



Stage Master / Ingénieur

Auto-cicatrisation de bétons bas-carbone : application au génie civil de l'eau

Lieu : Ecole Centrale de Nantes – Pays de la Loire – France

Date de début du stage et durée : mars ou avril 2026 pour 5 à 6 mois

Sujet : Auto-cicatrisation de bétons bas-carbone : application au génie civil de l'eau

Champs scientifiques : Matériaux – Génie civil, BTP – Chimie

Mots-clés : Bétons bas-carbone ; auto-cicatrisation ; milieux poreux ; transferts ; étanchéité

Laboratoire d'accueil

Fondé en 2004, le GeM (Institut de recherche en Génie civil et Mécanique) est une unité mixte de recherche rattachée à Nantes Université, Centrale Nantes et au CNRS.

Le laboratoire regroupe l'ensemble des compétences de la métropole Nantes-St-Nazaire dans les domaines du génie civil, de la mécanique des matériaux et des procédés, ainsi que de la modélisation et de la simulation en mécanique des structures.

La mission du GeM est de développer des procédés de fabrication innovants et des outils de simulation adaptés au dimensionnement et à la maîtrise du cycle de vie des produits, structures et ouvrages, en intégrant l'influence de sollicitations sévères et d'actions environnementales.

Les travaux menés au GeM s'inscrivent à la fois dans une recherche amont et une recherche appliquée. Le laboratoire dispose de moyens d'essais expérimentaux importants et différenciants, organisés autour de plusieurs plateformes technologiques :

- Génie civil (dalle d'essais, caractérisation de la durabilité, environnement)
- Manufacturing (bio-printing, fabrication additive, procédés composites)
- Matériaux (diffraction des rayons X, durabilité des composites)
- Structures (structures membranaires, essais statiques et dynamiques)
- Centre de ressources en moyens de calculs

Les recherches sont conduites en étroite collaboration avec des partenaires industriels, des maîtres d'ouvrages et des entreprises spécialisées en mécanique et génie civil. Elles s'inscrivent également dans des collaborations scientifiques nationales et internationales, notamment dans le cadre de projets et de réseaux européens.

Contexte scientifique

Face au dérèglement climatique, le secteur de la construction doit aujourd’hui mettre en œuvre des actions ambitieuses d’atténuation (réduction des émissions de gaz à effet de serre) et d’adaptation. Concernant l’adaptation, l’approvisionnement en eau potable en constitue un enjeu majeur. Concernant l’atténuation, les matériaux cimentaires, qui sont largement utilisés pour les ouvrages de traitement, de transport et de stockage de l’eau, doivent être repensés pour voir leur empreinte environnementale réduite.

Dans ce contexte, le développement de matériaux innovants à faible impact environnemental, tels que les bétons bas-carbone ainsi que l’évolution des procédés de traitement de l’eau, soulèvent des questions fondamentales sur le comportement physico-chimique et mécanique des ouvrages en béton.

La fissuration est inhérente au fonctionnement des structures en béton armé. Elle peut toutefois compromettre la fonctionnalité des ouvrages hydrauliques (réservoirs, enceintes de confinement), en particulier vis-à-vis des exigences de perméabilité et d’étanchéité. Des essais en eau et de nombreux travaux de recherche sur la durabilité des matériaux cimentaires ont mis en évidence leur capacité à s’auto-cicatriser (refermeture sans intervention humaine).

Descriptif du sujet

L’objectif du stage est de contribuer à l’étude du potentiel de cicatrisation de bétons à empreinte environnementale réduite incluant des additions minérales dans le cadre de la thèse de Pauline Ouagne, en collaboration avec la Fédération Nationale des Travaux Publics et l’entreprise Eiffage génie civil.

La démarche reposera sur les principaux protocoles et outils d’investigation suivant :

- Formulation et réalisation d’éprouvettes de bétons bas carbone
- Fissuration des échantillons et caractérisation initiale (étanchéité et analyse microscopique)
- Etude de la microstructure pendant et après la cicatrisation pour comprendre les évolutions physico-chimiques et mécaniques
- Formulation et validation des hypothèses relatives au mécanisme d’auto-cicatrisation.

Le travail se focalisera principalement sur l’influence de deux paramètres que sont la nature du liant et l’ouverture des fissures. Ces travaux permettront d’identifier les conditions physico-chimiques et mécaniques favorables à l’auto-cicatrisation des bétons bas-carbone.

Profil du candidat

- Etudiant en master ou en fin de cycle ingénieur avec une spécialisation en génie civil, matériaux ou domaines connexes
- Intérêt marqué pour les matériaux cimentaires et/ou la durabilité des matériaux
- Goût pour le travail expérimental et un intérêt pour les approches numériques
- Motivation, rigueur scientifique et capacité à travailler en autonomie

Informations supplémentaires

Indemnité : Oui (pour les étudiants non déjà boursiers)

Montant : Conformément à la législation

Contacts : pauline.ouagne@ec-nantes.fr; benoit.hilloulin@ec-nantes.fr