



Etude de la couche de corrosion qui se forme sur un acier en contact avec un milieu cimentaire

Dans le cadre du concept belge de stockage des déchets nucléaires de haute activité (Superconteneur en béton)¹, des études sont réalisées sur la problématique de la corrosion de l'acier du Superconteneur en contact avec un milieu cimentaire. Du fait de la haute alcalinité de la solution interstitielle des bétons ($\text{pH} > 13$), cet acier est passivé (ou protégé) par la formation d'une couche d'oxyde de fer qui se forme en surface de l'acier. Cette couche a une structure duplex ; avec une première couche directement au contact de l'acier (couche interne) et une seconde directement au contact de l'environnement (couche externe). La couche interne est la couche de passivation de l'acier ; elle est dense et se forme au détriment du métal. La couche externe est plus ou moins poreuse et se forme par précipitation à partir d'éléments en solution ; sa croissance se fait vers l'environnement. Cette dernière pourrait jouer un rôle fondamental dans la sensibilité à la corrosion par piqûres de la couche de corrosion en agissant comme une peinture naturelle et en modifiant l'accessibilité des anions chlorures vers l'interface externe de la couche interne. En effet, le milieu cimentaire est composé de silicium, d'aluminium, de sulfate et d'un certain nombre de cations alcalins ou alcalinoterreux. La présence de ces éléments pourrait conduire à des néoformations de type ferro-silicates ou phyllosilicates. Ces structures peuvent générer une forme d'exclusion anionique à l'origine de l'inhibition de l'accessibilité des anions chlorures à l'interface externe de la couche interne.

L'objectif du stage post-doctoral proposé vise à identifier la ou les néoformations constituant la couche externe et à étudier les conditions de formation de ces phases. Dans ce but, des expériences en batch à 80°C seront conduites en mettant en présence une source de fer (sous forme de poudre) avec une solution représentative de la solution interstitielle du milieu cimentaire. Cette solution pourra être volontairement simplifiée (prise en compte au minimum des phases majoritaires du matériau cimentaire) ou être en contact direct avec du ciment hydraté. A l'issue de la période d'expérimentation, la phase solide et la phase liquide seront analysées afin d'obtenir un bilan matière *a minima* pour les éléments majoritaires (calcium, sulfates et alcalins). L'analyse de la solution sera effectuée par chromatographie ionique et si nécessaire par ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry). En ce qui concerne la phase solide, elle sera analysée par des méthodes adaptées à l'identification des minéraux (y compris le fer) ; à savoir DRX, Raman, infrarouge, MET ou autres. L'objectif de l'analyse du solide est double :

- la quantification de la cinétique de transformation des minéraux initiaux,
- et, si les transformations sont suffisamment importantes, l'identification de la ou des néoformations.

Ce projet fera intervenir des spécialistes des matériaux cimentaires et de la corrosion du CEA et s'inscrit dans un contexte international (réunions et rapports en anglais). Les résultats issus de ce travail pourront faire l'objet de publication scientifique.

Profil recherché : docteur en physico-chimie des matériaux.

Salaire : environ 2200 euros net

Durée : 1 an renouvelable 1 fois (2017-2018)

Contact : Laure CHOMAT, CEA Saclay / Laboratoire d'Etude du Comportement des Bétons et des Argiles
laure.chomat@cea.fr

Collaboration : CEA Saclay / Laboratoire d'Etude de la Corrosion Aqueuse (Christian BATAILLON)
CEA Saclay / Laboratoire d'Ingénierie des Surfaces et Laser (Michel SCHLEGEL)

¹ Galson Science Ltd., "Super container Phase 2: Input Data Boundary Conditions to Support Modeling Studies of the Belgian Super container Design for HLW Disposal", Report to ONDRAF-NIRAS, 2005.