

Évaluation de l'impact des transferts de masse sur la performance thermique des composants d'enveloppe fortement isolés.

Thierry DUFORESTEL, Diane de CACQUERAY (EDF R&D); Claude POMPEO, (CSTB); Bernard PERRIN (INSA Toulouse - LMDC); Wahbi JOMAA (TREFLE)

Contexte

Depuis les débuts de l'isolation thermique du bâtiment dans les années 70, les déperditions par les parties courantes des parois ont été divisées par 10. La diminution d'un ordre de grandeur des flux de chaleur incite à ré-examiner les hypothèses qui ont conduit à sa représentation physique par la seule loi de Fourier. De plus, le probable développement des super-isolants, dont la performance dépend principalement de leur comportement vis-à-vis de l'atmosphère qui les entoure, pose à la thermique classique un nouveau défi. Dès lors, il nous a paru opportun de nous intéresser à des phénomènes annexes au transfert de chaleur, les transferts de masse (humidité et air), jusqu'ici négligeables, mais qui peuvent, dans ce nouveau contexte, prendre une importance significative.

Objectifs

L'objectif essentiel de ce projet est d'identifier les mécanismes, les phénomènes et les caractéristiques des matériaux qui conditionnent le comportement énergétique en œuvre des composants d'enveloppe fortement isolés. Les résultats de ce projet permettront ensuite aux organismes qui en ont la charge, de bâtir un système d'évaluation et de qualification des composants concernés. Ils permettront également de mettre en lumière les bases physiques nécessaires à la conception de ces composants.

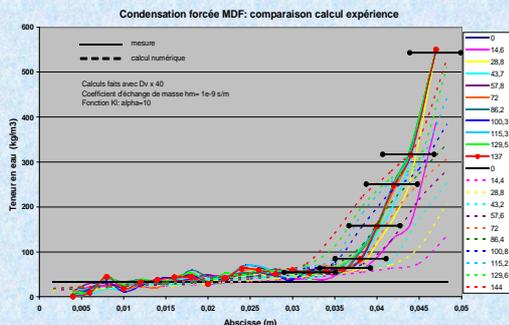
Méthodologie

Les partenaires du projet disposent d'outils de simulation des transferts couplés de chaleur et de masse dans les milieux poreux et maîtrisent les savoir-faire expérimentaux qui leurs sont associés. Nous avons alors cherché à valider ces outils et ces méthodes afin d'acquérir un niveau de confiance satisfaisant dans leur utilisation. Enfin, nous avons simulé et analysé le comportement thermique de trois configurations de parois fortement isolées, avec et sans prise en compte des transferts de masse, afin d'identifier l'impact de ces derniers sur le flux de chaleur traversant les composants.

Validation des outils sur un cas de condensation forcée.

Les paramètres les plus pertinents:

Alpha = 10 hm = 10⁻⁹ s/m Dv = Dv x 40



Les outils reproduisent fidèlement les résultats d'essai, à condition de les alimenter avec de bonnes caractéristiques des matériaux (notamment la perméabilité vapeur) et de bien décrire les conditions d'échange de masse aux frontières.

Écriture du flux de chaleur avec transfert de masse.

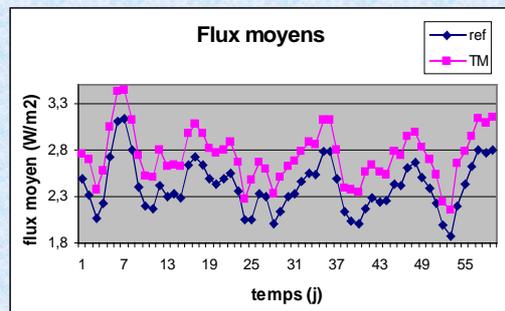
On distingue deux termes principaux :

$$\Phi_{TM} = \lambda^* \vec{\nabla} T + a \left(\frac{\pi_v^*}{P_T} \vec{\nabla} P_v + \left(\omega_{mv} K_t - \frac{\pi_v^* P_v}{P_T^2} \right) \vec{\nabla} P_T \right)$$

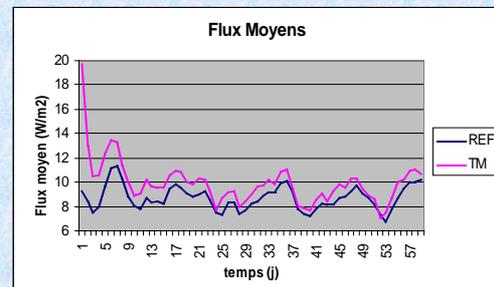
Terme de conduction dans le milieu humide

Flux de chaleur transporté par la vapeur d'eau en mouvement (diffusion moléculaire et écoulement de POISEUILLE).

Composant de toiture sans pare-vapeur.



Séchage d'un mur neuf isolé par l'extérieur.



Conclusions et perspectives

L'approche couplée masse et chaleur est très pertinente pour l'énergétique des parois fortement isolées. Les mécanismes et les phénomènes en jeu sont variés et complexes (transports sous différentes phase, changements d'état, ...). Un savoir-faire global en matière de conception énergétique des bâtiments doit être développé. Un projet PREBAT, nommé MACHA, en pose les fondations.

