

LA PROTECTION DU FER

Situation de départ



A l'exception de quelques métaux considérés comme stables (or, platine, cuivre...), tous les métaux terrestres sont présents naturellement sous formes d'oxyde. Pour pouvoir fabriquer des pièces métalliques, il faut donc une intervention humaine qui passe le plus souvent par le traitement des matières premières dans un fourneau pour leur donner l'aspect et les capacités souhaitées.

La corrosion est un phénomène de retour de ces métaux à un état naturel d'oxyde. La rouille est le résultat de cette oxydation quand le fer entre en contact avec de l'eau qui peut également être contenue dans l'air via l'humidité naturelle.

Le phénomène de corrosion pose de graves problèmes tant sur le plan économique qu'industriel. En effet, le cas du fer est assez significatif. Il s'agit du métal le plus utilisé dans l'industrie sous forme de fontes ou d'aciers. A part des aciers spéciaux, dit inoxydables, tous les composés du fer sont corrodés.



Les pertes occasionnées en France par la corrosion des aciers sont estimées à plus de un milliard d'euros par an et on estime à l'heure actuelle que 20% de la production annuelle d'acier sert à remplacer les installations corrodées.

Pour protéger l'acier de la corrosion, une méthode consiste à le recouvrir d'une fine couche protectrice : peinture, film plastique, déposition d'un autre métal.

Le zinc est un métal pouvant protéger le fer contre la corrosion.

Deux techniques sont utilisées :

- la galvanisation, réalisée par immersion de la pièce en acier dans un bain de zinc fondu ;
- l'électro-zingage, opération au cours de laquelle du zinc est déposé par électrolyse.

Dans le procédé de zingage électrolytique, un revêtement de zinc est précipité sur la surface d'une pièce soigneusement préparée, au moyen d'un courant direct.

L'épaisseur du revêtement de zinc est généralement comprise entre 5 μm et 25 μm . Ce procédé est utilisé sur des pièces relativement petites, produites en grande série, telles que vis, boulons, crochets, etc. Les tôles et fils d'acier peuvent également être électro-zingués en continu, et l'épaisseur du revêtement de zinc est comprise dans ce cas entre 2,5 et 7,5 μm .

Les revêtements de zinc appliqués de façon électrolytique reçoivent souvent une passivation au chrome pour améliorer la protection anticorrosion.



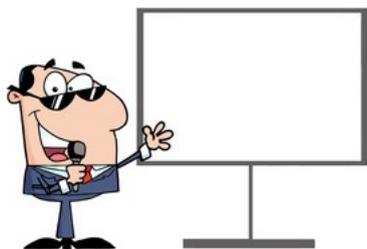
Problème

(analyser, réaliser, valider, communiquer)



A l'aide de vos connaissances, des documents suivants, des réponses à l'étude préliminaire et du matériel disponible, réaliser l'électro-zingage d'une partie d'une plaque de fer sur une épaisseur d'environ 20µm.

Lors de la manipulation, l'intensité du courant ne devra pas dépasser 0,5 A !



L'ensemble de votre démarche et de vos résultats seront détaillés dans un **compte rendu numérique** de votre choix dont la forme devra être exploitable lors d'une **présentation orale**.

Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Faire le schéma du procédé de zingage électrolytique.
2. Ecrire les demi-équations redox ayant lieu à l'anode et à la cathode.
3. En déduire l'équation bilan du procédé de zingage électrolytique.
4. Montrer que l'expression de la masse de zinc formé lors de l'électro-zingage d'une pièce de fer peut s'écrire :

$$m(\text{Zn}) = \frac{I \times \Delta t \times M(\text{Zn})}{2F}$$

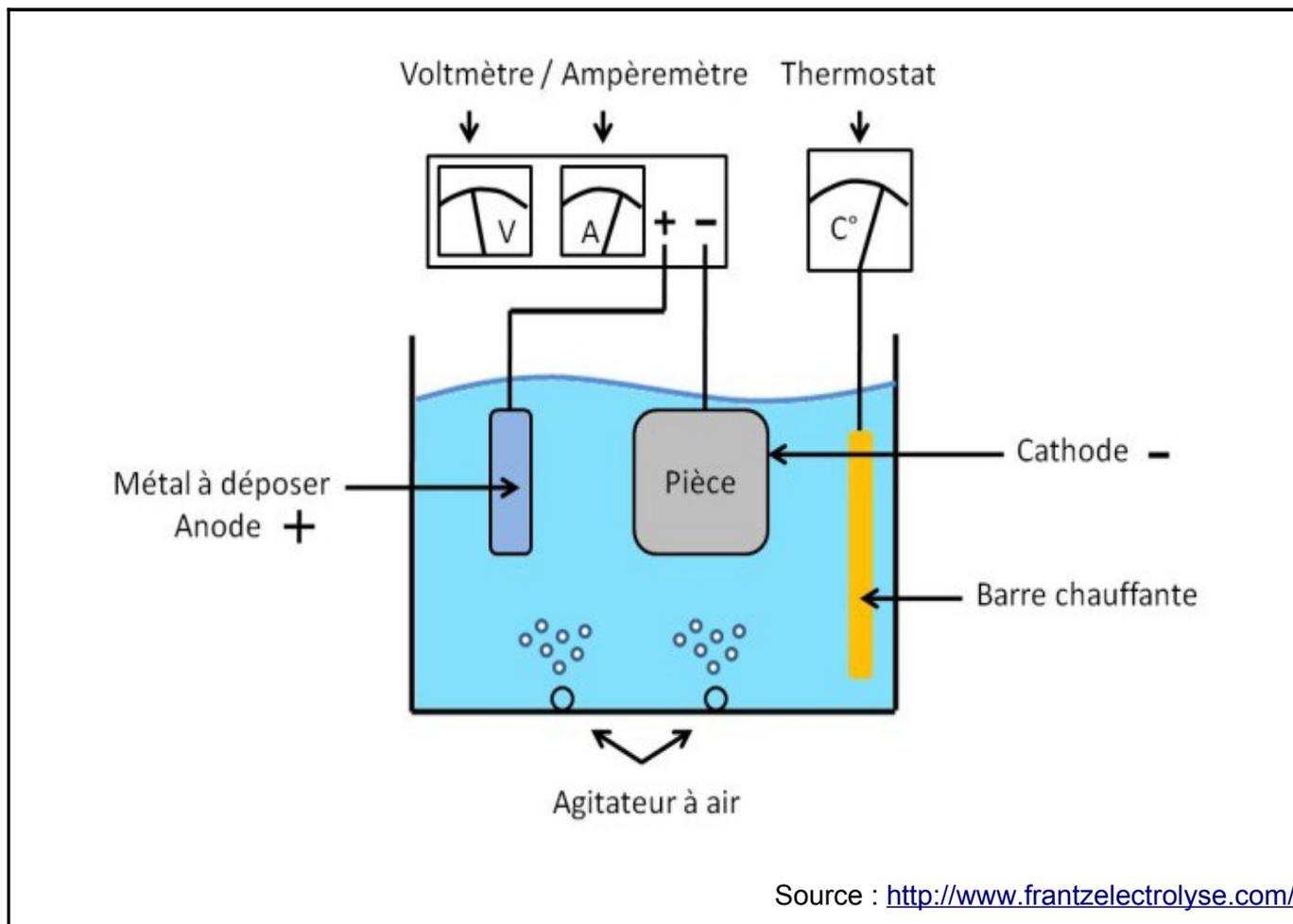
avec :

- $m(\text{Zn})$ la masse de zinc formé ;
- I l'intensité du courant ;
- Δt la durée de l'électrolyse ;
- $M(\text{Zn})$ la masse molaire atomique du zinc ;
- F la constante de Faraday.

Documents

(s'approprier) 

Doc.1 : Principe d'une électrodéposition



Doc.2 : Courant électrique

Le courant électrique est déterminé par le déplacement d'électrons.

La quantité d'électricité Q (en Coulomb) est le produit de l'intensité I du courant (en ampère) par la durée Δt (en seconde) :

$$Q = I \times \Delta t$$

Doc.3 : Données physico-chimiques

Couples oxydant/réducteur du zinc :

- $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$

Masse molaire atomique du zinc :

- $M(Zn) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$

Masse volumique du zinc :

- $\rho(Zn) = 7,13 \text{ g.cm}^{-3}$

Constante de Faraday :

- $F = N_A \times e = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

avec :

- N_A la constante d'Avogadro ;
- e la charge électrique élémentaire.

Doc.4 : Matériel disponible

- Plaque de fer
- Plaque de zinc
- Support de plaques
- Papier de verre
- 2 béchers (100 mL)
- Pincettes crocodile
- Fils de connexion
- Générateur de tension continue réglable
- Agitateur magnétique + turbulent
- Multimètre
- Balance de précision
- Sèche cheveux
- Solution électrolytique de sulfate de zinc acidifiée