

LC 25 Titre : Corrosion humide des métaux

Présentée par : Thimothé POULAIN

Correcteur : N. LEVY

Date : 27/03/2020

Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Cette leçon est l'occasion d'illustrer le lien thermodynamique / cinétique appliqué au cours d'oxydoréduction. Donc potentiel-pH d'un côté vs courbe i-E de l'autre. Elle est également l'occasion (et c'est essentiel) de relier la leçon aux problématiques de la société notamment au niveau coût économique et écologique.

Assez naturellement, la leçon s'articule autour de 3 axes :

1. Origine : présenter les zones des diagrammes E-pH (immunité, corrosion, passivation) et définir le potentiel mixte (qui est « l'expression » quantifiée de la corrosion).
2. Différentes corrosions : uniforme(rare)/différentielle : aération différentielle, hétérogénéité des supports etc etc ...
3. Protection : faire un choix (j'aime bien l'électrozingage) ; l'anode sacrificielle est un passage obligé également.

Nourrir tout cela de chiffres **et de courbes i-E** ... C'est ce point-là qui a manqué dans la leçon. Cette leçon est l'occasion d'illustrer l'utilisation des courbes i-E sur un phénomène que tout le monde a déjà observé.

Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

Le plan proposé est bon : 1. Description du phénomène / 2. Différents types de corrosion / 3. Protection

Les exemples et expériences choisis sont biens mais à mon sens il manque une expérience, une illustration plus forte avec les courbes i-E et une introduction directement en situation déclenchante. J'y reviens ci-dessous.

Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

Au niveau de l'introduction, je ne passerais pas de temps sur les définitions abstraites de corrosion humide vs corrosion sèche. Je serais de suite sur des illustrations avec iconographies multiples et chiffres du phénomène. La définition vient dans le I.

Au niveau expérimental, je pense que réaliser un tracé i-E devant le jury est une belle plus-value. Je vous propose de réaliser le tracé de la courbe i-E du fer en milieu acide. Le mode opératoire le plus abouti (accompagné des explications) se trouve dans le livre Chimie Physique Expérimentale (Fosset). C'est une présentation de la passivation (qui est une méthode « naturelle » de protection) et de la détermination du potentiel de Flade.

Au niveau utilisation des courbes i-E, votre leçon manquait de rapprochement du phénomène avec les courbes. Ce manque d'illustration et commentaires avec les courbes i-E en appui est un manque sérieux sur cette leçon.

Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Expérience 1 : Mise en évidence de la corrosion – Clou en fer dans un gel d'Agar-Agar avec indicateurs colorés

Classique et illustrative. Cette manipulation est également menée en partie II avec l'aération différentielle et/ou hétérogénéité (zones d'écrouissage etc ...). Bien être au point sur les explications

Expérience 2 :electrozingage

Cette expérience me paraît essentiel car quantitative de surcroît avec le calcul d'un rendement faradique (voir Cachau p. 278)

Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :

Sur la « proposition » d'un élève, un débat s'ouvre au sein de votre classe. Comment réagissez-vous ?

La classe est aussi un lieu de société et ne peut être totalement coupée de l'extérieur. En tant qu'enseignant, vous êtes aussi un référent, notamment pour les sujets scientifiques de notre époque.

Il convient de ne pas se laisser déborder et que la prise de parole soit mesurée sous votre arbitrage. Votre opinion ne doit pas transpirer : vous devez avoir un rôle neutre et factuel.

Propositions de manipulations – Bibliographie :

Pour le I, on peut davantage mettre en avant l'aspect cinétique avec le zinc (surtension de l'ordre de 0,8 volt sur Zn pur // et existence d'un potentiel mixte si Pt)

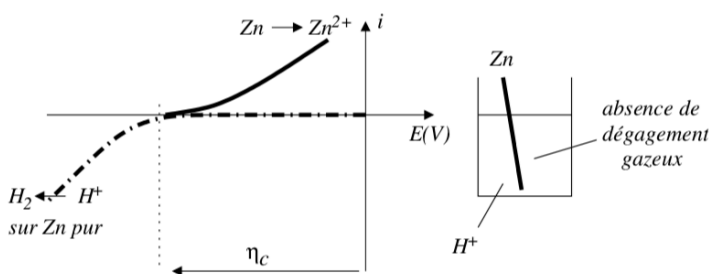


figure a: la réaction n'a pas lieu

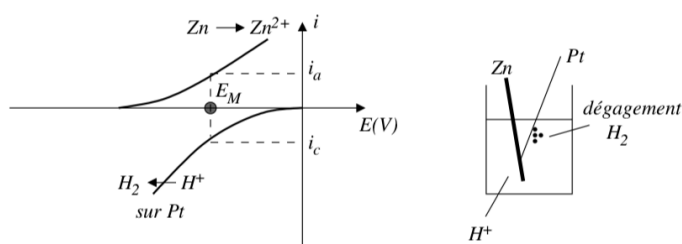


figure b: la réaction a lieu

LC 25 Titre : Corrosion humide des métaux

Présentée par : Timothé Poulain

Correcteur : Nicolas Levy

date : 27/03/2020

Compte rendu leçon élève

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Editeur (année)	ISBN

Plan détaillé

Niveau choisi pour la leçon : CPGE

Prérequis : oxydoréduction, diagrammes potentiel-pH, courbes intensité-potentiel, électrolyse

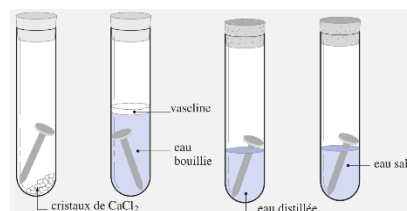
Introduction

La corrosion au quotidien ; exemples ; définition...

I. Description du phénomène de corrosion

+ Mise en évidence de certains facteurs de corrosion → tubes à essai (discussion sur diapo, car corrosion trop longue).

+ L'influence du pH est également discutée, mais cette fois avec manip devant le jury (observation d'un dégagement gazeux en milieu acide ; rien en milieu basique).



1. Aspects thermodynamiques

+ On se considère la corrosion homogène dans un premier temps.

+ Discussion des différents domaines remarquables du diagramme potentiel-pH : domaine d'immunité, de corrosion et de passivation. Diagramme de Pourbaix du fer et du cuivre.

2. Aspects cinétiques

- + Courbe intensité-potential : superposition demi-vague anodique du fer et cathodique de l'eau sur fer.
- + Discussion et définition : intensité de corrosion ; potentiel mixte.

II. Les différents types de corrosion

- + Introduire la corrosion différentielle

1. Mise en évidence

- + On prépare la solution = {agar-agar, phénolphtaléine, hexacyanoferrate III et NaCl}
- + Manip' 1 = dans boîte de pétri {clou + solution}.
- + Manip' 2 = sur plaque de fer déposer une goutte de la solution précédente.
- + Dans les deux cas, on constate la formation (par changement de couleur localisé de la solution) de Fe^{2+} et HO^- en des endroits différents du clou.
- + Définir les micropiles

2. Interprétation

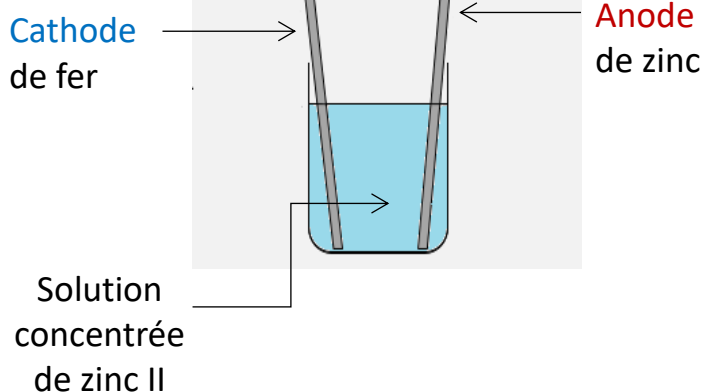
- + Discuter les causes des changements de couleur : pour le clou = écrouissage ; pour la goutte d'Evans = gradient de concentration en O_2 (aération différentielle).

III. Stratégies de protection contre la corrosion

1. Protection par revêtement

- + revêtements non métalliques
- + dépôt de métal. Exemple : électrozingage
→ manip : mesure masse de zinc déposé ;
Calcul du rendement faradique

2. Protection par anode sacrificielle



Questions posées

Tu nous as parlé de corrosion sèche et humide. Par exemple pour notre environnement : c'est quoi la principale cause de corrosion sèche et de corrosion humide ?

Ce serait O_2 et H_2O respectivement

Qu'est ce qu'il doit arriver à O_2 ?

Se réduire.

C'est quoi son réducteur ? Quelle demi-équation ?

L'eau ; $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- = 2H_2O(l)$

En corrosion humide, c'est quoi le principal responsable ?

L'eau et le dihydrogène (mais dépend du degré d'aération de la solution)

L'eau est dans quel couple ? Demi-équation ?

Dans ce cas, H_2O/H_2 . $2H_2O(l) + 2e^- = H_2(g) + 2HO^-(aq)$

Tu nous as montré un diagramme E-pH ? Quid pour la corrosion sèche ?

Diagramme d'Ellingham.

Pourquoi faut-il protéger le fer si il se passive ?

Le dépôt d'hydroxyde ne va pas protéger complètement le fer car poreux.

C'est quoi la coloration bleue ?

Précipitation du Fe^{2+} et les ions hexacyanoferrate III

Pourquoi c'est à ces endroits et pas au centre ?

Les parties usinées sont plus facile à corroder.

Où rencontre-t-on de l'aération différentielle ? (2 cas)

La coque des navires. Proche de l'interface eau/atmosphère il y a la cathode et plus loin en profondeur, on aura l'anode. Un piquet métallique dans le sol.

Par un diagramme I-E en présence de zinc pourquoi ça ne fonctionne pas pareil ? Comment fonctionne une anode sacrificielle ?

courbe I(E) de H_2O/O_2 , courbe I(E) Fe^{2+}/Fe et courbe I(E) Zn^{2+}/Zn située plus à gauche, donc en présence de Zn, le potentiel est plus bas et donc le courant associé à l'anode Fer est plus faible.

Quelles autres méthodes de protection contre la corrosion à part l'anode sacrificielle et l'électrozingage ?

Appliquer un courant ; alliage...

Et l'acier inoxydable ?

Avec du chrome.

Un élève cherche à faire naître un débat en classe. Que faire ?

Commentaires

Tout y est. Une première partie où on définit. Ce n'est pas dans l'intro que je ferais la différence entre corrosion sèche et humide. 10^{-6} M c'est le seuil de détection de la corrosion. La rouille c'est poreux et ça passive mal. Ça manque de courbes I-E. Il faudrait revenir sur les expériences du I-1. Il faut davantage développer la cinétique. On trouve de meilleurs schémas de goutte d'Evans. L'électrozingage c'est bien. La rouille c'est plus Fe_2O_3 . Dans les zones usinées on a moins de circulation de l' O_2 donc elles deviennent l'anode.

Question AGIR : Il faut être à réaliste. Si le sujet n'est pas la physique-chimie, ça ne le disqualifie pas.

Expérience 1 - Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport

au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Expérience 2 - Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Expérience 3 - Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport

au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Expérience 4- Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Expérience 5 - Titre :

Référence complète :

Équation chimique et but de la manip :

Modification par rapport
au mode opératoire décrit :

Commentaire éventuel :

Phase présentée au jury :

Durée de la manip :

Compétence « Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté »

Question posée :

Réponse proposée :

Commentaires du correcteur :

LC 25 Corrosion humide des métaux

Présentée par : Gabriel

Correcteur : Nathalie Dhayer

Date : 27/05/20 (distanciel)

Compte-rendu de leçon de chimie correcteur

Rappels de définitions, concepts à aborder lors de la leçon :

Le plus important dans cette leçon est d'illustrer par des exemples de la vie courante, et de s'appuyer sur ceux-ci pour décrire et quantifier les phénomènes mis en jeu. Ici, ce n'était pas possible de réaliser de manipulations. Mais il est possible d'en mettre des photos ou des vidéos et de partir de cela pour énoncer les définitions et encore une fois décrire les phénomènes.

Il peut être intéressant de trouver un exemple de réaction de corrosion qui devrait avoir lieu d'après le diagramme E-pH mais qui n'a pas lieu par un blocage cinétique qui s'explique par la courbe i-E. Cela ferait le lien parfaitement.

Pour comparer les différentes techniques de protection contre la corrosion, il serait bien de faire un tableau : avantages/inconvénients/limites/dans quel cas utilise-t-on l'un plutôt que l'autre. On peut discuter de l'aspect économique.

Avis sur le plan proposé, choix des exemples et des expériences :

Le plan proposé est le suivant :

I] La Corrosion

A) Définitions

B) Corrosion uniforme : étude thermodynamique

C) Corrosion uniforme : étude cinétique

II] Différents types de corrosion différentielle

A) Définition

B) Corrosion galvanique

C) Corrosion par aération différentielle

III] Protection contre la corrosion

A) Par revêtement

B) Par anode sacrificielle

Le plan est classique et cohérent.

Remarques sur des points spécifiques de la leçon :

Le composant essentiel de la rouille est $\text{Fe}(\text{OH})_2$ donc le fer au degré d'oxydation +2.

La convention de tracé de la courbe présentée ici est de $10 \mu\text{mol/L}$ mais ce n'est pas toujours le cas, et cela dépend de l'espèce considérée. Les concentrations mises en jeu dans le phénomène de corrosion sont en général faibles, c'est pourquoi on trouve le plus souvent $10 \mu\text{mol/L}$.

Attention : dans le cas de la statue de la Liberté, et du toit de l'opéra Garnier, il ne s'agit pas spécifiquement de corrosion humide. C'est l'oxygène qui va être l'oxydant des métaux considérés. Peut-être que la pluie peut jouer un rôle, voire des pluies acides, mais il faut s'attendre à des questions car c'est un peu limite.

D'autre part, pour expliquer les blocages cinétiques et notamment les surtensions, ce serait bien d'afficher les surtensions d'un même couple sur différentes électrodes.

Discussion sur les manipulations présentées au cours du montage (objectifs de l'expérience, phases de manipulations intéressantes, difficultés théoriques et techniques) :

Il n'y a pas eu d'expériences. (Distanciel).

Autour des valeurs de la République et des thématiques relevant de la laïcité et de la citoyenneté :

Quelle méthodes pouvez-vous utiliser pour assurer l'égalité et/ou l'équité entre vos élèves ?

Propositions de manipulations – Bibliographie :

Des expérience de la famille Rédox, Fosset.