

INTRODUCTION

Le transfert de chaleur par convection est l'un des modes de transfert de chaleur que l'on rencontre fréquemment dans de nombreuses applications industrielles.

On distingue trois modes de transfert de chaleur par convection: la convection naturelle (ou la convection libre), la convection forcée et la convection mixte.

La convection forcée à l'intérieur des conduites intervient dans plusieurs applications pratiques telles que les capteurs solaires, les échangeurs de chaleur compacts et à thermosiphons, le refroidissement des composants électroniques et des réacteurs nucléaires ainsi que les procédés chimiques.

D'une manière générale, dans le but d'obtenir des performances énergétiques élevées, il est nécessaire d'implanter des rangées d'ailettes et de chicanes dans la veine de l'écoulement dans les échangeurs de chaleur de façon à créer la turbulence et à prolonger la trajectoire des fluides en favorisant un meilleur échange thermique convectif et par voie de conséquence une amélioration notable de l'efficacité thermique.

CHAPITRE 1

En convection forcée dans les conduites en présence des obstacles ou ailettes, de nombreuses études numériques ont vu le jour depuis les années 1977 ;on peut citer celles de **Berner et al** ,**Patankar et al** ,**Lopez et al** ,**Cheng et Huang et Tsay et al**.

Parmi les études expérimentales ;les travaux de **Dermatini et Al** avec lesquelles les résultats de notre étude ont été validés.

L'étude de la turbulence est une science interdisciplinaire à large domaine d'application. On peut citer à titre d'exemple le comportement de l'aile d'un avion ou d'une aube de turbomachine, la pulvérisation d'un combustible dans une chambre de combustion ou le jet d'un réacteur d'avion ainsi que les différents types de jets aussi bien naturels qu'industriels.

CHAPITRE 2 :

Les Equations mathématiques au diapo.

CHAPITRE 3

La distribution des points du maillage et la simulation numérique ont été faite respectivement dans un mailleur Gambit et un code de simulation Fluent (CFD).

Les étapes de base de l'utilisation des logiciels Gambit et Fluent sont présentés en détail dans ce chapitre

La figure suivante (Fig.3.5) résume les différentes conditions qu'on peut imposer pour un écoulement d'air en convection forcée turbulente

Pour commencer la simulation, il faut importer le fichier (*.msh) généré sous Gambit (Figure 3.6).

CHAPITRE 4

Nous présentons dans ce chapitre les résultats de la simulation numérique obtenue par le code de calcul utilisé. Le problème consiste comme cité au paravent à l'analyse et l'étude du comportement d'un écoulement d'air en convection forcée turbulente passant dans un canal rectangulaire de diamètre hydraulique D_H et de longueur L muni d'ailettes et de chicanes transversales.

La géométrie considérée et les conditions aux limites sont présentées dans la figure suivante.

Des essais numériques avec des grilles de maillages ont été réalisés pour des nombres d'éléments égaux à 4092, 2600 et 540(tableau).

La figure 4.a montre que la variation sur la vitesse axiale, est très faible.

La comparaison entre les résultats numériques et expérimentaux de **Demartini et al.**, présentés sur la figure. 4.b, pour une position axiale $x=0,525$ m, montre une bonne concordance entre les vitesses axiales

I-Aspect hydrodynamique

1-Une étude dynamique correspond à une vitesse d'entrée égale à 7.8m/s et une hauteur d'ailette (chicane) (e) égale à 0.080m :

La figure 4.1 montre l'ampleur du contour du champ de la vitesse ayant des valeurs très faibles au voisinage des chicanes.

En aval des deux chicanes, des zones de recirculation avec des valeurs de vitesse très faible sont respectées (Fig.4.2).

Les plus hautes valeurs de la vitesse apparaissent près du haut du Canal avec un processus d'accélération qui commence juste après la seconde chicane (fig.4.1 et 4.2)

1-1-Profiles de la vitesse axiale dans différentes sections du canal :

Sept sections ont été choisies pour l'étude hydrodynamique et thermique, qui sont représentées sur la fig. Suivante.

Pour les sections $x = 0,159\text{m}$ et $x = 0,189\text{ m}$ situées en amont de la première ailette, les valeurs de la vitesse axiale sont réduites par rapport à la vitesse d'entrée (vitesse de référence). La déformation de la circulation augmente la vitesse du fluide en s'approchant du passage sous l'ailette (Fig. 4.4).

Entre l'ailette et la chicane pour des sections $x=0,255\text{ m}$ et $x = 0,285\text{m}$, le débit du fluide est caractérisé par des vitesses très élevées dans le segment libre.

Dans la partie supérieure du canal, les vitesses négatives indiquent la présence d'une zone de recirculation derrière la première ailette (Fig. 4.5)

A ces endroits ($x=0,315\text{m}$; $x=0,345\text{ m}$), les résultats montrent que, comme le flux s'approche de la deuxième chicane, la vitesse est réduite dans la partie inférieure de la chicane tandis qu'elle augmente dans la partie supérieure (Fig. 4.6).

Lors du passage du fluide dans la position $x=0,525\text{m}$, juste avant la sortie du canal, la valeur de la vitesse atteint environ 2,1 m/s en raison de la très forte recirculation vers l'arrière de la deuxième chicane.

1.2- L'influence du nombre de Reynolds sur la vitesse axiale :

Pour des valeurs du nombre de Reynolds égales respectivement à 5000,10.000, 15.000 et 20.000 , on constate que l'écoulement du fluide s'accélère dans sa direction de la gauche vers la droite, et la longueur des régions de recyclage est proportionnelle à l'augmentation du nombre de Reynolds

L'augmentation du nombre de Reynolds entraîne alors une augmentation de la vitesse de fluide(Fig.4.8, Fig4.9 et 4.10).

1-3-Coefficient de friction

Le coefficient de friction atteint son maximum pour une position axiale située entre 0,2 et 0,3 m à cause de l'existence de surfaces étendues de la chicane et de la paroi inférieure. Il en est de même pour la paroi supérieure, pour une position axiale entre 0,4m et 0,5 m à cause de l'existence de la paroi solide supérieure et de l'ailette.

L'élévation du nombre de Reynolds entraîne l'augmentation du coefficient de friction (Fig. 4.13 et 4.14) .

II-ASPECT THERMIQUE

1- Une étude thermique correspond à une vitesse d'entrée égale à 7.8m/s et une hauteur d'ailette (chicane) (e) égale à 0.080m :

L'analyse des isothermes (Figure 4.15) montre que la température de l'air dans les zones de recirculation (après chaque ailette et chicane) est sensiblement élevée, et les zones les plus chaudes sont, pour la plupart, localisées au voisinage des parois et aux extrémités des ailettes et des chicanes ;et c'est à ces niveaux que se fera un très bon transfert thermique entre les parois solides et le fluide caloporteur .

Une baisse température dans les zones situées en amont de chaque ailette et chicane est observée.

1-1 Profils de la température totale dans les sections du canal :

D'après l'analyse des allures des graphes de la température totale (Fig. 4.16,4.17,4.18 et Fig.4.19) et ceux de la vitesse axiale (Fig.4.4, Fig.4.5, Fig.4.6 et Fig. 4.7) pour différentes sections, on remarque qu'il y a une proportionnalité inverse entre la vitesse axiale de l'air et sa température dans chaque section transversale. .

On observe aussi que les sections les plus proches de l'ailette et de la chicane sont mieux chauffées que les sections verticales éloignées ; Ce qui est encore confirmé pour la distribution du champ de température dans le canal (Fig. 4.15 Contour de la température).

1-2-L'influence du nombre de Reynolds sur la température totale:

Les représentations graphiques de la variation de la température totale pour différents nombres de Reynolds le long du canal ainsi que les températures des parois inférieure et supérieure, sont montrées sur les graphes (Fig. 4.20, Fig. 4.21 et Fig. 4.22) pour trois sections transversales ($x = 0,189 \text{ m}$, $x = 0,255 \text{ m}$ et $x = 0,345 \text{ m}$).

Ces résultats ne peuvent que nous certifier que l'échange de chaleur entre le fluide et les parois, pour notre étude, est plus important avec la diminution du nombre de Reynolds.

Il est clair que pour des nombres de Reynolds élevés, les températures diminueront.

Il existe alors une proportionnalité inverse entre l'augmentation du nombre de Reynolds avec la température totale dans chaque section transversale.

1-3-Nombre de Nusselt Local :

Les Fig. 4.23 et Fig. 4.24 Présentent respectivement l'évolution du nombre de Nusselt local pour les parois Supérieure et inférieure, on constate que les minimums du taux de transfert sont observés au niveau de la base des chicanes et que le nombre de Nusselt augmente le long de la chicane est atteint son maximum sur sa face supérieure.

Il est clair que l'augmentation de Reynolds augmente considérablement le taux de transfert de chaleur dans les parois supérieure et inférieure, en introduisant une grande zone de recyclage (Fig. 4.25 et Fig. 4.26).

L'augmentation du nombre de Reynolds entraîne l'augmentation du nombre de Nusselt à cause de l'augmentation de la vitesse de l'écoulement.

1-4-Nombre de Nusselt moyen

Sur la Fig. 4.27 est portée les évolutions du nombre de Nusselt moyen, pour la paroi supérieure et la paroi inférieure pour des nombres de Reynolds variables, on constate qu'il y a une proportionnalité entre l'augmentation du nombre de Nusselt moyen et l'élévation du nombre de Reynolds, le taux de transfert atteint son maximum sur la paroi supérieure.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude constituent un apport important pour l'enrichissement des connaissances et des travaux de recherche sur la convection forcée turbulente à l'intérieur des conduites munies de chicanes et d'ailettes et plus particulièrement dans les collecteurs solaires à air.

Les profils et les distributions des vitesses montrent une zone de recirculation relativement intense, au-dessus des facettes de chaque chicane et ailette, qui se déplace vers l'aval, ces zones tourbillonnaires sont responsables des variations locales du nombre de Nusselt le long des surfaces des chicanes et de la paroi.

En aval de l'ailette et de la chicane, la chose la plus importante dans cette zone, est la formation d'une recirculation de l'écoulement dont l'étendue est proportionnelle au nombre de Reynolds.

Plusieurs développements futurs basés sur ce code de calcul sont donc envisageables. Parmi les plus importants, en perspective, nous recommandons dans ce domaine, les points suivants :

- Fournir des renseignements sur l'importance, la géométrie et la disposition des chicanes dans le capteur solaire à air, fera partie des principaux axes des travaux futurs.
- La suite de ce travail de mémoire serait dirigée vers les études de modélisation et de simulation à trois dimensions de la totalité et l'intégralité du capteur solaire plan à air.

