

Comportement sous irradiation γ intense des compteurs Geiger-Müller à parois de verre et graphitage externe Daniel Blanc

► To cite this version:

Daniel Blanc. Comportement sous irradiation γ intense des compteurs Geiger-Müller à parois de verre et graphitage externe. Journal de Physique et le Radium, 1955, 16 (8-9), pp.681-687. 10.1051/jphysrad:01955001608-9068100. jpa-00235242

HAL Id: jpa-00235242 https://hal.science/jpa-00235242

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers. L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

COMPORTEMENT SOUS IRRADIATION γ INTENSE DES COMPTEURS GEIGER-MÜLLER A PAROIS DE VERRE ET GRAPHITAGE EXTERNE

Par DANIEL BLANC.

Laboratoire de Physique atomique et moléculaire du Collège de France, Paris.

Sommaire. — La structure des compteurs de Geiger-Müller à parois de verre et graphitage externe les adapte de façon immédiate à des irradiations modérées : toutes les études les concernant ont, jusqu'ici, porté sur des taux de comptage peu élevés. Selon certains auteurs, il serait même impossible de les adapter à des irradiations intenses.

Les expériences décrites ici concernent leur comportement sous des taux de comptage allant jusqu'à $50\ 000\ \text{impulsions/s}$, pour des irradiations γ .

Après avoir mesuré avec précision le volume sensible du compteur, on établit que la variation du seuil de Geiger externe avec le taux de comptage N_0 est donnée par

$$\Delta V_{\rm G} = B N_0 \rho \frac{e}{\pi b} \sqrt{V_{\rm G}^0 - V_{\rm D}},$$

 ρ , résistivité du verre utilisé (Pyrex, Novo, UVK-1, UVK-2); *e*, épaisseur de la paroi de verre; *b*, diamètre interne du cylindre; V_0^0 , seuil de Geiger sous irradiation très faible; V_0 , seuil de démarrage pour un circuit associé de seuil convenablement choisi. Dans cette formule n'apparaît pas la longueur efficace du cylindre. *B* est un paramètre de la forme

$$B=K\operatorname{Log}_{\iota}\frac{b}{a},$$

a étant le diamètre de l'anode. K est indépendant de la nature du constituant polyatomique et de sa pression lorsqu'elle est inférieure à 1,4 cm de mercure (pour le méthylal, tout au moins). On établit expérimentalement la variation de K avec la pression P_{Λ} de l'argon. Pour P_{Λ} supérieur ou égal à 12 cm de mercure,

$$K=\frac{8,37\cdot10^{-12}}{P_{\Lambda}}\cdot$$

Ces résultats sont contrôlés par des expériences identiques faites sur des compteurs du type classique à cathode interne entre le cylindre et la masse desquels est placé un système R-C convenablement choisi.

Ces expériences permettent de mesurer en fonction de la température la résistivité du verre utilisé. On déduit de ce qui précède les principes généraux de fabrication et d'utilisation de tels compteurs destinés à des taux de comptage élevés. En ce qui concerne les remplissages, trois solutions sont possibles : vapeur polyatomique pure; vapeur polyatomique + argon sous pression relativement élevée; vapeur polytatomique + un gaz d'appoint pour lequel K est plus faible que la valeur obtenue pour l'argon. L'hydrogène convient bien.

On décrit enfin une réalisation pratique de compteur pour laquelle ΔV_G ne dépasse pas la longueur du palier sous irradiation faible, tant que N_0 est inférieur ou égal à 2,6.10⁶ impulsions/mn.

Introduction. — R. Maze [1] a décrit un nouveau modèle de compteurs de Geiger-Müller, dont le cylindre est un tube de verre, de résistivité suffisamment faible, recouvert extérieurement d'une couche de graphite. La cathode proprement dite est constituée par la paroi interne du verre, qui se charge aussi uniformément qu'une surface conductrice. Ces compteurs étaient destinés à des recherches sur le rayonnement cosmique; pour des taux de comptage faibles, R. Maze nota leurs qualités : palier d'une longueur et d'une stabilité remarquables, pente très réduite, efficacité normale, absence de décharge continue au-dessus de la zone d'utilisation, absence de décharges parasites résiduelles après retour au potentiel normal, simplicité de construction et de remplissage, d'où prix de revient très modique.

Leur structure les adaptant de façon immédiate à des irradiations modérées, toutes les études les

concernant ont porté, jusqu'ici, sur des taux de comptage peu élevés. Les valeurs maxima, en nombre d'impulsions par minute que l'on peut relever dans la littérature sont : 300 pour R. Maze (1946) [1], 2000 pour D. Blanc (1949) [2], 3 600 pour P. Bassi et E. Beretta (1949) [3], 4 200 pour M. Yasin, R. Ahmed et P. S. Gill (1951) [4], 8 000 pour M. Grenon et R. Viallard (1952) (5], 12 000 pour R. Favre et C. Haenny (1953) [6], 3 000 pour M. Celma, J. A. Garcia-Fite et R. Ségovia-Torres (1953) [7], 1600 pour A. Aron (1953) [8], 9 000 pour S. Michalak, B. Mowczan et A. Zawadzki (1954) [9].

On trouve même répandue l'opinion suivant laquelle de tels compteurs seraient incapables de répondre à des taux de comptage élevés [10].

Sous irradiation intense, le seuil de Geiger augmente rapidement avec le taux de comptage (pour les verres à la soude utilisés en général), en même temps que la zone de proportionnalité limitée s'élargit. Certains auteurs qualifient à tort ce phénomène de « saturation ». Par contre, la stabilité est renforcée, la pente diminue, en même temps que la longueur de palier s'accroît [11]. L'adaptation de tels compteurs à des irradiations intenses constitue donc un problème intéressant.

Pour des taux de comptage modérés, l'apport de charge sur la paroi interne du cylindre de verre est faible au seuil de Geiger où les impulsions sont de petite taille. Par contre, le circuit résistancecapacité auquel équivaut la coque de verre [12] intervient lorsque le nombre d'impulsions par unité de temps augmente : le potentiel de la paroi interne du verre s'élève, il en résulte que le seuil de Geiger externe est repoussé vers les hautes tensions.

La définition de V_{i} utilisée ici est celle donnée par S. A. Korff [10] : V_{i} est la tension pour laquelle la décharge commence à se propager sur la longueur totale du fil, la taille de l'impulsion produite ne dépendant alors plus du nombre d'ions initiaux formé. V_{i} est la base de la région linéaire du palier, et peut ainsi être déterminé graphiquement, cette valeur étant contrôlable par l'étude des impulsions à l'oscillographe cathodique.

Dispositif expérimental. — 1. COMPTEURS UTI-LISÉS (*fig.* 1). Ils sont du modèle décrit par MacKnight et Chasson [13]. Le cylindre de verre est recouvert extérieurement d'Aquadag. L'anode ne comporte pas de ressort terminal, la tension voulue étant obtenue par étirage du verre. Les zones à isoler sont recouvertes d'un vernis à base d'amiante, qui élimine toute conductibilité de surface et résiste à d'importantes variations de température. Les épaisseurs de paroi utilisées vont de 0,15 à 1,25 mm.



2. QUALITÉS DE VERRE UTILISÉES. — Pyrex, « Novo » (verreries de Choisy-le-Roi), UVK-1 et UVK-2 (verreries de Bagneaux). Le tableau I résume leurs caractéristiques. R_1 et C_1 sont la résistance et la capacité d'un cylindre de verre de 2 cm de diamètre intérieur, 1 mm d'épaisseur et 1 cm de longueur. La constante de temps du circuit auquel équivaut la paroi de verre est

$$\theta_1 = 0.088.10^{-12}$$
 sc.

| Γ | ABLEAU | I | • |
|---|---------------|---|---|
|---|---------------|---|---|

| Туре de verre | Lonstante diélectrique (u e s) | Resistivite σ 20° C (ω- c m) | Coefficient de dilat. x | R ₁ a 20° C (ω) | (」 a 20°C (pF). | θ ₁ at 20° ((s) |
|------------------|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Pyrex | . 1,83 | 1010 | $\alpha; \frac{7}{1} = 36$. 10 ⁻⁷ | 1,45.101 | ×9,36 | 405 |
| Novo | . 6 | 5,46.1011 | $\alpha_0^{00} = 96, 6.10^{-7}$ | 7,90.109 | 36, 47 | 0, 29 |
| UVK-2 | . 6 | 2.1011 | $\alpha_0^{00} = 98, 10^{-7}$ | 2,89.109 | 36, 17 | 0,11 |
| UVK-1 | . 6 | 7,05.1010 | $\alpha_0^{+0.0} = 109$. 10^{-7} | 1,09.109 | 36,47 | 0,037 |

Elle ne dépend pas des dimensions du compteur [14].

Les sorties anodiques des compteurs Pyrex sont des tiges de tungstène de 0,5 mm de diamètre. Pour le verre « Novo », j'utilise le copperclad, qui se soude directement à ce verre. Dans le cas de l'UVK-1 et de l'UVK-2, les sorties restent en copperclad, mais les extrémités du compteur sont en verre « Novo », qui se soude directement à l'UVK-1 et l'UVK-2.

3. REMPLISSAGES. — Les compteurs sont pompés pendant plusieurs heures sous une pression voisine de 0,1 μ de mercure, sans étuvage susceptible d'avoir un effet néfaste sur la qualité du palier, et surtout sur la définition exacte du seuil de Geiger [1], [15]. L'argon utilisé est spectroscopiquement pur, le méthylal redistillé, l'éthanol distillé et déshydraté sous vide.

4. DISPOSITIF DE COMPTAGE (fig. 2). — Une alimentation haute tension stabilisée à 1 pour 1000

fournit la tension positive de l'anode. La résistance de charge est de $_2$ M Ω . La précision de lecture de la



Fig. 2. — Dispositif de comptage.

tension est de 5 V. Les impulsions négatives recueillies sur le fil passent à travers une capacité de 50 pF dans un préamplificateur de gain égal à 100; ceci permet d'utiliser des câbles de liaison assez longs pour que les mesures soient faites dans une zone non contaminée par les sources radioactives utilisées.

L'entrée du bloc de comptage proprement dit est constituée par un discriminateur du type Schmitt [16], permettant la réalisation d'un seuil variable. Un oscillographe cathodique permet de mesurer le seuil du circuit et de contrôler la valeur exacte du seuil de Geiger.

A la sortie du discriminateur, les impulsions passent dans un circuit normalisateur, puis dans une décade rapide (temps de résolution de 0,6 μ s) suivie elle-même d'une décade de 5 μ s, puis de deux décades de 25 μ s. Le numéroteur électromagnétique totalisateur possède une vitesse limite et le taux de comptage maximum mesurable sans perte est de 50 000 impulsions/s. Un intégrateur de contrôle, de cadence maximum identique, est placé en parallèle.

Une tension de seuil beaucoup plus élevée est obtenue en connectant le compteur sur un circuit échelle à seuil constant de 20 V, formé de trois décades (résolution de 5μ s) et d'un numéroteur limitant la cadence de comptage à 5 000 impulsions/s. Des câbles de jonction de longueur variable permettent de réaliser des seuils supérieurs ou égaux à 20 V.

Rayonnement utilisé. — L'épaisseur minimum de paroi réalisée est de l'ordre de 50 mg/cm^2 . Il est donc impossible de détecter des α . Par contre, les β d'énergie supérieure à 0,2 MeV environ sont détectables [17]. Je me suis cependant limité à l'utilisation de sources γ : ce sont les électrons secondaires créées par ces rayons γ qui déclenchent l'impulsion, et les effets d'une irradiation γ sont donc analogues à ceux d'un rayonnement β .

J'ai utilisé des sources de césium 134 (0,568, 0,602 et 0,794 MeV), de cobalt 60 (1,17 et 1,33 meV) et de radium (spectre complexe et étalé). Dans tous les cas, les phénomènes observés ont été les mêmes : je ne préciserai donc pas, dans ce qui suit, la nature de la source utilisée.

Mesure précise du volume sensible du compteur. — Il est, dans cette étude, nécessaire de connaître avec précision la longueur efficace L du cylindre. Les deux extrémités graphitées AB et EF (fig. 1) portées au potentiel du fil, suppriment le champ électrique dans les régions terminales où des impulsions parasites sont à craindre. En première approximation, CD définit L [18]. Cependant, les zones isolées BC et DE introduisent une distorsion importante des lignes de force du champ électrique, le potentiel électrique, nul en D devenant égal à V en E. Pour les verres Pyrex et Novo, cette zone isolée peut être très réduite et, pour un compteur assez long, L coïncide pratiquement avec CD [18]. Mais la conductivité de l'UVK-1 nécessite une longueur isolée plus grande : l'effet risque de ne plus être négligeable.

Pour mesurer L, j'ai utilisé des compteurs à cathode multiple du modèle représenté dans la figure 3, chaque section graphitée fonctionnant séparément si toutes les autres sont placées à la tension du fil. Ce dispositif équivaut à une série de compteurs de même diamètre, de remplissages



Fig. 3. — Schéma d'un compteur à cathode multiple.

identiques, donc de même efficacité, mais de longueur variable. Le compteur étant placé dans un flux radioactif uniforme, le taux de comptage porté en fonction de la longueur graphitée L_{ι} varie linéairement, et possède une certaine ordonnée à l'origine (fig. 4). L'intersection de la droite avec l'axe des



Fig. 4. — Taux de comptage en fonction de la longueur graphitée L_i .

abscisses donne la valeur exacte de L. Soit L_i la longueur totale de cylindre isolée de part et d'autre de L_c . Quelle que soit la nature du verre, pour des diamètres internes b variant de 0,5 à 3 cm,

$$L = L_c + 0, ^{9}L_t.$$

Cette relation étant valable pour le seuil de Geiger et établie pour L_i inférieur ou égal à 4 cm.

Une publication récente de A. M. Baptista et al. [19] confirme qualitativement l'influence de L_{ι} sur la valeur de L.

Charge \bar{q} par impulsion dans la région de proportionnalité limitée. — Sur l'écran d'un oscillographe cathodique à balayage déclenché (sensibilité de 5/1000^e V), sont comptées et mesurées les impulsions correspondant à une tension de fonctionnement inférieure à $V_{\rm G}$. La charge moyenne \bar{q} par impulsion détectable (on néglige ainsi les impulsions de taille inférieure à 0,005 V) a, comme je l'ai déjà signalé [20] en fonction de V la variation donnée par la figure 5. Si la charge $q_{\rm D}$ correspondant au seuil du circuit associé est faible, la partie de courbe située au-dessus de cette valeur est assimilable à une parabole d'axe OV et de sommet $V_{\rm D}$, tension pour laquelle le circuit commence à enregistrer



Fig. 5. — Variation de \overline{q} avec la tension V (échelle arbitraire).

des comptages. D'autre part, l'expérience montre que \overline{q} est proportionnelle à L

$$\overline{q} = BL\sqrt{V-V_{\rm D}},$$

B étant un paramètre dépendant du remplissage, du diamètre a du fil et du diamètre interne du cylindre b. En particulier, pour le seuil V_{i} ,

$$q = BL \sqrt{V_{\rm G} - V_{\rm D}}.$$
 (1)

Influence sur la valeur externe du seuil de Geiger. — Pour un taux de comptage de N impulsions/s, la paroi interne du verre reçoit par seconde la charge Nq. Si I(t) est l'intensité du courant traversant la résistance R_1 , le potentiel v de la paroi interne est donné, en fonction du temps, par l'équation

$$v + \theta_1 \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = R_1 I(t).$$

Si la constante de temps $\theta_1 = R_1 C_1$ est grande devant la durée d'une impulsion et devant l'intervalle moyen séparant deux impulsions successives, cette équation prend la forme simple

$$v = N\overline{q} R_1. \tag{2}$$

Pour un compteur à parois de verre et graphitage externe, la valeur de V_{i} à introduire dans l'équation (1) est celle mesurée sous une irradiation faible, pour laquelle v est négligeable. Soit V_{α}^{0} cette valeur. Pour N_{0} impulsions/s au seuil de Geiger, l'augmentation extérieure du seuil est, d'après (2),

$$\Delta V_{\rm G} = B N_0 R_1 L \sqrt{V_{\rm G}^0 - V_{\rm D}}.$$

Si e est l'épaisseur de la paroi de verre,

$$\Delta V_{\rm G} = B N_0 \rho \frac{e}{\pi b} \sqrt{V_{\rm G}^0 - V_{\rm D}}.$$
(3)

Choix du seuil du circuit associé. — Pour que (3) puisse être vérifié expérimentalement, $q_{\rm b}$ doit couper la courbe $\bar{q} = f(V)$ dans sa région pratiquement verticale : $V_{\rm b}$ sera ainsi défini avec une précision satisfaisante, et V_6 ne sera pas influencé par la valeur du seuil.

1° Le discriminateur permet de faire de nombreuses expériences, sur des compteurs de géométrie et de remplissage variés. Dans tous les cas, V_D est constant, à 5 V près, pour des valeurs de seuil comprises entre 0,01 et 0,07 V.

 2° Il en est de même pour V_{6} si le seuil du circuit est inférieur à 0, 2 V.

Ces résultats sont valables pour toute la gamme de remplissages étudiés plus loin, et les valeurs correspondant à des remplissages classiques sont plus élevées.

Détermination expérimentale de *B.* — Les mesures ont été faites à la température ambiante, où la résistivité du Pyrex est trop élevée pour rendre possibles des mesures de variation de seuil. L'étude qui suit a été faite à l'aide de compteurs « Novo », UVK-1 et UVK2.

1. REMPLISSAGE STANDARD. — Méthylal sous la pression de 1 cm de mercure + argon sous la pression de 8,5 cm de mercure. La température était de $20 \pm 1^{\circ}$ C. Les expériences ont porté sur des ensembles de six compteurs, de forme identique remplis simultanément. L'équation (3) se vérifie tant que le taux de comptage est inférieur à une certaine valeur $N_{\rm R}$. Au-dessus, la variation est plus lente et le seuil extérieur tend vers une valeur limite. $N_{\rm R}$ permet de mesurer le temps de restitution du compteur pour le seuil de Geiger [21]. Il convient de noter que, dans beaucoup d'applications pratiques, le détecteur est utilisé dans la région linéaire, et que $N_{\rm R}$ correspond à une irradiation γ assez forte.

De la droite donnant V_G en fonction de N_0 se déduit *B*. *B* est de la forme

$$B = h \operatorname{Log}_{e} \frac{b}{a}, \qquad (4)$$

K ne dépendant que du remplissage utilisé. Pour ce remplissage

$$K = 1, 10.10^{-12}.$$

Les mesures ont porté sur des valeurs de $\frac{b}{a}$ allant de 80 à 320, zone donnant les détecteurs de qualités optima, comme l'ont montré Craggs, Bosley et Jaffe [22], ainsi que M. Chaudhri et Fenton [23].

2. VÉRIFICATION A L'AIDE DE COMPTEURS A CATHODE INTERNE. — J'ai utilisé une série de compteurs de la « 20th Century Electronics » [24] remplis d'argon sous la pression de 9 cm de mercure et de vapeur polyatomique (éthanol ou formiate d'éthyle) sous la pression de 1 cm de mercure. Entre le cylindre et la masse est intercalé un système résistance-capacité, procédé également utilisé par A. Aron [8] en vue d'autres applications. Les effets observés sont identiques à ceux obtenus plus haut, ce qui confirme que le phénomène est dû uniquement à l'existence de la résistance et de la capacité de la paroi de verre.

Les mesures établissent que :

1º B est bien de la forme donnée par l'équation (4);

 2° K ne dépend pas de la nature de la vapeur polyatomique utilisée.

3. VARIATION DE K AVEC LA PRESSION P_{Λ} DE L'ARGON. — Les remplissages étaient constitués d'éthanol sous une pression voisine de 1 cm de mercure et d'argon sous des pressions allant de 1,1 à 39,4 cm de mercure. La figure 6 donne la variation de K en fonction de P_{Λ} .



Fig. 6. — Variation du paramètre K avec la pression de l'argon.

K tend vers zéro en même temps que P_{Λ} , ce qui uggère l'utilisation de remplissages à vapeur pure, si l'on désire limiter au maximum la variation du seuil avec N_0 , et confirme des mesures effectuées antérieurement [25].

Pour P_{Λ} supérieure ou égale à 12 cm de mercure, K est inversement proportionnel à P_{Λ} . La pression étant mesurée en centimètres de mercure,

$$K = \frac{8, 37.10^{-12}}{P_{\rm A}}.$$

L'hyperbole ainsi obtenue est représentée en pointillé sur la figure 6.

4. VARIATION DE K AVEC LA PRESSION P_{u} DU CONSTITUANT POLYATOMIQUE. — a. Une première série d'expériences a porté sur 15 compteurs placés

simultanément sur la rampe de pompage. L'argon est d'abord introduit sous la pression de 3,5 cm de mercure qui correspond au maximum de la courbe $K = f(P_A)$, puis le méthylal sous des pressions allant de 0,4 à 4,8 cm de mercure.

La figure $_7$ donne les valeurs de K. K s'écarte nettement de la valeur prévue, pour une pression



du méthylal ($P_A = 3,5$ cm de Hg).

supérieure à 1,4 cm de mercure et tend rapidement vers zéro, ce qui confirme l'intérêt des compteurs à méthylal pur.

b. Dans une seconde série de mesures, le méthylal est introduit le premier, sous pression constante, puis l'argon sous des pressions croissantes allant de 3,5 à 20 cm de mercure. Pour $P_{\rm M} = 2$ cm de mercure, les résultats sont les suivants :

| P _A cm IIg | Valeur obtenue pour <i>K</i> . | Pourcentage de la valeur prévue, selon la figure 6 (pour 100). |
|-----------------------|-----------------------------------|---|
| 3,2 | 0,88.10-12 | 5 5 |
| 8,0 | 0,60 | 50,2 |
| 15,8 | 0,28 | 52, 2 |

Le pourcentage par rapport à la valeur prévue est sensiblement constant. Cette zone de remplissages, transition entre les remplissages classiques et ceux à vapeur pure ne présente pas de grand intérêt pratique.

Application à la mesure de la résistivité du verre en fonction de la température. — Les expériences ont porté sur le Pyrex et le Novo, pour des températures supérieures à 20° C. Les compteurs sont placés dans une étuve à résistances électriques. Un thermostat fixe la température à 0°,5 près. 1. VERRE « PYREX ». — Sa résistivité à 20° C ($10^{15}\Omega$ -cm environ) rend toute mesure impossible, V_{4} , variant trop rapidement avec N_{0} . A 30° C, cette variation reste rapide, mais les paliers obtenus sont longs et de pentes très faibles. La figure 8 représente



Fig. 8. — Palier, a 30° C, d'un compteur en verre Pyrex (a = 0.1 mm, b = 0.98 cm, e = 0.18 mm, L = 2.9 cm).

le palier correspondant à $N_0 = 3$ impulsions/s, pour le remplissage standard et un compteur de : a = 0,1 mm, b = 0,98 cm, e = 0,18 mm, L = 2,9 cm. Le palier, long de 800 V, présente une pente de 0,7 pour 100 par 100 V (à 30° C). Pour un taux de comptage plus grand, la longueur de palier dépasse rapidement 1000 V. Les résultats obtenus par Yasin, Ahmed et Gill [4] sont ainsi expliqués. La variation de la résistivité avec la température, déduite des valeurs de L et de $\Delta V_0 = f(N_0)$ est donnée dans la figure 9.



Fig. 9. — Variation avec la température de la résistivité du verre utilisé : (1), Pyrex; (2), Novo.

2. VERRE « NOVO ». — Les mesures sont impossibles au-dessus de 45° C, la variation de V_0 avec N_0

devenant trop faible. Comme le montre la figure 9, l'accord avec les valeurs données par le fabricant est excellent.

Ces mesures constituent un contrôle des résultats donnés plus haut.

Conclusion. — Des expériences qui précèdent se déduisent les directives concernant la fabrication et l'utilisation de compteurs à graphitage externe destinés à des taux de comptage élevés.

a. CIRCUITS DE COMPTAGE. — Pour tirer le parti maximum du compteur dans la région linéaire de variation de $V_{i,.}$ le seuil doit être inférieur à 0,2V. Lorsque l'intervalle de temps séparant deux impulsions successives est inférieur au temps de restitution, la taille des impulsions est plus faible, et il sera avantageux d'utiliser un seuil plus faible (quelques centièmes de volt), facile à realiser par l'introduction d'un préamplificateur simple.

b. CONSTRUCTION MÉCANIQUE. — L'utilisation de verre UVK-1 améliore beaucoup les performances. D'autre part, il est facile d'obtenir des épaisseurs de paroi de 0,15 à 0,25 mm par étirage. Le rapport $\frac{b}{a}$ doit être aussi petit que possible : des valeurs de l'ordre de 80 sont suffisantes pour assurer au compteur des caractéristiques satisfaisantes. Il convient d'éviter une valeur trop grande pour L : on pourra, par exemple, utiliser L = 3 b.

c. Remplissages. — Trois solutions sont possibles :

¹⁰ Vapeur polyatomique pure. Une étude expérimentale a été consacrée à cette question [25].



Fig. 10. $\Delta V_6 = f(N_0)$ pour un compteur UVK-1 (e = 0.25 mm, a = 0.1 mm, b = 1.075 cm, L = 3 cm). (1) Méthylal 1 cm de Hg, Argon 8.5 cm de Hg. (2) Méthylal 1 cm de Hg, Argon 32.5 cm de Hg.

2º Méthylal + argon sous une pression aussi grande que possible. P_{Λ} doit être inférieure à 40 cm de mercure environ, les seuils de comptage étant, au-dessus de cette valeur, trop élevés. D'autre part, la faible valeur de la charge par impulsion nécessite un seuil de circuit assez faible.

 3° Remplissages pour lesquels K est plus faible que pour l'argon. C'est, en particulier, le cas des remplissages méthylal-hydrogène, dont j'ai déjà eu l'occasion de signaler l'intérêt [26].

d. Exemple de réalisation pratique. L'exemple donné ici concerne un compteur UVK-1 de e = 0.25 mm, b = 1.075 cm, a = 0.1 mm, L = 3 cm La longueur de palier pour le fond cosmique est de 250 V.

La courbe (1) de la figure 10 correspond à un remplissage classique : méthylal sous la pression de 1 cm de mer cure et argon sous la pression de 8,5 cm de mercure. ΔV_6 ne dépasse pas 250 V tant que le taux de comptage reste inférieur à 106 impulsions/mn.

La courbe (2) de la figure 10 correspond, pour ce même compteur, à un remplissage de méthylal (1 cm de mercure) et d'argon (22,5 cm de mercure). ΔV_6 ne dépasse pas 250 V tant que le taux de comptage reste inférieur à 2,6.10⁶ impulsions/mn. Dans la zone linéaire d'utilisation courante au-dessous de $N_{\rm B}$, la variation de $V_{\rm tr}$ est négligeable (35 V pour $N_{\rm B}$). Malgré un seuil assez élevé (1400 V), un tel remplissage constitue une solution intéressante.

Je veux exprimer ma gratitude à M. le Professeur F. Perrin pour la bienveillance avec laquelle il a suivi ce travail, ainsi qu'à M. l'Ingénieur en Chef P. Chanson, pour l'intérêt constant qu'il a pris à la réalisation des expériences.

Je remercie M. R. Viste pour sa précieuse collaboration technique.

Manuscrit reçu le 27 avril 1955.

BIBLIOGRAPHIE.

- [1] MAZE R. J. Physique Rad., 1946, 7, 164.
- [2] BLANC D. J. Physique Rad., 1949, 10, 411.
- [3] BASSI P. et BERETTA E. Nuovo Cimento, 1949, 6, 585. [4] YASIN M., AHMED R. et GILL P. S. - Nature, 1951, 167, 647; Indian J. Phys., 1951, 25, 182.
- [5] GRENON M. et VIALLARD R. J. Chim. Phys., 1952, **49**, 623.
- [6] FAVRE R. et HAENNY C. Helv. Phys. Acta, 1953, **26,** 53.
- [7] CELMA M., GARCIA-FITE J. A. et SEGOVIA-TORRES R. Ann. Real Soc. Esp. Fis. Quim., 1953, 49 (A), 7.
- [8] ARON A. Z. Physik, 1953, 134, 622.
- [9] MICHALAK S., MOWCZAN B. et ZAWADSKI A. Acta Phys. Polonica, 1954, 13, 145.
- [10] KORFF S. A. Electron and Nuclear Counters, Theory and Use. D. Van Nostrand, New-York, seconde édition 1955, p. 175.
- [11] BLANC D. J. Physique Rad., 1954, 15, 693.
 [12] BLANC D. J. Physique Rad., 1953, 14, 260.
- [13] MAC-KNIGHT M. L. et CHASSON R. L. Rev. Sc. Instr., 1951, 22, 700.

- [14] COCKROFI A. L. et VALENFINL J. M. J. Sc. Instr., 1950, 27, 262.
- [15] GRENON M. C. R. Acad. Sc., 1953, 236, 1772.
- [16] VAN RENNES A. B. Nucleonics, 1957, 7, 20.
- [17] CURRAN S. C. et CRAGGS J. D. -- Counting tubes. Butterworths Sc. Publications, Londres, 1949, p. 21.
- [18] BLANC D. et SCHERER M. C. R. Acad. Sc., 1949, 228. 2018.
- [19] BAPTISTA A. M., CORDEIRO R. H. et GALVAO J. P. -Rev. Fac. Ciencias Lisboa, 1955, 4-B, 5.
- [20] BLANC D. C. R. Acad. Sc., 1954, 239, 16-1.
- [21] BLANC D. Nuovo Cimento, 1955, 3, 504.
- [22] CRAGGS J. D., BOSLEY W. et JAFFE A. A. J. Sc. Instr., 1948, 25, 67.
- [23] CHAUDHRI M. et FENTON A. G. Proc. Phys. Soc., 1948, **60**-A, 183.
- [24] BALAAM N. B. Electr. Eng., 1952, 12, 558.
- [25] BLANC D. Nuovo Cimento, 1954, 11, 231.
- [26] BLANC D. J. Physique Rad., 1952, 13, 588.