

Exercice 01 : Corrosion des piliers métalliques partiellement immergés en eau de mer.

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.

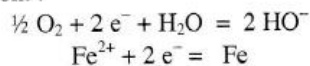
Document 1

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 ».

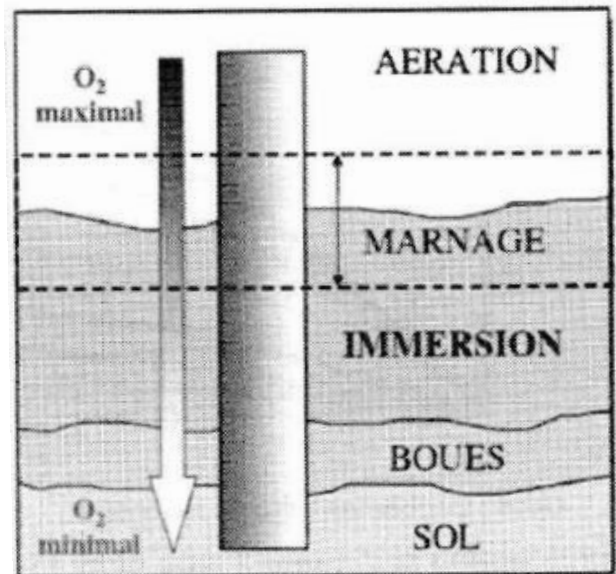
Pour l'acier, la corrosion se traduit par la formation de rouille. Ce produit composé d'oxydes plus ou moins hydratés ne se forme qu'en présence de dioxygène et d'eau à température ordinaire. Cette corrosion est dite aqueuse, et c'est la forme la plus fréquemment rencontrée en construction métallique.

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.

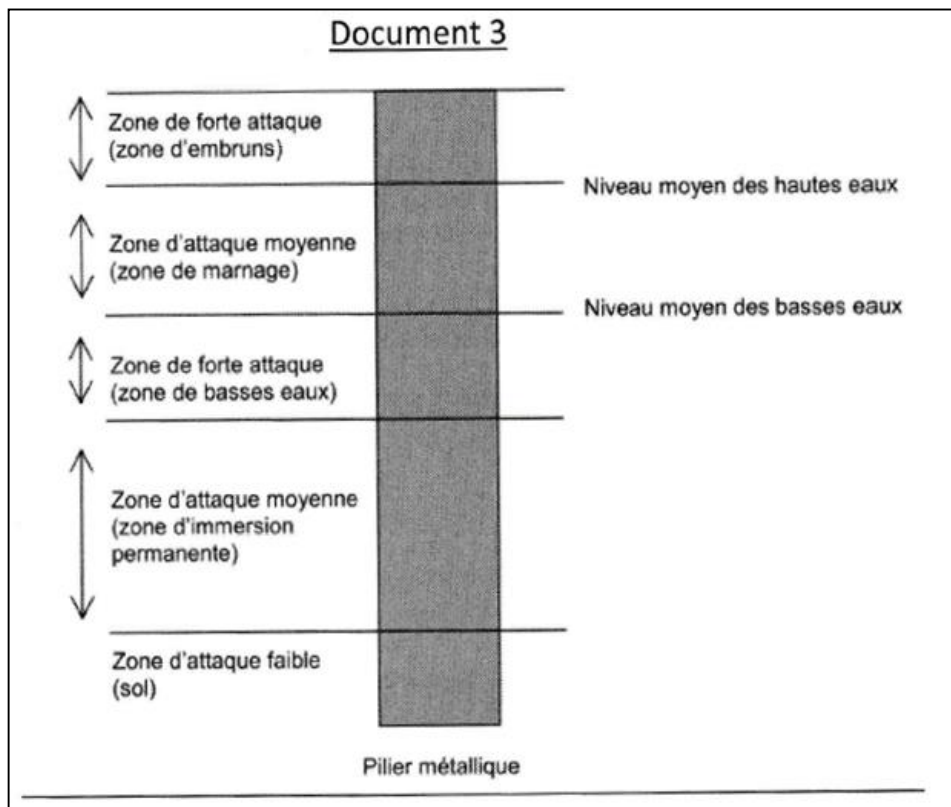
Les deux demi-équations mises en jeu dans le phénomène de corrosion sont :



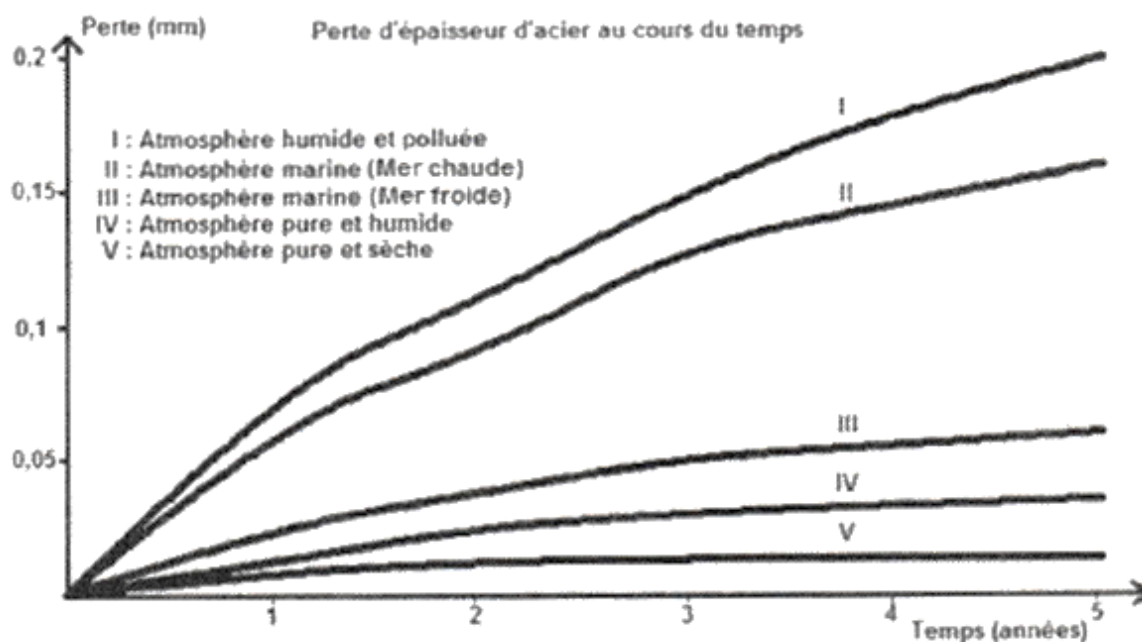
Document 2



Document 3



Document 4



1. Compléter le tableau en répondant par vrai ou faux et précisant à chaque fois le numéro du document utilisé pour répondre à la question.

Questions	Réponses	N° doc
1. La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur.	Faux	Doc. 3
2. La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique.	Faux	Doc. 2
3. La corrosion est plus importante à la base du pilier métallique.	Faux	Doc. 3
4. La température moyenne a une influence sur la perte d'épaisseur d'acier au cours du temps.	Vrai	Doc. 4
5. l'équation d'oxydation associée à la corrosion humide peut être écrite : $Fe_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2HO^-_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)}$	Faux	Doc. 1
6. Un pilier métallique perd 0,2 mm d'épaisseur au bout de 5ans en présence d'une atmosphère humide et polluée.	Vrai	Doc. 4

2. 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.

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

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

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.
- L'augmentation de la température de l'eau accentue la corrosion.
- La pollution de l'eau facilite la corrosion.
- 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.

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.

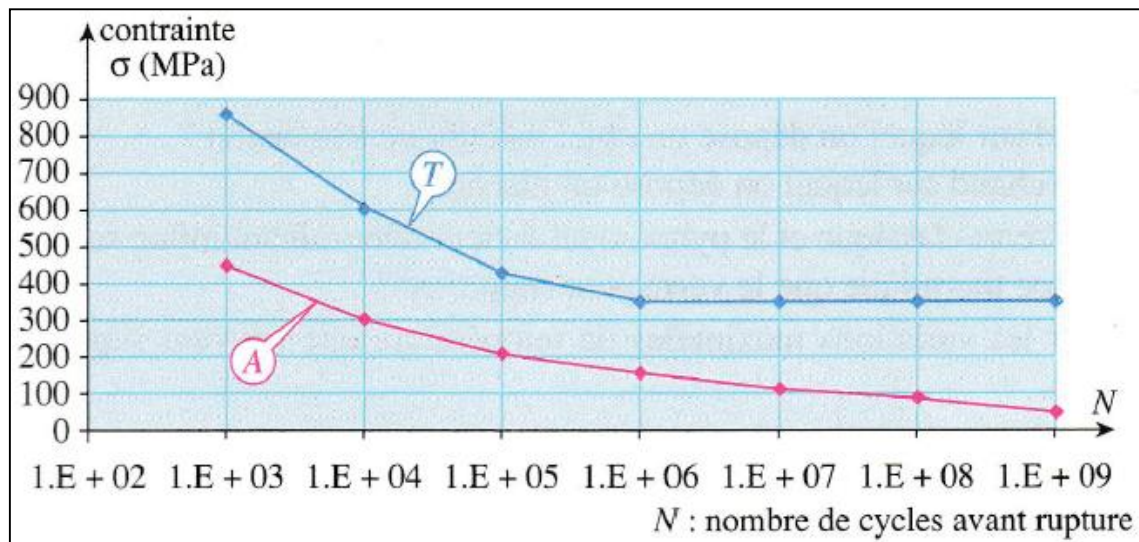
On peut aussi recouvrir les piliers d'une couche de peinture « anti-rouille » qui limiterait l'apport de dioxygène.

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

Exercice 02 : Fatigue et vieillissement

Lorsqu'un matériau est soumis à des cycles de contraintes nombreux et répétitifs, il peut se produire des fissures provoquant sa rupture par fatigue au bout de N cycles. Les courbes d'endurance permettant de déterminer la durée de vie d'un matériau en fatigue ; elles correspondent au nombre de cycles réalisés pour produire la rupture au cours de différentes contraintes.

En laboratoire, lors d'essais faisant varier la contrainte, on a mesuré le nombre de cycles provoquant la rupture et obtenu les courbes d'endurance suivantes pour deux matériaux (T pour un alliage de titane et A pour un alliage d'aluminium).



1. Citer trois types de contraintes différentes que l'on peut faire subir à un matériau.

On peut citer les contraintes de traction, compression, torsion, flexion. ..

2. La *limite de fatigue* est la contrainte entraînant la rupture après un certain nombre de cycles. Quelle est la limite de fatigue pour l'alliage de titane après 10^4 cycles ?

La courbe de l'alliage de titane montre qu'une contrainte de 600 MPa est sa limite de fatigue pour une rupture après 10^4 cycles.

3. La *durée de vie en fatigue* est le nombre de cycles nécessaires pour provoquer la rupture pour une contrainte donnée. Quelle est la durée de vie en fatigue de l'alliage d'aluminium pour une contrainte de 200 MPa ?

La courbe de l'alliage d'aluminium montre que sa durée de vie en fatigue, sous une contrainte de 200 MPa, est de 10^5 cycles.

4. On appelle *limite d'endurance* la valeur de la contrainte au-dessous de laquelle la rupture ne se produit pas. Quelle est la limite d'endurance de l'alliage de titane ?

On constate, sur la courbe de l'alliage de titane, que sa limite de fatigue se stabilise à la valeur 350 MPa pour $N > 10^6$ cycles. On peut donc en déduire, au moins jusqu'à 10^9 cycles, qu'une contrainte inférieure à 350 MPa ne provoquera pas de rupture du matériau. Cette contrainte de 350 MPa est donc sa limite d'endurance.

5. Existe-t-il une limite d'endurance pour l'alliage d'aluminium ?

La courbe de l'alliage d'aluminium ne montre pas de palier sur le domaine d'étude. On peut penser que la courbe continue à décroître au-dessus de 10^9 cycles et que sa limite d'endurance est égale à 0 Pa : ainsi, le matériau finira par rompre quelle que soit la valeur de la contrainte.

Ce document PDF gratuit à imprimer est issu de la page :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Matériaux : cycle de vie - PDF à imprimer](#)

Le lien ci-dessous vous permet de télécharger cet exercice avec un énoncé vierge

- [Cycle de vie - Matériaux - Terminale - Exercices corrigés](#)

Les exercices des catégories suivantes pourraient également vous intéresser :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Eau et environnement - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Eau et l'énergie - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Eau et ressources - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Emetteurs et récepteurs sonores - PDF à imprimer](#)
- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Spécialité Instruments musique - PDF à imprimer](#)

Besoin d'approfondir en : Terminale Physique - Chimie : Spécialité Matériaux : cycle de vie

- [Cours Terminale Physique - Chimie : Spécialité Matériaux : cycle de vie](#)
- [Vidéos pédagogiques Terminale Physique - Chimie : Spécialité Matériaux : cycle de vie](#)