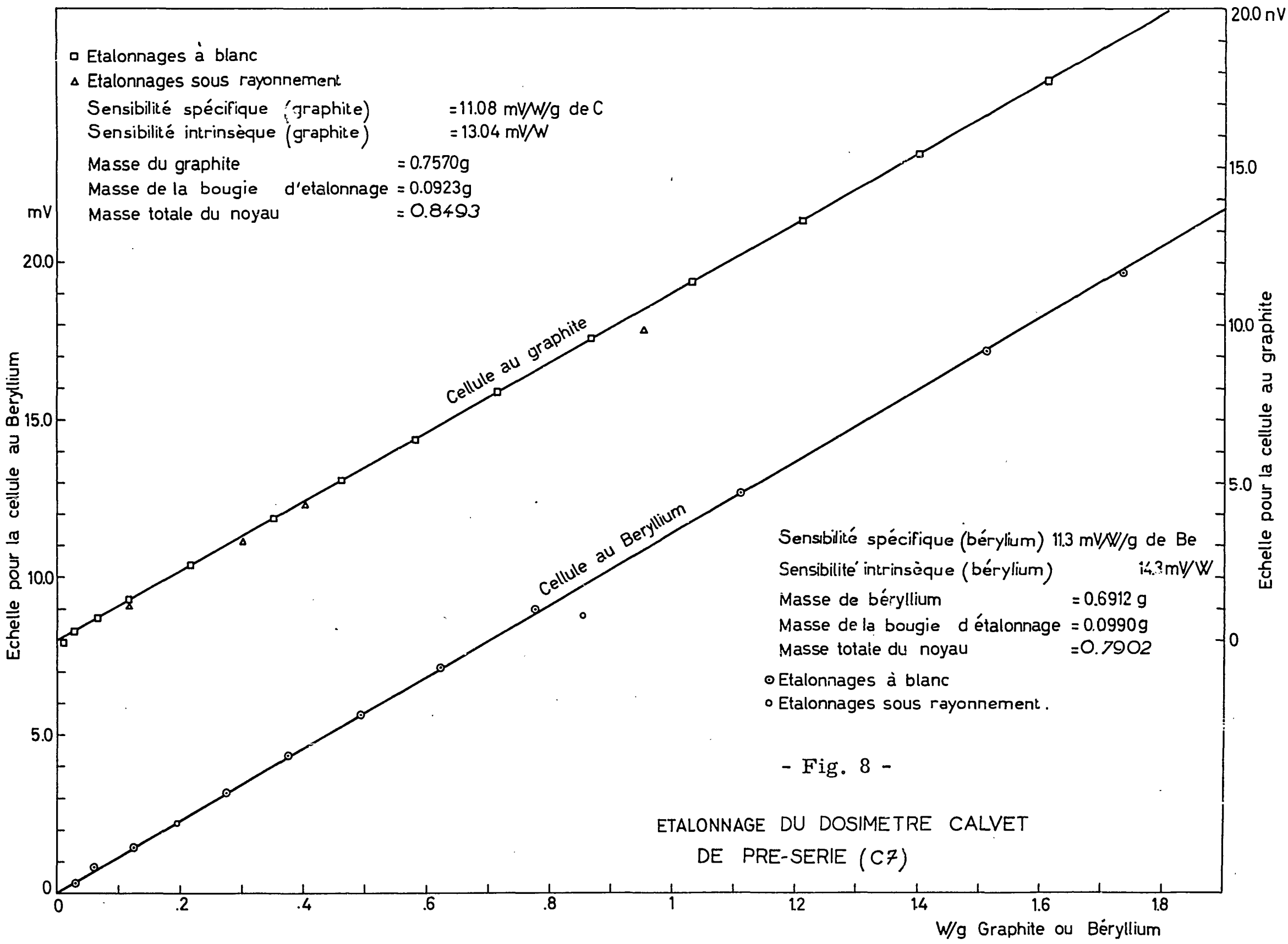
Schéma Coeur TRITON

# Schema coeur Siloé



- # Éléments combustibles 21
- Barres de contrôle 5
- ▣ Be 6
- Trous d'irradiation 62

- Fig. 7 -



- Fig. 8 -

ETALONNAGE DU DOSIMETRE CALVET  
DE PRE-SERIE (C7)



- Fig. 9 -

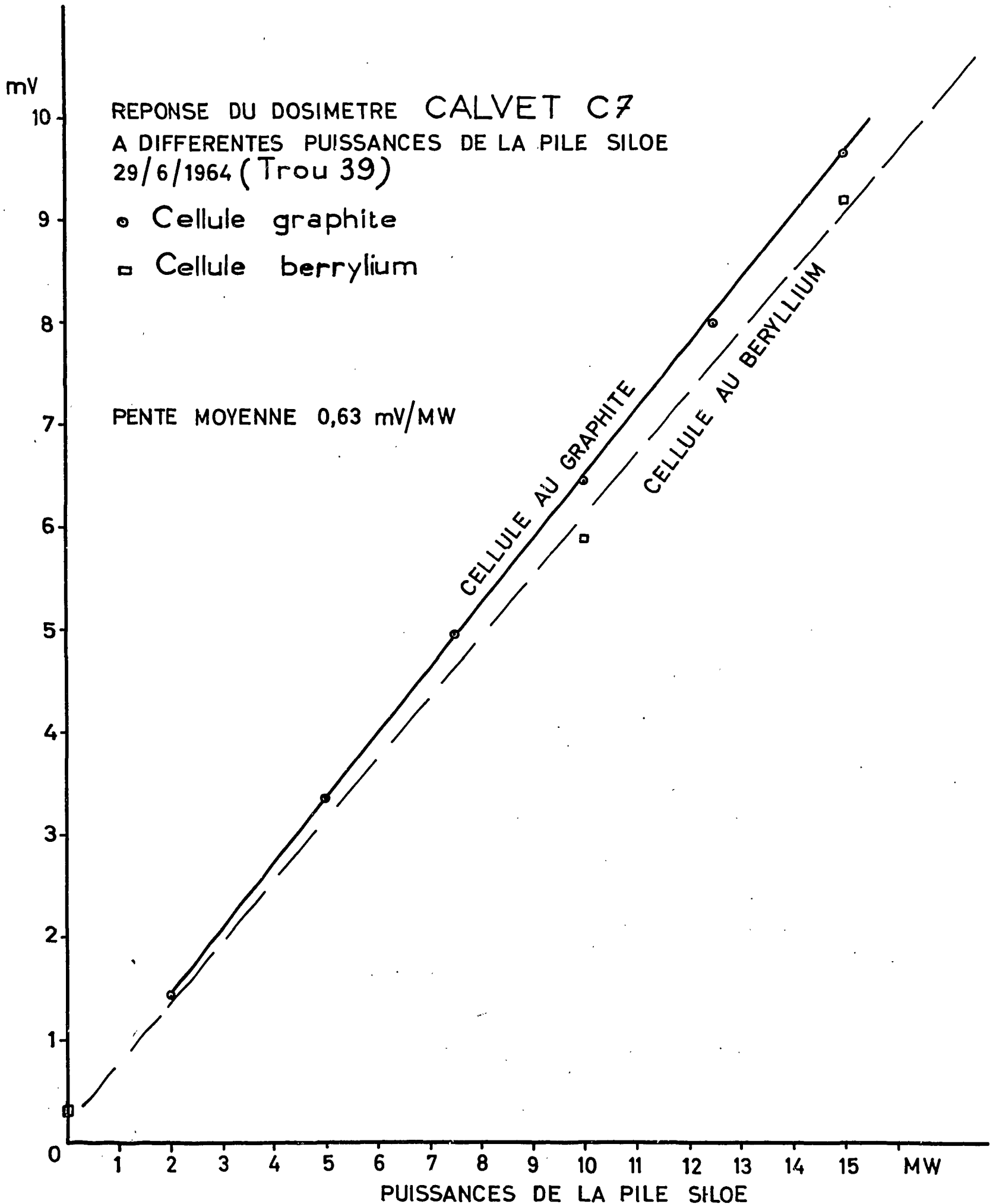
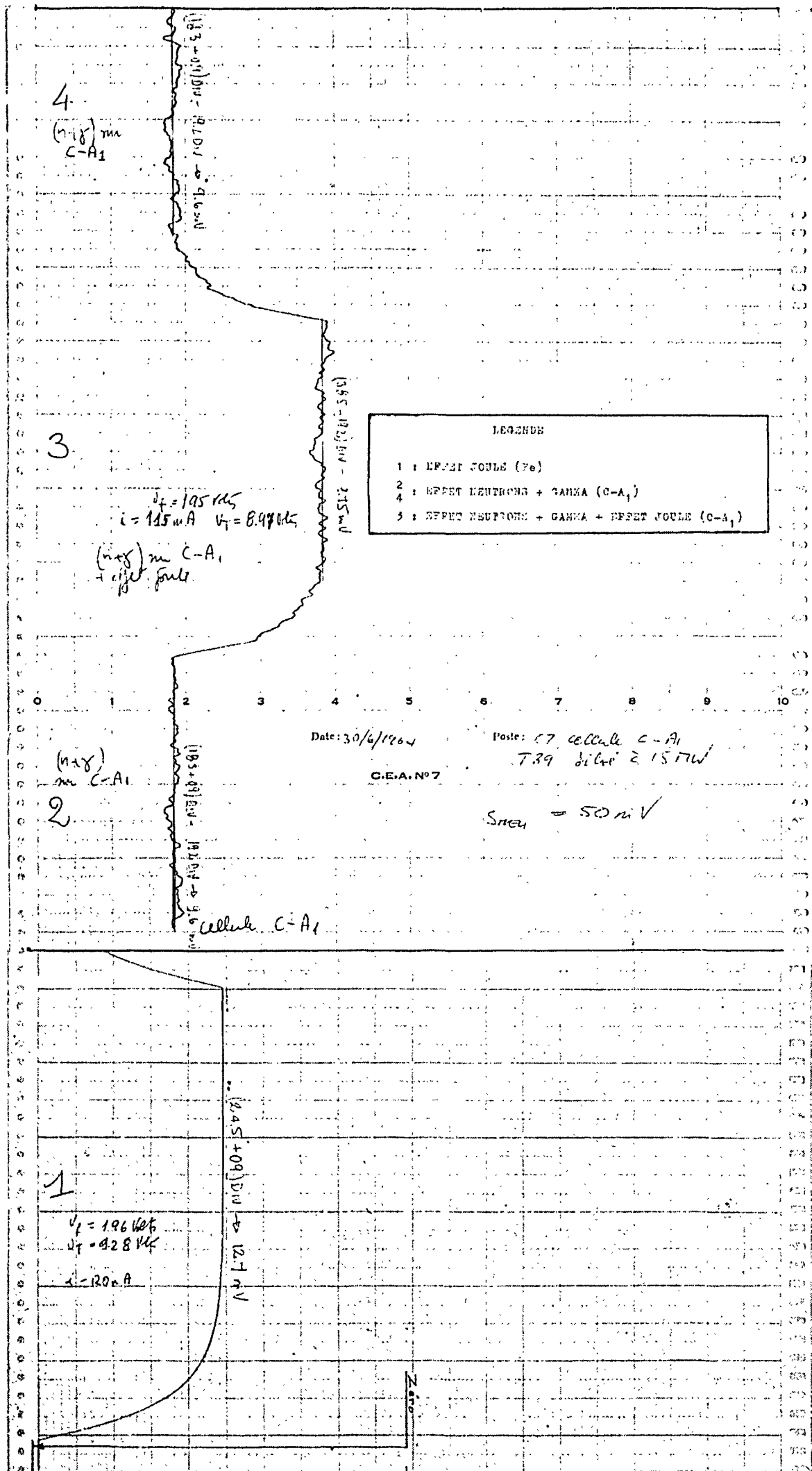


Fig. 10.- Dosimètre CALVET C-7 : Thermogrammes



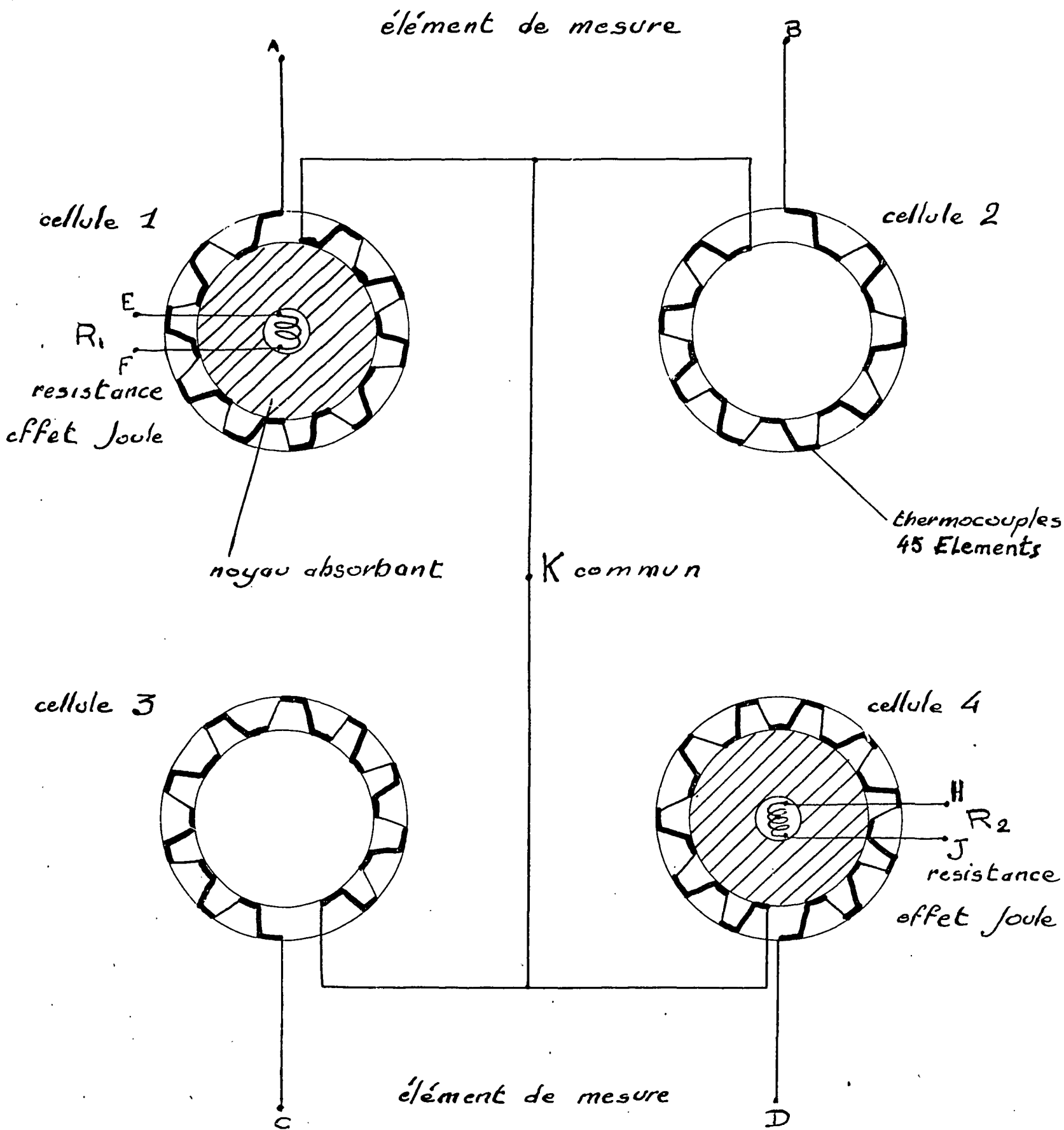


Fig. 11. - Dosimètre CALVET  
Schéma des circuits de mesure et d'étalonnage

**FIN**