

Abstract French

La production de ciment est responsable d'une part importante des émissions de CO₂ générées par les activités humaines, ce qui pousse au développement de liants cimentaires ayant une empreinte carbone plus faible. Pour les émissions dans une perspective plus longue, la durabilité des structures en béton est absolument essentielle. La plupart des dégradations des structures en béton sont étroitement liées au transport d'humidité et au transport d'ions. De nombreuses recherches ont été faites dans ce domaine dans des conditions saturées. En raison des conditions d'exposition variables et de l'auto-dessiccation, la plupart des structures en béton subissent d'importantes variations de degré de saturation pendant leur vie. Le couplage entre le transport ionique et le transport d'humidité dans des matériaux cimentaires dans des conditions partiellement saturées est encore mal compris. Ce projet visait à mieux comprendre les phénomènes dans ce domaine.

Les modèles de durée de vie peuvent être utilisés pour prédire les performances du matériau au cours du temps, mais la compréhension des relations physiques et chimiques impliquées est essentielle pour le développement de modèles précis. Dans ce projet, les relations physiques de transport d'ions en conditions insaturées ont été étudiées expérimentalement. La dépendance de la diffusion ionique et de la convection ionique avec l'humidité a été étudiée dans deux cas. Les études expérimentales ont été réalisées sur des mortiers avec deux rapports eau / liant (0,38 et 0,53) et avec quatre liants (OPC, 95% OPC + 5% de fumée de silice, 60% OPC + 40% de laitier et 30% OPC + 70% de laitier).

Dans l'étude de la diffusion, des mesures de résistivité et l'équation de Nernst-Einstein ont été utilisées pour évaluer la dépendance à l'humidité du coefficient de diffusion des chlorures, c'est-à-dire $D_{Cl}(HR)$ et $D_{Cl}(S)$. Les isothermes de désorption ont été déterminées par une méthode gravimétrique, et la conductivité des solutions interstitielles a été évaluée de deux manières différentes. Tout d'abord une méthode simplifiée a été utilisée. La limitation avec cette méthode est qu'elle permet seulement de déterminer la composition de la solution interstitielle pour les mortiers de CEM I. Ensuite, un outil de modélisation thermodynamique, GEMS, a été utilisé pour déterminer la composition de la solution interstitielle et le coefficient de diffusion des chlorures de tous les mortiers. Il a été observé que $D_{Cl}(S)$ était indépendant de w/b , mais que la relation obtenue différait selon les liants. De plus, pour chaque liant, il semble y avoir une relation entre $D_{Cl}(HR)$ et l'isotherme de désorption.

Le transport ionique par convection est plus compliqué à étudier étant donné qu'il est difficile de découpler le transport ionique du transport d'humidité. Pour les matériaux cimentaires, il est difficile, voire impossible, de concevoir un montage expérimental où les espèces ioniques sont uniquement affectées par le transport par convection. Les matériaux cimentaires réagissent par définition avec l'eau et il y aura par conséquent interaction entre les phases solides et la solution interstitielle, en particulier dans des conditions non saturées.

Des essais en "wick action", combinés avec la mesure des propriétés du matériau, ont été choisis pour l'étude du transport ionique convectif. Les profils de concentration en chlorures et les profils de teneur en eau ont été déterminés par microfluorescence X et relaxométrie RMN ¹H, respectivement. Les profils mesurés ont été discutés en relation avec les propriétés du matériau dépendant de l'humidité, tels que le coefficient de diffusion des chlorures, le coefficient de diffusion hydrique, la capacité de fixation des chlorures et l'isotherme de désorption. Il a été conclu que le coefficient de diffusion hydrique variait

largement avec l'humidité, et que cette large variation ne pouvait pas être attribuée aux isothermes de désorption. Il a également été montré que la composition du liant était le facteur clé affectant la profondeur de pénétration des chlorures. Les propriétés des matériaux mesurées sont des paramètres importants pour la prédiction de la pénétration des chlorures et sont toutes fortement influencées par la composition du liant.