

La corrosion caverneuse des aciers inoxydables

DANS LES EAUX THERMALES

J. LÉDION, EPF - École d'Ingénieur
AMVALOR



■ RAPPELS SUR LES ACIERS INOXYDABLES DANS L'EAU

Avantages :

- Nuances variées
- Relargages d'ions métalliques quasi nuls
- Nettoyage et désinfection aisés
- Substrat non nutritif pour les bactéries

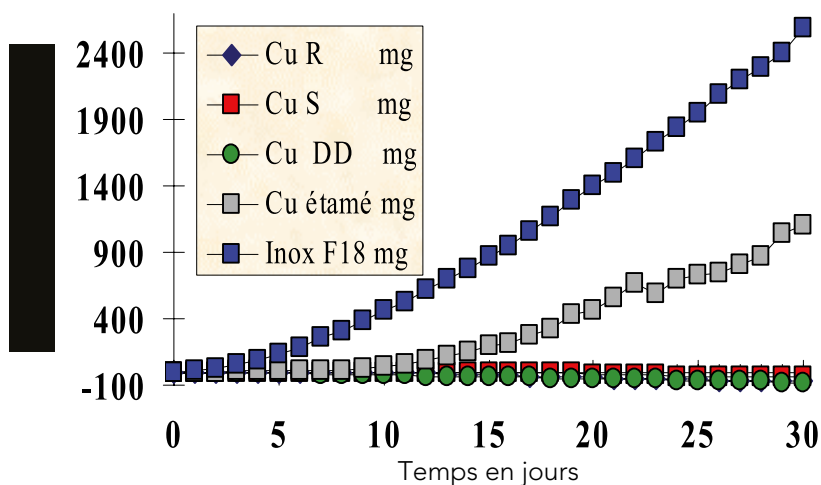
Inconvénients :

- Entartrage et encrassement faciles
- Pas d'effet bactéricide du substrat
- Fixation facile des bactéries et des biofilms
- Métal passivable = corrosions localisées possibles
- Très sensibles aux pollutions ferriques

Référence: Guide pour l'utilisation des aciers inoxydables dans les réseaux d'eau (2003) :

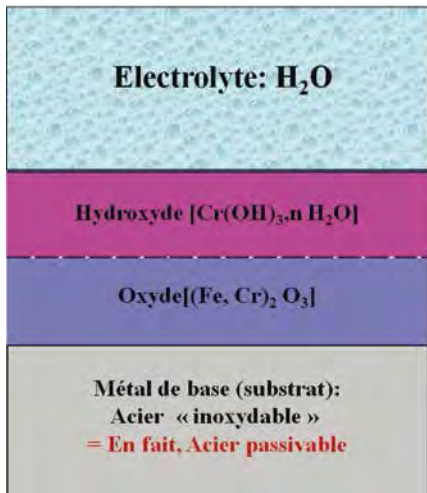
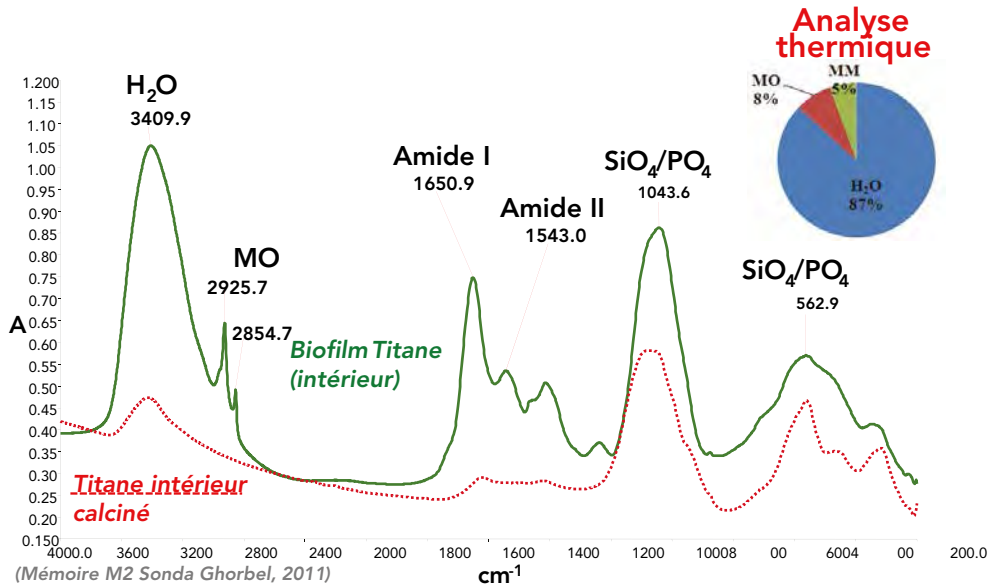
<https://www.astee.org/production/guide-pour-lutilisation-des-aciers-inoxydables-dans-lesreseaux-deau/>

■ ENTARTRAGE : INFLUENCE DE LA NATURE DU MATÉRIAU



SPECTRES IR DE BIOFILM (INTÉRIEUR D'UN TUBE, 485 J), AVANT ET APRÈS CALCINATION À 550° C

CORROSION CAVERNEUSE (ou par crevasse) = Corrosion qui se développe dans des zones de confinement de l'électrolyte (l'eau)

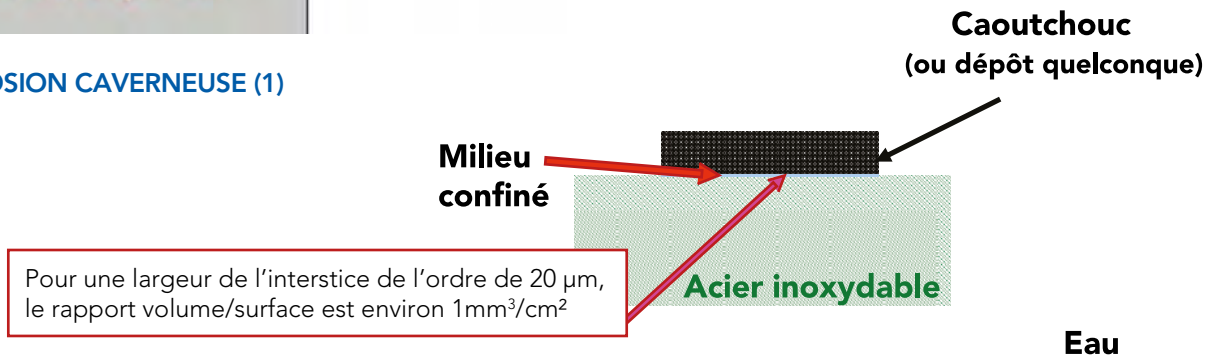


**Film passif
(e = 1 à 2 nm)**

Espaces confinés:

- Assemblages mécaniques, anfractuosités diverses,
- Joints, raccords,
- Dépôts de produits divers (tartres, produits de corrosions, biofilms, boues, etc.)
- Zones oxydées à chaud (soudures) et non décapées

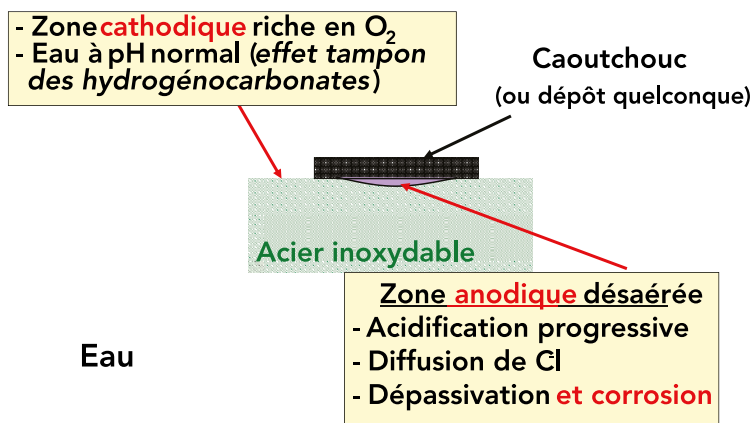
CORROSION CAVERNEUSE (1)



3 phases:

- **Incubation** (de quelques heures à quelques mois)
- **Amorçage**
- **Propagation**

CORROSION CAVERNEUSE (2)



MECANISME DE LA CORROSION CAVERNEUSE

En milieu aqueux :

- Réduction de O_2 : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$ (1) (à l'extérieur de la zone confinée)
- Réaction d'oxydation : $2Fe \rightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$ (2) (à l'intérieur de la zone confinée)

En corrosion, il y a toujours oxydation et **acidification** à l'anode, réduction et **alcalinisation** à la cathode.

Donc acidification du milieu confiné.

O_2 dissous de l'eau, à l'extérieur de la zone de confinement, est donc le « moteur » de la corrosion de la caverne.

Dans la zone de confinement :

- Réaction d'oxydation : $2Fe \rightarrow 2Fe^{2+} + 4e^-$
- Enrichissement en Fe^{2+} et Fe^{3+}
- Précipitation de l'oxyhydroxyde de fer $FeOOH, nH_2O$
- Consommation de OH^- du solvant (l'eau)
- Réaction d'autolyse: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ (acidification)
- Déséquilibre ionique, d'où diffusion d'anions (Cl)

Conséquence: dans la caverne, on passe de l'eau à de l'acide chlorhydrique. Dépassivation, puis corrosion.

Valeur du pH de dépassivation :

X6Cr 17	1.4016	$pH_d: 3,0$
X6Cr Mo 17-1	1.4113	$pH_d: 2,4$
X2Cr Mo Ti 29-4	1.4592	$pH_d: 1,1$
X2Cr Mo Ti 18-2	1.4521	$pH_d: 1,6$
X5Cr Ni 18-10	1.4301	$pH_d: 2,1$
X5Cr Ni Mo 17-12-2	1.4401	$pH_d: 1,8$
X1Cr Ni Mo Cu N 25-25-5	1.4537	$pH_d: 0,6$

PRÉVENIR LA CORROSION CAVERNEUSE

- Conception soignée évitant au maximum les possibilités de confinement et de stagnation
- Mise en œuvre conforme aux règles de l'art : surfaces « propres » (pollutions ferriques)
- Nécessité d'un nettoyage correct (Produits de nettoyage prohibés)
- Attention portée à la qualité des joints ou des systèmes de raccords
- Exploitation de l'installation évitant au maximum les dépôts et les stagnations prolongées
- Choisir des nuances appropriées (Cr et Mo)

Références: Guide pour l'utilisation des aciers inoxydables dans les réseaux d'eau (2003)

<https://www.astee.org/production/guide-pour-lutilisation-des-aciers-inoxydables-dans-les-reseauxd'eau/> ;

Entretien des aciers inoxydables dans les applications alimentaires ou sanitaires. Référentiel de bonnes pratiques, AFNOR, 2001