Spécialité : Etude de la fabrication d'un ponton en milieu marin

Bac S 2013 Asie (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 QCM : sur le tableau de l'annexe à rendre avec la copie, cocher les bonnes réponses en précisant à chaque fois le numéro du document utilisé.

- **1. Non** (doc. 3) : l'attaque est forte, moyenne ou faible selon la zone du pilier.
- **2. Non** (doc. 2) : le dioxygène est maximal dans la zone d'aération et minimal dans le sol.
- **3. Non** (doc. 3) : la base, enfoncée dans le sol, est la zone d'attaque faible.
- **4. Oui** (doc. 4) : après 5 ans, la perte vaut environ 0,16 mm en mer chaude contre 0,06 mm en mer froide.
- **5. Non** (doc. 1) : la réduction consomme du dioxygène, absent de l'équation proposée, qui ne conserve d'ailleurs pas l'élément oxygène. En ajoutant $\mathrm{Fe} \longrightarrow \mathrm{Fe}^{2+} + 2\,\mathrm{e}^-$ et $\frac{1}{2}\,\mathrm{O_2} + 2\,\mathrm{e}^- + \mathrm{H_2O} \longrightarrow 2\,\mathrm{HO}^-$:

$$\mathrm{Fe\,(s)} + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{O_2\,(g)} + \mathrm{H_2O\,(l)} \longrightarrow \mathrm{Fe}^{2+}\,\mathrm{(aq)} + 2\,\mathrm{HO}^-\,\mathrm{(aq)}$$

- **6. Oui** (doc. 4) : la courbe I atteint 0,2 mm à la date 5 ans.

Réponses : 1 Non (doc. 3) ; 2 Non (doc. 2) ; 3 Non (doc. 3) ; 4 Oui (doc. 4) ; 5 Non (doc. 1) ; 6 Oui (doc. 4).

PIÈGE
Oublier la colonne « Documents » : le barème évalue la réponse et le document cité ensemble. Une case cochée sans numéro de document ne rapporte pas tous les points.

COMPRENDRE
Question 3 : la « base » du pilier est sa partie enterrée. Le dioxygène y est minimal (doc. 2), ce qui explique l'attaque faible relevée dans le doc. 3 : les deux documents se confirment.

MÉTHODE
Pour vérifier une équation d'oxydoréduction : écrire les deux demi-équations dans le sens réel (oxydation du fer, réduction du dioxygène), ajuster pour échanger autant d'électrons, puis additionner. Contrôler ensuite les éléments et les charges.

Questions	Réponses	Documents
1. La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur.	☐ Oui ☑ Non	Doc. 3
2. La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique.	☐ Oui ☑ Non	Doc. 2
3. La corrosion est plus importante à la base du pilier métallique.	☐ Oui ☑ Non	Doc. 3
4. La température moyenne a une influence sur la perte d'épaisseur d'acier au cours du temps.	☑ Oui ☐ Non	Doc. 4
5. L'équation d'oxydoréduction associée à la corrosion humide peut être écrite : Fe(s) + H_2O(l) → 2 HO^-(aq) + Fe^{2+}(aq)	☐ Oui ☑ Non	Doc. 1
6. Un pilier métallique perd 0,2 mm d'épaisseur au bout de 5 ans en présence d'une atmosphère humide et polluée.	☑ Oui ☐ Non	Doc. 4

1 · Annexe à rendre avec la copie, complétée (réponses de l'élève en orange)

2 Question de synthèse : donner, en justifiant, les caractéristiques de la corrosion des piliers métalliques au bord de la mer, puis proposer des pistes pour augmenter la durée de vie du ponton (au minimum 20 lignes, en utilisant tous les documents).

Données utiles doc. 4, à 5 ans : I 0,20 mm ; II 0,16 mm ; III 0,06 mm ; IV 0,035 mm ; V 0,01 mm (lectures graphiques)

Introduction. Les piliers sont en acier, alliage formé surtout de fer (doc. 1). Au contact de l'eau et du dioxygène, le fer s'oxyde : la rouille se forme et le métal perd de l'épaisseur.

1. Un phénomène électrochimique. Des piles se créent à la surface de l'acier (doc. 1). À l'anode, le fer est oxydé et se consomme : $\mathrm{Fe} \longrightarrow \mathrm{Fe}^{2+} + 2\,\mathrm{e}^-$. À la cathode, le dioxygène est réduit :

PIÈGE
Recopier les documents sans les relier. Le correcteur attend des liens : dioxygène du doc. 2 pour expliquer les zones du doc. 3, comparaison chiffrée des courbes du doc. 4, demi-équations du doc. 1.

$\frac{1}{2}\,O_2 + H_2O + 2\,e^- \longrightarrow 2\,HO^-$. L'eau de mer, riche en ions, est un électrolyte très conducteur : elle favorise ces piles.

2. Une attaque inégale selon la hauteur. La teneur en dioxygène décroît de la zone d'aération jusqu'au sol (doc. 2). Le doc. 3 montre une attaque forte dans la zone d'embruns, où l'acier mouillé reçoit le plus de dioxygène, et dans la zone de basses eaux ; moyenne dans la zone de marnage et en immersion permanente ; faible dans le sol, pauvre en dioxygène.

3. L'influence du milieu. D'après le doc. 4, la perte d'épaisseur en 5 ans vaut 0,20 mm en atmosphère humide et polluée, 0,16 mm en mer chaude, 0,06 mm en mer froide et 0,01 mm en atmosphère pure et sèche. Humidité, pollution et température élevée accélèrent donc la corrosion.

4. Pistes pour prolonger la durée de vie. On ne peut agir ni sur la température ni sur la salinité de la mer. On peut en revanche :

- prévoir une surépaisseur d'acier : dans le pire cas du doc. 4, la perte moyenne est $\frac{0{,}2}{5} = 0{,}04$ mm par an, soit 2 mm en 50 ans ;
- isoler l'acier par une peinture ou un revêtement, en priorité dans les zones d'embruns et de basses eaux ;
- fixer sur les piliers des blocs de zinc, métal plus réducteur que le fer, qui s'oxydent à sa place (anodes sacrificielles) ;
- choisir un acier inoxydable, efficace mais coûteux.

Regard critique. Le doc. 4 concerne des atmosphères, non l'acier immergé : la surépaisseur calculée n'est qu'un ordre de grandeur. De plus, la zone de basses eaux est plus attaquée que celle de marnage, pourtant mieux aérée : le dioxygène n'explique pas tout.

Corrosion électrochimique, inégale selon la hauteur, accélérée par le dioxygène, le sel, la chaleur et la pollution ; protections : surépaisseur, revêtement, anode sacrificielle, acier inoxydable.

COMPRENDRE

L'anode sacrificielle relève des connaissances personnelles : dans la pile zinc-fer, le zinc, plus réducteur, est l'anode et s'oxyde ; le fer devient cathode et reste intact, comme l'électrode protégée décrite dans le doc. 1.

MÉTHODE

Une synthèse se construit en trois temps : problème posé, réponse organisée en paragraphes titrés qui citent chaque document par son numéro avec une valeur lue, puis conclusion critique. Aucun document ne doit rester inutilisé.

À LA CALCULATRICE

