

ECOTEP : Etude, Caractérisation et Optimisation des Transferts Energétiques dans la Paroi. Conception et mise en œuvre de nouveaux isolants en régime stationnaire et transitoire.

A. Kaemmerlen (a et b), R. Coquard (b), J. Sabil (a), F. Asllanaj (a), D. Baillis (b), G. Jeandel (a), H. Sallée (c), D. Quenard (c), F. Enguehard (d), V. Chau (e), L. Castets (f) et A. Amador (f).

Coordinateur : gerard.jeandel@lemta.uhp-nancy.fr

Objectifs du projet :

Ce projet de recherche, qui regroupe cinq entités complémentaires, a pour ambition l'économie d'énergie aussi bien en régime permanent que transitoire. La réduction de la consommation énergétique reste le moyen le plus efficace pour réduire la pollution générée par les sites de production d'énergie (émission de CO₂, déchets en tout genre). La meilleure façon de diminuer les besoins énergétiques d'un bâtiment est de réduire les pertes et, par conséquent, d'améliorer l'isolation thermique des parois.

Etude théorique :

MODELE THERMIQUE :

L'Équation du Transfert Radiatif (ETR) :

$$\mu \frac{\partial I_{\lambda}(x, \mu, \omega)}{\partial x} = -\beta_{\lambda}(\mu, \omega) I_{\lambda}(x, \mu, \omega) + \kappa_{\lambda}(\mu, \omega) n_{\lambda}^2 I_{b, \lambda}(T(x)) + \frac{1}{4\pi} \int_{\omega=0}^{2\pi} \int_{\mu=-1}^1 \sigma_{s, \lambda}(\mu', \omega') \Phi_{\lambda}((\mu', \omega') \rightarrow (\mu, \omega)) I_{\lambda}(x, \mu', \omega') d\mu' d\omega'$$

$$Q_r(x, t) = \int_{\lambda=0}^{\infty} \int_{\omega=0}^{2\pi} \int_{\mu=-1}^1 I_{\lambda}(x, \mu, \omega, t) \mu d\mu d\omega d\lambda$$

L'Équation de conservation de l'énergie :

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + \text{div}(Q_r + Q_c) = 0$$

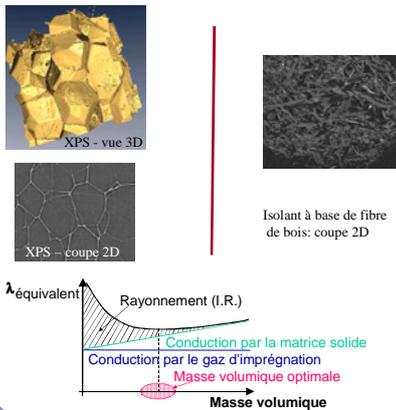
Nous résolvons L'ETR d'une manière quasi analytique en espace. L'équation de conservation de l'énergie est résolue par une méthode aux éléments finis P² associée à une transformation de Kirchhoff (dans le but de simplifier le problème non linéaire). Pour le schéma en temps, nous utilisons une méthode de type Runge-Kutta implicite, adaptée aux équations raides, compte tenu des variations rapides des températures et flux.

METHODE INVERSE :

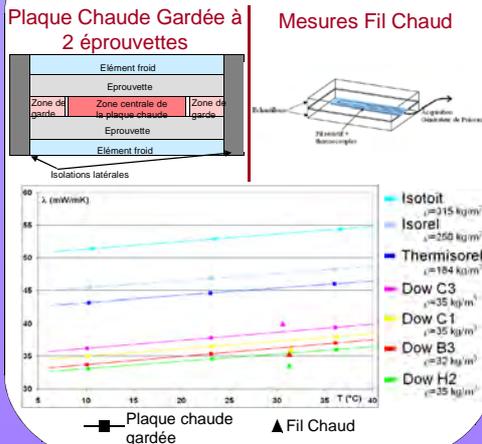
Les mesures spectrales de transmissions et réflexions bidirectionnelles permettent par inversion de l'ETR de déterminer les propriétés radiatives du milieu. La méthode flash sera également utilisée pour la détermination de la diffusivité.

Etude expérimentale :

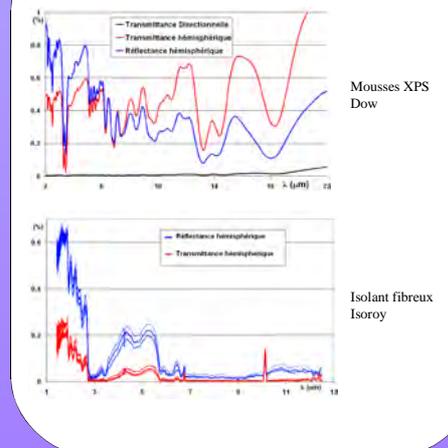
MORPHOLOGIE PAR TOMOGRAPHIE X



MESURES CONDUCTIVITES :



MESURES SPECTRALES :



Conclusion et perspectives :

Une meilleure connaissance de la morphologie du matériau et de la modélisation du transfert thermique dans les isolants va permettre une optimisation pour le confort estival et hivernal, en tenant compte de l'usage (résidence principale ou secondaire par exemple). Nous travaillons également à la réalisation de nouveaux types d'isolants (superisolants et associations de produits existants optimisés).