

---

# Introduction générale

---

Dans l'industrie, l'échangeur de chaleur est un élément essentiel de toute politique de maîtrise de l'énergie et donc, par voie de conséquence, de protection de l'environnement. Une grande part de l'énergie thermique utilisée dans les procédés industriels transite au moins une fois par un échangeur de chaleur, aussi bien dans les procédés eux-mêmes que dans les systèmes de récupération de l'énergie thermique de ceux-ci. Ils sont utilisés principalement dans les secteurs de l'industrie (chimie, pétrochimie, sidérurgie, agro-alimentaire, production d'énergie...etc.), du transport (automobile, aéronautique) et dans le secteur résidentiel et tertiaire (chauffage, climatisation...etc.). Ils constituent donc un des dispositifs clé du thermicien, et sont un composant quasi inévitable dans la maîtrise de l'énergie.

L'échangeur de chaleur est un équipement qui permet d'assurer un transfert de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid sans contact direct entre les deux. Le même fluide peut conserver son état physique liquide ou gazeux, ou se présenter successivement sous les deux phases : c'est le cas des condenseurs, évaporateurs, bouilleurs, ou des tours de refroidissement.

Les principaux types d'échangeurs de chaleur rencontrés sont les échangeurs tubulaires et les échangeurs à plaques. Le concept de ces dernières dates du début du siècle, ils ont été étudiés à l'origine pour répondre aux besoins de l'industrie laitière, puis utilisés ensuite dans divers branches de l'industrie (chimie, nucléaire...etc.)

Le souci technologique majeur de ces échangeurs est l'amélioration de l'échange thermique entre les deux fluides tout en générant le moins de pertes de charges possibles ou de les réduire à leur plus bas niveau possible. Ce travail de mémoire s'inscrit dans l'optique de l'amélioration des échanges thermiques avec une réduction des pertes de charges. En effet la résolution des équations de Navier-Stokes permet de simuler les écoulements turbulents de fluide incompressible et de modéliser le transfert de chaleur par convection le long d'une paroi ondulée.

De nos jours, l'étude des écoulements le long des parois non planes reste toujours non résolue de façon analytique, sauf dans des cas simplifiés. Certaines méthodes numériques pourraient donner des résultats acceptables dans des cas bien précis pour de tels écoulements. Plusieurs études expérimentales avec plusieurs stratégies de modélisation du phénomène ont été proposées, surtout dans le cadre des écoulements turbulents.

Ce souci d'efficacité dans les échangeurs a rendu nécessaire l'essai de nombreux dispositifs : ailettes, obstacles divers, rugosités, ondulations... etc. Dans ce contexte, le présent mémoire porte sur l'étude du dispositif des parois de formes ondulées. Les performances de ces dernières sont bien meilleures que celles des parois planes. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la forme ondulée est favorable au transfert de chaleur par la présence des deux effets suivants :

- Un accroissement sensible de la surface d'échange par rapport à une surface plane, qui engendre une augmentation du transfert convectif de part et d'autre de la paroi ondulée.
- Des changements alternés de courbure dans le sens de l'écoulement favorisent la création de mouvements secondaires du fluide qui reste en perpétuelle restructuration d'une courbure à l'autre.

Notre travail est axé sur la simulation numérique d'un écoulement supposé turbulent avec transfert thermique dans un canal dont la paroi supérieure est plane et la paroi inférieure ondulée. La résolution des équations régissant cet écoulement se fait par le biais de trois modèles : ( $k-\varepsilon$ ,  $RNG\ k-\varepsilon$  et  $RSM$ ) du code ANSYS FLUENT 6.3.26, dont la comparaison des résultats constitue.

L'objectif de notre étude consiste à étudier numériquement l'influence des ondulations d'une paroi sur un écoulement turbulent.

Notre étude est présentée en quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré sur une étude bibliographique sur les différentes expériences qui étudient les écoulements turbulents dans des canaux à paroi ondulée.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la description de la méthode de volumes finis, ainsi que la discrétisation des équations différentielles du modèle mathématique obtenu.

Le troisième chapitre présente la configuration géométrique du problème à étudier, et une approche sur le code ANSYS FLUENT 6.3.26.

Le dernier chapitre est consacré à la présentation des résultats numériques avec des interprétations et comparaisons avec les résultats contenus dans la littérature.

Enfin, notre mémoire est clôturé par une conclusion générale, qui résume les principaux résultats de simulation.