

Expériences illustrant l'application de l'électrolyse à l'électroplastie

par R. PARISOT et R. BOUQUEMONT,
Professeurs section électroplastie
Lycée Roosevelt, Reims.

I. GENERALITES.

L'étude de l'électrolyse est faite aussi bien au premier cycle (étude qualitative) qu'au deuxième cycle (étude quantitative, loi de Faraday).

Nous proposons quelques expériences illustrant l'application de l'électrolyse à l'électroplastie. Ces expériences simples et facilement reproductibles pourraient être réalisées par exemple dans le cadre d'un club animé par un professeur de Sciences physiques. Les élèves fabriquent des objets (bijoux, porte-clés, etc.) métalliques ou non métalliques qui seront ensuite recouverts d'un dépôt métallique afin de les protéger contre la corrosion ou de les embellir.

Le principe est simple : lorsque dans une solution d'électrolyte contenant un cation métallique, on plonge deux électrodes reliées aux bornes d'un générateur, le cation se décharge à la cathode et l'on obtient un dépôt du métal correspondant.

Le problème posé est d'obtenir un dépôt uniforme et adhérent. La composition du bain électrolytique est donc un facteur important.

D'autre part, les phénomènes accompagnant le dépôt (« germination ») sont complexes. Leur étude ne sera pas faite ici. On se contentera de signaler les facteurs qui interviennent :

- la densité de courant (d.d.c.) ou intensité par unité de surface,
- la concentration des ions dans la solution,
- la température de la solution,
- l'agitation du bain.

La qualité du dépôt dépendra d'un équilibre harmonieux entre ces différents facteurs ; par exemple, une densité de courant trop importante « brûle » le dépôt.

Il sera donc recommandé de faire un essai préalable sur la pièce à traiter pour choisir l'intensité du courant.

Pour éviter l'utilisation de trop grandes quantités de produits, il suffira de traiter des objets de petites dimensions.

Nous ne proposerons que des bains électrolytiques peu coûteux (pas de bains de dorure ou d'argenture) et ne présentant aucun danger (pas de bains alcalins contenant des cyanures ou des bains de chrome).

II. DEPOT SUR METAL.

1. Préparation.

Quelle que soit la pièce métallique à traiter, celle-ci doit être parfaitement propre : il ne doit y avoir ni oxyde ni graisse.

La gamme opératoire est la suivante :

a) POLISSAGE : Ici le polissage sera fait avec du papier abrasif dont le grain sera de plus en plus fin. L'aspect définitif de la pièce traitée dépend de l'aspect de la surface initiale. Cette opération est donc très importante (dans l'industrie, le polissage est mécanique ou électrolytique).

b) DÉGRAISSAGE : Il sera fait soit à l'aide de détergents (poudre à récurer) soit à l'aide de solvants (trichloroéthylène).

Un dégraissage électrochimique est encore plus efficace. La pièce à traiter constitue la cathode, l'anode est en acier ; l'ensemble baignant dans un bain de dégraissage contenant par exemple :

hydroxyde de sodium (NaOH) 30 g.l⁻¹,

carbonate de sodium (Na₂CO₃) 20 g.l⁻¹.

On fait passer le courant pendant une minute environ. L'hydrogène qui se dégage au niveau du métal facilite le départ des molécules de graisse (on peut inverser le sens du courant pendant quelques secondes).

c) DÉCAPAGE : Il consiste à éliminer les oxydes. La pièce est plongée dans une solution acide par exemple de l'acide chlorhydrique à 10 %.

d) REMARQUE : Après chaque opération, il faut rincer la pièce à l'eau pure et la manipulation doit se faire de façon continue.

2. Principe du dépôt.

La pièce préalablement préparée va être plongée dans une cuve à électrolyse contenant la solution électrolytique (bain). Cette solution contient entre autres les ions du métal que l'on veut déposer ; l'anode est constituée également par ce métal ou,

à défaut, par une électrode inattaquable (graphite) ; l'anode en métal est préférable.

3. Remarques.

Si les pièces à traiter sont en fer ou en acier, un dépôt de cuivre ne peut pas se faire directement (le cuivre est déplacé chimiquement). Il faudra d'abord faire un dépôt de nickel, même de faible épaisseur.

(Dans l'industrie, les pièces en fer sont d'abord nickelées. Sur le nickel, on peut déposer du cuivre, du chrome, de l'argent, de l'or, etc.).

Les bains proposés donneront des dépôts mats. Un polissage au tampon doux pourra donner un aspect brillant.

On peut adjoindre aux bains des brillanteurs. Il en existe dans le commerce mais il est difficile de se les procurer en petites quantités.

Nous proposerons quelques substances chimiques simples qui pourront être ajoutées aux bains.

4. Matériel.

Il faut disposer de :

- un redresseur 6-12 V ou un chargeur à batterie,
- un rhéostat (23 Ω ou 120 Ω) pour régler l'intensité du courant,
- un ampèremètre,
- une cuve en matière plastique ou en verre parallélépipédique de quinze à vingt centimètres de long environ dans laquelle la pièce à traiter sera complètement immergée.

Il faudra agiter doucement la cuve (l'idéal serait d'avoir un agitateur magnétique que l'on fera tourner à faible vitesse).

La pièce sera maintenue dans le bain à l'aide d'un support en fil de cuivre rigide qui assurera le passage du courant. Le contact entre le support et la pièce doit être de faible surface.

Pour assurer un dépôt sur les deux faces, il faudra utiliser une double anode. Le métal constituant ces anodes pourra être du métal de récupération (barres de cuivre, de nickel, d'étain) ; sinon, on peut utiliser une plaque de graphite.

Pour le polissage définitif, utiliser un tampon lustrant fixé sur une chignole électrique.

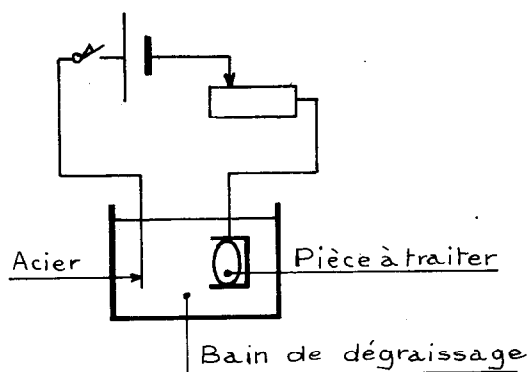


Fig. 1

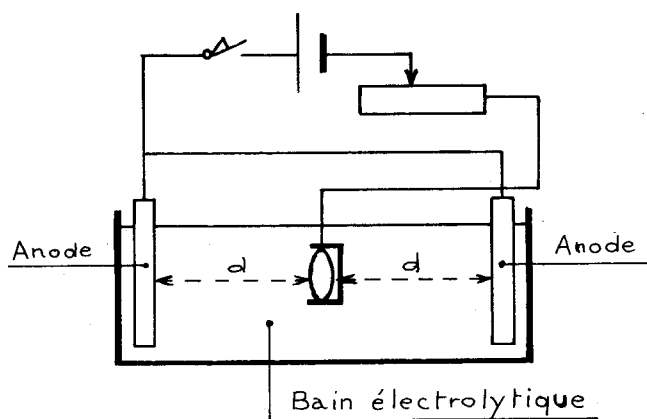


Fig. 2

5. Manipulation.

Les différentes étapes sont résumées sur les schémas suivants :

1
Polissage
mécanique

2
Dégraissage
par les détergents
ou solvants

3
Rinçage
à l'eau pure

4	5	6
Eventuellement dégraissage électrolytique (fig. 1)	Rinçage à l'eau pure	Décapage et rinçage
7	8	9
Traitement de la pièce (fig. 2)	Rinçage	Polissage au tampon doux (tampon utilisé pour lustrer les peintures, fixé sur une perceuse)

L'épaisseur du dépôt dépend du temps de passage du courant (loi de Faraday).

Exemples de dépôts.

a) NICKEL : Anodes en nickel.

Composition du bain :

Sulfate de nickel $\text{NiSO}_4, 7 \text{H}_2\text{O}$: 300 g.l⁻¹,
chlorure de nickel $\text{NiCl}_2, 6 \text{H}_2\text{O}$: 60 g.l⁻¹,
acide borique H_3BO_3 : 40 g.l⁻¹.

Densité de courant (d.d.c.) : 1 à 5 A.dm⁻².

Température du bain : 50 à 60 °C.

Brillanteur éventuel :

saccharine : 0,5 g.l⁻¹. ou coumarine : 0,2 g.l⁻¹
+ saccharine : 1 g.l⁻¹.

Remarque.

Pour obtenir un bon nickelage, la pièce doit être parfaitement propre ; ne pas se décourager si le résultat n'est pas parfait au premier essai.

N'utiliser un brillanteur que si l'on ne dépose pas de métal sur le nickel.

b) CUIVRE (bain de cuivrage acide).

Composition du bain :

sulfate de cuivre $\text{CuSO}_4, 5 \text{H}_2\text{O}$: 200 g.l⁻¹,
acide sulfurique H_2SO_4 : 60 g.l⁻¹.

Température du bain : température ambiante.

Densité de courant : 1 à 2 A.dm⁻².

Remarque.

Le cuivre peut être déposé directement sur du laiton.

c) ETAIN : Anodes en étain.

Composition du bain :

stannate de sodium $\text{Na}_2\text{SnO}_3, 3 \text{H}_2\text{O}$: 90 g.l⁻¹,

hydroxyde de sodium NaOH : 15 g.l⁻¹

Température du bain : 80 °C.

Densité de courant (d.d.c.) : 1 à 2 A.dm⁻².

d) ZINC.

Composition du bain :

chlorure de zinc ZnCl_2 : 70 g.l⁻¹,

chlorure d'ammonium NH_4Cl : 150 g.l⁻¹.

Température du bain : température ambiante.

Densité de courant (d.d.c.) : 0,5 à 2 A.dm⁻².

On peut utiliser le bain suivant :

sulfate de zinc ZnSO_4 : 350 g.l⁻¹,

chlorure d'ammonium NH_4Cl : 30 g.l⁻¹,

sulfate de sodium Na_2SO_4 : 60 g.l⁻¹.

Densité de courant (d.d.c.) : 1 à 2 A.dm⁻².

Le dépôt de zinc peut être brillanté par immersion après traitement dans l'acide nitrique de 1 à 3 % pendant 20 secondes.

III. DEPOTS SUR DES SUBSTANCES NON METALLIQUES (matières plastiques, pierres, etc.).

Les opérations de polissage, dégraissage, décapage sont inutiles. La pièce propre est recouverte d'une pellicule de graphite afin de rendre la surface conductrice : le vérifier à l'aide d'un ohmmètre. La couche conductrice doit être uniforme et avoir une résistance sensiblement constante.

La pièce est ensuite placée dans le bain électrolytique comme pour un dépôt sur métal.

Le bain utilisé est en général un bain de cuivre.

Remarques.

Le dépôt de métal apparaît très lentement ; il faut plusieurs heures et même une journée pour avoir un dépôt suffisant.

Avec une certaine habitude, on peut traiter des plantes séchées.

Si l'objet initial est poreux (plâtre), on peut d'abord déposer une fine pellicule de paraffine avant de faire le dépôt de graphite.

Le dépôt de graphite est réalisé à l'aide de bombes aérosols fournies par :

Graphoïl Co,
27160 La Guéroulde.

On peut utiliser de la laque d'argent (beaucoup plus chère).

IV. CONCLUSION.

Ces dépôts sont facilement réalisables. Il est conseillé de faire quelques essais préalables afin de trouver l'intensité du courant et la densité de courant (d.d.c.) qui donnera les meilleurs résultats. En effet, la densité de courant dépend de la distance entre les électrodes, la concentration des bains, la forme de la cuve ou des électrodes.

Il existe d'autres compositions de bains.
