

Soutenance de thèse de Noura KHALIL

10 décembre 2018 à 10h – Amphithéâtre du Département Génie Civil, IMT Lille Douai - Douai

Sujet : « Formulation et caractérisation chimique et rhéologique des mortiers imprimables en 3D à base de mélanges de ciments Portland et sulfoalumineux »

Jury composé de :

Arnaud PERROT, Maître de conférences HDR, Université de Bretagne Sud, Rapporteur

Céline CAU DIT COUMES, Ingénieur de recherches HDR, CEA Marcoules, Rapporteur

Eric WIRQUIN, Professeur, Université d'Artois

Jean-Louis GALLIAS, Professeur, Université de Cergy-Pontoise

David BULTEEL, Professeur, IMT Lille Douai

Khadija EL-CHEIKH, Docteur, Université de Gand

Résumé :

Ce travail de thèse s'intéresse à la formulation et à la caractérisation de mortiers cimentaires imprimables en 3D. Il a été réalisé dans le cadre du projet MATRICE cofinancé par le fonds Feder et la région Hauts de France. Un cahier des charges pour un matériau cimentaire imprimable est tout d'abord défini sur la base de trois critères : l'extrudabilité, la constructibilité et la conservation des résistances mécaniques sur matériau imprimé. Deux mortiers imprimables sont formulés en utilisant des essais simples à l'échelle du laboratoire. Le premier mortier, à prise lente, est composé d'un liant à base de ciment Portland (OPC). Le second mortier, à prise accélérée, est composé d'un liant mixte (93% d'OPC et 7% de ciment Sulfoalumineux (CSA)). Des impressions à l'échelle réelle sont ensuite réalisées dans le cadre du projet MATRICE et permettent de valider leur imprimabilité selon l'application de chacun. Le comportement chimique de mélanges de ciment Portland et de ciment sulfoalumineux est ensuite étudié expérimentalement. Les chaleurs d'hydratation mesurées par calorimétrie isotherme augmentent avec le dosage en CSA (de 2% jusqu'à 10%) et sont plus élevées que celles des pâtes de ciment contenant 100% d'OPC et 100% de CSA. La comparaison des hydrates identifiés dans le mélange à 7% de CSA à ceux présents dans les deux pâtes de ciment pures montre que la présence de gypse et de chaux provenant du ciment Portland entraîne une hydratation plus rapide de la ye'elinite provenant du CSA et une formation d'ettringite à très court terme. Par contre, la nature des hydrates du ciment Portland n'est pas affectée. Le comportement rhéologique, notamment la thixotropie, de pâtes constituées de mélanges de ciment portland et sulfoalumineux (jusqu'à 10%) est ensuite étudié en fonction de différents paramètres de formulation pendant la première heure. L'augmentation du dosage en CSA (0% à 10%) entraîne une augmentation quasi linéaire du coefficient de structuration (Athix) de ces mélanges. Pour les mélanges à 7% de CSA et 100% d'OPC, l'influence du rapport E/C et du dosage en superplastifiant sur la thixotropie est ensuite étudié. L'augmentation du rapport E/C entraîne une diminution quasi linéaire de Athix pour chacune des pâtes de ciment. En revanche, le superplastifiant présente une faible influence comparativement au rapport E/C.