

## CONTRAT DOCTORAL

### Laboratoire

LaSIE : Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement

### École doctorale

Euclide

### Sujet de thèse

*Étude de l'interaction entre les chlorures et la microstructure des matériaux cimentaires. Impact du potentiel Zeta sur les transferts.*

### Direction de la thèse

- Directeur de thèse (50%) : Abdelkarim AÏT-MOKHTAR, Professeur (contact : karim.ait-mokhtar@univ-lr.fr)
- Co-encadrant (50%) : Ameer HAMAMI, Maître de conférences (contact : ahamami@univ-lr.fr)

### Descriptif du sujet

La préservation des structures en béton armé présente de nos jours un enjeu économique et environnemental d'envergure à cause d'une part, des coûts de maintenance qui peuvent atteindre voire dépasser les coûts de la construction neuve et, d'autre part, des déchets de démolition qui sont encore insuffisamment réutilisés et sont dans la majorité des cas enfouis.

En zones maritimes, les principales dégradations sont induites par les attaques des ions chlorures. Ceux-ci pénètrent le béton et corrodent les armatures qu'il contient conduisant à la réduction de la durée de vie de la structure via des ruines locales, voire générales si l'on se prive de maintenance adéquate.

La prédiction et la maîtrise de la durée de vie dès la formulation du béton reste un enjeu primordial. L'intégration de matériaux permettant de modifier le comportement des bétons vis-à-vis des transferts de chlorure, notamment l'utilisation d'additions minérales, est un sujet d'actualité.

Nous avons étudié l'impact de telles additions sur la solution porale des bétons afin de mieux modéliser les transferts en considérant des conditions aux limites et initiales mieux adaptées aux cas réels. Cependant, l'étude des évolutions microstructurales (porosité, taille des pores, phénomènes électro-capillaires, ...) reste très peu abordée dans la littérature. Ces changements microstructuraux peuvent modifier les prédictions faites par les modèles de transfert utilisés.

Le but du travail proposé est d'étudier expérimentalement l'évolution de la microstructure de matériaux cimentaires contenant des additions minérales suite à l'essai de migration des chlorures. En parallèle à cela, il est question de quantifier les phénomènes électro-capillaires induits par le transfert ionique de chlorures au sein de la microstructure du matériau. Cette quantification se fera au moyen de mesures du potentiel Zeta sur différents matériaux contenant ou pas des additions minérales.

L'évolution de la porosité sera mise en équation en se basant sur des modèles développés au LaSIE. Celle-ci sera couplée aux modèles de transferts multi-espèces afin d'améliorer les outils de prédiction de ces phénomènes. Les mesures du potentiel Zeta permettront à leur tour la prise en compte des phénomènes électro-capillaires (double couche électrique) dans la modélisation de ces transferts.

Le principal débouché de cette étude serait une amélioration des outils permettant l'estimation de la durée de vie des structures en béton armé dans les zones maritimes et de nourrir le manque de données sur les phénomènes physico-chimiques accompagnant les transferts ioniques en milieu poreux réactif.

### **Travail demandé au doctorant**

*Le (la) doctorant(e) sera affecté(e) à l'équipe 3 TDVM su LaSIE et sera amené(e) à accomplir les tâches suivantes :*

- Etude bibliographique détaillée sur les transferts ioniques en général et des chlorures en particulier, les matériaux cimentaires et les effets des additions minérales.
- Mise en place d'un programme expérimental (fabrication de matériaux, conservation, essais de migration, caractérisation microstructurale, mesures du potentiel Zeta)
- Modélisation des transferts multi-espèces : modèle de transfert, interaction multi-espèces, formation et dissolution de nouveaux composés, évolution de la porosité, phénomènes électrochimiques, ...
- Validation expérimentale du modèle.

### **Profil Recherché**

Le candidat / la candidate doit avoir une bonne connaissance des matériaux cimentaires et des transferts dans les milieux poreux.

Il / Elle devra également avoir des compétences en modélisation / programmation.

Des connaissances de techniques expérimentales de caractérisation des matériaux cimentaires sont également requises.

### **Modalités de candidature**

Les candidats doivent envoyer par e-mail : un CV détaillé, une lettre de motivation, les relevés de notes des deux dernières années, et tout autres élément utile au dossier.