

Sujet de Thèse :

Etude d'un mur en maçonnerie autorégulant intégrant des Matériaux Biosourcés et Nanostructures de Carbone : Approche expérimentale et numérique basée sur l'IA

Directeur de Thèse en France : Yassine CHERIF

Co-directeur de thèse en France : Didier DEFER

Directeur de Thèse au Liban : Joseph Dgheim

Université d'Artois, Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement LGCgE, (ULR 4515), F-62400, Béthune, France

Université Libanaise – Laboratoire de physique appliquée (LPA), Faculté des sciences, Fanar Campus, Liban

Coordonnées du candidat potentiel :

I. Introduction

Face aux défis environnementaux et énergétiques, le secteur de la construction cherche à innover en développant des matériaux à la fois performants et durables. Parmi les pistes prometteuses, l'intégration de matériaux biosourcés et de nanostructures de carbone dans les blocs de béton permettrait d'améliorer leurs propriétés hygrothermiques et mécaniques tout en favorisant une régulation passive du confort intérieur.

L'objectif de cette thèse est de développer un **bloc de béton auto-régulant**, capable d'optimiser sa gestion thermique et hygrométrique grâce à l'incorporation de matériaux biosourcés (fibres végétales, liants naturels) et de nanostructures de carbone (nanotubes, graphène). Une approche combinant expérimentations et intelligence artificielle (IA) sera mise en place pour identifier la conception optimale et simuler leur comportement dans des conditions réelles.

II. Contexte et Problématique

Les matériaux de construction traditionnels ont des performances limitées en matière de gestion de l'humidité et des transferts thermiques. Une mauvaise régulation entraîne des pertes énergétiques et un inconfort intérieur. Les innovations dans les matériaux biosourcés et nanostructures de carbone offrent des opportunités pour :

- Améliorer l'isolation thermique et réduire les ponts thermiques.
- Optimiser la gestion de l'humidité pour limiter les phénomènes de condensation et de moisissure.
- Renforcer la résistance mécanique sans augmenter la densité du bloc de béton.

Cependant, plusieurs défis subsistent :

- Quels matériaux biosourcés et nanostructures de carbone sont les plus efficaces pour atteindre ces objectifs ?
- Comment assurer une intégration optimale dans la matrice cimentaire sans dégrader la durabilité du bloc de béton ?
- Comment utiliser l'IA pour modéliser et optimiser ces nouveaux bloc de béton en fonction des contraintes environnementales et techniques ?

III. Objectifs de la Recherche

1. **Sélection et caractérisation des matériaux** : Étudier l'impact des fibres végétales (lin, chanvre, bois) et des nanostructures de carbone sur les propriétés hygrothermiques et mécaniques des bloc de béton.
2. **Développement de bloc de béton auto-régulant** : Concevoir des formulations permettant une meilleure régulation de l'humidité et de la température.
3. **Modélisation et simulation numérique avec optimization par IA** : Utiliser des méthodes numériques et des algorithmes d'apprentissage machine pour prédire les performances des matériaux et optimiser leur composition.
4. **Validation expérimentale** : Fabriquer des prototypes et les tester en conditions réelles.

IV. Méthodologie

1. Sélection et Caractérisation des Matériaux

- Étude des fibres biosourcées pour améliorer la porosité et la régulation hygrométrique.
- Intégration des nanostructures de carbone pour renforcer la conductivité thermique et la résistance mécanique.

2. Développement et Fabrication des blocs de béton

- Expérimentations avec différentes compositions.
- Tests de résistance mécanique (compression, flexion) et d'absorption d'humidité.
- Mesures des performances thermiques et de la durabilité.

3. Modélisation Numérique et Optimisation par IA

- Utilisation du Machine Learning pour prédire le comportement des blocs de béton en fonction de leur composition.
- Algorithmes d'optimisation multi-objectifs pour maximiser la performance thermique, mécanique et environnementale.
- Validation des modèles à partir des données expérimentales.

4. Tests et Validation en Conditions Réelles

- Mise en œuvre des prototypes dans des environnements contrôlés et réels.
- Suivi de la performance sur plusieurs mois pour analyser l'efficacité du bloc de béton auto-régulant.
- Ajustement de la structure des blocs et du modèle IA en fonction des résultats obtenus.

V. Apports et Perspectives

Ce projet apportera une avancée significative dans le domaine des matériaux de construction durables. En combinant matériaux biosourcés, nanostructures de carbone et intelligence artificielle, cette recherche pourrait :

- Réduire la consommation énergétique des bâtiments grâce à une régulation thermique optimisée.
- Améliorer le confort intérieur en contrôlant l'humidité de manière passive.
- Proposer une solution industrialisable pour une construction plus écologique et performante.

Les perspectives incluent l'extension de cette approche à d'autres éléments de construction (briques, mortiers isolants) et l'utilisation d'outils d'IA pour développer des modèles prédictifs plus précis.