

Estimation des propriétés hygriques d'un béton de chanvre dans le domaine hygroscopique par méthode inverse

Julien ARNAUD - doctorant 2^{ème} année au LGCGM

Encadrement :

DIRECTRICE - Florence COLLET - LGCGM, Université de Rennes
CO-DIRECTEUR - Thibaut COLINART - IRDL, Université Bretagne Sud
CO-ENCADRANTE - Marjorie BART - LGCGM, Université de Rennes

INTRODUCTION : Méthode inverse développée au LGCGM (Khaled, 2024)

Une **méthode inverse** permet de retrouver les causes à partir des effets observés. Pour celle développée au LGCGM, les effets observés correspondent aux données expérimentales d'un essai MBV et les causes à retrouver sont les paramètres hygriques : **les isothermes de sorption et la perméabilité à la vapeur d'eau**.

Paramètres identifiés :

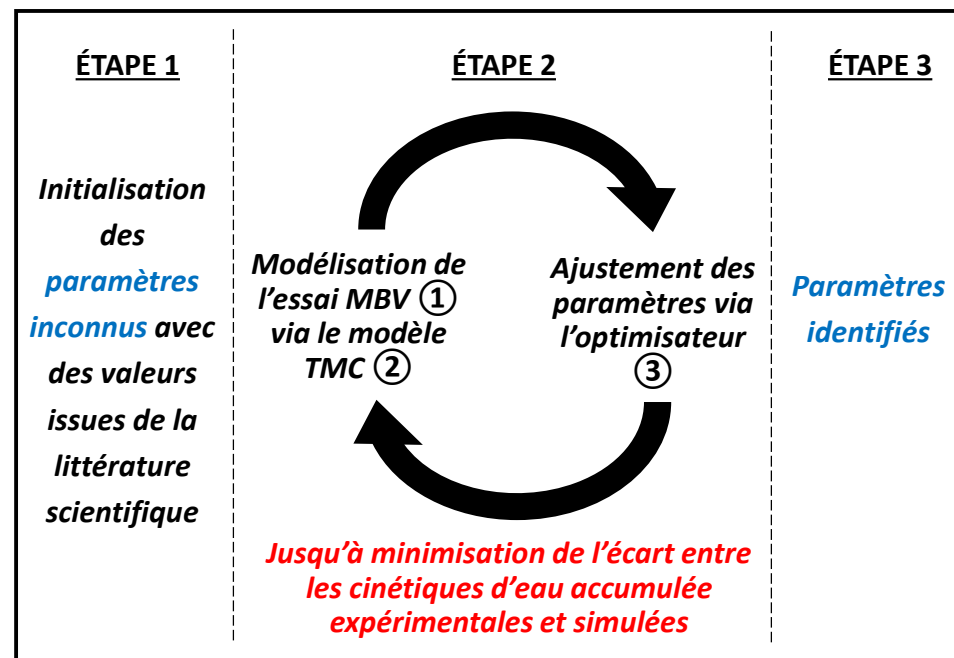
Isothermes de sorption modélisées selon le modèle de VG (Van Genuchten, 1980), avec ou sans hystérésis → α et η sont les paramètres d'ajustement identifiés

Perméabilité à la vapeur d'eau δp identifiée **constante** sur toute la plage d'humidité

$$w(\varphi) = w_{sat} * \left(\alpha \frac{R * T}{M_l * g} * Ln(\varphi) \right)^{\eta} * \left(1 - \frac{1}{\eta} \right)$$

Modèle de VG

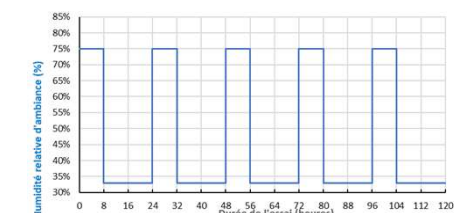
Description de la méthode inverse TMC,id



- ③ Algorithme d'optimisation Trust-Région
Méthode des moindres carrés

- ① Moisture Buffer Value (Rode et al, 2005) : essai hygrique dynamique sur 5 jours. Stabilisation à 23°C 50% HR puis consigne ci-contre.

Les échantillons sont étanchés sur toutes les faces sauf une, afin d'avoir une seule face qui adsorbe/désorbe. Le suivi massique permet de suivre l'adsorption / la désorption



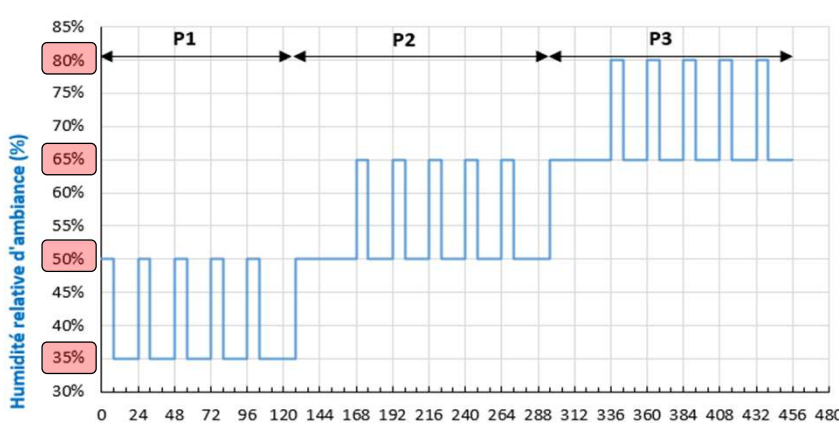
Consigne essai MBV

- ② Le modèle TMC (transfert de masse et de chaleur) est un code de calcul en 1D basé sur les équations de (Künzel, 1995) (Moissette et Bart, 2009), avec intégration du phénomène d'hystérésis (Aït Oumeziane et al, 2014)

MATÉRIAUX ET MÉTHODES : Poursuite du développement de la méthode inverse via un nouvel Essai Hygrique Dynamique (EHD)

Objectifs :

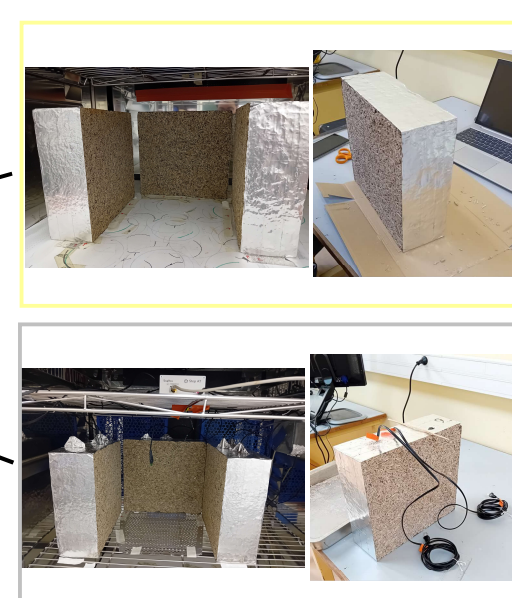
- ① Identifier $\delta(\phi)$ → Avec plusieurs paliers d'identification
- ② Explorer une gamme d'humidité plus large
- ③ Evaluer la qualité de l'identification sans et avec hystérésis



Consigne essai EHD



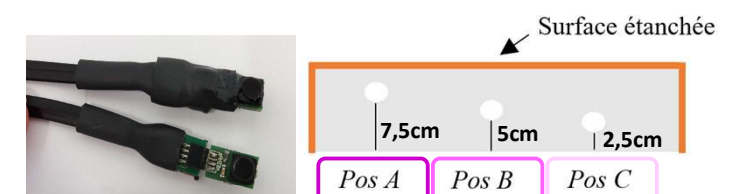
Armoire climatique pour l'essai EHD



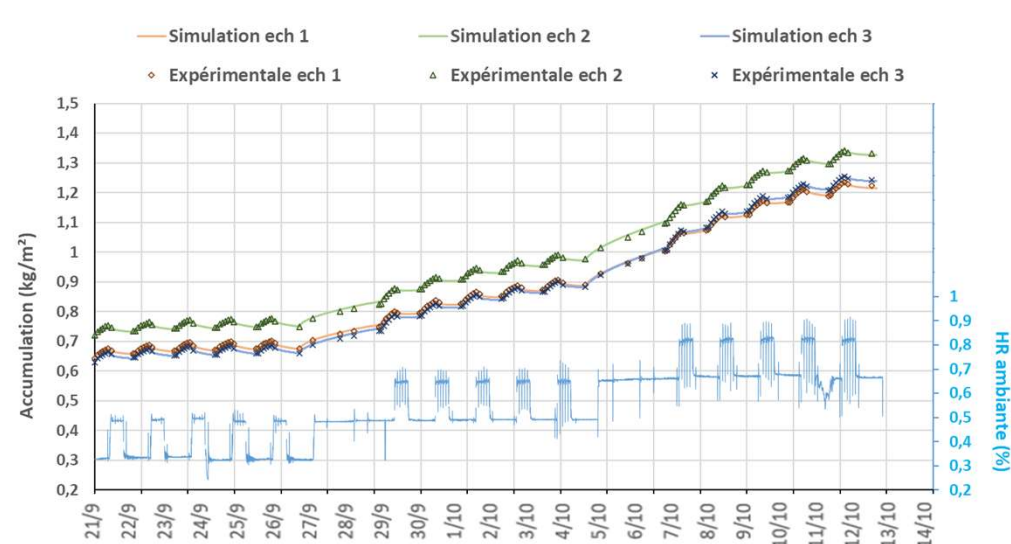
6 briques de béton de chanvre
Dimensions : 30*30*10 cm³

3 briques font l'objet d'un suivi massique afin d'identifier les paramètres par méthode inverse

3 briques sont instrumentées avec des capteurs de température et d'humidité SHT35 répartis dans l'épaisseur du béton de chanvre. Cette instrumentation permet de calculer l'évolution de la pression de vapeur.



RÉSULTATS : Identification et comparaison avec les données expérimentales



Cinétiques d'accumulation d'eau expérimentales et simulées
Ambiance mesurée dans l'armoire climatique (HR %)

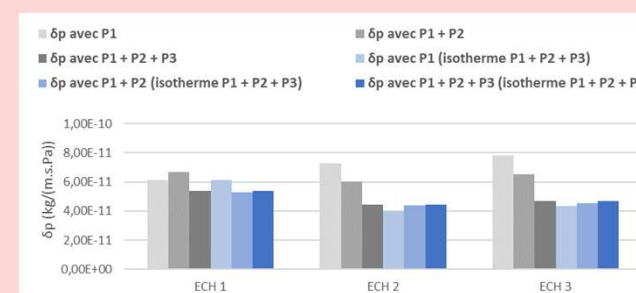
Comparaison avec les données expérimentales

$$P_v = HR \times 610,78 \exp\left(\frac{17,08}{234,18 + T}\right)$$

Application de la méthode inverse

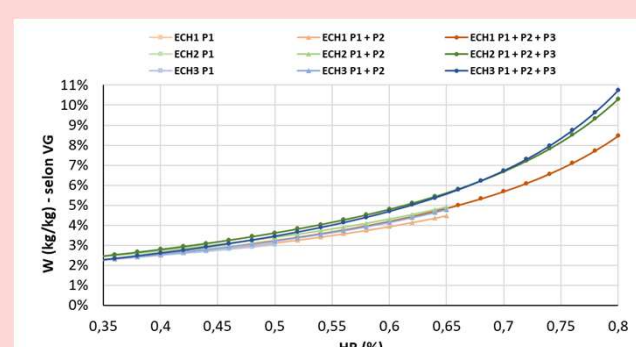
Identification Sans hystérésis

①



Perméabilité à la vapeur d'eau identifiée

②



Isothermes identifiées sans hystérésis

Perméabilité à la vapeur d'eau croissante dans le domaine hygroscopique

Isothermes cohérentes avec la littérature scientifique

Pression de vapeur simulée sous-estimée sans hystérésis

Pression de vapeur simulée surestimée avec hystérésis
Meilleure adéquation avec les données exp

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Conclusions :

- Isothermes et perméabilité cohérentes avec la littérature scientifique
- Résultats sur les cinétiques de pression de vapeur mitigés sans hystérésis, satisfaisants avec hystérésis

Perspectives :

- Identifier la relation $\delta=f(\phi)$
- Explorer le domaine pendulaire (> 80% HR)

FINANCEMENTS & LABORATOIRES

