

I. Partie I – Chimie (Centrale PSI 2012 extrait)

On appelle inhibiteur de corrosion un composé chimique qui, ajouté à faible concentration au milieu corrosif, permet de ralentir voire de stopper la corrosion d'un métal placé au contact de ce milieu.

Un des principaux inhibiteurs utilisés fut le minium de plomb. On utilise maintenant des amines et des carboxylates.

II.B – Autres inhibiteurs

Pour des raisons de toxicité, on essaie de remplacer le minium de plomb par d'autres inhibiteurs. Il existe de nombreux composés organiques inhibiteurs de la corrosion. On peut distinguer les inhibiteurs anodiques, cathodiques ou mixtes. L'inhibiteur de corrosion forme une couche barrière à la surface du métal permettant le blocage des sites anodiques, ou cathodiques, ou les deux dans le cas de l'inhibiteur mixte.

II.B.1) Sur le diagramme potentiel-pH fourni **figure B** du document réponse, indiquer les domaines de stabilité des espèces suivantes du fer : $\text{Fe}_{(s)}$, $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$, $\text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$, Fe^{2+} et Fe^{3+} . Indiquer également où se situent les domaines d'immunité, de corrosion et de passivation.

II.B.2) Tracer sur le diagramme potentiel-pH fourni **figure B** du document réponse, la droite H^+/H_2 . En milieu acide désaéré, écrire l'équation d'oxydation du fer.

II.B.3) Qu'appelle-t-on « site anodique » ? Justifier de façon détaillée à l'aide d'un schéma sur l'exemple du fer (toujours en milieu acide désaéré).

II.B.4) Dans le cas où on utilise un inhibiteur anodique, expliquer pourquoi l'altération locale du film peut entraîner une corrosion en profondeur.

II.C – Amines et carboxylates

Les molécules les plus couramment utilisées dans le cas de la protection de l'acier par inhibiteur sont les amines ou les carboxylates RCOO^- (sels d'acides carboxyliques).

II.C.1) Les amines, de formule $\text{R}-\text{NH}_2$, participent au couple acide-base $\text{RNH}_3^+/\text{RNH}_2$. Présente dans l'inhibiteur, on dit que la fonction amine a une action neutralisante. Justifier le rôle protecteur de la fonction amine.

Donnée : le pK_a d'un couple $\text{RNH}_3^+/\text{RNH}_2$ est typiquement compris entre 10 et 11.

II.C.2) Une étude expérimentale est effectuée sur des échantillons d'acier trempés dans une solution contenant un inhibiteur qui possède à la fois les fonctions amine et carboxylate. L'idée est la suivante : l'échantillon se couvre d'un film d'inhibiteur et on cherche à évaluer la protection ainsi obtenue.

On met en œuvre un montage à trois électrodes : une électrode de travail (qui est recouverte d'une couche d'acier dont on étudie la corrosion), une électrode de référence et une contre-électrode. On trace (cf **figure C** du document réponse) les courbes intensité-potential relatives à l'électrode de travail pour différentes concentrations d'inhibiteur (le potentiel en abscisse étant fourni par rapport à l'électrode au calomel saturée ou ECS, qui sert de référence). L'échelle verticale est logarithmique.

a) Quels sont les deux effets dus à la présence d'inhibiteur ? En quoi ces deux effets permettent-ils d'expliquer l'action inhibitrice de la solution ?

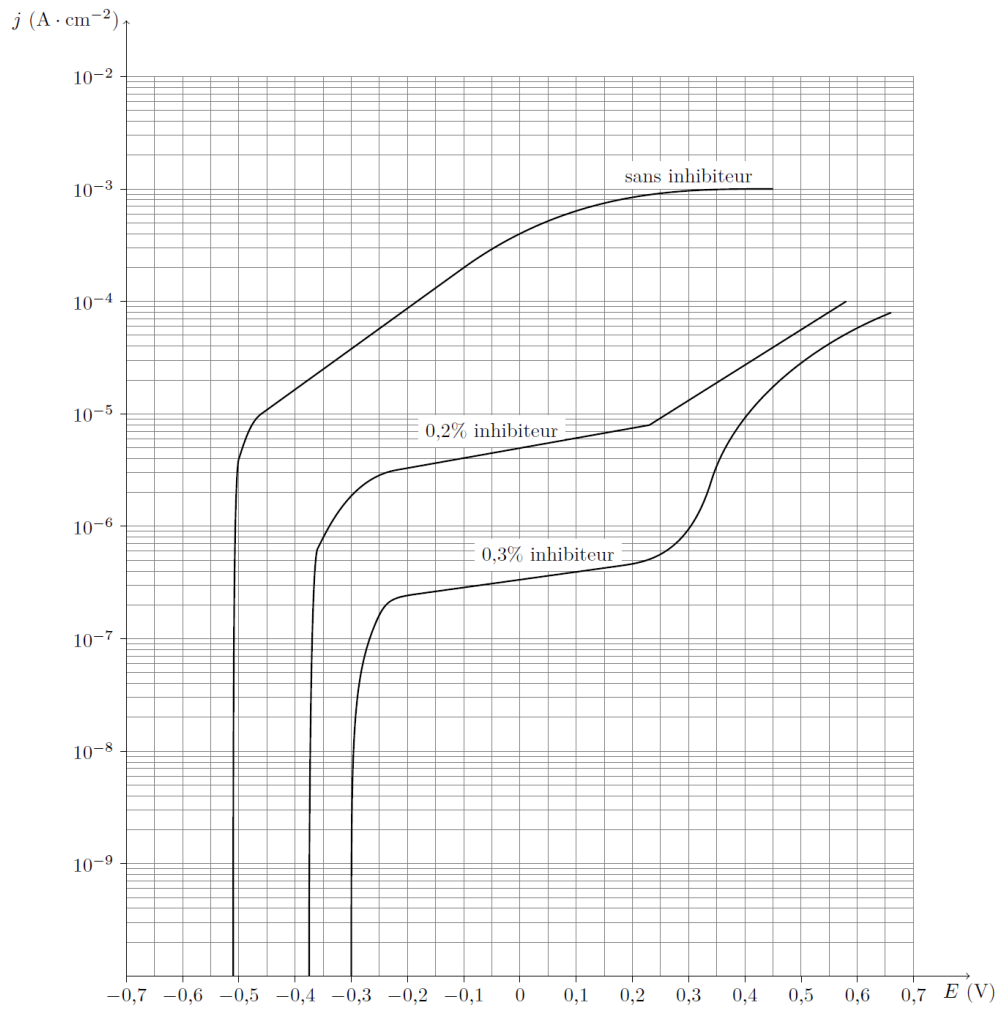
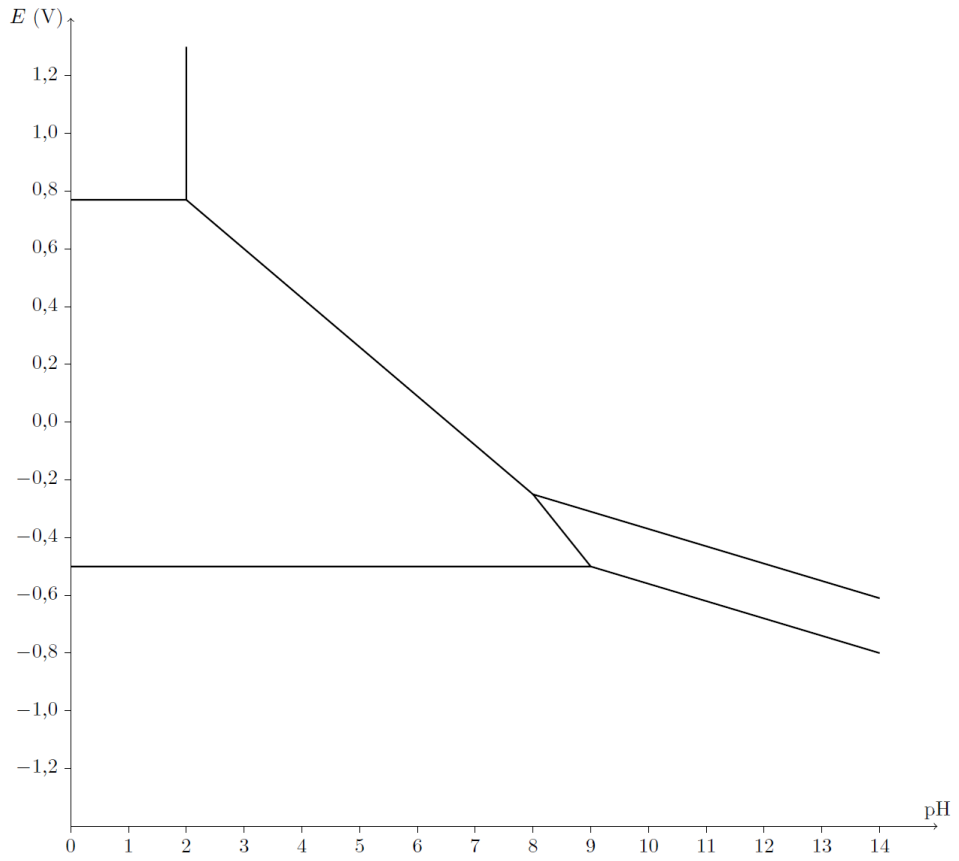
b) Pour 0,3% d'inhibiteur et un potentiel de 0,40 V (par rapport à l'ECS), donner les valeurs des densités du courant anodique, du courant traversant l'ECS et du courant à la contre-électrode. Pourquoi utilise-t-on une contre-électrode ?

c) On cherche un ordre de grandeur du courant de *début* de corrosion, j_{corr} , pour chaque échantillon : proposer pour cela une méthode graphique utilisant l'intersection de deux portions de droite et déterminer la densité de corrosion correspondante pour chacun des échantillons (sans inhibiteur, avec 0,2 % d'inhibiteur et avec 0,3 % d'inhibiteur).

d) Évaluer le pouvoir protecteur (ou pourcentage de protection défini ci-dessous) pour les solutions à 0,2 et 0,3% en inhibiteur.

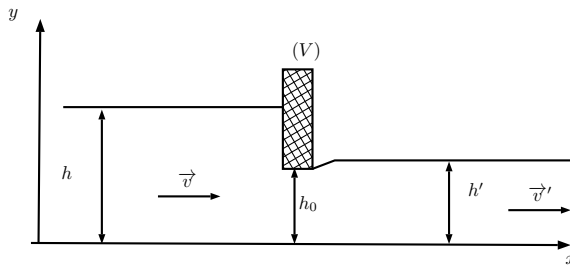
Pouvoir protecteur $P = 100 \frac{j_{\text{corr}} - j_{\text{corr}}^{\text{inh}}}{j_{\text{corr}}}$ où j_{corr} est la densité de courant de corrosion en absence d'inhibiteur et $j_{\text{corr}}^{\text{inh}}$ est la densité de courant en présence d'inhibiteur.

Les espèces dissoutes ont une concentration de 10^{-6} mol · L⁻¹.



ECLUSE

Une écluse sur un canal de largeur L est équipée d'une vanne ((V) sur le schéma) assurant la modification de la hauteur de la surface libre de l'eau, de masse volumique ρ , qui passe de h à $h' < h$. Le canal avec la surface libre de l'eau possède une section rectangulaire de largeur L .



L'écoulement est considéré stationnaire, incompressible, parfait et l'eau est considérée comme un fluide pesant. On notera v et v' les vitesses uniformes respectivement en amont et en aval de la vanne (V). P_0 est la valeur de la pression atmosphérique au niveau des surfaces libres.

1. Montrer que la hauteur h' de l'écoulement en aval de la vanne d'écluse est donnée par :

$$h' = \frac{v^2}{4g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{8gh}{v^2}} \right)$$

Déterminer numériquement h' .

2. Déterminer la résultante \vec{R} des actions exercées sur la vanne (V) en fonction de ρ , v , h , h' , et L .

Déterminer numériquement $\|\vec{R}\|$. Conclure.

DONNÉES :

- $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- $L = 15 \text{ m}$
- $h = 7 \text{ m}$
- $v = 3 \text{ m.s}^{-1}$
- $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$