

Partie II du chapitre 4

- **Corrosion localisé**

Contrairement à la corrosion généralisée, la corrosion localisée focalise l'attaque dans certains points discrets. L'amorçage est lié à la rupture du film passif. Les différentes formes de la corrosion localisée incluent :

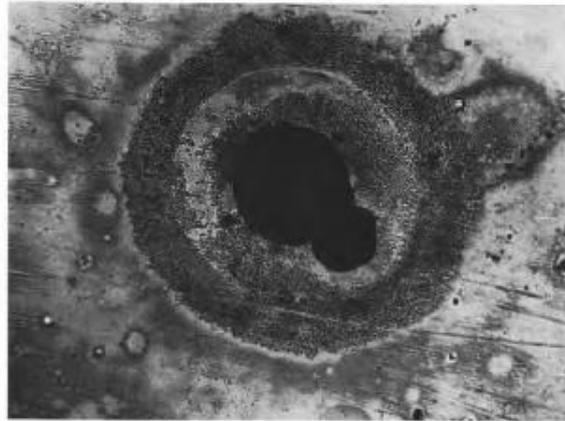
- Corrosion par piqûre ;
- la corrosion intergranulaire dans des joints de grains ;
- la corrosion cavernueuse dans une zone confinée ;
- la propagation galvanique ;
- la Corrosion par aération différentielle ;
- la corrosion par frottement

Le phénomène de piqûration, de nature stochastique, est souvent difficile à prédire. Sa cinétique peut être élevée. Ce type de corrosion représente donc un danger important pour le métal et sa fonctionnalité, d'où le grand nombre d'études qui lui sont consacrées

- ❖ **Corrosion par piqûres**

La corrosion par piqûres (en anglais pitting corrosion) est une attaque très localisée du matériau résultant de conditions de corrosion locales spécifiques. À cet endroit se crée ainsi une anode et le reste de la surface fait office de cathode. La petite surface de l'anode et la grande surface de la cathode provoque un courant de forte intensité du côté anode et ainsi une vitesse de corrosion élevée. L'appellation corrosion par piqûres fait référence au fait que la corrosion se manifeste surtout en profondeur dans le matériau et que sa diamètre. Cette profondeur ainsi que le nombre de piqûres est très variable mais cette attaque est une des formes les plus graves de corrosion.

Bien que la quantité de métal attaqué soit faible, cette forme de corrosion est très dangereuse car elle peut aboutir à la formation de trous profonds pouvant aller jusqu'à la perforation. La forme la plus connue de corrosion par piqûres est l'attaque de l'acier inoxydable austénitique par les chlorures, comme il est montré sur la figure ci-dessous



Corrosion par piqûres d'un acier inoxydable (x 230)

Les ions de chlore sont les déclencheurs de la corrosion par piqûres. Ils se substituent aux groupes -OH de la couche passive constituée d'un réseau de $\text{CrO}(\text{OH})$. Ils endommagent cette couche protectrice et démarrent la corrosion par piqûres. On peut distinguer trois régimes dans la corrosion par piqûre voir figure ci-dessous:

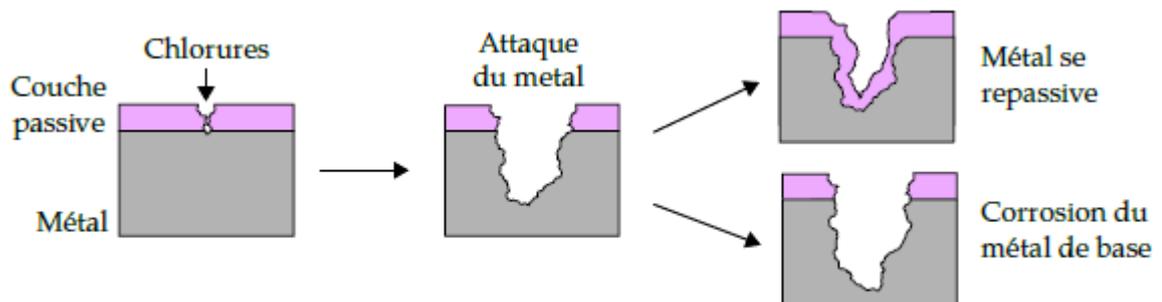


Fig. La piqûre s'amorce par la rupture locale du film passif provoquée par l'accumulation des chlorures. Elle se repassive si l'environnement ne demeure pas suffisamment agressif.

La Figure, précédente schématise les différentes phases du développement d'une piqûre dans un milieu chloruré d'un alliage passivable. La rupture du film passif est liée à la présence de chlorures dans cet exemple. La piqûre continue ensuite à grandir dans un état métastable, pendant lequel les conditions locales à l'intérieur de la cavité évoluent pour conduire à une propagation de la piqûre ou à sa repassivation. Le milieu local dans la piqûre

se concentre en complexes chlorures métalliques et son pH décroît de façon parfois très importante. Ainsi le pH en fond de piqûre peut atteindre 0 ou même des valeurs négatives notamment dans le cas des aciers inoxydables comme il est illustré sur la figure ci-dessous.

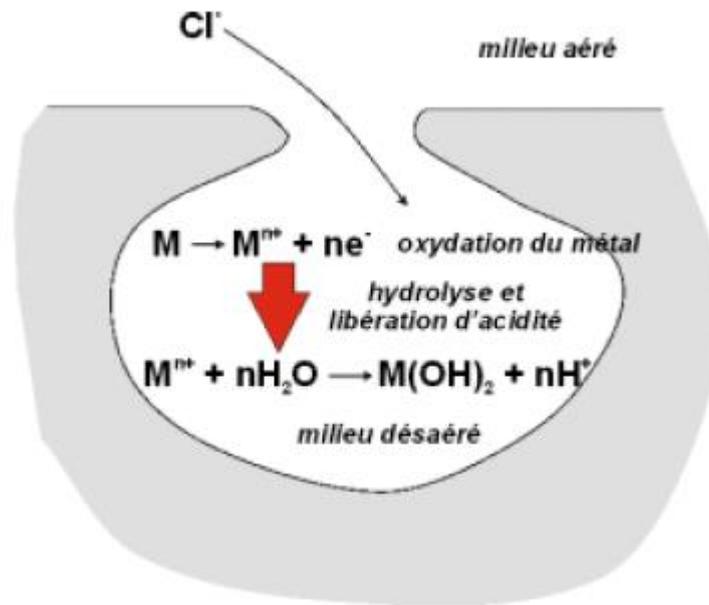
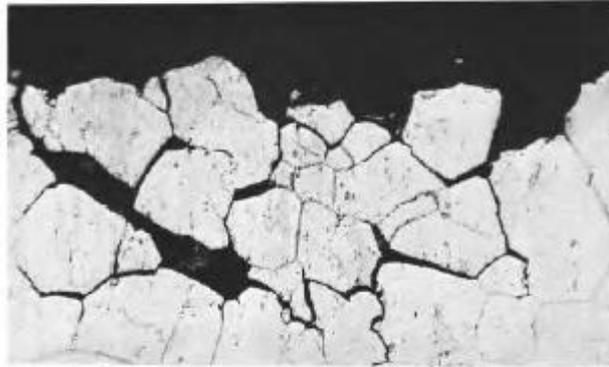


Figure : mécanisme de la formation de la piqûre et l'acidification le fond de la piqûre

Les températures ou les taux d'acidité plus élevés accentuent la corrosion par piqûres.

❖ Corrosion intergranulaire

La corrosion intergranulaire correspond à une dissolution préférentielle des zones d'émergence des joints de grains à la surface des matériaux mis en présence de milieux agressifs. Les milieux susceptibles d'entraîner l'attaque intergranulaire sont très variés : gaz, solutions, sels fondus, métaux liquides... Les phénomènes observés ont plusieurs origines. Ainsi, la précipitation de phases étrangères au voisinage des joints de grains peut entraîner, suivant la nature de l'environnement agressif, la dissolution préférentielle des précipités ou des zones voisines des précipités appauvries en un élément constituant la matrice. C'est le cas de la corrosion intergranulaire de certains alliages légers et des aciers inoxydables, austénitiques ou ferritiques, sensibilisés (figure cidessous).



Corrosion intergranulaire du fer (x 450)

❖ Corrosion galvanique

C'est, en générale, lorsque deux métaux différents sont en contact ou reliés électriquement dans un milieu corrosif aqueux (figure ci-dessous). La corrosion s'établit sur le métal le moins noble et s'arrête sur le métal le plus noble. Les sites anodiques et cathodiques sont distincts. Mais elle se manifeste aussi lorsque les deux parties d'un objet métallique d'un même métal ne sont plus au même potentiel à cause d'une hétérogénéité ou à cause d'un âge différent.

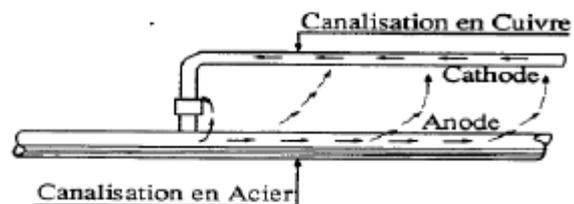
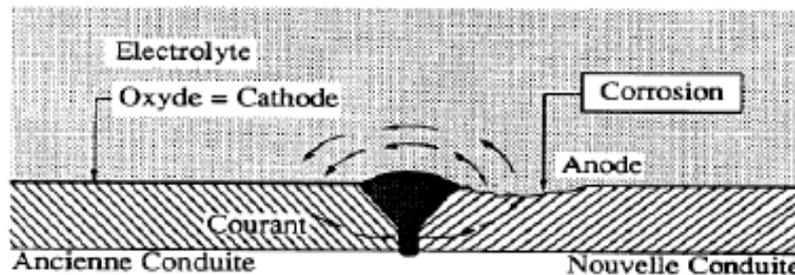


Figure: corrosion galvanique

❖ Corrosion par aération différentielle

Il est fréquent d'une pièce métallique soit soumise à des milieux de teneurs différentes en oxygène: pièces posées sur le sol, pièces peintes ou enduites d'un seul côté, tuyaux. Dans ce cas, des pressions partielles différentes en O_2 induisent des potentiels rédox différents, d'où la formation d'anodes et de cathodes. le mécanisme de corrosion est alors enclenché.

Retenons que l'arrivée de O_2 sur une pièce métallique **interdit son oxydation**, dans la région où arrive le dioxygène, mais induit une oxydation dans la zone **la moins aérée**.

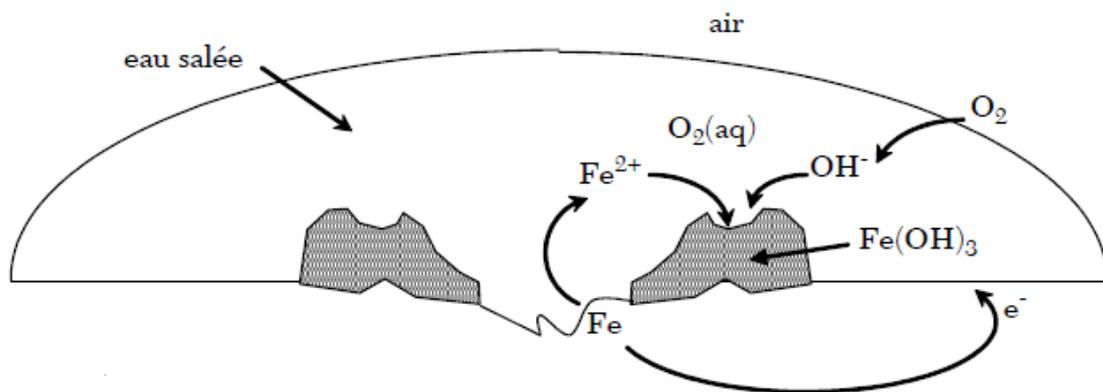


Figure : Corrosion par aération différentielle

❖ Corrosion frottement (tribocorrosion)

La corrosion frottement concerne les dommages provoqués par la corrosion au niveau du contact de deux surfaces métalliques en mouvement relatif l'une par rapport à l'autre. Elle se produit essentiellement lorsque l'interface est soumise à des vibrations (mouvement relatif répété de deux surfaces en contact) et à des charges de compression. Ce mouvement relatif peut être très faible (petits débattements de l'ordre de quelques micromètres). En présence d'un mouvement de frottement continu en milieu corrosif, on utilise de préférence le vocable de tribocorrosion.

❖ Fragilisation par l'hydrogène

La présence d'hydrogène dans un réseau métallique peut entraîner d'importantes détériorations du métal avec chute catastrophique de ses propriétés mécaniques. Ces atomes d'hydrogène ont pour origine: l'atmosphère environnante, les procédés d'électrolyse et la corrosion électrochimique. Une fois qu'il a pénétré dans le réseau, l'atome d'hydrogène peut provoquer plusieurs types de dégâts:

- Précipitation sous forme d'hydrures : c'est le cas du titane et d'autres métaux très réactifs vis-à-vis de l'hydrogène (Ta, Zr, V, ...).
- Recombinaison sous forme d'hydrogène moléculaire : lorsque le métal présente des défauts macroscopiques ou microscopiques, les atomes d'hydrogène peuvent s'y recombinaison. On peut alors atteindre des pressions considérables qui conduisent à des cloques, des boursouflures, des cohésions en "marches d'escalier" ou même des éclatements.
- Fragilisation : par interaction avec les dislocations du réseau, les atomes d'hydrogène entraînent une diminution importante de la capacité de déformation plastique du métal qui devient fragile. La rupture différée des aciers en est l'exemple le plus classique.

• Facteurs de corrosion

La tenue à la corrosion d'un matériau est en fait conditionnée par le comportement du système métal / environnement. La température et le pH ont une influence directe sur la vitesse de corrosion.

❖ Effet de la température

Généralement, l'augmentation de la température accélère les phénomènes de corrosion, car elle diminue les domaines de stabilité des métaux et accélère les cinétiques de réactions et de transport. L'importance de son influence diffère cependant en fonction du milieu corrosif dans lequel se trouve le matériau.

❖ Effet de l'acidité

Le pH de la solution est un facteur susceptible d'affecter la stabilité du film passif. L'augmentation de l'acidité et donc la quantité de protons a tendance à déstabiliser ce film. Un

milieu très acide freine la déprotonisation à laquelle la formation du film passif conduit et peut même provoquer la dissolution d'un film déjà formé.

❖ **La salinité**

Les chlorures sont des ions agressifs, souvent à l'origine de la corrosion localisée, leur présence en solution provoque d'effets complémentaires, d'une part, leur concentration locale induit une acidification du milieu et d'autre part, la salinité a une influence sur la conductivité du milieu aqueux.