

Ecoulement turbulent autour d'un profil d'aile

Auteur : Louis Libat

*Soutenance TP2 SNMF
Master 1 Mécanique UGE - UPEC*

4 Janvier 2023

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Résolution du problème
- 4 Analyse des résultats
- 5 Conclusion

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Résolution du problème
- 4 Analyse des résultats
- 5 Conclusion

Introduction

L'étude porte sur un écoulement :

- 2D
- turbulent
- incompressible
- $Re = 6M$ puis $Re = 1M$

Le profil aérodynamique est de type NACA0020.

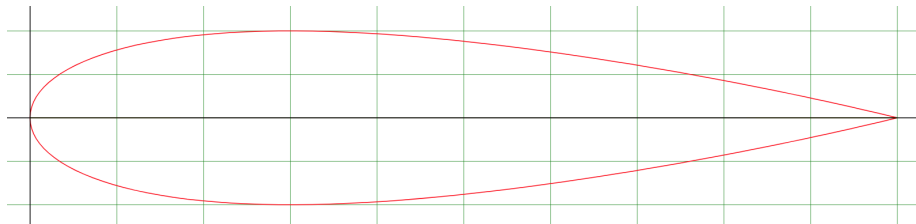


Figure: Profil NACA0020

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Construire des maillages multi-blocs structurés
- Déterminer l'influence de l'angle d'attaque (AoA) sur les performances aérodynamiques
- Étudier des régimes d'écoulements turbulents

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Modélisation**
- 3 Résolution du problème
- 4 Analyse des résultats
- 5 Conclusion

Modélisation

- 2 forces aérodynamiques : Trainée et Portance
- 2 coefficient : C_D et C_L

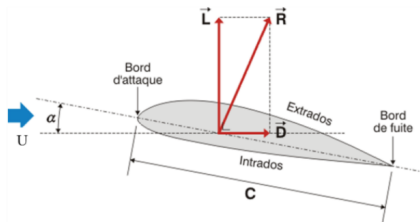


Figure: Caption

$$C_D = \frac{F_x}{0.5\rho U^2 L}; C_L = \frac{F_y}{0.5\rho U^2 L}; C_p = \frac{p - p_\infty}{0.5\rho U^2}$$

Modélisation

- Différentes situations en fonction de l'angle d'attaque α
- Phénomène de décrochage à partir d'un angle α critique

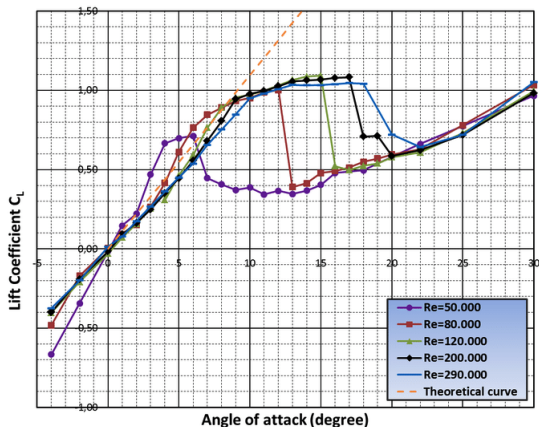


Figure: C_L

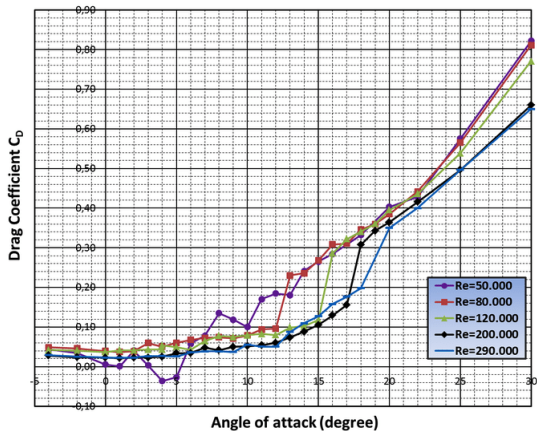


Figure: C_D

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Résolution du problème**
- 4 Analyse des résultats
- 5 Conclusion

Résolution du problème

- Construction de la géométrie
- Génération du maillage structuré multi-blocs
- Configuration des paramètres de Fluent

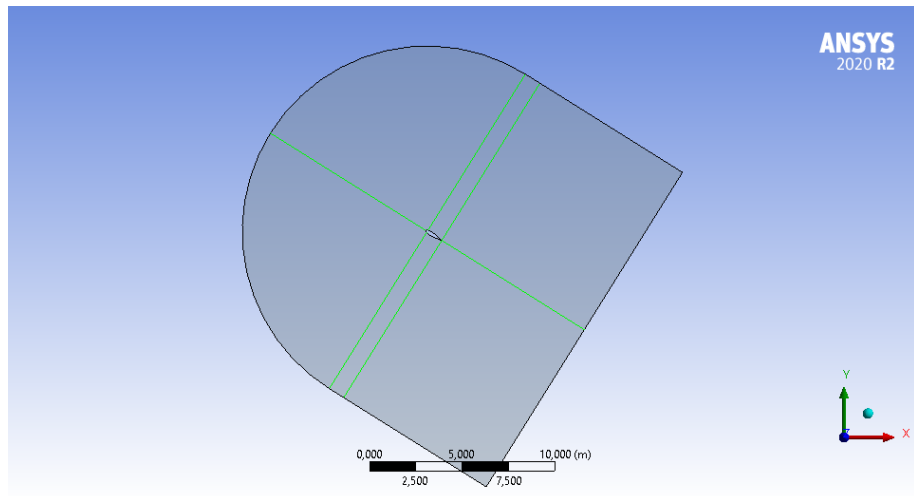


Figure: Géometrie

Maillage

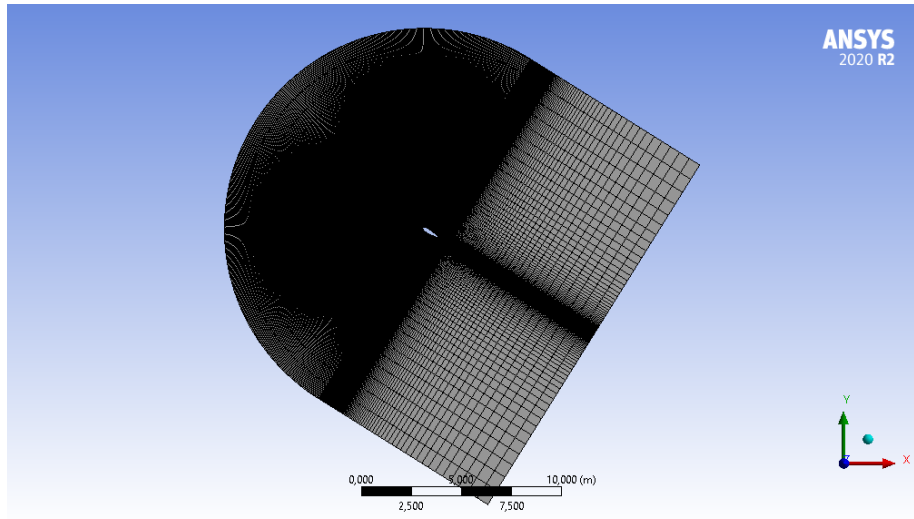


Figure: Maillage

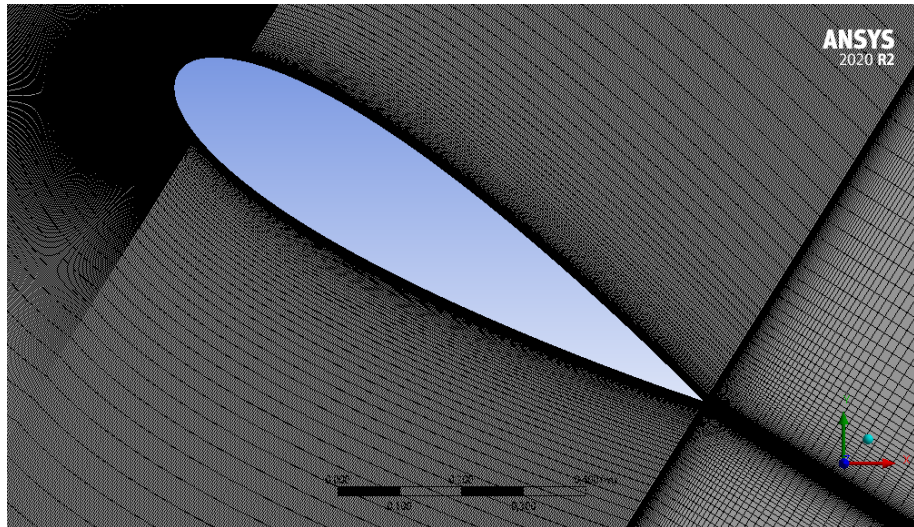


Figure: Maillage

Maillage

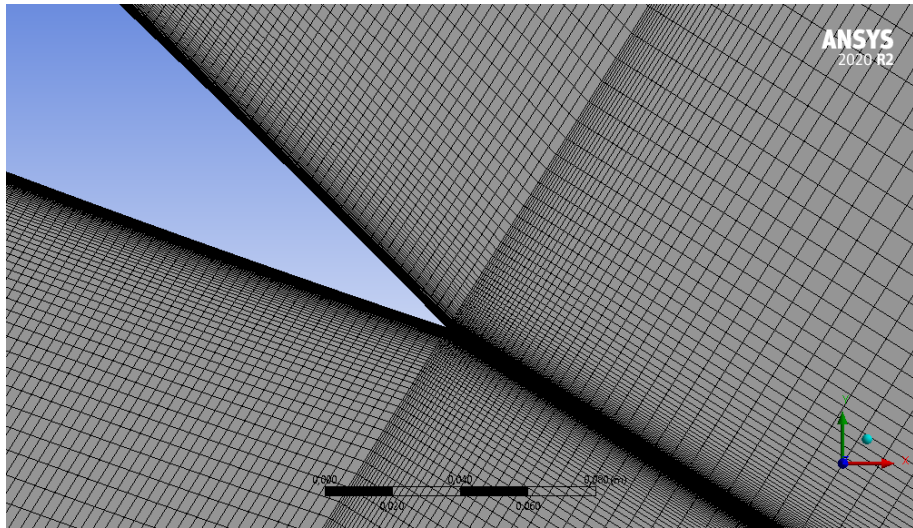
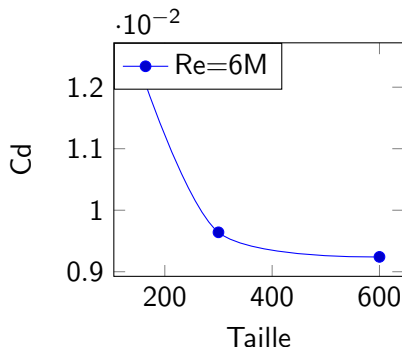


Figure: Maillage

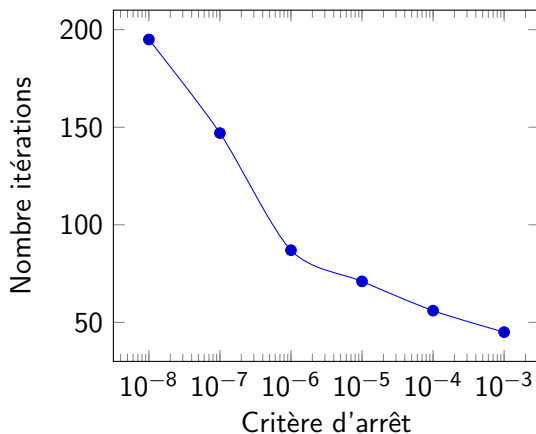
Convergence en Maillage

Taille	Cd
150*150	0.012404997
300*300	0.0096408812
600*600	0.0092413842

Table: Convergence en maillage



Convergence en Résidu



⇒ Critère d'arrêt : 10^{-6}

Paramètres Fluent

Viscous Model

Model

- ☐ Inviscid
- ☐ Laminar
- ☐ Spalart-Allmaras (1 eqn)
- ☐ k-epsilon (2 eqn)
- ☒ k-omega (2 eqn)
- ☐ Transition k-kl-omega (3 eqn)
- ☐ Transition SST (4 eqn)
- ☐ Reynolds Stress (5 eqn)
- ☐ Scale-Adaptive Simulation (SAS)
- ☐ Detached Eddy Simulation (DES)

k-omega Model

- ☐ Standard
- ☐ GEKO
- ☐ BSL
- ☒ SST

Model Constants

Alpha*_inf
1

Alpha_inf
0.52

Beta*_inf
0.09

a1
0.31

Beta_i (Inner)
0.075

Beta_i (Outer)
0.0828

TKE (Inner) Prandtl #
1.176

Automatisation

Fichier Afficher Outils Unités Extensions Jobs Aide

Projet Ensemble de paramètres x

Reprendre Mettre à jour tous les points de calcul

Boîte à outils

- Diagrammes de paramètres
- Diagramme parallèle de paramètres (tc)
- Diagramme de paramètres

Arborescence de Tous les paramètres

	A	B	C	D
1	ID	Nom du paramètre	Valeur	Unité
2	Paramètres d'entrée			
3	Mécanique des fluides (Fluent) (B1)			
4	P1	AoA	0	degree
5	P2	Inlet_velocity	2,5	m s ⁻¹
*	Nouveau paramètre d'entrée			
7	Paramètres de sortie			
8	Mécanique des fluides (Fluent) (B1)			
9	P3	Drag	0,071874	N
10	P4	Lift	-0,20283	N
11	P5	Coefficient Lift	0,018775	kg m ⁻¹
12	P6	Coefficient Drag	-0,052985	kg m ⁻¹
*	Nouveau paramètre de sortie			
14	Diagrammes			

Table de Points de calcul

	A	B	C	D
1	Nom	P1 - AoA	P2 - Inlet_velocity	P3 - Drag
2	Unités	degree	m s ⁻¹	N
3	DP 0 (Courant)	0	2,5	0,071874
4	DP 1	0	5	0,25022
5	DP 2	0	7,5	0,52269
6	DP 3	0	10	0,88357
7	DP 4	0	12,5	1,3298
8	DP 5	0	15	1,8592
9	DP 6	0	17,5	2,47
10	DP 7	0	20	3,161
11	DP 8	0	22,5	
12	DP 9	0	25	
13	DP 11	2	2,5	
14	DP 12	4	2,5	
15	DP 13	6	2,5	
16	DP 14	8	2,5	
17	DP 15	10	2,5	
18	DP 16	12	2,5	
19	DP 17	14	2,5	
20	DP 18	16	2,5	
21	DP 19	18	2,5	

Progression

	A	B	C
1	Statut	Détails	Progression
2	Mise à jour du composant Solution dans Mécanique des fluides (Fluent) pour le point de calcul 8	Mise à jour de Configuration...	

Tout afficher / Personnaliser ...

Figure: Automatisation

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Résolution du problème
- 4 Analyse des résultats**
- 5 Conclusion

Variation de vitesse

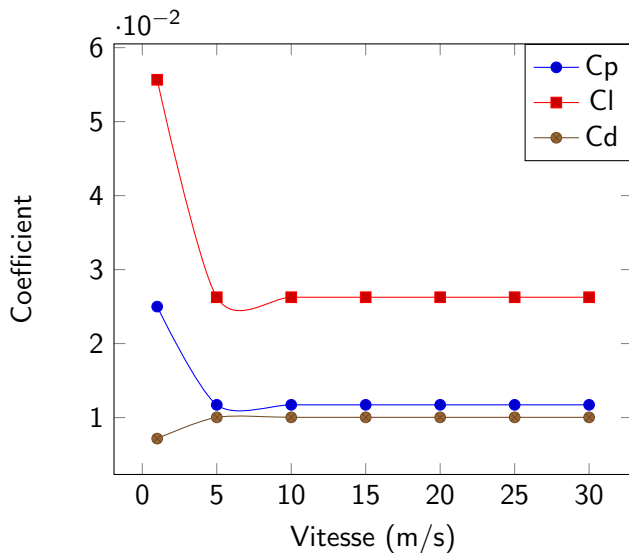
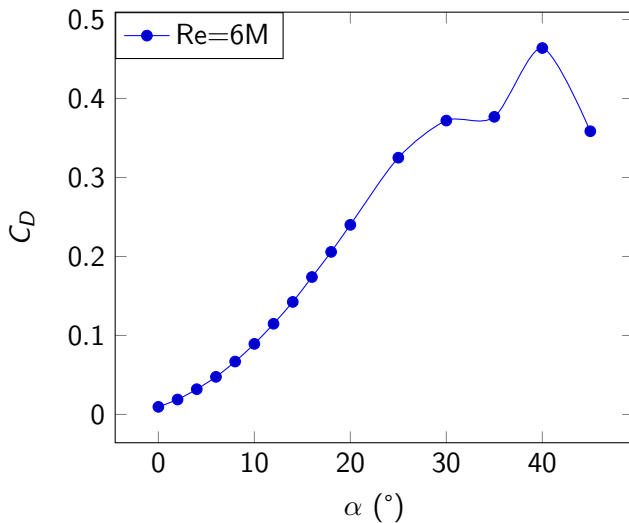
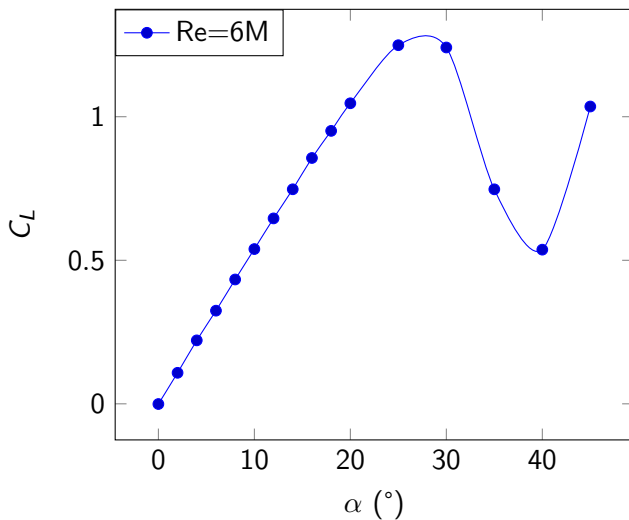


Figure: C_p , C_l et C_d en fonction de la vitesse

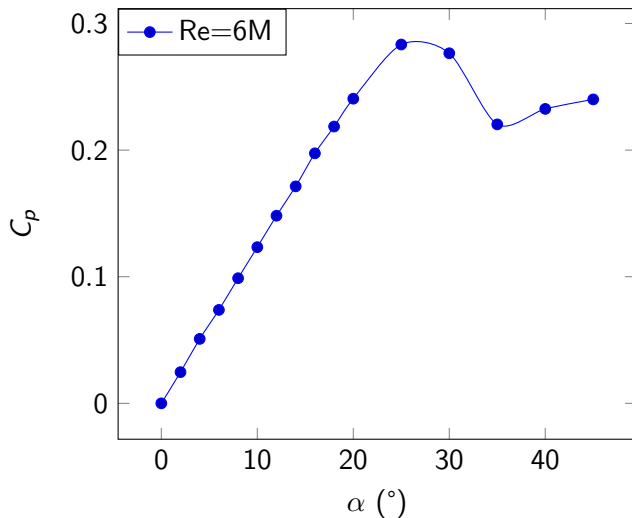
Coefficients aérodynamiques - C_d - $Re=6M$



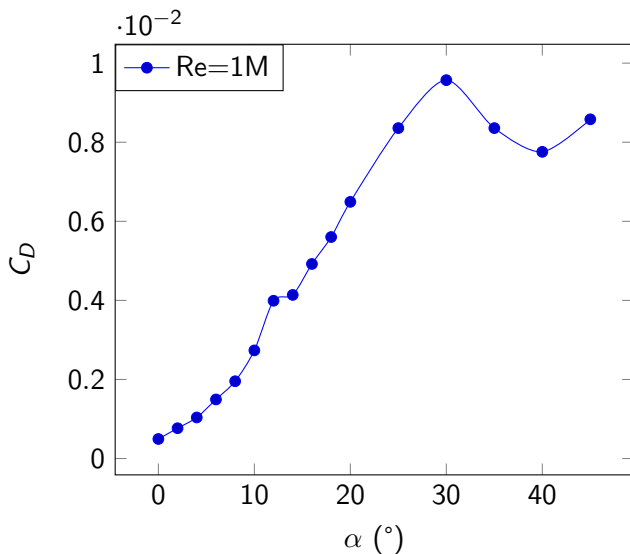
Coefficients aérodynamiques - C_l - $Re=6M$



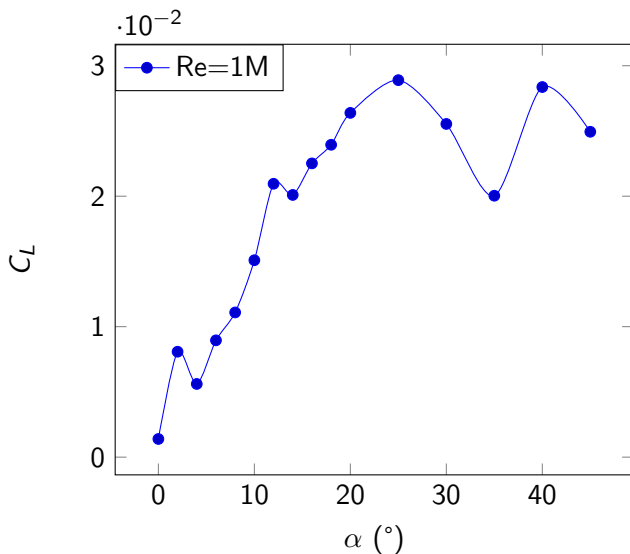
Coefficients aérodynamiques - C_p - $Re=6M$



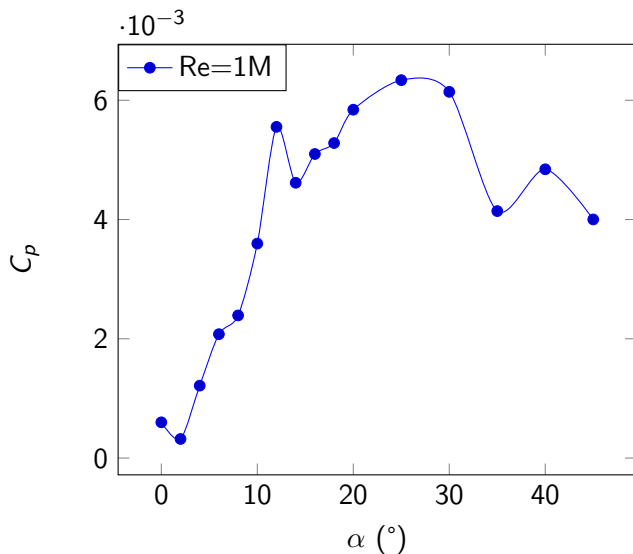
Coefficients aérodynamiques - C_d - $Re=1M$



Coefficients aérodynamiques - Cl - Re=1M



Coefficients aérodynamiques - C_p - $Re=1M$



Cas instationnaire

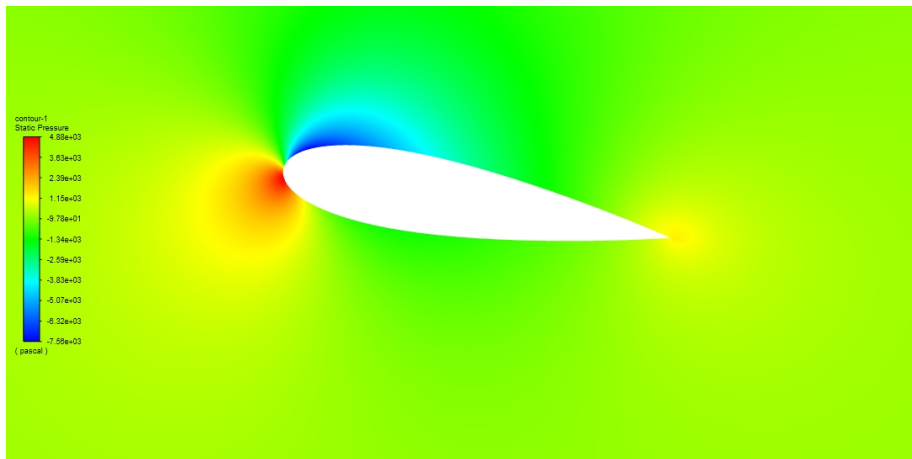


Figure: Champ de pression

Cas instationnaire

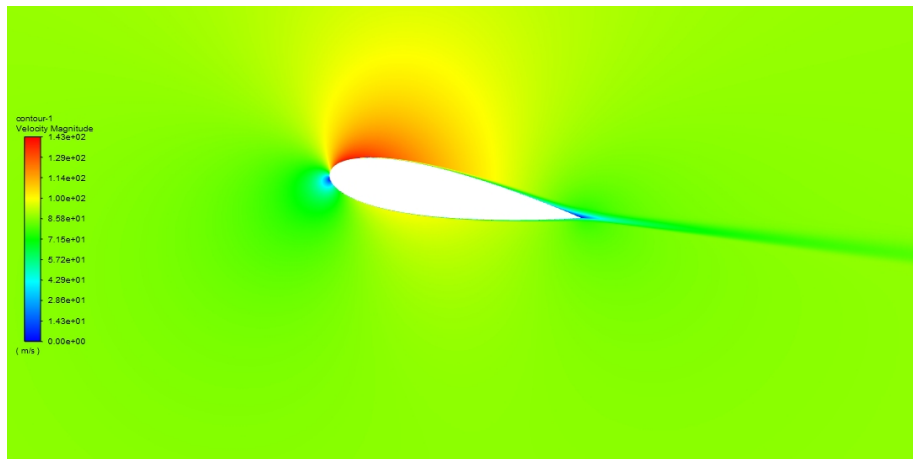


Figure: Champ de vitesse

Cas instationnaire

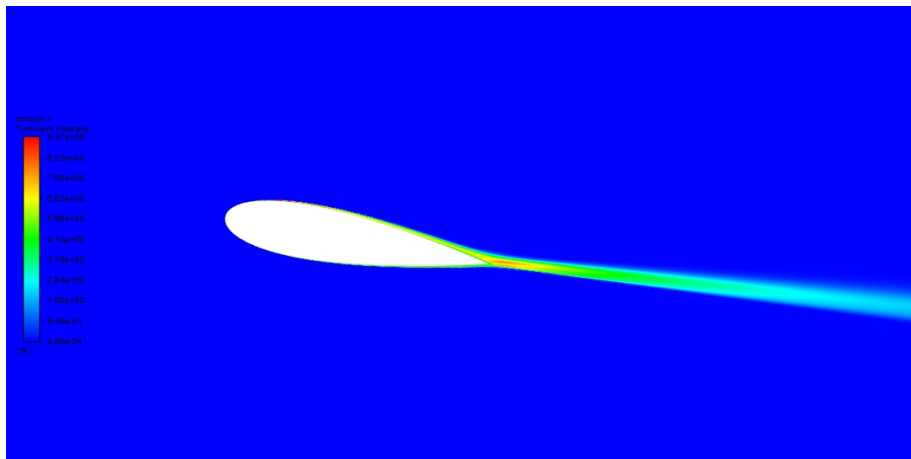


Figure: Turbulent Intensity

Table of Contents

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Résolution du problème
- 4 Analyse des résultats
- 5 Conclusion**

- Apparition d'un phénomène de décrochage à partir d'un angle de 20° comme établi dans la littérature
- Maillage multi-bloc structuré : Précision dans les zones proche du profil.