

Géopolymérisation et activation alcaline des coulis d'injection: structuration, micromécanique et résistance aux sollicitations physico-chimiques

Résumé

La nécessité de construire de manière durable, rationnelle et écologique incite à l'innovation et la recherche d'alternatives, telles que la géopolymérisation et l'alcali-activation, qui suscitent un intérêt croissant dans l'industrie de la construction. Dans ce sens, ces technologies permettent de valoriser des matières premières à plus faible impact environnemental pour le développement d'une nouvelle famille de matériaux. Cependant, ces mécanismes réactionnels sont complexes et il est encore nécessaire de lever plusieurs verrous avant leur implémentation : la confusion entre les deux processus, l'absence d'approches de formulation rationnelles, la méconnaissance de certaines vulnérabilités, etc.

La présente thèse s'intègre dans cette dynamique et a pour objectif une meilleure connaissance des géopolymères et des matériaux alcali-activés. Le cadre de travail est le développement de formulations de coulis d'injection et renforcement de sols. Un programme expérimental basé sur une sélection de compositions est établi afin de caractériser les principales propriétés de ces matériaux. Les différences entre les deux processus de structuration sont relevées à travers une étude physico-chimique (DRX, RMN) et liées aux évolutions macroscopiques au jeune âge. La géopolymérisation se traduit par la formation d'un réseau aluminosilicate amorphe, une stabilité volumique au cours du durcissement, piloté par un processus de polycondensation. L'alcali-activation du laitier présente des aspects similaires à l'hydratation du ciment : dissolution/précipitation, formation de gels CSH et retrait chimique. Un travail d'optimisation de formulation est mené afin de répondre à des critères d'application et définir les paramètres influençant le comportement rhéologique et mécanique des coulis. La substitution partielle du métakaolin ou du laitier par des cendres volantes permet la régulation du comportement à l'état frais et de la résistance du matériau. Une méthodologie basée sur l'analyse de la microstructure est mise en place pour lier la micromécanique aux propriétés macroscopiques. L'homogénéisation multi-échelles a permis d'évaluer le module élastique des matériaux et peut servir de plateforme pour une analyse globale du comportement mécanique. Enfin, une étude de durabilité de ces matériaux est entamée en évaluant la sensibilité au séchage et à la lixiviation en milieu acide. Elle révèle différents mécanismes de dégradation en fonction de la composition et de la sollicitation. Les matériaux sont sensibles au séchage mais les géopolymères étudiés sont apparus très stables en milieu acide.

Mots-clés : Géopolymères, Activation alcaline, coulis, métakaolin, cendres volantes, laitier,

Visa du Directeur de Recherche

