



AVIS DE PRESENTATION DE THESE EN SOUTENANCE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME NATIONAL DE DOCTEUR

Monsieur Ferhat BENMAHIDDINE

Présentera ses travaux intitulés :

« Etudes des Transferts couplés de chaleur, d'air et d'humidité par des techniques de changement d'échelle (microscopique-macroscopique) : Application à l'évaluation de la performance énergétique et la durabilité des matériaux de construction »

Spécialité : Génie Civil

Le 8 décembre 2020 à 13h30

Lieu :

En visioconférence depuis le Pôle communication, Multimédia et Réseaux

**La Rochelle Université
Pôle Communication, Multimédia et Réseaux
Amphithéâtre Michel Crépeau
44 Av. Albert Einstein
17000 LA ROCHELLE**

**Mme ABAHRI Kamilia
M. BACHIR BOUIADJRA Mohamed
M. BELARBI Rafik
M. BERGER Julien (Invité)
M. CHELOUAH Nasser
M. GUESSAMA Sofiane
Mme HATTAB Mahdia
M. TAHAKOURT Abdelkader
M. YAHIA Ammar**

Composition du jury :
**Maître de conférences, ENS Paris Saclay
Professeur, Université de Sidi Bel Abbes
Professeur, La Rochelle Université
Chargé de recherche, La Rochelle Université
Professeur, Université de Béjaïa
Chargé de recherche, HDR, INRAE Nantes
Professeure, Université de Lorraine
Professeur, Université de Béjaïa
Professeur, Université de Sherbrooke**

Résumé :

Ce travail a pour objectif l'étude des transferts de chaleur, d'air et d'humidité au sein des matériaux biosourcés. La prise en compte de l'incidence des phénomènes de vieillissement, du gonflement et de l'hystérésis dans la modélisation numérique et expérimentale de ces mécanismes au sein des éco-matériaux d'enveloppe du bâtiment tels que le béton de chanvre et le béton de lin a été entreprise.

Sur le volet expérimental, une campagne de caractérisation fine a été effectuée au laboratoire. Le but de cette dernière est d'étudier, d'une part, les performances de ces matériaux à l'état sain pour pouvoir ensuite analyser leur réponse face à des sollicitations climatiques extrêmes, par l'application des protocoles de vieillissement accéléré (immersion/séchage, immersion/gel/séchage et humidification / séchage). Et d'autre part, de mettre en évidence l'impact de ces derniers sur l'évolution des propriétés des matériaux et sur le comportement hygrothermique et mécanique des bâtiments. L'analyse des résultats a montré que les propriétés thermo-hydro-mécaniques du béton de chanvre dépendent de sa microstructure et principalement de la cohésion de l'interface liant/chênevotte. Aussi, les observations par microscopie numérique et par la microscopie électronique à balayage ont mis en exergue l'apparition de fissures au niveau des interfaces et une augmentation maximale de 6% de la porosité totale. Ces changements de la microstructure ont engendré :

- (i) Une réduction des valeurs : du facteur de la résistance à la diffusion d'humidité, du tampon hydrique (MBV) et celle de la résistance à la compression (-51%) ;
- (ii) Une augmentation de la perméabilité à la vapeur d'eau (+38%) et de la profondeur de pénétration. L'analyse chimique effectuée sur les solutions d'immersion a confirmé la présence du Calcium, du Potassium et du Magnésium. Ces derniers résultent de la dissolution et de la lixiviation de certains hydrates initialement présents dans la matrice solide. Par ailleurs, l'analyse thermogravimétrique (ATG) a montré que la chènevotte et le liant, qu'ils soient vieillies ou non, présentent le même comportement à haute température.

Sur le volet numérique, un modèle de transferts couplés de chaleur, d'air et d'humidité a été développé puis validé en comparant les résultats des simulations obtenues avec ceux issus des expérimentations réalisées au laboratoire. L'avantage de ce modèle réside dans le fait que tous ses paramètres d'entrées ont été considérés variables en fonction de la température et de l'état hydrique du matériau. Leur détermination a été rendue possible grâce aux bancs d'essais disponibles au laboratoire. Les propriétés vieillies et non vieillies obtenues lors de la phase de caractérisation ont été utilisées pour implémenter le modèle et étudier ainsi l'incidence du vieillissement sur le comportement hygrothermique de diverses configurations du béton de chanvre. Les résultats ont révélé des écarts sensibles entre les valeurs des humidités relatives d'environ 18%. De même, la prédiction des déformations de ces matériaux biosourcés issues des sollicitations hygrothermiques a été effectuée suite à la prise en compte, dans la modélisation, des effets mécaniques. La validation du modèle ainsi obtenu a été effectuée moyennant le recours à une approche microscopique basée sur l'observation par micro-tomographie aux rayons X conjuguée à l'utilisation des techniques de traitement d'image (2D).

Enfin, la prise en compte du phénomène d'hystérésis d'adsorption et de désorption a été également entreprise à différentes échelles : matériau-paroi-bâtiment. Cela a permis non seulement d'améliorer la qualité de la prédiction des modèles numériques du comportement hygrothermique de ces matériaux, mais aussi de mettre en évidence les effets de ce phénomène sur les performances énergétiques et environnementales des bâtiments.