

## RÉSUMÉ

**Titre :** Études sur la corrosion anaérobie des conteneurs de combustible irradié en acier au carbone  
**Rapport n° :** NWMO TR-2010-07  
**Auteurs :** Roger C. Newman<sup>1</sup>, Steve Wang<sup>1</sup> et Gloria Kwong<sup>2</sup>  
**Sociétés :** <sup>1</sup>Université de Toronto, <sup>2</sup>Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN)  
**Date :** Septembre 2010

### Résumé

Le concept canadien de gestion des déchets nucléaires envisage l'utilisation de conteneurs en acier au carbone comme option technique possible pour le confinement et l'isolement du combustible nucléaire irradié dans un dépôt géologique en profondeur. La corrosion de l'acier dans les environnements de dépôt anticipés a été étudiée, mais principalement pour deux types de milieux : (i) les milieux aérobies, ou contenant de l'oxygène (phases vapeur et liquide); et les milieux (ii) de solutions anaérobies. Le comportement relatif à la corrosion atmosphérique de l'acier dans un milieu humide, anaérobie ou anoxique est un sujet nouveau pour lequel pratiquement aucune étude n'a été publiée.

Un programme de recherche expérimentale a été entrepris pour approfondir les connaissances actuelles en matière de corrosion atmosphérique de l'acier au carbone. Les essais de corrosion atmosphérique ont été effectués sur des fils en acier au carbone dans des atmosphères anoxiques à 30, 50 et 70 °C, à l'intérieur d'une plage d'humidité relative de (30 à 100 % HR), avec ou sans contamination au chlorure de sodium (NaCl) de la surface des fils. L'hydrogène issu de la corrosion a été initialement mesuré à l'aide d'un système d'indicateurs de pression de haute sensibilité et converti en un taux estimatif de corrosion. La sensibilité de ces capteurs est d'environ  $0,005 \mu\text{m}\cdot\text{y}^{-1}$ . En présence d'une forte contamination de sel, des taux finals de corrosion dans une plage de 0,01 à  $0,8 \mu\text{m}\cdot\text{y}^{-1}$  ont été observés lors d'essais d'une durée de 935 à 1725 heures (des essais d'une telle durée n'ont pas été entrepris à 70 °C, mais des taux de corrosion plus élevés sont à prévoir). La corrosion est apparue à des valeurs d'HR inférieures aux valeurs associées à des solutions saturées en NaCl. Sans contamination au sel, les taux de corrosion sont très faibles et ne peuvent être détectés qu'à l'aide d'un capteur d'hydrogène électrochimique transistorisé. Le capteur d'hydrogène peut détecter une augmentation de pression aussi faible que 0,1 Pa, ce qui correspond (selon la procédure utilisée) à un taux de corrosion aussi faible que  $0,0001 \mu\text{m}\cdot\text{y}^{-1}$ . Les taux de corrosion estimatifs pour les fils dégraissés et décapés étaient  $< 0,01 \mu\text{m}\cdot\text{y}^{-1}$ . Il apparaît que l'utilisation d'une microbalance au quartz comme autre moyen d'étudier ces phénomènes serait peu prometteuse, en raison d'une faible stabilité à long terme des équipements commerciaux évalués.

Parallèlement aux expériences de corrosion, des analyses des produits de corrosion de surface ont été menées. Les oxydes formés sur les surfaces en acier au carbone ont été examinés par (i) microscopie à balayage électronique couplée d'une analyse par

spectroscopie X à dispersion d'énergie (SEM/EDX) pour déterminer la structure des films de produits de corrosion, par (ii) spectroscopie photoélectronique X (XPS) pour identifier la composition chimique des films et par (iii) spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier et Raman (FTIR) pour étudier le degré de liaison. Les oxydes formés sur les surfaces en acier consistaient principalement en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  contenant quelques espèces de Fe III issues de l'exposition à l'air; des carbonates ont été détectés sur les surfaces contaminées au NaCl qui avaient été soumises à un degré de corrosion aérobie au préalable. Un milieu à humidité élevée (100 %) produit davantage d'oxydes libres en surface qu'un milieu à humidité plus faible (75 %). Les résultats expérimentaux de cette étude seront utilisés pour évaluer le comportement relatif à la corrosion des conteneurs en acier au carbone en phase anoxique, non saturée dans un dépôt géologique en profondeur.