

JULIE ARSENAULT

ÉTUDE DES MÉCANISMES DE TRANSPORT DES IONS CHLORE DANS LE  
BÉTON EN VUE DE LA MISE AU POINT D'UN ESSAI DE MIGRATION

Thèse  
présentée à la Faculté des Études Supérieures  
de l'Université Laval  
et  
à l'Institut National des Sciences Appliquées  
de Toulouse

pour l'obtention  
du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.)

Département de génie civil  
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE  
UNIVERSITÉ LAVAL QUÉBEC  
Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions  
INSA de TOULOUSE FRANCE

OCTOBRE 1999

© Julie Arsenault, 1999

## RÉSUMÉ

Notre étude avait pour objectif de développer un essai de migration permettant de prédire, de manière fiable, les coefficients de diffusion ioniques des matériaux cimentaires. Les essais préliminaires ont d'abord confirmé que la concentration en chlorures ainsi que la composition des solutions utilisées lors des essais de migration et de diffusion pouvaient avoir un effet non négligeable sur la valeur du coefficient de transport calculée selon les équations que l'on retrouve habituellement dans la documentation technique.

Une analyse comparative de la microstructure des matériaux soumis aux essais de diffusion et de migration a par ailleurs démontré que les caractéristiques microstructurales du béton ne sont généralement pas altérées de façon significative par l'application d'un champ électrique. En fait, l'altération observée sur les éprouvettes soumises à l'essai de migration est moins importante que celle mesurée sur les éprouvettes ayant subi un essai de diffusion.

Afin de vérifier l'influence des caractéristiques du matériau sur le coefficient de diffusion, des mélanges de pâte de ciment fabriqués avec différents types de ciment et de rapports eau/liant compris entre 0,35 et 0,55 ont été utilisés pour ces essais de migration et de diffusion. Les résultats des essais ont démontré que, dans les deux cas, les caractéristiques du mélange ont sensiblement le même effet sur la diffusivité. Ces essais ont également permis de comparer les mécanismes de diffusion et de migration et de remarquer une similitude entre les coefficients de diffusion de certains mélanges testés à des concentrations en chlorures égales ou supérieures à 0,500 mol/L.

Ce programme de recherche a aussi démontré que tous les ions présents dans les montages de diffusion et de migration étaient susceptibles de se déplacer sous l'effet d'un gradient de

concentration et/ou de potentiel électrique, et qu'ils pouvaient, par conséquent, affecter le transport des chlorures.

Une étude visant à fournir des données sur les interactions entre les chlorures et la pâte de ciment a été effectuée à partir d'un essai d'immersion. Les résultats ont mené à l'identification de certains facteurs pouvant affecter les interactions, comme la composition de la solution de base utilisée dans l'essai d'immersion, la teneur totale en aluminates du liant ainsi que l'âge du matériau. Une nouvelle méthode de quantification des interactions basée sur un essai de migration sur matériau massif a également été utilisée. Cette méthode a permis d'établir que la quantité de chlorures liés mesurée expérimentalement lors des essais de migration correspondait bien aux résultats des essais de diffusion.

Les essais de ce programme ont aussi participé à la validation d'un modèle numérique qui décrit de façon plus complète le transport des chlorures dans une matrice cimentaire et qui permet de calculer un coefficient de diffusion plus précis.

---

Julie Arsenault

---

Jacques Marchand

---

Jean-Pierre Ollivier