

Mise au point

LE VERRE, CONDUCTEUR IONIQUE, N'EST PAS UN SEMI-CONDUCTEUR

Dans un récent bulletin, notre collègue J.-L. COLAS (1), décrit un montage moderne, de grande sensibilité, qui met élégamment en évidence une propriété connue depuis longtemps : le verre, isolant électrique à froid, devient notablement conducteur si on le chauffe. Il y a 50 ans, pour le montrer à toute une classe, il fallait disposer d'une source pouvant débiter 5 ampères sous 800 volts. QUEVRON proposait le montage suivant (2) : un circuit était formé par un agitateur d'une vingtaine de centimètres serré entre deux bornes isolées, par un rhéostat et par un ampèremètre (0-5 A) ; ce circuit était branché entre les bornes du secondaire d'un transformateur, les caractéristiques de cette source étant celles données précédemment. A froid, il ne passe aucun courant ; si on chauffe l'agitateur avec un bec Bunsen, l'aiguille de l'ampèremètre dévie ; on arrive assez vite à la fusion du verre, qui est chauffé et par le brûleur et par effet Joule.

Si l'article de J.-L. COLAS est très intéressant, si son texte est irréprochable, son titre est, hélas, malheureux. En effet, le cours de BERKELEY cite deux exemples où la conduction électrique est due à des ions diffusant dans le solide (3) : le cristal de chlorure de sodium et le verre.

La conduction ionique des solides a surtout été étudiée pour les cristaux d'halogénures métalliques. Le traité de FLEURY et MATHIEU donne un résumé des résultats (4).

— La conductivité d'une substance ionique croît à peu près exponentiellement pour le cristal et subit une brusque augmentation lors de la fusion.

(1) « Le verre est semi-conducteur », n° 634, mai 1981, page 1069.

(2) Le laboratoire de physique d'enseignement, L. QUEVRON, 1934, Eyrolles ; chap. XXIII, II, par. 291, page 517.

(3) Cours de physique de BERKELEY, volume 2, Electricité et Magnétisme, Armand Colin 1973 ; chap. 4, fig. 4-6, page 128.

(4) Traité de physique générale et expérimentale, Ph. FLEURY et J.-P. MATHIEU, tome VI : Electronique, courants continus, magnétisme. Eyrolles 1957, chap. 19-B, par. 19-9 et 10, pages 541 et 542.

— La conduction intrinsèque des cristaux ioniques est purement électrolytique. On a vérifié, notamment avec des sels d'argent, que leur électrolyse se fait rigoureusement selon la loi de FARADAY (5).

— Une conduction électronique accidentelle s'y ajoute parfois ; généralement due à des impuretés, de mécanisme analogue à celle des semi-conducteurs extrinsèques, elle s'observe surtout aux basses températures où la conduction ionique est extrêmement faible.

Pour un verre ordinaire, la conductivité est multipliée par un facteur de l'ordre de 10^5 ou 10^6 lorsque la température passe de 300 K à 800 K ; si la température s'élève encore, la conductivité continue à croître et devient assez importante pour le verre fondu qui, mélange de sels, est incontestablement un conducteur électrolytique. Dans le verre solide, la conduction est essentiellement assurée par les ions Na^+ , de beaucoup les plus mobiles (6).

Il est aisé de comprendre la croissance de la conduction d'un solide ionique, au moins si on se contente d'une explication qualitative. Aux basses températures, la probabilité pour que, sous l'action d'un champ électrostatique donné, un ion quitte le site où il se trouve est extrêmement petite ; lorsque l'agitation thermique augmente, cette probabilité croît très rapidement, d'une façon pratiquement exponentielle.

En conclusion, le verre (ordinaire), dont la conduction est essentiellement ionique, n'est pas un semi-conducteur, au sens précis, actuel de ce terme.

Terminons par deux remarques de natures très différentes. A la température ordinaire, le verre est un bon isolant, à condition toutefois qu'il soit bien sec. S'il est mouillé, ou même s'il est dans une atmosphère humide, il s'ajoute, à la conduction dans la masse, une conduction superficielle beaucoup plus importante. En effet, le verre propre est hydrophile et hygroscopique ; il tend à se recouvrir d'un film d'eau, où passent des ions alcalins du support et qui devient une solution conductrice.

Il existe des solides amorphes qui possèdent une conduction électronique, semblable à celle des cristaux semi-conducteurs ; ce sont des verres, si on étend ce nom à tout solide non cristallin (6). Nous ne citerons que deux exemples de « verres semi-

(5) Leçons sur la conductibilité des électrolytes, E. DARMOIS, Vuibert 1929 ; chap. VIII, II, pages 137 et suivantes.

(6) Les solides non cristallins, Charles MAZIÈRES, collection Le Chimiste, P.U.F. ; chap. VII, par. VII-2, pages 223 à 225.

conducteurs » : le sélénium amorphe, dont la photoconductivité est utilisée dans des appareils de photocopie ; le silicium amorphe, sur lequel on fonde de grands espoirs pour l'obtention de photopiles, qui pourraient rendre économiquement rentable l'utilisation de l'énergie solaire.

Georges GUINIER.
