

## Offre de thèse de doctorat

# Comportement multifonctionnel de parois complexes géo et bio-sourcées

### Contexte

La mise en application de la nouvelle réglementation environnementale RE2020 depuis le 1er janvier 2022 exige le recours aux matériaux bas carbone qui permettent d'améliorer les performances énergétiques des bâtiments. Parmi ces matériaux, on peut citer la terre crue, matériau naturel utilisée depuis des millénaires, qui a connu un regain d'intérêt en France du fait de son faible impact environnemental et du confort hygrothermique et acoustique qu'il procure. En effet, l'énergie grise incorporée dans une paroi en terre crue locale est environ vingt fois inférieure à celle incorporée dans une paroi en matériau conventionnel. Thermiquement, la terre crue présente une conductivité thermique assez élevée (1 W/m/K), une capacité thermique importante (pour 2000 kg/m<sup>3</sup> la capacité thermique est de 1800 kJ/m<sup>3</sup>. °C) et une très bonne inertie thermique. Ces propriétés confèrent à la construction terre un excellent confort d'été, mais une isolation d'hiver plutôt moyenne. Le béton végétal, matériau bio-sourcé constitué d'agrégats végétaux, d'un liant minéral et d'eau, s'impose comme le candidat naturel pour apporter à la terre crue la correction thermique voulue grâce à ses très bonnes propriétés d'isolations. Jusqu'à présent, le béton végétal est principalement utilisé pour ses propriétés isolantes et son pouvoir de régulation de l'humidité (remplissage ossature bois par exemple). L'association terre crue/béton végétal constituerait une solution hybride innovante multifonctionnelle alliant compatibilité mécanique, dynamique de transfert hygrothermique préservée et sobriété voire neutralité carbone. Scientifiquement, il est montré que la terre crue de construction possède intrinsèquement un comportement multi-physique, permettant de jouer un rôle à la fois mécanique et hygrothermique. L'associer à un béton bio-sourcé, lui-même possédant des propriétés de transferts couplés, est un challenge, en particulier en termes de caractérisation multi physique et technique de l'interface, lieu de beaucoup de discontinuités.

C'est dans ce contexte que s'inscrivent les travaux de thèse envisagés dont l'objectif est de concevoir une paroi d'enveloppe bas carbone en combinant la terre crue compactée (pisé) et le béton végétal, et d'évaluer ses performances structurelles et énergétiques. D'un point de vue applicatif, le produit final visé sera ainsi une solution de paroi hybride géo et bio-sourcée adaptée à la fois à la construction neuve et à la rénovation du bâti ancien.

### Objectifs

- **Identification, formulation et caractérisation des matériaux constituant la solution hybride géo et bio-sourcée:** Il s'agit de formuler une combinaison optimale de pisé et de béton végétal qui peut répondre aux fonctions mécaniques et hygrothermiques attendues. Les formules optimisées de pisé et de béton végétal seront caractérisées séparément en termes de propriétés mécaniques telles que la résistance à la compression et au cisaillement ainsi que de propriétés hygrothermiques, notamment la conductivité thermique, la capacité thermique, la perméabilité et le pouvoir de tampon hydrique (Moisture Buffer Value MBV)

- **Conception de la solution hybride et caractérisation de l'interface** : il s'agit de concevoir des solutions d'assemblage permettant d'associer un béton végétal à un mur en pisé à la fabrication en neuf ou en adjonction dans le cas d'une réhabilitation. Ces solutions doivent garantir que le caractère hygroscopique du pisé seul ne soit pas dégradé, tout en permettant d'améliorer la qualité thermique et mécanique de l'ensemble. Pour chacune des solutions proposées, les propriétés à l'interface, en termes de transfert de masse, de chaleur et de comportement mécanique, seront caractérisées. Les valeurs optimales de texture géométrique, d'angle de frottement, de cohésion, de coefficients de transferts de vapeur et de coefficients de transfert thermique seront déterminées. Etant donné la différence de pH entre le pisé et le béton végétal, les interactions physico-chimiques à l'interface seront également étudiées.

- **Détermination de l'influence de la mise en œuvre sur la phase transitoire** : L'association du pisé au béton végétal, que ce soit pour une réhabilitation ou une construction neuve, passera par une phase transitoire au cours de laquelle les propriétés multi-physiques évolueront avant d'atteindre un régime pseudo permanent. Une attention particulière devra être portée à la description de cette phase ainsi qu'à sa cinétique en fonction de la technique d'assemblage utilisée.

#### Références :

- [1] Abdulsamad, F., Revil, A., Prime, N., Gnonnoue, P. Y., Schmutz, M., Plé, O., (2020). Complex conductivity of rammed earth. *Engineering Geology*, 273, 105697.
- [2] Amziane, S., Collet, F., (2017). Bio-aggregates based building materials: state-of-the-art report of the RILEM Technical Committee 236-BBM. Springer 23.
- [3] B Contet. Caractérisation du comportement hygrothermique du pisé – Mémoire de Travail de Fin d'Etudes, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, Vaulx-en-Velin. Technical report, 2012.
- [4] Projet National Terre Crue, 2021. <https://projet-national-terre.univ-gustave-eiffel.fr/>, consulté le 18.03.22.
- [5] Stratégie Nationale Bas-Carbone. Ministère Transition Ecologique (MTE), 5 mai 2021
- [6] Wadi, H., Amziane, S., Toussaint, E., Taazount, M., (2019). Lateral load-carrying capacity of hemp concrete as a natural infill material in timber frame walls. *Engineering Structures*, 180, (1), 264-273.

#### Profil du candidat

La personne candidate devra être titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou de master en matériaux ou en génie civil. Elle devra disposer de très bonnes connaissances en transferts hygrothermiques dans les matériaux. Elle devra également faire preuve d'initiative et d'autonomie et devra avoir un fort intérêt pour le travail expérimental. La maîtrise de l'anglais et du français (à l'écrit et à l'oral) est indispensable. Une expérience dans le domaine des matériaux bio-sourcés et/ou géo-sourcés serait appréciée.

#### Les candidats intéressés devront soumettre les documents suivants : CV, lettre de motivation, relevés de notes (M1 et M2) et lettre de recommandation.

**Contact** : sofiane.amziane@uca.fr

**Localisation** : Institut Pascal à Clermont-Ferrand

**Date de début de la thèse** : octobre 2023

**Salaire brut annuel** : 36 000 €. Possibilité de donner des enseignements à Polytech Clermont, département génie civil (max 64h/an).