

Proposition d'un sujet de doctorat / contrat doctoral 2026-2027

1- Rattachement administratif

ECOLE DOCTORALE : **I-MEP²** – Ingénierie – Matériaux, Mécanique, Environnement, Procédés, Production

SPECIALITE : **MG** – Mécanique, Génie Civil

UNITE DE RECHERCHE : **Laboratoire Sols, Solides, Structures, Risques (3SR)**

ETABLISSEMENT DE PREPARATION DE LA THESE : **Université Grenoble Alpes (UGA)**

ANNEE UNIVERSITAIRE DE 1ERE INSCRIPTION EN DOCTORAT : 2026/2027

DATE DU DEBUT DE LA THESE : **04/01/2027**

DATE LIMITE POUR CANDIDATER : **16/10/26 à 18h et audition entre le 2 et 6/11/26**

2- Projet Doctoral

TITRE EN FRANCAIS : Développement de systèmes constructifs porteurs en terre coulée, armée et non stabilisée

DIRECTEUR DE THESE : **Yannick Sieffert**

CO-ENCADRANT : **Arnaud Misse, Laetitia Fontaine**

MOTS CLEFS : Construction en terre crue, terre coulée, caractérisation mécanique multi-échelle, vulnérabilité sismique, imagerie 2D, systèmes constructifs porteurs

TITRE EN ANGLAIS : Development of load-bearing structural systems using poured, reinforced, and unstabilized earth.

KEYS WORD : Earth construction, Poured earth, multi-scale mechanical caracterisation, earthquake vulnerability, 2D digital image correlation, Load-bearing structural systemes

3- Présentation du projet de recherche AtecA

Le présent appel à candidature s'inscrit dans le cadre du projet AtecA, un programme de recherche pluridisciplinaire dans lequel trois thèses seront financées par France 2030, à travers le PEPR VDBI, « Ville Durable et Bâtiments Innovants ».

AtecA ambitionne de contribuer à la transition socio-écologique de la filière du bâtiment, dans un contexte où le béton de ciment occupe une place centrale. Son utilisation se caractérise en effet par une forte consommation de ressources, d'importantes émissions de gaz à effet de serre et des performances limitées en matière de confort des occupants. Parmi les alternatives émergentes, la terre coulée non stabilisée se distingue par son potentiel à conjuguer les qualités des matériaux géosourcés avec les modes de mise en œuvre issus de la filière béton. Inspirée des techniques traditionnelles du pisé, cette technique permet de réaliser des architectures en murs massifs à partir de terres locales, tout en optimisant les coûts et les délais de production grâce à une mise en œuvre à l'état visqueux. Elle permet par ailleurs de mobiliser des outils et des équipements déjà utilisés dans la filière béton, favorisant ainsi son adoption par les entreprises conventionnelles du secteur sans nécessiter de rupture technologique majeure.

Le recours à la terre crue pourrait ainsi contribuer à réduire l'impact environnemental du secteur de la construction, tout en améliorant le confort hygrothermique des bâtiments grâce aux propriétés physiques intrinsèques de ce matériau, notamment sa forte inertie thermique et sa capacité de régulation hygrothermique.

Ce programme de recherche pluridisciplinaire vise à étudier la capacité des acteurs socio-économiques des métiers et des industries de la construction à s'approprier cette innovation et à en accompagner la diffusion. Les trois thèses qui le composent

sont complémentaires et permettent d'appréhender cette problématique selon trois perspectives. La première adopte une approche historique, en étudiant le passage du pisé de terre aux techniques du béton à la fin du XIXe siècle. La deuxième mobilise une approche socio-écologique, afin d'analyser les enjeux économiques et environnementaux liés à la diffusion contemporaine de la terre coulée. La troisième relève d'une approche en ingénierie et porte sur la caractérisation mécanique du matériau ainsi que sur la mise au point et l'optimisation des techniques constructives.

L'objectif de ce programme est d'identifier et de mettre en évidence des leviers d'action concrets — notamment en matière de réglementation, d'incitations économiques et de formation — susceptibles de faciliter l'adoption de la terre coulée par les acteurs de la construction. Le projet entend ainsi contribuer à l'élaboration, par les pouvoirs publics et les acteurs territoriaux, de stratégies économiques et territoriales favorisant la relocalisation des filières de construction, ainsi que le développement de pratiques fondées sur la circularité des matières et des matériaux. Le présent appel à candidature s'inscrit dans le cadre du projet AtecA, un programme de recherche pluridisciplinaire dans lequel trois thèses seront financées par France 2030, à travers le PEPR VDBI, « Ville Durable et Bâtiments Innovants ».

AtecA ambitionne de contribuer à la transition socio-écologique de la filière du bâtiment, dans un contexte où le béton de ciment occupe une place centrale. Son utilisation se caractérise en effet par une forte consommation de ressources, d'importantes émissions de gaz à effet de serre et des performances limitées en matière de confort des occupants. Parmi les alternatives émergentes, la terre coulée non stabilisée se distingue par son potentiel à conjuguer les qualités des matériaux géosourcés avec les modes de mise en œuvre issus de la filière béton. Inspirée des techniques traditionnelles du pisé, cette technique permet de réaliser des architectures en murs massifs à partir de terres locales, tout en optimisant les coûts et les délais de production grâce à une mise en œuvre à l'état visqueux. Elle permet par ailleurs de mobiliser des outils et des équipements déjà utilisés dans la filière béton, favorisant ainsi son adoption par les entreprises conventionnelles du secteur sans nécessiter de rupture technologique majeure. Le recours à la terre crue pourrait ainsi contribuer à réduire l'impact environnemental du secteur de la construction, tout en améliorant le confort hygrothermique des bâtiments grâce aux propriétés physiques intrinsèques de ce matériau, notamment sa forte inertie thermique et sa capacité de régulation hygrothermique.

Ce programme de recherche pluridisciplinaire vise à étudier la capacité des acteurs socio-économiques des métiers et des industries de la construction à s'approprier cette innovation et à en accompagner la diffusion. Les trois thèses qui le composent sont complémentaires et permettent d'appréhender cette problématique selon trois perspectives. La première adopte une approche historique, en étudiant le passage du pisé de terre aux techniques du béton à la fin du XIXe siècle. La deuxième mobilise une approche socio-écologique, afin d'analyser les enjeux économiques et environnementaux liés à la diffusion contemporaine de la terre coulée. La troisième relève d'une approche en ingénierie et porte sur la caractérisation mécanique du matériau ainsi que sur la mise au point et l'optimisation des techniques constructives.

L'objectif de ce programme est d'identifier et de mettre en évidence des leviers d'action concrets — notamment en matière de réglementation, d'incitations économiques et de formation — susceptibles de faciliter l'adoption de la terre coulée par les acteurs de la construction. Le projet entend ainsi contribuer à l'élaboration, par les pouvoirs publics et les acteurs territoriaux, de stratégies économiques et territoriales favorisant la relocalisation des filières de construction, ainsi que le développement de pratiques fondées sur la circularité des matières et des matériaux.

4- Profile et compétences recherchées :

- Formation : Diplôme de Master 2 ou équivalent dans le domaine de la construction (Génie Civil, Mécanique ou Architecture),
- Bases scientifiques : connaissance des systèmes constructifs en terre crue, de la caractérisation mécanique de la terre crue et de la formulation d'une terre crue,
- Expérimentation : fort intérêt pour la conduite d'essais instrumentés et rigueur expérimentale indispensable,
- Analyse de données : Intérêt pour le traitement d'image et pour le dépouillement des résultats,
- Ouverture d'esprit et intérêt dans un travail pluridisciplinaire,
- Qualités : autonomie, organisation, esprit critique, travail en équipe, capacité rédactionnelle en français et en anglais scientifique

5- Résumé du sujet de thèse :

Cette thèse s'inscrit dans le développement de systèmes constructifs porteurs en terre coulée (Guillaud *et al.* 1989), armée et non stabilisée (amàco, 2018), conçus comme une réponse opérationnelle aux enjeux de sobriété carbone, de réduction des coûts et d'accélération des modes constructifs. Elle vise à positionner la terre coulée armée comme une technologie de transformation écologique de la filière du béton armé conventionnel, en s'appuyant sur ses outils, ses procédés et ses modes d'organisation (Pointet & Schmitt, 2016).

Dans ce contexte, la recherche d'alternatives vertueuses au béton armé est devenue un enjeu majeur puisque l'industrie du béton correspond à 7 % des émissions mondiales de CO₂ (HART, 2022), soit 190 kgCO₂eq/M3 là où la terre coulée est attendue à 40 kgCO₂eq/m³. (Ecozimet SCOP, 2022). L'objectif initial de la thèse est de poursuivre et consolider les travaux doctoraux de Laurent Galichet, menés au laboratoire 3SR, portant sur l'influence du mélange (teneur en argile, squelette granulaire, fibres, viscosité de mise en œuvre, retrait au séchage) et des dimensions du renforcement sur le comportement mécanique de murs en terre coulée non stabilisée. Ces travaux ont mis en évidence le potentiel porteur de systèmes hybrides terre/armatures, tout en soulignant la nécessité d'une meilleure reproductibilité mécanique.

La thèse vise à déterminer un système optimal de terre coulée armée, dont la caractérisation mécanique sera approfondie par des essais en compression, flexion, cisaillement et un essai sismique sur table vibrante à échelle réelle, en intégrant des critères de robustesse constructive, de variabilité acceptable et de reproductibilité, compatibles avec une diffusion industrielle.

L'innovation majeure réside dans la validation de la viabilité constructive du système, à travers la réalisation des prototypes à l'échelle 1:1 et de l'étude des paramètres clés de mise en œuvre : disposition des armatures permettant la reprise de coulage, conditions de décoffrage, préfabrication et assemblage d'éléments, tolérances géométriques et reproductibilité des performances. Une attention particulière sera portée à la compatibilité avec les outils et processus du béton armé (coffrages standards, vibration, préfabrication), identifiés comme des leviers essentiels de transfert de technologie vers les entreprises du béton armé, sans rupture organisationnelle (Habert & Roussel, 2009).

Cette thèse s'articule étroitement avec les deux autres thèses du projet, en fournissant une base expérimentale au transfert de technologies béton armé / terre coulée et en alimentant les réflexions sur l'adaptation des filières terre crue aux contraintes réglementaires, économiques et assurantielles. Inscrite dans une recherche tirée par l'aval, elle vise la production de connaissances scientifiques actionnables, favorisant une diffusion à grande échelle de solutions structurelles en terre crue à très faible empreinte carbone.

6- Thématiques domaine : Cette thèse s'inscrit dans le domaine de la science et de l'ingénierie de la construction soutenable et, plus particulièrement, dans l'étude des systèmes constructifs en terre coulée, armée et non stabilisée. Elle vise à déterminer un système optimal de terre coulée armée, dont la caractérisation mécanique sera menée par des essais en laboratoire à l'échelle de la structure, sous des sollicitations statiques et dynamiques afin d'analyser la vulnérabilité sismique.

Ce projet de thèse s'inscrit à l'interface de la mécanique des matériaux, de l'ingénierie de la construction - plus particulièrement du Génie Parasismique - et des questions sociétales et architecturales. Il relève plus largement du domaine de l'ingénierie de la construction soutenable, dont l'objectif est de concevoir des bâtiments à partir de matériaux issus de ressources renouvelables tout en garantissant des performances mécaniques et la réversibilité des matériaux à la fin de vie de l'ouvrage. Ce champ de recherche est au cœur des défis contemporains liés à la transition écologique, à la réduction de l'empreinte carbone et à la substitution des matériaux cimentaires par des alternatives bio et/ou géo-sourcées, performantes et à faible impact environnemental. Cette recherche est fortement connectée à la réalité du secteur de la construction. L'adaptabilité de cette recherche à l'opérationnelle sera une ligne directrice du projet.

7- Méthodes

Fort du retour d'expérience des chantiers précurseurs ayant mis en place de la terre coulée et du travail de thèse de Laurent Galichet (2024-2027) sur l'évaluation des performances mécaniques d'un système hybride innovant de terre coulée renforcée désormais maîtrisés au 3SR, le projet se concentre sur le comportement des systèmes constructifs porteurs en terre coulée renforcée et non stabilisée. Le travail de thèse s'articulera en 3 grandes étapes :

* Etape 1 : Mise en place de la recherche

- un travail bibliographique permettant de faire l'état de l'art sur la terre coulée,
- la conception de prototypes pertinents afin de valider les paramètres clés pour la mise en œuvre,
- la prise en main des outils permettant la caractérisation mécanique multi-échelles des structures et l'analyse des données (essais de cisaillement, essais de flexion, essais de compression, essai dynamique sur table vibrante, analyse d'image 2D, etc),
- la participation à la conférence internationale STIPE (1-4 juin 2027) organisée par l'équipe encadrante sur le sujet de la terre coulée

* Etape 2 : Réalisation et analyse des essais

- les essais de validation des systèmes constructifs et l'analyse des résultats multi-échelles,

* Etape 3 : valorisation de la recherche

- la rédaction d'article de conférences et de journaux ainsi que la rédaction du mémoire de doctorat.

De plus, le doctorant sera impliqué dans un projet complémentaire qui consiste à confronter les résultats de la recherche par la mise en œuvre d'un prototype à échelle 1 aux Grands Ateliers de Villefontaine (sept 2029)

8- Précision sur l'encadrement

Des réunions bi-mensuels seront organisées avec l'ensemble de l'équipe encadrante et le doctorant. Un bref rapport bi-mensuels sera rédigé par le doctorant incluant les activités prévues et réalisées pour les 2 semaines en cours. Un rapport sera rédigé à la fin de la première et de la deuxième année pour faire le point sur les avancées.

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

Le doctorant bénéficiera de l'ensemble des moyens expérimentaux du laboratoire 3SR pour conduire ses différentes campagnes d'essais. Il aura notamment accès à des machines de compression, de cisaillement, de flexion et à une table vibrante récemment acquis par le laboratoire, ainsi qu'au matériel pour caractériser la terre. Des expérimentations complémentaires seront réalisées

aux Grands Ateliers de Villefontaine pour confronter les résultats de la recherche à la réalité du terrain. Par ailleurs, l'équipe a sécurisé les financements couvrant les déplacements et la participation du doctorant à des conférences nationales et internationales.

Références bibliographiques

- AMACO**, Etude de faisabilité technique, terre coulée armée sans ciment avec granulats de béton recyclés, 2018.
- ECOZIMUT SCOP**, Guide pour la bonne conduite d'un projet en béton d'argile coulée, rapport d'activité, 2022.
- Habert, G., & Roussel, N.** Study of concrete mix-design strategies to reach carbon mitigation objectives. *Cement and Concrete Composites*, 31(6), 397-402. (2009) Homepage <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946509000584?via%3Dihub>. Last accessed 09/02/2026.
- Hart, J.**, Ciment plus d'ambitions pour moins d'émissions. Homepage, https://www.ecocemglobal.com/wp-content/uploads/2023/03/FR-06445-Ecocem-%E2%80%93-State-of-the-Cement-Nation-Report-V8_FR.pdf, last accessed 2025/09/26
- Guillaud, H., Houben, H., & Garnier, P.** Traité de construction en terre. Marseille : Parenthèses / CRAterre. (1989).
- Habert, G., & Roussel, N.** Study of two concrete mix-design strategies to reach carbon mitigation objectives. *Cement and Concrete Composites*, 31(6), 397-402, (2009). Homepage, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.04.001>. Last accessed 2025/09/26
- POINTET, M., SCHMITT, B.** Terre coulée : du béton de ciment au béton de terre. Article conférence Terra 2016 (2016).
- Scrivener, K. L., John, V. M., & Gartner, E. M.** Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*, 114, 2-26. (2018). Homepage, <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.03.015>. Last accessed 2025/09/26

Procédure de candidature

Les candidats doivent envoyer un dossier de candidature par mél à yannick.sieffert@3sr-grenoble.fr avant le **16/10/26 à 18h**. Le dossier doit contenir à minima :

- un CV,
- une lettre de motivation,
- un résumé des travaux de recherche déjà effectués en Master 1 ou 2 ou en post-diplôme,
- le relevé de note du Master 1 et 2 ou du post-diplôme,
- une copie de leur dernier diplôme

Les candidats retenus seront auditionnés **entre le 2 et 6/11/26**

Type de contrat proposé :

- contrat doctorale de 3 ans à temps plein,
- inscription à l'école doctorale IMEP2 obligatoire
- volume horaire : 35h / par semaine
- Salaire : 2300 euros/mois bruts. Il peut y avoir un complément de rémunération par des activités d'enseignement.