

## Introduction générale

Durant les trente dernières années la littérature n'a pas cessé de présenter de nombreux travaux aussi bien sur le plan théorique qu'expérimental dans le but principal est de répondre à des questions relatives aux applications industrielles et d'étudier le phénomène de la convection naturelle dans des cavités de diverses formes et dimensions. L'arrivée des ordinateurs de grande puissance (mémoires de stockage et vitesses de calculs) a fourni un nouveau moyen d'approches du problème étudié utilisant les méthodes numériques qui sont multipliées, pour mieux comprendre le phénomène de la convection naturelle.

La convection libre ou convection naturelle est la forme d'échange convectif la plus couramment observée: au contact d'un corps chaud, la température de l'air augmente, donc sa masse volumique décroît. L'air ambiant, de masse volumique plus élevée exerce une poussée d'Archimède vers le haut, la masse d'air chaud s'élève en enlevant de la chaleur au corps elle est remplacée par une masse d'air froid qui, au contact du corps, s'échauffe et ainsi de suite.

La convection naturelle désigne le processus de transfert thermique résultant du mouvement des particules élémentaires d'un fluide entre des zones ayant des températures différentes. Ce mouvement entraîne un mélange intense des particules fluides, qui échangent de l'énergie et de la quantité de mouvement entre elles.

Contrairement à la convection forcée, dont le mouvement du fluide est dû à un apport externe d'énergie, la convection naturelle a pour origine les variations de la masse volumique au sein même du fluide, liées aux variations de sa température. La structure et l'intensité de la convection naturelle sont en relation directe avec les conditions thermiques qui la déclenchent, la nature du fluide et la géométrie de l'espace où a lieu le processus.

La détermination du transfert de chaleur et des caractérisations des écoulements générés par les forces d'Archimède dans des cavités est un problème dont l'intérêt tant sur le plan analytique et fondamental. Analytiquement, nous avons vu que dans le cas de la convection libre, les équations de quantité de mouvement et celles de l'énergie sont couplées, ce fait rend l'étude de convection libre délicate. Mais fondamentalement le problème est au niveau des applications pratiques, parmi ces applications nous indiquerons: le stockage d'énergie, ventilation des pièces d'habitation, capteurs solaires, stockages d'hydrocarbures, etc.

L'étude que nous proposons vise donc à contribuer aux résultats déjà obtenus sur les écoulements de convection naturelle dans les cavités annulaires pour une meilleure compréhension du comportement d'un écoulement de fluide (cas de l'eau) à l'intérieur des cavités cylindriques partiellement annulaire pour des nombres de Rayleigh modérés, et pour différentes géométries.

Ce mémoire comprend trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous introduisons les généralités liées à notre problème physique; un travail de recherche bibliographique portant sur les effets des paramètres physiques et géométriques sur la convection naturelle des différents types de fluides.

Le second chapitre présente les formulations mathématiques du problème, c'est à dire, la définition du modèle physique proposé, les équations de base régissant ce modèle physique ainsi qu'une présentation de l'outil numérique employé pour les résoudre. Le troisième chapitre présente les résultats numériques obtenus avec leurs discussions.

Pour faire ce travail, nous avons développé un outil numérique basé sur la méthode des volumes finis. Cette méthode développée par PATANKAR [1] est basée sur une discrétisation du domaine de calcul en différents noeuds, chacun d'entre eux étant entouré d'un volume élémentaire sur lequel on intègre les équations aux dérivées partielles. Le système d'équations algébriques est résolu par l'algorithme TDMA.

Après avoir validé notre code de calcul, nous avons analysé l'influence des différents paramètres qui caractérisent le problème de transfert de chaleur, ainsi que sur la structure de l'écoulement. Dans notre travail, nous avons supposé que la cavité est rempli d'un fluide Newtonien incompressible ayant un nombre de  $Pr=7.0$  (cas de l'eau). Nous avons fixé le rapport de forme  $A=1$  pour tous les cas. Plusieurs études sont envisagées, dans un premier cas nous avons étudié l'effet du nombre Rayleigh sur l'écoulement. Ainsi pour plusieurs valeurs de  $Ra$  ( $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ), nous avons fixé le rapport de hauteur à  $X=\frac{1}{2}$  et le rapport de courbure à  $K=2$ . Dans le deuxième cas nous avons étudié l'influence des paramètres géométrique sur l'écoulement. En commençant par l'effet du rapport de hauteur ( $X$ ) sur la structure de l'écoulement et sur la distribution de température. Pour chaque valeur du rapport de hauteur  $X$  ( $0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 1$ ), nous avons fixé le rapport des rayons ( $K$ ) à 2 et nous avons fait varier le nombre de Rayleigh de  $10^3$  à  $10^6$ . Le cas présidant est étudié l'effet de la courbure sur la structure de l'écoulement. Pour chaque valeur du rapport de courbure  $K$  (2, 5, 10), nous avons fixé le rapport de hauteur ( $X$ ) à 0.5 et nous avons fait varier le nombre de Rayleigh de  $10^3$  à  $10^6$ . Enfin, pour mieux voir la formation de ces différentes structures de l'écoulement au cours du temps nous avons étudié quelque cas typiques en régime instationnaire.