

Procédure expérimentale appliquée à l'identification des propriétés hygrothermiques des matériaux de construction par méthode non destructive

Fatima EL MANKIBI^(1*), Yacine AIT OUMEZIANE⁽¹⁾, Valérie LEPILLER⁽¹⁾, Marina GASNIER⁽²⁾, Philippe DESEVAUX⁽¹⁾

CONTEXTE

- Transition énergétique : le secteur du bâtiment représente un fort potentiel d'économie d'énergie.
- Patrimoine industriel : la reconversion des édifices industriels nécessite une meilleure connaissance de leurs matériaux de construction.

OBJECTIFS

- Evaluation d'une méthode de caractérisation non destructive par validation croisée des propriétés hygrothermiques des matériaux de construction.

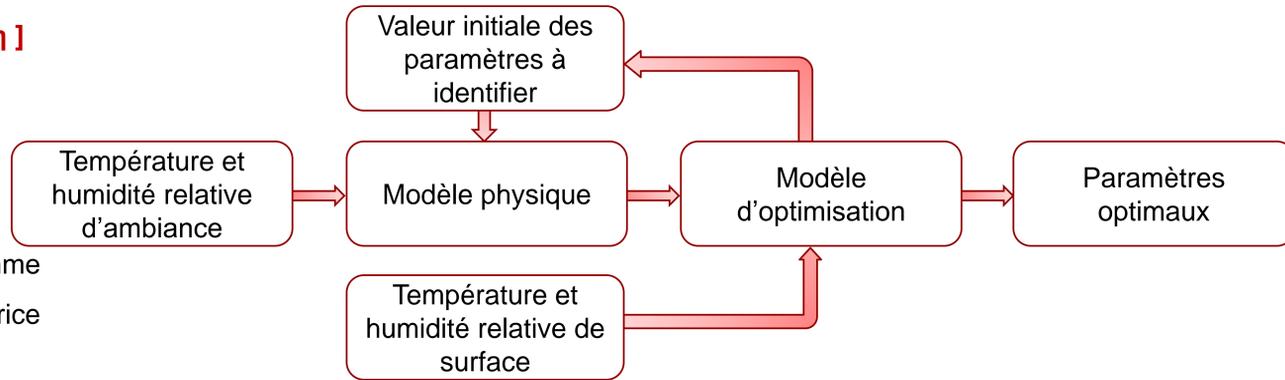
FORMULATION DU PROBLÈME

- Paramètres à identifier : $[\rho_0, c_0, u_{sat}, \lambda_0, A, \mu_0, \alpha, \eta]$

- Modélisation 1D des transferts hygrothermiques^[1]

- Méthodologie de caractérisation: validation croisée^[2]

- Modèle d'optimisation : ALEMBERT, basé sur l'algorithme de Levenberg-Marquardt avec la mise à jour de la matrice jacobienne par la méthode de Broyden^[3]

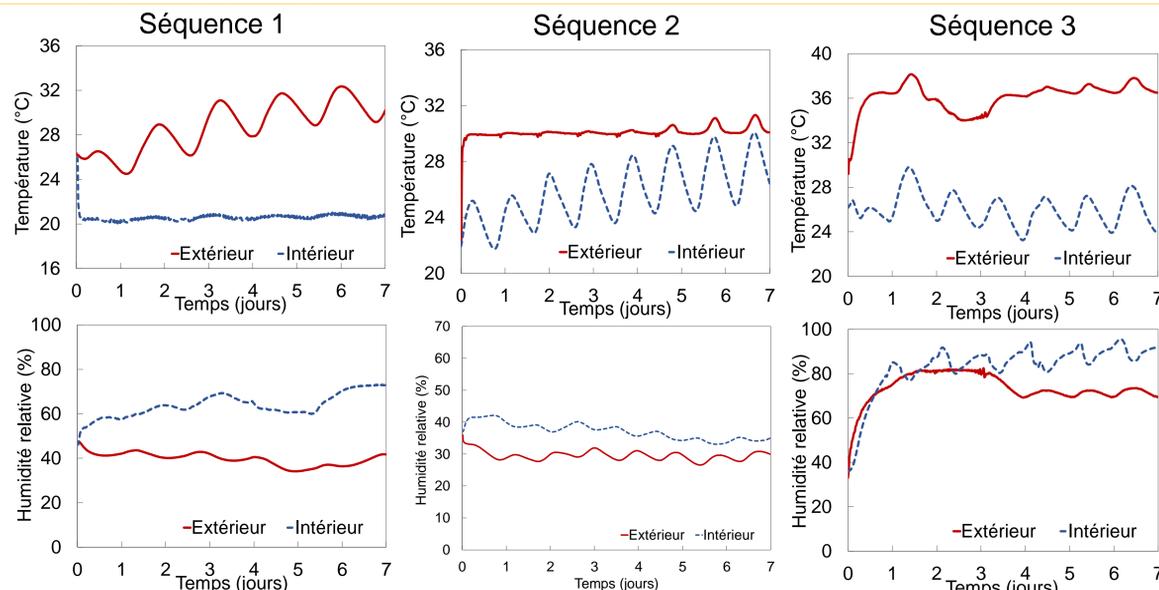


DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

- Paroi étudiée : fibre de bois
- Capteurs : thermo-hygromètres enregistreurs
- Précision : $\bullet 0,2^\circ\text{C}$ température
 $\bullet 2,5\%$ humidité relative
- Temps d'acquisition : 15 min
- Durée des essais : 7 jours
- Consignes imposées :
 - Séquence 1 : $\Delta T \neq 0$ et $\Delta P_v \neq 0$
 - Séquence 2 : $\Delta T \neq 0$ et $\Delta P_v = 0$
 - Séquence 3 : $\Delta T \neq 0$ et $\Delta P_v \neq 0$

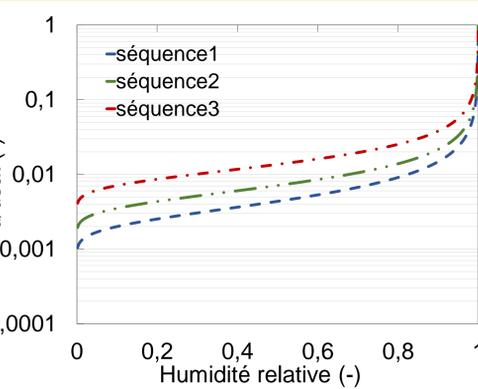


Enceinte biclimatique

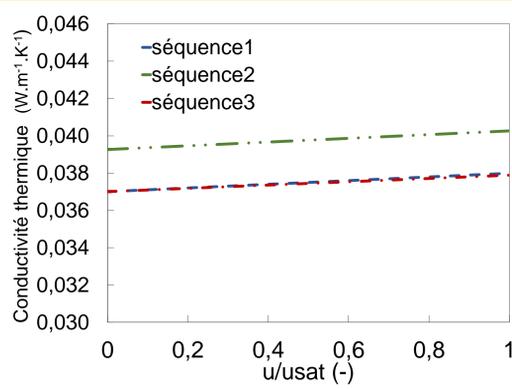


Evolution de la température et de l'humidité relative des surfaces intérieure et extérieure de la paroi.

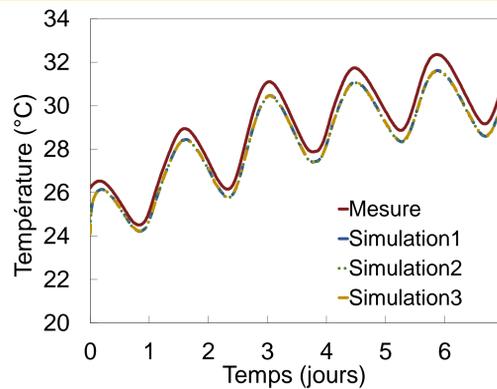
RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS



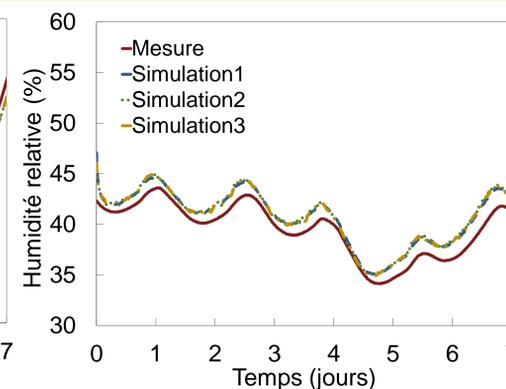
Isotherme de sorption



Evolution de la conductivité thermique



Evolution de la température et de l'humidité relative de la surface extérieure de la paroi



- L'isotherme de sorption est fortement influencée par les conditions climatiques imposées.

- Pour la conductivité thermique, les évolutions obtenues pour les trois séquences présentent des différences très faibles.

- Le résultat obtenu à partir de la résolution du problème inverse a la même allure que les mesures de température et d'humidité relative.

- La variabilité des paramètres hygrothermiques obtenus montre que la modélisation choisie du problème direct nécessite d'être enrichie.

PERSPECTIVES

- Utiliser une méthode stochastique pour résoudre le problème d'optimisation
- Enrichir le modèle physique utilisé en prenant en compte les phénomènes négligés tels que la diffusion liquide et le phénomène d'hystérésis
- Confronter les résultats obtenus par la méthode non destructive à ceux de la méthode destructive
- Appliquer la méthode de caractérisation *in situ* sur un ancien atelier industriel de valeur patrimoniale

RÉFÉRENCES

- Y. Ait Oumeziane. Evaluation des performances hygrothermiques d'une paroi par simulation numérique : application aux parois aux bétons de chanvre. Thèse. Université Européenne de Bretagne - Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (2013).
- S. Rouchier. Solving inverse problems in building physics: An overview of guidelines for a careful and optimal use of data. Energy Build. (166) (2018), pp. 178 - 195
- J. Jamal, Y. Ait Oumeziane, V. Lepiller, M. Gasnier, P. Desevaux. Méthodologie pour une meilleure connaissance des matériaux du patrimoine industriel. Congrès National de la Recherche des IUT (CNRIUT2017). Auxerre. France (2017).