

Etude des transferts couplés de chaleur et d'humidité dans les constructions bois

Studie zur Thermik- und Feuchtedurchdringung im Holzbau

Eric Mougel
LERMAB – Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur le Matériau Bois
ENSTIB - Ecole Nationale Supérieure des Technologies et Industries du Bois
FR-EPINAL 88000



Etude des transferts couplés de chaleur et d'humidité dans les constructions bois

1. Contexte de l'étude

Le bois est aujourd'hui une solution pertinente reconnue pour construire. Dans le contexte actuel, le bois, ses dérivés et les autres matériaux à base végétale apparaissent comme la solution incontournable en réponse aux problématiques environnementales. Issus de ressources naturelles renouvelables, ce sont des matériaux qui par leurs propriétés permettent d'accéder à la performance énergétique et au confort tout en stockant durablement du carbone (CO₂).

Du point de vue des performances, et en particulier en termes de transfert de chaleur et d'humidité, il reste à faire pour développer durablement cette filière de construction. Les réglementations évoluent en imposant des niveaux de performances de plus en plus élevés, et pourtant la conception des parois s'appuie encore sur des bases empiriques, et l'efficacité des bâtiments repose encore trop souvent sur le savoir-faire et le professionnalisme du constructeur.

Ce constat demeure malgré l'existence de nombreux logiciels dédiés à la thermique de l'habitat, et il faut admettre que la non prise en compte des effets des transferts d'humidités ne permet pas d'accéder de manière réaliste au comportement des enveloppes à bases de matériaux très hygroscopiques. Les logiciels intégrant le couplage chaleur/masse, beaucoup plus réalistes pour les parois à base de bois, existent mais sont plus rares (Umidus (Brésil), Moist (EU), Wufi (Allemagne), Lesokai (Suisse)).

Les travaux d'étude des transferts couplés, de caractérisation des matériaux doivent être complétés afin que les modèles puissent être prédictifs. Ce constat a de multiples raisons : complexité du matériau bois (anisotrope, hétérogène, hygroscopique, etc.), effet de la teneur en eau et de la température sur les propriétés de transferts, méthodologies expérimentales de caractérisation inadaptées à ce matériau ou ses dérivés (composites), etc. Le développement des outils d'aide à la conception intégrant la dynamique des transferts doit être poursuivi afin d'optimiser l'efficacité énergétique ainsi que le confort d'été et d'hiver des constructions.

2. Le programme de recherche TRANSBATIBOIS

2.1. Les objectifs du programme de recherche

L'objectif du projet est d'étudier les transferts de chaleur et d'humidité au travers des enveloppes des constructions bois et de développer un outil de modélisation prédictif. Pour atteindre cet objectif, le projet est construit sur une approche complète caractérisation-modélisation-validation. Des expériences de caractérisation sont réalisées sur les matériaux constituant les parois (isothermes de sorption, coefficient de diffusion, densité, porosité, etc.). Un modèle de simulation des transferts de chaleur et de masse à travers une paroi multicouche puis à l'échelle de l'enveloppe est développé. Enfin, un ensemble de dispositifs expérimentaux de validation sur des parois ou des bâtiments réels est mis au point.

2.2. Les partenaires

Trois laboratoires de recherche sont associés et s'appuient sur un partenariat de constructeurs représentant les principales solutions constructives du marché, la construction à ossature bois, le bois massif empilé et le panneau bois massif contrecollé. La coordination du projet est assurée par le CrittBois (illustration 1).

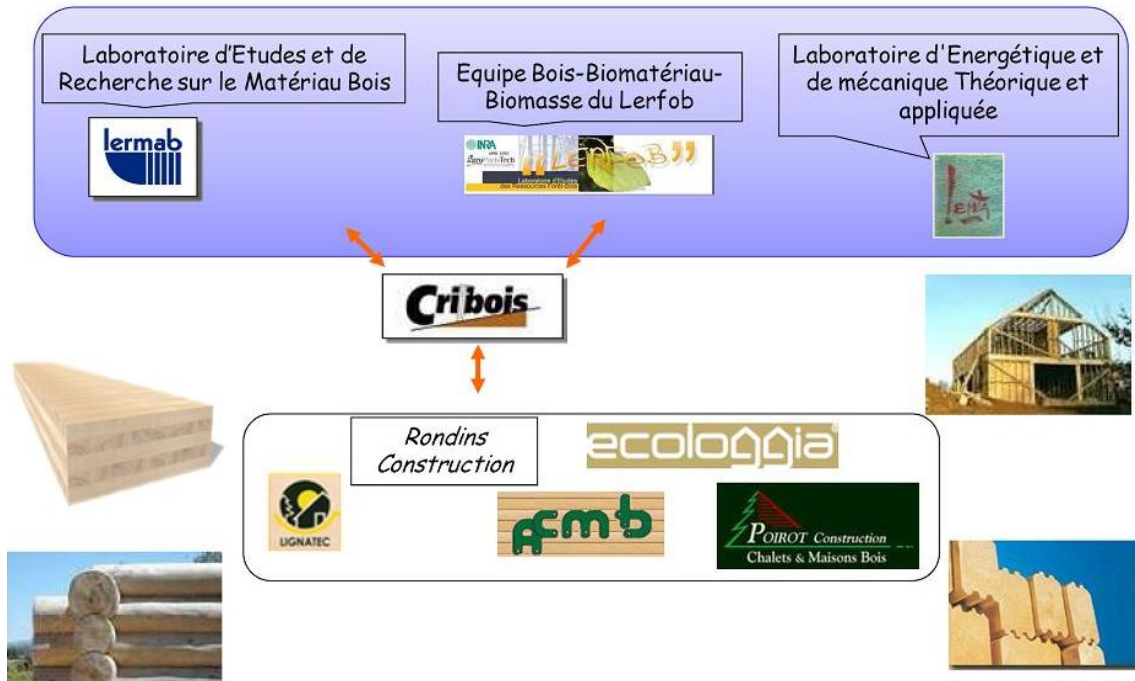


Illustration 1: Les partenaires du projet

Lermab, Laboratoire d'étude et de recherche sur le matériau bois - Université de Lorraine

Lerfob, Laboratoire des ressources forêt-bois - INRA Nancy- AgroParisTech

Lemta, laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique - Université de Lorraine

Critt Bois, Centre de ressources technologiques - 88 Epinal

Lignatec, KLH, panneau bois massif contrecollé - 88 Remomeix

ACMB, construction à ossature bois - 88 Housseras

Poirot Construction, construction en madriers empilés ou à ossature bois - 88 La Bresse

Rondins Construction, construction en fuste - 88 La Bresse

Ecologgia, construction à ossature bois - 54 Maxeville

2.3. Les moyens expérimentaux développés

Une double chambre climatique expérimentale permet d'imposer les conditions climatiques de part et d'autre de la paroi. La paroi testée est équipée de capteurs de température et d'humidité qui permettent de relever les profils de température et d'humidité en différents points de la paroi et ceci pendant toute la durée d'exposition (Illustration 2).

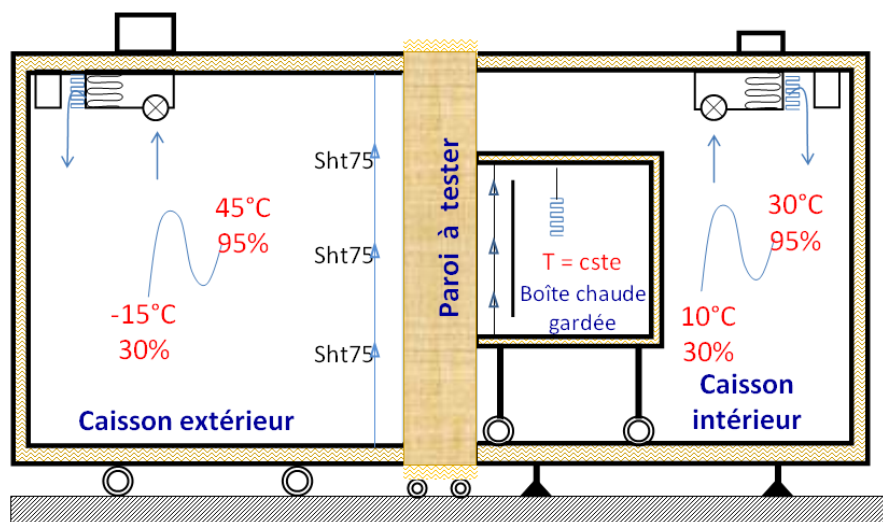


Illustration 2 : Le banc d'essai paroi (Rafidiarison et al, 2011)

Plusieurs bâtiments mariant des solutions structurelles différentes et différents isolants (fibres minérales, fibre de bois, ouate de cellulose) sont instrumentés afin de suivre leur fonctionnement (illustration 3). Certaines parois sont également équipées de sondes afin de relever les profils de température et de teneur en eau de leurs différents constituants.



Illustration 3 : Exemples de bâtiments suivis

Enfin, des modules de conception simple implantés sur une même parcelle (ENSTIB Epinal), nous permettent un suivi expérimental de différentes enveloppes de même géométrie et exposées aux mêmes conditions climatiques (illustration 4). Cette solution nous permet également de nous affranchir de l'impact "occupant", et nous autorisent beaucoup plus de possibilités d'instrumentation.



Illustration 4 : Modules "Transbatibois"

3. Quelques résultats / capacités des outils développés

Sur l'ensemble des dispositifs et en particulier lorsque les parois sont construites dans le cadre du programme de recherche, les multiples capteurs hygrothermiques placés dans chacun des composants du mur (illustration 5), nous permettent de suivre en continu les profils de températures (illustration 6) et d'humidité (illustration 7).

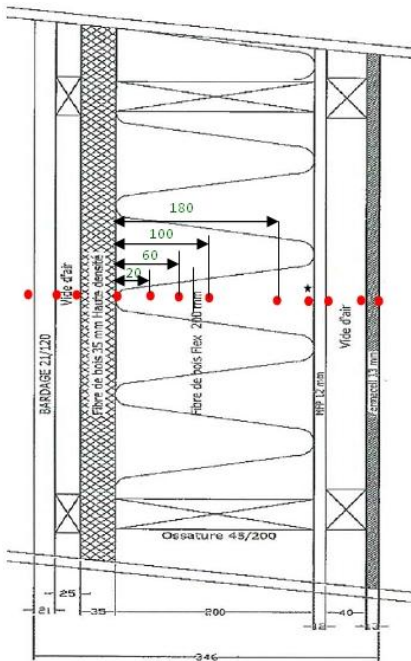


Illustration 5 : Capteurs au sein de la paroi à ossature bois

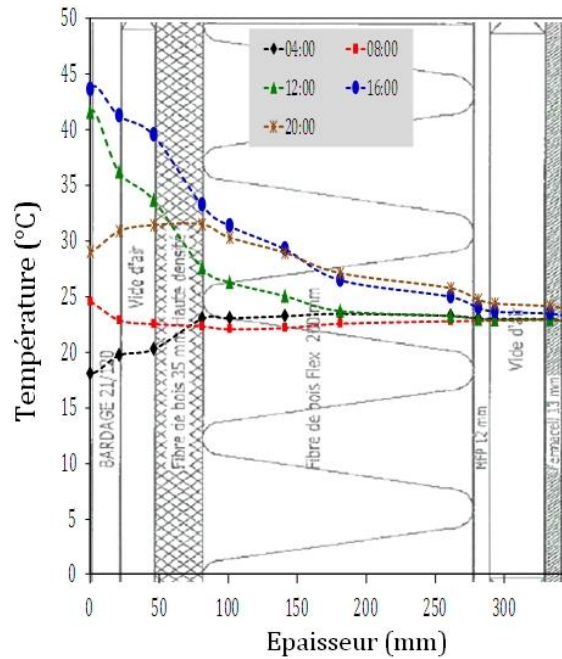


Illustration 6 : évolution du profil de température sur une journée

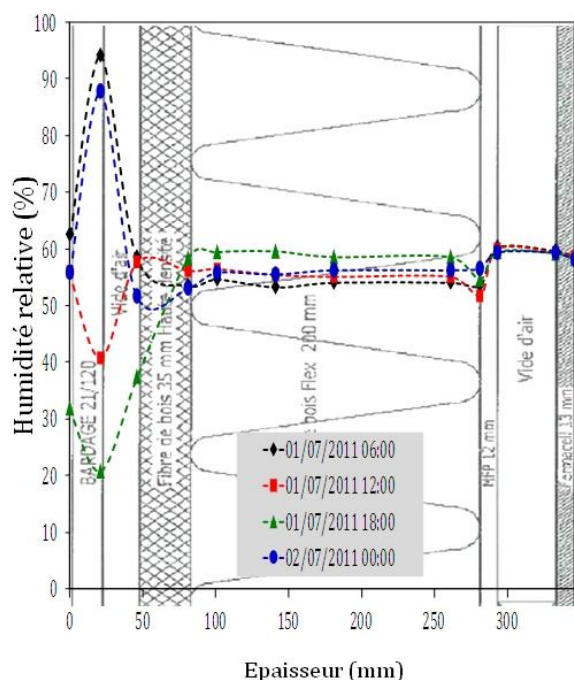


Illustration 7 : évolution du profil d'humidité relative sur une journée

Ces différents profils permettent d'observer le fonctionnement de la paroi en réponse à différentes sollicitations thermiques ou hydriques. Il est alors possible de vérifier le rôle de chacun des composants et en particulier ceux qui apportent une résistance aux transferts de chaleur (isolants) ou aux transferts de vapeur (panneaux ou membranes) ou encore le rôle des lames d'air.

Toutes ces données expérimentales sont exploitées et comparées aux prédictions des modèles. Ces multiples confrontations permettent de valider les réponses des modèles qui servent ensuite à étudier d'autres configurations. L'exemple suivant (illustration 8) représente l'évolution de l'humidité au sein d'une paroi de bois massif.

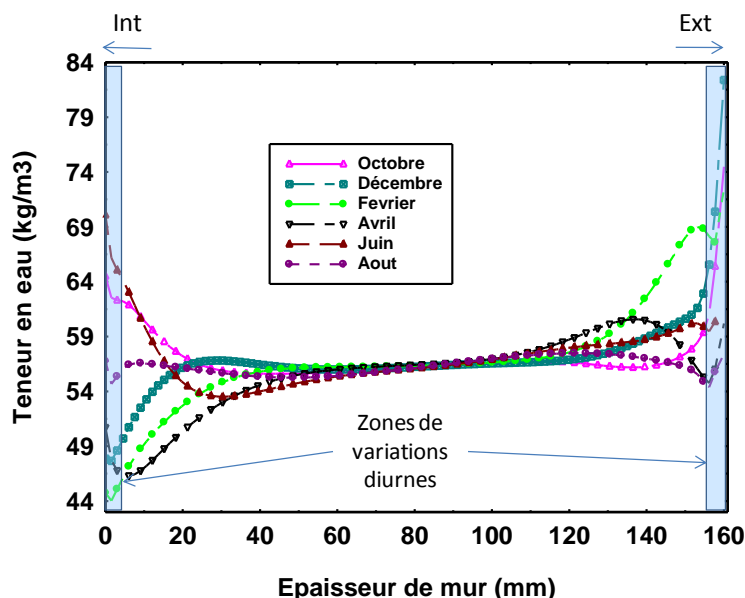


Illustration 8 : Evolution du champ de teneur en eau dans l'épaisseur du mur exposé au sud, le 1er de chaque mois à 8h30 (Rémond, Perré, 2008).

Dans cet exemple, on observe que l'alternance des conditions entre le jour et la nuit (variations diurnes) n'affecte qu'une faible épaisseur de la paroi. Moins de 5 mm de bois seulement sont sollicités par ces variations d'humidité. Les saisons en revanche vont provoquer des variations de la teneur en eau dans une couche périphérique plus épaisse d'environ 60 mm de chaque côté de la paroi.

4. Bibliographie

Rafidiarison H., Mougel E., Nicolas A., 2011. An experimental method for assessing heat and moisture response of a massive timber wall exposed to summer climatic conditions. 9th Nordic Symposium on Building Physics, 29 May – 2 June 2011, Tampere, Finlande.

Rémond R., Perré P., 2008. Modélisation du Comportement Thermique d'une Maison Bois à l'Aide de Micromodèles Chaleur-Masse Distribués. - IBPSA Lyon.

Remerciements :

Ces travaux ont été en partie financés par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) au travers du programme PREBAT (projet TransBatiBois n°ANR- ANR-07-PBAT).