

[II- GENERALITE SUR LA CORROSION

II-1 Définitions de la corrosion

Selon les différents auteurs la corrosion correspond :

À une destruction ou détérioration des métaux par les agents chimiques qui les environnent.

Du point de vue étymologique le terme « corrosion » vient du mot latin « Corroder » qui signifie ronger.

À un retour des matériaux et alliages à leur état naturel de minerais (processus inverse de la métallurgie extractive) [8]

II.2 Processus de la corrosion

La distinction peut être faite entre deux processus ;

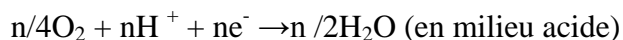
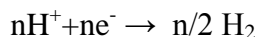
La corrosion en milieu humide ou corrosion aqueuse : le milieu est constitué par un liquide ou par des vapeurs humides,

La corrosion par voie sèche ; elle est généralement associée aux hautes températures.

Pratiquement tous les cas de corrosion peuvent être décrits ou expliqués à partir de concepts électrochimiques même si au premier abord ils apparaissent comme ayant un caractère chimique. Ainsi la réaction fondamentale d'un métal M est la réaction anodique:



à laquelle est couplée une réaction cathodique qui sera dans la plupart des cas:



Il en résulte que le métal attaqué sera l'anode couplée à une cathode sur laquelle se produira l'une des trois réactions précédentes. Il y a donc constitution d'une pile électrochimique.

La plupart des réactions de corrosion ont lieu en présence de l'eau dans la phase liquide ou sous forme de vapeur condensée. Certaines corrosions « sèches » en l'absence d'eau ont lieu dans un électrolyte solide et sont aussi considérées comme électrochimiques. [8]

II.3 Aspect économique de la corrosion

L'objectif principal de l'étude de la corrosion est d'ordre économique. En effet, les cas où : on parle de maîtrise de la corrosion sont quelque peu trompeurs car le niveau 0 (zéro) de corrosion est inaccessible. Certaines mesures bien qu'elles réduisent la corrosion coûtent plus que l'équipement protégé. Les effets directs ou indirects de la corrosion peuvent être résumés ci-après:

- arrêt de la production
- coût de l'entretien et du contrôle
- coût des pièces à remplacer, des réparations à effectuer
- coût dû à l'utilisation de matériaux plus nobles
- contamination du produit par les produits de corrosion solubles
- perte du produit
- perte d'efficacité
- augmentation des coefficients de sécurité (surdimensionnement)

II-4 influence de la corrosion dans le choix d'un matériau

Le choix d'un matériau pour la construction d'un équipement résulte d'un compromis entre plusieurs facteurs:

- compromis entre la résistance à la corrosion et d'autres propriétés comme la résistance mécanique, la facilité de mise en œuvre, le soudage
 - compromis entre la durée de vie de l'équipement et la durée de vie estimée du matériau
- La synoptique de la figure résume les différents compromis qui règlent le choix d'un matériau dans la construction d'un appareil ou d'une installation.[9]

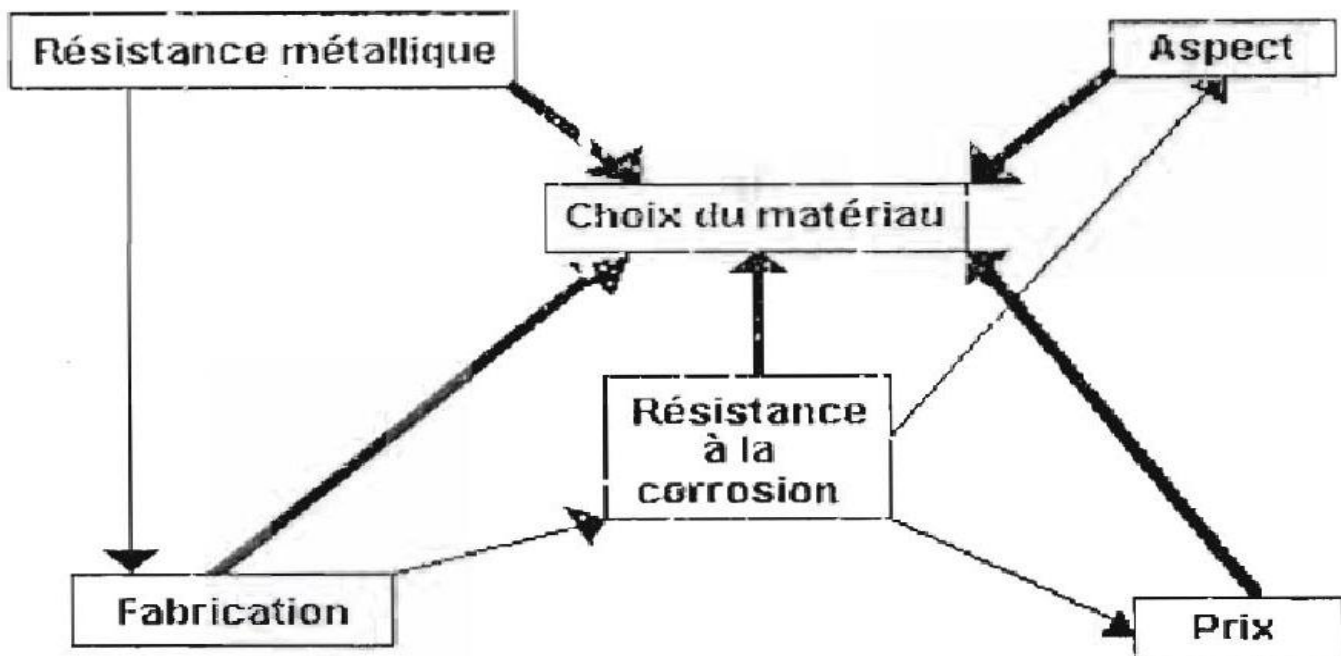


Fig1.2 Synoptique des compromis dans le choix des matériaux

II-5 Les différents types de corrosion

II-5-1 La corrosion uniforme

Au cours de la corrosion uniforme, toutes les parties de la surface du métal sont exposées de la même manière à l'environnement corrosif. Ces conditions ne prévalent pas généralement dans les équipements utilisés aussi un certain degré de non-conformité .

Dans ce cas la vitesse de corrosion est généralement facile à prévoir avec une précision suffisante pour déterminer la durée de vie probable d'un appareil.[9]

II-5-2 La corrosion localisée

A la corrosion uniforme, on oppose un ensemble d'autres formes de corrosion dites localisées. En effet, ces formes de corrosion n'intéressent que certains sites de la surface; ces derniers ne comportent que des zones anodiques par opposition aux parties non attaquées qui sont des zones cathodiques. Dans la plupart des cas, la perte de matière est faible voire insignifiante.[10]

II-5-2-1 La corrosion galvanique

La corrosion galvanique se produit donc quand deux métaux sont en contact dans un milieu humide. Le moins noble, se corrodera, il est dit anode alors que le second, la cathode sera en partie protégé de la corrosion. Ce phénomène s'appelle aussi effet de piles métalliques.

Une condition indispensable pour l'apparition du phénomène de corrosion galvanique est la présence d'un électrolyte et ce, même si le contact n'est pas direct entre deux métaux, De l'eau légèrement acide voire faiblement minéralisée peut constituer cet électrolyte.[10]

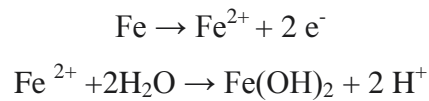
II-5-2-2 La corrosion Par plaques

L'aire des surfaces anodiques prises individuellement est suffisamment importante, Ce type d'attaque peut être décelé par de simples observations macrographiques ou à l'œil nu. A ce type de corrosion on peut rattacher l'attaque d'une des phases d'un système biphasé, lorsque celle-ci occupe une surface importante.

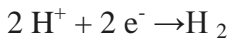
II-5-2-3 La corrosion caverneuse

Ce type de corrosion se rencontre dans toutes les parties où il y a confinement du milieu: sous des joints non étanches, dans des interstices, dans les recoins etc. On parle aussi de corrosion par crevasses. Par suite de ce confinement, la composition du milieu est différente de celle du reste de la solution, ce qui entraîne la constitution d'une pile, d'où un phénomène

de corrosion. Le confinement du milieu peut être dû, soit à l'absence d'oxygène (avec formation d'une pile d'Evans), soit à une acidification du milieu par hydrolyse des sels:



Cette acidification entraîne une dépolarisation de la réaction cathodique de l'hydrogène :



et par conséquent une augmentation du courant de corrosion .

Dans cette forme de corrosion une meilleure conception des pièces peut constituer un moyen efficace pour lutter contre la corrosion (prévention par le design).

II-5-2-4 La corrosion par piqûres

Cette corrosion est une attaque ponctuelle qui, dans le cas de l'acier se produit sous l'effet d'ions halogènes particulièrement les chlorures en présence d'un oxydant et qui peut aboutir à la perforation du métal. Cette corrosion progresse rapidement et peut mener en peu de temps à la destruction du matériau

II-5-2-5 La corrosion inter granulaire

Ce phénomène se rencontre dans le cas d'alliages qui sont à l'état de solution solide à haute température et dans le cas d'un système biphasé à basse température avec précipitation d'une seconde phase pouvant être par exemple un carbure ou un composé intermétallique.

C'est le cas des aciers inoxydables austénitiques et des alliages légers Al-Cu qui donnent respectivement naissance à une précipitation de carbures de chrome et à un composé intermétallique (Al_2Cu).

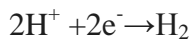
Ces précipités se forment préférentiellement dans les joints de grains qui constituent des centres de germination plus faciles ; dans le cas de l'acier austénitique, la précipitation de carbure entraîne un appauvrissement en chrome de part et d'autre du joint de grain. Cette zone est alors dé passivée et l'acier est dit sensibilisé.

II-5-2-6 La corrosion sous contrainte

La corrosion par fissures sous contrainte conduit à une fissuration du métal résultant de l'action combinée d'une contrainte mécanique d'extension et d'un milieu électrolytique ,c'est une des formes les plus graves de corrosion car le métal est soumis à une dégradation rapide sans manifestation extérieure visible, c'est-à-dire sans formation de produit de corrosion, ni de variation de poids.

II-5-2-7 La fragilisation par hydrogène

C'est une forme de fissure du matériau provoquée par la diffusion de l'hydrogène dans le réseau de l'alliage. Cela se produit lorsque la réaction de l'hydrogène:



Produit de l'hydrogène atomique en surface pendant la corrosion, ou pendant l'électrodéposition, la protection cathodique ou encore pendant le nettoyage électrochimique des pièces. On la distingue de la fissuration sous contrainte par le fait que la polarisation cathodique l'accélère alors qu'elle supprime la corrosion sous contrainte.

Différents modes d'action ont été identifiés :

- attaque hydrogène : action chimique à haute température ; décarburation des aciers
- les flocons: précipitation d'hydrogène à la solidification
- la fissuration des soudures
- le cloquage (blistering) ou fissuration induite par l'hydrogène: création de défauts sans action de contraintes
- la fragilisation proprement dite: dégradation des propriétés mécaniques (allongement, striction, ténacité) en présence d'hydrogène.

II-6 Les facteurs de corrosion

II-6-1 La corrosion par les eaux

La nature de l'eau en contact avec les métaux peut être très déterminante.

L'eau de mer est un milieu particulièrement agressif, on peut définir l'eau d'un océan à partir de sa salinité ou de sa conductivité. La solubilité de l'oxygène dans l'eau de mer est fonction de la température.

Les eaux douces dont l'eau de distribution des villes possèdent des caractéristiques diverses selon leur composition (pourcentage des minéraux dissous, teneur en oxygène et en gaz carbonique, pH, etc.). La résistance à la corrosion d'un métal mis au contact de l'eau douce peut varier considérablement selon le type d'eau. Les eaux peuvent être incrustantes ou agressives. On les nomme respectivement eau dure ou douce. Dans le premier cas l'eau est très minéralisée et laisse un dépôt de calcaire et de carbonate provoquant l'entartrage des conduites. Ce dépôt, qui isole le métal de l'eau, ralentit ainsi la corrosion; cependant, s'il n'est pas uniforme, il peut y avoir corrosion localisée par piqûres. Les eaux agressives, quant à elles, sont peu minéralisées ; elles sont donc plus corrosives que les eaux incrustantes, car elles ne favorisent pas la formation d'un dépôt protecteur.[9,10]

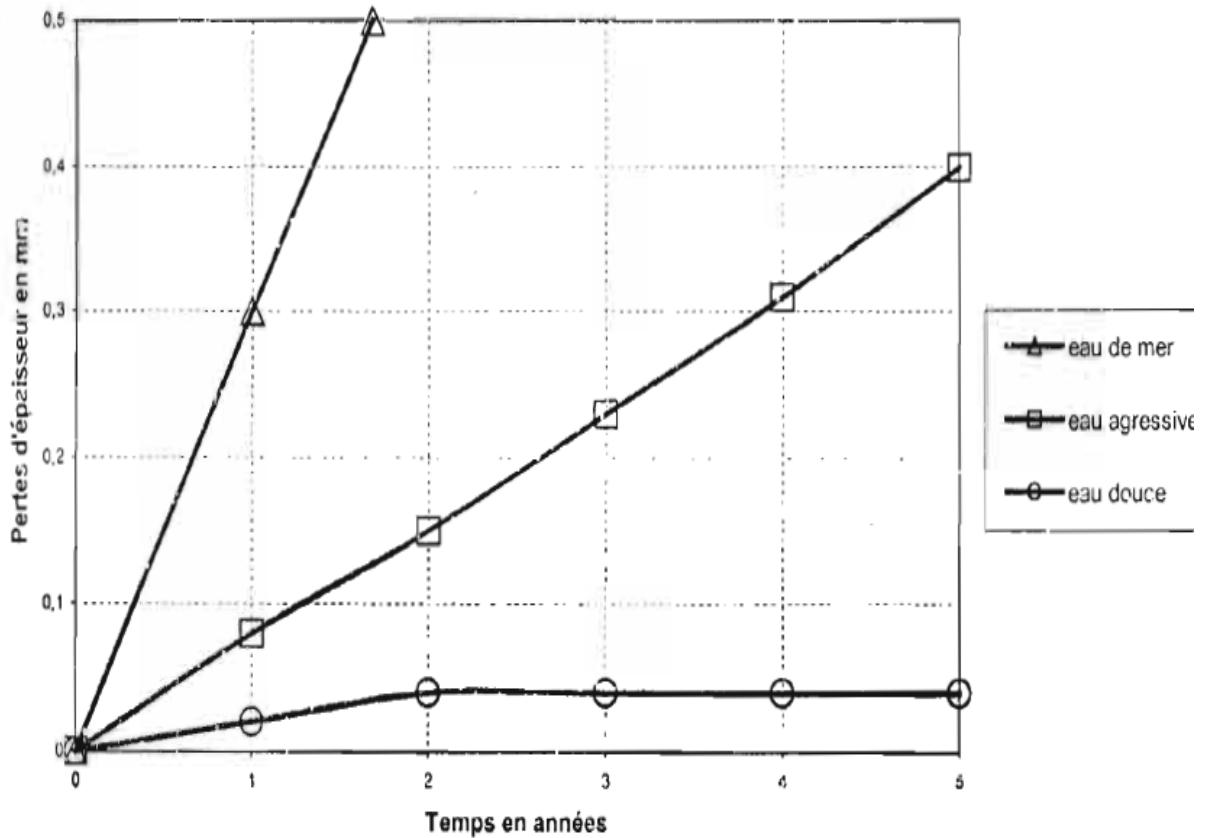


Fig1.3 corrosion de l'acier doux en fonction de la durée d'exposition : dans l'eau de mer, dans une eau agressive et une eau douce (extrait de *Des matériaux*)

II-6-2 La corrosion atmosphérique

Au contact d'une atmosphère humide les aciers au carbone non protégés se recouvrent d'une couche d'oxydes de fer uniforme dont l'épaisseur croît de façon parabolique avec le temps.

L'atmosphère devient corrosive dès que le taux d'humidité de l'air est supérieur à 30%. Sa corrosivité dépend essentiellement de trois paramètres :

- l'humidité relative
- la teneur en SO_2
- la teneur en Cl^-

La corrosion dépend également beaucoup de l'agressivité locale atmosphère rurale, Industrielle ou marine.[9,10]

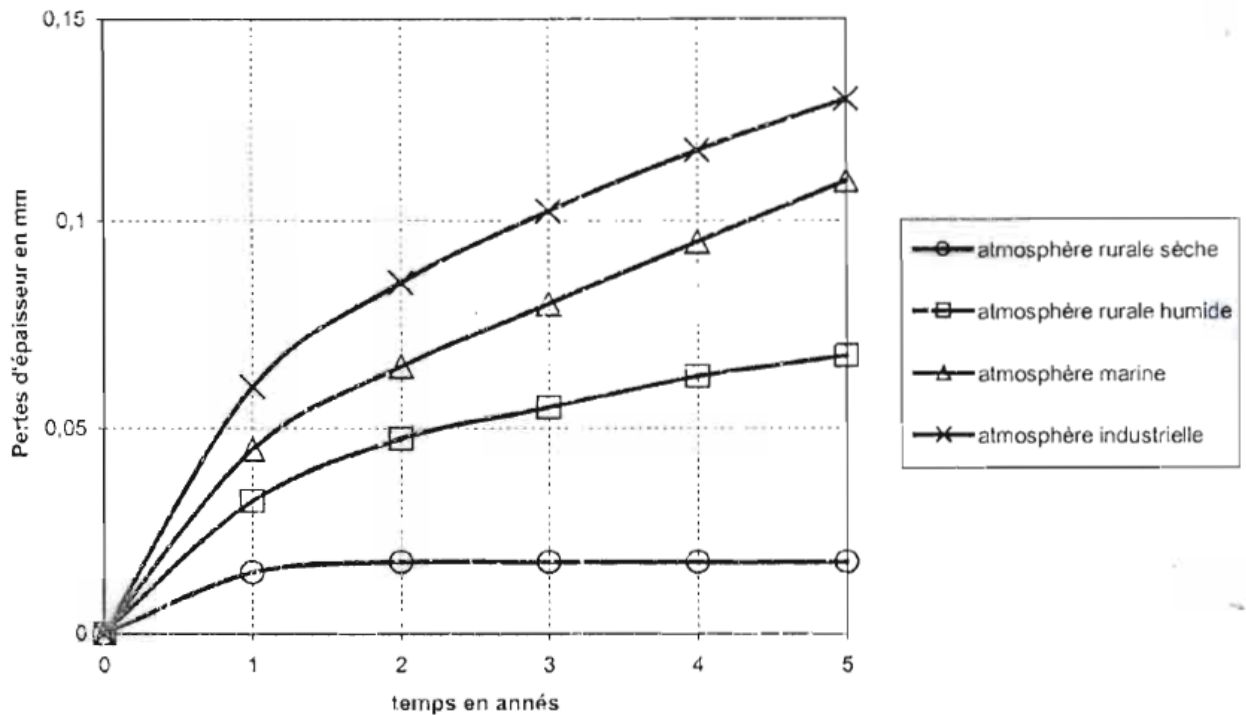


Fig1.4 Corrosion de l'acier doux en fonction de la durée d'exposition en atmosphère industrielle, marine et rurale (humide et sèche).

II-6-3 La corrosion par les sols :

Les sols sont loin d'être des milieux homogènes ; ils présentent effet, d'un site à l'autre, des caractéristiques très variées. Le caractère corrosif des sols est fonction des paramètres suivants :

- leur perméabilité à l'air et à l'eau, qui dépend de leur porosité et de la granulométrie des matériaux constitutifs ;
- leur taux d'humidité ;
- leur teneur en sels ;
- leur alcalinité ou leur acidité (c'est à dire leur pH) ;
- leur conductibilité électrique.

En général ce sont ces deux derniers paramètres (pH et conductibilité électrique) que l'on mesure. Dans la grande majorité des cas ,le pH des sols est compris entre 6 et 9.

Quand une canalisation traverse des sols de natures différentes, le potentiel d'équilibre du métal avec chacun de ces milieux peut être différent, ce qui entraîne la formation de zones cathodiques et de zones anodiques.[9 ,10]

II-6-4- Les conditions d'utilisation :

Certaines conditions d'utilisation ont pour effet d'accélérer la corrosion et de raccourcir ainsi la vie des pièces ou des assemblages.

En milieu corrosif la résistance à la tension mécanique de beaucoup d'alliages se trouve diminuée. Cette diminution est due à l'effet combinée de facteurs électrochimiques et de facteurs mécaniques; c'est la corrosion par fatigue.

Des déplacements de très faible amplitude (inférieurs au micromètre) entre les pièces sont la cause, aux points de contact, de la corrosion par frottement. Puisque les surfaces ne sont jamais complètement lisses, elles sont en contact par leur aspérités.[13]

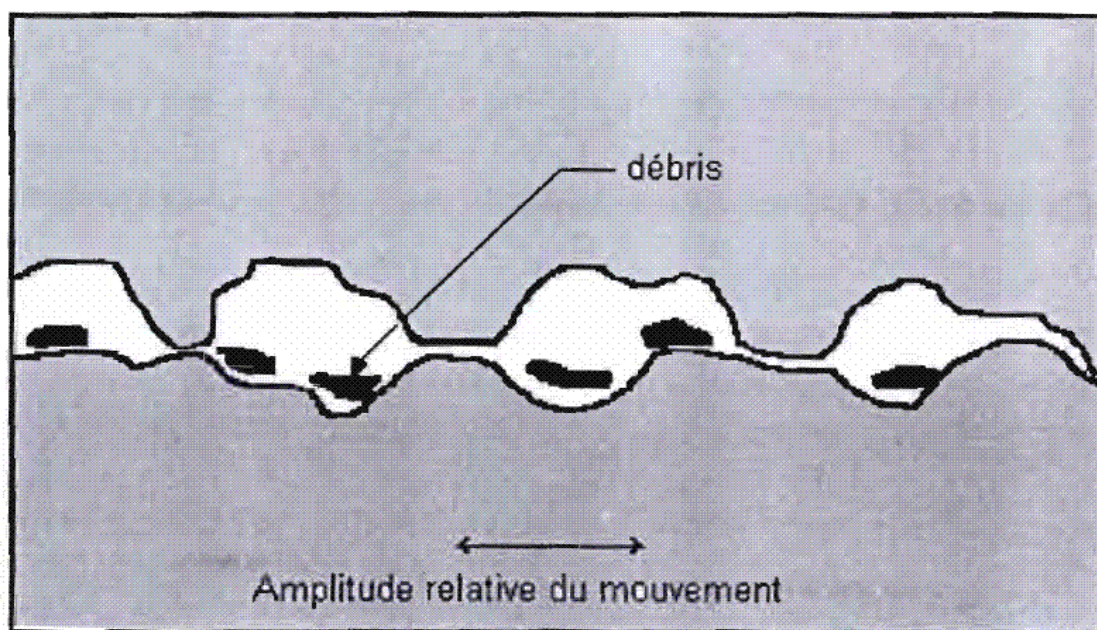


fig1.5 : Représentation schématique du mécanisme de la corrosion par frottement

Dans une pièce métallique, un gradient de température entraîne un gradient de potentiel électrochimique entre la partie froide et la partie chaude. La zone froide, qui est anodique par rapport à la zone chaude, peut être le siège de corrosion.

Quand on fait une installation de mise à la terre par le sol d'une installation électrique, il y a passage de courants dans le sol. Si des conduites métalliques sont enterrées à proximité de cette installation, le courant (courant vagabond) peut y circuler car leur résistance est inférieure à celle du sol. Il y a alors formation de zones anodiques sur les conduites et, par conséquent, accélération de la corrosion.