Etude de la Convection Mixte Instationnaire dans un Canal Poreux en Présence d'un Champ Magnétique

Par : Ibrahim FERSADOU

Résumé

Le présent travail est une simulation numérique de la convection mixte MHD d'un nanofluide Cuivre-eau dans un canal poreux vertical muni de sources de chaleur sur l'une de ses parois. Le champ magnétique externe est soit d'intensité uniforme ou variable au cours du temps (champ magnétique évanescent). Le modèle de Darcy-Brinkman-Forchheimer est utilisé pour décrire l'écoulement dans le milieu poreux avec les deux approches monophasique et diphasique du mouvement des nanofluides. Les équations gouvernantes avec les conditions aux limites associées sont résolues par la méthode des volumes finis. Pour un champ magnétique uniforme, les résultats montrent d'une part, une amélioration du transfert de chaleur par utilisation d'un milieu poreux, d'un nanofluide et sans la prise en compte de l'effet Joule. D'autre part, il y a accroissement de la génération d'entropie avec les paramètres de l'étude pour la majorité des cas considérés. L'application d'un champ magnétique évanescent avec prise en compte du chauffage par effet Joule, améliore le refroidissement des sources avec des valeurs du nombre de Nusselt global Nu_g , à l'établissement, indépendantes du temps de relaxation τ_r et du nombre de Hartmann initial Ha_0 . Pendant la phase transitoire, réduire τ_r et Ha_0 conduit à des valeurs plus grandes de Nu_g . En appliquant l'approche diphasique, la prise en compte du mouvement Brownien et de l'effet thermophorèse influence beaucoup plus la distribution spatiale de la fraction volumique en nanoparticules que les transferts globaux. Une distribution fortement non uniforme des nanoparticules est obtenue aux faibles valeurs du paramètre du mouvement Brownien, aux grandes valeurs du paramètre thermophorèse et aux fortes intensités du champ magnétique.

Mots clés : Convection mixte MHD ; Canal poreux ; Nanofluide ; Mouvement Brownien ; Effet thermophorèse

Abstract

This work is a numerical simulation of MHD mixed convection of Cu-water nanofluid in a vertical porous channel with heat sources on one of its walls. The external magnetic field is either uniform or evanescent. The Darcy-Brinkman-Forchheimer is used to describe the flow in the porous medium with both one-phase and two-phase approaches for nanofluid motion. The governing equations with the associated boundary conditions are solved by the finite volume method. For a uniform magnetic field, the results show on one hand, an improvement of heat transfer by use of a porous medium, a nanofluid and without taking into account the Joule heating. On the other hand, there is an increase in entropy generation with the parameters of the study for the most considered cases. The application of an evanescent magnetic field with taking into account the Joule heating enhances the cooling of heat sources with values of the global Nusselt number Nu_g , at the establishment, independent of the relaxation time τ_r and the initial value of Hartmann number Ha_0 . During the transition phase, reducing τ_r and Ha_0 leads to higher values of Nu_g . By applying the two-phase approach, taking into account the Brownian motion and the thermophoresis effect influences much more the spatial distribution of the nanoparticles volume fraction than the overall transfers. A highly non-uniform distribution of the nanoparticles is obtained at low values of the Brownian motion parameter, at high values of thermophoresis parameter and at strong magnetic field intensities.

Keywords: MHD mixed convection; Porous channel; Nanofluid; Brownian motion; Thermophoresis effect