

## Résumé

L'étude entreprise et présentée dans ce mémoire, traite de la convection naturelle laminaire et instationnaire dans un fluide newtonien s'écoulant au sein d'un cylindre poreux ouvert à ses extrémités. L'écoulement est modélisé en utilisant le modèle de Darcy et l'approximation de Boussinesq. Deux types de conditions aux frontières sont considérés à la paroi externe du cylindre, à savoir une température constante et une température périodique sinusoïdale afin de simuler le défilement des journées ou des années.

Pour le cas du chauffage à température constante, l'écoulement est semblable à celui rencontré dans le cas d'une plaque plane en milieu semi-infini où une couche limite se développe. Les résultats obtenus mettent en évidence, selon les valeurs de  $A$  et de  $Ra$ , deux types d'écoulements: un écoulement avec recirculation et un écoulement sans recirculation. La limite de l'obtention de l'une ou de l'autre situation est obtenue suivant la corrélation  $A = 6,005 \times Ra^{-0,49}$ . L'analyse du transfert de chaleur montre qu'il augmente (le transfert de chaleur) avec l'accroissement du nombre de Rayleigh. Le nombre de Nusselt moyen est sensible aux valeurs des nombres de Biot et du rapport de forme uniquement pour les faibles nombre de Rayleigh et cette dépendance disparaît lorsque le tirage thermique augmente ( $Ra$ ). La corrélation de l'évolution du transfert de chaleur, dans ce dernier cas, est obtenue comme:  $Nu = 0,595 \times Ra^{0,49}$

Par ailleurs, l'analyse du chauffage périodique de la paroi du cylindre donne des résultats importants. Une équivalence entre les transferts des deux cas de chauffage constant et modulé dans le temps est observée (variation relative inférieure à 5%) pour les faibles amplitudes adimensionnelle ( $XA < 0,5$ ) alors que pour des amplitudes plus élevées (supérieures à 0,5), l'amélioration du transfert de chaleur moyen est directement proportionnelle aux valeurs du nombre de Rayleigh  $Ra$ , et peut s'avérer plus significative notamment pour les grandes amplitudes ( $XA=1$ ) où une augmentation de 19,5% à été calculée. Notons que l'effet de la réduction de la période d'oscillation est négligeable et que la connexion du domaine d'étude avec l'ambiant (nombre de Biot) influence, également très peu dans la plage de paramètres considérée.

## Abstract

The present Study deals with the unsteady laminar natural convection and a Newtonian fluid flowing within a porous cylinder open at its extremities. The flow is modelled using the Darcy model and Boussinesq approximation. Two types of the limit conditions are considered in the external wall of the cylinder, a constant temperature and a periodic sinusoidal temperature.

In the case constant temperature heating, the flow is similar to that encountered in the case a semi-infinite flat plate where a boundary layer develops. The results highlight, according to the values of  $A$  and  $Ra$ , two types of flows: with and without recirculation at the upper exit of the cylinder. The limit for obtaining one or the other types is obtained from the correlation  $A = 6,005 \times Ra^{-0,49}$ . The heat transfer analysis shows that the Nusselt number increases with the growth of the Rayleigh number. The average Nusselt number is sensitive to the values of Biot numbers and aspect ratio only for the low Rayleigh number and this dependence disappears when the heating increases ( $Ra$ ). In this case, the correlation for the evolution of heat transfer is obtained as:  $Nu = 0,595 \times Ra^{0,49}$

In addition, analysis of the periodic heating of the cylinder wall gives significant results. Equivalence between the transfer of two cases of constant heating and the time periodic one is observed (variation of <5%) for low dimensionless amplitudes ( $XA < 0,5$ ), while amplitudes higher (greater than 0,5), the time-averaged heat transfer is directly proportional to the values of the Rayleigh number  $Ra$ , and may prove more significant especially for large amplitudes ( $XA=1$ ), where an increase of 19.5% have been calculated. Note that the effect of reducing the oscillation period is negligible and that the connection domain/ambient influence (Biot number) is very little in the range of the considered parameters.