

Approche expérimentale et modélisation hygrothermique de matériaux géosourcés et biosourcés soumis à des sollicitations climatiques transitoires

DARNON Lucas¹, MONTERO Cédric¹, UWIZEYIMANA Placide², CEVAER Franck¹, CHRYSOCHOOS André¹

¹LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France

²LMGC, Univ. Montpellier, IMT Mines Ales, CNRS, Ales, France



Contexte et objectifs

- ❖ Secteur du bâtiment responsable d'environ **37 % des émissions mondiales de GES [1]**
- ❖ **Baisse et variabilité des précipitations, intensification des vagues de chaleur et des températures plus extrêmes** dans le bassin méditerranéen rendant les hypothèses stationnaires de la RE2020 insuffisantes
- ❖ **Etudier les transferts hygrothermiques couplés** de matériaux biosourcés et géosourcés afin d'optimiser la performance énergétique, prévenir des pathologies et améliorer le confort des occupants

Méthodologies & dispositifs expérimentaux



Caractérisation des matériaux

Pierre de Luget

Paille



Fibre de bois

Laine de verre

Conductivité, chaleur spécifique, masse volumique, perméabilité à la vapeur, coefficient d'absorption capillaire, teneur en eau à saturation et pente de l'isotherme de sorption : Valeurs intégrées dans les simulations numériques

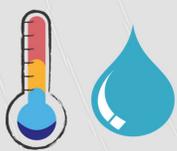


Etude du comportement hygrothermique des parois

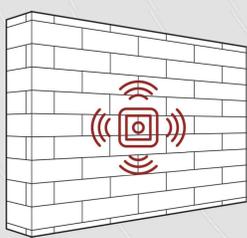
EXT

PAROIS

INT



T° et HR



T° et HR

Comprendre expérimentalement le comportement des parois à travers des essais en conditions climatiques contrôlées avec la mise en place de **capteurs hygrothermiques** dans les ambiances, aux interfaces et à l'intérieur des matériaux

Références

- [1] Zhang, S., Ma, M., Zhou, N., Yan, J., 2024. GLOBUS: Global building renovation potential by 2070. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.04133>
- [2] Künzle, H. M. (1995). Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components – One - and Two-Dimensional Calculation Using Simple Parameters. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

Simulations numériques

Modèle de diffusion de la chaleur

$$D = \frac{\lambda}{\rho \times Cp} \left[\frac{m^2}{s} \right]$$

Conductivité thermique

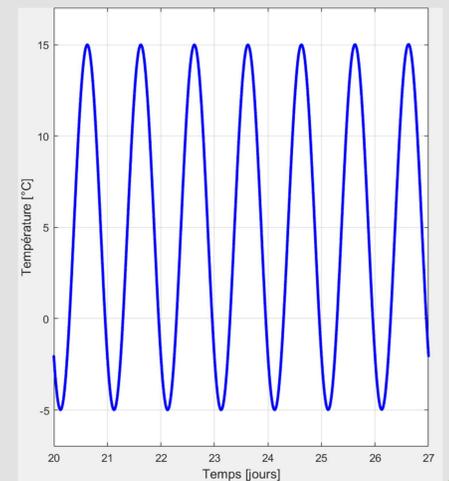
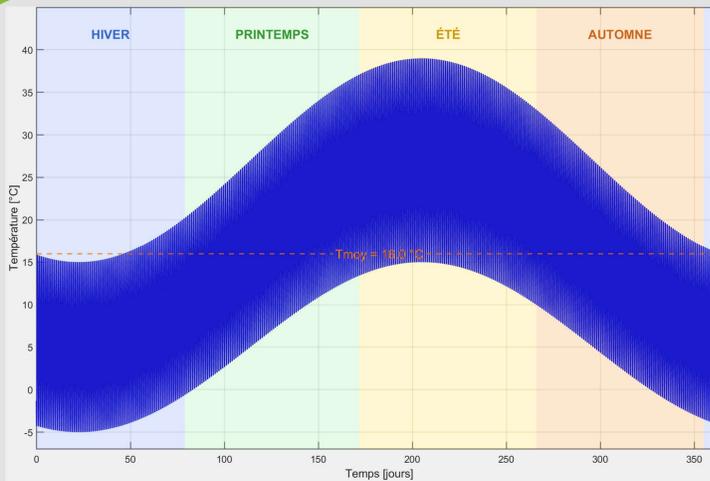
$$\lambda \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

Capacité thermique volumique

$$\rho \times Cp \left[\frac{kJ}{m^3 \cdot K} \right]$$

Analyser le rôle de la **conductivité thermique** et de la **capacité thermique volumique** dans la réponse des matériaux aux variations de températures extérieures (**journalières, saisonnières, annuelles**)

Variations annuelles (à gauche) et journalières (à droite) de la température extérieure en climat méditerranéen

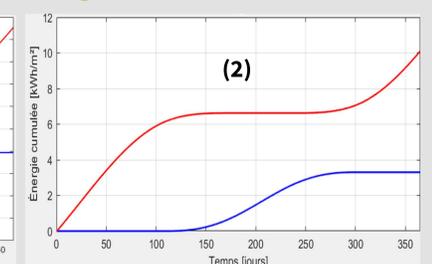
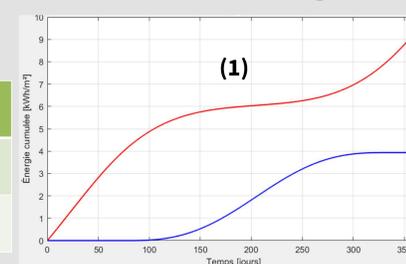


Résultats, discussions & perspectives

Simulation : Graphes des évolutions de l'énergie cumulée de climatisation (en bleu) et de chauffage (en rouge) sur une année

Pour une température intérieure fixée à 20°C et une épaisseur de 20 cm

Paroi monocouche	λ [W/(m.K)]	$\rho \times Cp$ [kJ/(m3.K)]
Laine de verre (1)	0.032	25
Fibre de Bois (2)	0.039	231



Expérimentation : Graphes des évolutions de température en °C (à gauche) et de la pression de vapeur en Pa (à droite)

EXT

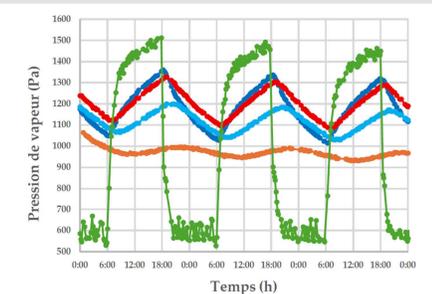
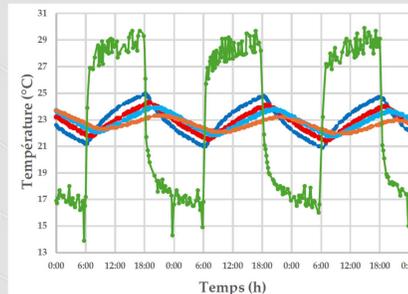
PIERRE DE LUGET

INT

6h à 18h (jour)
T : 30°C
HR : 35%
18h à 6h (nuit)
T : 16°C
HR : 25%



T : 22°C
HR : 35%

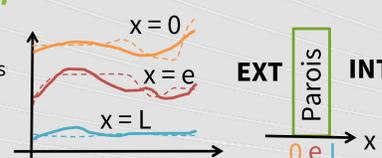


Perspectives

Comparaison des résultats : expérimentation et simulation

$$HR = \frac{p_v}{p_{vs}}$$

- Légendes :**
 x Capteurs hygrothermiques
 — Expérimentation
 - - - Simulation



Modèle hygrothermique de Künzle [2]

$$\left\{ \begin{aligned} \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + L_v \frac{\partial}{\partial x} \left(\delta_p \frac{\partial}{\partial x} (H_r p_{vs}) \right) \\ \frac{\partial w}{\partial t} \frac{\partial H_r}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(K_l \frac{\partial H_r}{\partial x} + \delta_p \frac{\partial}{\partial x} (H_r p_{vs}) \right) \end{aligned} \right.$$



Contact : lucas.darnon@umontpellier.fr

