

THESE

Présentée devant

L'UNIVERSITE PAUL SABATIER

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PAUL SABATIER

Spécialité **GENIE CIVIL**

Par

Jean-Philippe MONLOUIS-BONNAIRE

**MODELISATION NUMERIQUE DES TRANSFERTS
COUPLES AIR-EAU-SEL
DANS LES MATERIAUX CIMENTAIRES ET LES
TERRES CUITES**

Soutenue le 16 Mai 2003 devant la commission d'examen :

Mme Ginette ARLIGUIE	Professeur à l'UPS	Examinatrice
Mme V. BAROGHEL-BOUNY	Docteur, Ingénieur(LCPC, Paris)	Examinatrice
Mr Guy BASTIAN	Professeur (IUT St Nazaire)	Rapporteur
Mr John GRUNEWALD	Docteur, Ingénieur (Université Technique de Dresde)	Examineur
Mr Bernard PERRIN	Professeur à l'UPS	Directeur de thèse
Mr Jean SICARD	Professeur à l'ENS Cachan	Rapporteur
Mr Alain SELLIER	M. de conférences (UPS,Toulouse)	Invité

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions, INSA-UPS, 135, route de
Rangueil, 31077 Toulouse Cedex 4

Nom : MONLOUIS-BONNAIRE

Prénom : Jean-Philippe

Sujet de la thèse : Modélisation numérique des transferts couplés air-eau-sel dans les matériaux cimentaires et les terres cuites

Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier Toulouse III, spécialité « Génie Civil »

N° d'ordre :

Résumé :

Ce travail concerne la modélisation des transferts couplés air-eau-sel dans les milieux poreux saturés ou non. Le but de cette étude est d'améliorer la modélisation des transferts simultanés de la phase gazeuse, contenant de l'air et de la vapeur d'eau, de la phase liquide considérée essentiellement ici soit comme une solution saline soit comme de l'eau pure, et de l'énergie prenant en compte non seulement le transfert d'enthalpie, mais aussi les termes de changement de phase.

Nous avons tout d'abord fait un large rappel bibliographique sur le milieu poreux et sur la physique des phénomènes de transfert. Le modèle macroscopique a ensuite été établi en introduisant les bases physiques de la modélisation. Nous donnons ainsi les expressions des flux advectif et diffusif apparaissant dans le système d'équations de conservation des divers constituants que sont l'eau, la vapeur, l'air et le sel.

Nous expliquons ensuite comment on peut obtenir expérimentalement ou à l'aide de modèles les différentes propriétés de transport nécessaires au fonctionnement du modèle. Les perméabilités à l'eau et au gaz étant des caractéristiques essentielles, nous avons expliqué dans quelle mesure il était possible de prévoir les perméabilités relatives au liquide et au gaz en se basant seulement sur les caractéristiques de rétention d'eau des matériaux. Avec l'ensemble des paramètres des matériaux ainsi déterminés, nous avons testé l'aptitude du modèle physique à reproduire le comportement de mortiers et de terre cuite soumis à diverses sollicitations.

Nous montrons ainsi que le code reproduit correctement les séchages, imbibitions, transferts d'air, diffusions et désaturations de sel en milieu saturés ou non.

La comparaison des mouvements de sel expérimentaux et numériques lors d'imbibition et surtout de séchage n'est toutefois pas totalement satisfaisante. Nous proposons finalement un modèle décrivant les termes sources de sel dus à la cristallisation et à la dissolution de sel afin d'améliorer les performances du code numérique utilisé.

MOTS CLES :

Modélisation macroscopique, milieux poreux, chlorure, mortier, isotherme d'adsorption, terre cuite, perméabilité, séchage, répartition porométrique, imbibition, cristallisation, fixation.
