

Mémoire de Magister de SAID- KOUADRI Imène

RESUME

L'analyse des phénomènes occasionnés par les échanges convectifs dans les systèmes fermés revêt un grand intérêt et constitue un préalable indispensable à leur conception puis à leur réalisation. En effet, la maîtrise des dépenses énergétiques, quel que soit le domaine considéré, est un challenge important auquel il y a lieu de faire face de manière inévitable, vu les enjeux économiques, climatiques et écologiques qu'il est impératif de considérer.

Pour mettre en œuvre cette maîtrise des dépenses énergétiques, des simulations numériques sont développées permettant l'évaluation des performances afin d'apporter des réponses aux besoins toujours croissants, en consommation et en rationalisation des dépenses énergétiques.

Le travail préconisé est donc une contribution à la description des champs dynamique et thermique dans une cavité munie d'une paroi présentant des protubérances et soumise à un déséquilibre thermique. Deux cas de figures sont considérés : l'enceinte remplie d'un fluide seul, puis la cavité poreuse. L'étude a consisté en un calcul des échanges occasionnés dans la cavité en vue de leur description et de leur analyse afin de dégager les gammes de paramètres géométrique et thermophysiques optimales pour, soit l'accélération des échanges, soit leur freinage s'il y a besoin.

La simulation numérique a nécessité l'utilisation d'une transformation conforme et l'application d'une méthode de génération de maillage. Cette méthode est pratique et efficace particulièrement adaptée aux domaines présentant des variations de géométrie telles que les ondulations ou autres déformations curvilignes.

Les résultats ont montré, entre autres, que :

- ∅ Dans le cas fluide, l'augmentation de l'amplitude de l'ondulation de la paroi chauffée de la cavité, provoque l'accélération de l'écoulement du fait de la réduction du volume total de la cavité et permet donc d'améliorer les taux de transfert thermique. Par ailleurs, le nombre d'ondulations de la paroi chaude a une influence sur la forme géométrique de la cellule d'écoulement. Par contre son intensité et l'échange de chaleur restent globalement insensibles à l'augmentation du nombre d'ondulations.
- ∅ Dans le cas poreux, le transfert est d'autant plus amélioré que le milieu est perméable et les grandes variations sont enregistrées pour des perméabilités modérées. Lorsque le nombre de Darcy est supérieur à une certaine valeur critique, son influence devient très réduite et le nombre de Nusselt correspondant tend vers une valeur asymptotique

Mots clés : Convection naturelle, Convection de Rayleigh-Bénard, Milieux poreux, Cavité à fond ondulé, Coordonnées curvilignes, Méthode des volumes finis.

ABSTRACT

Analysis of phenomena caused by the convective exchanges in closed systems is of great interest and constitutes an essential prerequisite for their design and their implementation. Indeed, the control of energy expenses, in any area concerned, is an important challenge which it is necessary to deal inevitably, considering the economic, climatic and environmental challenges which are imperative to take into account.

To implement this control of energy expenses, numerical simulations are developed allowing the assessment of performance to provide answers to the growing needs, in consumption and rationalization of energy using.

Thus, the undertaken work consists of a contribution to the description of dynamic and thermal fields in a cavity provided with a wall having protrusions and subjected to a thermal imbalance.

Two cases are considered: the enclosure filled with a single fluid and then the porous cavity. The study consisted of a calculation of the exchanges caused in the cavity for the purpose of their description and analysis to specify the ranges of optimal geometric and thermophysical parameters to either the acceleration of exchanges or their braking if required.

The numerical simulation required the application of a conform transformation and a mesh generation method. This method is practical and efficient particularly suited to areas having geometry variations such as ripples or other curvilinear distortions.

The results featured, among other things:

- ∅ In the fluid case, increasing the amplitude of the wave of the cavity heated wall leads to the acceleration of the flow due to the reduction of the total volume of the cavity and therefore improves the thermal transfer rate. Furthermore, the number of ripples on the hot wall has an influence on the geometric shape of the flow cells. However, flow intensity and heat exchange are unmoved when increasing the number of ripples.

- ∅ In the porous case, the transfer is more improved when the permeability is higher and major changes are noticed for moderate permeabilities. When the Darcy number is greater than a certain critical value, its influence is very small and the Nusselt number tends towards an asymptotic value.

Keywords: Natural convection, Rayleigh-Bénard convection, porous medium, corrugated bottom cavity, curvilinear coordinates, finite volume method.