

Comment protéger la coque d'un bateau de la corrosion ? (Bac S – Métropole - juin 2016)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

Questions préalables

- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$
- Les métaux susceptibles d'être oxydés par le dioxygène sont ceux qui appartiennent, en tant que réducteurs, à un couple dont le potentiel standard est inférieur à celui du couple Fe^{2+}/Fe , c'est-à-dire le zinc, l'aluminium et le magnésium.

Ces métaux vont être oxydés à la place du fer : le métal protecteur est rongé car ses atomes sont transformés en ions métalliques qui vont en solution. On parle donc d'anode "sacrificielle".

Problème

Plan de la résolution du problème :



- ① Calculons l'intensité du courant de protection :

$$I = j \times S = 0,1 \times 40 = 4,0 \text{ A}$$

- ② La charge électrique Q qui doit circuler en $\Delta t = 1$ an est donc :

$$Q = I \times \Delta t = 4,0 \times (365,25 \times 24 \times 60 \times 60) = 1,3 \times 10^8 \text{ C}$$

- ③ On en déduit la quantité d'électrons ayant circulé :

$$n_{\text{e}^-} = \frac{Q}{q} = \frac{1,3 \times 10^8}{9,65 \times 10^4} = 1,3 \times 10^3 \text{ mol}$$

- ④ Déterminons maintenant la quantité de matière de zinc oxydé.



$$\text{D'après l'équation-bilan, } n_{\text{Zn ayant réagi}} = \frac{n_{\text{e}^-}}{2} = \frac{1,3 \times 10^3}{2} = 6,5 \times 10^2 \text{ mol}$$

⑤ Ainsi, la masse de zinc oxydée vaut :

$$m_{\text{Zn oxydé}} = n_{\text{Zn ayant réagi}} \times M(\text{Zn}) = 6,5 \times 10^2 \times 65,4 = 4,3 \times 10^4 \text{ g} = 43 \text{ kg}$$

⑥ Or la masse oxydée doit représenter au plus 50 % de la masse de l'anode.

La masse totale d'anode sacrificielle à répartir sur la coque pour une année est donc :

$$m_{\text{anode}} = 2 \times m_{\text{Zn oxydé}} = 2 \times 43 = 85 \text{ kg}$$

De prime abord, cette masse peut sembler relativement importante, mais elle est répartie en différents endroits du bateau et cela ne gênera pas la façon dont flotte le bateau dans l'eau car c'est une masse très faible par rapport à celle de l'ensemble du bateau.

Quant à l'aspect financier, le coût associé ne sera pas très important par rapport aux autres frais annuels d'un bateau.