

Parlons Chimie

La corrosion des coques de bateau

Année 2019

Comment la chimie nous permet-elle de lutter contre la corrosion ?



- I. La corrosion, qu'est-ce que c'est ?
- II. Expériences et interprétations
- III. Un autre remède, les plastiques

ALLINGRY Arthur, CHARLEUX Camille, GARNIER Alexandre, BELEDJEHEM Meroua et ALLEMAND Louise

I. Qu'est-ce que la corrosion ?

La corrosion est un phénomène bien connu des marins. Les bateaux dont la coque est en acier en sont victimes et doivent en être protégés. Elle désigne l'altération d'un matériau par réaction chimique avec un oxydant.

Chaque matériau de construction de coque possède ses avantages et ses inconvénients spécifiques. La corrosion électrochimique des coques font partie de ceux-là et peut aller jusqu'à des entrées d'eau.

Le dioxygène dissout dans l'eau et l'eau elle même sont plus oxydants que les ions Fe^{2+} il en découle que les réactions $Fe + \frac{1}{2} O_2 + H_2O = Fe^{2+} + 2 OH^-$ ou $Fe + 2 H_2O = Fe^{2+} + 2 OH^- + H_2$ sont spontanées et tendent à consommer l'acier des coques si on ne les empêche pas de se produire.

Un remède consiste à installer des plaques en zinc ou aluminium (les plus courantes) pour l'eau saumâtre (eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer), et en magnésium pour l'eau douce. Ces plaques nommées anodes sacrificielles (ou sacrifiées) sont consommées à la place de l'acier. Il faut les surveiller et les remplacer lorsqu'elles sont usées. Cf expérience

Coques en aluminium

Il y a protection par une couche d'alumine qui isole l'aluminium de l'oxydant et bloque ainsi la poursuite de l'oxydation. Il faut, cependant, faire attention à tout contact avec un métal plus noble qui accélère le phénomène. Cf expérience et schéma.

Coques Polyester

Comme le matériau n'est pas conducteur il ne peut pas y avoir de corrosion électrochimique d'où l'intérêt de ce type de coques.

(Il peut néanmoins y avoir altération des revêtements de protection dans les mêmes conditions (peintures et/ou antifouling)).

Coques Bois

Il y a destruction des fibres du bois aux abords des pièces métalliques protégées (délignification alcaline).

Un clou (fer) est tordu plusieurs fois au même endroit, puis déposé au fond d'une boîte de Petri. Il est ensuite entièrement recouvert du mélange préparé de la façon suivante : à 100 cm³ de solution aqueuse de chlorure de sodium à 3 %, on ajoute 3 g d'agar-agar en poudre, et l'on porte à ébullition environ un quart d'heure ; puis on ajoute 1 cm³ de solution de phénolphthaléine (qui mettra en évidence la formation d'ions OH⁻) et 2 cm³ de solution aqueuse de ferricyanure de potassium à 1 % (qui permettra de caractériser l'apparition d'ions Fe²⁺).

Après refroidissement, le clou est ainsi enfermé dans un gel, et l'ensemble est aisément manipulable. Après quelques heures (expérience à préparer la veille du jour de la démonstration), on observe une coloration bleue à la pointe et à la tête du clou ainsi qu'à l'endroit où il a été tordu, et une coloration rose le long des autres parties du clou : les zones d'écrouissage important se comportent en anodes (oxydation du fer), les autres en cathodes (réduction de l'eau et de l'oxygène dissous, produisant des ions OH⁻).

5.1.2. Un ruban de zinc est partiellement enroulé autour d'un clou, de sorte qu'il y ait un bon contact entre eux. L'ensemble est déposé dans une boîte de Pétri, et recouvert du gel préparé au § 3.1.2. Après quelques heures, on observe une coloration rose autour du clou (et l'absence de bleu qui mettrait en évidence l'oxydation du fer), ainsi qu'un halo blanc de ferrocyanure de zinc autour du zinc.

5.3. Anodisation de l'aluminium.

Une plaque d'aluminium est décapée par le traitement suivant : dégraissage (acétone, trichloréthylène...), lavage (1 mn) dans la soude concentrée, rinçage à l'eau courante, lavage (quelques secondes) dans l'acide nitrique à 10 % et enfin nouveau rinçage à l'eau courante.

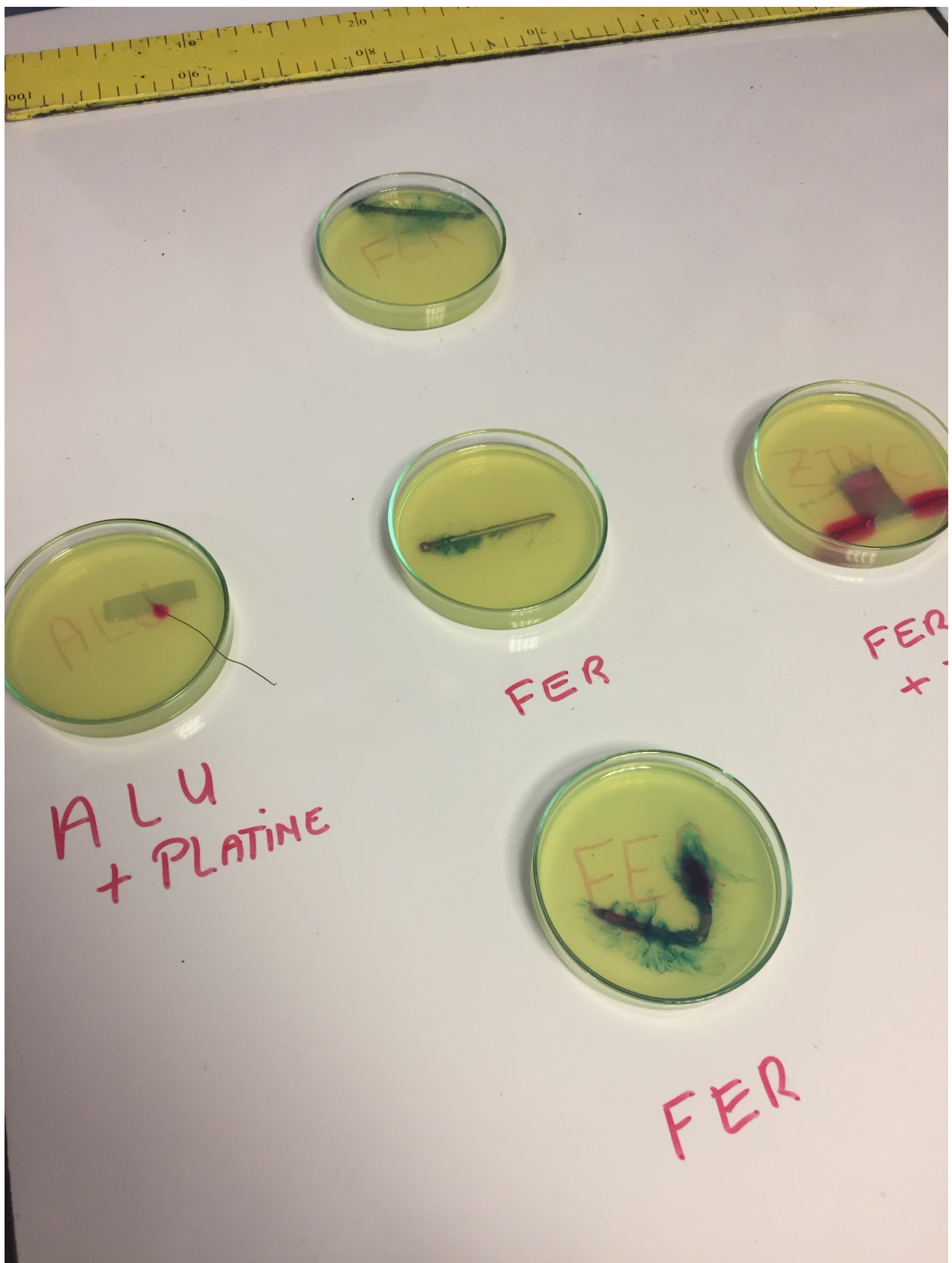
On réalise ensuite une électrolyse : l'anode est la plaque précédemment décapée, la cathode est en graphite, et l'électrolyte une solution d'acide sulfurique à 15 %. La densité de courant anodique est fixée à 15 mA/cm² environ, et l'électrolyse maintenue pendant une demi-heure. La lame d'aluminium est ensuite successivement lavée à l'eau, plongée dans de l'ammoniaque diluée pour enlever les traces d'acidité, et à nouveau rincée à l'eau.

On introduit finalement cette lame dans une solution aqueuse à 1 % d'alizarine sulfonate de sodium que l'on maintient à ébullition 5 à 10 minutes.

On obtient ainsi de l'aluminium anodisé coloré en orange ; on remarquera que la couleur ne se fixe que sur la partie de la lame qui était plongée dans le bain d'électrolyse.



d'après BUP



ALU
+ PLATINE

FER

FER
+

FER



Créé en 1950, la firme Hobie cat s'implanté dans notre région, le Var. Pour fournir des bateaux et des coques de qualité l'entreprise utilise une résine spéciale améliorée pour un meilleur respect de l'environnement. Grâce à des études chimiques menées à ce sujet la résine a perdu 32% de sa toxicité.

En effet les résines polyester utilisées sont livrées dans du styrène servant de solvant et de réticulant. Cf document INRS. Comme le styrène est toxique (cf FDS aldrich) tout a été fait pour limiter les risques pour les employés qui manipulent les résines: diminution de la teneur en styrène de la résine, ventilation adéquate et port d'équipements de protection individuels (EPI).

Les résines sont également adaptées à la période de l'année afin d'optimiser leur temps de séchage.

De plus, l'utilisation de mousse au lieu de plusieurs couches de tissu a réduit considérablement la production de tissu de verre ou de carbone pour une meilleure résistance et un poids plus léger.

On voit donc ici aussi le rôle du chimiste: optimisation de la composition des résines, des tissus, des mousses et des colles utilisées. Cf autre document avec les photos.

Tout ceci permettant d'obtenir des bateaux de grande qualité, légers et ne subissant pas de corrosion.