

IV) Application à la corrosion humide

La corrosion d'un métal est l'oxydation de cet élément à l'état d'ion métallique.

Dans toute la suite on s'intéressera à la corrosion humide, où un métal est en contact avec de l'eau plus ou moins pure.

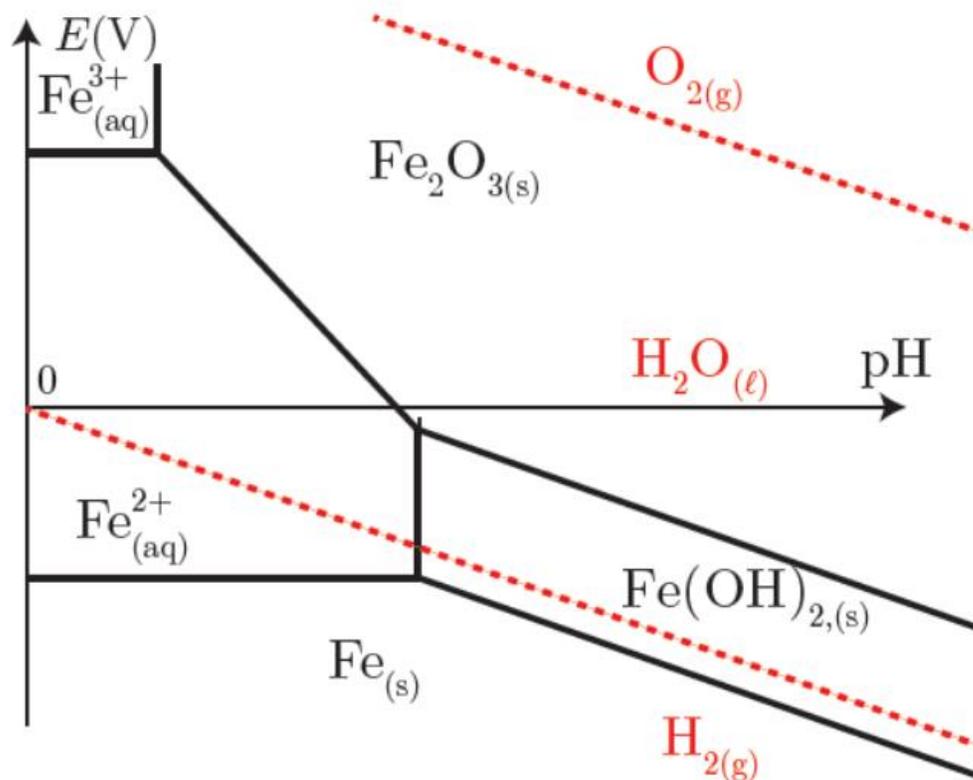


Corrosion générale (rouille) d'une pièce en acier

Du point de vue économique, le problème est crucial: plus du quart de la production d'acier mondial (2 milliards de tonne) est détruit sous forme de rouille.

1) Prévisions thermodynamiques

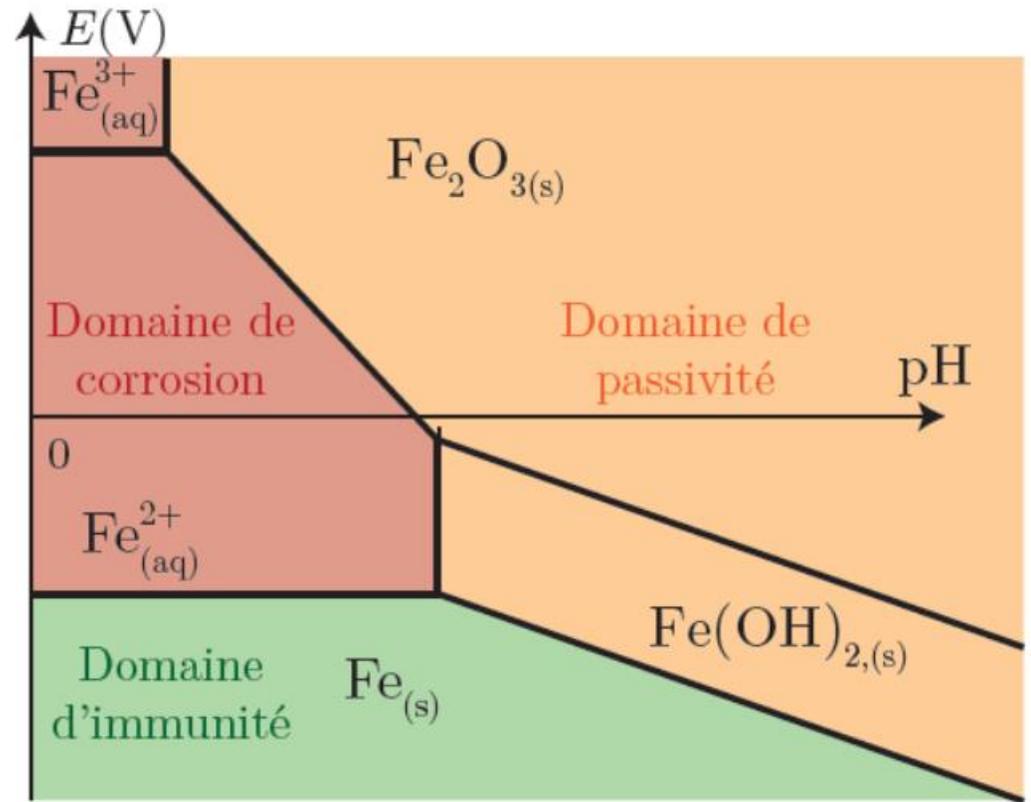
Pour savoir si un métal est attaqué par l'eau, on superpose son diagramme potentiel-pH avec celui de l'eau. **Si le potentiel du métal est inférieur à celui de l'eau, il y a réaction :**



C'est le cas du Fer pour tous les pH! Par contre, les métaux nobles (Au, Ag, Cu) ne s'oxydent pas avec l'eau.

On distingue: ★ ★ ★

- le domaine d'**immunité** pour lequel le métal est thermodynamiquement stable, la corrosion n'a pas lieu si on impose la valeur de potentiel de sorte à se trouver dans cette zone ;
- le domaine de **corrosion** pour lequel le fer prédomine sous forme soluble ;
- le domaine de **passivité** pour l'élément existe à l'état d'oxydes ou de composés insolubles recouvrant le métal d'une couche très fine qui rend le phénomène de corrosion beaucoup plus lent.



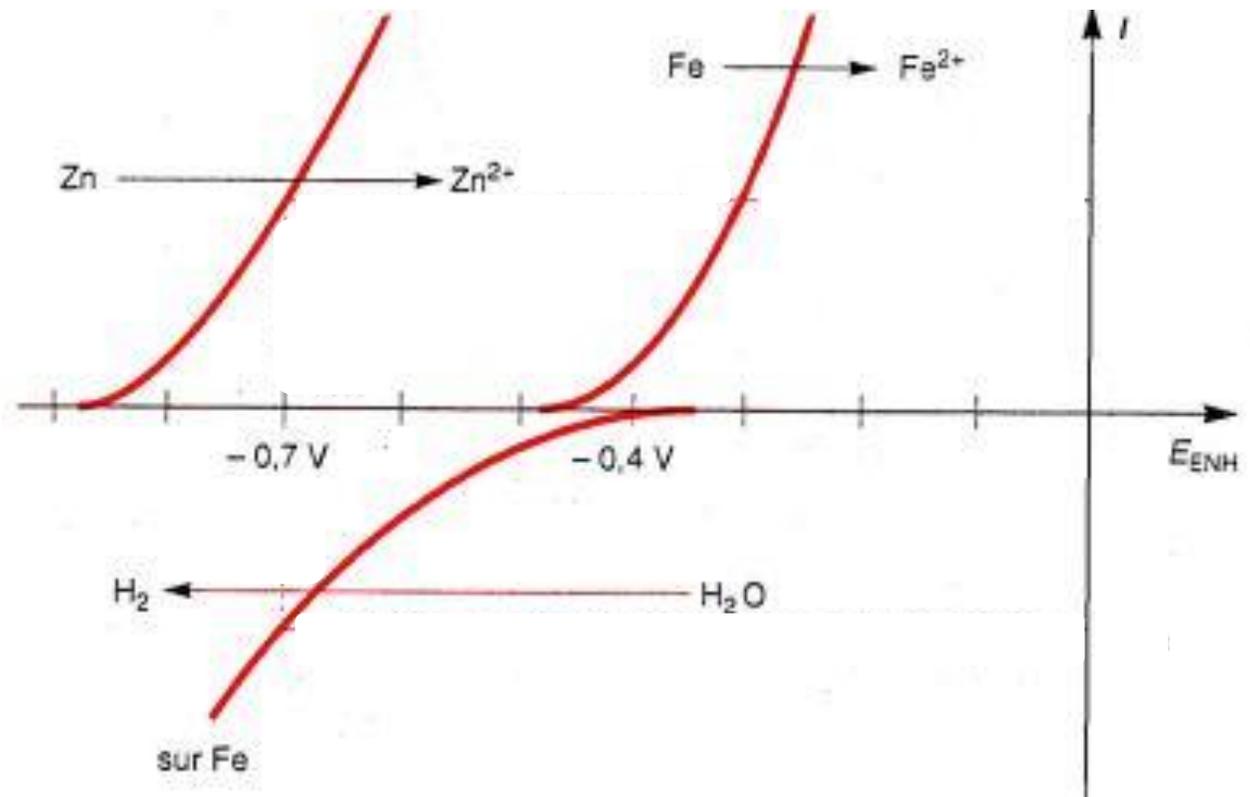
Un métal se corrode s'il existe un domaine de pH pour lequel le domaine d'immunité et le domaine de stabilité de l'eau sont disjoints.

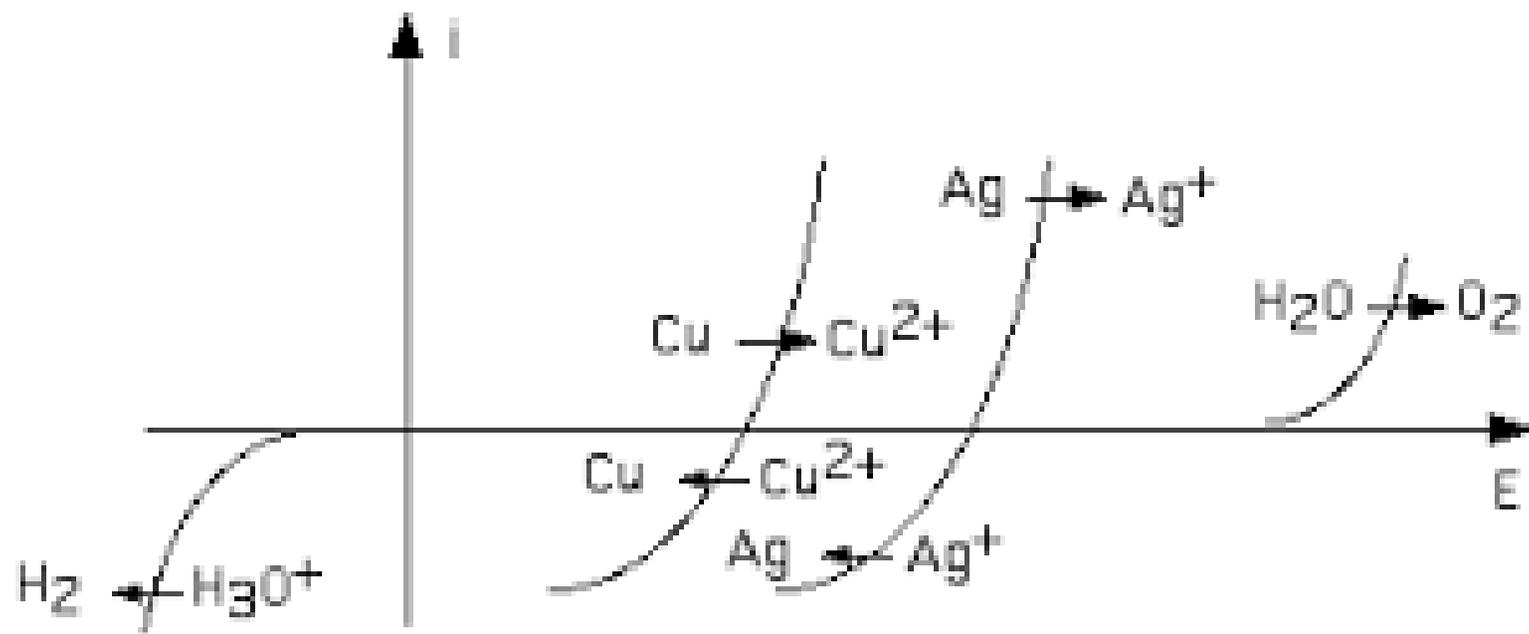
2) Prévisions cinétiques

Un métal réducteur est oxydé par l'eau s'il admet un potentiel mixte, appelé **potentiel de corrosion**, avec le couple H^+/H_2 (ou H_2O/H_2) ou avec le couple O_2/H_2O (corrosion due à l'air dissous dans l'eau). Le courant associé est appelé **courant de corrosion**.



Exemple

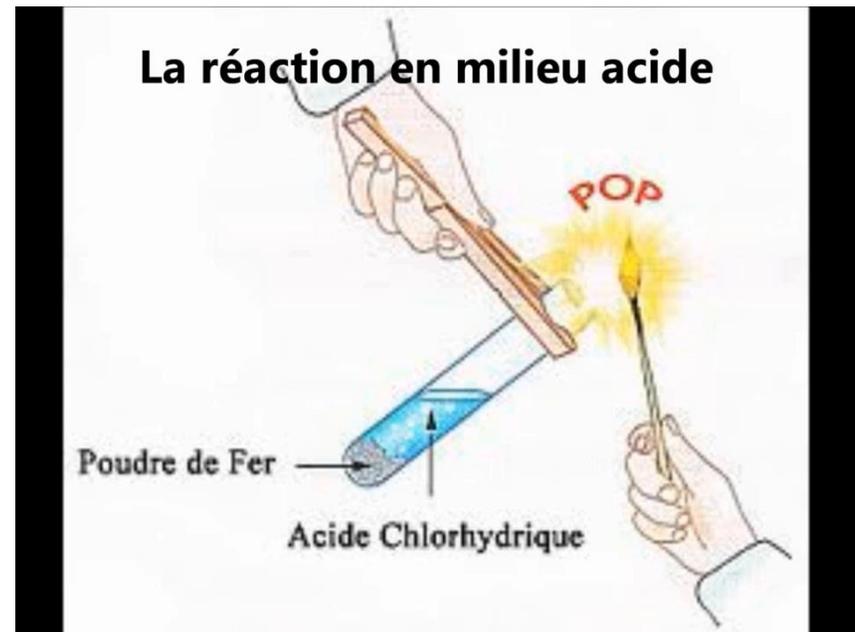
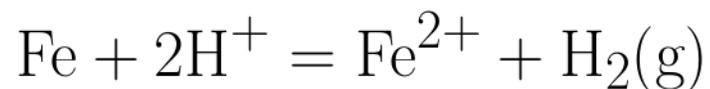




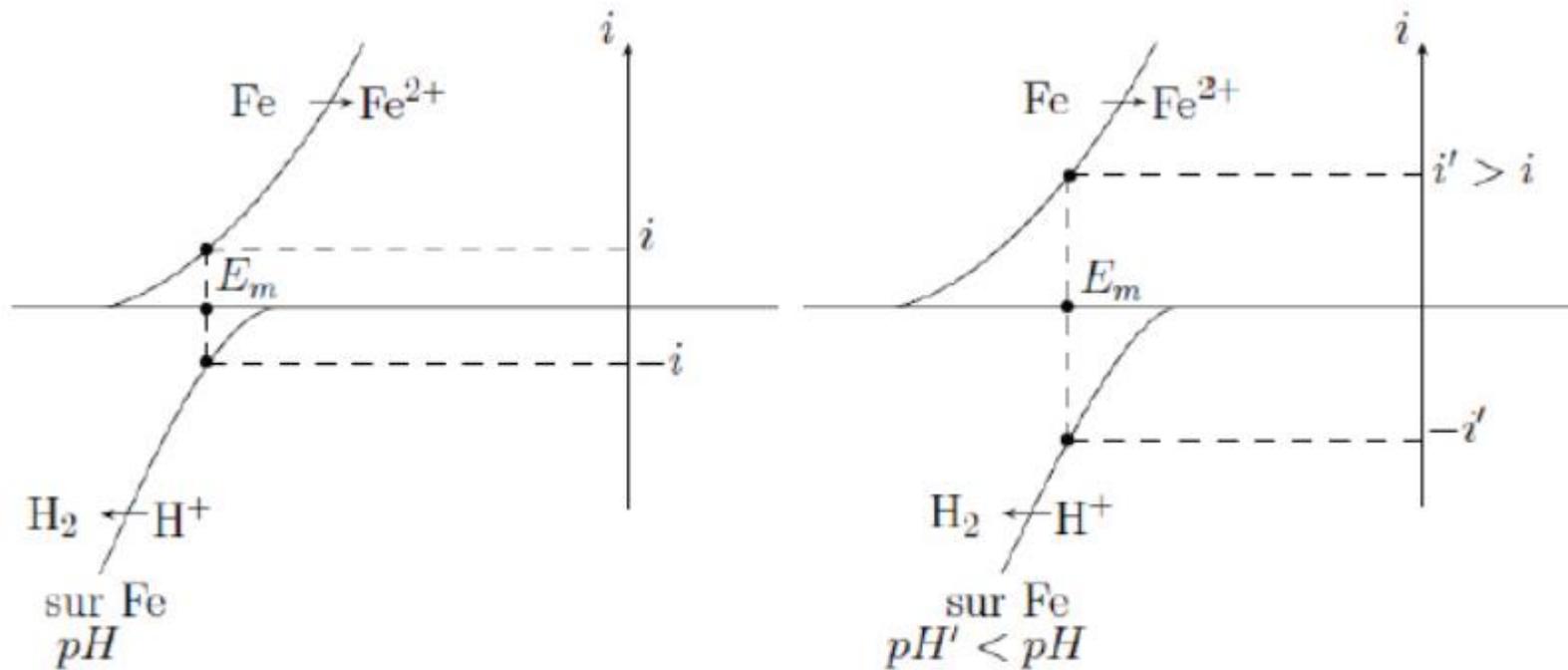
3) La corrosion uniforme en milieu acide

On parle de corrosion uniforme lorsque toute la surface d'un métal en contact avec de l'eau est attaquée de la même façon.

C'est par exemple le cas d'une plaque de fer pur totalement immergée dans une solution d'acide chlorhydrique:



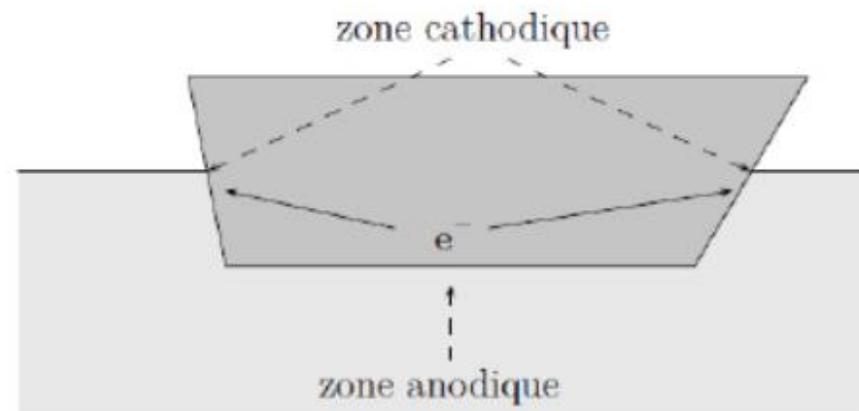
- L'analyse des courbes intensité-potentiel montre que la vitesse de la réaction est d'autant plus importante que le pH est faible.



4) La corrosion différentielle en milieu neutre avec l'oxygène

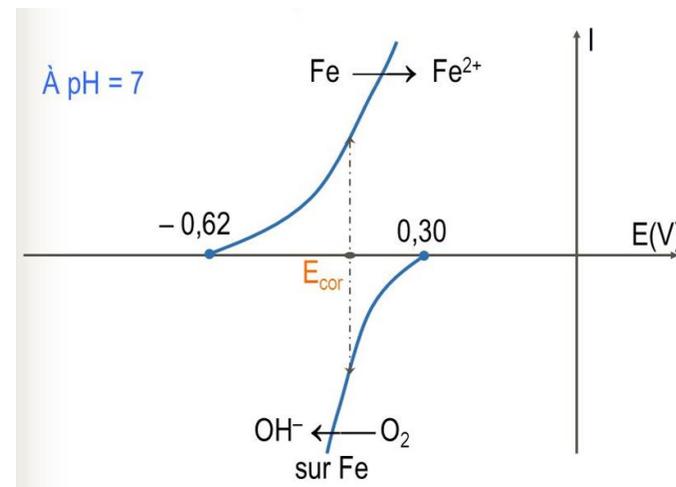
On parle de corrosion différentielle lorsque seule une partie d'une pièce métallique subit la corrosion.

C'est le cas par exemple lorsque une pièce métallique en fer est plongée dans de l'eau avec une concentration en oxygène dissous non uniforme.

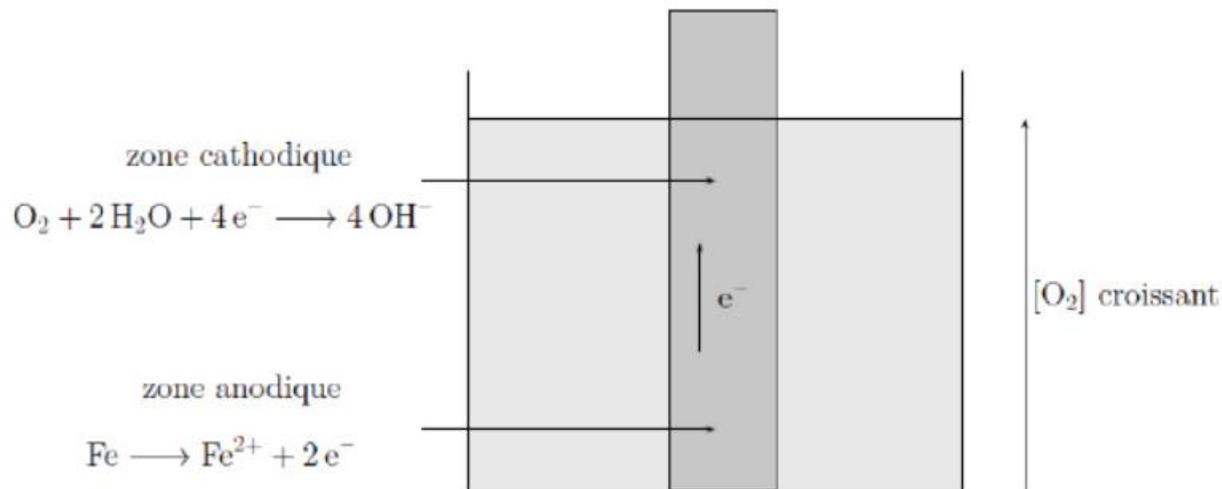


coque d'un bateau

Les courbes intensité-potentiel prévoient bien une réaction entre le fer et le dioxygène dissous dans l'eau (existence d'un potentiel mixte).

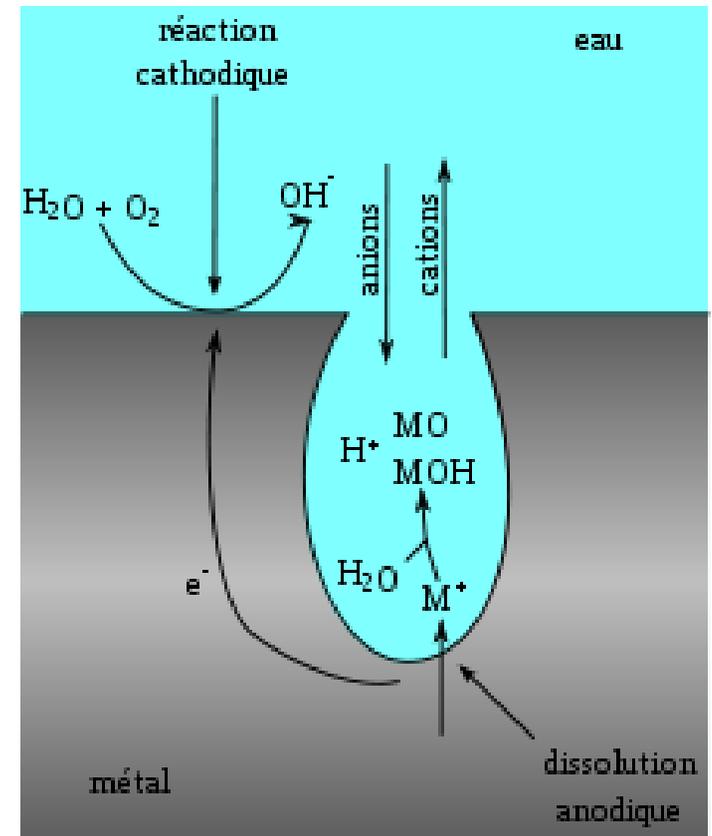


En pratique, la corrosion touche le fer dans l'eau la moins aérée, tandis que la réduction du dioxygène de l'air se fait dans les zones proches de la surface.



On forme une « micro-pile » : la circulation des électrons se fait directement dans la pièce métallique.

On observe le même phénomène lorsque le métal présente des fissures ou rayures : c'est dans la partie la plus profonde de la fissure, c'est-à-dire la moins aérée, que se produit la corrosion. Ainsi la pièce se fragilise de plus en plus sans altérer la surface visible du métal.



5) Protections contre la corrosion

a) Protection physique

- Pour éviter qu'il se corrode, on peut recouvrir le métal d'un revêtement non métallique (peinture, vernis, plastique...).

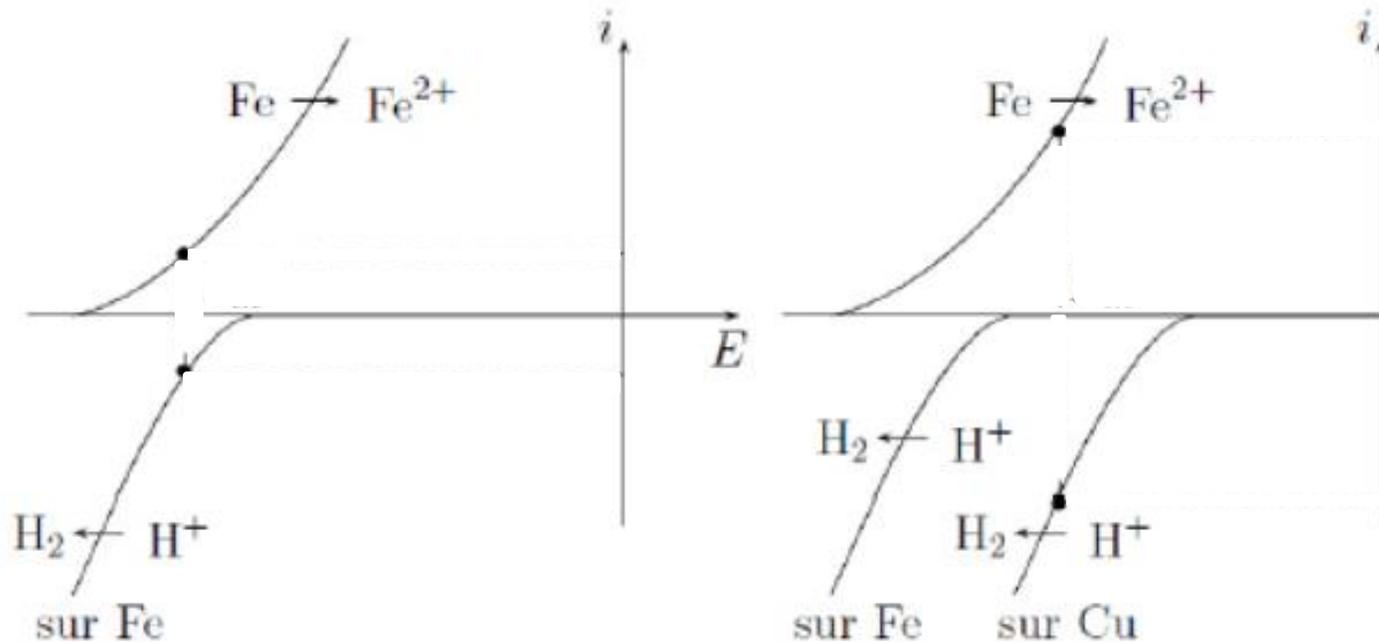
Désavantage: en cas de rayures, la partie exposée du métal sera préférentiellement oxydée lors du contact avec l'eau (corrosion différentielle).

- On le recouvre d'un revêtement métallique soit par électrolyse (cf. dernière section du chapitre) soit en trempant la pièce dans le métal en fusion (exemple : galvanisation à chaud dans un bain de zinc liquide).

Dans ce cas, il faut distinguer de la nature du métal couvrant.

- Un **métal plus noble**, par exemple une couche de cuivre sur du fer, permettra une protection plus pérenne : le cuivre est peu corrodé en milieu aqueux.

Attention néanmoins! En cas de rayure, on aura une corrosion différentielle rapide et perforante, le cuivre jouant alors le rôle de cathode de grande surface.



- un **métal moins noble**, par exemple une couche de zinc sur du fer, va être corrodé : on peut néanmoins renouveler le revêtement. En cas de rayure, cependant, le fer se comportera en cathode et sera protégé.

b) Protection électrochimique

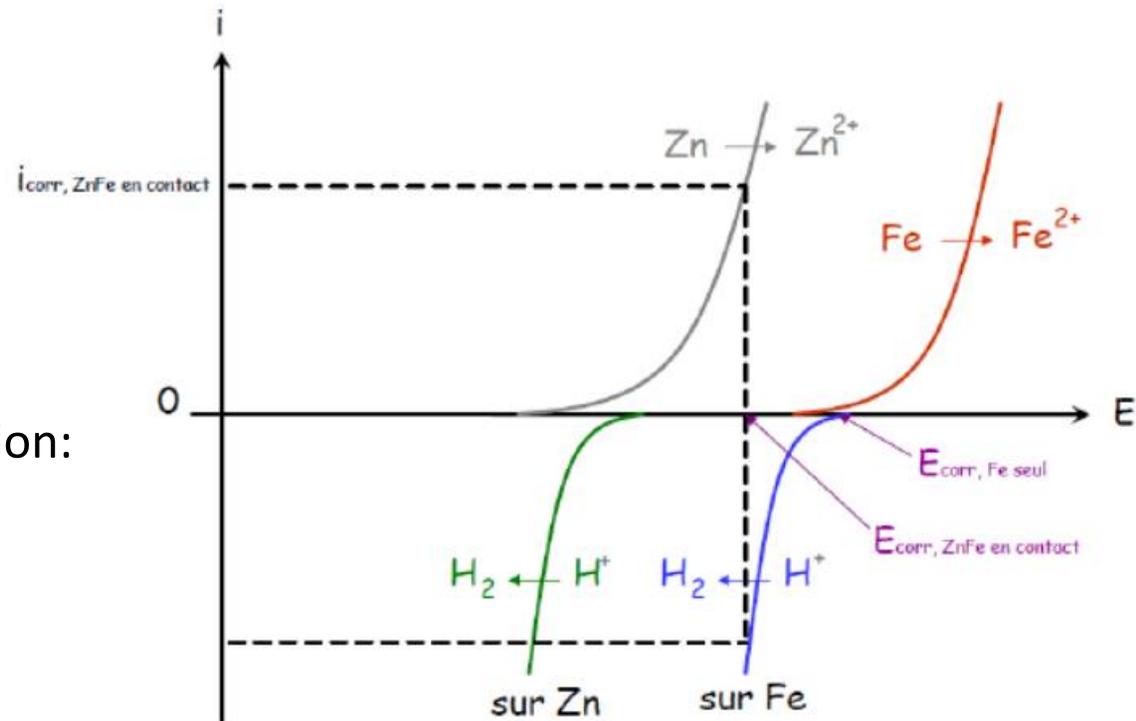
L'**anode sacrificielle** consiste à relier électriquement le métal qu'on souhaite protéger à un autre métal moins noble: par exemple le fer d'une coque de navire à un morceau de zinc.

Analyse des courbes intensité-potentiel:

- Sur le zinc aura lieu la réaction:

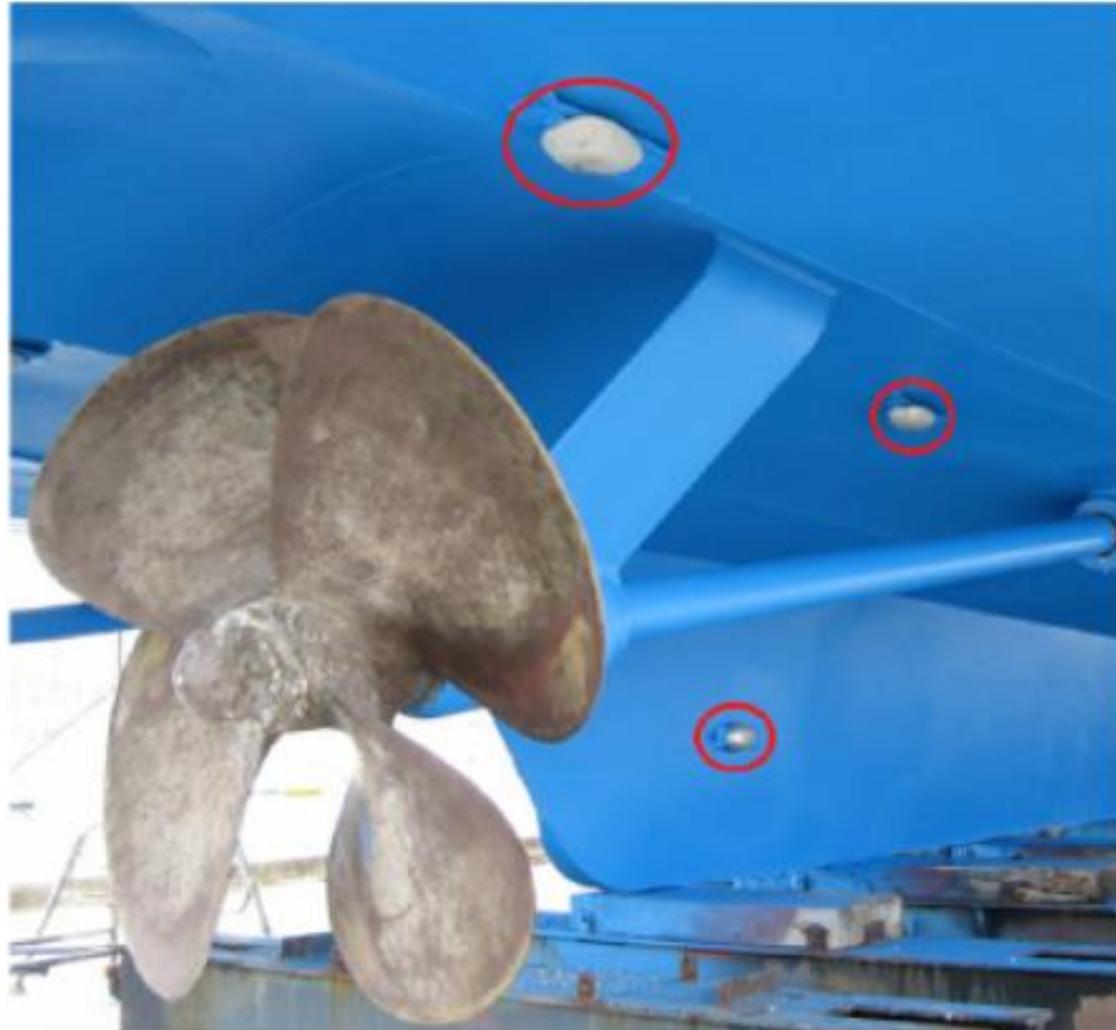
d'où le nom d'**anode sacrificielle**.

- Sur la coque en fer aura lieu la réaction:



on parle de **protection cathodique**.

On utilise de telles anodes sacrificielles sur la coque des bateaux, elles doivent cependant être renouvelées régulièrement.



c) Protection par courant imposé

Elle consiste à utiliser un générateur de courant continu connecté entre une pièce que l'on souhaite protéger (au pôle négatif) et un matériau quelconque au pôle positif. Il ne peut y avoir d'oxydation.

