

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Laboratoires d'accueil : LGCgE - CERI MP – Centre d'Enseignement de Recherche et d'Innovation Matériaux et Procédés
Ecole Gradué : ENGSYS Sciences de l'ingénierie et des systèmes (U-Lille, Centrale Lille Institut, IMT Nord Europe)

THÈSE présentée en vue d'obtenir le grade de DOCTEUR en Génie Civil
par

MAHI Mohammed Amar

DOCTORAT de l'IMT NORD EUROPE

Titre de la thèse :

Valorisation des ressources granulaires du Grand Paris Express dans la formulation de bétons bas carbone : applications aux terres excavées et granulats de déconstruction

Soutenance prévue le vendredi 19 décembre 2025 à 14h00

***Lieu : IMT Nord Europe – 764 bd Lahure – Centre de Recherche - Bâtiment GCE1 - Salle : Amphithéâtre LE CHATELIER
59500 DOUAI***

Devant le jury d'examen :

Président	(désigné lors de la soutenance)		
Rapporteur	PERROT Arnaud,	Professeur,	Université de Bretagne-Sud
Rapporteuse	SAIYOURI Nadia,	Professeure,	Université de Bordeaux
Examinateur	ABDELFEHTEH Sadok,	Docteur,	Société des grands projets
Examinateur	BECQUART Frédéric,	Maître assistant,	IMT Nord Europe
Examinatrice	DHEILLY Rose-Marie,	Professeure,	Université de Picardie Jules Verne
Examinatrice	HATTAB Mahdia,	Professeure,	Université de Lorraine
Directeur de thèse	ZENTAR Rachid,	Professeur,	IMT Nord Europe
Invité	GAUDRON Thomas,	Ingénieur,	Société des grands projets

Résumé

Dans un contexte de décarbonation du secteur de la construction et d'économie circulaire, cette thèse s'inscrit dans le cadre opérationnel du Grand Paris Express (GPE), générant un gisement majeur de ressources granulaires secondaires, en grande partie constituées de terres excavées, et dans une moindre mesure de granulats de déconstruction. L'objectif de ce travail doctoral est d'évaluer le potentiel de valorisation de telles ressources dans des formulations de bétons dits bas carbone, marquées notablement dans leur composition par l'utilisation de ciments bas carbone. A une fin de comparaison cohérente, les différentes formulations sont dosées à ratio massique Eff/Léq constant. Deux types d'écobétons sont développés : d'une part des écobétons de terre autoplaçants (majeure partie de l'étude, avec dosage en ciment de l'ordre de 250 kg/m³) incorporant des terres excavées sans et avec granulats, et d'autre part, des écobétons à base de granulats recyclés (100% du squelette granulaire, avec dosage en ciment de l'ordre de 340 kg/m³). La méthodologie expérimentale développée permet de rendre compte de l'effet de la nature des terres excavées et de l'incorporation de granulats recyclés sur les propriétés physico-mécaniques et environnementales des formulations de bétons déclinées avec trois ciments, dont un ciment Portland de référence, et deux ciments bas carbone CBC1 (à base dominante laitier de haut-fourneau) et CBC2 (sans clinker, avec activation alcaline). L'analyse des performances physico-mécaniques montrent logiquement l'effet de l'influence du ratio Etotale/Léq, couplé à un effet chimique lié à la nature du ciment considéré, et matérialisé par une densification de la microstructure plus ou moins prononcée selon les cas, en rapport avec les mécanismes de durcissement. En lien avec les applications potentielles visées dans le BTP, une première approche en terme de durabilité a été conduite avec spécifiquement la réalisation d'essais de retrait à moyen terme (6 mois) et de gel/dégel (plusieurs dizaines de cycles) en conditions contrôlées. L'analyse des performances sous ces sollicitations permet d'évaluer l'influence des paramètres de l'étude (nature du squelette granulaire, choix du liant) sur le retrait et la résistance au gel/dégel des différentes formulations développées. Ce travail expérimental pionnier a notamment permis d'élaborer des bétons de terre autoplaçants aux propriétés structurales, avec des résistances en compression variant de 3 à 6 MPa à 28 jours, et pouvant aller jusqu'à plus de 8 MPa à 90 jours pour certaines formulations spécifiques avec ciments bas carbone, alliant une dimension plus décarbonée que les standards. L'étude de formulations sur bétons hydrauliques à base intégrale de granulats recyclés rend compte de l'influence de la nature des ciments bas carbone. Dans cette étude, les niveaux de performances mécaniques jusqu'à 90 jours des bétons avec ciments bas carbone restent en-deçà de ceux atteints pour le ciment Portland de référence, s'expliquant par des ratios Etotale/C variables. Il est observé le développement d'une microstructure moins favorable pour le ciment bas carbone alcali-activé et une densification de la microstructure notable pour le ciment à base dominante de laitier de haut-fourneau, dont l'évolution des résistances à plus long terme laisse à penser à une performance mécanique comparable au référentiel témoin.