

Chapitre 5 : Les différentes formes de corrosion

5.1 Les différentes formes de corrosion aqueuse et leurs mécanismes

Les manifestations de corrosion peuvent en principe être subdivisées en deux groupes : les pertes par corrosion soit *localisée* soit *uniforme* [10].

Si les pertes par corrosion sont uniformes, la vitesse de corrosion moyenne est identique en tout point de la surface du matériau. Ceci présuppose que la surface soit homogène et qu'il n'y ait pas de gradient de concentration dans le milieu.

Des dommages localisés, limités à certains points, sont bien plus dangereux. Leurs points de départ sont des variations de la concentration d'électrolytes, les inhomogénéités des surfaces et la présence d'agrégats de micro-organismes.

L'origine de la corrosion peut être de nature chimique, électrochimique ou physique. Figure 5-1 [10].

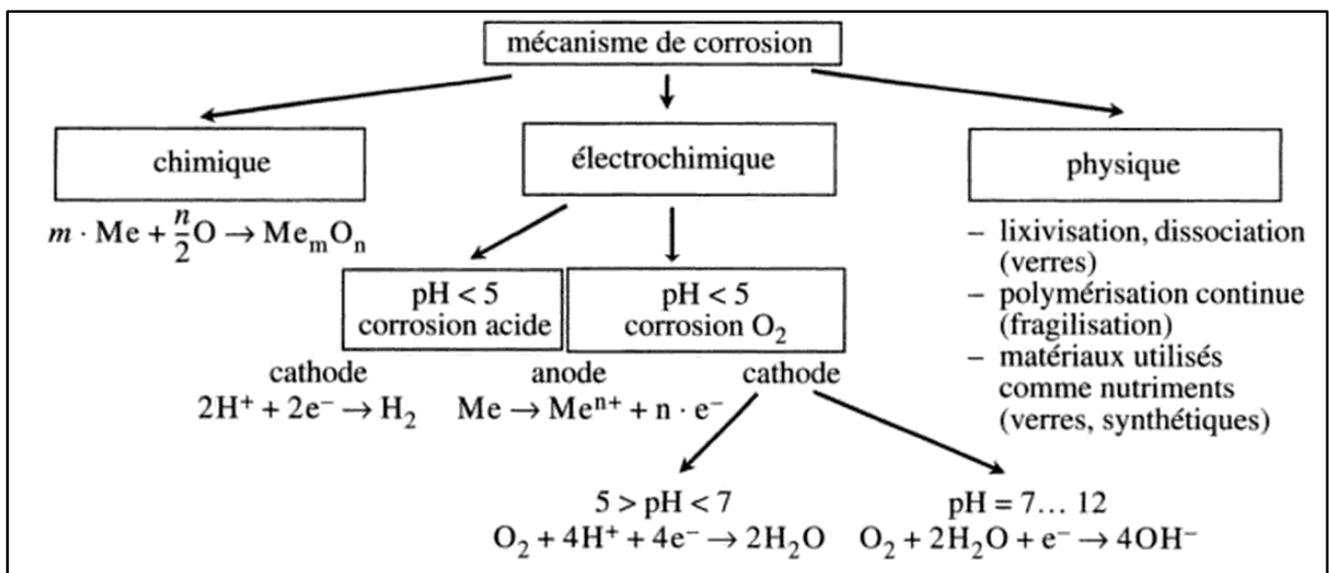


Figure 5-1 : mécanisme de corrosion [10]

5.1.1 Corrosion uniforme

C'est la forme la plus classique et la plus visible, et souvent la plus spectaculaire, mais pas toujours la plus importante au niveau économique et/ou sécuritaires. Elle se caractérise par l'existence de plusieurs processus électrochimiques élémentaires qui se produisent uniformément sur toute la surface considérée. Elle se traduit par une diminution d'épaisseur (exprimée en perte d'épaisseur par unité de temps ou en perte de masse par unité de surface et par unité de temps) si les produits de corrosion sont solubles dans le milieu environnant [11]. La figure 5-2 illustre la corrosion uniforme [12].

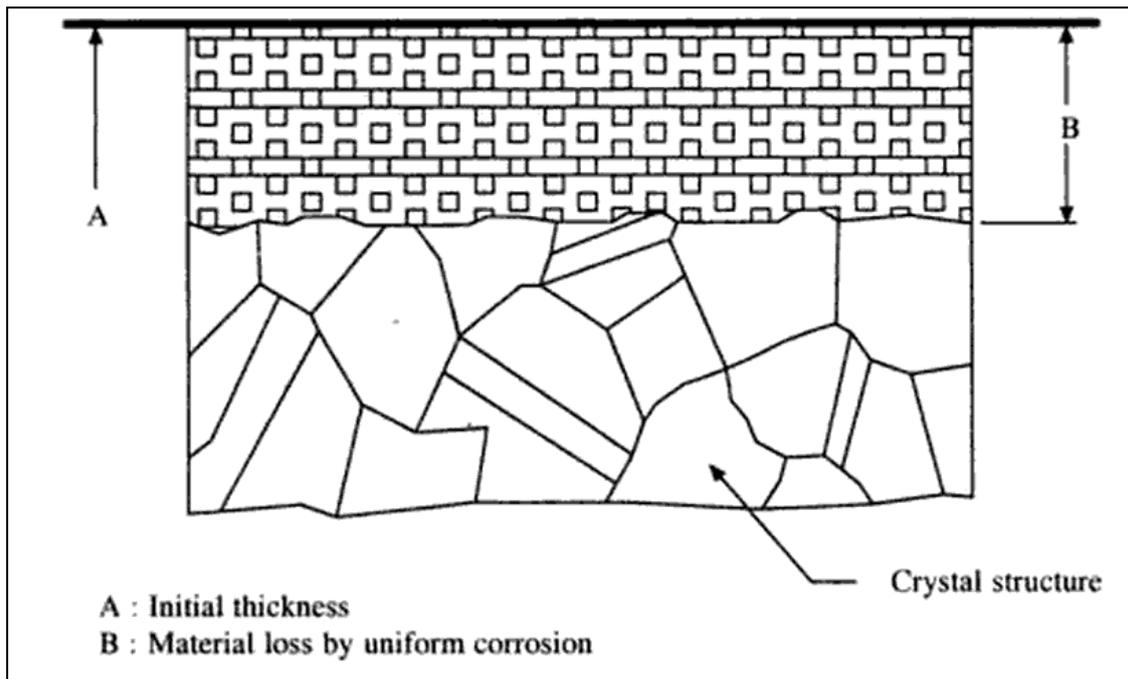


Figure 5-2 : Illustration schématique de la corrosion uniforme [12]

5.1.2 Corrosion localisée

➤ *Corrosion par piqûres*

Elle est produite par certains anions, notamment les chlorures, sur les métaux protégés par un film d'oxyde mince (ce qui est typiquement le cas des alliages passivés tels que les aciers inoxydables par exemple). Ce type de corrosion se traduit par l'apparition de piqûres (c'est-à-dire de cavités), progressant à partir de la surface du métal. Ce phénomène concerne une grande variété de matériaux (aciers, aciers inoxydables, alliages de nickel, de titane, d'aluminium ou de cuivre) ; il se produit souvent en présence de paramètres aggravants tels que les chlorures et n'engendre que de faibles pertes de masse, mais peut parfois conduire à des perforations rapides. La figure 5-3 présente la morphologie des piqûres de l'acier inoxydable 304 [13].

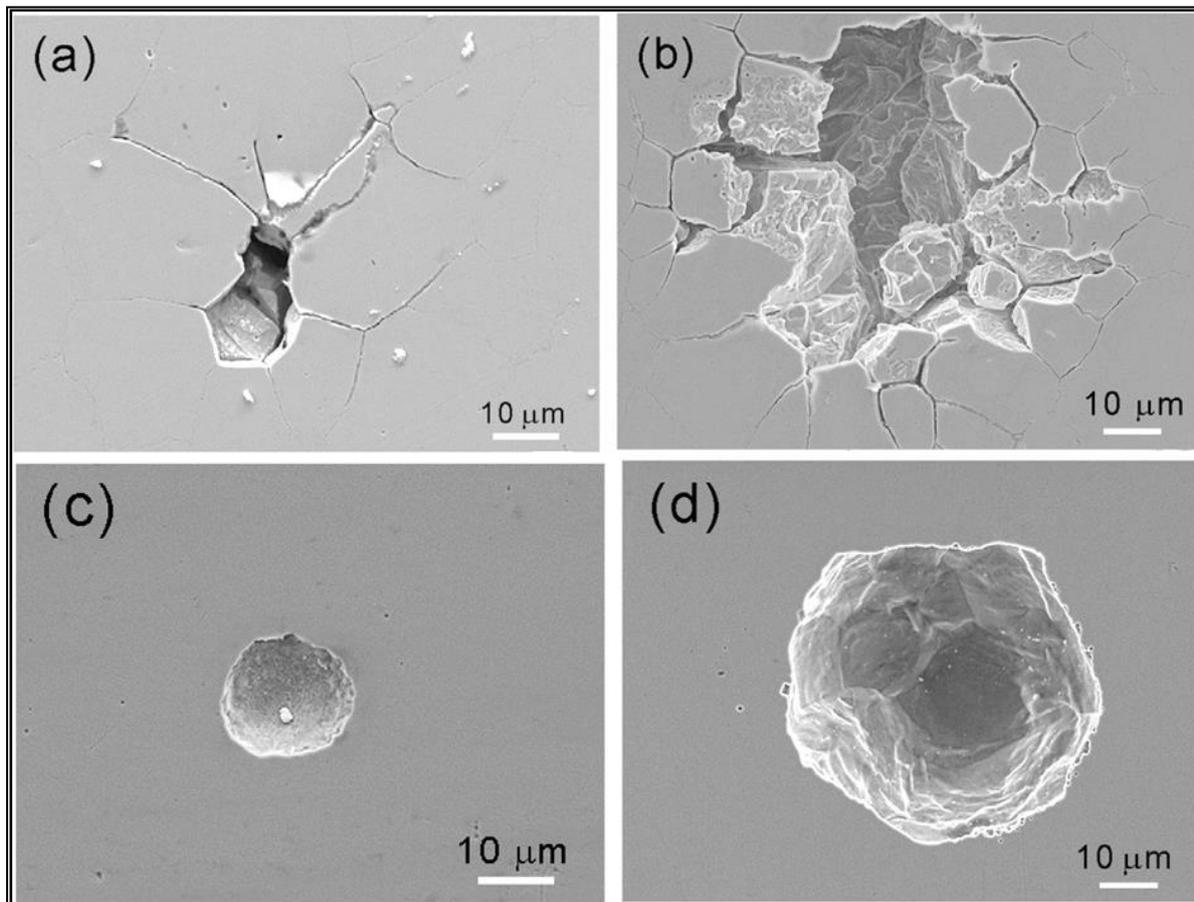


Figure 5-3 : Morphologie des piqûres de l'acier inoxydable 304 [13]

➤ *Corrosion caverneuse*

Elle est associée à la présence d'une ouverture étroite (joints, interstices, dépôts), c'est-à-dire une zone confinée avec un faible volume d'eau et une vitesse d'écoulement proche de zéro. Ce phénomène concerne tous les matériaux. Ce phénomène induit une différence d'accessibilité d'oxygène et/ou d'autres formes chimiques entre deux parties d'une structure, créant une pile de corrosion.

Exemple : les alliages passivables en milieu chloruré, Figure 5-4 [11].

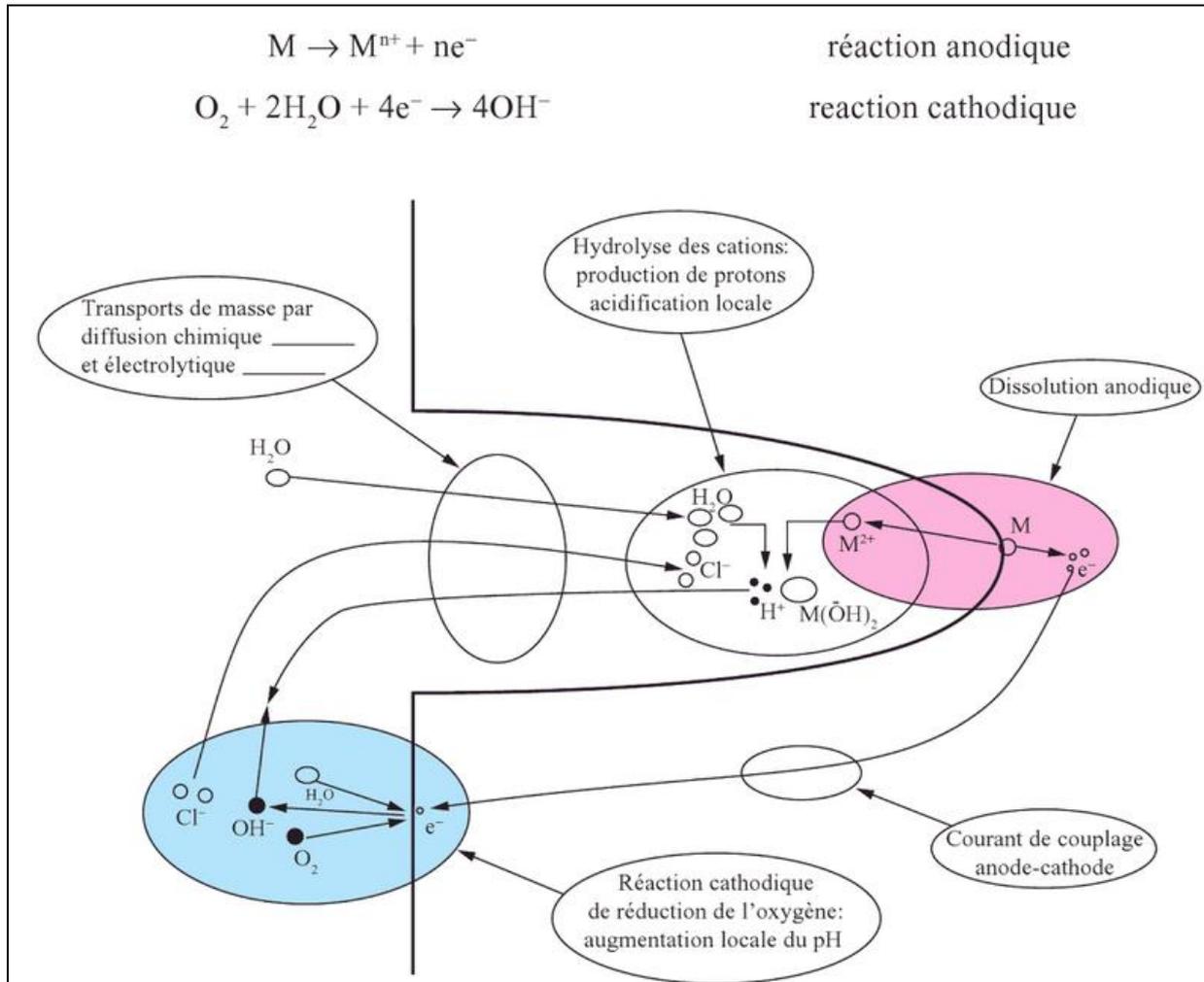


Figure 5-4 : Corrosion caverneuse des alliages passivables en milieu chloruré et processus responsables de l'acidification dans la crevasse [11]

➤ **Corrosion inter-granulaire**

Elle est une attaque sélective aux joints de grains ou à leur voisinage immédiat, alors que le reste du matériau n'est pas attaqué. L'alliage se désagrège et perd toutes ses propriétés mécaniques. Ce type de corrosion peut être dû soit à la présence d'impuretés dans le joint, soit à l'enrichissement (ou l'appauvrissement) local en l'un des constituants. La figure 5-5 [14] illustre ce type de corrosion.

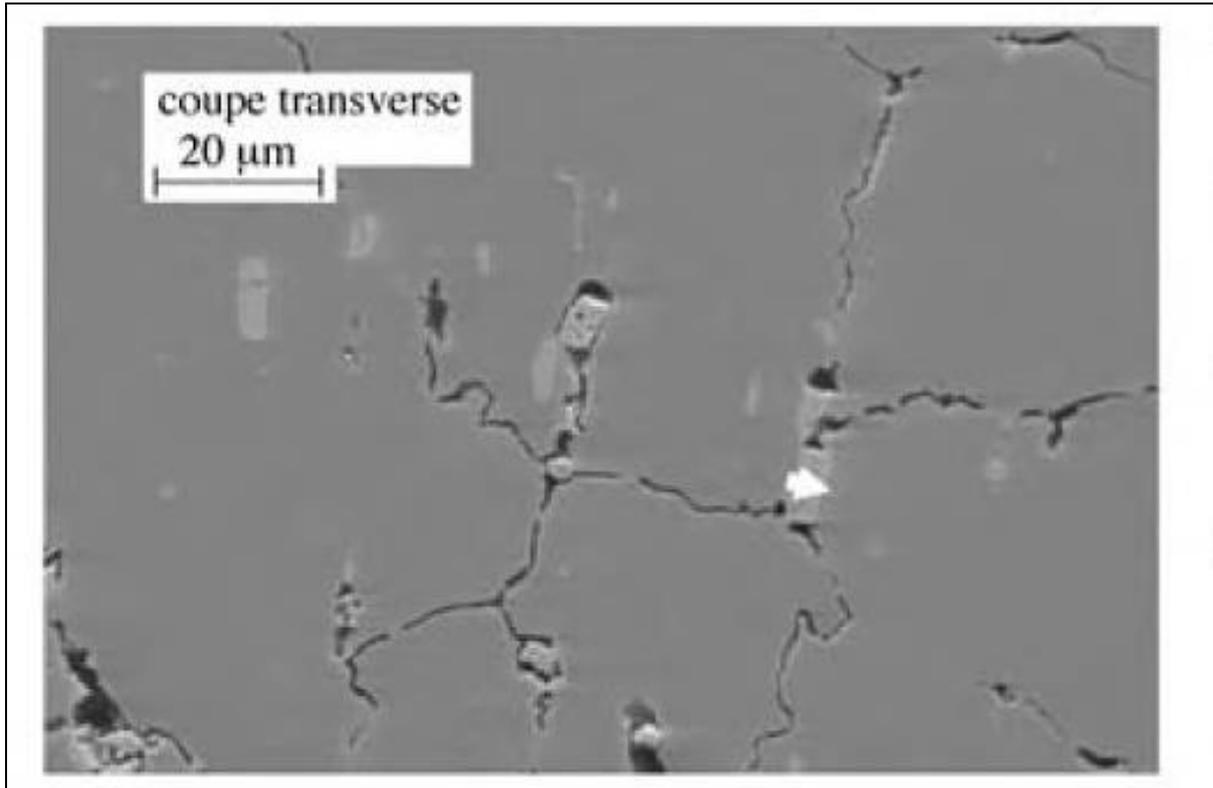


Figure 5-5 : Image MEB d'une coupe transversale montrant la corrosion intergranulaire [14]

➤ ***Corrosion sous contrainte***

Elle résulte de l'action commune de la corrosion et d'une contrainte mécanique (déformation du métal sous l'effet de contraintes appliquées ou résiduelles). Ce phénomène concerne un grand nombre de matériaux, notamment passivables dont le film protecteur se rompt localement sous l'action des contraintes, entraînant alors une corrosion localisée.

Exemple : corrosion sous contrainte d'une pipe. Figure 5-6 [15].

➤ ***Corrosion galvanique***

Cette forme de corrosion est due à la formation d'une pile électrochimique entre deux métaux. La dégradation du métal le moins résistant s'intensifie. C'est une des formes de corrosion les plus fréquentes en milieu aqueux. Les zones où se produisent les réactions anodique (corrosion du matériau) et cathodique (réduction de l'oxydant) sont distinctes. Cette localisation des réactions est essentiellement liée à une hétérogénéité provenant du métal, du milieu ou des conditions physico-chimiques à l'interface. Figure 5-7 [16].

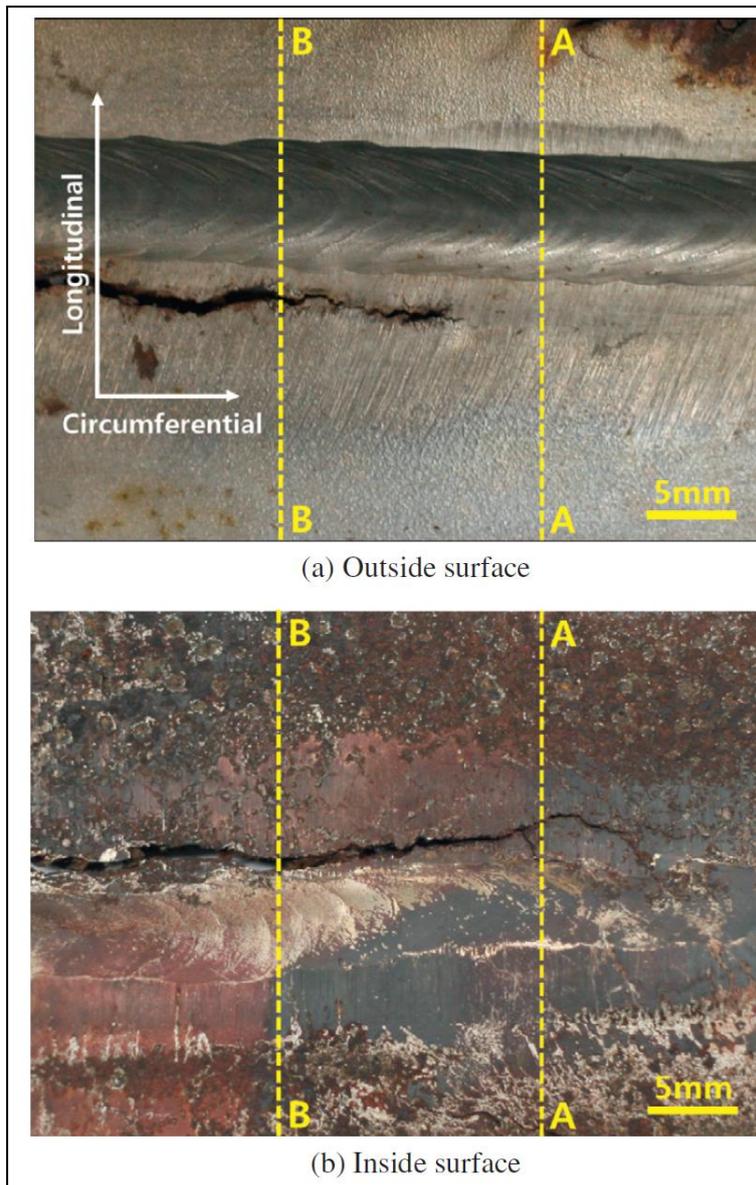


Figure 5-6 : Corrosion sous contrainte d'une pipe en acier (a) surface extérieure, (b) surface intérieure [15]

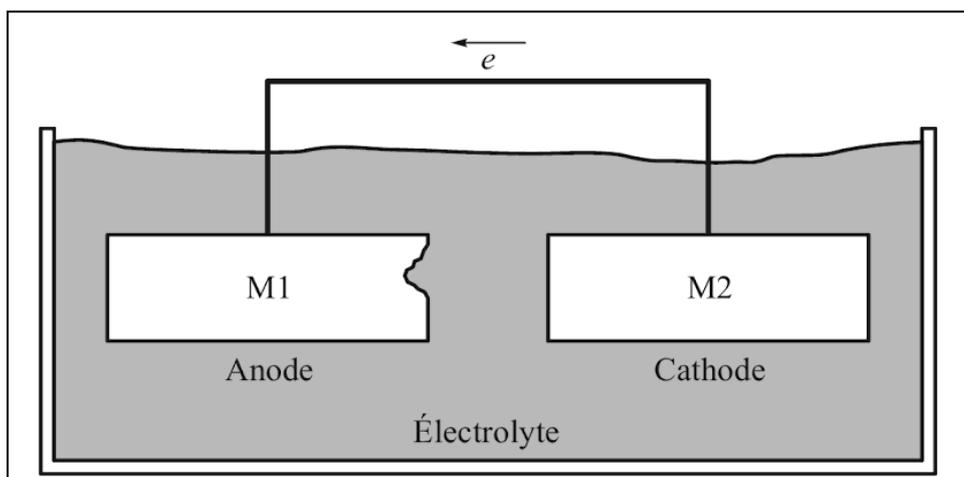


Figure 5-7 : corrosion galvanique entre deux métaux M1 et M2 [16]

➤ *Corrosion sélective*

Elle correspond à une oxydation d'un composant de l'alliage, conduisant à la formation d'une structure métallique poreuse (dont les différents constituants réagissent en proportion différente de leur teneur).

Exemple : la dézincification du laiton et la corrosion graphitique d'une fonte à graphite lamellaire. Figure 5-8 [17].

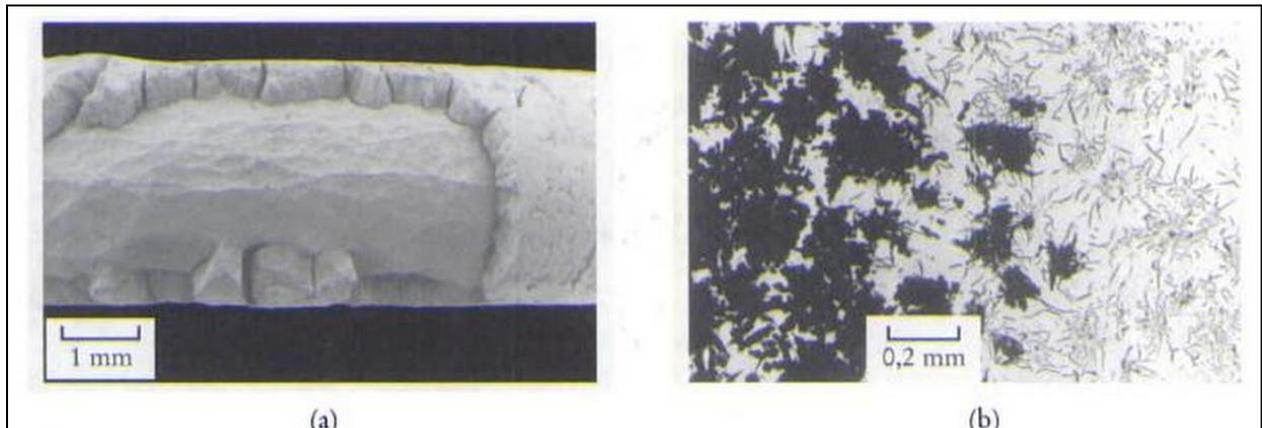


Figure 5-8 : (a) dézincification d'une tige de laiton ayant séjourné douze ans dans l'eau, (b) corrosion graphitique d'une fonte à graphite lamellaire [17]

➤ *Corrosion-érosion*

La corrosion érosion est due à l'action conjointe d'une réaction électrochimique et d'un enlèvement mécanique de matière. Elle a souvent lieu sur des métaux exposés à l'écoulement rapide d'un fluide.

Exemple : coude de la sortie d'un refroidisseur. Figure 5-9 [18].

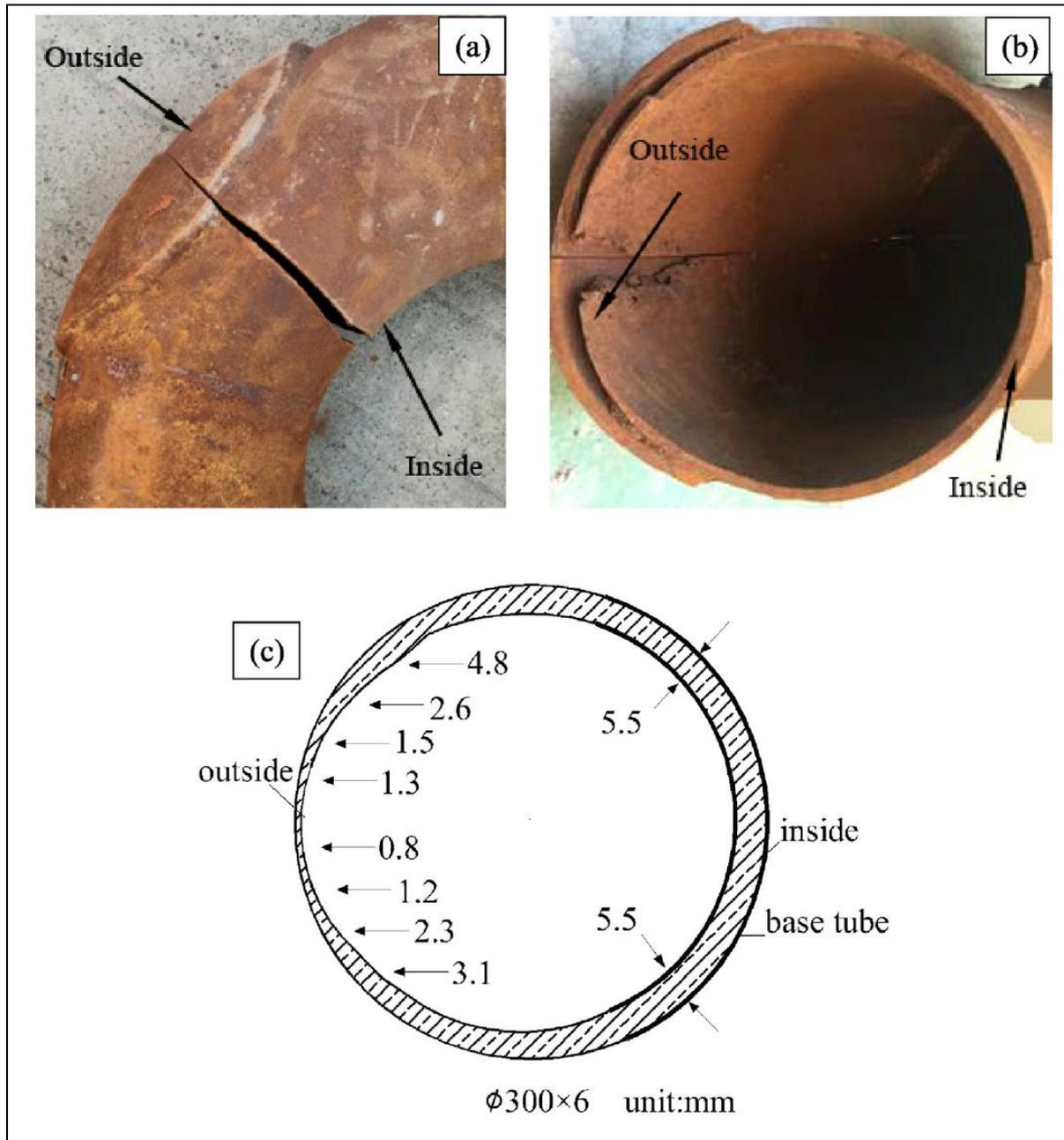


Figure 5-9 : Photos du coude de la sortie d'un refroidisseur, (a) photo extérieur du coude, (b) photo intérieur du coude, (c) croquis de la défaillance [18]

Chapitre 6 : Protection contre la corrosion