

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

### IV.1 INTRODUCTION

La simulation par le code fluent nous a permis d'obtenir un ensemble de contours et de courbes, que nous avons validé par des travaux expérimentaux, ainsi on a tracé des courbes suivant les deux axes x et y pour voir l'influence de paramètres thermique et dynamique sur la nature de l'écoulement.

### IV.2 DESCRIPTION DU PROBLEME

Dans cette partie, on va étudier l'influence de l'angle d'incidence sur l'écoulement d'air autour d'un profil aérodynamique, la géométrie choisie est présentée sur la figure suivante :

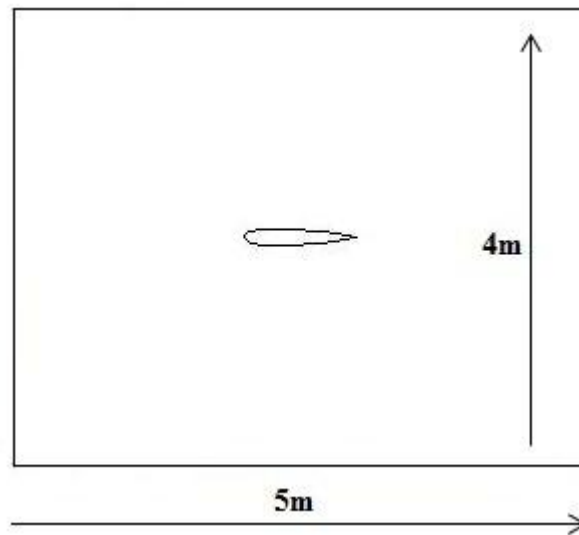


FIGURE IV.1.SCHEMA DU PROFIL NACA0015

Nous avons choisi le profil de type NACA0015, de corde  $c=1\text{m}$  est placé dans un sillage de longueur 5m et de hauteur 4m.

Dans cette simulation nous allons prendre les différents angles d'incidences suivants :  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , et  $60^\circ$

### Condition aux limites

-Contour de la géométrie champ loin du profil (pressure far field) avec une pression atmosphérique.

$P=1$  bar.

-Nombre de Mach égale à 0.8

-On considère l'air comme un gaz parfait

- Températures de l'extrados et l'intrados sont 300 K°

- modèle de turbulence utilisé est spalart-almaras.

-Régime de l'écoulement est stationnaire.

### IV.3 VALIDATION DU CODE DE CALCUL

Dans la figure (IV.2), nous avons fait une validation dynamique consistant à la comparaison de notre résultats avec celui obtenir par F.GUILLAUME, on peut déduire que le coefficient de pression est diminuée de à 0 à 0.4 pour atteindre un valeur minimale de -1, et au-delà valeur de 0.4m ce coefficient va augmenter à fin de prendre la valeur nulle pour  $X=1$ , ces résultats sont en conformité avec ceux obtenir par F.GULLUAME [18].

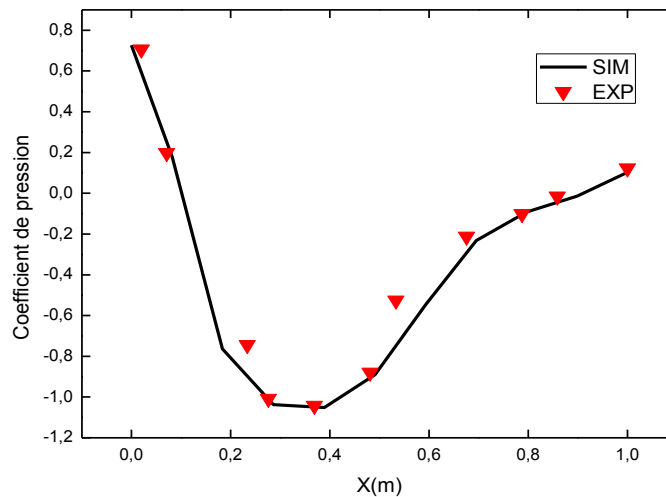
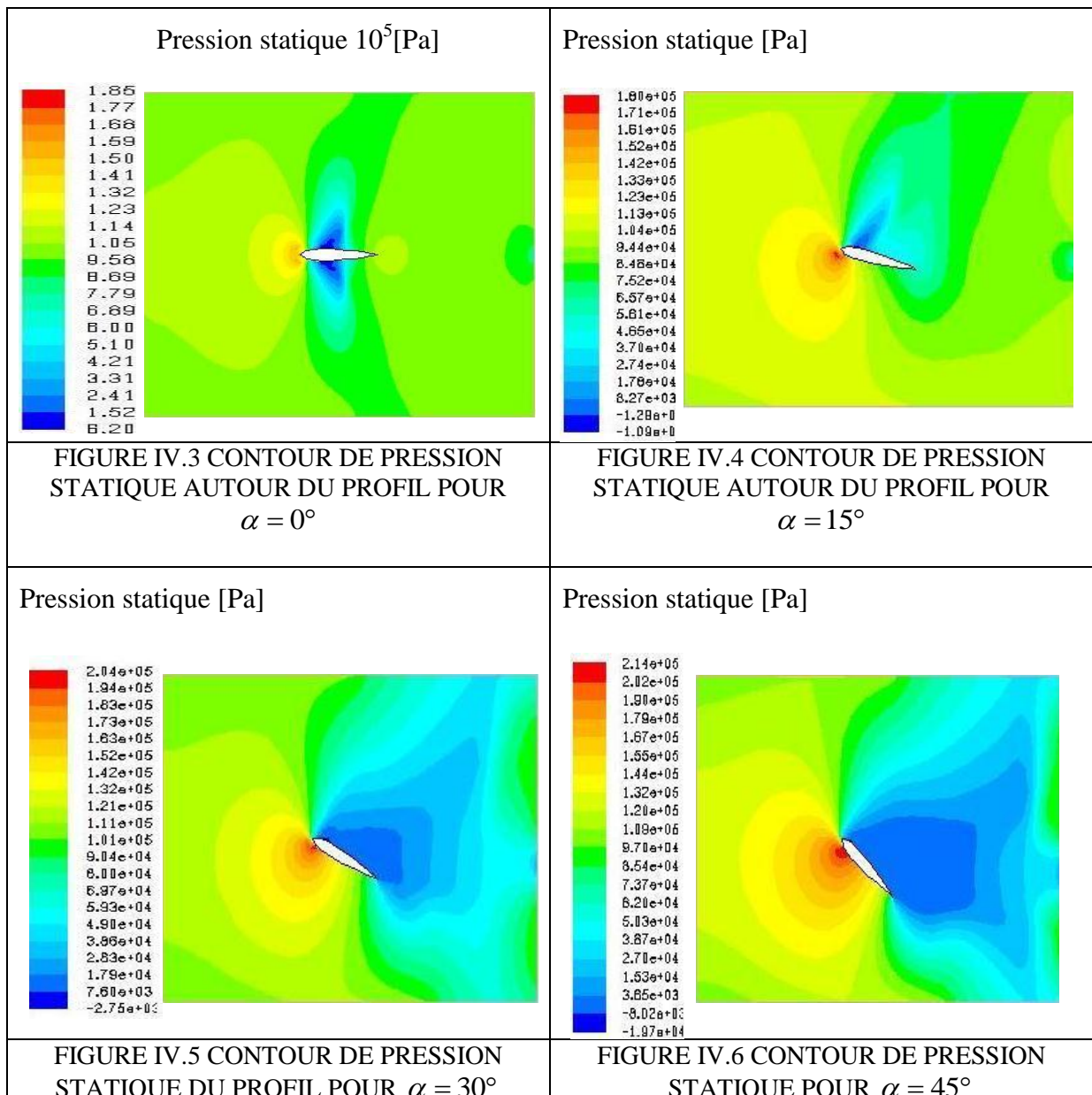


FIGURE IV.2 : VALIDATION DU COEFFICIENT DE PRESSION SUR L'INTRADOS ET SUR L'EXTRADOS

**IV.4 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LE CONTOUR DE PRESSION STATIQUE**

Les figures (IV.3), (IV.4), (IV.5), (IV.6), (IV.7) présentent la distribution de la pression statique autour des profils NACA0015 ayant les angles d'incidences respectivement 0°, 15°, 30°, 45° et 60°, pour  $\alpha = 0^\circ$  on remarque que la distribution de la pression est symétriques sur le profil, on constate aussi que avec l'augmentation de l'angle d'incidence la pression diminue assez fortement sur l'extrados au voisinage du bord d'attaque, tandis qu'elle augmente au niveau de l'intrados et ceci revient au rétrécissement de la section de passage de coté de l'extrados et au élargissement de la section de passage de coté de l'intrados.



Pression statique [Pa]

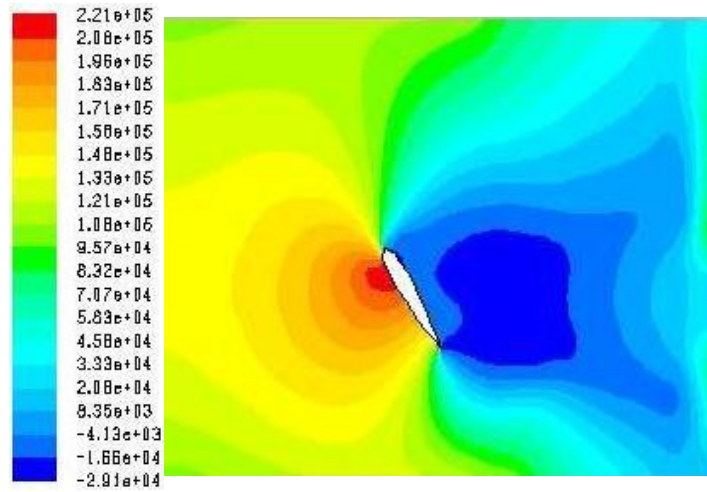
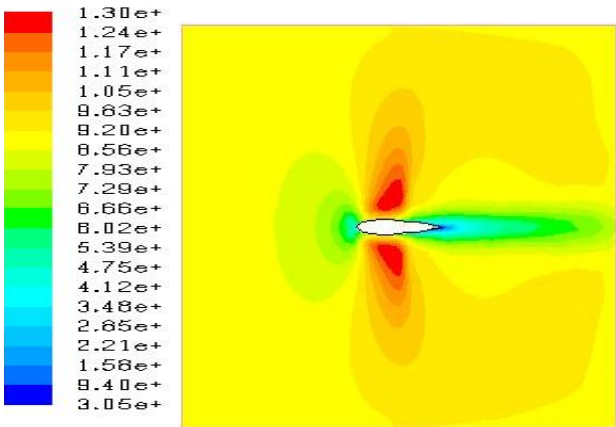
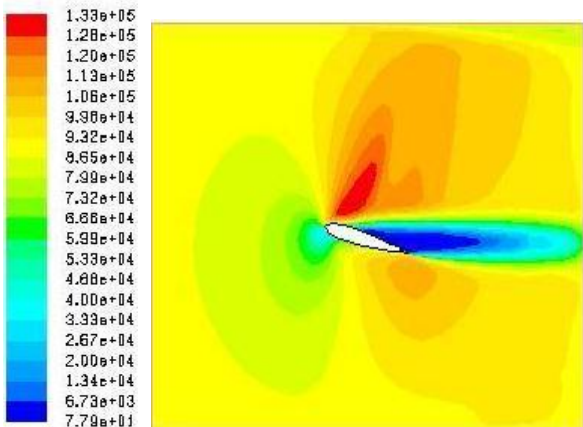
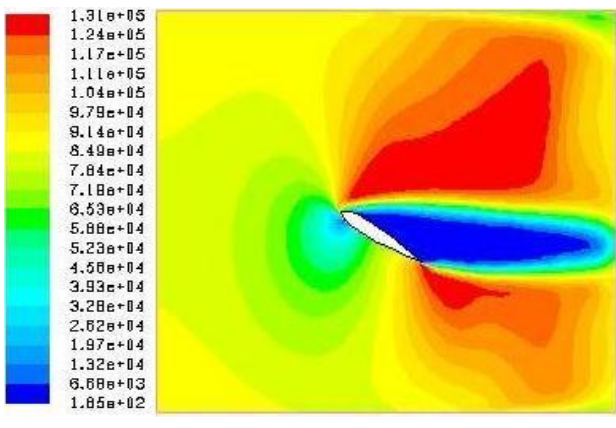
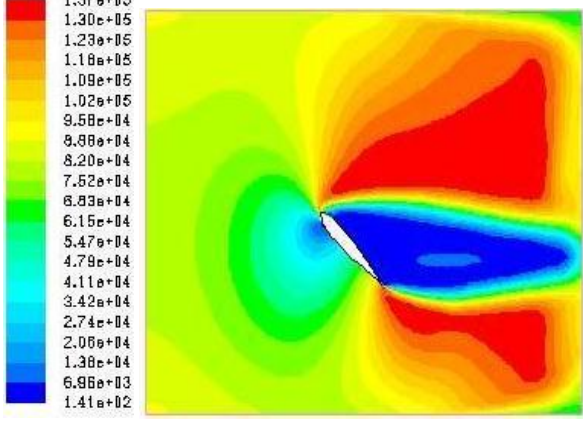
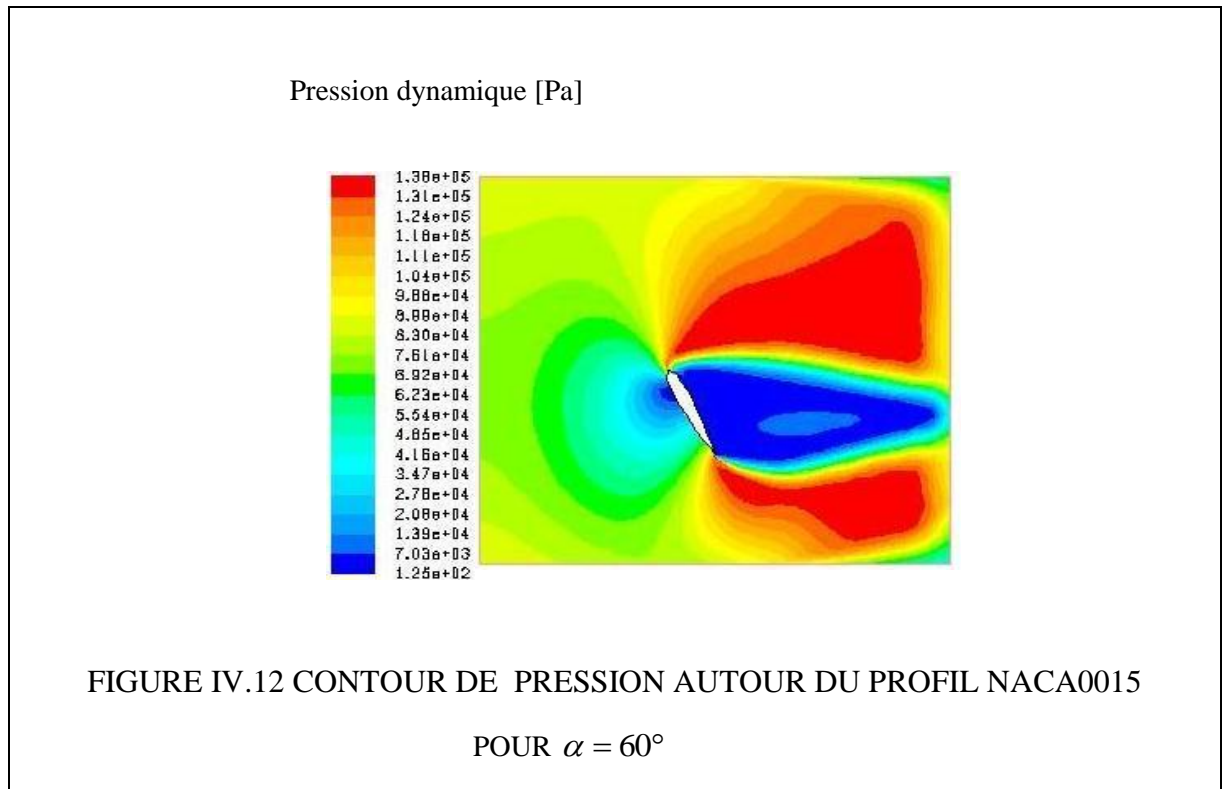


FIGURE IV.7 CONTOUR DE PRESSION AUTOUR DU PROFIL NACA0015  
POUR  $\alpha = 60^\circ$

#### IV.5 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LE CONTOUR DE PRESSION DYNAMIQUE

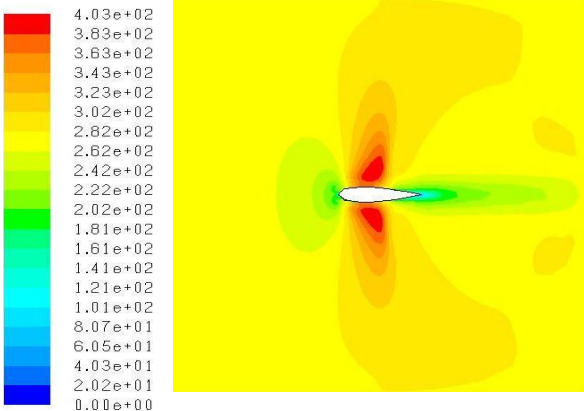
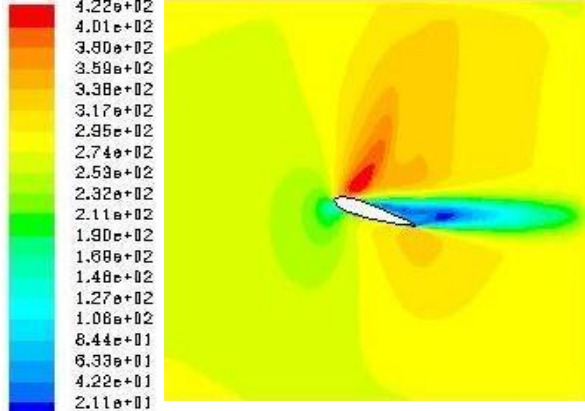
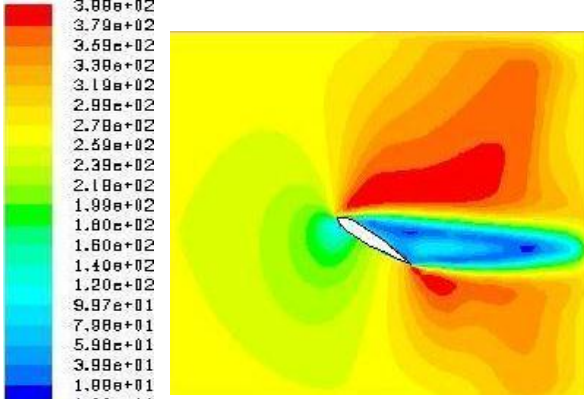
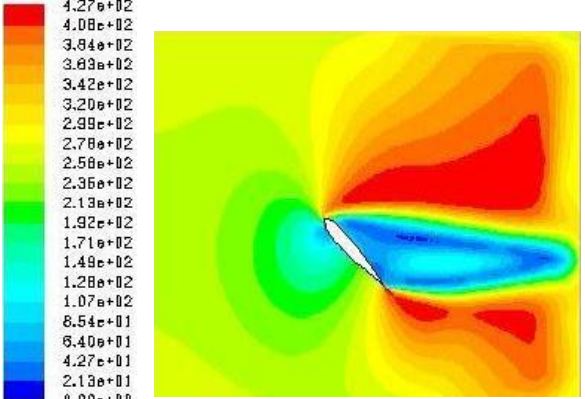
Les figures (IV.8),(IV.9),(IV.10),(IV.11),(IV.12), nous donne les contours de pression dynamique pour différents angles d'incidence ( $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ ), d'après les figures on constate que l'augmentation de l'angle d'incidence entraîne à l'augmentation de la pression dynamique au voisinage du bord d'attaque et au voisinage du bord de fuite, ainsi que on peut noter que l'augmentation de l'angle d'incidence fait à diminuer la pression dynamique sur l'extrados à son augmentation sur l'intrados.

<p>Pression dynamique <math>10^5</math>[Pa]</p> 	<p>Pression dynamique [Pa]</p> 
<p>FIGURE IV.8 CONTOUR DE PRESSION DYNAMIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 0^\circ</math></p>	<p>FIGURE IV.9 CONTOUR DE PRESSION DYNAMIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 15^\circ</math></p>
<p>Pression dynamique [Pa]</p> 	<p>Pression dynamique [Pa]</p> 
<p>FIGURE IV.10 CONTOUR DE PRESSION DYNAMIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 30^\circ</math></p>	<p>FIGURE IV.11 CONTOUR DE PRESSION DYNAMIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 45^\circ</math></p>



#### IV.6 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LE CONTOUR DE VITESSE RESULTANTE

Dans les figures (IV.13), (IV.14), (I.V.15), (IV.16), et (IV.17), nous avons présenté les contours de vitesse résultante pour les angles d'incidence ( $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ , et  $60^\circ$ ) on remarque que les contours prennent similaire aux ceux de pression, ainsi on remarque que la vitesse résultante augmente avec l'augmentation de l'angles d'incidences au voisinage du bord d'attaque et au bord de fuite, et ceci revient à la proportionnalité existant entre la pression dynamique et la vitesse résultante.

<p>Vitesse resultante [m/s]</p> 	<p>Vitesse resultante [m/s]</p> 
<p>FIGURE IV.13 CONTOUR DE VITESSE RESULTANTE AROUND DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 0^\circ</math></p>	<p>FIGURE IV.14 CONTOUR DE VITESSE RESULTANTE AROUND DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 15^\circ</math></p>
<p>Vitesse résultante [m/s]</p> 	<p>Vitesse résultante [m/s]</p> 
<p>FIGURE IV.15 CONTOUR DE VITESSE AROUND DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 30^\circ</math></p>	<p>FIGURE IV.16 CONTOUR DE VITESSE AROUND DU PROFIL NACA0015 POUR <math>\alpha = 45^\circ</math></p>

Vitesse résultante [m/s]

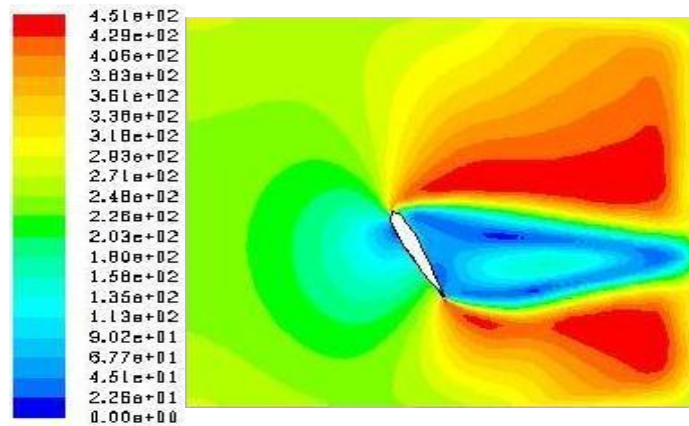


FIGURE IV.17 CONTOUR DE VITESSE RESULTANTE ATOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 60^\circ$

#### IV.7 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LE CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE

Les figures (IV.18), (IV.19) (IV.20) (IV.21) et (IV.22) nous montre l'influence de l'angle d'incidence sur les contours des températures statique, travers les contours on constate que l'angle d'incidence à une influence très important sur le contour des températures surtout près de l'extrados et de l'intrados, ainsi on peut noter que les températures sont minimales au bord d'attaque et au bord de fuite.



Température statique  $10^2$  [K°]

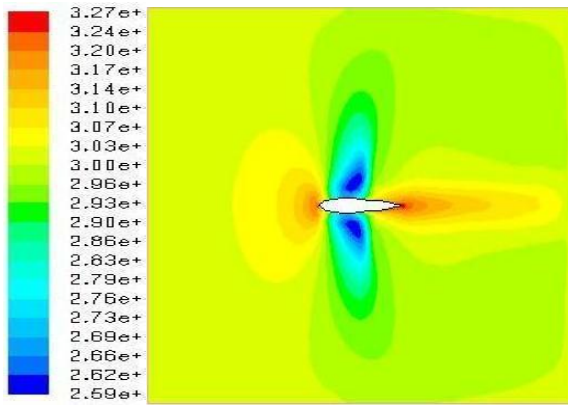


FIGURE IV.18 CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 0^\circ$

Température statique [K°]

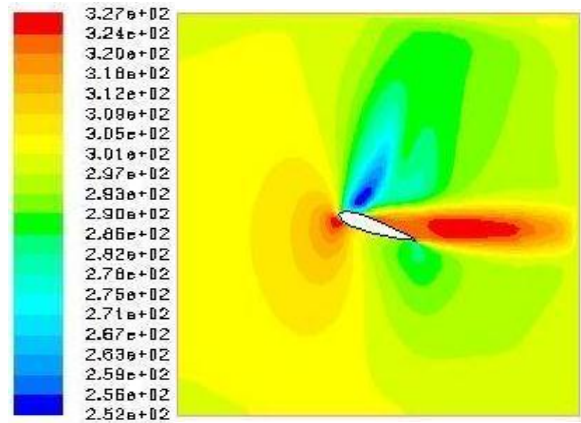


FIGURE IV.19 CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 15^\circ$

Température statique [K°]

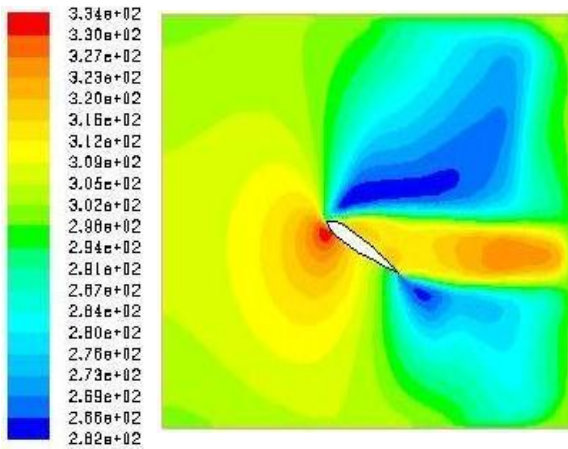


FIGURE IV.20 CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 30^\circ$

Température statique [K°]

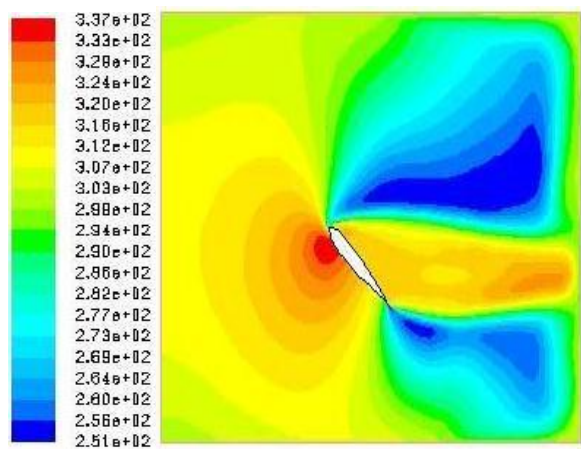


FIGURE IV.21 CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 45^\circ$

Température statique [K°]

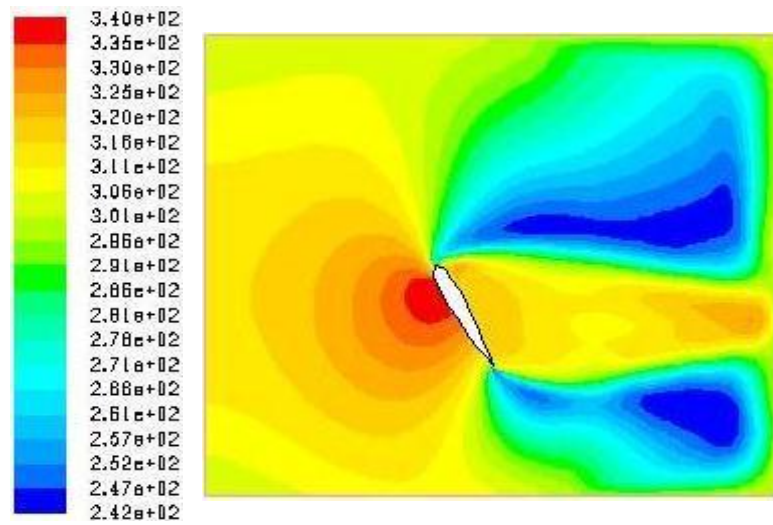
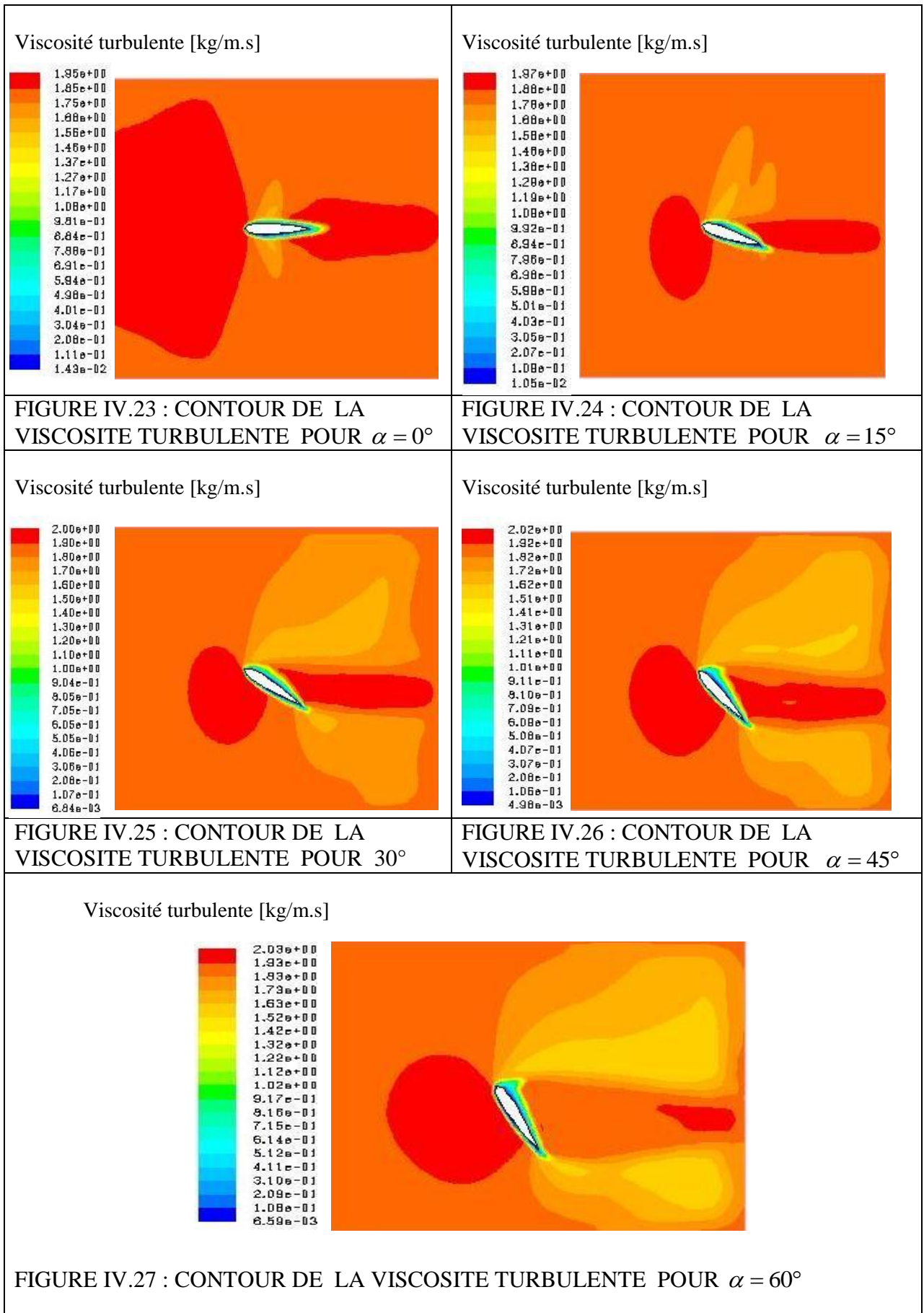


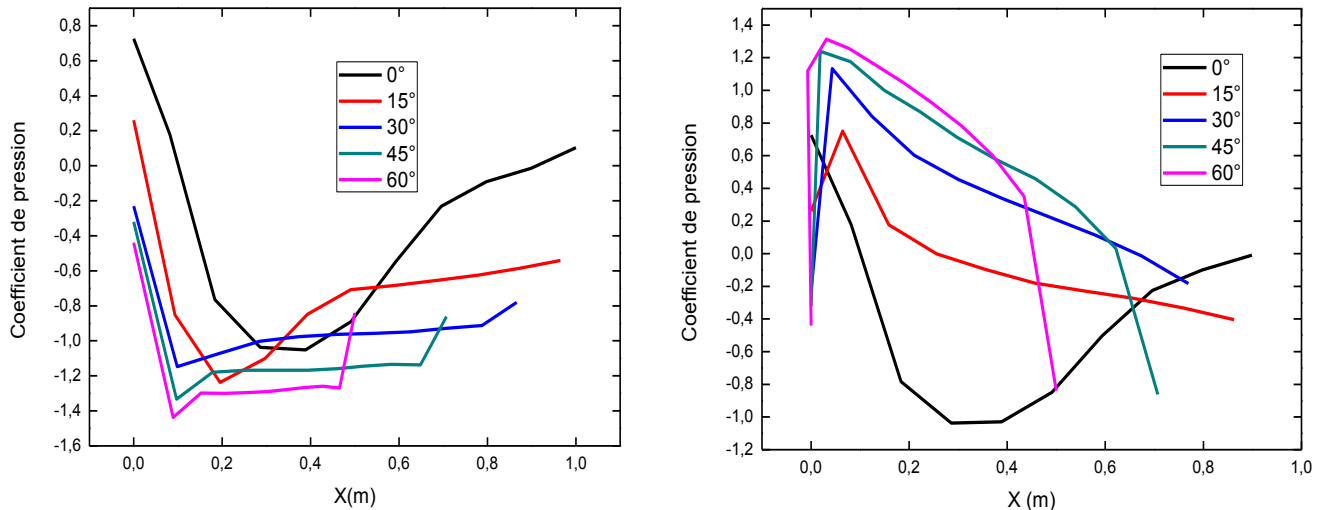
FIGURE IV.22 : CONTOUR DE TEMPERATURE STATIQUE AUTOUR DU PROFIL NACA0015 POUR  $\alpha = 60^\circ$

#### IV.8 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LE CONTOUR DE VISCOSITE TURBULENTE

La viscosité turbulente commence très fort sur les deux extrémités de profil, moyen et symétrique sur l'intrados et l'extrados, on remarque que l'augmentation de l'angle d'incidence conduit à l'augmentation de la viscosité turbulente à l'extrados et à l'intrados.



### IV.9 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LES COURBES DE COEFFICIENT DE PRESSION



a-Variation du coefficient de pression sur l'extrados

b-Variation du coefficient de pression sur l'intrados

FIGURE IV.28 : VARIATION DE COEFFICIENTS DE PRESSION POUR DIFFERENTS ANGLES D'INCIDENCES SUR L'EXTRADOS ET SUR L'INTRADOS.

Les figures au-dessus présentent l'évolution du coefficient de pression en fonction de l'axe d'abscisse pour différents angle d'incidence, on remarque que :

- le coefficient de pression sur l'extrados diminue avec l'augmentation de l'angle d'incidence.
- le coefficient de pression sur l'intrados augmente avec l'augmentation de l'angle d'incidence. Et ceci revient à la relation existant entre le coefficient de pression et la vitesse, en d'autre terme, on peut l'explique par le gradient de vitesse qui est important sur l'intrados et moins important sur l'extrados.

#### IV.10 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LA MASSE VOLIMIQUE

Dans les graphes (IV.29), on constate que la masse volumique à l'extrados diminue avec l'augmentation de l'incidence, tandis qu'elle augmente sur l'intrados.

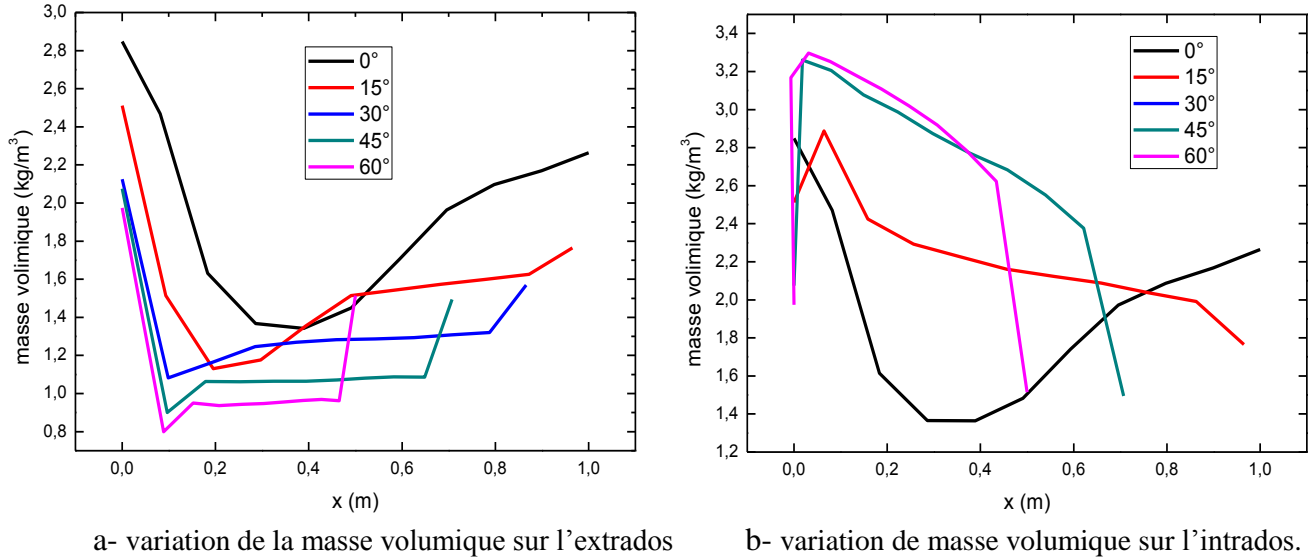


FIGURE IV.29 : VARIATION DE LA MASSE VOLIMIQUE SUR L'EXTRADOS ET SUR L'INTRADOS

#### IV.11 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LES COURBES DE NOMBRE DE MACH POUR LA POSITION OU X= -0.5

D'après la figure (IV.30), On remarque que l'augmentation de l'angle d'incidence conduit à la réduction de nombre de Mach.

Le figure (IV.30), nous donne la variation de nombre de Mach suivant l'axe d'ordonné (y) pour différents angles d'incidences, à travers ce figure nous constatons que l'accroissement de l'angle d'incidence conduit à la réduction du nombre de Mach, ainsi on peut voir que le nombre de Mach est augmenté lorsque on s'éloigne de l'axe (y= 0).

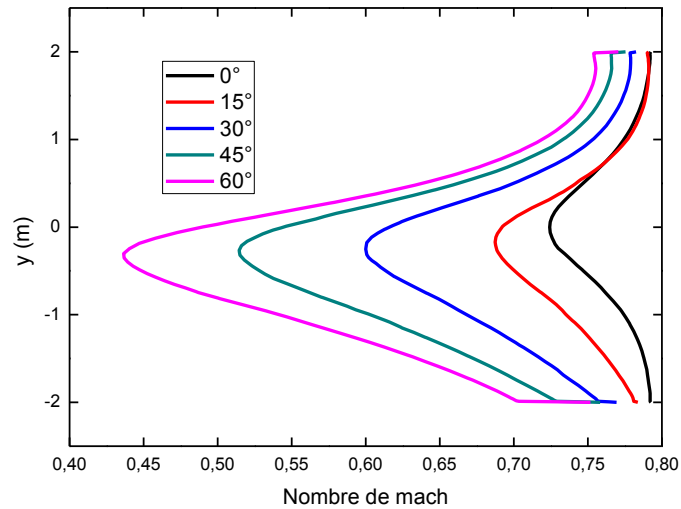


FIGURE IV.30 VARIATION DU NOMBRE DE MACH EN FONCTION DE (y) POUR DIFFERENTS ANGLE D'INCIDENCE

#### IV.12 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LES COURBES DE LA VISCOSITE TURBULENTE

Nous remarquons dans la figure (IV.31) que la viscosité turbulente est proportionnelle avec l'augmentation de l'angle d'incidence.  $X = -0.5$

On conclut que la viscosité turbulente est augmentée lorsque on approche de l'axe ( $y=0$ ) pour les différentes positions considérées.

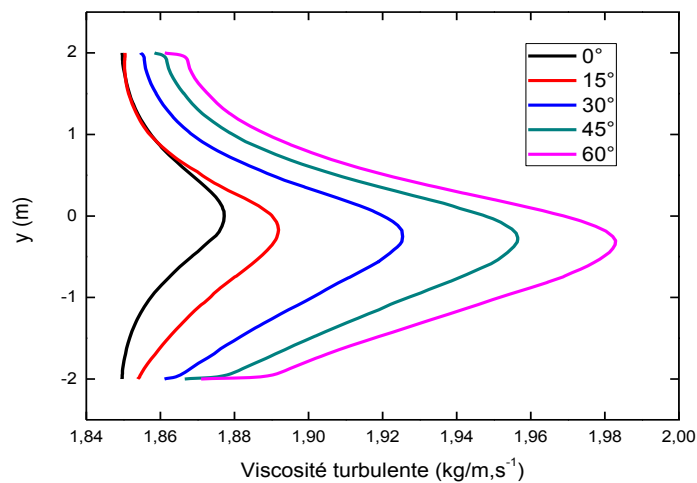


FIGURE IV.31 VARIATION DE LA VISCOSITE TURBULENTE EN FONCTION DE (y) POUR DIFFERENTS ANGLES D'INCIDENCES

### IV.13 INFLUENCE DE L'ANGLE D'INCIDENCE SUR LES COURBES DES TEMPERATURES

D'après la figure donnant la variation de la température statique en fonction de l'axe d'ordonnée (figure IV.32), on constate que l'augmentation de l'incidence provoque une augmentation de la température, on peut déduire que les courbes de la température ont la même allure de la viscosité turbulente et d'autre part l'éloignement de l'axe ( $y = 0$ ) entraîne une augmentation de la température statique.

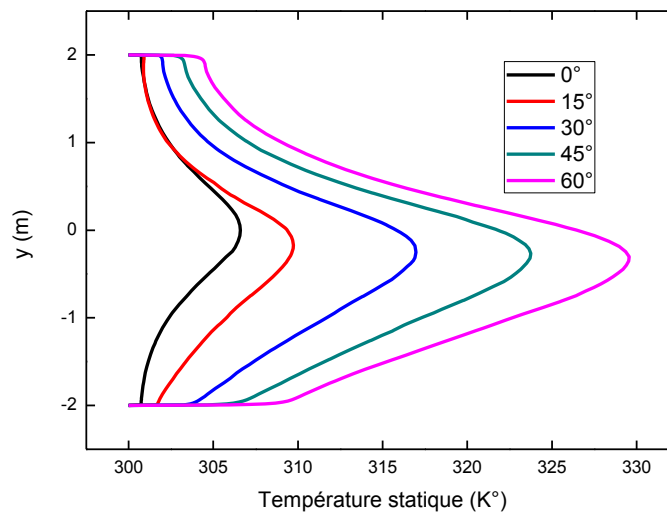


FIGURE IV.32 VARIATION DE LA TEMPERATURE STATIQUE A DIFFERENTS ANGLES D'INCIDENCE SUIVANT L'ORDONNEE (y)

### IV.14 CONCLUSION

D'après cette étude, on conclut que la pression, la vitesse, la température, la masse volumique, et le nombre de mach ont une influence très important sur la nature de l'écoulement autour d'un profil aérodynamique.