

Etude numérique de la convection naturelle au sein d'une cavité carrée avec chauffage et refroidissement variables

S. Manar ¹, H. Rouijaa ², E.A. Semma ¹ et M. El Alami ³

¹ Laboratoire de Mécanique, Faculté des Sciences et Techniques
Université Hassan Ier, B.P. 577, Route de Casablanca, Settat, Maroc

² Université Cadi Ayyad, Faculté Poly-disciplinaire de Safi
B.P. 4162, Route Sidi Bouzid, Safi, Maroc

³ Groupe de Thermique, Laboratoire de Physique des Matériaux, Micro Electronique,
Automatique et Thermique, (LPMMAT), Département de Physique, Faculté des Sciences
Université Hassan II Ain Chock, B.P. 5366 Maârif, Casablanca, Maroc

Résumé –

Le travail présenté dans ce papier est une suite d'une série de travaux menés pour l'étude numérique de la convection thermosolutale en phase fluide d'une cavité de croissance cristalline de type Bridgman verticale. Le but est d'étudier numériquement la convection naturelle au sein d'une cavité carrée avec chauffage et refroidissement variables. La cavité contient un fluide binaire caractérisé par un nombre de Prandtl $Pr = 0.01$ (cristal fluide). Les parois horizontales inférieure et supérieure de la cavité étudiée (Fig. 1) sont portées respectivement aux températures chaude (T_c) et froide (T_f). Ces températures sont uniformes et leurs amplitudes, variant sinusoidalement dans le temps, oscillent autour d'une valeur moyenne fixe. Les parois verticales sont portées à la même température que celle du bas, sauf une zone considérée adiabatique du côté de la paroi froide. Les équations de Navier-Stokes et l'équation de conservation de l'énergie sont résolues par une méthode de volumes finis de 2^{ème} ordre en temps et en espace. Les résultats, obtenus sont donnés pour $10^3 < Ra < 10^5$, $Pr = 0.01$, avec les amplitudes des températures chaude et froide ayant été choisies égales à 1. L'accent est mis sur l'effet des fréquences de modulation des températures chaudes et froides sur l'écoulement et le transfert thermique. Ces résultats montrent l'existence d'une fréquence critique de la température chaude minimisant le flux d'écoulement et le transfert thermique. Cette fréquence est indépendante de la fréquence de la température froide.

Abstract –

The work presented in this paper is a continuation of a series of work for the numerical study of convection thermosolutal phase fluid from a cavity vertical Bridgman crystal growth category. The aim is to study numerically the natural convection in a square cavity with heating and cooling variables. The cavity contains a fluid binary characterized by a number of Prandtl $Pr = 0.01$ (crystal fluid). The lower and upper horizontal walls of the cavity studied (Fig. 1) are brought respectively to hot (T_c) and cold (T_f) temperatures. These temperatures are uniform and their amplitudes varying sinusoidally in time, oscillate around a fixed mean value. The vertical walls are brought to the same temperature as that of the bottom, except a given area adiabatic on the side of the wall cold. The Navier-Stokes equation and energy conservation are solved by a finite volume method to the second order in time and space. The results obtained are given for $10^3 < Ra < 10^5$, $Pr = 0.01$, with the amplitudes of the hot and cold temperatures have been chosen equal to 1. The focus is on the effect of modulation frequencies of hot and cold temperatures on the flow and heat transfer. These results show the existence of a critical frequency of hot temperature minimizing the flow stream and heat transfer. This frequency is independent of the frequency of the cold temperature.

Mots clés :

Convection naturelle - Simulation numérique - Fréquence de modulation - Croissance cristalline.