

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 14 (1961)  
**Heft:** 10: Colloque Ampère

**Artikel:** Propriétés diélectriques de couches évaporées de sulfure de zinc  
**Autor:** Guillien, R. / Marchal, G. / Roizen, S.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-739597>

### **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:** 30.01.2026

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

# Propriétés diélectriques de couches évaporées de sulfure de zinc

par R. GUILLIEN, G. MARCHAL et S. ROIZEN

---

## *Zusammenfassung.*

Man hat elektrischen und dielektrischen Eigenschaften von  $ZnS$  aufgedampften dünnen Schichten untersucht. Das beobachtete Maximum der Kurven ( $\text{tg } \delta$ ,  $1/T^\circ K$ ) bei konstanten Frequenzen (50 Hz bis 100 kHz) befindet sich oberhalb der Zimmertemperatur für die erste Schicht, dagegen unterhalb dieser Temperatur für die späteren Schichten.

## I. TRAVAUX ANTÉRIEURS CONCERNANT $ZnS$ EN COUCHES MINCES

Des recherches effectuées dans le but de fabriquer des miroirs ou des filtres interférentiels avec des couches évaporées de  $ZnS$  ont montré [1, 2] que les résultats obtenus dépendaient beaucoup des conditions expérimentales: vitesse d'évaporation, température maxima atteinte et durée du séjour du  $ZnS$  à haute température, etc.

## II. PRÉPARATION DES CONDENSATEURS

Pour étudier les propriétés électriques et diélectriques de semiconducteurs en couches minces et en particulier de  $ZnS$ , nous avons réalisé un montage d'évaporation sous haut vide. L'enceinte en acier inoxydable, a un volume d'environ trente litres. Les joints sont métalliques avec pompage intermédiaire entre deux couteaux. Seul le joint du couvercle est en butyl.

Le vide a été obtenu avec un système classique (pompe à palettes, piège à azote liquide, pompe à diffusion, second piège) auquel on a associé une pompe à évaporation de titane. La cloche était dégazée vers  $100^\circ \text{C}$ , ses parois étaient refroidies par une circulation d'eau pendant les évaporations.

Chaque lame de  $ZnS$  évaporée est placée en sandwich entre deux électrodes d'aluminium obtenues également par évaporation. Un tel petit condensateur (fig. 1) a comme support une lame de verre préalablement lavée à l'acide nitrique, puis avec une bouillie de  $CO_3Ca$ , rincée, séchée, chauffée dans l'air à  $520^\circ C$  pour la formation des argentures peintes aux extrémités pour souder les fils de connexion. Ensuite la lame est dégazée quelques minutes puis chauffée sous rayonnement dans un bon vide. L'évaporation des trois couches ( $Al$ ,  $ZnS$ ,  $Al$ ) a lieu à la température ambiante.

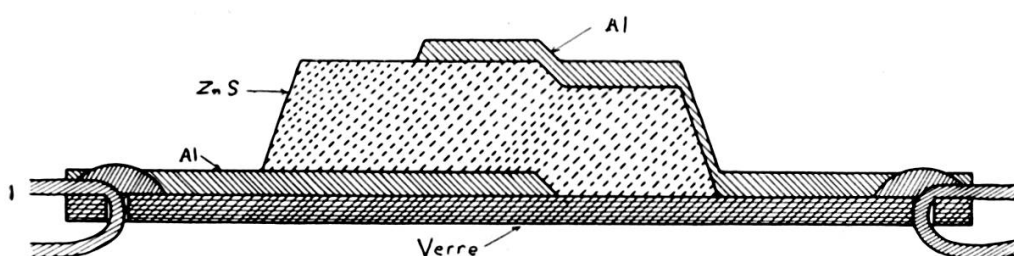


Fig. 1.

Coupe d'un condensateur, l'épaisseur des couches minces a été multipliée par  $10^4$  environ.

### III. MESURES

Les épaisseurs de  $ZnS$  sont contrôlées optiquement par interférences grâce à une lame témoin située très près du condensateur que l'on fabrique. Ces épaisseurs ont varié de  $0,1 \mu$  à plusieurs  $\mu$ .

Après plusieurs heures de stabilisation, les condensateurs au  $ZnS$  sont sortis de l'enceinte d'évaporation et placés dans une seconde enceinte à vide où un four permet de porter leur température jusqu'à  $650^\circ K$ . De l'azote liquide permet de descendre à  $78^\circ K$ .

La capacité et les pertes de chaque condensateur au  $ZnS$  ont été mesurées avec un pont General Radio 716C (pont de Schering) alimenté par un oscilateur 1302A. L'indicateur de zéro était un oscilloscope. La tension aux bornes de ces condensateurs n'a jamais dépassé 0,25 ou 0,5 volt suivant l'épaisseur du diélectrique.

Les mesures de  $\epsilon'$  et  $tg\delta$  ont été faites entre 50 Hz et 100 kHz, la précision étant maxima vers 1 kHz.

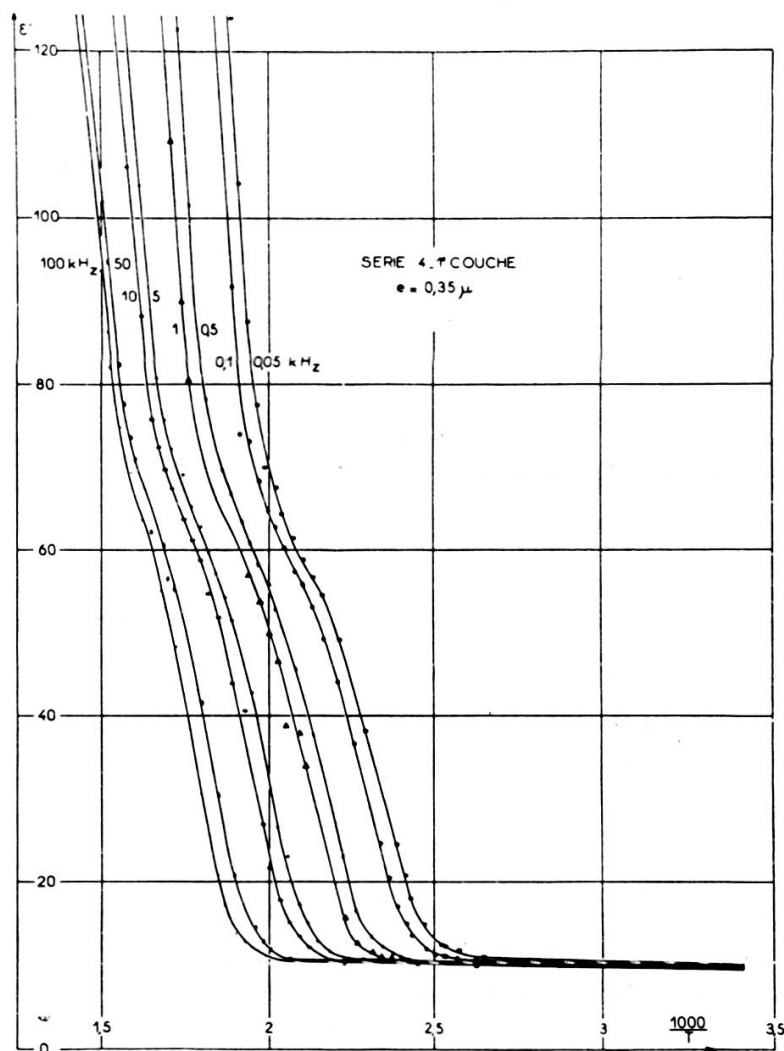
IV. RÉSULTATS DES MESURES DE  $\epsilon'$  ET  $\text{tg}\delta$ a) Variations de  $\epsilon'$ .

Fig. 2.

Constante diélectrique en fonction de  $10^3/T^\circ\text{K}$  pour une couche présentant un maximum secondaire dans les courbes  $\text{tg}\delta = f(10^3/T^\circ\text{K})$ .

$\epsilon'$  croît en même temps que la température et de plus en plus vite,  $\epsilon'$  diminue quand la fréquence croît (fig. 2).

b) Variations de  $\text{tg}\delta$ .

Les variations des pertes diélectriques avec la température ont montré que pour la première couche de  $\text{ZnS}$  évaporée,  $\text{tg}\delta$  passe par un maximum

très marqué au-dessus de la température ordinaire (par exemple 495° K pour 1 kHz). Dès la seconde couche, ce maximum a disparu et il est apparu un maximum au-dessous de la température ordinaire (par exemple 200° K pour 1 kHz). Dans les deux cas, la température  $T_M$  à laquelle a lieu le maximum s'élève quand la fréquence  $F$  croît (fig. 3, 4, 5).

La courbe  $\text{Log } F, 1/T_m$  est une droite pour la première couche, mais pour les suivantes les points ne sont pas en ligne droite.

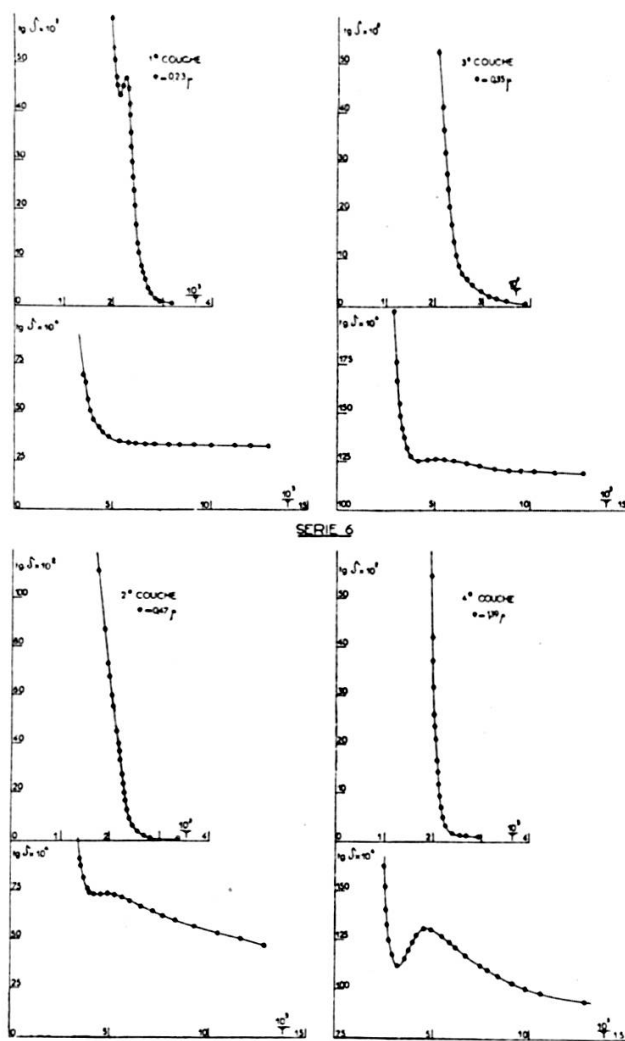


Fig. 3.

Diagrammes donnant  $\text{tg } \delta$  à 1 kHz pour les condensateurs de la série 4 en fonction de  $10^3/T^\circ \text{K}$ , pour chaque couche la courbe supérieure concerne les températures au-dessus de 20° C, la courbe inférieure les températures au-dessous de 20° C.

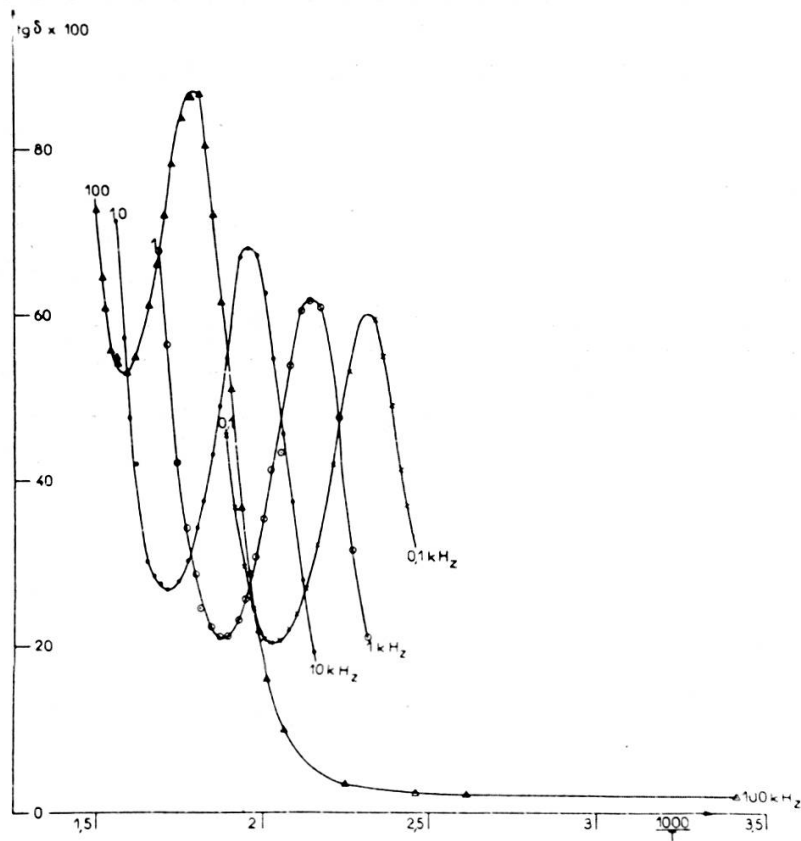


Fig. 4.

Diagramme donnant  $\text{tg } \delta$  à diverses fréquences pour la première couche de la série 4 à des températures au-dessus de 20°C.

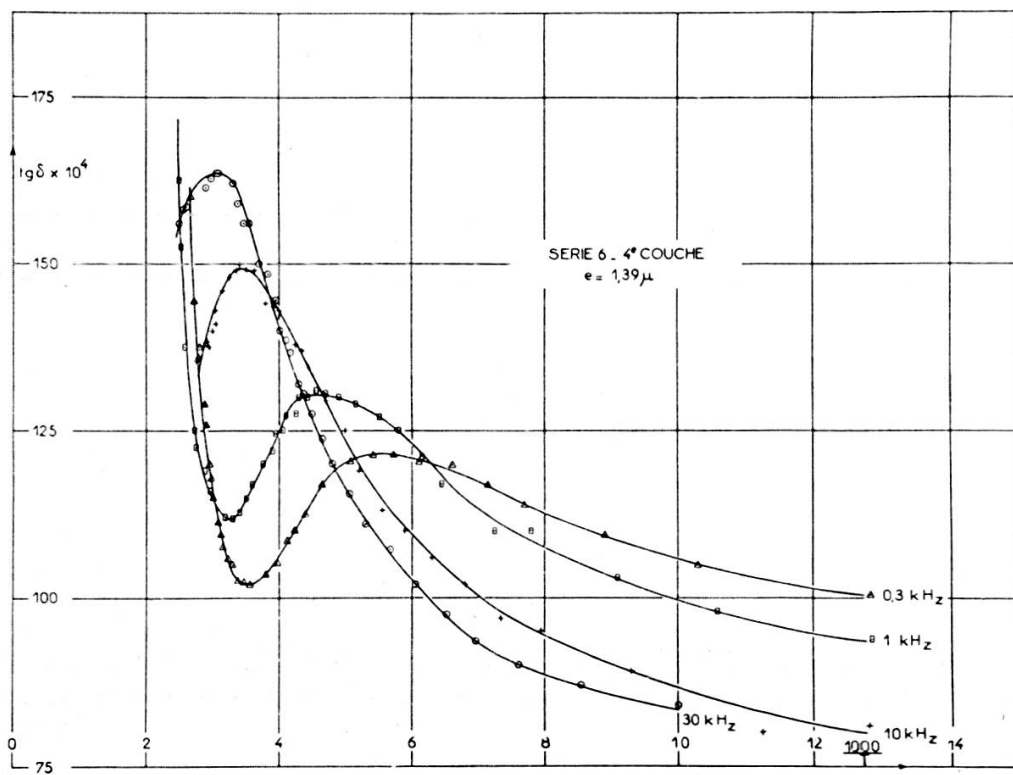


Fig. 5.

Même diagramme pour une couche présentant un maximum au-dessous de 20°C.

## V. INTERPRÉTATION

Des couches minces de  $ZnS$ <sup>1</sup> déposées directement sur le verre ont été examinées au microscope électronique qui a révélé une structure microcristalline. La diffraction électronique<sup>2</sup> a donné des anneaux montrant qu'il y avait une structure de wurtzite. L'échantillon de poudre de  $ZnS$  qui a servi à préparer les couches a montré en diffraction X qu'il contenait de la wurtzite et de la blende<sup>3</sup>.

D'autre part la résistivité de nos couches de  $ZnS$  diminue régulièrement par échauffement mais reste beaucoup trop élevée pour expliquer par un effet Maxwell-Wagner les valeurs observées de  $tg\delta$ . La variation de  $tg\delta$  avec la température et la fréquence semble pouvoir être attribuée à des paires électron-trou se comportant comme des dipôles permanents dont la concentration croîtrait avec la température.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ROOD, J. L., *Journ. of the Optical Soc. of America*, 41, 201 (1951).
2. POLSTER, H. D., *Journ. of the Optical Soc. of America*, 42, 21 (1952).

---

<sup>1</sup> Provenant comme tous nos échantillons de « sulfure de zinc calciné pur » de Leuchtstoffwerk GmbH, Heidelberg.

<sup>2</sup> Nous remercions à ce propos M. le professeur Faivre et M. Baumann qui ont bien voulu procéder à ces examens.

<sup>3</sup> Nous remercions M. le professeur Kern qui a bien voulu faire faire les diagrammes X.