



Benchmark B2: Transferts couplés thermiques et hygriques au sein d'une paroi

Christophe Lanos, Nicolas Reuge, S. Amziane

1 Introduction

L'objectif de ce benchmark est de modéliser le comportement hygrothermique d'une paroi multicouche réalisée avec des composites biosourcés à partir de champs de température et d'hygrométrie relevés au sein de la paroi exposée à un climat donné. A cette fin, des méthodes d'ajustement ou des méthodes inverses peuvent être utilisées pour identifier les paramètres caractéristiques des transferts.

Le modèle identifié va ensuite permettre de construire la réponse de la paroi pour une sollicitation donnée. Le cas de variations cycliques de l'humidité relative est envisagé.

La confrontation des résultats proposés par les participants doit alimenter la discussion sur les modèles et les codes de calcul hygrothermique 1D adaptés au cas des matériaux biosourcés présentant généralement un comportement hygrique particulier.

2 Configuration de la paroi et propriétés des matériaux

2.1 Configuration de la paroi

Le cas retenu pour l'étude correspond à une paroi de béton de chanvre enduite sur ses deux faces :

- à l'extérieur, un enduit chaux-chanvre nommé ENCHCH, d'épaisseur 20 mm,
- un béton de chanvre nommé HCRETE, d'épaisseur 150 mm,
- et à l'intérieur, un enduit argile-chanvre nommé ENARCH, d'épaisseur 15 mm.

L'épaisseur totale L de la paroi est donc de 18,5 cm. La configuration de cette paroi est schématisée sur la Figure 1. La position $X = 0$ correspond à la face externe de la paroi.

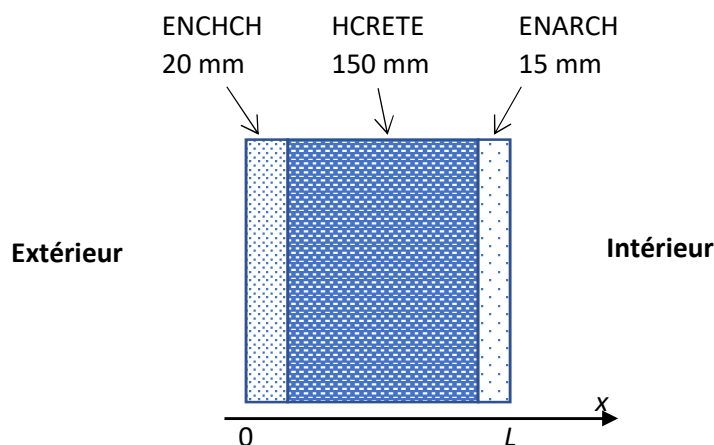


Figure 1 : schématisation de la paroi

2.2 Propriétés des matériaux

Certaines propriétés des matériaux ont été déterminées à sec (*i.e.* teneur en eau nulle) à une température de 23°C. Les valeurs sont données dans le tableau 1 : les masses volumiques ρ_0 , les porosités ε_0 , les coefficients de résistance à la diffusion de la vapeur μ_0 , les conductivités thermiques λ_0 et les capacités thermiques massiques Cp_0 .

Les données indiquées correspondent à des valeurs caractéristiques généralement indiquées par le fabricant dans ses fiches techniques.

	ρ_0 (kg.m ⁻³)	ε_0 (-)	μ_0 (-)	λ_0 (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)	Cp_0 (J.kg ⁻¹ .K ⁻¹)
ENCHCH	530	0.546	9	0.13	1006
HCRETE	405	0.675	4	0.105	1250
ENARCH	1392	0.294	10	0.625	1040

Table 1 : propriétés des matériaux à sec et à $T = 23^\circ\text{C}$

S'ajoutent également quelques données de sorption. Les teneurs en eau pour chaque matériau, à 80% de HR suivant les isothermes d'adsorption sont de :

ENCHCH : 31,1 kg.m⁻³

HCRETE : 22,1 kg.m⁻³

ENARCH : 19,9 kg.m⁻³

Les couches d'enduit sont appliquées directement sur le béton de chanvre. Le contact est donc jugé parfait entre les couches.

La paroi est protégée de la pluie.

3 Conditions initiales et aux limites

3.1 Conditions initiales

Le conditionnement des matériaux utilisés pour réaliser la paroi, les conditions de mise en œuvre et le vécu de la paroi avant la phase de mesure ne sont pas maîtrisés. En conséquence la teneur en eau initiale des matériaux ne peut être connue.

3.2 Conditions aux limites

La face intérieure de la paroi est soumise à une ambiance régulée chaude et relativement sèche. La face extérieure de la paroi est soumise à un climat hivernal, froid et humide de type Normand. Une période de 18 jours est étudiée. Cette période suit une période de plus d'un mois de climat semblable.

Les données météorologique (température et humidité relative) ont été mesurées à proximité de la paroi. De même, l'ambiance intérieure (température et humidité relative) est connue. La face extérieure de la paroi est soumise à un rayonnement solaire intermittent. Le flux radiatif solaire a pu être mesuré. L'ensemble des données est regroupé dans le fichier XLS associé à cette notice (onglet « données climatiques »). Le pas de temps est de une heure.

Les données telles que la température de sol, la température de ciel... ne sont pas connues.

4 Résultats des mesures in-situ

Les données hygrothermiques fournies correspondent à plusieurs positions dans la profondeur de la paroi :

- à $X = 2$ cm, c'est-à-dire à l'interface ENCHCH / HCRETE,
- à $X = 5$ cm, 8 cm, 11 cm, 14 cm, donc dans HCRETE,
- et à $X = 17$ cm, c'est-à-dire à l'interface HCRETE / ENARCH.

Les enregistrements correspondent aux températures et humidité relatives. L'ensemble des données est regroupé dans le fichier XLS associé à cette notice (onglet « données T et HR »). Le pas de temps est de 5 minutes.

5 Votre contribution à ce Benchmark

5.1 Modèle de transfert

La première étape proposée dans ce benchmark consiste à reproduire les champs de températures et hygrométrie fournis à l'aide d'un modèle de transfert (logiciel commercial ou développement interne) en ajustant les paramètres du modèle utilisé. L'identification des paramètres caractéristiques des transferts peut être réalisée par ajustement ou en ayant recours à une méthode inverse.

Les données à produire sont les températures et humidités relatives aux abscisses $X = 2$ cm, 5 cm, 8 cm, 11 cm, 14 cm et 17 cm.

5.2 Réponse pour des cycles HR en face externe et sous condition isotherme

La seconde étape du Benchmark consiste à générer la réponse de la paroi si, après la fin de la période de climat étudiée (étape 1), elle est soumise à la sollicitation suivante :

- Face interne : Isotherme et HR constant (23°C, HR = 50%)
- Face externe : 6 cycles de HR (sans apport solaire - 16 h à HR de 33% puis 8 h à HR = 75%)

Pour produire ces résultats, les valeurs des paramètres du modèle de transfert identifiées durant la première étape sont exploitées.

Les données à produire sont également les températures et humidités relatives aux abscisses $X = 2$ cm, 5 cm, 8 cm, 11 cm, 14 cm et 17 cm.

5.3 Restitution de vos résultats

Vous rédigerez une notice descriptive du modèle de transfert utilisé et vous listerez les valeurs ajustées des différents paramètres du modèle.

Vous constituerez un fichier XLS des données générées par votre code pour les étapes 1 et 2 de ce benchmark. La présentation des résultats reprendra le format proposé dans l'onglet « données T et HR » du fichier XLS associé à cette notice (données toutes les 5 min).

Les contributions sont attendues pour le 15 octobre 2020. A envoyer à :

christophe.lanos@univ-rennes1.fr