

Avis de Soutenance

Monsieur El-Hadj Oumar DIALLO

Génie civil

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Investigation hygro-thermo-mécanique de différents correcteurs thermiques standards et écologiques en considérant les effets de leurs conditions de cure

Soutenance prévue le **vendredi 24 avril 2026** à 14h00

Lieu : IUT Lyon 1 - département GCGP (amphithéâtre) 2-4, rue de l'Émetteur 69100 Villeurbanne
Salle :

Composition du jury proposé

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Mme Laurence CURTIL | Professeure des universités | Université Lyon 1 | Directrice de thèse |
| M. David CONCIATORI | Professeur des universités | INSA Strasbourg | Rapporteur |
| M. Salah-Eddine OULDBOUKHITINE | Maître de conférences | Université Clermont Auvergne | Rapporteur |
| Mme Elhem GHORBEL | Professeure des universités | CY Cergy Paris Université | Examinatrice |
| Mme Noémie PRIME | Maître de conférences | Université Savoie Mont-Blanc Chambéry | Examinatrice |
| Mme Stéphanie GIROUX | Professeure des universités | Université Lyon 1 | Examinatrice |
| M. Thomas SANCHEZ | Maître de conférences | Université Lyon 1 | Co-encadrant de thèse |
| M. Abdelkrim TRABELSI | Maître de conférences | Université Lyon 1 | Co-directeur de thèse |

Mots-clés : Isolation, Correcteur Thermique, Pisé

Résumé :

En France, l'évolution de la réglementation thermique des bâtiments vise à répondre aux enjeux climatiques actuels. Issue du Grenelle de l'environnement, cette dynamique encourage le développement de solutions innovantes pour réduire les déperditions thermiques, aussi bien dans les bâtiments neufs que dans le bâti ancien. La bio-rénovation de ces bâtiments constitue ainsi un enjeu majeur, notamment pour les constructions en terre à pisé, dont le comportement hygrothermique spécifique nécessite des matériaux compatibles. Dans ce contexte, la filière des matériaux biosourcés connaît un essor significatif, porté par les bénéfices environnementaux et économiques liés à la valorisation des déchets agricoles et à l'utilisation de ressources locales. Les correcteurs thermiques à base de granulats végétaux apparaissent comme une alternative pertinente aux isolants synthétiques conventionnels. Toutefois, le liant majoritairement employé

dans les agros-bétons, à savoir la chaux, présente une énergie grise relativement élevée, ce qui pourrait limiter son intérêt pour une application à grande échelle dans la rénovation énergétique. L'objectif de cette thèse est de développer un isolant biosourcé à faible impact environnemental, compatible avec le fonctionnement hygrothermique des bâtiments anciens, et plus particulièrement des parois en terre à pisé. Pour cela, une étude approfondie a été menée sur trois formulations de correcteurs thermiques intégrant des liants d'argile et à base de chaux, en s'intéressant notamment à l'influence des conditions de cure, encore peu documentée dans la littérature. La première étape de ce travail a porté sur la caractérisation physique des matériaux constitutifs à l'échelle élémentaire. Elle a permis de déterminer la masse volumique de l'argile utilisée dans les composites ainsi que celle de la terre entrant dans la composition du pisé. Cette phase a également conduit à la classification du granulats de chanvre et à l'identification de la teneur en argile respectivement par analyses granulométriques et par la mesure de la valeur au bleu de méthylène (VBS). La seconde étape a concerné la formulation, la fabrication et la conservation des correcteurs thermiques selon quatre conditions climatiques distinctes. L'objectif était à la fois de maîtriser la masse volumique des composites par compactage mécanique et d'évaluer l'impact des conditions de conservation sur leurs propriétés. Cette phase a permis une caractérisation à l'état frais, notamment par la mesure de la masse volumique apparente. La troisième étape a consisté à caractériser les composites durcis selon leurs propriétés hygrothermiques et mécaniques usuelles : conductivité thermique, résistance à la compression, perméabilité à la vapeur d'eau, isothermes de sorption et absorption d'eau capillaire. Les résultats montrent que le comportement hygrothermique des correcteurs thermiques dépend non seulement de la formulation mais aussi de la saison de mise en œuvre. Bien que leurs performances mécaniques restent relativement faibles et se situent à la limite des seuils définis par l'Association Construire en Chanvre (CenC), leurs propriétés hygrothermiques apparaissent adaptées à une utilisation en rénovation énergétique des parois en terre à pisé. Enfin, une quatrième étape a porté sur la mise en œuvre des correcteurs thermiques en isolation de murets en terre à pisé, et sur leur comparaison avec un isolant synthétique conventionnel. Une étude expérimentale du comportement hygrothermique des murets, soumis à des remontées capillaires et alimentés en eau de manière constante, a été réalisée. Les mesures de flux d'eau mettent en évidence une évaporation à travers le correcteur thermique, confirmant ainsi sa compatibilité avec la perspiration des parois en terre à pisé.

Summary:

In France, changes to building thermal regulations aim to address current climate issues. Stemming from the Grenelle Environment Forum, this initiative encourages the development of innovative solutions to reduce heat loss in both new and old buildings. The bio-renovation of these buildings is therefore a major challenge, particularly for rammed earth constructions whose specific hygrothermal behavior requires compatible materials. In this context, the bio-based materials sector is experiencing significant growth, driven by the environmental and economic benefits associated with the recovery of agricultural waste and the use of local resources. Thermal correctors based on plant aggregates appear to be a relevant alternative to conventional synthetic insulators. However, the binder most used in agro-concrete, namely lime, has relatively high embodied energy, which could limit its appeal for large-scale application in energy renovation. The aim of this thesis is to develop a bio-based insulation material with low environmental impact that is compatible with the hygrothermal behavior of old buildings, particularly rammed earth walls. To this end, an in-depth study was conducted on three formulations of thermal correctors incorporating clay and lime-based binders, focusing on the influence of curing conditions, which is still poorly documented in the literature. The first stage of this work focused on the physical characterization of the constituent materials at the elementary level. It enabled the density of the clay used in the composites to be determined, as well as that of the earth used in the rammed earth. This phase also led to the classification of hemp aggregate and the identification of clay content through particle size analysis

and measurement of the methylene blue value (MBV), respectively. The second stage involved formulating, manufacturing, and storing thermal correctors under four different climatic conditions. The aim was to control the density of the composites through mechanical compaction and to assess the impact of storage conditions on their properties. This phase enabled characterization in the fresh state, by measuring the apparent density. The third stage consisted of characterizing the cured composites according to their usual hygrothermal and mechanical properties: thermal conductivity, compressive strength, water vapor permeability, sorption isotherms, and capillary water absorption. The results show that the hygrothermal behavior of thermal correctors depends not only on their formulation but also on the season in which they are used. Although their mechanical performance remains relatively low and is at the limit of the thresholds defined by the Association 'Construire en Chanvre (CenC)', their hygrothermal properties appear to be suitable for use in the energy renovation of rammed earth walls. Finally, a fourth stage focused on the implementation of thermal correctors in the insulation of rammed earth walls and their comparison with conventional synthetic insulation. An experimental study was conducted on the hygrothermal behavior of the walls, which were subjected to capillary rise and constantly supplied with water. Water flow measurements revealed evaporation through the thermal corrector, confirming its compatibility with the breathability of rammed earth walls.