

## Résumé

L'étude entreprise dans le cadre de cette thèse est une contribution à une meilleure compréhension de certains phénomènes transitoires concernant notamment les transferts de chaleur et de masse dans les systèmes ouverts poreux. Ces systèmes trouvent leurs applications dans divers domaines notamment le stockage des grains. Elle traite la convection thermo-solutale instationnaire dans un fluide newtonien s'écoulant au sein d'un cylindre poreux ouvert à ses extrémités afin d'examiner les phénomènes de transport dans les silos de stockage. Le milieu est le siège d'une réaction chimique avec une paroi latérale portée à une température à variation temporelle sinusoïdale afin de simuler respectivement, l'activité vitale des grains (respiration, fermentation, etc.) à l'intérieure du silo et les fluctuations de la température ambiante extérieure (jour, nuit et saisons). L'écoulement est modélisé en utilisant le modèle de Darcy et l'approximation de Boussinesq.

Pour le cas du chauffage pariétale constante, Les résultats obtenus mettent en évidence, selon les valeurs du nombre de Rayleigh thermique ( $Ra$ ), du rapport de forme ( $A$ ), du taux de réaction ( $Ak$ ) et du rapport de forces de flottabilité ( $N$ ), deux types d'écoulements: un écoulement avec recirculation et un écoulement sans recirculation. La relation entre le couple ( $Ra$ ,  $A$ ) est donnée par la corrélation  $A = 6,005 Ra^{-0,49}$  qui représente la limite linéaire de l'apparition du phénomène de recirculation. Le débit de recirculation est très dépendent de  $Ra$  dans le cas purement thermique ( $N=0$ ), cette dépendance disparaît dans le cas des forces de flottabilité thermique et massique coopérantes ( $N=1$ ). Dans ce cas, la réaction chimique perturbe le transfert et favorise l'apparition du phénomène de recirculation. Le nombre de Nusselt moyen est sensible aux valeurs des paramètres de contrôle. L'augmentation de  $A$  implique une augmentation du transfert de chaleur et son effet est plus prononcé dans le cas  $N=1$ . D'autre part, la réaction chimique a un effet inverse sur le transfert de chaleur, son augmentation réduit le transfert de chaleur moyen.

Par ailleurs, l'analyse des résultats de chauffage périodique donne des conclusions importantes :

- Cas du transfert purement thermique ( $N=0$ )

Une équivalence est obtenus entre les transferts pour les deux cas de chauffage constant et modulé dans le temps (la variation relative est inférieure à 5%), pour les faibles amplitudes adimensionnelles ( $XA < 0,5$ ). L'amélioration du transfert de chaleur devient significative pour des amplitudes adimensionnelles supérieures à 0,5. Elle atteint 18,5% lorsque l'amplitude adimensionnelle atteint  $XA=1$ .

- Cas du transfert thermique et massique ( $N=1$ )

Nous constatons que le transfert massique ralentit l'amélioration du transfert de chaleur pour toutes les valeurs du nombre de Rayleigh thermique considéré. Pour les amplitudes adimensionnelles inférieures à 0,5 la variation relative entre les deux cas de chauffage constant et périodique, est inférieure à 2%. Cette différence augmente avec le nombre de Rayleigh thermique pour atteindre 8,15% lorsque l'amplitude adimensionnelle atteint  $XA=1$ .

## ***Abstract***

This work is a contribution to a better understanding of Double diffusive natural convection through channels which can be encountered in many applications, such as storage silos. The unsteady natural convection problem in vertical open ended, and porous cylinder has been numerically investigated to simulate the transient heat and mass convection in the grain storage in silos. The medium is the seat of a chemical reaction and the enclosure lateral wall is submitted to a varying temperature profile. Time-dependent boundary temperature is presented as sinusoidal function which can approximate real weather conditions. The flow is modelled using the Darcy model and Boussinesq approximation.

In the case constant temperature heating, The obtained results show that two types of flows behavior can occur, chimney flow with and without fluid recirculation. A map diagram ( $Ra$ ,  $A$ ,  $Ak$ ,  $N$ ) of the two observed flow type was obtained. The relation of the filtration Rayleigh number to the aspect ratio is given by linear limit  $A=6.005 \times (Ra)^{-0.49}$  which represents linear limit of the appearance of the top fluid aspiration. The heat transfer characterized by the average Nusselt number is found sensitive to the values of dimensionless reaction rate ( $Ak$ ) and aspect ratio ( $A$ ) for all values of thermal Rayleigh number ( $Ra$ ). The increase of  $A$  augments the average heat transfer and its effect is more important in the case of the thermal-mass cooperating buoyancy forces ( $N=1$ ). On the other hand the generation of mass has the opposite effect on the transfer, and its increase reduces the average heat transfer.

Moreover, the results analysis of constant and periodic heating gives important conclusions:

- Case of only thermal buoyancy forces ( $N=0$ )

Equivalence between the two cases (difference less than 5%) was observed for low dimensionless temperature amplitudes  $XA < 0.5$ . The heat transfer difference increases up to 18.5% when the dimensionless amplitude reaches 1.

- Case of thermal mass cooperating buoyancy forces ( $N=1$ )

For low dimensionless temperature amplitudes ( $XA < 0.5$ ), the difference between the sinusoidal time variation case and the constant wall temperature case is less than 2%. The heat transfer difference increases up to 8.15% when the dimensionless amplitude reaches 1.

The enhancement of heat transfer is slowed by the mass gradient.

From the obtained results, it appears that the maximal difference (between constant and periodic heating cases) drops from 18.7% in the case where only thermal transfer occurs to 8.15 % in the thermo-solutal case.