
Offre de stage Master

Titre :

Premiers pas vers une meilleure prédiction des performances des bétons biosourcés via des modèles d'intelligence artificielle

Date de démarrage: *A partir de Février 2024*

Durée: *6 mois*

Mots clés: *Bétons biosourcés ; performances ; modélisation ; Intelligence artificielle.*

Encadrement

-Encadrant : Ahmed Kamel TEDJDITI (aktedjditi@cesi.fr) – Enseignant-Chercheur, LINEACT CESI, Strasbourg.

-Co-encadrant : Sergio PONS RIBERA (sponsribera@cesi.fr) – Enseignant-Chercheur Responsable Pédagogique, CESI Ecole d'Ingénieurs, Strasbourg.

Lieu du stage: *CESI Ecole d'Ingénieurs - Campus Strasbourg.*

Travaux de Recherche

Contexte scientifique

Dans un contexte lié à la préservation des ressources, la minimisation de la consommation énergétique des bâtiments et la valorisation des déchets et coproduits industriels, les recherches autour des matériaux de construction à base de matériaux biosourcés ont reçus ces dernières années une attention croissante. En effet, l'incorporation de particules végétales au sein d'une matrice cimentaire représente une solution très intéressante pour l'amélioration de la performance hygrothermique du béton ; ce qui conduit à l'amélioration du rendement énergétique des bâtiments ainsi que le confort hygrothermique des occupants. De plus, issues généralement de ressources locales et renouvelables, l'utilisation de ressources végétales pour développer de nouveaux matériaux de construction contribue de manière directe à la préservation des ressources minérales non renouvelables et la réduction des coûts des produits de construction.

A cette fin, les recherches autour du développement de nouveaux composites biosourcés ainsi que l'étude et la détermination de leurs propriétés mécaniques, hygrothermiques et de durabilité ont reçus un intérêt croissant ces dernières années. Cependant, la nature variée et complexe des biomasses utilisées pour le développement des composites biosourcés ainsi que

les techniques (parfois spéciales et onéreuses) requises pour la détermination des propriétés des composites représentent des freins face à un développement rapide de cette filière prometteuse pour faire face aux défis du développement durable. De l'autre côté, des avancées technologiques importantes dans le domaine de l'intelligence artificielle ont vu le jour et ne cessent de trouver des applications dans les différents domaines d'innovation y compris celui de la prédiction des performances des matériaux de construction.

Objectifs

Le stage proposé, au sein du laboratoire LINEACT CESI-Strasbourg, présente un caractère numérique et doit permettre de prédire, à partir d'une formulation donnée et des propriétés physico-chimiques des constituants, l'apport final des biomasses végétales sur les différentes performances de composites cimentaires.

La formulation et la préparation des composites biosourcés demandent une certaine maîtrise et nécessitent des endroits de conservation adaptés. De plus, vu le caractère innovant de ces matériaux, leur caractérisation oblige parfois le recours à des techniques spécifiques et adaptées qui sont parfois très onéreuses.

La prédiction des performances et du comportement de ces matériaux qui ont une nature complexe par le biais de modèles multiphysiques (ex : homogénéisation ...), bien qu'utile, s'avère parfois limitée par le manque de données exactes sur les constituants ainsi que les hypothèses émises lors de formulation mathématique et la représentation schématique (géométrie des granulats, microstructure, nature des vides ...). A l'encontre, l'utilisation de l'intelligence artificielle pour la détermination des propriétés des bétons innovants prend de plus en plus une place importante. En effet, en plus de la capacité à prédire avec fiabilité les performances de plusieurs types de nouveaux composites (bas-carbone), les modèles d'IA présentent aussi une possibilité d'adaptation intéressante face à de nouveaux produits.

L'idée donc de ce stage est d'utiliser (voire adapter/améliorer) des modèles basés sur l'intelligence artificielle pour la prédiction des performances de nouveaux béton biosourcés combinant des liants à faible empreinte environnementale et des biomasses végétales issues de déchets agricoles. Cette prédiction constitue une étape importante vers une meilleure compréhension des paramètres de formulation sur les propriétés des nouveaux bétons biosourcés destinés à l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments ainsi que le confort hygrothermique des occupants.

Programme de travail

Pour y parvenir, le plan de travail proposé est le suivant :

-Préparation de la base de données permettant d'entraîner le modèle d'intelligence artificielle,

-Choix et validation du modèle utilisé sur des bétons dont les résultats de caractérisation expérimentale sont disponibles,

-Choix de la formulation du béton proposé en s'appuyant sur l'aspect performances et empreinte environnementale des matières premières.

-Détermination des performances finales du béton biosourcé proposé et comparaison avec les résultats de la littérature,

Production scientifique/technique attendue

A la fin de ce stage, un rapport de stage est attendu. Un projet de papier scientifique type (i) article de journal ou (ii) conférence internationale est aussi ciblé.

Les résultats attendus à la fin de ce stage vont ouvrir plusieurs pistes de recherche et permettront de monter de nouvelles collaboration avec les partenaires socio-économiques, souvent intéressés par la découverte du potentiel de déchets ayant une faible valeur économique à améliorer les performances thermiques et environnementales des produits de construction.

Présentation du laboratoire

LINEACT CESI (EA 7527), Laboratoire d'Innovation Numérique pour les Entreprises et les Apprentissages au service de la Compétitivité des Territoires, anticipe et accompagne les mutations technologiques des secteurs et des services liés à l'industrie et au BTP. La proximité historique de CESI avec les entreprises est un élément déterminant pour nos activités de recherche, et a conduit à concentrer les efforts sur une recherche appliquée proche de l'entreprise et en partenariat avec elles. Une approche centrée sur l'humain et couplée à l'utilisation des technologies, ainsi que le maillage territorial et les liens avec la formation, ont permis de construire une recherche transversale ; elle met l'humain, ses besoins et ses usages, au centre de ses problématiques et aborde l'angle technologique au travers de ces apports.

Sa recherche est organisée selon deux thèmes scientifiques interdisciplinaires et deux domaines applicatifs.

- Le thème 1 "Apprendre et Innover" relève principalement des Sciences cognitives, Sciences sociales et Sciences de gestion, Sciences et techniques de la formation et celles de l'innovation. Les principaux objectifs scientifiques visés par ce thème sont la compréhension des effets de l'environnement, et plus particulièrement des situations instrumentées par des objets techniques (plateformes, ateliers de prototypage, systèmes immersifs...) sur les processus d'apprentissage, de créativité et d'innovation.
- Le thème 2 "Ingénierie et Outils Numériques" relève principalement des Sciences du Numérique et de l'Ingénierie. Les principaux objectifs scientifiques de ce thème portent sur la modélisation, la simulation, l'optimisation et l'analyse de données de systèmes industriels ou urbains. Les travaux de recherche portent également sur les

outils d'aide à la décision associés et sur l'étude des jumeaux numériques couplés à des environnements virtuels ou augmentés.

Ces deux thèmes développent et croisent leurs recherches dans les deux domaines applicatifs de l'Industrie du Futur et de la Ville du Futur, soutenues par des plateformes de recherche, principalement celle de Rouen dédiée à l'Usine du Futur et celles de Nanterre dédiée à l'Usine et au Bâtiment du Futur.

Recrutement

Modalités : sur dossier et entretien.

Merci d'adresser votre candidature à **Ahmed Kamel Tedjiti** (aktedjiti@cesi.fr) en mettant en copie **Sergio Pons Ribera** (sponsribera@cesi.fr) avec pour objet de mail : « **[Candidature] - Titre mentionné en page 1** »

Le dossier de candidature devra comporter :

- **un Curriculum-Vitae détaillé du candidat.** En cas de rupture dans le cursus universitaire, merci de donner une explication ;
- **une lettre de motivation** explicitant ses motivations à poursuivre une thèse de doctorat ;
- **les résultats du MASTER 1 et 2** (à adapter en fonction du niveau du stage) et les bulletins de notes correspondant ;
- **d'éventuelles lettres de recommandation ;**
- toute autre pièce que vous jugerez utile.

*Merci de transmettre l'ensemble des documents au sein d'un fichier zip intitulé **NOM prénom.zip**.*

Profil et compétences

Etudiant.e en dernière année de cycle ingénieur/Master2 spécialités : génie civil, matériaux ou informatique.

Compétences scientifiques et techniques :

- Connaissances en intelligence artificielle et ses outils (Python ...),
- Connaissances sur les matériaux cimentaires,
- Capacité de synthèse et de gestion des données,
- Un gout prononcé pour la modélisation,
- Maîtrise de l'anglais, expression écrite et orale,
- Avoir des notions sur la chimie, la mécanique et/ou la thermique est un plus.

Compétences relationnelles :

- être autonome, avoir un esprit d'initiative et de curiosité,
- savoir travailler en équipe et avoir un bon relationnel,
- être rigoureux

Références

- [1] H.A. Shah, Q. Yuan, U. Akmal, S.A. Shah, A. Salmi, Y.A. Awad, L.A. Shah, Y. Iftikhar, M.H. Javed, M.I. Khan, Application of Machine Learning Techniques for Predicting Compressive, Splitting Tensile, and Flexural Strengths of Concrete with Metakaolin, *Materials*. 15 (2022). <https://doi.org/10.3390/ma15155435>.
- [2] T.D. Nguyen, R. Cherif, P.Y. Mahieux, J. Lux, A. Aït-Mokhtar, E. Bastidas-Arteaga, Artificial intelligence algorithms for prediction and sensitivity analysis of mechanical properties of recycled aggregate concrete: A review, *Journal of Building Engineering*. 66 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.105929>.
- [3] E. Adesanya, A. Aladejare, A. Adediran, A. Lawal, M. Illikainen, Predicting shrinkage of alkali-activated blast furnace-fly ash mortars using artificial neural network (ANN), *Cem Concr Compos*. 124 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104265>.
- [4] A.K. Tedjditi, F. Ghomari, O. Taleb, R. Belarbi, R.T. Bouhraoua, Potential of using virgin cork as aggregates in development of new lightweight concrete, *Constr Build Mater*. 265 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120734>.
- [5] A.K. Tedjditi, F. Ghomari, R. Belarbi, R. Cherif, F. Boukhelf, R.T. Bouhraoua, Towards understanding cork concrete behaviour: Impact of considering cork absorption during mixing process, *Constr Build Mater*. 317 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125905>.
- [6] K. Khan, B.A. Salami, M. Iqbal, M.N. Amin, F. Ahmed, F.E. Jalal, Compressive Strength Estimation of Fly Ash/Slag Based Green Concrete by Deploying Artificial Intelligence Models, *Materials*. 15 (2022). <https://doi.org/10.3390/ma15103722>.
- [7] D. Kosiachevskyi, K. Abahri, A. Daubresse, E. Prat, M. Chaouche, Assessment of the hygrothermal, microstructural and chemical evolution of a hemp-based cementitious mortar under ETICS total weathering aging protocol, *Constr Build Mater*. 314 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125471>.
- [8] F. Bennai, N. Issaadi, K. Abahri, R. Belarbi, A. Tahakourt, Experimental characterization of thermal and hygric properties of hemp concrete with consideration of the material age evolution, *Heat and Mass Transfer/Waerme- Und Stoffuebertragung*. 54 (2018) 1189–1197. <https://doi.org/10.1007/s00231-017-2221-2>.
- [9] P. Fakharian, D. Rezazadeh Eidgahee, M. Akbari, H. Jahangir, A. Ali Taeb, Compressive strength prediction of hollow concrete masonry blocks using artificial intelligence algorithms, *Structures*. 47 (2023) 1790–1802. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.12.007>.