Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 13 (1960)
Heft: 9: Colloque Ampère

Artikel: Déclin de longue durée de la photoconductivité et de l'effet photodiélectrique obtenus avec l'oxyde de zinc

Autor: Roux, Jean

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738550

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: 05.07.2025

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

Déclin de longue durée de la photoconductivité et de l'effet photodiélectrique obtenus avec l'oxyde de zinc

par Jean Roux

Laboratoire de Luminescence, Paris

J'ai déjà signalé que l'étude de l'effet photodiélectrique obtenu avec l'oxyde de zinc à la température ambiante présentait de grosses difficultés en raison de la forte conductivité de cette substance [1]; les effets de deuxième et troisième espèce qui s'y produisent risquent de masquer l'effet de première espèce. Le but de cet article est de dégager les grandes lignes du déclin de longue durée de la photoconductivité de cette substance, ceci en vue d'une étude ultérieure du déclin concomitant de l'effet photodiélectrique.

Les différents travaux qui ont été faits sur le déclin de la photoconductivité de ZnO concernent principalement un déclin court (quelques minutes ou quelques heures). Il est question ici du déclin observé après une irradiation de longue durée (au moins 10 heures) et qui s'étend sur plusieurs mois.

Les oxydes de zinc utilisés étaient des produits commerciaux, de puretés diverses. Une pâte était formée avec chaque échantillon d'oxyde préalablement étuvé et de la paraffine fondue. Cette pâte était ensuite coulée entre les armatures (en aluminium) d'un condensateur, l'épaisseur du diélectrique étant de 1 ou 2 millimètres.

Quand le malaxage d'une telle pâte a été suffisamment prolongé et que la concentration d'oxyde est assez grande, il y a contact électrique entre les cristaux d'oxyde. On peut alors utiliser le même condensateur pour étudier la photoconductivité et l'effet photodiélectrique. Chaque condensateur est enfermé dans une boîte métallique étanche. Les mesures se font sans sortir le condensateur de sa boîte.

Les déclins dont il est question dans cet article font suite, en général, à une irradiation par de la lumière blanche, *au cours du malaxage de la pâte*, seul moyen d'obtenir une irradiation homogène de celle-ci. L'ultraviolet (lampe à vapeur de mercure avec verre de Wood) a aussi été essayé,

également au cours de la préparation de la pâte, et des rayons X, après un long repos du condensateur préparé. Je n'ai pas observé de différences dans les déclins qui puissent être attribuées de façon certaine à la différence d'excitation.

Les mesures de conductances en courant continu ont été faites au moyen d'un pont de Wheatstone, sous une tension de quelques volts. Les mesures de permittivité ont été faites sous 1,5 ou 3 volts, entre 12,5 Hz et 10 KHz. Toutes les mesures ont été effectuées à la température ambiante, maintenue aussi constante que possible.

Résultats.

Il semble, jusqu'ici, que les différents oxydes expérimentés se comportent de la même façon: même allure des phénomènes, mais avec des vitesses d'évolution différentes.

Le déclin de la photoconductivité se présente ainsi:

a) une phase de lent déclin, pouvant durer plusieurs mois; par exemple, un échantillon irradié il y a 7 mois en est encore à cette phase; la conductivité initiale est divisée par un facteur compris entre 10 et 100;

b) une phase de déclin rapide, durant quelques jours, quelquefois moins, pendant laquelle la conductivité tombe à une valeur 100 ou 1000 fois plus faible;

c) une phase de déclin très lent: par exemple la conductivité d'un échantillon a été diminuée des 2/3 en 5 mois; le recul me manque pour dire comment se termine cette dernière phase, et si elle est suivie par d'autres; si c'est la dernière phase d'évolution de la photoconductivité, l'importance de la dispersion de la permittivité laisse supposer qu'elle doit se prolonger fort longtemps.

Au total la conductivité sous irradiation peut être divisée par un facteur supérieur à 10^6.

Il va de soi que cette décomposition du déclin est arbitraire et provisoire.

Les figures 1 et 2 donnent un exemple de déclin, avec des échelles différentes. Je n'ai pas pu faire de mesures de permittivité sous irradiation (dans le cas des rayons X) ou au début de la phase *a)* en raison de la trop forte conductivité des échantillons. En revanche, les mesures étaient faisables, sinon très bonnes, à la fin de la phase *a)* et pendant la phase *c)*. Pendant la phase *b)*, la difficulté des mesures était accrue par la variation rapide de la conductivité.

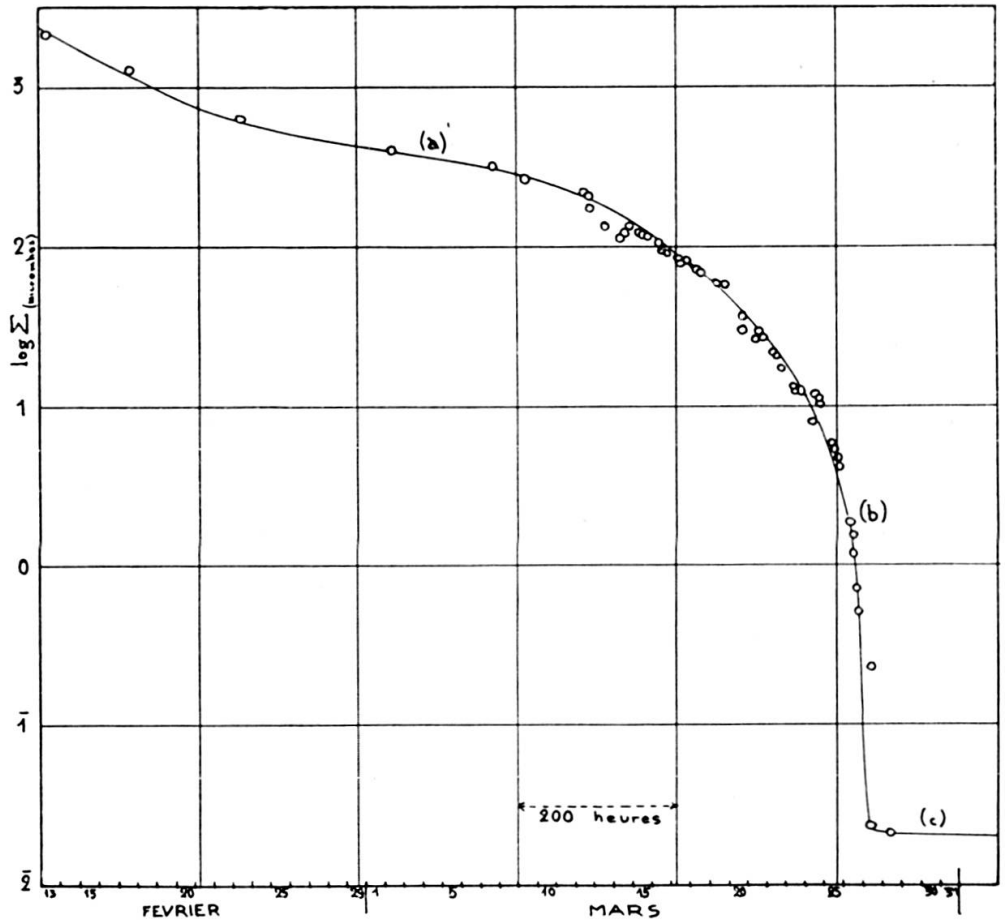
3
2
1
0
$\bar{1}$
$\bar{2}$
log Σ (heures)
(a)
(b)
(c)
200 heures
13
15
20
25
29
1
5
10
15
20
25
30
31
FEVRIER
MARS

Fig. 1.

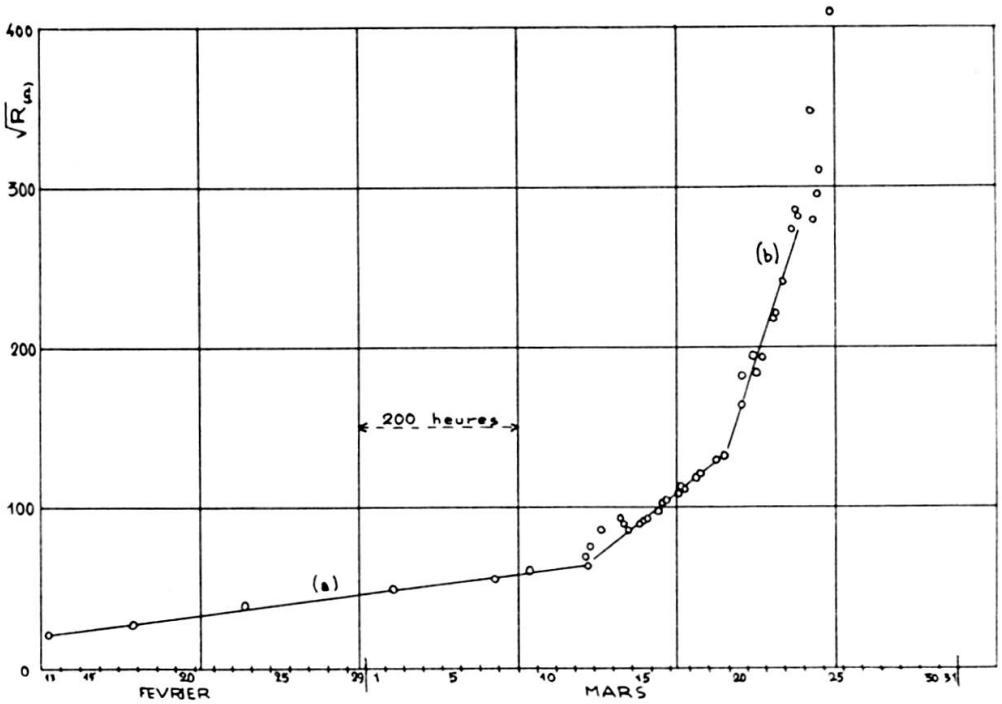
400
300
200
100
0
$\sqrt{R_{(\Omega)}}$
(a)
(b)
200 heures
13
15
20
25
29
1
5
10
15
20
25
30
31
FEVRIER
MARS

Fig. 2.

Dans les différents cas, j'ai observé une forte dispersion des parties réelle et imaginaire de la permittivité, sans pouvoir déterminer la ou les fréquences critiques. Il est intéressant de constater que les parties réelle et imaginaire de la permittivité ne subissent aucune transition ni variation rapide au cours de la phase *b)*; ceci pour toutes les fréquences utilisées (de 12,5 Hz à 10 KHz). Le tableau I donne un exemple des valeurs observées.

TABLEAU I.

Date	13 février	26 mars	27 mars	6 septembre
Conductance = (micromhos)	2170	1136	0,020	0,007
Conductance ~ à 1 KHz (micromhos)		0,115	0,176	0,080
Capacité à 1 KHz (picofarads)		114,2	107,6	94,1

Ceci montre, si la conduction est massique (ce que je n'ai pas encore vérifié):

1° Que l'effet photodiélectrique observé n'est pas un effet Maxwell-Wagner, donc que c'est un effet de première espèce [1];

2° Que les charges piégées, considérées comme responsables de cet effet, ne subissent pas de variation rapide, ni dans leur nombre ni dans leur disposition, au cours de la phase *b)*;

3° De toutes manières qu'il n'est pas possible de déduire la photoconductivité de ZnO de la mesure des pertes diélectriques comme le font certains auteurs [2].

La figure 2 montre le déclin de la photoconductivité d'un échantillon pendant la phase *a)* et le début de la phase *b)*, tracé en coordonnées $\sqrt{R} \div t$ (racine carrée de la résistance de l'échantillon en courant continu, en fonction du temps). On y distingue plusieurs parties rectilignes. Le long de chacune d'elles le nombre de porteurs de charge varie comme $l \,/\, (t - t_0)^2$ ce qui est l'indication d'une cinétique du second ordre. Sans doute plusieurs catégories de pièges à électrons ou à trous positifs se trouvent-elles en présence, ce qui expliquerait l'existence de plusieurs parties rectilignes.

Interprétation

L'interprétation schématique qui me paraît la plus probable est la suivante:

1° Pendant l'irradiation excitatrice, il y a production de paires électron-trou positif par effet photoélectrique; les électrons et les trous positifs ainsi libérés se séparent et vont se fixer sur des pièges, dont ils sortiront par effet thermique;

2° Une fois l'excitation terminée, les électrons et les trous positifs sortent progressivement des pièges, la libération des électrons piégés étant probablement plus rapide que celle des trous positifs piégés;

a) Pendant la phase *a)* du déclin de la conductivité, le taux de libération de l'un des porteurs, sans doute les électrons piégés, est très supérieur à celui des autres (trous positifs); ces derniers sont neutralisés dès leur libération et la substance se comporte comme un conducteur de type N;

b) Pendant la phase *b)*, le taux de libération des électrons piégés, de très supérieur, devient du même ordre que celui des trous positifs piégés; il en résulte que la plupart des porteurs de charge se neutralisent mutuellement dès leur libération;

c) Une catégorie de porteurs de charge l'emporte sur l'autre; il est probable que, dans certains cas, on peut observer à ce moment une augmentation fugitive de la conductivité; mais que le plus souvent, cette augmentation est globalement imperceptible, car elle ne se produit pas exactement au même instant dans tous les cristaux. Il est probable que pendant la phase *c)*, ce sont les trous positifs qui sont majoritaires, et que l'échantillon se comporte comme un conducteur de type P.

En ce qui concerne l'effet photodiélectrique de première espèce, il n'est pas possible, dans l'état actuel de la question, de dire comment les électrons piégés et les trous positifs piégés s'en répartissent la responsabilité.

1. Roux, J., thèse, *Ann. de Phys.* (1956), p. 493.
2. Papazian, H. A., P. A. Flinn, D. Trivich, *J. Electrochem. Soc.*, *104*, 84 (1957).