



Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

STAGE DE MASTER M2 2026

EVALUATION NON DESTRUCTIVE PAR THERMOGRAPHIE INFRAROUGE DE STRUCTURES BIO ET GEO-SOURCEES POUR LA CONSTRUCTION

Encadrement

Dr. Hélène WELEMANE
Maître de Conférences
UTTOP-ENIT
Helene.Weleman@uttop.fr

Dr. Méryl LAGOUIN
Maître de Conférences
UTTOP-LMDC
Meryl.Lagouin@uttop.fr

Pr. Marie-Laetitia PASTOR
Professeur des Universités
UTTOP-ICA
Marie-Laetitia.Pastor@iut-tarbes.fr

Mots clés : matériaux de construction bio-sourcés, faible impact environnemental, contrôle non destructif, thermographie infrarouge, fissuration, durabilité

Dates : Fév/Mars 2026 – Juin/Juillet 2026 (5 mois)

Lieu : Université de Technologie de Tarbes (FRANCE) – Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC) Tarbes – Institut Clément Ader (ICA) Tarbes

Résumé

Secteur clé dans la lutte contre le réchauffement climatique et dans la transition énergétique, le domaine de la construction doit prioritairement repenser et transformer son activité. L'utilisation de matériaux à faible impact environnemental permet de répondre efficacement à ces enjeux, en préservant des ressources naturelles non renouvelables. Les matériaux de construction utilisant des ressources végétales ou à base de terre crue offrent ainsi une alternative intéressante aux matériaux conventionnels. Si leurs performances de régulation thermique et hygrique des bâtiments ont clairement été démontrées, l'utilisation de ces matériaux bio et géosourcés demeure limitée par le manque de connaissances sur l'évolution de leurs propriétés d'usage dans le temps.

Ces matériaux hygroscopiques subissent, sous l'effet de variations d'humidité, des changements volumiques (retrait/gonflement) favorisant l'apparition de fissures. La création d'une porosité additionnelle est alors susceptible d'altérer la cohésion des matériaux et leur tenue mécanique. Cette vulnérabilité à l'eau et leur variabilité selon les ressources locales ne permettent pas de satisfaire les contraintes normatives (certification garantissant la qualité, la sécurité et la durabilité des matériaux) qui encadrent leur usage dans la construction. La compréhension des phénomènes de vieillissement est donc fondamentale pour garantir la durabilité de la paroi.

Face au manque d'investigations expérimentales dédiées à ces problématiques, le projet e-TRUST vise à proposer une nouvelle approche, non destructive, facilitant la détermination de la fissuration des matériaux ayant subi de tels vieillissements et permettant ainsi une prédiction de l'évolution de leur comportement dans le temps. Précisément, l'enjeu est d'étudier la faisabilité de l'emploi de la technique de la Thermographie InfraRouge pour la détection de défauts au sein de matériaux bio et géosourcés.



Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

Contexte

Le secteur de la construction opère actuellement une transformation majeure de ses pratiques pour accélérer la transition énergétique et environnementale. Le recours à des matériaux à faible impact environnemental constitue une opportunité unique pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter l'utilisation des ressources primaires [1]. Les agrobétons présentent des conductivités thermiques assez faibles pour envisager une utilisation en isolation répartie (pour laquelle l'élément de remplissage joue lui-même le rôle d'isolant) tandis que les matériaux en terre crue, du fait de l'affinité des argiles avec les molécules d'eau, sont particulièrement intéressants pour la régulation hygrique des bâtiments.

De nombreux travaux de formulation, de caractérisation et d'optimisation de produits bio et géo-sourcés pour diverses applications ont été menés ces dernières années, démontrant leur fort potentiel [2]. Toutefois, le manque de connaissances sur les propriétés à long terme de ces composites constitue un réel verrou scientifique qui limite encore leur essor. La sensibilité des produits biosourcés à l'environnement (température, humidité, pH, etc.) engendre des problématiques de durabilité et d'évolution de leurs propriétés d'usage au cours du temps. Certaines évolutions de ces propriétés liées à l'absorption d'eau par les granulats végétaux ont été observées pour des bétons de chanvre [3]. À l'origine de leur excellente capacité de régulateurs hygriques, la fraction argileuse des enduits terre est quant à elle responsable d'importantes contraintes internes lors du séchage conduisant à leur fissuration.

Le projet e-TRUST entend contribuer à la caractérisation expérimentale de ces problématiques de vieillissement des matériaux bio et géosourcés du Génie Civil en proposant une démarche d'évaluation non destructive développée en Génie Mécanique. L'idée est de s'appuyer sur des mesures de champs thermiques par Thermographie InfraRouge (TIR) qui a fait ses preuves pour la détection de dommages sur des composites CFRP, notamment dans le cadre de projets collaboratifs antérieurs sur le campus tarbais (LGP/ICA). L'idée de rupture de e-TRUST est de démontrer la faisabilité de l'application de la TIR et les avantages qui en découlent sur de nouvelles problématiques scientifiques structurantes pour la recherche de l'UTTOP.

[1] T. Lecompte, *Matériaux biosourcés pour le bâtiment : notions d'équilibre et indicateurs de réchauffement climatique*, *Acad. J ; Civ. Engng* 40 (2022).

[2] M. Lagouin et al., *Moisture buffer capacity of a bilayer bio- and geo-based wall*, *Constr. Build. Mater.* 329 (2022).

[3] G. Delannoy et al., *Durability of hemp concretes exposed to accelerated environmental aging*, *Constr. Build. Mater.* 252 (2020).

Verrous scientifiques et méthodologie

Pour ouvrir le champ d'investigation à des matériaux bio et géosourcés, deux types de matériaux seront considérés :

- des composites légers associant des coproduits agricoles (chènevotte de chanvre, tournesol) avec une matrice minérale (chaux, terre) pour une utilisation en isolation répartie,
- des enduits en terre crue, composés de sable, d'argile et d'eau, destinés à une application en couche de finition intérieure.

Ces matériaux seront soumis à des cycles de vieillissement par sorption/désorption d'eau générant gonflement et retrait. Ce processus affecte les granulats végétaux dans les composites et l'argile dans les matériaux à base de terre. Les conséquences sur leur réponse thermique



**Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées**

seront mesurées. La fissuration induite devrait apparaître en profondeur pour les composites biosourcés et en surface pour les enduits terre. Le recours à la TIR se fera, pour différents niveaux de vieillissement, au travers d'une analyse CND sur enduits terre pour déterminer la localisation et le niveau de fissuration invisible à l'œil nu et pour suivre la réponse des composites biosourcés soumis à des essais mécaniques. Le programme de l'étude s'articulera autour de :

- une étude bibliographique sur les matériaux de construction bio et géosourcés et sur la TIR (principe, applications),
- le développement d'un protocole expérimental de TIR adapté à ces matériaux,
- la caractérisation en vieillissement hygrique.

Résultats attendus

Ce travail vise à améliorer la caractérisation des matériaux biosourcés. Il contribuera au développement et à l'optimisation des matériaux de construction utilisés en génie civil, permettant ainsi la conception de nouveaux ouvrages plus durables. Les publications qui en résulteront (articles dans des revues et présentations lors de conférences) permettront d'approfondir les connaissances sur le sujet et de les diffuser à l'échelle internationale.

Ce projet permettra au(à la) candidat(e) de monter en compétences dans plusieurs domaines (fabrication et caractérisation des matériaux, mesure de rayonnements, traitement des données) sur un sujet prometteur et d'actualité. L'optimisation des systèmes technologiques de construction et le besoin important de personnel qualifié dans le domaine des solutions durables devraient offrir de nombreuses opportunités de carrière, tant dans l'industrie que dans la recherche.

Structures d'accueil

Ces travaux seront menés en collaboration entre les laboratoires LMDC (Laboratoire des Matériaux et de la Durabilité des Constructions) et ICA (Institut Clément Ader), qui disposent de départements locaux hébergés à l'Université de technologie de Tarbes UTTOP, dans le sud-ouest de la France. Le LMDC est un laboratoire de recherche spécialisé dans la science des matériaux et des structures du génie civil. Il propose des solutions scientifiques pour le développement durable et la gestion éco-responsable des bâtiments, des infrastructures de génie civil et des logements. L'ICA est un laboratoire de recherche qui se concentre sur l'étude des structures, des systèmes et des processus mécaniques. Ses travaux portent sur la modélisation du comportement, l'instrumentation et l'étude de la durabilité des structures ou des produits considérés, principalement pour l'industrie aérospatiale et des transports.

Profil recherché

Une connaissance des matériaux biosourcés et une expérience dans la caractérisation des matériaux sont requises. Des compétences supplémentaires dans le développement de dispositifs d'essai expérimentaux et/ou de techniques non destructives seraient également souhaitables.

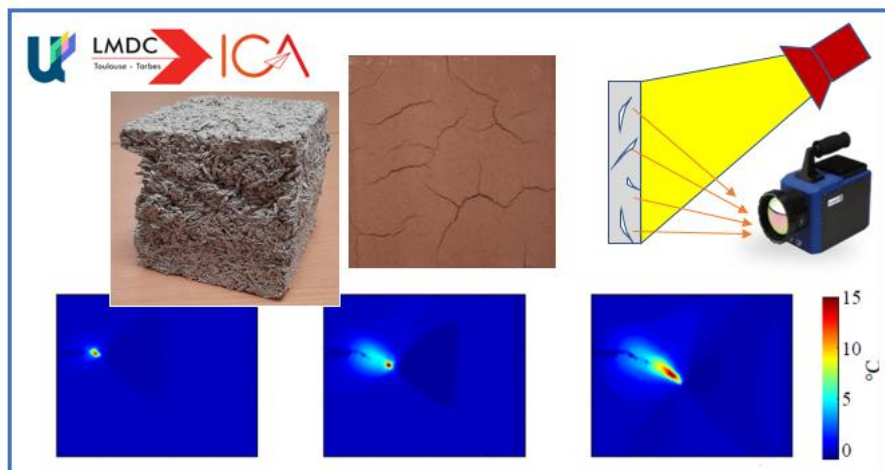
Le (la) candidat(e) doit faire preuve de qualités organisationnelles et de rigueur pour planifier et superviser les différentes étapes du travail. Il(elle) doit également être capable de travailler de manière autonome et en équipe dans un environnement international. D'excellentes compétences en anglais pour



Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

la rédaction de rapports et la communication, ainsi qu'une attitude proactive dans la résolution des problèmes sont indispensables.

Les candidats doivent envoyer leur CV, leur lettre de motivation et les notes obtenues pour leurs diplômes à Helene.Weleman@uttop.fr et Meryl.Lagouin@uttop.fr.





Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

Supervisors

Dr. Hélène WELEMANE
Associate Professor UTTO-
ENIT
Helene.Weleman@uttop.fr

Dr. Méryl LAGOUIN
Associate Professor UTTO-
LMDC
Meryl.Lagouin@uttop.fr

Dr. Marie-Laetitia PASTOR
Full Professor UTTO-ICA
Marie-Laetitia.Pastor@iut-tarbes.fr

MASTER INTERNSHIP M2 2026

NON-DESTRUCTIVE EVALUATION OF BIO-BASED AND GEO-BASED STRUCTURES FOR CONSTRUCTION USING INFRARED THERMOGRAPHY

Keywords: building bio-based materials, low environmental impact, non-destructive testing, infrared thermography, cracking, durability

Dates: Feb/March 2026 – June/July 2026 (5 months)

Location: University of Technology of Tarbes (FRANCE) – Laboratory of Materials and Durability of Construction (LMDC) Tarbes – Clément Ader Institute (ICA) Tarbes

Summary

As a key sector in the fight against global warming and the energy transition, the construction industry must prioritize rethinking and transforming its activities. The use of materials with low environmental impact is an effective way to address these challenges while preserving non-renewable natural resources. Construction materials that use plant-based or raw earth resources offer an attractive alternative to conventional materials. Although their thermal and hygric regulation performance in buildings has been clearly demonstrated, the use of these bio-based and geo-sourced materials remains limited by a lack of knowledge about how their properties change over time.

These hygroscopic materials undergo volume changes (shrinkage/swelling) under the effect of humidity variations, which promotes the appearance of cracks. The creation of additional porosity is then likely to alter the cohesion of the materials and their mechanical strength. This sensitivity to water and their variability depending on local resources mean that they do not meet the regulatory requirements (certification guaranteeing the quality, safety, and durability of materials) governing their use in construction. Understanding the aging phenomena is therefore essential to ensure the durability of the wall.

Given the lack of experimental investigations dedicated to these issues, the e-TRUST project aims to propose a new, non-destructive approach that facilitates the detection of cracking in materials that have undergone such aging, thereby enabling predictions to be made about how their behavior will evolve over time. Specifically, the aim is to study the feasibility of using infrared thermography to detect defects in bio-based and geosourced materials.

Context

The construction sector is currently undergoing a major transformation of its practices to accelerate the energy and environmental transition. The use of materials with low environmental impact represents a unique opportunity to



Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

reduce greenhouse gas emissions and limit the use of primary resources [1]. Bio-based concretes have low enough thermal conductivity to be considered for use in distributed insulation (where the filling material itself acts as insulation), while raw earth materials, due to the affinity of clays with water molecules, are particularly interesting for moisture regulation in buildings.

In recent years, numerous studies have been conducted on the formulation, characterization, and optimization of bio-based and geo-sourced products for various applications, demonstrating their strong potential [2]. However, the lack of knowledge about the long-term properties of these composites is a real scientific obstacle that continues to limit their growth. The sensitivity of bio-based products to the environment (temperature, humidity, pH, etc.) raises issues of durability and changes in their properties over time. Certain changes in these properties linked to water absorption by plant aggregates have been observed in hemp concrete [3]. The clay fraction of earth plasters, which is responsible for their excellent moisture-regulating capacity, also causes significant internal stresses during drying, leading to cracking.

The e-TRUST project aims to contribute to the experimental characterization of these issues relating to the aging of bio-based and geo-based materials used in civil engineering by proposing a non-destructive evaluation approach developed in mechanical engineering. The idea is to use thermal field measurements by InfraRed Thermography (IRT), which has proven effective in detecting damage to CFRP composites, particularly in previous collaborative projects on the Tarbes campus (LGP/ICA). The breakthrough idea behind e-TRUST is to demonstrate the feasibility of applying IRT and the resulting benefits for new scientific issues that are fundamental to UTOP's research.

[1] T. Lecompte, *Matériaux biosourcés pour le bâtiment : notions d'équilibre et indicateurs de réchauffement climatique*, Acad. J ; Civ. Engng 40 (2022).

[2] M. Lagouin et al., *Moisture buffer capacity of a bilayer bio- and geo-based wall*, Constr. Build. Mater. 329 (2022).

[3] G. Delannoy et al., *Durability of hemp concretes exposed to accelerated environmental aging*, Constr. Build. Mater. 252 (2020).

Scientific issues and methodology

To broaden the scope of research into bio-based and geo-sourced materials, two types of materials will be considered:

- lightweight composites combining agricultural by-products (hemp shives, sunflower) with a mineral matrix (lime, earth) for use in distributed insulation,
- raw earth plasters, composed of sand, clay, and water, intended for application as an interior finishing coat.

These materials will be subjected to aging cycles involving water sorption/desorption, causing swelling and shrinkage. This process affects the plant aggregates in the composites and the clay in the earth-based materials. The consequences on their thermal response will be measured. The induced cracking should appear deep down in the bio-based composites and on the surface of the earth plasters. IRT will be used for different levels of aging through NDT analysis on earth plasters to determine the location and level of cracking invisible to the naked eye and to monitor the response of bio-based composites subjected to mechanical testing. The study program will focus on:

- a bibliographic study on bio-based and geo-sourced building materials and IRT (principle, applications),
- the development of an experimental TIR protocol adapted to these materials,
- characterizations under hygric aging conditions.

Expected results

This work will enhance the characterization of bio-based materials. It will contribute to the development and optimization of civil engineering buildings materials, enabling new and more durable designs. The resulting publications (journal articles and conference presentations) will help to increase knowledge of the subject and disseminate it internationally. This position will allow to develop strong skills in several fields (manufacturing and characterization of materials, radiation measurements, data processing) on a promising and current subject. The optimization of construction technological systems and the strong need for qualified people in durable solutions should provide several career opportunities, either industrial or research.

Host establishment

This work will be carried out in collaboration between the LMDC (Laboratory of Materials and Durability of Construction) and ICA (Institut Clément Ader) laboratories, that have local departments housed at the University of technology in Tarbes UTTO, in the South-West of France. The LMDC is a research laboratory specialized in the science of civil engineering materials and structures. It offers scientific solutions for the sustainable development and eco-responsible management of buildings, civil engineering infrastructures and housing. ICA is a research laboratory that focuses on the study of structures, systems and mechanical processes. Their works focus on behavior modeling, instrumentation and the study of the durability of the structures or products considered, mainly for aerospace and transport industry.

Requirements

Knowledge of bio-based materials and experience in materials characterization is required. Additional skills in the development of experimental testing devices and/or non destructive techniques would also be desirable. Applicants must demonstrate organizational and rigor qualities for planning and monitoring the different stages of the work. Also, they must be able to work independently and in a team within an international environment. Excellent English reporting and communication skills, as well as a proactive attitude towards solving problems are strongly needed.

Applicants must provide CV, covering letter and marks for diplomas obtained to Helene.Weleman@uttop.fr and Meryl.Lagouin@uttop.fr.

