



HAL
open science

Sur la variation du bruit de fond d'un photomultiplicateur RCA 931 A avec le potentiel de l'enveloppe en verre

Christopher M. Taylor

► **To cite this version:**

Christopher M. Taylor. Sur la variation du bruit de fond d'un photomultiplicateur RCA 931 A avec le potentiel de l'enveloppe en verre. *Journal de Physique et le Radium*, 1949, 10 (7-9), pp.255-256. 10.1051/jphysrad:01949001007-9025500 . jpa-00234181

HAL Id: jpa-00234181

<https://hal.science/jpa-00234181>

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.

SUR LA VARIATION DU BRUIT DE FOND D'UN PHOTOMULTIPLICATEUR RCA 931 A AVEC LE POTENTIEL DE L'ENVELOPPE EN VERRE

Par M. CHRISTOPHER TAYLOR.

Commissariat à l'Énergie Atomique, Fort de Chatillon, Service des constructions électriques.

Sommaire. — On montre que le bruit de fond du photomultiplicateur RCA 931 A dépend du potentiel de son enveloppe en verre. En effet, le bruit est multiplié par un facteur de dix environ quand le potentiel de l'enveloppe diffère de celui de la photocathode de -500 V ou de $+1000$ V. Une théorie du phénomène est proposée.

Pour les applications exigeant un bruit de fond réduit, par exemple le comptage de particules par scintillations, il faut maintenir le verre au potentiel de la photocathode.

Le photomultiplicateur RCA 931 A peut être utilisé pour déceler les scintillations excitées dans un écran convenable bombardé par des particules à détecter ⁽¹⁾. Ces impulsions lumineuses étant très faibles, il est important que le bruit de fond du multiplicateur soit le plus réduit possible. Différents expérimentateurs ont noté une augmentation du bruit de fond quand on touche l'enveloppe en verre d'un photomultiplicateur monté avec sa cathode négative par rapport à la masse [⁽¹⁾, p. 750].

de réception. Le tube est normalement connecté comme le montre la figure 1, la tension entre chaque électrode de multiplication (dynode) étant de 100 V et la cathode étant à -1000 V par rapport à la masse.

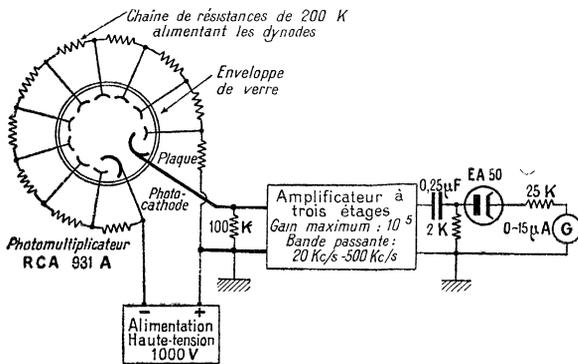


Fig. 1.

Nous avons étudié l'origine de ce phénomène et nous avons trouvé qu'il est causé par des scintillations sur la surface intérieure de l'enveloppe.

Le tube RCA 931 A comporte neuf étages de multiplication, ayant un gain total de 10^6 . Le système des électrodes est monté dans une enveloppe cylindrique en verre d'environ 5 cm de longueur, les onze électrodes sont reliées aux broches individuelles montées sur un culot en matière plastique.

L'ensemble général ressemble à celui d'une lampe

⁽¹⁾ MARSHALL, COLTMAN and BENNETT, *Rev. Sci. Inst.*, 1948, **19**, p. 744-770.

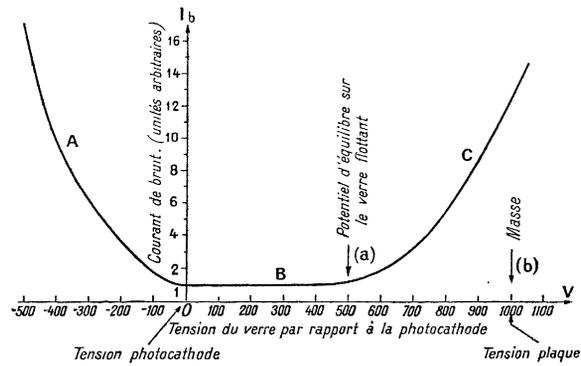


Fig. 2.

Pour faire des mesures comparatives de bruit, nous nous sommes servis du montage de la figure 1. Après amplification, le courant de bruit est redressé par une diode et mesuré avec le galvanomètre G. Le courant ainsi mesuré, I_b , constitue une mesure du bruit de fond suffisante pour des études comparatives.

Pour mesurer le potentiel de l'enveloppe dans des conditions normales d'utilisation, nous avons entouré le multiplicateur d'un anneau métallique à la jonction du verre et du culot. Le courant sur la surface du verre suffit pour charger un voltmètre électrostatique relié à cet anneau en moins d'une seconde : on constate que le verre prend un potentiel intermédiaire entre ceux de la plaque et de la cathode. Cet état d'équilibre propre est indiqué par une flèche (a) sur la figure 2. Quand on touche le verre, il se trouve relié à la masse par une résistance rela-

tivement faible et son potentiel monte jusqu'à celui de la masse.

Nous avons fait varier le potentiel du verre, en appliquant entre la cathode et l'anneau une tension V réglable entre -500 V et $+1000$ V. Avec ce dispositif, nous avons mesuré le courant I_b pour plusieurs valeurs de la tension V . On trouve, pour chaque photomultiplicateur, une courbe de la forme représentée sur la figure 2 ⁽²⁾.

Nous avons supposé d'abord que l'augmentation de bruit observée provenait, soit d'une variation du gain du multiplicateur, soit de courants de fuite entre broches :

1° Quand on touche l'enveloppe, la redistribution de charges résultante pourrait faire varier la concentration du faisceau électronique, ce qui ferait varier son gain. Nous avons donc éclairé la photocathode avec une source lumineuse faible et mesuré le courant plaque du multiplicateur pour quelques valeurs de V . Nous avons trouvé que le gain restait constant dans toute la région qui nous intéresse.

2° L'augmentation du potentiel du verre pourrait changer les courants de fuite entre les broches du culot, de telle sorte que le courant qui arrive à la broche de la plaque en soit augmenté. Nous avons observé, qu'en rendant les premières dynodes plus négatives que la cathode, les courants de bruit des trois régions A, B et C de la figure 2 sont supprimés. Par conséquent, le bruit existe déjà comme courant d'émission de la photocathode.

Nous avons finalement supposé que le bruit C serait dû à une fluorescence du verre, dont le mécanisme serait le suivant : les électrons libérés par la photocathode et par des traces de substances photoémisive qui peuvent se trouver sur l'extérieur des dynodes seraient attirés par le verre, qui est porté à une tension positive par rapport à la plupart des électrodes : ces électrons produisent, dans le verre, des scintillations, qui sont détectées par la photocathode. Pour contrôler cette hypothèse, nous avons monté un deuxième photomultiplicateur (que nous appellerons tube II), avec sa photocathode en face du tube en observation (tube I). Nous avons observé, dans le tube II, une augmentation de bruit quand le tube I était dans la région C, mais aucun accrois-

sement quand I était dans les régions A ou B. Si un écran opaque est interposé entre I et II, on ne trouve aucun effet dans II, quelle que soit la région où se trouve le tube I. Le bruit C serait donc dû à une fluorescence du verre.

La constance du bruit dans la région B semble montrer que celui-ci a son origine dans l'émission thermique normale de la photocathode.

Le bruit A (fig. 2) serait dû à l'émission thermique d'électrons par les traces photoémisives déposées sur la face intérieure de l'enveloppe. En effet, quand le potentiel du verre est négatif par rapport à la photocathode, celle-ci attire ces électrons qui y produisent des groupes d'électrons secondaires, indépendamment de l'émission thermique « normale » de la photocathode : le processus normal d'amplification se retrouve ensuite.

En comparant la forme des impulsions des bruits A, B et C sur un oscillographe cathodique, nous avons remarqué une proportion d'impulsions de grande amplitude dans le bruit A qui est anormalement grande par rapport à celle existant dans les bruits B et C : celles-ci peuvent être causées par le processus de multiplication sur la cathode que nous venons de décrire.

Pour contrôler cette hypothèse, nous avons chauffé le tube en l'entourant d'un fil résistant dissipant 5 W environ. La température de l'enveloppe croît plus rapidement que celle des électrodes, ce qui doit avoir pour effet de favoriser son émission thermique au début du chauffage. Nous avons appliqué à l'anneau les tensions correspondant aux régions A, B et C de la figure 2. Au bout de 2 minutes de chauffage le bruit A se trouvait multiplié par un facteur de l'ordre de 15, tandis que les bruits B et C étaient à peine doublés. Ainsi donc l'émission thermique de l'enveloppe est probablement la cause du phénomène.

Puisque les bruits supplémentaires que nous avons considérés ont pour origine des différences de potentiel entre l'enveloppe et la cathode, on peut les éliminer en les reliant, procédé facilement réalisable par l'emploi d'un anneau métallique en contact électrique avec l'enveloppe à la jonction du verre et du culot. Dans le cas où l'on utilise un blindage métallique relié à la masse, il faut surtout éviter que ce dernier touche le verre ou le culot, sous peine de produire le bruit C qui peut être dix fois plus grand que le bruit de fond normal du multiplicateur.

⁽²⁾ Un article de MORTON and MITCHELL, *R. C. A. Review*, décembre 1948, 9, p. 632-642, donnant sans interprétation une courbe analogue à celle de la figure 2, vient d'être porté à notre connaissance.