

Proposition de Thèse

(English version below)

DEDHLE - Détermination Expérimentale de la Diffusivité Hydrique Locale des Écomatériaux de construction

Description du sujet de thèse

Le recours croissant aux matériaux de construction bio- et géo-sourcés s'inscrit dans la réduction de l'empreinte carbone du bâtiment, en diminuant les émissions liées aux matériaux conventionnels et en permettant le stockage de carbone biogénique (Le *et al.*, 2023). Les analyses de cycle de vie montrent que les parois en paille, chanvre ou bois présentent des émissions de gaz à effet de serre inférieures aux solutions minérales ou synthétiques, tout en contribuant à la circularité des ressources (Le *et al.*, 2023 ; Zieger *et al.*, 2025).

Les composites bio- et géo-sourcés (bétons végétaux, panneaux fibres, composites terre-fibres) se distinguent par une porosité multi-échelle et une forte affinité avec l'eau (Picandet *et al.*, 2013, 2017). Leur microstructure (géométrie et connectivité des pores) gouverne les propriétés hygrothermiques bien plus que la porosité totale, en contrôlant la capillarité (Amziane *et al.*, 2017 ; Picandet *et al.*, 2025), la perméabilité à la vapeur et la sensibilité de la conductivité thermique à l'humidité (Colinart *et al.*, 2020). L'augmentation de la teneur en eau dégrade ainsi les performances thermiques, la stabilité dimensionnelle et la durabilité biologique.

La caractérisation de l'état hydrique repose encore majoritairement sur des mesures globales (gravimétrie, courbes de sorption ISO 12571), qui fournissent une valeur moyenne sans rendre compte des gradients internes. Or les comportements observés sont fortement non linéaires, avec hystérésis et cinétiques lentes, rendant les modèles classiques insuffisants pour prédire les dynamiques transitoires ou cycliques (Reuge *et al.*, 2023).

Un verrou scientifique majeur tient donc au manque de données spatio-temporelles sur la distribution interne de l'eau dans ces écomatériaux hétérogènes en service. Bien que des techniques avancées (tomographie RX, RMN, imagerie neutronique) permettent une cartographie fine, elles restent lourdes et peu transposables aux mesures in situ.

Le projet de thèse DEDHLE vise à améliorer la compréhension et la modélisation du comportement hydrique des matériaux de construction bio- et géo-sourcés de la fabrication à l'usage. L'objectif est de caractériser la cinétique des transferts hydrique au sein d'écomatériaux représentatifs, en développant une instrumentation distribuée basée sur des capteurs capacitifs intégrés au matériau. Les dispositifs seront déployés lors d'essais (séchage, cycles humidification-séchage) et dans des conditions contrôlées.

Les travaux porteront principalement sur des matériaux terre crue et composites terre-fibres issus de filières locales bretonnes, en lien étroit avec des partenaires industriels, notamment l'entreprise Kellig Emren. Des matériaux bio-sourcés de référence viendront compléter l'étude afin de généraliser les résultats. Les données obtenues alimenteront la calibration et la validation de modèles hygrothermiques couplés.

Ces travaux, menés au sein de l'équipe DEMAT/PTR5 de l'IRDL (UMR CNRS 6027) sur le site de Lorient, feront l'objet de valorisations auprès de la communauté scientifique (rédaction de publications, participation à des conférences) et des acteurs socio-économiques du territoire breton.

Références bibliographiques

- Amziane S., *et al.* (2017) Round robin test for hemp shiv characterisation, in Bio-aggregates Based Building Materials: State-of-the-Art RILEM Report (ISBN 978-94-024-1031-0).
- Colinart, T., *et al.* (2020). Hygrothermal properties of light-earth building materials. Journal of Building Engineering, 29, 101134. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101134>
- Le, D., *et al.* (2023). Circular bio-based building materials: A literature review of case studies and sustainability assessment methods. Building and Environment. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110774>
- Picandet V. (2013) Characterization of Plant-Based Aggregates, in Bio-aggregate-based Building Materials - Applications to hemp concrete, Amziane S & Arnaud L (eds) ISTE, John Wiley & Sons, Inc., 27-74, (ISBN 978-1-84821-404-0).
- Picandet V (2017) Bulk Density and Compressibility, in Bio-aggregates Based Building Materials: State-of-the-Art RILEM Report (ISBN 978-94-024-1031-0).
- Picandet, V., *et al.* (2025) RILEM TC 275-HDB: results of interlaboratory testing for determining capillarity properties of hemp concrete, Mater Struct 58, 88, <https://doi.org/10.1617/s11527-025-02609-w>
- Reuge, N., *et al.* (2023). Hygrothermal transfers through a bio-based multilayered wall: Modeling study of different wall configurations subjected to various climates and indoor cyclic loads. Journal of Building Physics.
- Zieger, V., *et al.* (2025). Dynamic climate change assessment applied to structural building materials. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 3140, No. 13, p. 132023). IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/3140/13/132023>

Mots clés : Bâtiment ; Eco-construction ; Matériaux bio-sourcés ; Diffusion ; Transferts hydriques ; Instrumentation et suivi.

Profil du candidat

Le/la candidat(e) devra être titulaire d'un Master (Recherche ou Professionnel) ou d'un diplôme d'ingénieur. Afin de mener à bien cette thèse, il/elle candidat devra posséder des compétences fortes dans le ou les domaines suivants : Sciences et Génie des Matériaux - Génie Civil, Instrumentation. Il/elle devra avoir un goût prononcé pour les méthodes expérimentales et des aptitudes au calcul numérique. Une première expérience de stage en laboratoire de recherche sera appréciée.

Le/la candidat(e) devra maîtriser la lecture et la rédaction de publications scientifiques en anglais, utiliser la langue de manière efficace et s'exprimer précisément.

Conditions

Lieu : IRDL, Lorient, France

Durée du contrat : 3 ans (01/10/2026 – 30/09/2029)

Demande de financement en cours, salaire de l'ordre de 1750€ nets par mois.

Encadrement :

- Soizic Gibeaux (soizic.gibeaux@univ-ubs.fr), Maître de Conférences
- Vincent Picandet (vincent.picandet@univ-ubs.fr), Professeur des Universités

Acte de candidature

Le candidat doit **déposer sa candidature sur le site** <https://theses.doctorat-bretagne.fr/> **avant le 30 mars 2026** ainsi qu'auprès des futurs encadrants. Le dossier devra notamment inclure les pièces suivantes :

- CV du candidat
- Relevé de notes M1 et M2, ou équivalent
- Lettre de motivation du candidat
- Une lettre de recommandation

PhD Thesis Proposal

DEHLE - Experimental Determination of Local Moisture Diffusivity in Eco-Friendly Building Materials

Description of the PhD topic

The increasing use of bio-based and geo-based construction materials is part of the broader effort to reduce the carbon footprint of buildings, by lowering emissions associated with conventional materials while enabling biogenic carbon storage (Le *et al.*, 2023). Life-cycle assessments show that walls made of straw, hemp, or wood generate lower greenhouse gas emissions than mineral or synthetic solutions, while also contributing to resource circularity (Le *et al.*, 2023; Zieger *et al.*, 2025).

Bio- and geo-based composites (plant-based concretes, fibre panels, earth-fibre composites) are characterized by multi-scale porosity and a strong affinity for water (Picandet *et al.*, 2013, 2017). Their microstructure (pore geometry and connectivity) governs hygrothermal properties much more than total porosity, by controlling capillary effects (Amziane *et al.*, 2017; Picandet *et al.*, 2025), vapor permeability, and the sensitivity of thermal conductivity to moisture content (Colinart *et al.*, 2020). Increasing moisture content therefore degrades thermal performance, dimensional stability, and biological durability.

The characterization of the moisture state still relies mainly on bulk measurements (gravimetric methods, sorption curves according to ISO 12571), which provide average values without capturing internal gradients. However, the observed behaviors are strongly nonlinear, with hysteresis and slow kinetics, making conventional models insufficient to predict transient or cyclic dynamics (Reuge *et al.*, 2023).

A major scientific challenge therefore lies in the lack of spatio-temporal data on the internal distribution of water in these heterogeneous eco-materials under service conditions. Although advanced techniques (X-ray tomography, NMR, neutron imaging) allow fine mapping, they remain complex and difficult to transpose to in-situ measurements.

The DEHLE PhD project aims to improve the understanding and modeling of the moisture behavior of bio- and geo-based construction materials from manufacturing to in-service conditions. The objective is to characterize the kinetics of moisture transfer within representative eco-materials by developing distributed instrumentation based on capacitive sensors embedded within the material. These devices will be deployed during experimental campaigns (drying tests, wetting–drying cycles) under controlled conditions.

The work will mainly focus on raw earth materials and earth-fibre composites from local Breton supply chains, in close collaboration with industrial partners, particularly the company Kellig Emren. Reference bio-based materials will also be investigated to generalize the results. The collected data will be used for the calibration and validation of coupled hygrothermal models.

This research will be conducted within the DEMAT/PTR5 team at the IRDL (UMR CNRS 6027) in Lorient, France. Results will be disseminated to the scientific community (journal publications, conference presentations) and to socio-economic stakeholders in the Brittany region.

References

- Amziane S., *et al.* (2017) Round robin test for hemp shiv characterisation, in Bio-aggregates Based Building Materials: State-of-the-Art RILEM Report (ISBN 978-94-024-1031-0).
- Colinart, T., *et al.* (2020). Hygrothermal properties of light-earth building materials. Journal of Building Engineering, 29, 101134. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101134>
- Le, D., *et al.* (2023). Circular bio-based building materials: A literature review of case studies and sustainability assessment methods. Building and Environment. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110774>
- Picandet V. (2013) Characterization of Plant-Based Aggregates, in Bio-aggregate-based Building Materials - Applications to hemp concrete, Amziane S & Arnaud L (eds) ISTE, John Wiley & Sons, Inc., 27–74, (ISBN 978-1-84821-404-0).
- Picandet V (2017) Bulk Density and Compressibility, in Bio-aggregates Based Building Materials: State-of-the-Art RILEM Report (ISBN 978-94-024-1031-0).
- Picandet, V., *et al.* (2025) RILEM TC 275-HDB: results of interlaboratory testing for determining capillarity properties of hemp concrete, Mater Struct 58, 88, <https://doi.org/10.1617/s11527-025-02609-w>
- Reuge, N., *et al.* (2023). Hygrothermal transfers through a bio-based multilayered wall: Modeling study of different wall configurations subjected to various climates and indoor cyclic loads. Journal of Building Physics.
- Zieger, V., *et al.* (2025). Dynamic climate change assessment applied to structural building materials. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 3140, No. 13, p. 132023). IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/3140/13/132023>

Keywords : Building; Eco-construction; Bio-based materials; Diffusion; Moisture transfer; Instrumentation and monitoring.

Candidate profile

The candidate must hold a Master's degree (research or professional track) or an engineering degree. To successfully carry out this PhD project, the candidate should have strong skills in one or more of the following fields: Materials Science and Engineering, Civil Engineering, Instrumentation.

The candidate should have a strong interest in experimental methods and numerical modeling. Previous research internship experience will be appreciated.

The candidate must be able to read and write scientific publications in English, use the language effectively, and communicate precisely.

Working conditions

Location: IRDL, Lorient, France

Contract duration: 3 ans (01/10/2026 – 30/09/2029)

Funding application in progress; expected net salary approximately €1750 per month.

Supervision:

- Soizic Gibeaux (soizic.gibeaux@univ-ubs.fr), Associate Professor
- Vincent Picandet (vincent.picandet@univ-ubs.fr), Professor

Application procedure

The candidate must **submit their application on the website:** <https://theses.doctorat-bretagne-ubs.fr/> **before March 30, 2026**, and also contact the future supervisors.

The application files should include:

- Curriculum Vitae
- Academic transcripts (M1 and M2 or equivalent)
- Motivation letter
- One recommendation letter