

LETTRES A LA RÉDACTION

ÉTUDE DE LA RÉSISTIVITÉ DE COUCHES TRÈS MINCES D'OR EN FONCTION DE L'ÉPAISSEUR SUIVANT LA NATURE DU SUPPORT

Par S. MINN et S. OFFRET,

Laboratoire des Hautes-Pressions, Bellevue, Seine-et-Oise.

De nombreux auteurs [1], [2], [3], [4] ont étudié l'influence du support sur les propriétés électriques des métaux évaporés sous vide en couches minces. Ce phénomène est particulièrement intéressant dans le cas des couches très minces d'or car les atomes d'or présentent une très grande mobilité sur certains supports. Pour chiffrer la différence de conductibilité en fonction de l'épaisseur de l'or condensé nous avons évaporé de l'or radioactif Au 198.

Les méthodes expérimentales sont à peu près les mêmes que dans les travaux précédents [5], [6] en ce qui concerne la préparation des dépôts d'oxyde de bismuth et de fluorure de magnésium. L'or radioactif était évaporé à la température de 1 550 °C environ [6] à partir d'un creuset de molybdène $\phi = 4$ mm environ sur des supports munis d'électrodes de mesure, respectivement de verre nu, recouverts de fluorure de magnésium, d'oxyde de bismuth et sur une plaquette de verre dont la partie visible à la source était un cercle $\phi = 7,955$ mm. Les supports étaient disposés à une distance de 16 cm environ de la source, la même pour tous les échantillons.

Les épaisseurs équivalentes étaient mesurées comme il est indiqué dans le rapport précédent [6] par comparaison du nombre de coups-minute obtenu pour chaque échantillon à celui d'un support étalon préparé à partir d'une solution dans l'eau régale d'une quantité connue d'or. L'épaisseur était ainsi connue avec une précision d'environ 6 %.

La conductibilité des dépôts obtenus par évaporation sous vide évolue juste après l'évaporation et ne se stabilise qu'au bout d'un certain temps. La figure 1 donne l'évolution pendant les 20 minutes qui suivent la fin de l'évaporation pour différentes couches préparées. Le vieillissement des couches déposées sur support d'oxyde de bismuth est peu important quelle que soit l'épaisseur (courbes 1 et 1'). Pour des couches très minces (4,4 Å) l'évolution est encore plus faible que celles représentées. Il semble que l'oxyde de bismuth a la propriété de figer les atomes d'or qui se déposent directement. En effet les résistances constituées d'une seule couche atomique sont stables même si on les chauffe à 300 °C tandis que les couches plus épaisses évoluent par chauffage. La résistance augmente pour des dépôts dont l'épaisseur est inférieure à 35 Å tandis qu'elle diminue pour des dépôts plus épais. Les dépôts recueillis sur un support nu évoluent beaucoup plus pour toutes les épaisseurs (courbes 2 et 2') car l'or a tendance à se granuler. La résistance croît par vieillissement jusqu'à des épaisseurs de l'ordre de 90 Å et décroît pour des épaisseurs plus grandes.

Dans le cas des dépôts obtenus sur le fluorure de magnésium on observe de brusques variations de la résistance pour toutes les épaisseurs étudiées (courbes 3 et 3'). L'évolution n'est pas progressive et la résistance fluctue autour d'une position donnée. Il semble que les atomes d'or soient très instables.

Pour la comparaison des résistance en fonction de l'épaisseur nous avons dans tous les cas représenté sur les graphiques la valeur de la résistance obtenue après vieillissement du dépôt pendant 20 minutes sous vide. La figure 1 montre qu'au delà la résistance varie peu.

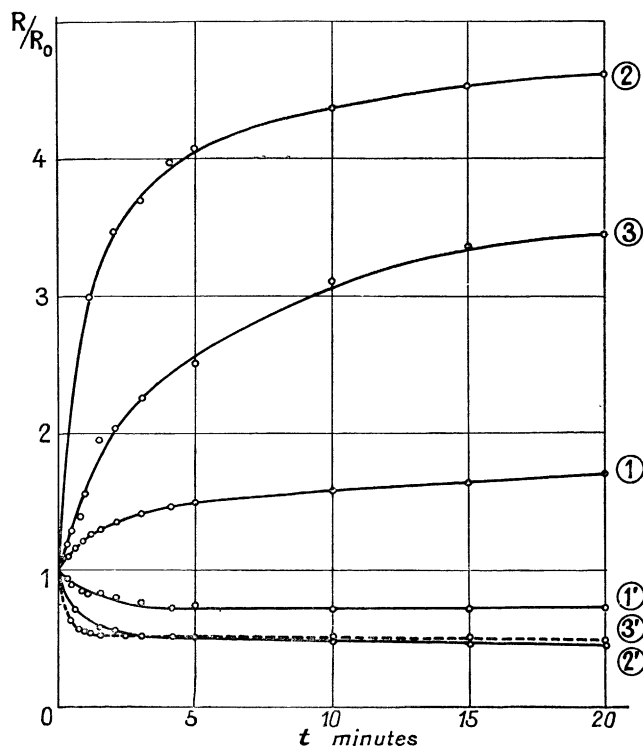


FIG. 1. — Évolution de la résistance des dépôts d'or en fonction du temps.

Sur oxyde de Bi	$\left\{ \begin{array}{l} 1 \quad \rho_s = 1,58 \cdot 10^2 \\ 1' \quad \rho_s = 9,6 \cdot 10^{-5} \end{array} \right.$	$e = 11,8 \text{ \AA}$
		$e = 44 \text{ \AA}$
Sur support nu	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \quad \rho_s = 7,93 \cdot 10^1 \\ 2' \quad \rho_s = 2,81 \cdot 10^{-4} \end{array} \right.$	$e = 62,9 \text{ \AA}$
		$e = 81,7 \text{ \AA}$
Sur F₂Mg	$\left\{ \begin{array}{l} 3 \quad \rho_s = 7,19 \cdot 10^2 \\ 3' \quad \rho_s = 4,28 \cdot 10^{-4} \end{array} \right.$	$e = 81,7 \text{ \AA}$
		$e = 118,9 \text{ \AA}$

La variation de résistance en fonction de l'épaisseur est donnée dans la figure 2. Une résistivité spécifique de $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ est obtenue vers 4 Å pour des dépôts d'or sur l'oxyde de bismuth, vers 36 Å pour les dépôts recueillis sur verre nu et vers 78 Å pour les dépôts recueillis sur fluorure de magnésium. La pente des courbes $\log \rho_s = f(e)$ est très grande vers les plus faibles épaisseurs et diminue brusquement lorsque les résis-

tances spécifiques atteignent $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$. C'est vers cette valeur aussi que le signe de variation du vieillissement change. Cependant même pour les fortes épaisseurs étudiées (150 Å) un écart important de la conductibilité se maintient suivant le support employé.

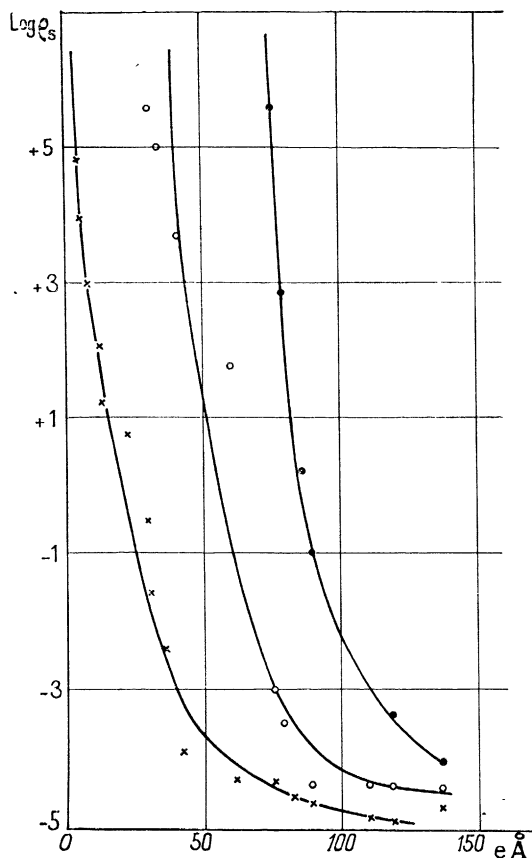


FIG. 2. — Variation de la résistivité spécifique en fonction de l'épaisseur équivalente.

- ρ_s = résistivité spécifique.
 e = épaisseur équivalente en Å.
 × sur oxyde de bismuth.
 ○ sur support nu.
 ● sur F_2Mg .

Le phénomène de vieillissement du dépôt et la valeur de la résistance en fonction de l'épaisseur permettent d'expliquer le mode de condensation des atomes d'or suivant le support. Les atomes d'or semblent n'avoir aucune mobilité sur un support d'oxyde de bismuth. Les liaisons qui se créent entre l'oxyde de bismuth et l'or sont assez fortes pour empêcher toute granulation. Ces forces semblent plus grandes que celles des atomes d'or entre eux puisque les résistances en couche monoatomiques sont plus stables que celles qui sont composées de plusieurs couches atomiques. Cependant les forces de cohésion de la première couche atomique d'or avec le support semblent avoir une influence sur le comportement des couches d'or suivantes. Il est connu que l'or condensé sur un support de verre nu possède une grande mobilité et se granule rapidement. Cependant l'évolution des dépôts est progressive ce qui

prouve que l'état de surface de nos supports est bon. Dans le cas du fluorure de magnésium la résistance des dépôts est instable, l'évolution en fonction du temps est irrégulière et présente une succession de cascades soit vers l'accroissement soit vers la diminution. De plus elle fluctue sans cesse autour d'une position d'équilibre. L'effet observé pour l'or sur le fluorure de magnésium et l'oxyde de bismuth se manifeste aussi pour l'argent tandis que pour le platine l'effet est presque indécélable, ou inexistant.

Lettre reçue le 19 mars 1957.

RÉFÉRENCES

- [1] HOLLAND (L.) et SIDDAL (G.), *Vacuum*, 1953, **3**, 4, 375.
- [2] GILHAM (E. J.), PRESTON (J. S.) and WILLIAMS (B. E. E.), *Phil. Mag.*, 1955, Serie 7, **46**, 1051.
- [3] FELDMAN (Ch.), *Ann. Physique*, 1955, **10**, 435.
- [4] VODAR (B.), *J. Physique Rad.*, 1956, **17**, 298.
- [5] MINN (S.) et OFFRET (S.), *C. R. Acad. Sc.*, 1956, **242**, 2117.
- [6] MINN (S.) et OFFRET (S.), *C. R. Acad. Sc.*, 1957 (sous presse).