

## HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **25 mars 2026**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur TRABELSI Abdelkrim**

Titre des travaux : *Contribution à l'étude des transferts hygrothermiques du matériau poreux au bâtiment : caractérisation, analyse et conception*

### Résumé



Ce mémoire présente une synthèse de mes activités de recherche menées sur le thème des transferts hygrothermiques dans le bâtiment, en particulier dans les matériaux poreux de construction. Ces travaux s'inscrivent dans le contexte de la transition énergétique et environnementale du secteur du bâtiment, qui représente environ 43% de la consommation énergétique et 15.5% des émissions de gaz à effet de serre en France. La démarche scientifique développée s'articule autour de trois axes complémentaires : la modélisation et simulation numérique multiéchelle des phénomènes de transfert, l'expérimentation multiéchelle pour la caractérisation et l'analyse, et la conception de matériaux pour le développement durable. Sur le plan de la modélisation, une méthodologie couplant approche physique et analyse adimensionnelle a été développée. Un modèle de transferts couplés de chaleur et d'humidité (HAM) a été implémenté et validé dans le cadre du benchmark numérique HYGRO-BAT, impliquant plusieurs partenaires académiques et industriels. L'analyse adimensionnelle du modèle et l'étude des surfaces de réponse des nombres sans dimension permettent d'identifier les mécanismes de transfert dominants en fonction de l'état hygrothermique du matériau, offrant ainsi un outil d'aide à la conception des enveloppes de bâtiment. Sur le plan expérimental, des méthodes de caractérisation des propriétés de transport ont été développées aux échelles du matériau et de la paroi. Une approche d'identification inverse de la diffusivité et de la conductivité hydriques a été proposée et validée. Un modèle de sorption et de rétention capillaire, fondé sur une description probabiliste de la distribution des tailles de pores, a été élaboré. Le banc expérimental « Describe », développé dans le cadre du projet ANR HYGRO-BAT, a permis de produire des jeux de données de référence pour la validation des modèles HAM à l'échelle de la paroi. Sur le plan de la conception de matériaux, deux familles ont été étudiées : les éco-bétons à base de poudre de verre recyclé et les isolants biosourcés à base de paille de riz. Pour les éco-bétons, l'influence de la substitution partielle du ciment par de la poudre de verre et de la fumée de silice sur les propriétés mécaniques et hygrothermiques a été caractérisée. Pour les isolants biosourcés, des composites à base de fibres de paille de riz liées par des polysaccharides naturels (alginate de sodium, chitosane) ont été développés, présentant des performances d'isolation thermique compétitives. Les perspectives de recherche s'orientent vers la rénovation hygrothermique des bâtiments en terre et la lutte contre la surchauffe urbaine, en s'appuyant sur le couplage entre matériaux poreux à propriétés hygrothermiques optimisées et systèmes de régulation des ambiances.