

ASIE 2013

Étude de la fabrication d'un ponton en milieu marin

Vous faites partie d'un laboratoire d'ingénierie qui doit étudier la conception d'un ponton. En marine, le ponton (ou embarcadère) permet l'embarquement ou le débarquement de passagers et l'amarrage des bateaux. L'image ci-dessous montre un ponton en construction.



Cet exercice porte sur la corrosion de piliers métalliques partiellement immergés en eau de mer. Vous devez, pour cela, lire attentivement l'ensemble des documents proposés, répondre à des questions à choix multiples sur l'annexe à rendre avec la copie puis résoudre le problème posé à l'aide d'une rédaction d'au minimum 20 lignes.

Document 1

L'acier est un alliage métallique utilisé dans les domaines de la construction mécanique. L'acier est constitué d'au moins deux éléments, le fer, très majoritaire, et le carbone, dans des proportions comprises entre 0,02 % et 2 % en masse. C'est essentiellement la teneur en carbone qui confère à l'alliage les propriétés du métal qu'on appelle « acier ».

Pour l'acier, la corrosion se traduit par la formation de rouille. Ce produit composé d'oxydes plus ou moins hydratés ne se forme qu'en présence de dioxygène et d'eau à température ordinaire. Cette corrosion est dite aqueuse, et c'est la forme la plus fréquemment rencontrée en construction métallique.

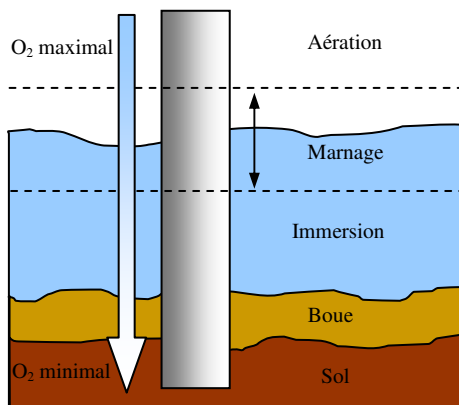
La corrosion est un phénomène électrochimique : cela signifie qu'il se crée des piles à la surface de l'acier, dans lesquelles une des électrodes, l'anode, se consomme au bénéfice de l'autre, la cathode, qui reste intacte. L'électrolyte est constitué par l'eau, plus ou moins conductrice et oxygénée.

Les deux demi-équations mises en jeu dans le phénomène de corrosion sont :

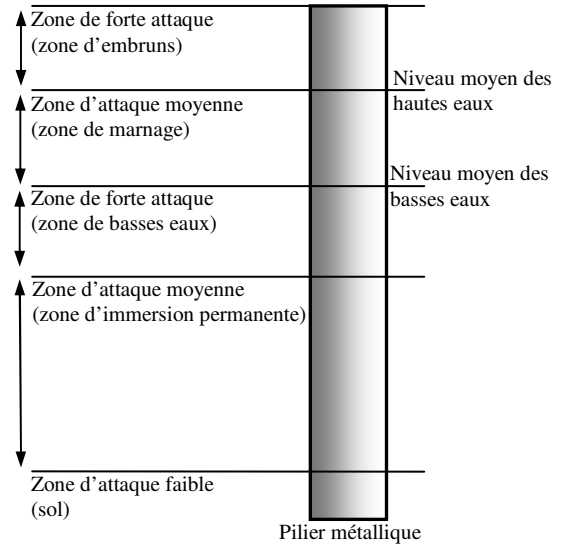
$$\frac{1}{2} O_2 + 2 e^- + H_2O = 2 HO^-$$

$$Fe^{2+} + 2 e^- = Fe$$

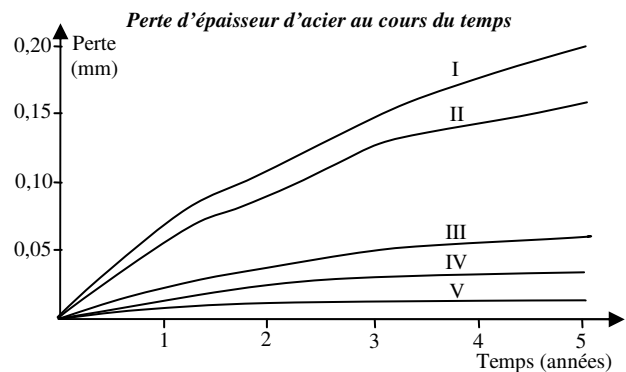
Document 2



Document 3



Document 4



- I : Atmosphère humide et polluée
- II : Atmosphère marine (mer chaude)
- III : Atmosphère marine (mer froide)
- IV : Atmosphère pure et humide
- V : Atmosphère pure et sèche

1. QCM: Cocher les bonnes réponses

Sur le tableau de l'annexe à rendre avec la copie, répondre par oui ou par non en précisant à chaque fois le numéro du document utilisé pour répondre à la question. Chaque bonne réponse amène des points. Une mauvaise réponse ne conduit pas à un retrait de points.

2. Question de synthèse

À partir des documents fournis et de vos connaissances personnelles, donner, en justifiant votre réponse, les caractéristiques de la corrosion des piliers métalliques au bord de la mer et proposer ensuite des pistes pour augmenter la durée de vie du ponton. Prendre soin, pour cela, d'utiliser la totalité des documents proposés, d'apporter une solution au problème posé en veillant à structurer les informations recueillies, d'adopter un jugement critique argumenté et rédiger un document d'au minimum 20 lignes dans un français correct.

Annexe

Questions	Oui / Non	Documents
1. La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur.		
2. La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique.		
3. La corrosion est plus importante à la base du pilier métallique.		
4. La température moyenne a une influence sur la perte d'épaisseur d'acier au cours du temps.		
5. L'équation d'oxydoréduction associée à la corrosion humide peut être écrite : $\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{HO}^-_{(aq)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$		
6. Un pilier métallique perd 0,2 mm d'épaisseur au bout de 5 ans en présence d'une atmosphère humide et polluée.		

Correction**1. QCM**

Questions	Oui / Non	Documents
1. La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur.	non	doc. 3
2. La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique.	non	doc. 2
3. La corrosion est plus importante à la base du pilier métallique.	non	doc. 3
4. La température moyenne a une influence sur la perte d'épaisseur d'acier au cours du temps.	oui	doc. 4
5. L'équation d'oxydoréduction associée à la corrosion humide peut être écrite : $\text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{HO}^-_{(aq)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$	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	doc. 4

2. Question de synthèse

Introduction : Nous allons voir quelles sont les caractéristiques de la corrosion et comment augmenter la durée de vie des piliers.

Les piliers métalliques du ponton sont en acier, il s'agit d'un alliage contenant essentiellement du fer. Or le fer peut être oxydé, ce qui a pour conséquence de ronger le pilier. Il rouille. (doc. 1)

Caractéristiques de la corrosion des piliers métalliques au bord de la mer

Ce phénomène électrochimique dépend de plusieurs paramètres.

- Plus le milieu est riche en dioxygène et plus la corrosion est rapide. La concentration en dioxygène dissous diminue avec la profondeur de l'eau et augmente avec l'agitation de l'eau. (doc. 2 et 3)

- L'augmentation de la température de l'eau accentue la corrosion. (doc. 4)

- La pollution de l'eau facilite la corrosion. (doc. 4)

- La corrosion des piliers est dite aqueuse, le caractère plus ou moins conducteur de l'eau peut jouer un rôle. L'eau salée conduit mieux le courant, elle favorise la corrosion. (doc. 4)

Pistes pour augmenter la durée de vie du ponton

Il n'est pas possible de diminuer la température de l'eau ! et il est difficile de protéger le ponton des embruns.

Une solution consisterait à augmenter de quelques millimètres le diamètre des poteaux métalliques. Le document 4 montre que dans des conditions très défavorables la perte d'épaisseur d'acier n'est que de 0,2 mm au bout de cinq ans. Ainsi cette solution permettrait de rallonger largement la durée de vie du ponton.

On peut aussi recouvrir les piliers d'une couche de peinture (ou tout autre substance recouvrant les piliers de manière étanches) qui limiterait l'apport de dioxygène.

On peut également utiliser des anodes sacrificielles. Ces deux dernières solutions nécessitent cependant un entretien régulier.

Il est également possible d'utiliser des piliers en inox, mais cette solution serait sans doute trop onéreuse.

Barème

QCM : 0,5 pt

Synthèse structurée : 0,5 pt

Contenu « Caractéristiques de la corrosion » : 2 pts

Contenu « Protection contre la corrosion et regard critique » : 2 pts

-1 si pas de regard critique.