

PROBLEMES DE CORROSION DES METAUX ET ALLIAGES

IV.1. Introduction

La corrosion désigne l'ensemble des phénomènes par lesquels un métal ou un alliage métallique tend à s'oxyder sous l'influence de réactifs gazeux ou en solution. La corrosion coûte cher et pose de problèmes : elle induit de graves dommages, cause de nombreux accidents et n'est pas sans conséquences écologiques notables

IV.2. Présentation des problèmes de corrosion aqueuse rencontrés dans les véhicules

Malgré toute la protection contre l'oxydation approprié au processus de fabrication des voitures modernes, nous ne sommes toujours pas à l'abri. Il faut constamment contrôler la corrosion et traiter-la avant qu'elle ne se propage

Le type de rouille le plus dangereux est celui que vous ne pouvez pas voir, et il se forme dans :

- Les parties basses
- Les bas de portes
- Les passages de roues
- Le compartiment moteur
- Les antennes
- Les supports de batterie, d'essuie-glaces...
- Les serrures

IV.3. Différents processus de la corrosion

- Corrosion chimique (sèche).
- Corrosion électrochimique (humide).
- Corrosion biochimique.

- Corrosion accompagnée d'érosion (mécanique).

IV.3.1. Corrosion chimique (sèche)

C'est une réaction hétérogène entre le métal et la phase gazeuse. Le processus redox de corrosion chimique a lieu dans le domaine atomique et il n'y a pas d'électrolyte dans le milieu environnant, donc la corrosion chimique pure n'implique pas le passage de courant électrique. Le flux d'électrons s'arrête puisque l'échange d'électrons entre les partenaires de réaction a lieu directement.

IV.3.2. Corrosion électrochimique (humide)

C'est le phénomène de corrosion le plus intéressant et il se manifeste quand le réactif est liquide ou métallique ou qu'il existe une hétérogénéité dans le réactif, démontre une dissymétrie de composition. L'existence de ces hétérogénéités conduit à la formation d'une pile, à la suite de quoi un courant électrique circule entre l'anode et la cathode dans les réactifs, l'anode est attaquée (corrodée). Pour la corrosion électrochimique, nous avons :

A Solide + B liquide AB solide

En général il n'y a pas un métal idéalement pur, il renferme souvent des hétérogénéités ou le potentiel de corrosion est généralement distinct de celui de la matrice. Autrement dit, lorsque les métaux sont immergés dans le réactif, ils ne sont pas monophasés.

Même pour un alliage, si ces éléments d'addition sont en solution solide, on ne peut pas les considérer comme parfaitement monophasés, car ils présentent toujours des complicités. Ainsi, les légères différences de propriétés dans le métal définissent une cellule galvanique qui comporte des microcathodes et des microanodes en court-circuit, (des piles).

Les partenaires de la corrosion des métaux se répartissent en trois phases :

- la phase solide (Méta), où se circulent les électrons,
- la phase aqueuse, où se déplacent les ions,
- la phase gazeuse, qui contient l'oxydant.

IV.3.2.1. Classification des différents types de corrosion humide

Le mécanisme de corrosion appartient toujours au schéma triphasé à trois composants de la micro-pile précédente.

Chapitre IV : Problèmes de corrosion aqueuse des métaux et alliages

- **Corrosion uniforme** : C'est l'aspect de la corrosion le plus souvent rencontré en pratique, puisque le métal est attaqué à la même vitesse de corrosion sur toute la surface.
- **Corrosion localisée** : C'est la corrosion qui se produit à des endroits anodiques spécifiques sur des surfaces ou des structures métalliques. Ce type de corrosion provient hétérogénéité dans le matériau.

Les différents types de corrosion localisée sont :

- Corrosion par piqures
- Corrosion intergranulaires (intercrystallines)
- Corrosion sous contrainte
- Corrosion avec érosion
- Corrosion galvanique
- Corrosion par crevasses
- **Corrosion bactérienne** : Fréquente dans les réservoirs, tuyaux et pompes utilisés dans l'industrie alimentaire : ce sont les bactéries qui déterminent les différents niveaux d'oxygène et donc la corrosion.
- **Corrosion par aération différentielle** : Les pièces métalliques sont souvent affectées par des fluides avec différents niveaux d'oxygène ; pièces posées sur le sol, pièces peintes ou enduites d'un seul côté, tuyaux. Dans ce cas, différentes pressions partielles

d' O_2 provoquent différents potentiels redox, qui forment l'anode et la cathode puis déclencher le mécanisme de corrosion. Le O_2 atteignant la partie métallique l'empêche de s'oxyder dans les zones où l'oxygène arrive, mais provoque une oxydation dans les zones les moins aérées.

On définit trois domaines

- **Domaine de corrosion** : Le métal est thermodynamiquement attaquable il se corrode c-a-d se transforme en espèce dissoute Fe^{2+} , Fe^{3+} dans le milieu environnant
- **Domaine d'immunité** : Le métal **Fe** est thermodynamiquement inattaquable aucune modification de sa surface sous l'action d'un milieu ambiant.
- **Domaine de passivité** : Le métal attaquable peut être protégé d'une couche d'oxyde ou hydroxyde protectrice

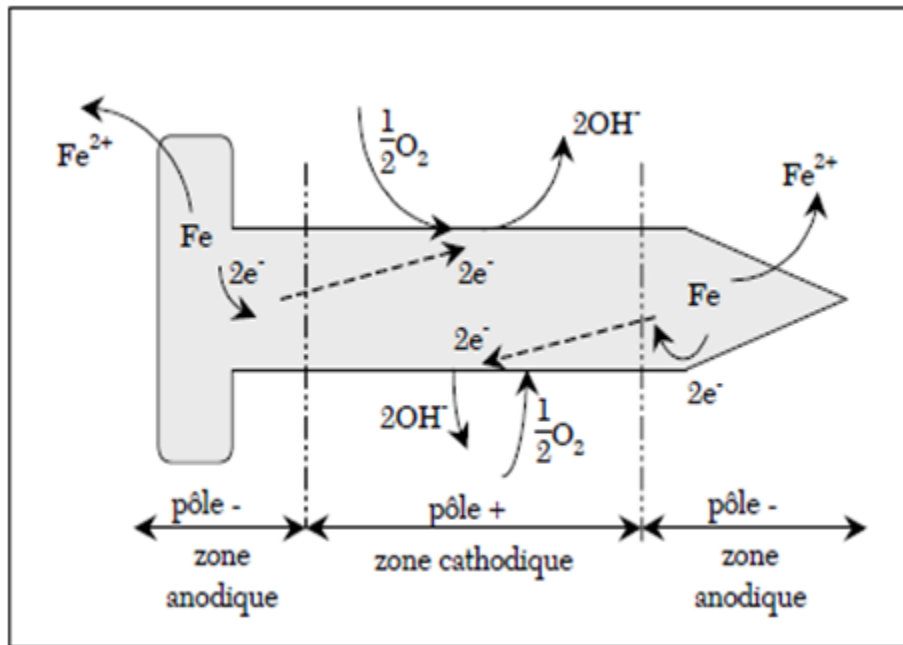


Figure IV.1 : Modèle de la micro-pile

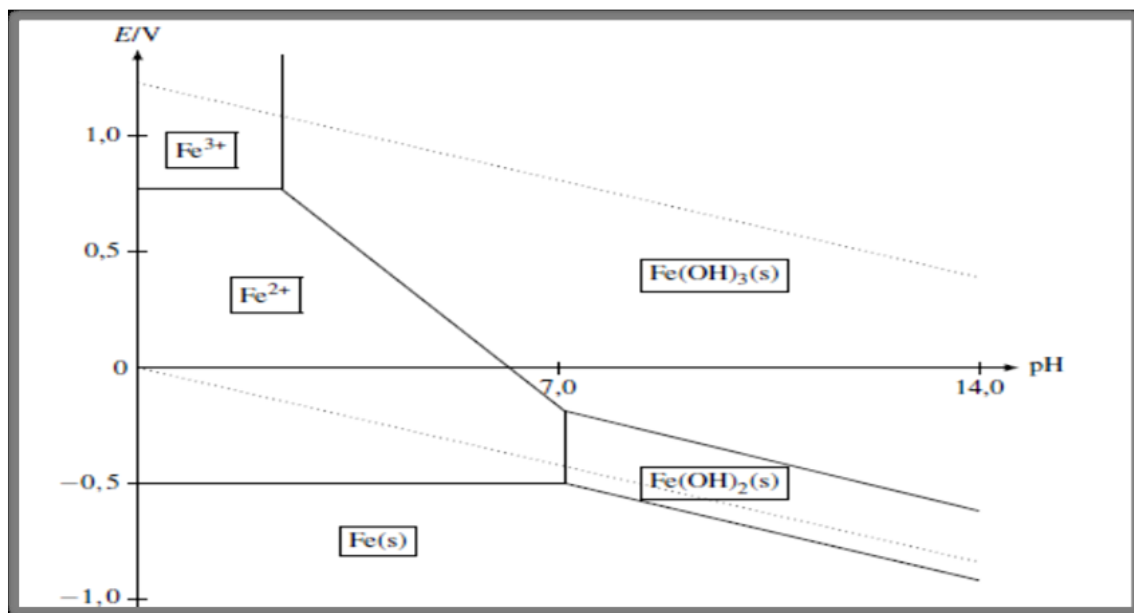


Figure IV.2 : Diagramme E-pH du fer

IV.4. Protection par revêtement non métallique.

IV.4.1. Protection par revêtement métallique

Les revêtements métalliques sont généralement utilisés pour protéger l'acier de la corrosion atmosphérique. En plus de leur effet anti-corrosion, les revêtements métalliques ont généralement aussi une fonction décorative. Ils sont également utilisés comme protection contre l'usure.

Les revêtements métalliques peuvent être obtenus :

1-par électrolyse d'une solution contenant le cation du métal à déposer (électrozingage, chromage, nickelage, etc.)

2-par galvanisation qui est l'immersion de la pièce à protéger directement dans un bain du métal fondu.

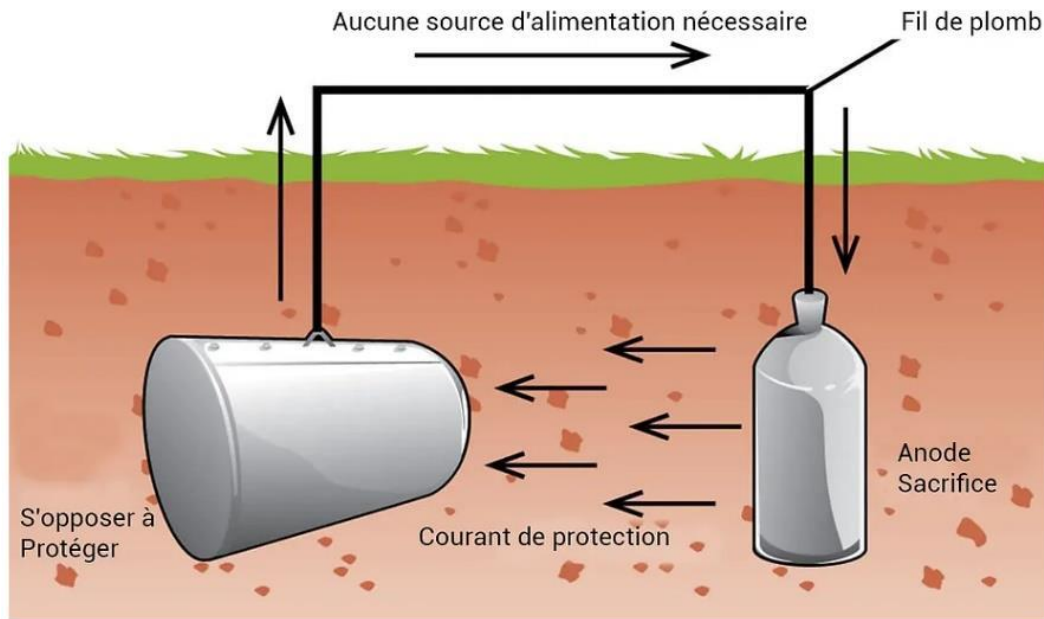
Lorsque le métal protecteur est plus facilement oxydable (meilleur réducteur) que le métal à protéger (cas du zinc sur le fer par exemple), ce dernier restera protégé tant qu'il reste en contact avec la couche protectrice ainsi, un défaut de revêtement est sans conséquence sur la corrosion. Lorsque le métal protecteur est plus difficilement oxydable (moins bon réducteur) que le métal à protéger (cas du nickel sur le fer par exemple) le moindre défaut dans la couche protectrice engendrera une corrosion galvanique.

IV.4.2. Protection par utilisation d'une anode sacrificielle

On peut protéger le fer en utilisant une anode sacrificielle, c'est-à-dire en associant, par contact électrique le fer avec un métal(M) plus réducteur que lui. Le métal pourra jouer le rôle d'anode et ce à la place du fer qui fera fonction de cathode (il y aura alors réduction du dioxygène dissous sur le fer). On rencontre très souvent cette méthode de protection sur les bateaux, les canalisations (pipe-lines) en acier.

IV.4.3. Protection cathodique à courant imposé (méthode active)

Dans certain domaine de potentiel, on se trouve dans la zone d'immunité du fer. A ce potentiel, le fer n'est pas attaqué, car le métal est la forme stable de l'élément. En reliant la plaque d'acier à un générateur et en imposant la tension E ou le courant désiré i , on amène le fer dans sa zone d'immunité, lequel se trouve alors protégé contre la corrosion. Ainsi, dans le cas de la protection cathodique, le métal à protéger est relié au pôle négatif (cathode) d'un générateur de courant continu. Le pôle positif est relié à une anode inerte (platine) ou sacrificielle (zinc, magnésium.). Cette technique est utilisée pour la canalisation des conduites enterrées.



Figures IV.3 : Protection par utilisation d'une anode sacrificielle

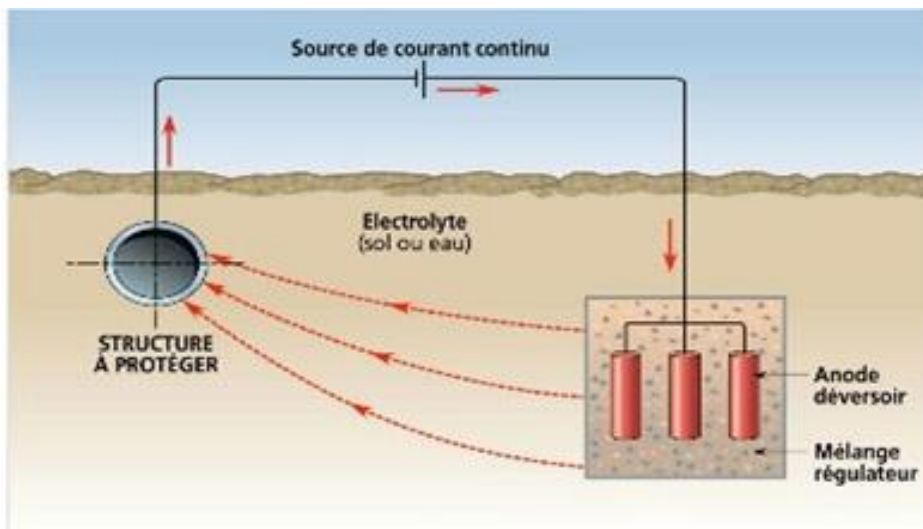


Figure IV.4 : protection cathodique à courant imposé

IV.4.4. Protection anodique

La protection anodique (ou de passivation) consiste à former par voies électrochimique (ou éventuellement chimique) une couche d'oxyde protectrice à la surface du métal à protéger au moyen d'un générateur qui débite un courant permettant la formation de la couche de passivation. Cette méthode est notamment utilisée dans la protection de l'aluminium : par

électrolyse d'une solution acide entre une anode d'aluminium et une cathode en acier, on génère une couche d'aluminium de quelques micromètres d'épaisseur, qui est ensuite traité thermiquement et par une solution de colorants afin d'en colmater les pores on obtient ainsi l'aluminium anodisé.

IV.4.5. Protection par inhibiteurs de corrosion

Les inhibiteurs de corrosion sont des composés chimiques que l'on ajoute en faible quantité dans le milieu corrosif pour ralentir voire stopper le processus de corrosion d'un métal. Ces molécules forment une barrière empêchant le transfert des molécules corrosives vers le métal. Elles sont également susceptibles de renforcer une barrière préexistante tel qu'un oxyde. En général, les inhibiteurs sont classés selon leur mode d'action. On distinguera ainsi :

Les inhibiteurs cathodiques et anodiques ;

Les inhibiteurs induisant une précipitation ;

Les inhibiteurs organiques.

IV.4.6. Protection chimique superficielle

Pour isoler le fer de l'air humide, la couche protectrice est créée par une réaction chimique comme :

La phosphatation (ou parkérisation) des aciers, en plongeant les pièces dans des immersions d'acide phosphorique H_3PO_4 ,

L'utilisation de l'aluminium anodisé (dans la visserie, la boulonnerie et la construction automobile).