



HAL
open science

**Sur un phénomène de résonance observé en basse
fréquence au cours des électrolyses accompagnées d'une
forte surtension anodique**

Israël Epelboin, G. Loric

► **To cite this version:**

Israël Epelboin, G. Loric. Sur un phénomène de résonance observé en basse fréquence au cours des électrolyses accompagnées d'une forte surtension anodique. *Journal de Physique et le Radium*, 1960, 21 (1), pp.74-76. 10.1051/jphysrad:0196000210107401 . jpa-00236194

HAL Id: jpa-00236194

<https://hal.science/jpa-00236194>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**SUR UN PHÉNOMÈNE DE RÉSONANCE
OBSERVÉ EN BASSE FRÉQUENCE
AU COURS DES ÉLECTROLYSES
ACCOMPAGNÉES
D'UNE FORTE SURTENSION ANODIQUE**

Par I. EPELBOIN et G. LORIC,
Laboratoire de Physique (Enseignement)
de la Faculté des Sciences de Paris.

Pour étudier les fortes tensions anodiques qui apparaissent au cours du polissage électrolytique et de l'oxydation anodique, nous superposons au courant de polarisation I un courant alternatif i dont l'amplitude est très faible par rapport à l'intensité du premier ; le courant i ne perturbe pas la caractéristique $I-U$ (U tension aux bornes). L'impédance mesurée aux bornes de l'électrolyseur peut s'exprimer, dans la notation complexe par :

$$Z = R - jG$$

et le relevé des composantes R et G apporte des renseignements sur les phénomènes anodiques.

Les expériences que nous citerons ont été menées avec une cellule asymétrique, la surface anodique étant constituée par la base d'un cylindre d'aluminium de 10 mm de diamètre et la surface cathodique par une tôle d'acier inoxydable enroulée à l'intérieur d'un béccher de façon à former un cylindre de 7 cm de diamètre et 5 cm de hauteur. Dans ces conditions, la tension aux bornes de l'électrolyseur est localisée à l'anode et les variations de la tension anodique suivent celles de la tension aux bornes U . De plus, nous nous bornerons, en ce qui concerne le polissage électrolytique, aux résultats obtenus avec les solutions à base d'anions ClO_4^- car ils causent des tensions anodiques élevées et stables.

Lorsque la solution électrolytique est une solution de polissage, les composantes R et G présentent un maximum en fonction de la tension et, quelle que soit la fréquence, ces maxima se produisent tous deux à la tension qui correspond à l'extrémité du palier de la

courbe $I-U$ caractéristique du polissage. L'allure de ces courbes, que nous avons expliquée par ailleurs [1], ne se conserve toutefois que si la fréquence du courant superposé est comprise entre deux fréquences limites déterminées en ondes métriques par la dispersion de Debye, et en très basse fréquence par un phénomène de résonance que nous avons déjà signalé [2].

Nous montrerons ici que ce phénomène de résonance peut devenir important, au point d'entraîner

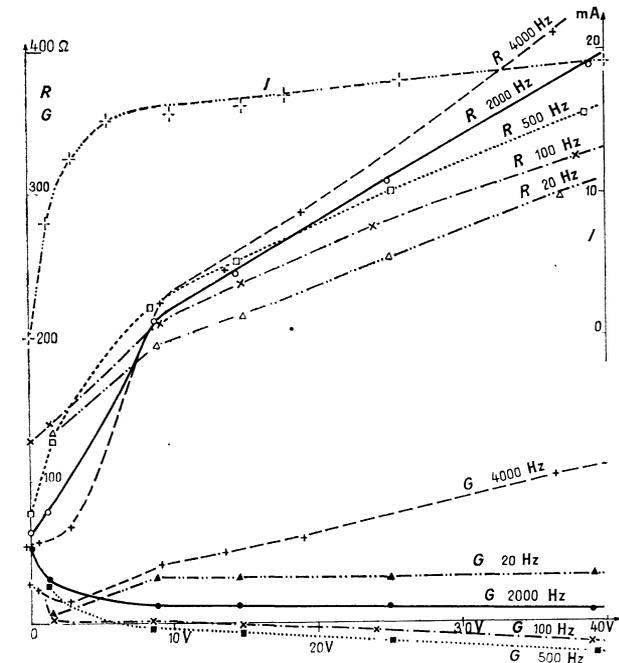


FIG. 1.

des valeurs négatives de G . La figure 1 montre les courbes obtenues en effectuant l'électrolyse avec une solution de polissage électrolytique constituée de perchlorate de magnésium et d'alcool. Nous nous limitons aux tensions ne dépassant pas celles du palier de polissage.

Les mesures ont été faites à des fréquences comprises entre 4 000 et 20 Hz. R est croissant en fonction de la tension, ce qui était prévisible étant donné le domaine de tension choisi. À tension donnée, R augmente en fonction de la fréquence, ce qui déjà indique l'existence d'un phénomène de résonance. L'examen des variations de G apporte des renseignements beaucoup plus nets. Aux fréquences supérieures à 2 000 Hz, G croît en fonction de la tension, mais on constate que la pente de la caractéristique $G-U$ diminue notablement lorsqu'on baisse la fréquence de mesure. À 2 000 Hz, cette pente est légèrement négative ; aux fréquences inférieures, G varie nettement en sens inverse de la tension et prend des valeurs négatives.

Le phénomène de résonance est encore plus net lorsqu'on relève R et G au cours de l'oxydation anodique. Nous donnons figure 2 la caractéristique $I-U$ et les courbes $R-U$ et $G-U$ relevées au cours de l'oxydation d'une anode d'aluminium plongée dans l'acide phosphorique. La courbe $I-U$ présente un très long

palier mais les maxima des courbes R et G sont indépendants l'un de l'autre et dépendent par contre de la fréquence. En basse fréquence, G devient négatif et sa valeur absolue croît avec la tension. Il est net que le

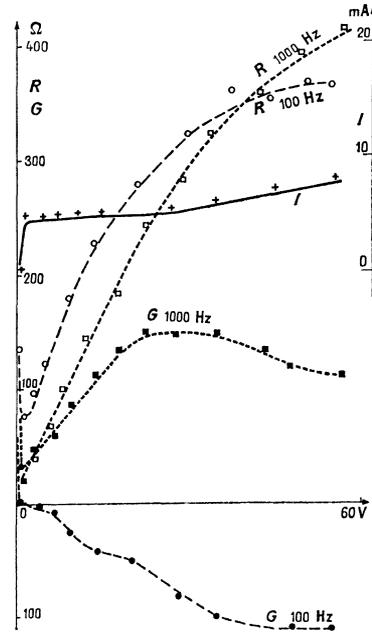


FIG. 2.

phénomène de résonance s'accroît aux fortes tensions anodiques : si l'on représente l'impédance dans un plan complexe, en fonction de la fréquence, on obtient des arcs de cercles dont le diamètre augmente avec la tension (fig. 3). À 0,25 V, c'est-à-dire au début

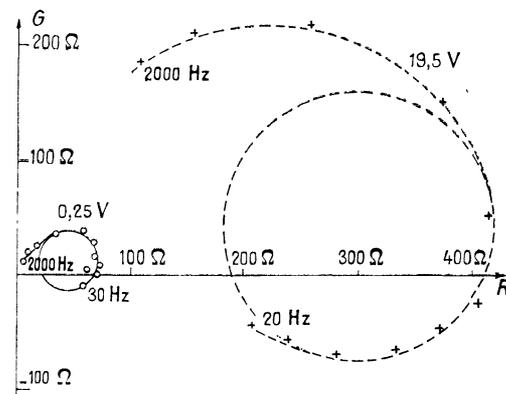


FIG. 3.

du palier, le diamètre du cercle correspond à 46 Ω tandis qu'à 33 V, le diamètre s'étend sur 300 Ω .

Lorsqu'on effectue l'oxydation anodique avec une solution sulfurique, le palier de la courbe $I-U$ est limité aux faibles tensions. On obtient encore un phénomène de résonance très accentué (fig. 4), mais le diamètre des cercles représentatifs de l'impédance est

plus faible aux tensions élevées ; il correspond à 88Ω à 8 V et à 32Ω à 17 V.

Ces valeurs de G étant inhabituelles, il va de soi que nous avons vérifié qu'elles n'étaient pas causées

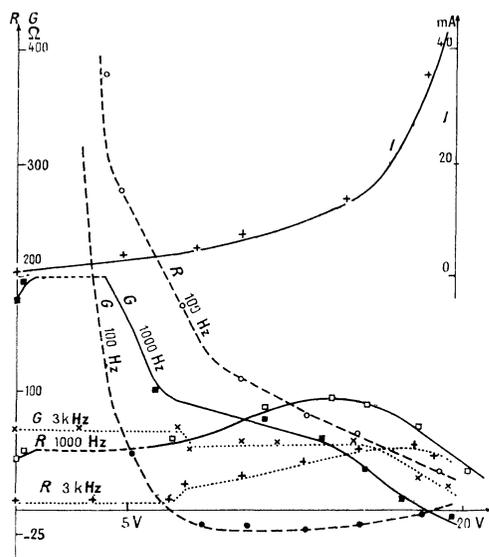


FIG. 4.

par une self-inductance du circuit d'alimentation. D'autre part, nous avons utilisé pour ces mesures deux montages spécialement adaptés à la détermination du module et du signe du déphasage [3] ; tous deux comprennent un phasemètre électronique.

Lorsqu'il y a polissage ou oxydation, l'anode est entourée d'une couche de diffusion et, bien que la constitution en soit différente dans les deux cas, on pourrait admettre que des ions se groupent pour former des particules de masse m et de charge e . Le phénomène de résonance s'expliquerait alors par la vibration de ces particules, sous l'action du courant alternatif. Un calcul [4] montre que l'impédance de l'anode comporte un terme selfique qui, par unité de surface, s'exprime par $\frac{md}{\rho e^2}$ (ρ nombre de particules par unité de volume, d épaisseur de la couche). Une autre expression du terme selfique avait déjà été donnée par C. Chalin [5] en admettant que la couche d'ions absorbés vibre d'un seul bloc.

On doit cependant remarquer que ces interprétations n'expliquent pas la relation qui semble exister entre le phénomène de résonance et le palier de la courbe $I-U$, relation se traduisant par les variations des diamètres des cercles qui dans le plan complexe donnent l'impédance en fonction de la fréquence. Qu'il y ait polissage ou oxydation, le palier traduit une passivation de l'anode. La tension anodique ne comportant pratiquement pas de composante ohmique, on peut considérer que la couche anodique est semi-conductrice et peut redresser partiellement le courant alternatif. Il pourrait donc y avoir une activation périodique de la surface anodique provoquant des oscillations qui à certaines fréquences du courant alternatif pourraient entrer en résonance avec celui-ci.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] EPELBOIN (I.), *Bull. S. F. E.*, 1955, 5, n° 58, 679.
- [2] EPELBOIN (I.), *C. R. Acad. Sc.*, 1952, 234, 950.
- [3] LORIC (G.), Contribution à l'étude de l'impédance des cellules électrolytiques. *Diplôme d'Études Supérieures*, Paris, octobre 1959.
- [4] BOUGON (M^{lle} M.), Étude des fortes surtensions anodiques à l'aide d'un faible courant alternatif. *Diplôme d'Études Supérieures*, Paris, décembre 1955.
- [5] CHALIN (G.), Contribution à la recherche du mécanisme du polissage électrolytique : nouvelle méthode d'étude du processus aux électrodes. *Thèse*, Paris, 8 juillet 1954. *R. G. E.* 1956, 65, 87.