**Entrainement bac – QCM et synthèse**

**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-contre, montre un ponton en construction.

D'après http://www.parc-marais-poitevin.fr/

**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 :

½ O2 + 2 e− + H2O http://static1.assistancescolaire.com/t/images/t_pch16_m16.png 2 HO−

Fe2+ + 2 e− http://static1.assistancescolaire.com/t/images/t_pch16_m16.png Fe

**Document 2**



**Document 3**

Zone de forte attaque

(zone d’embruns)

Niveau moyen des hautes eaux

Zone d’attaque moyenne

(zone de marnage)

Niveau moyen des basses eaux

Zone de forte attaque

(zone de basses eaux)

Zone d’attaque moyenne

(zone d’immersion

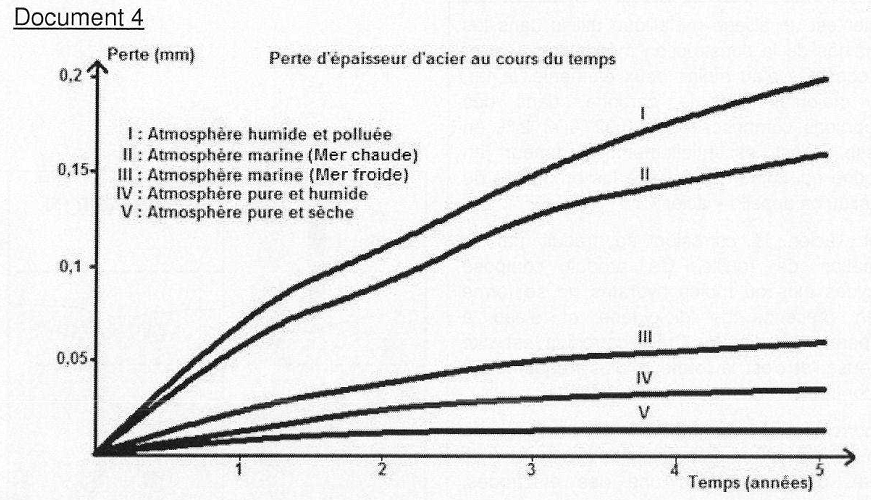
permanente)

Zone d’attaque faible

(sol)

Pilier métallique

**Document 4**



**1. QCM: Cocher les bonnes réponses.**

**Sur le tableau de l’annexe 2 à rendre avec la copie,** cocher les bonnes réponses 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 caractéristique 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 À RENDRE AVEC LA COPIE**

**QCM**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Questions | Réponses | Documents |
| **1.** La corrosion des piliers métalliques est la même sur toute leur hauteur. | Oui Non |  |
| **2.** La quantité de dioxygène est identique sur toute la hauteur du pilier métallique. | Oui Non |  |
| **3.** La corrosion est plus importante à la base du pilier métallique. | Oui Non |  |
| **4.** La température moyenne a une influence sur la perte d’épaisseur d’acier au cours du temps. | Oui Non |  |
| **5.** L’équation d’oxydoréduction associée à la corrosion humide peut être écrite :  Fe(s) + H2O(l) → 2 HO−(aq) + Fe2+(aq) | Oui Non |  |
| **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 |  |

**Entrainement bac – Résolution de problème**

**COMMENT PROTÉGER LA COQUE D’UN BATEAU DE LA CORROSION ?**

|  |  |
| --- | --- |
| 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 ». | |
|  | Anode sacrificielle  *Image provenant du site* [*www.hisse-et-oh.com*](http://www.hisse-et-oh.com) |

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 d’un bateau.

**Document 1. Le phénomène de corrosion**

La corrosion d’un métal M est sa transformation à l’état de cation métallique Mk+ par réaction avec le dioxygène dissous dans l’eau.

Le métal perd un ou plusieurs électrons, il est oxydé selon la demi-équation rédox :

M http://static1.assistancescolaire.com/t/images/t_pch16_m16.png Mk+ + k e-

Une mole de métal oxydé produit k moles d’électrons.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 2. 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) | | Plomb | Pb2+ / Pb | -0,126 | | Étain | Sn2+ / Sn | -0,138 | | Nickel | Ni2+ / Ni | -0,257 | | Fer | Fe2+ / Fe | -0,447 | | Zinc | Zn2+ / Zn | -0,760 | | Aluminium | Al3+ / Al | -1,67 | | Magnésium | Mg2+ / 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 3. Protection d’un bateau avec coque en acier**

Lors de l’oxydation de l’anode sacrificielle, 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 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* :



où, dans le système international, *I* s’exprime en ampère (A), *Q* en coulomb (C) et Δ*t* en seconde (s).

**Résolution de problème**

**Questions préalables**

* Un bateau possède une coque en acier donc composée essentiellement de fer. Écrire la demi-équation de l’oxydation du fer métallique en considérant uniquement les couples du **document 2**.
* Citer en justifiant votre réponse, les métaux du tableau du **document 2** susceptibles de protéger la coque en acier d’un bateau. Pourquoi l’anode utilisée est-elle qualifiée de « sacrificielle » ?

**Problème**

On désire protéger pendant une année la coque en acier d’un bateau par une anode sacrificielle en zinc. La surface de coque immergée dans l’eau de mer vaut *S* = 40 m². 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.

**Données :**

* Masse molaire du zinc : *M* = 65,4 g.mol-1
* Une mole d’électrons possède une charge électrique *q* = 9,65×104 C

*Remarque :*

*L’analyse des données, la démarche suivie et l’analyse critique du résultat sont évaluées et nécessitent d’être correctement présentées.*

**Réponses**

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Auto-evaluation**

**QCM et Synthèse**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Compétences mises en œuvre | Indicateurs de réussite correspondant au niveau A | **A** | **B** | **C** | **D** |
| **S’approprier**  Extraire l’information utile sur des supports variés.  Mobiliser ses connaissances | Le candidat associe les documents aux différentes questions du QCM.  Bonne réponse aux questions 1, 2, 3, 5 et 6 du QCM (avec le bon document associé pour éviter les réponses aléatoires). |  |  |  |  |
| **Analyser**  Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites.  Identifier les paramètres qui influencent un phénomène.  Formuler une hypothèse  Construire les étapes de la résolution d’un problème. | Réponse correcte à la question 4 du QCM.  Le candidat recense dans son texte de synthèse, au moins 5 des 6 facteurs responsables de la corrosion des matériaux du ponton pouvant être déduits de la lecture des documents :   * Présence d’eau et de dioxygène * Conductivité électrique de l’eau de mer * Teneur en dioxygène * Exposition du pilier * Humidité et pollution de l’atmosphère * Température   Le candidat propose au moins deux solutions plausibles permettant d’éviter la corrosion des matériaux du ponton et donc d’en augmenter la durée de vie. |  |  |  |  |
| **Valider**  Faire preuve d’esprit critique | Le candidat porte un regard critique argumenté sur l’utilisation de métaux pour les constructions de pontons en mer en abordant la question de la durée de vie du poteau. Ce qui exclut les réponses du type : « On ne peut pas utiliser des poteaux en acier à cause de la corrosion. » sans plus d’argumentation. |  |  |  |  |
| **Communiquer**  Rédiger une synthèse.  Utiliser un vocabulaire adapte et rigoureux. | Le raisonnement et la solution proposée sont clairement présentés, en utilisant en particulier des connecteurs logiques pertinents, en français correct.  Les informations tirées des documents sont clairement identifiées. |  |  |  |  |

**Compétence APP (S’approprier)**

Concerne 5 questions du QCM (1,2,3,5 et 6)

* B : pour une mauvaise réponse
* C : à partir de deux mauvaises réponses
* D : pour quatre et plus mauvaises réponses sur cinq

Remarques : niveau à ajuster en tenant compte à la fois de la réponse oui/non et de la colonne « documents ».

**Compétence ANA (Analyser)**

* B: si question 4 fausse ou seulement quatre facteurs responsable de la corrosion indiqués et 1 seule solution proposée pour éviter la corrosion
* C: question 4 fausse et 3 facteurs ou seulement 2 facteurs
* D : rien ou tout faux ou 1 seul facteur ou seulement question 4

**Compétence VAL (Valider)**

* B : regard critique argumenté mais sans mentionner la durée de vie des poteaux ou durée de vie des poteaux mentionnée mais argumentaire partiel
* C : argumentaire partiel et la durée de vie des poteaux n’est pas mentionnée
* D : pas d’argumentaire

**Compétence COM (Communiquer)**

* B : bonne cohérence dans l’ensemble (quelques connecteurs logiques mal utilisés) avec vocabulaire scientifique adapté, communication incomplète.
* C : manque de cohérence (peu de connecteurs logiques ou mal utilisés), communication incomplète et vocabulaire adapté
* D : communication incohérente, vocabulaire scientifique inadapté.

**Résolution de problème**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Compétences évaluées | Critère de réussite correspondant au niveau A | **A** | **B** | **C** | **D** |
| **S’approprier**  Extraire des informations | La demi-équation d’oxydation du, la liste des métaux capable de protéger le fer et la notion de sacrificielle est cohérente avec les indications du document |  |  |  |  |
| **Analyser**  Organiser et exploiter ses connaissances ou les informations extraites.  Construire les étapes d’une résolution d’un problème | Exploitation de la densité de courant pour exprimer la charge électrique échangée sur une année. |  |  |  |  |
| Exploitation de l’oxydation pour exprimer la charge électrique échangée par mole et le nombre de moles de zinc consommées par an. |  |  |  |  |
| Introduction de la masse cherchée en lien avec la masse molaire |  |  |  |  |
| **Réaliser**  Effectuer des calculs littéraux ou numériques | Les calculs menés sont techniquement justes, indépendamment d’erreurs résultant d’une mauvaise analyse. Les unités sont correctement maitrisées. |  |  |  |  |
| **Valider**  Faire preuve d’esprit critique | L’élève pose un regard critique sur la valeur de la masse trouvée par exemple en comparant la masse trouvée et celle estimée du bateau. Ce n’est pas la justesse du résultat qui est évaluée. Il émet une hypothèse sur une source d’erreur possible quand son résultat lui parait aberrant. |  |  |  |  |

Majorité de A et des B → 5 points

Majorité de C et des D → 1 point