

Devoir du mercredi 26 novembre 2014

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. Une méthode de protection consiste à poser à la surface de la coque des blocs de métal que l'on appelle « anodes sacrificielles ». L'objectif de l'exercice est d'évaluer, à l'aide des documents ci-après, la masse de l'anode sacrificielle nécessaire à la protection du bateau « Hoche-ts5et9spé ».

Document 1. Potentiels standard de différents métaux

Pour prévoir les réactions d'oxydoréduction, on peut s'appuyer en première approche sur l'échelle suivante, appelée échelle des potentiels standard. Tous les couples oxydant/réducteur peuvent être classés par leur potentiel standard.

Échelle des potentiels standard de quelques couples à 20°C :

Élément	Couple	Potentiel standard (V)
Cuivre	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	0,341
Étain	$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$	-0,138
Nickel	$\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$	-0,257
Fer	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	-0,447
Zinc	$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	-0,760
Aluminium	$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$	-1,67
Magnésium	$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	-2,37

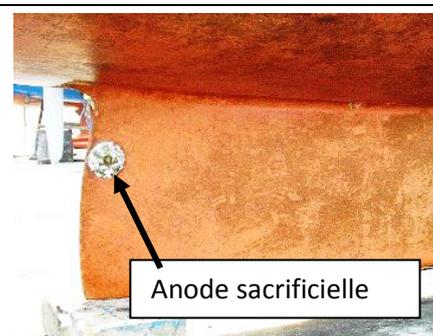
Lorsque deux métaux sont en contact et peuvent être oxydés par le dioxygène, c'est celui dont le couple a le potentiel standard le plus faible qui s'oxyde : il constitue l'anode et protège l'autre métal qui ne réagira pas.

Document 2. Protection d'un bateau avec coque en acier

Lors de l'oxydation de l'anode sacrificielle (réaction type $\text{M} \rightarrow \text{M}^{k+} + k \text{e}^-$ où M est le métal de l'anode), une circulation d'électrons se met en place et il s'établit un courant de protection au niveau de la surface S de la coque immergée. Sa densité de courant moyenne, intensité de courant par unité de surface, vaut : $j = 0,1 \text{ A.m}^{-2}$.

Ce courant a son origine dans la charge électrique échangée lors de la réaction d'oxydo-réduction. L'intensité I d'un courant électrique peut s'exprimer en fonction de la charge électrique Q échangée au cours de la réaction pendant une durée Δt :

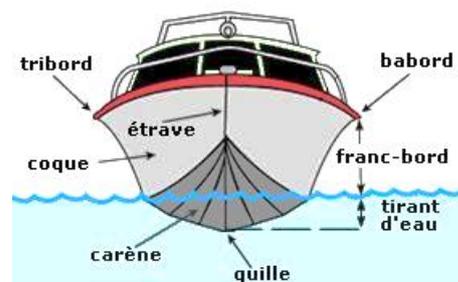
$$I = \frac{Q}{\Delta t} \text{ où, dans le système international, } I \text{ s'exprime en ampère (A), } Q \text{ en coulomb (C) et } \Delta t \text{ en seconde (s).}$$



Document 3 : caractéristiques du bateau en acier nommé « Hoche-ts5et9spé »

Le bateau « Hoche-ts5et9spé » est un futur bateau qui prendra le large d'ici peu. Sa coque et donc sa carène sont entièrement en acier.

Sa longueur (entre proue et poupe) est de 20 m, la largeur immergée moyenne de la carène est de 4,5 m au niveau du niveau de l'eau avec un tirant d'eau de l'ordre de 70 cm.



Document 4 : données électrochimiques

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

Une mole de charges élémentaires possède une charge électrique notée 1 Faraday égale à $9,65 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.

Questions préalables

- Citer en justifiant votre réponse, les métaux du tableau du **document 1** susceptibles de protéger la coque en acier d'un bateau. Pourquoi l'anode utilisée est-elle qualifiée de « sacrificielle » ?
- Evaluer la surface de coque immergée du Hoche-ts5et9spé.

Problème

On désire protéger pendant une année la coque en acier du Hoche-ts5et9spé par une anode sacrificielle en zinc. Une anode sacrificielle sur une coque de bateau doit être remplacée quand elle a perdu 50 % de sa masse. Quelle est la masse totale d'anode sacrificielle en zinc qu'on doit répartir sur la coque pour la protéger pendant une année ? Exercer un regard critique sur la valeur trouvée.

Les qualités rédactionnelles, la clarté de l'expression et de la présentation des calculs, le regard critique des résultats rentreront pour une part très importante dans l'appréciation et la notation du devoir écrit.