

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 40 (1949)

Heft: 17

Artikel: Les tubes analyseurs à plaque-signal transparente

Autor: Tarbès, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060685>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

On arrive à la réalisation schématisée par la figure 6. Des expériences sont en cours pour mesurer comparativement la sensibilité et la définition de ces deux modèles.

Pour les deux modèles, les mosaïques comme les photocathodes sont réalisées de la même manière. Pour assurer un fonctionnement correct des mosaïques, il suffit que le coefficient

ment au fait que la charge spatiale développée par le faisceau de photoélectrons est plus faible que la charge spatiale se formant devant le faisceau de balayage, ce qui permet aux électrons secondaires issus des photoélectrons de bénéficier d'un très léger potentiel d'extraction; c'est ce départ rendu possible qui produira les charges dites positives constituant l'image

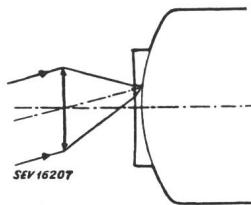


Fig. 5
L'effet de la courbure de la surface
et les réflexions sont diminués

d'émission secondaire soit nettement plus grand que un, ce qui est très facile à réaliser, surtout dans une enceinte où l'on a libéré du césium lors de l'activation de la photocathode. Les caractéristiques sur lesquelles il faut porter son attention sont l'uniformité de son état de surface, sa conductibilité superficielle, sa capacité par rapport à la plaque de signal. La capacité est déterminée par une feuille de mica d'épaisseur constante. L'émission secondaire du mica pourrait être suffisante pour assurer un fonctionnement correct, mais son état de surface n'est pas suffisamment bien défini; il doit être recouvert d'une mince couche de substance à structure très fine parfaitement homogène; l'oxyde de magnésium donne de bons résultats.

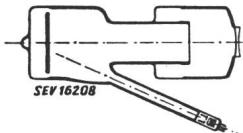


Fig. 6
Nouveau schéma de réalisation

La photocathode est du type antimoine-césium, la couche classique $SbCs_3$ n'est pas assez sensible au jaune et au rouge; nous avons développé un procédé qui permet d'obtenir une bonne sensibilité dans le rouge en conservant une sensibilité globale suffisante à la lumière blanche ($50 \text{ à } 80 \mu\text{A/lumen}$ pour 2400°K). La figure 7 donne la réponse spectrale pour une couche classique et une couche sensibilisée.

Si l'on cherche à analyser le fonctionnement du supericonoscope, on est parfaitement déçu de la façon dont les photoélectrons sont utilisés; on s'aperçoit, en effet, que les photoélectrons et le pinceau de balayage concourent au même but: amener le potentiel de la mosaïque à être égal au potentiel de l'électrode collectrice des électrons secondaires, et s'il existe une image électrostatique sur la mosaïque, ceci tient unique-

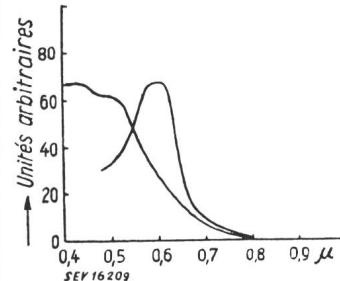


Fig. 7
Sensibilité spectrale de la photocathode $SbCs_3$
classique et sensibilisée au rouge

sur la mosaïque. On pourrait imaginer des procédés pour extraire, dans de bonnes conditions, les électrons secondaires issus des photoélectrons, en portant l'électrode collectrice à un potentiel positif convenable, puis effectuer le balayage après avoir ramené le potentiel de l'électrode collectrice à zéro (fig. 8); mais pour cela, il faudrait introduire sur l'électrode collectrice des signaux carrés à une fréquence qui est parfaitement amplifiée par l'amplificateur vidéo qui serait complètement saturé.

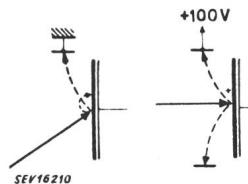


Fig. 8
Extraction des électrons secondaires

Si l'on veut conserver au supericonoscope sa simplicité, qui permet d'obtenir de très bonnes photocathodes et des mosaïques ayant une structure satisfaisante, on est obligé de se résoudre à cette utilisation si peu satisfaisante des photoélectrons, mais il se trouve que malgré tout, il possède une sensibilité bien suffisante pour assurer dans la très grande majorité des cas une très bonne transmission des images, comme il permet une définition aussi bonne que l'on veut, il restera peut-être assez longtemps encore un excellent tube de télévision.

Adresse de l'auteur:

Professeur A. Lallemand, Astronome, Observatoire de Paris, 61, Avenue Niel, Paris 17^e.

Les tubes analyseurs à plaque-signal transparente

Par P. Tarbès, Paris

621.397.611.2

Dans les iconoscopes classiques, la projection de l'image optique et le balayage électronique se font sur la même face de la plaque (ou cible), face qui supporte la mosaïque photosensible. On est donc contraint de disposer le canon sur le côté

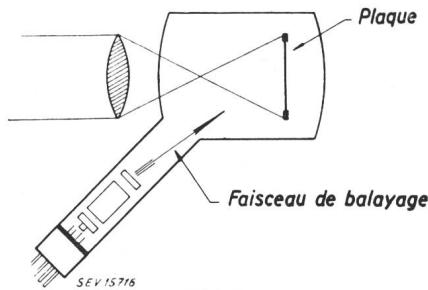


Fig. 1
Iconoscope classique

du tube, le balayage se faisant obliquement par rapport à l'axe optique du système (fig. 1).

Il en résulte une distorsion en trapèze de l'image qu'il est nécessaire de corriger par des circuits appropriés. La correction

se fait en appliquant aux organes de déflexion de tiges une modulation en dent de scie supplémentaire, à la fréquence image.

Il est parfois avantageux de se libérer de cette correction. Dans ce but, on a établi des types spéciaux d'iconoscopes où l'image optique peut être projetée sur la face opposée à la mosaïque, ce qui permet de disposer le canon dans l'axe. Le balayage devient symétrique et la distorsion en trapèze est supprimée. Les circuits de l'équipement sont notamment allégés (fig. 2).

On peut, en outre, dans ce type de tube, rapprocher la plaque de la fenêtre optique: l'emploi d'objectifs à très court foyer devient ainsi possible.

Pour obtenir ce résultat, la métallisation de la face arrière qui sert d'électrode de signal (plaqué-signal), doit être transparente pour permettre le passage des rayons, tout en restant continue et assez conductrice pour ne pas gêner le mécanisme électrique des signaux.

Dans de tels tubes le problème pratique consiste donc à ménager sur une feuille de mica une couche métallique aussi conductrice et aussi transparente que possible. Elle doit, en outre, être d'épaisseur constante dans toute son étendue pour assurer l'uniformité de l'image. Elle doit enfin être capable de

résister sans se craqueler aux traitements assez sévères qu'elle subit au cours de l'élaboration du tube.

Ces différentes considérations conduisent à des compromis conditionnant le choix des couches métalliques et leur technique de fabrication. Nous allons donner ici quelques indications sur cette technique.

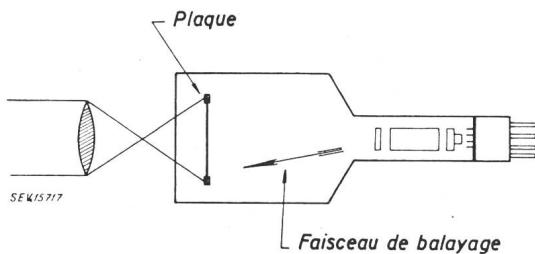


Fig. 2
Type spécial

L'image optique est projetée sur la face opposée à la mosaïque

Méthode de métallisation

Le procédé généralement employé pour la métallisation du mica est la pulvérisation cathodique qui a l'avantage de donner des dépôts d'épaisseur très constante, et de pouvoir être réglée facilement.

On peut utiliser également l'évaporation thermique sous vide, mais ce système présente l'inconvénient de donner un dépôt moins uniforme. En effet, la vapeur métallique est émise par une source quasi ponctuelle, suivant des trajectoires rectilignes, et l'épaisseur du dépôt décroît très rapidement avec la distance. Il résulte de la géométrie du système que si la projection se fait sur un plan, l'épaisseur en un point quelconque varie comme l'inverse du cube de la distance d du point à la source (fig. 3).

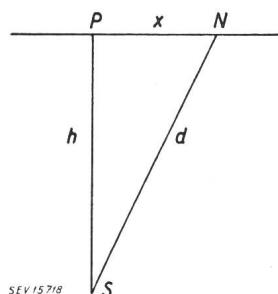


Fig. 3
Métallisation
Variation de l'épaisseur du dépôt en fonction de la distance d

En prenant comme unité l'épaisseur au point P , l'épaisseur E_N en un point de la plaque définie par sa distance x à P , est donné par la formule :

$$\frac{E_N}{E_P} = \frac{h^3}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$$

Pour une plaque de 90×120 mm on trouve ainsi un écart de 12% environ entre les épaisseurs au centre et dans les angles, en supposant que l'évaporation a été faite avec une source située à 250 mm de la plaque, ce qui exige déjà une cloche de vaporisation importante. Une source située à 100 mm donnerait un écart de 50%.

La loi d'absorption de la lumière étant exponentielle, il en résulte de notables différences d'éclairement entre le centre et les bords de l'image, qui atteignent 15 à 16% pour une couche de platine à 30% d'absorption et une distance d'évaporation de 250 mm.

On pourrait pallier à cet inconvénient en utilisant comme source d'évaporation un long fil chauffé, disposé suivant l'axe d'un cylindre, la feuille de mica, courbée, épousant la surface latérale. Cela présente d'autres difficultés, dues en particulier aux flexions qu'on impose à la fragile métallisation. C'est pourquoi la pulvérisation cathodique est généralement préférée.

Choix du métal

Comme nous l'avons dit, l'épaisseur de la métallisation, donc sa transparence, n'est pas le seul facteur à considérer. La conductivité électrique doit rester suffisante, et surtout, le film doit résister aux traitements thermiques et aux actions chimiques imposées par l'élaboration du tube.

On sait que les dépôts métalliques très minces ne restent pas continus et se craquent en formant une mosaïque, lorsqu'on les chauffe à une température déterminée, qui dépend de l'épaisseur de la couche et de la nature du métal. Cette température critique est d'autant moins élevée que la couche est plus mince, et le point de fusion du métal plus bas. Le travail au chalumeau, pendant le montage de l'Iconoscope, et l'étuvage sur la canalisation à vide font subir inévitablement à la plaque-signal des échauffements considérables auxquels elle doit résister sans se craquer. D'autre part, la vapeur de césium introduite pendant la photosensibilisation peut attaquer la métallisation. Cela conduit à choisir des métaux réfractaires et peu attaquables : platine, palladium ou même tungstène. Ce dernier métal paraît à première vue le plus avantageux, par suite de son point de fusion élevé, mais, sous forme de film, il s'oxyde assez facilement, et cela oblige à donner une épaisseur relativement grande au dépôt. De plus, il ne peut être déposé par pulvérisation cathodique.

Le platine et le palladium, chimiquement très inertes, déposés par pulvérisation cathodique, lui sont préférés, le premier pulvérisé en atmosphère résiduelle d'hydrogène, le second en atmosphère d'air.

Le tungstène peut être déposé (par évaporation thermique) à l'aide de sources disposées dans le tube même et une fois le vide effectué, afin d'éviter l'action atmosphérique. Mais il est alors difficile sous peine de dimensions prohibitives, d'éloigner assez les sources de la plaque pour obtenir une couche très uniforme.

Limite d'épaisseur de la couche

La structure et la solidité du dépôt varient beaucoup suivant les conditions de pulvérisation. La technique de métallisation doit être bien étudiée si l'on veut obtenir des couches de bonne tenue. De plus, il faut déterminer la limite inférieure de l'épaisseur admissible pour éviter le craquelage inopiné de la métallisation. Dans des conditions normales de fabrication et avec le platine, on peut utiliser avec une bonne sécurité des couches dont l'absorption ne dépasse pas 25 ou 30% de la lumière incidente.

Un procédé qui améliore la solidité de la couche et lui permet de mieux résister à l'échauffement pendant le montage dans la verrerie, consiste à déposer d'abord sur le mica, par évaporation thermique, une couche de chrome, à 10% d'absorption par exemple, formant base d'accrochage, et à compléter le dépôt par une pulvérisation cathodique au platine ou au palladium.

Certains auteurs préconisent une méthode assurant paraît-il des couches très solides et d'épaisseur très faible : 10 à 15% d'absorption seulement. On dépose sur le film métallique, aussitôt après sa formation, et sans l'exposer à l'atmosphère, une très mince couche de silice, par évaporation thermique. L'opération se fait à l'aide d'un plateau tournant, dans la cloche à pulvérisation même.

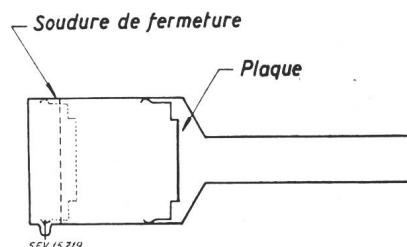


Fig. 4
Artifice pour protéger la plaque contre le traitement thermique

Signalons enfin un artifice simple pour protéger la plaque contre le traitement thermique brutal subi lors du travail au chalumeau ; elle est montée sur un support qui peut glisser le long de l'ampoule cylindrique de l'Iconoscope. Cela permet d'éloigner au maximum la plaque de la zone chauffée, lorsqu'on effectue la soudure de fermeture de l'ampoule. Après refroidissement, le support est repoussé et fixé à sa position définitive. Il est alors fixé à l'ampoule par un moyen quelconque : soudure au chalumeau sur un appendice, ou verrouillage à l'aide d'un ressort (fig. 4). Pour ces déplacements, on opère à travers l'appendice du canon électronique, ce dernier étant mis en place en dernier lieu.

Quel que soit le système adopté, il peut arriver que le film soit défectueux et se craquelle pendant le pompage, rendant le tube inutilisable. Il est donc intéressant de contrôler d'avance sa qualité. Pour cela, pendant la pulvérisation, on dispose dans le voisinage immédiat de la plaque à métalliser, une bande de mica servant de témoin. Cette bande est soumise à des essais systématiques pour juger de la solidité du dépôt, et la plaque n'est montée dans le tube que si ces essais sont satisfaisants. On réduit ainsi le déchet de fabrication.

Résistance électrique de la plaque-signal

La résistance électrique d'un dépôt métallique d'absorption donnée varie assez fortement suivant la technique de pulvérisation.

Il se produit d'ailleurs un phénomène de vieillissement, au cours duquel la conductivité s'améliore. Ce vieillissement est très accéléré par une élévation de température, si bien qu'il est pratiquement achevé après l'étuvage sous vide par lequel débutent les opérations de pompage.

On peut suivre cette évolution en connectant à deux traversées de courant les deux extrémités opposées de la plaque signal, qui portent une métallisation plus épaisse servant de prise de contact (fig. 5).

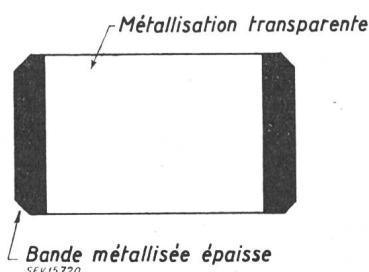


Fig. 5
Plaque-signal

A titre d'exemple, et pour un certain procédé de pulvérisation cathodique, des plaques $4,5 \times 6 \text{ cm}^2$, métallisées à 35% d'absorption présentent des résistances (mesurées parallèlement au grand côté du rectangle), comprises entre 800 et

1500 Ω aussitôt après dépôt, qui tombent, après vieillissement à 300 ou 400 Ω , les valeurs finales étant moins dispersées que les valeurs initiales.

De telles valeurs ont une influence négligeable sur le mécanisme de l'analyse électrique de l'image, et n'apportent aucune perturbation. On ne rencontre aucune difficulté de ce côté.

Applications

Les iconoscopes à plaque-signal transparente et balayages symétriques ont surtout leur domaine d'application dans les dispositifs où l'on vise à la simplification de l'appareillage et à la diminution du poids, de l'encombrement, et du prix de revient.

Ils sont tout désignés pour les équipements simplifiés servant aux démonstrations ou à l'enseignement, et pour les dispositifs militaires d'aviation, ou de bombes volantes, où le poids a une importance majeure.

Ils permettent également l'emploi d'objectifs à très court foyer.

La diminution de sensibilité, due à l'absorption de la couche métallique, varie pratiquement de 20 à 50% suivant les procédés de fabrication. Pour beaucoup d'applications cela n'est guère gênant.

Il est d'ailleurs possible de diminuer cette perte de sensibilité en recouvrant la glace de la fenêtre optique de dépôts anti-réfléchissants, suivant le procédé bien connu. On regagne ainsi un peu de lumière. En outre, il est à noter que le vieillissement du dépôt signalé plus haut, s'accompagne dans certaines conditions, d'une augmentation de transparence très notable. La diminution de sensibilité par rapport à l'iconoscope classique est donc moins importante qu'on ne pourrait s'y attendre.

Il est à remarquer que les plaques de signal transparentes sont toujours utilisées dans les orthiconoscopes, la projection de l'image se faisant ici obligatoirement sur la face opposée à celle portant la mosaïque photosensible.

Adresse de l'auteur:

P. Tarbès, Chef de Laboratoire, La Verrerie Scientifique, 12, Avenue de Maine, Paris 15^e.

621.397.611.2

Die Elektronenemission einer belichteten Photokathode, die zu etwa 40% mit feinverteilten, einige μ grossen Körnchen isolierender Substanz bedeckt ist, lässt sich durch negative Aufladung dieser Partikel örtlich scharf begrenzt sperren. Bei gutem Vakuum bleibt diese Steuerwirkung viele Stunden lang bestehen. G. Krawinkel hat sie (1942) zur Speicherung von Kathodenstrahl-Oszillogrammen benutzt. Der Strahl ist gegen die Photokathode gerichtet und durch eine so hohe Spannung (U_a) beschleunigt, dass an den Isolatorteilchen ein Sekundär-emissionsverhältnis

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} < 1$$

herrscht. Die folglich negative Aufladung genügte bei einer Strahlstromstärke von $100 \mu\text{A}$ und Schreibgeschwindigkeiten bis zu 10^4 m/s zur vollen Abriegelung der Emissionsmöglichkeit in der Spur des Strahls. Diese konnte auf dem Leuchtschirm eines Elektronenbildwandlers durch Belichten der Photokathode und Einschalten der Konzentrationslinse als dunkle Schrift auf hellem Grunde sichtbar gemacht werden. Zur Lösung wurde U_a auf 1000 V herabgesetzt, was zu einem Sekundäremissionsverhältnis von $\eta > 1$ führt; der Strahl bestreicht dabei die ganze Kathodenfläche und hinterlässt überall, unabhängig vom voraufgehenden Ladungszustand, das $\eta = 1$ entsprechende Gleichgewichtspotential ($\approx U_a$).

Steuerbare lichtelektrische Emissionsschirme der beschriebenen Art gestatten dank den Fortschritten der Herstellungs-technik heutzutage auf Flächen von $20 \dots 40 \text{ cm}^2$ Bilder hoher Zeilenzahl ($k > 500$) zu speichern. Moduliert man den Schreibstrahl, was zweckmäßig durch Variation der Einschaltzeit pro Bildelement bei konstanter Stromstärke geschieht, so

werden auch Halbtöne wiedergegeben. Folglich lassen sich Bildtelegramme in einmaliger Abtastung mit Fernsehfrequenzbändern, also binnen $1/25 \text{ s}$, auf die Speicherfläche übertragen und dann sofort auf dem Leuchtschirm mit bleibender Helligkeit und Schärfe sichtbar machen: Ersatz der Photographie.

Es wäre denkbar, ein solches System im Fernsehempfang zu benutzen, um die Gesamtheit der leuchtenden Punkte des niederfrequent veränderlichen Helligkeitsrasters gleichzeitig und stetig darzustellen. Man würde z. B. zwei im Gegentakt arbeitende Speicherschirme vorsehen, deren einer empfängt, während der andere abbildet, und deren Bildflächen optisch (oder elektrisch) zur Deckung gebracht werden. Das ergäbe aber einen untragbaren Aufwand, besonders für das Umschalten.

Die Lösung des Problems mit einem einzigen Speicher habe ich im Jahr 1946 in der Zeitschrift «Die Optik» vorgeschlagen und seitdem gedanklich weiterentwickelt. Ihren heutigen Stand zeigt Fig. 1. Von der Kathode C ausgehend, durchläuft ein Elektronenstrahl F konstanter Stromstärke das Ablenksystem D und das aus zeilenparallelen Haardrähten ($\varnothing 10 \mu$) hergestellte, vorgespannte Gitter G, dem die Modulationsspannung mittels des Anodenwiderstandes R der Bildverstärker-Endstufe aufgedrückt wird. P bezeichnet eine von feinen Löchern gleichmäßig durchbrochene, leitend zusammenhängende Photokathode, die auf der G zugewandten Seite mit einem hochisolierenden Überzug J äusserst geringer Schichtdicke (Größenordnung 1μ) bekleidet ist. Fig. 2 veranschaulicht ein extrem vergrößertes Flächenstück des Speichersystems. Der Bildwandler teil ist in Fig. 1 schematisch angedeutet durch Anodenringe $A_0 \dots A_m$ abgestuften Potentials, die ein achsenparalleles homogenes Absaugfeld mit höchstens 1 kV/cm an der Oberfläche von P erzeugen, sowie durch die magnetische Linse M und die statische Linse $A_m A_f$. Auf dem

* Vorgetragen durch A. Karolus, Prof. Dr. phil., Höhestrasse 52, Zollikon (ZH), Schweiz.