

Des bactéries corrodent les tuyauteries en acier galvanisé utilisés en sanitaire ?

i UMONS
Fabienne Delaunois

INTRODUCTION

Cet article fait suite à une précédente publication parue dans le VOM Info 07/08 [1]. Les conclusions faisaient part d'une forte augmentation des problèmes de corrosion de tuyaux en acier galvanisé à chaud utilisés dans des systèmes de distribution d'eau, avec l'apparition d'« eau rouge » pouvant déboucher sur l'apparition de fuites (Photo 1). L'origine la plus fréquente de la corrosion observée était une mauvaise microstructure de la couche de galvanisation, qui était alors non protectrice, et/ou une soudure défectueuse, et/ou des épaisseurs de revêtement insuffisantes (< 56 µm minima selon la norme EN 10240), parfois les trois en même temps.

sant d'envisager la présence de bactéries dans l'eau potable, ces dernières pouvant être responsables d'un type de corrosion bien particulier, la « biocorrosion ». En plomberie sanitaire, le milieu aqueux est traité chimiquement pour être potable et la plupart des bactéries sont éliminées de l'eau. Par rapport à d'autres types de corrosion, la biocorrosion en plomberie sanitaire peut normalement être considérée comme marginale et, par conséquent, très difficile à identifier ou à différencier. Les analyses d'eau régulièrement effectuées par la SWDE montrent que les teneurs en bactéries sont cependant toujours inférieures au seuil minimum requis pour qualifier l'eau de « potable ».

dans toutes les activités utilisant des sédiments d'eau douce et, en général, là où les bactéries sont présentes et abondantes (mer, boue). Les bactéries sulfato-réductrices (SRB) sont considérées comme responsables de cette corrosion en réduisant le sulfate contenu dans l'eau en sulfite d'hydrogène, qui oxyde l'hydrogène en H₂S. Le fer est ensuite oxydé par réaction avec le sulfure d'hydrogène en sulfure ferreux ou en acide sulfurique. Ces bactéries vivent dans des environnements pauvres en oxygène tels que les systèmes de plomberie, les adoucisseurs d'eau et les chauffe-eaux. Il a par ailleurs déjà été démontré dans la littérature [2] que des SRB peuvent être détectées dans l'eau potable et qu'elles sont capables de coloniser rapidement une nouvelle installation, provoquant une augmentation de la vitesse de corrosion.



Photo 1 : Fuite apparue dans une installation sanitaire d'eau froide dans un tuyau en acier galvanisé

Cependant, ces conclusions ne pouvaient pas expliquer complètement l'ensemble des corrosions observées, leur fréquence et surtout les faibles périodes qui suivaient la mise en service des installations (parfois seulement 3 ans !).

UNE CAUSE SUPPLÉMENTAIRE À ENVISAGER

Pour expliquer dans certains cas la rapidité de la corrosion, il pourrait être intéres-

La biocorrosion est un phénomène bien connu qui se produit en milieu marin ou

Le service de Métallurgie de l'UMONS a donc entrepris à partir de 2010 une étude de la biocorrosion de l'acier galvanisé dans l'eau potable pour mieux comprendre l'importance de ce phénomène [3]. Des tubes de 16 mm de diamètre en acier galvanisé et en acier non revêtu ont été insérés en parallèle dans une installation sanitaire pilote, comme le montre la figure 1, pour simuler un système de distribution d'eau potable. Le débit d'eau dans le système a été maintenu à 3,6 l/min

La présence de SRB dans les conduites d'eau sanitaire a été vérifiée par un test de

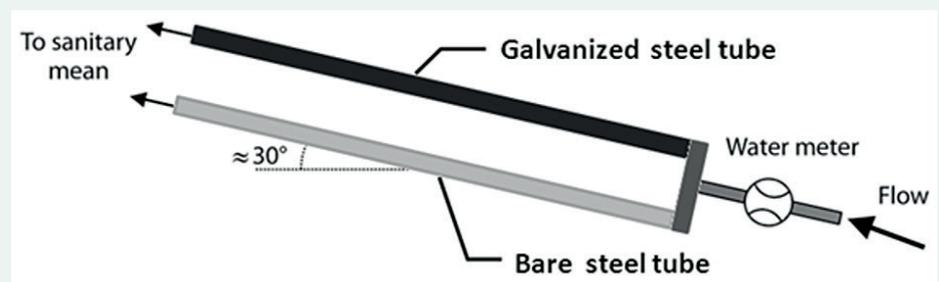
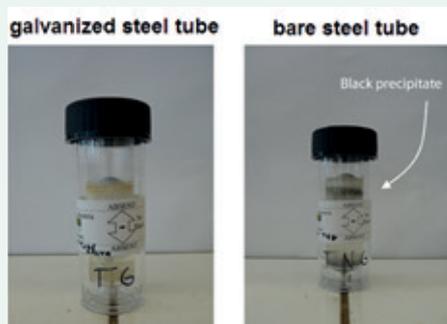


Figure 1 : Installation pilote pour étudier la biocorrosion

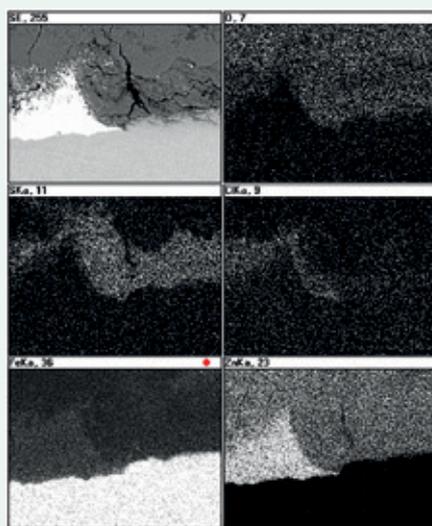
BART (Biological Activity Reaction Test) après 6 mois d'utilisation dans l'installation. Le test de BART évalue la vitesse à laquelle les bactéries métabolisent le substrat et génèrent une réaction observable par oxydation, réduction ou activité enzymatique. Comme résultat du test SRB-BART™, la formation d'un précipité noir confirme la présence de SRB. Deux tests ont été réalisés : sur l'eau s'écoulant du tube en acier galvanisé et sur l'eau s'écoulant du tube en acier non revêtu. Les résultats illustrés à la photo 2 montrent la détection positive de bactéries SRB pour l'eau qui s'écoule du tube en acier non revêtu, et prouvent ainsi la présence de SRB dans l'eau potable. Le résultat négatif pour le tube en acier galvanisé peut être attribué au faible niveau de SRB, qui ne permet pas la détection par un test de BART. En effet, le zinc, présent dans la couche protectrice de galvanisation, est connu pour être toxique pour les bactéries SRB. Les résultats des tests de BART confirment la capacité des SRB à coloniser rapidement une nouvelle installation sanitaire avec une augmentation du taux de corrosion, en particulier pour le tube en acier non revêtu, celui-ci étant plus favorable au développement de la corrosion.



▲ Photo 2 : Test de BART négatif pour l'acier galvanisé (photo de gauche) et positif pour l'acier non revêtu (photo de droite)

Des analyses en microscopie à balayage couplée avec une détection EDS (MEB-EDS) ont été réalisées sur des sous-produits de la corrosion provenant d'une tuyauterie corrodée issue d'une installation sanitaire réelle (Photo 1). Elles ont mis en évidence la présence de chlore et de soufre dans les sous-produits (Figure 2). La photo 3 montre que la couche protectrice de galvanisation est largement corrodée jusqu'à sa complète disparition. La plage repérée 1 sur la photo 3, proche de l'interface galvanisation/acier, est forte-

ment oxydée et constituée principalement de Zn (provenant de la galvanisation). On observe la présence de S en quantité importante (6,23 %pds) et de Cl (1,36 %pds). La plage repérée 2 sur la photo 3, dans la couche protectrice de galvanisation qui subsiste, est constituée principalement de Zn (galvanisation). On observe des traces de Fe (oxyde de fer) et une quantité relativement importante de Cl (3,52 %pds) et de S (2,60 %pds). La présence de chlore peut être associée à la composition chimique de l'eau potable, ce qui n'est pas le cas du soufre. De ce fait, le soufre élémentaire peut trouver son origine dans



▲ Figure 2 : Cartographie de la présence en oxygène, soufre, chlore, fer et zinc pour un tube en acier galvanisé corrodé par les SRB.

la réduction du sulfate contenu dans l'eau par les SRB.

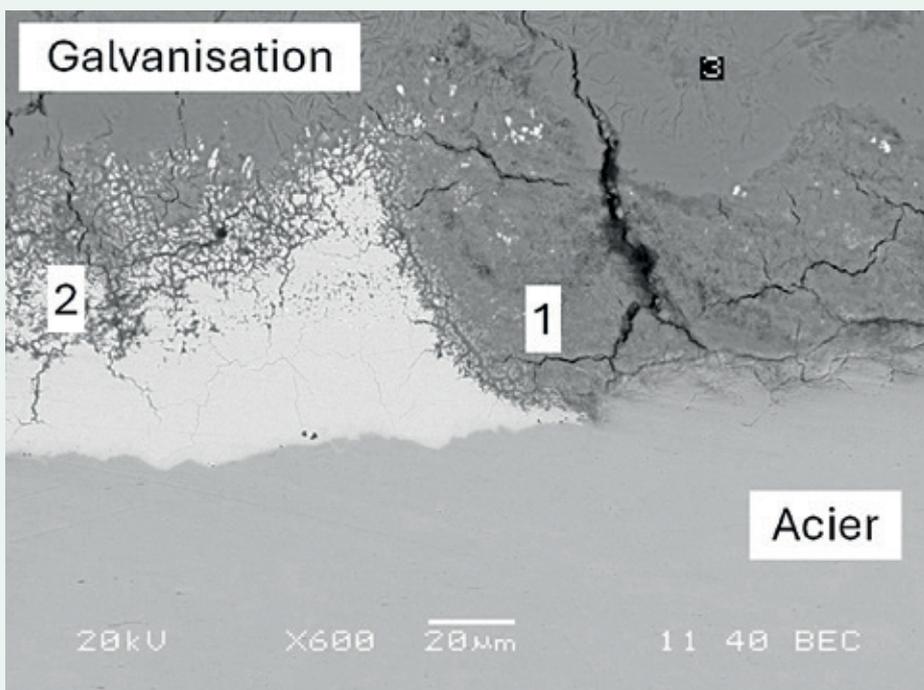
CONCLUSION

Cette campagne d'essais montre que le métabolisme du sulfate (présent dans l'eau sanitaire) par les SRB génère des agents oxydants (tels que H₂S) qui peuvent réagir fortement avec le revêtement de zinc et le fer, conduisant à une corrosion rapide et importante des tubes en acier galvanisé et non revêtus, ceci étant mis en évidence par la présence de soufre dans les sous-produits de corrosion

[1] DELAUNOIS F., GUERLEMENT G., "Etude de la corrosion de tuyaux en acier galvanisé utilisés en sanitaire", VOM Info, 8-12 (2008)

[2] ILHAN-SUNGUR E., ÇOTUK A., Microbial corrosion of galvanized steel in a simulated recirculating cooling tower system, Corr. Sc., 52 (1) (2010), 161-171.

[3] DELAUNOIS F., TOSAR F., VITRY V. "Corrosion Behaviour and Biocorrosion of Galvanized Steel Water Distribution Systems", Bioelectrochemistry 97C (2014) 110-119



▲ Photo 3 : Couche de galvanisation interne d'un tuyau en acier provenant d'une installation sanitaire réelle