

# Caractérisation mécanique des éléments d'ouvrage en bauge, pour la production d'un guide de dimensionnement

Lieu de travail : Université Gustave Eiffel, Campus de Nantes, Allée des Ponts et Chaussées, 44344 Bouguenais

Champ scientifique : Génie Civil, Mécanique

Date de début de thèse : 01/10/2023

## Description du sujet

### Contexte

La construction en terre crue connaît un regain d'intérêt du fait de son faible impact environnemental et du confort hygrothermique et acoustique qu'elle procure. Sous l'impulsion du Ministère en charge de l'Environnement, les filières terre se sont regroupées pour rédiger des référentiels de mise en œuvre, les Guides de Bonnes Pratiques.

Publiés en 2019, ces guides facilitent l'assurabilité des constructions et servent de références pour l'entretien du patrimoine et la formation des maîtres d'œuvre. Cependant, ils ne suffisent pas pour faire entrer la terre crue dans la catégorie des techniques courantes et pour répondre à certaines contraintes réglementaires du secteur de la construction. D'autre part, pour certains types de bâtiments, il est complexe de justifier la tenue des ouvrages par le calcul. Dans la continuité du travail initié, il est nécessaire de développer des outils de dimensionnement, de conception, de mise en œuvre et de formation à destination des bureaux d'études, des contrôleurs techniques, en lien étroit avec les assureurs.

C'est dans ce contexte qu'a vu le jour le Projet National Terre Crue. Ce projet a pour objectif de permettre à nouveau le déploiement, à grande échelle, de la construction en terre crue. Ce développement passe aujourd'hui par la levée des multiples freins identifiés pour ce secteur, qu'ils soient culturels, socio-économiques, techniques, assurantiels ou réglementaires. Le projet « Bauges Porteuses » s'inscrit dans les travaux de l'axe de recherche « Comportement mécanique des ouvrages en terre » du PN Terre.

### Objectif

Parmi les nombreux verrous identifiés dans le Projet National Terre Crue, le projet Bauges Porteuses s'attache à lever les verrous concernant la prise en compte des capacités mécaniques des ouvrages en bauge. La bauge étant un procédé de construction porteur, la prise en compte de ce comportement est essentiel afin de permettre le développement de ce procédé. La compréhension fine du comportement mécanique d'un mur en bauge permettra également d'optimiser son usage, en utilisant des coefficients de sécurités réalistes et donc des élancements et des épaisseurs de murs optimales, ce qui contribuera grandement à la compétitivité économique de cette technique.

### Programme de travail

La thèse comporte un programme de travail expérimental et ambitieux qui s'attachera à caractériser le comportement mécanique de la bauge à l'échelle matériau (éprouvette de quelques dm) et à l'échelle de murets représentatifs des éléments à échelle 1. La mission consistera à :

- Identifier une ou plusieurs Éprouvettes Élémentaires Représentatives : les tailles des éléments des typologies retenues peuvent être très variables (taille des mottes, taille et distribution des fibres). Différentes tailles et manières de produire les éprouvettes seront évaluées. Une ou des éprouvettes de références seront proposées.
- Caractériser le comportement mécanique à l'échelle 1 : des essais sur des murs à échelle 1 et des Éprouvettes Élémentaires Représentatives permettront de proposer un facteur d'échelle et donc une méthode d'estimation de la résistance d'un mur à partir d'éprouvettes. Des essais en cisaillement, poinçonnement et flexion hors plan permettront d'apporter des valeurs de références pour le guide de dimensionnement.

L'établissement du lien entre les résultats obtenus sur les éprouvettes et les performances réelles des éléments à l'échelle 1 ne sera cependant pas triviale, et il ne pourra être établi sur la seule base des résultats expérimentaux obtenus. L'idée sera de réaliser ce changement d'échelle par une approche numérique qui aura été validée sur des formations de références représentatives des complexités (et hétérogénéités) susceptibles d'être rencontrées.

Le doctorant bénéficiera de l'encadrement des chercheurs de l'Université Gustave Eiffel, de l'IRDL (Université Bretagne Sud) et de l'ENTPE. Le travail se déroulera sur le Campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel et des missions ponctuelles sont à prévoir à Lorient et à Lyon.

Le doctorant bénéficiera également de l'appui des professionnels du Collectif Terreux Armoricaïns, de l'entreprise Makjo, du bureau d'études Créa Écoconstruction et de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de Rennes. Il agira en interaction avec la communauté des partenaires du Projet National Terre Crue.

## Nature du financement

### Financement à confirmer

## Présentation des laboratoires d'accueil

L'Université Gustave Eiffel a développé des compétences sur la bauge grâce à des travaux engagés sur le sujet depuis 2015 (bibliographie, développement d'un essai sur éprouvette cylindrique, analyse de la convenance des terres, participation à la rédaction du Guide de Bonnes Pratiques) en interaction forte avec la profession.

L'ENTPE est un des laboratoires pionniers sur la construction en terre crue, les premières recherches remontant aux années 1980. L'ENTPE dispose d'équipements dédiés à l'analyse du matériau et en particulier de caractérisation des phénomènes hydromécaniques (nombreuses thèses et projets sur le sujet).

L'IRDL est un laboratoire d'ingénierie des matériaux, spécialisé sur les aspects mécaniques (expérimental, numérique et modélisation). L'Institut dispose de compétences sur les mélanges de terres et d'ajouts végétaux développés dans le cadre du projet ADEME EcoTerra.

## Profil du Candidat

Le/la candidat.e recherché.e pour cette thèse aura un profil Génie Civil/Bâtiment avec une affinité pour le travail expérimental de laboratoire et la caractérisation mécanique. Le/la candidat.e fera preuve d'autonomie dans le pilotage de sa recherche et aura la capacité de travailler au sein d'une équipe de chercheurs d'ingénieurs et de praticiens. Une connaissance de la construction en terre crue serait un plus.

## Candidature

Merci d'adresser une lettre de motivation et un CV par email à Erwan Hamard [erwan.hamard@univ-eiffel.fr](mailto:erwan.hamard@univ-eiffel.fr) et Solenn Follézou [solenn.follezou@univ-rennes2.fr](mailto:solenn.follezou@univ-rennes2.fr)

