

Madame Xingxing QI

Spécialité "Génie Civil"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Étude expérimentale et numérique du comportement hydromécanique couplé des interfaces des géomatériaux

dirigés par Monsieur Matthieu BRIFFAUT

Soutenance prévue le **lundi 13 octobre 2025** à 14h00

Lieu : Cité Scientifique – CS20048 59651 Villeneuve d'Ascq Cedex

Salle : amphi BODA

Composition du jury proposé

M. Matthieu BRIFFAUT	Centrale Lille Institut	Directeur de thèse
Mme Yun JIA	Université de Lille	Co-directrice de thèse
Mme Stéphanie BONNET	Université de Nantes	Rapporteuse
M. Luc COURARD	Université de Liège	Rapporteur
M. Farid BENBOUDJEMA	ENS Paris-Saclay	Examineur
M. Menes BADIKA KYEDI	Université Grenoble Alpes	Examineur
M. Jean-Philippe CARLIER	Université de Lille	Invité
M. Nicolas GAY	Centrale Lille Institut	Invité

Mots-clés : Mortier géopolymère, Réparation du béton armé, Interface béton-géopolymère, Interface acier-géopolymère, Comportement hydromécanique, Modélisation par éléments finis

Résumé :

Cette thèse présente une étude approfondie du comportement hydromécanique couplé aux interfaces entre un mortier géopolymère à base de potassium et les composants principaux des structures en béton armé, à savoir le béton et les armatures en acier. L'objectif principal est d'évaluer l'efficacité de ce matériau dans la réparation durable des structures endommagées en béton armé. En caractérisant le comportement interfacial entre le mortier géopolymère et les substrats en béton et en acier, cette recherche vise à établir une compréhension multi-échelle du transfert mécanique et hydraulique, du matériau jusqu'au niveau structurel. L'étude commence par la caractérisation des propriétés à l'état frais et durci du mortier géopolymère, confirmant une résistance à la compression élevée (49,8~MPa à 14 jours), une bonne ouvrabilité et une faible perméabilité intrinsèque au gaz. La déformation à jeune âge a été observée à l'aide de la corrélation d'images numériques (DIC), révélant que plus de 70% du retrait total se produit durant les premières 24 heures. Ces caractéristiques permettent de mieux appréhender le développement des contraintes précoces à l'interface. Le cœur du travail est consacré à l'étude du comportement hydromécanique de l'interface géopolymère-béton. Une série d'essais de cisaillement-perméabilité confinés a été réalisée pour évaluer l'influence de la rugosité de surface et du confinement. Les résultats montrent que l'augmentation de la rugosité améliore significativement la résistance au cisaillement et retarde l'amorce du ramollissement. Une forte augmentation de la perméabilité après le pic confirme un mécanisme de transport dominé par les fissures. Une relation quantitative a été établie entre rugosité, adhérence et perméabilité. Sur la base de ces résultats, un modèle éléments finis de type cohésif-frottant a été développé et implémenté dans Abaqus/Standard. Le modèle reproduit avec succès les trois phases du comportement au cisaillement à l'interface — déformation élastique, dégradation progressive et glissement par frottement — et simule fidèlement les réponses charge-déplacement expérimentales ainsi que les chemins de fissuration. L'étude s'est également intéressée à l'interface géopolymère-acier, où des décollements précoces ont été observés. Pour y remédier, un essai concentrique symétrique de cisaillement-perméabilité a été développé, et des additifs phosphatés ont été introduits pour améliorer la stabilité interfaciale. Ces modifications ont considérablement renforcé l'adhérence et réduit la perméabilité, validant ainsi l'utilisation du géopolymère pour la réparation d'éléments en béton armé comportant des armatures en acier. Enfin, une validation expérimentale à l'échelle réelle a été réalisée à travers des essais de flexion en quatre points sur des poutres en béton armé réparées. Les poutres réparées avec le mortier géopolymère ont montré une charge ultime plus élevée, une meilleure ductilité et une fissuration plus distribuée que celles réparées avec des matériaux cimentaires commerciaux. En conclusion, ce travail démontre que le mortier géopolymère présente une excellente compatibilité hydromécanique, une forte capacité d'adhérence interfaciale et de bonnes performances structurelles, faisant de lui un matériau de réparation robuste et durable pour les interfaces béton-acier dans les structures en béton armé.