

# Convection naturelle Thermosolutale dans une Cavité Poreuse Anisotrope: Formulation de Darcy-Brinkman

**R. Bennacer, A. Tobbal et H. Beji**

Laboratoire Environnement, Energie, Valorisation, Matériaux, Université de Cergy-Pontoise, 5 Mail Gay Lussac  
Neuville sur Oise, 95031 Cergy-Pontoise cedex, France

## **Résumé -**

Nous présentons une étude numérique et analytique concernant le transfert combiné de chaleur et de masse dans un milieu poreux. Ce milieu est globalement homogène et présente une anisotropie thermique. L'équation qui gouverne l'écoulement est celle de Darcy-Brinkman. Le système d'équations couplées est résolu par la méthode classique des volumes finis. Dans le cas d'écoulements d'origine thermique, l'analyse d'échelle est appliquée pour prédire analytiquement l'évolution du transfert de chaleur et de masse en fonction de l'anisotropie thermique. Les simulations numériques sont présentées pour une cavité carrée en faisant varier une large gamme de paramètres. Les résultats numériques sont analysés en terme de transfert moyen de chaleur et de masse sur les parois verticales de la cavité et montrent l'existence d'un maximum de transfert de masse pour un rapport d'anisotropie critique. Cette situation critique dépend de plusieurs paramètres dont le nombre de Lewis du fluide saturant. Ces résultats sont comparés à ceux prédits par l'analyse d'échelle, dans le cas d'un écoulement en couche limite (modèle de Darcy), et une corrélation générale est établie pour le calcul du transfert de masse et de chaleur en fonction des différents paramètres étudiés.

## **Abstract -**

This paper summarises an analytical and numerical study of combined heat and mass transfer driven by buoyancy, due to temperature and concentration variations in a two dimensional rectangular cavity filled with saturated homogeneous porous medium that is thermally anisotropic. The left and right vertical walls are submitted to horizontal thermal and compositional gradients, while the horizontal top and bottom walls are adiabatics and impermeables. The momentum conservation equation makes use of the Brinkman-extended Darcy equation, and the set of coupled equations is solved using the classical finite volume method. In thermal driven flow ( $N \ll 1$ ), scale analysis is applied to predict analytically the evolution of heat and mass transfer with thermal anisotropy. and numerical simulations are presented for  $A = 1$ ,  $103 < Ra^* < 104$ ,  $Pr = 0.71$ ,  $10^{-2} < r < 102$ ,  $1 < Le < 10$  which denote respectively: the enclosure aspect ratio, the porous Rayleigh number, the Prandtl number, anisotropic thermal conductivity ratio and the Lewis number. The numerical results are mainly analysed in terms of the average heat and mass transfer at the vertical walls of the cavity, that are found well predicted by the scale analysis. The results indicate that a maximum of mass transfer is obtained for a critical thermal anisotropy ratio. The critical situation changes with the Lewis number. In the boundary layer regime, general correlation is established to predict the evolution of mass transfer with thermal anisotropy ratio.

**Mots clés:** Milieu poreux - Transfert de chaleur - Transfert de masse - Anisotropie thermique  
- Formulation de Darcy-Brinkman - Méthode des volumes finis.