

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 11 (1955-1956)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Propriétés électriques et structure de lames minces d'argent  
**Autor:** Borel, Jean-Pierre  
**Kapitel:** I: Généralités  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-257486>

#### 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:** 18.02.2026

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

## **Propriétés électriques et structure de lames minces d'argent**

PAR

*Jean-Pierre BOREL*

(Séance du 26 janvier 1955)

---

### **PREMIÈRE PARTIE**

#### **Généralités**

##### **INTRODUCTION.**

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, un grand nombre de chercheurs se sont attaqués à l'étude des lames minces. Les résultats obtenus sont intéressants, bien que quelque peu déconcertants.

Ils sont intéressants, car ils ont révélé l'existence d'un nouveau domaine de la physique. Les propriétés électriques, magnétiques et optiques des lames d'épaisseur suffisamment petite diffèrent en effet totalement de celles du corps massif correspondant. Les dépôts métalliques, par exemple, ont en dessous d'une épaisseur critique une «résistance» électrique très élevée à coefficient de température négatif et des caractéristiques tension-courant incurvées.

Si l'on admet que la structure des lames minces est continue, on est conduit à attribuer à la matière des propriétés variant considérablement avec l'épaisseur. De nombreux physiciens ont préféré supposer l'existence d'une structure discontinue. Ce fait a d'ailleurs été confirmé dans certains cas par des observations au microscope électronique.

Si l'étude des lames minces est déconcertante, ce n'est pas tant par la nature des résultats obtenus que par leur diversité. Il n'existe pas en effet un accord parfait entre les différents chercheurs. Cela est dû principalement à la variété des procédés utilisés pour la fabrication des dépôts. La pulvérisation cathodique, par exemple, ne donne pas seulement des résultats différents des autres méthodes, mais encore, ce qui est plus grave, des résultats non reproductibles. Il serait hardi

d'en conclure à l'impossibilité d'une étude scientifique des lames minces. Les difficultés rencontrées ici sont d'ordre purement technique. L'évaporation sous vide permet déjà de réaliser de bons dépôts et d'avoir des résultats reproductibles, à condition toutefois de prendre un certain nombre de précautions. Il faut en effet utiliser un vide suffisamment poussé, éviter la production de dépôts parasites, nettoyer convenablement le support et contrôler sa température.

Le terme « lames minces » est très imprécis, il n'est pas toujours utilisé avec la même signification dans la littérature scientifique. Les divergences portent évidemment sur l'épaisseur maximum méritant encore cette appellation. Il n'apparaît pas opportun de donner ici une définition qui n'aurait sans doute aucune chance de rallier tous les suffrages. Nous nous bornerons à dire que les lames qui font l'objet de ce travail sont de 1 à 20 m $\mu$ .

#### UN PEU D'HISTOIRE.

Dans le tome I de la collection « Physik Dünner Schichten » (28), le professeur H. MAYER trace une esquisse historique de la physique des lames minces. On y rencontre des noms illustres tels que HOOKE, NEWTON, FARADAY.

Notre but n'est pas de passer en revue chacune de leurs œuvres, mais de parler de l'un d'entre eux qui s'est particulièrement intéressé aux lames métalliques.

Aux environs de 1852, FARADAY fit une étude remarquable sur la transparence de l'or, de l'argent et de quelques autres métaux (20). Il s'est occupé plus spécialement des lames d'or préparées par voie mécano-chimique (attaque par le ferrocyanure de potassium d'une feuille d'or forgé) et par voie chimique (action du phosphore sur le chlorure aurique). Il pense avoir atteint des épaisseurs de « 1/100 à 1/500 de longueur d'onde lumineuse »<sup>1</sup>. Il a étudié plus particulièrement le comportement thermique de lames placées sur un support de verre et a constaté que la lumière transmise par le métal passait du vert au brun-gris lors d'une élévation de température. La couleur redevenait verte après refroidissement lorsqu'il appliquait une pression suffisante au moyen d'une pièce d'agate. Dans d'autres cas, le chauffage faisait apparaître des colorations gris-pourpre ou violette. FARADAY chercha à observer au microscope les modifications de structure correspondant à ce phénomène. Il a utilisé à cette fin le meilleur

<sup>1</sup> Probablement voisine de 5 m $\mu$ .

instrument de l'époque permettant un grossissement linéaire de 700 fois. Il remarqua qu'en chauffant suffisamment, on pouvait distinguer de petits agglomérats à peu près sphériques séparés les uns des autres.

Il fit également des mesures de résistance électrique qu'il trouva être anormalement grande aux faibles épaisseurs.

### DÉVELOPPEMENT RÉCENT.

En 1935, le professeur ANDRADE (2)<sup>1</sup> fit un important travail sur la structure des lames minces métalliques. Par des observations microscopiques entre nicols croisés, il a mis en évidence la formation de «sphérolites» de 1  $\mu$  environ à la température de 240° C pour l'argent et 400° C pour l'or.

Il a de plus constaté qu'une lame non chauffée apparaît comme microcristalline au diffractographe électronique. Il fait toutefois des réserves, car cette cristallisation peut selon lui être due à une action du faisceau d'électrons sur le métal.

Cet avis, contesté par de nombreux physiciens, est partagé par d'autres auteurs qui croient à l'existence des lames minces à l'état amorphe. Dans le livre « Thin films and surfaces » (27), Mlle W. LEWISS écrit à ce propos : « La principale raison de conflit est sans doute liée au fait (qui ressort des études entreprises dans ce domaine) que les lames minces métalliques sont sujettes à des modifications d'état pendant et après leur formation », et plus loin, « Il y a d'ailleurs un autre point, c'est qu'à l'ultime limite, il n'y a pas de distinction précise entre état amorphe et état cristallin » (voir encore à ce propos les références 32 et 33).

A l'heure actuelle, la physique des lames minces est en pleine évolution. Un grand nombre de chercheurs y consacrent leur temps dans presque tous les pays du monde. Ils ont à leur disposition de puissants moyens techniques (vide poussé, microscope électronique, diffractographe, etc.).

La tendance moderne est d'abandonner la pulvérisation cathodique au profit de l'évaporation sous vide. Les propriétés des lames minces sont fortement influencées par l'adsorption gazeuse même aux pressions de  $10^{-5}$  à  $10^{-6}$  mm de Hg. Pour cette raison, il paraît souhaitable de pouvoir améliorer les conditions de vide. Cela n'est possible actuellement qu'en utilisant des ampoules scellées et des «getters» ce qui rend la recherche longue et coûteuse.

<sup>1</sup> Les numéros entre ( ) accompagnant les noms d'auteur se rapportent à la Bibliographie qui se trouve à la fin de cet ouvrage.