

# THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

*Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes*

Spécialité : « *Génie Civil et Matériaux* »

Par

**Lara ALDAOU**

**« Étude expérimentale et numérique du comportement mécanique, hygrothermique et acoustique d'un nouveau éco-matériau à base de déchets plastiques »**

Thèse présentée et soutenue à Saint-Nazaire, Nantes Université, le 07 Octobre 2025

Unité de recherche : GeM- Institut de recherche en génie civil et mécanique-UMR CNRS 6183

## Rapporteurs avant soutenance :

Naima BELAYACHI  
Abdelhak KACI

Professeur des Universités, Université d'Orléans  
Maître de conférences, Université de CY Cergy

## Composition du Jury :

Président :

Examineur :

Camille MAGNIONT

Professeur des Universités, IUT DE TARBES

Directeur de thèse :

Co-Directeur de thèse :

Co- Encadrants de thèse :

Nordine LEKLOU  
Ouali AMIRI  
Nabil ISSAADI

Professeur des Universités, Nantes Université  
Professeur des Universités, Nantes Université  
Maître de conférences, Nantes Université

**Titre :** Étude expérimentale et numérique du comportement mécanique, hygrothermique et acoustique d'un nouveau éco-matériau à base de déchets plastiques

**Mots clés :** Valorisation des déchets, plastiques recyclés, propriétés hygrothermiques, conductivité thermique, Modèle Louikov

**Résumé :** Dans un contexte de transition vers une économie circulaire et de réduction de l'empreinte carbone du secteur du bâtiment, cette thèse s'inscrit dans une démarche de valorisation des déchets plastiques à travers le développement d'un matériau composite biosourcé, destiné à l'isolation hygrothermique et acoustique des parois. Le matériau proposé est élaboré à partir de chènevotte de chanvre, de liants minéraux (chaux ou ciment) et d'agrégats issus de plastiques recyclés (PVC, PE/PP, PUR, etc.), incorporés soit par substitution partielle des chènevottes, soit par ajout. L'objectif est de concevoir un éco-matériau présentant un compromis optimal entre performances thermiques, mécaniques, hydriques, acoustiques et durabilité environnementale. La méthodologie s'appuie sur une approche expérimentale rigoureuse et multidimensionnelle. Après caractérisation des matières premières, plusieurs formulations ont été réalisées, en variant le type et la proportion des plastiques recyclés. Les performances hygrothermiques ont été évaluées via des mesures de conductivité thermique, complétées par des essais pour l'étude hydrique. Les propriétés mécaniques (résistance à la compression et à la flexion) ont été analysées selon les normes en vigueur, et les performances acoustiques ont été étudiées à l'aide de mesures du coefficient d'absorption

Les résultats montrent que l'ajout contrôlé de plastiques recyclés permet, dans certaines configurations, d'améliorer la résistance mécanique, d'optimiser la tenue à l'eau et d'augmenter l'absorption acoustique. Par ailleurs, l'usage de la chaux comme liant favorise une meilleure compatibilité chimique avec les chènevottes et les plastiques, ce qui se traduit par de meilleures performances globales. Ces performances sont fortement influencées par la nature des plastiques et leur mode d'incorporation (substitution vs ajout). Le matériau développé présente ainsi un potentiel comme solution alternative et durable aux isolants conventionnels, tout en contribuant à la réduction des déchets plastiques. En conclusion, cette thèse propose une approche innovante de valorisation matière par la conception d'un éco-matériau multifonctionnel, dont les propriétés ont été évaluées de manière approfondie, ouvrant des perspectives concrètes pour la construction durable. Les données expérimentales obtenues ont également servi de base pour la mise en œuvre d'une modélisation numérique du transfert hygrothermique à l'aide du modèle de Louikov, permettant une meilleure compréhension des phénomènes couplés chaleur-humidité dans le matériau.

**Title :** Experimental and numerical study of the mechanical, hygrothermal and acoustic behavior of a new eco-material based on plastic waste

**Keywords :** Waste valorization, Recycled plastics, Hygrothermal properties, Thermal conductivity, Louikov model

**Abstract :** In the context of a transition toward a circular economy and the reduction of the carbon footprint in the construction sector, this thesis is part of a material recovery approach through the development of a bio-based composite material designed for hygrothermal and acoustic insulation of building envelopes. The proposed material is composed of hemp shiv, mineral binders (lime or cement), and recycled plastic aggregates (PVC, PE/PP, PUR, etc.), incorporated either by partial substitution of the hemp shiv or by addition. The objective is to design an eco-material offering an optimal balance between thermal, mechanical, moisture-related, and acoustic performance, as well as long-term environmental durability. The methodology is based on a rigorous and multidimensional experimental approach. Following the characterization of raw materials, several formulations were developed by varying the type and proportion of recycled plastics. Hygrothermal performance was assessed through thermal conductivity measurements, complemented by tests evaluating water absorption and moisture behavior. Mechanical properties (compressive and flexural strength) were analyzed according to relevant standards, and acoustic performance was evaluated using sound absorption coefficient measurements.

The results show that the controlled addition of recycled plastics can, in certain configurations, enhance mechanical strength, improve water resistance, and increase acoustic absorption. Furthermore, the use of lime as a binder promotes better chemical compatibility with both hemp shiv and plastic aggregates, resulting in improved overall performance. These performances are strongly influenced by the type of plastic and the incorporation method (substitution vs. addition). The developed material thus presents strong potential as a sustainable and innovative alternative to conventional insulation materials, while also contributing to plastic waste reduction. In conclusion, this thesis proposes an innovative approach to material recovery through the design of a multifunctional eco-material, whose properties were thoroughly evaluated, offering concrete prospects for sustainable construction. The experimental data obtained also served as a foundation for a numerical simulation of hygrothermal transfer using the Louikov model, allowing for a better understanding of the coupled heat and moisture transport phenomena within the material.