

Soutenance projet

(Projet filière 4^{ème} année)



Léo *CROCHARD*
Pierre *DUBÉCHOT*

Sommaire

1) Contexte de l'étude

2) Etudes

- a) Calculs Fluent (Profil B-24)
- b) Calculs ABAQUS (Plaque plane)
- c) Session soufflerie

3) Exploitations des études

4) Conclusion et ouverture



1) Contexte de l'étude

- Objectif : comprendre l'aérodynamique de l'aéronef dans sa phase de décollage verticale.
- Etat de l'étude en janvier/décembre : collecte d'informations quelconques, peu d'information concrètes.





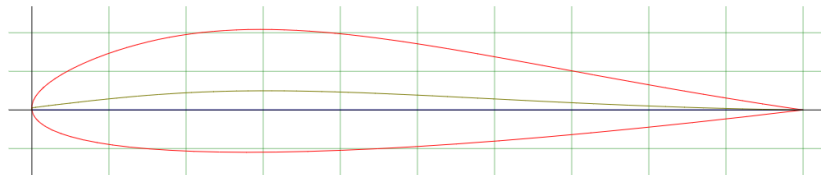
1) Rappel des objectifs fixés

Objectifs fixé du projet :

- Etude préliminaire conception maquette
 - Conception maquette 3D
- Finalisation maquette et premiers tests
 - Etude aérodynamique
- Intégration des commandes de vols (abandonné)

2) Etudes

- Collecte documentaire sur l'aérodynamique et les trainés parasites
- Collecte documentaire sur les modèles CFD (Fluent/Abaqus notamment)
- Etude d'un corps dans un écoulement (perpendiculaire à celui-ci notamment).
- Sélection d'un profil selon les autres groupes du projet Mini-Bee (Profil Davis basic B-24)



2) Etudes

• Etude des corps dans un écoulement (perpendiculaire à celui-ci notamment) :

* Résistance à l'écoulement de l'air dépend sensiblement de :

- _ La vitesse de l'écoulement (V)
- _ La surface faisant face à celui-ci (S)
- _ La masse volumique de l'air (ρ)
- _ Un coefficient de forme définissant le solide (a)

Nous avons alors: $R_{air} = a \cdot S \cdot \rho \cdot V^2$ (en Newton)

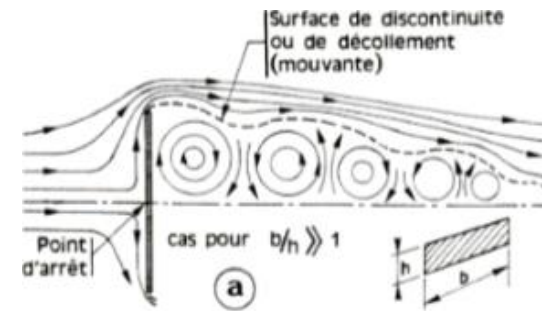


La vitesse est donc un paramètre prépondérant

2) Etudes

* Cas des plaques ayant un allongement important (ailes d'aéronef par exemple) :

Paramètre de viscosité (μ) induit des instabilités en aval de notre obstacle.



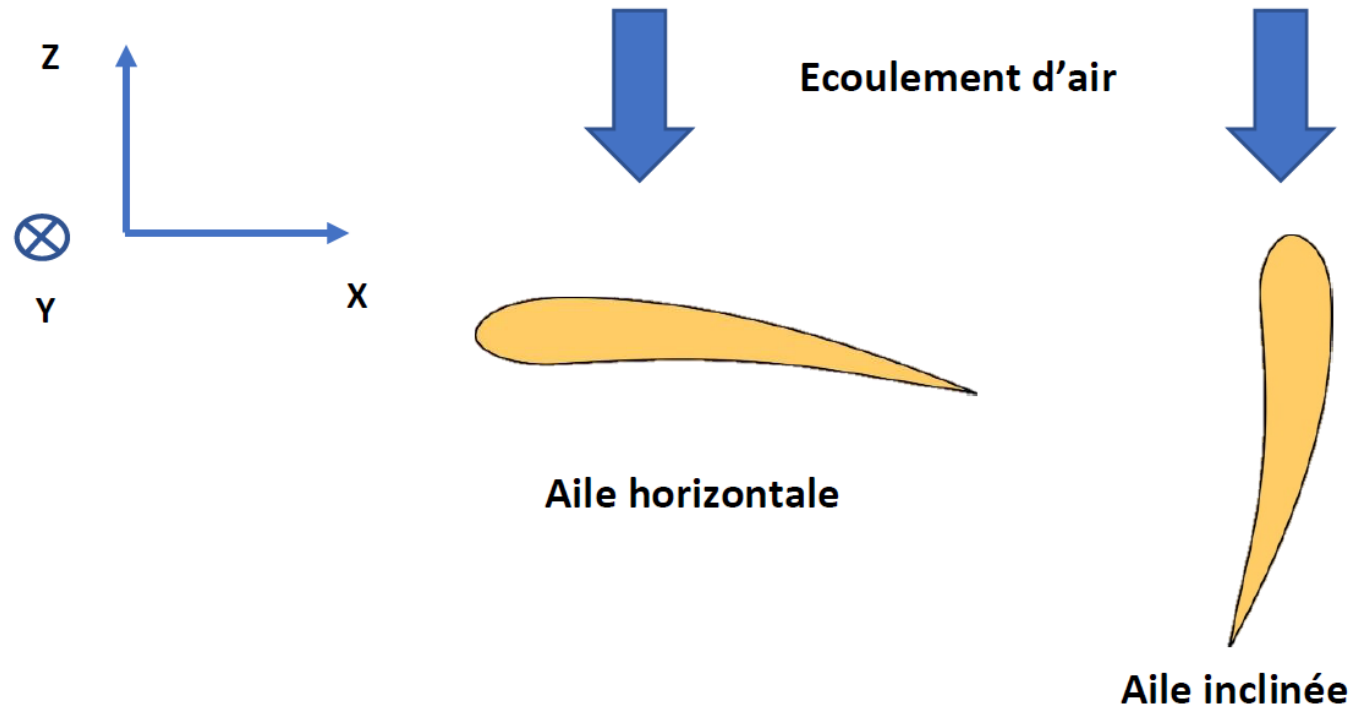
Augmentation du Reynolds associé introduit un autre phénomène d'instabilité : les tourbillons de Karman.



2) Etudes

a) Calculs Fluent (Profil B-24)

Etude de deux configurations d'ailes pour le Mini Bee



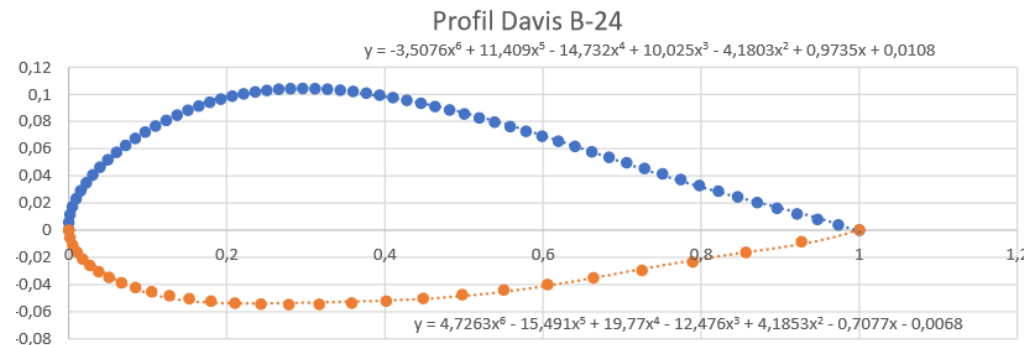
2) Etudes



a) Calculs Fluent (Profil B-24)

▪ Partie théorique de l'étude

_ Récupération de l'équation du profil



_ Calculs analytiques des coefficients et forces de portance et de trainée

	Aile horizontale	Aile inclinée
Cz	-9.210	0.6597
Cx	27.81	0.1428
Fz (N)	-50.77	3.64
Fx (N)	153.30	0.7871

2) Etudes

Partie numérique de l'étude

Géométrie testée de CATIA V5 à Fluent Cas de l'aile inclinée

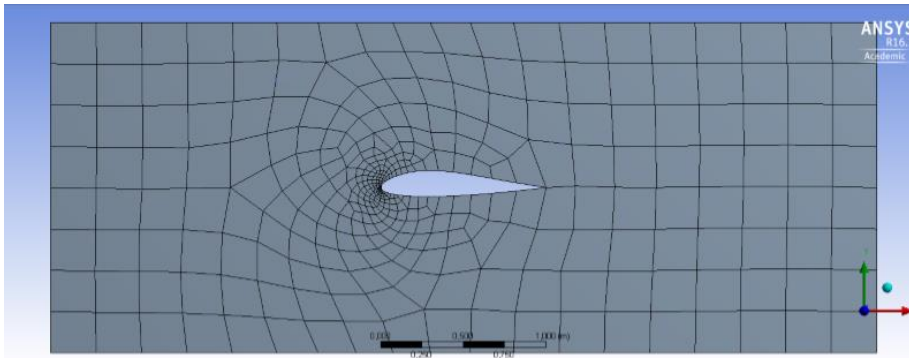


Figure 4 Visualisation du premier maillage

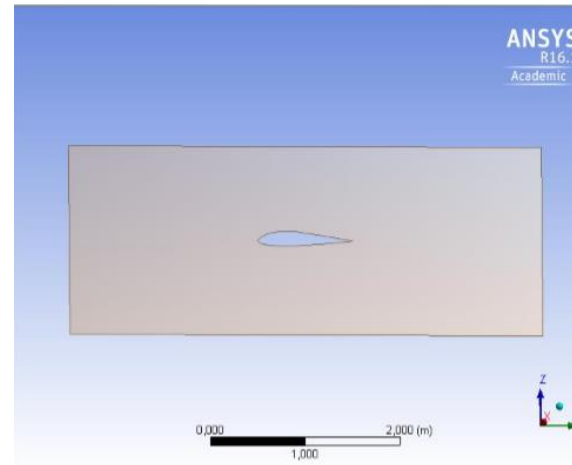


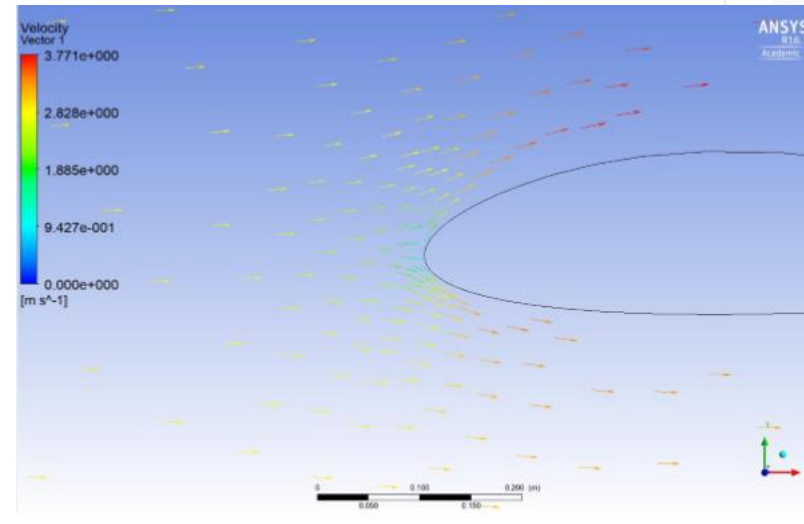
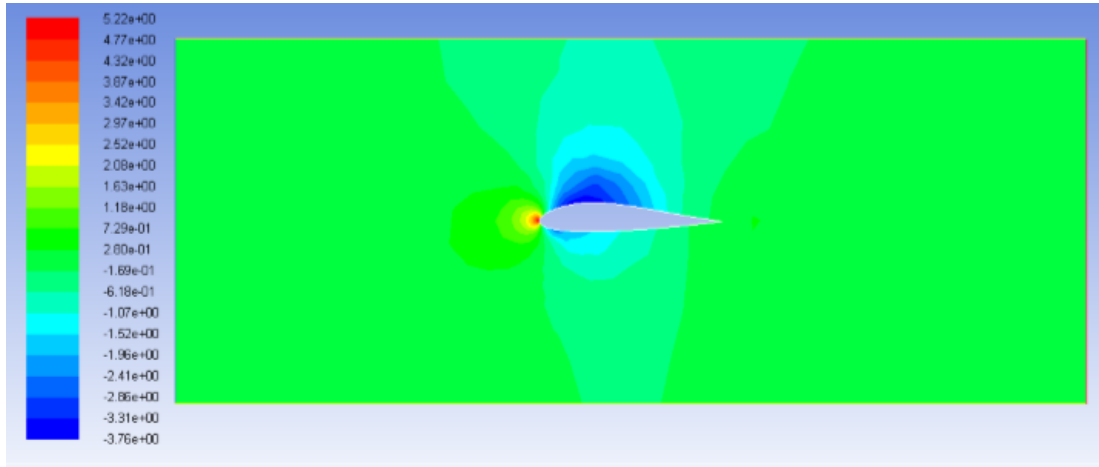
Figure 3 Géométrie testée dans ANSYS Fluent

Premier domaine maillé

2) Etudes

▪ Partie numérique de l'étude

– Les premiers résultats de l'étude nous donnent :



Cx	0.23895
Fx	0.14636
Cz	1.54012
Fz	0.94332

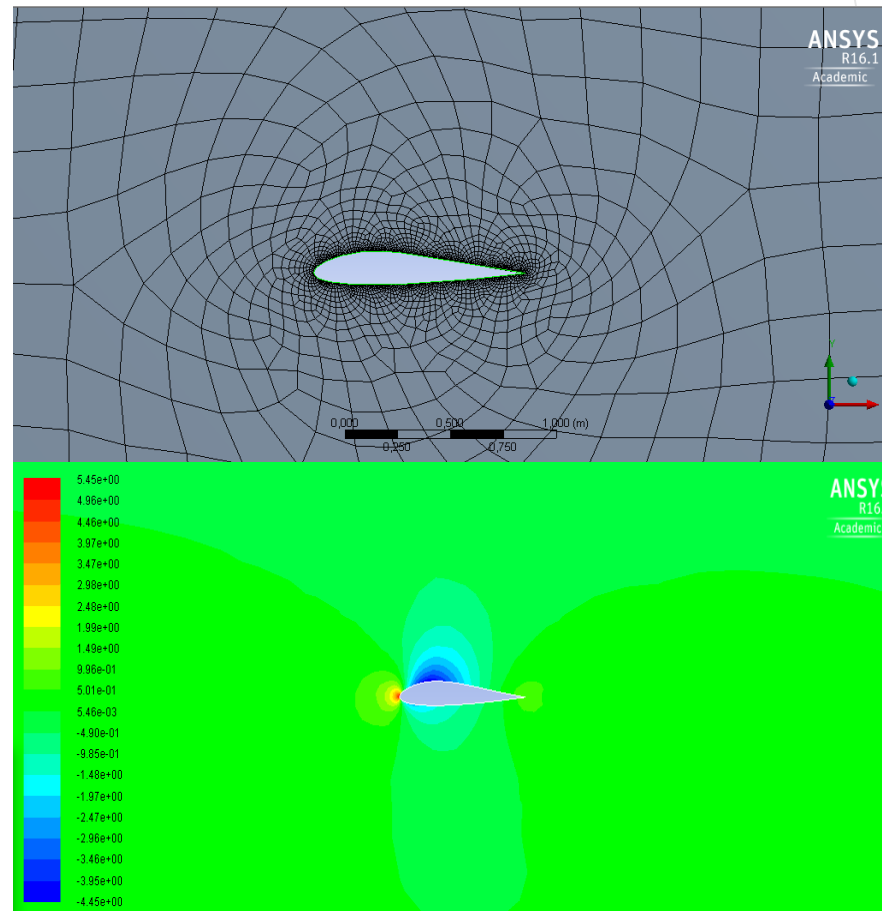
2) Etudes

• Partie numérique de l'étude

_ Nous effectuons un deuxième calcul avec un maillage plus fin pour obtenir des résultats plus proches de la réalité

Les résultats sont les suivants :

Cx	0.01814
Fx	0.09999
Cz	1.14835
Fz	0.81782

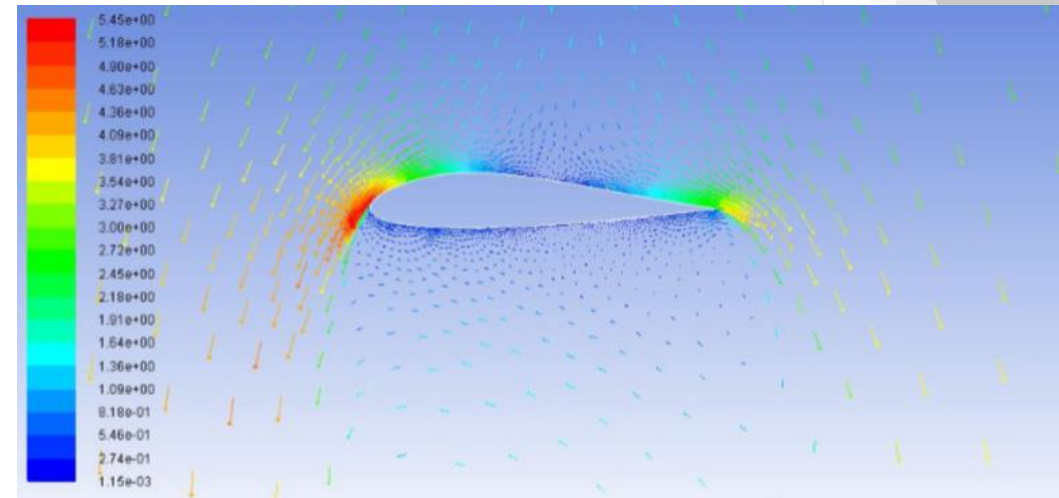
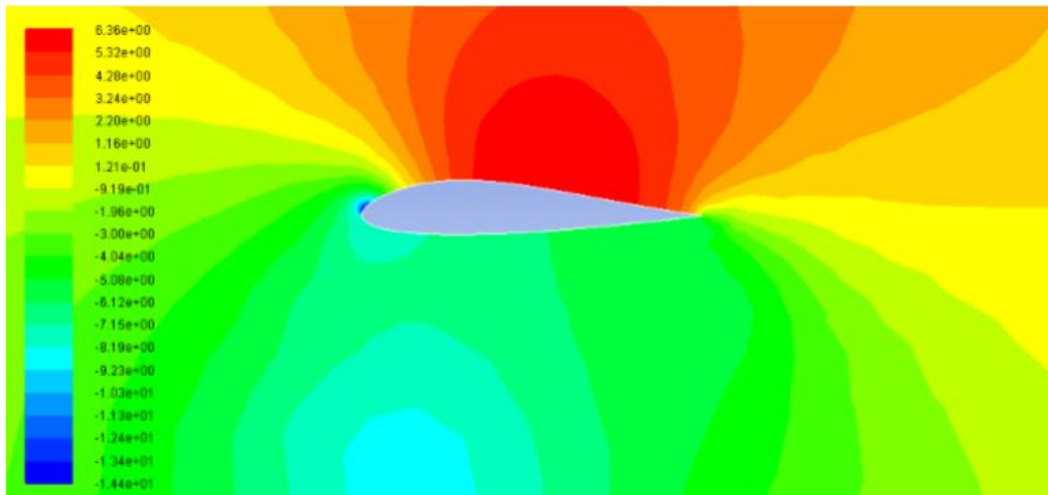


2) Etudes

Partie numérique de l'étude

_ Nous effectuons un troisième et dernier calcul pour simuler le décollage avec un profil perpendiculaire à l'écoulement

Les résultats en champs de pression et de vitesse sont les suivants :



2) Etudes

- Partie numérique de l'étude

Nous récupérons donc pour une configuration d'ailes horizontales :

Cx	-0.24000
Fx	-1.32300
Cz	-1.76573
Fz	-9.73361

2) Etudes

▪ Partie numérique de l'étude

Au final pour résumer entre aile horizontale et aile inclinée ...

	Aile horizontale	Aile inclinée
Cx analytique	-9.210	0.660
Cx simulation numérique	-0.240	1.148
Cz analytique	-27.810	-0.143
Cz simulation numérique	-1.766	-0.018
Fx analytique (N)	-50.770	3.640
Fx simulation numérique (N)	-1.323	0.818
Fz analytique (N)	-153.300	-0.787
Fz simulation numérique (N)	-9.734	-0.100

- Différence significative entre calcul analytique et numérique
- Trainée (F_z) plus faible sur l'aile inclinée (200x moins avec le calcul analytique et 100x moins avec le calcul numérique)
- Présence de forces horizontale avec le mouvement vertical

2) Etudes

b) Calculs ABAQUS (Plaque plane)

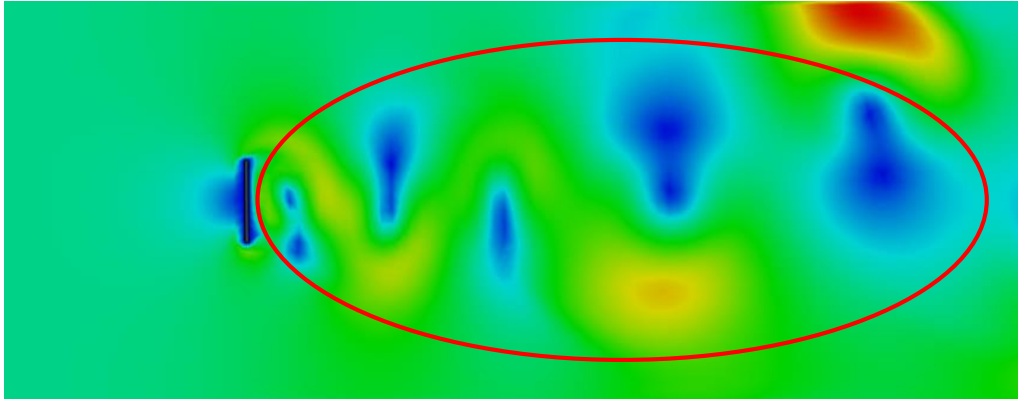
➔ Comparer la plaque plane dans l'écoulement avec différentes vitesses d'écoulement et inclinaisons.

▪ Premièrement définition de nos paramètres d'étude :

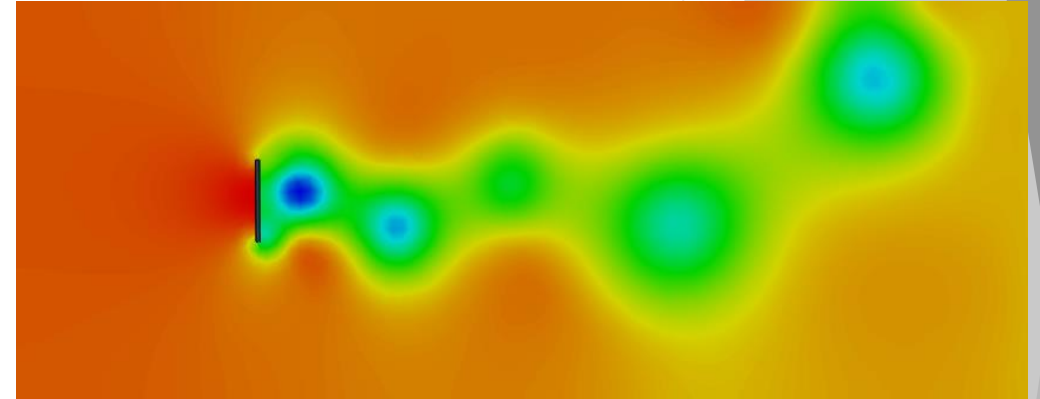
Variable	Valeur
Masse volumique ρ (ISA)	1.225 kg/m ³
Viscosité dynamique μ (293K)	1.815 ^{E-5} kg/m.s

2) Etudes

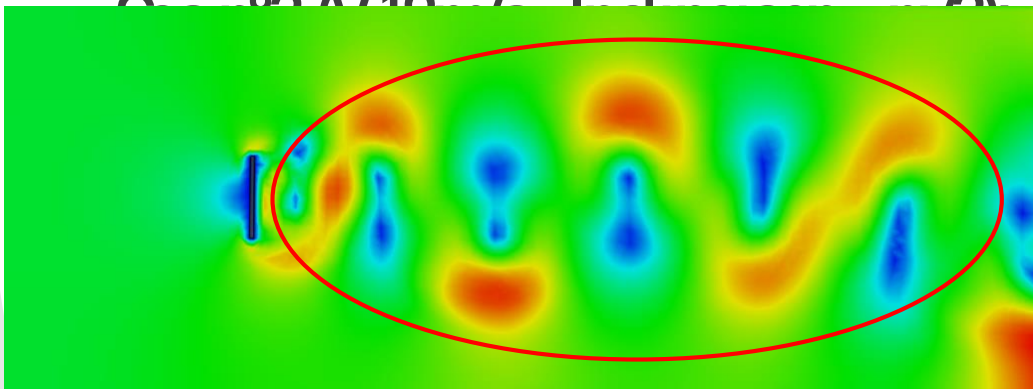
- Cas n°1 ($V=5\text{m/s}$, Inclinaison = $\pi/2$):



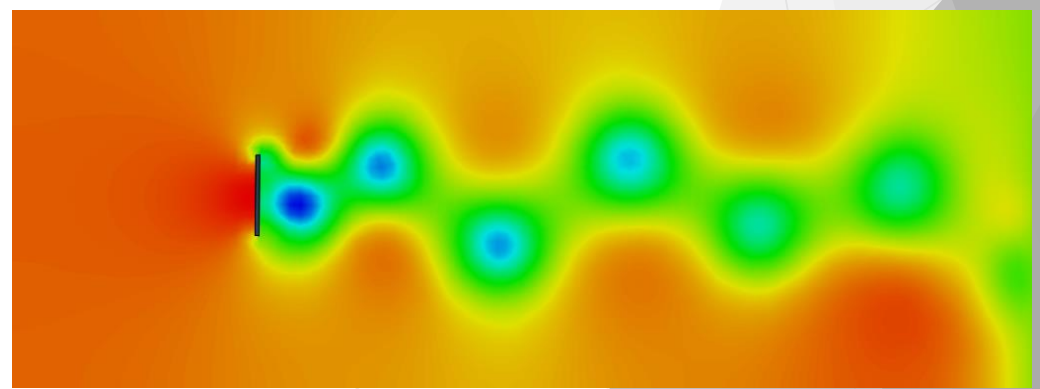
Représentation en vitesse



Représentation en pression

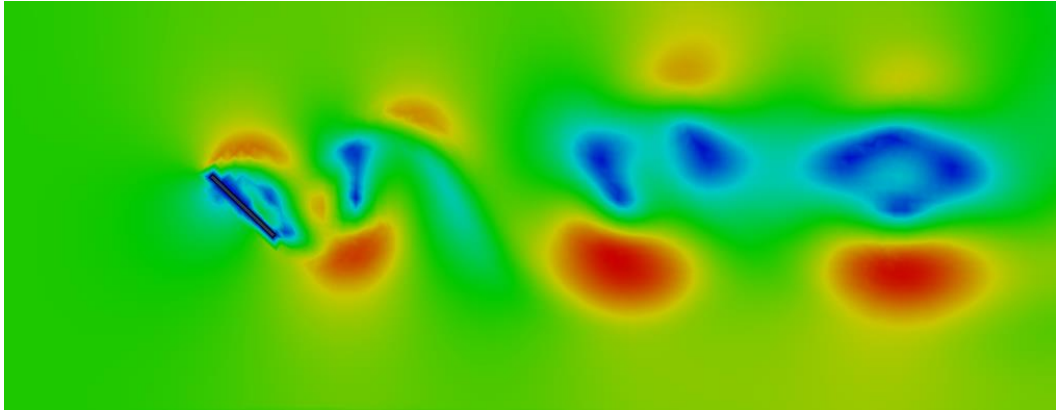


Représentation en vitesse



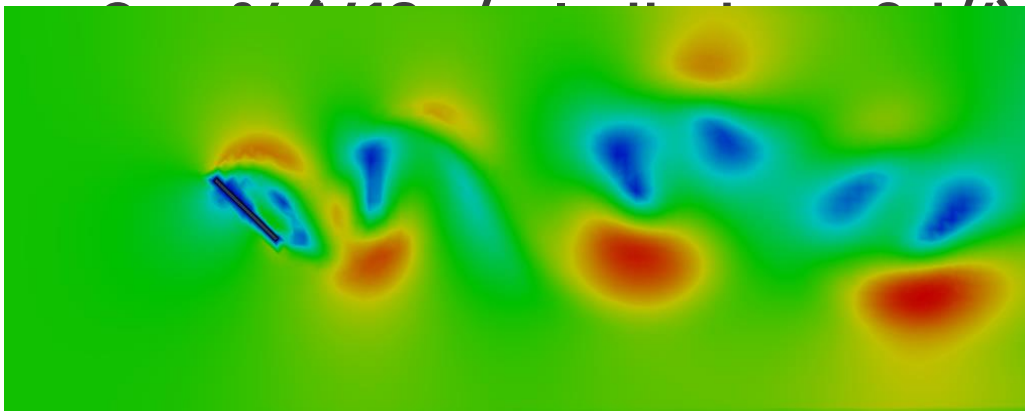
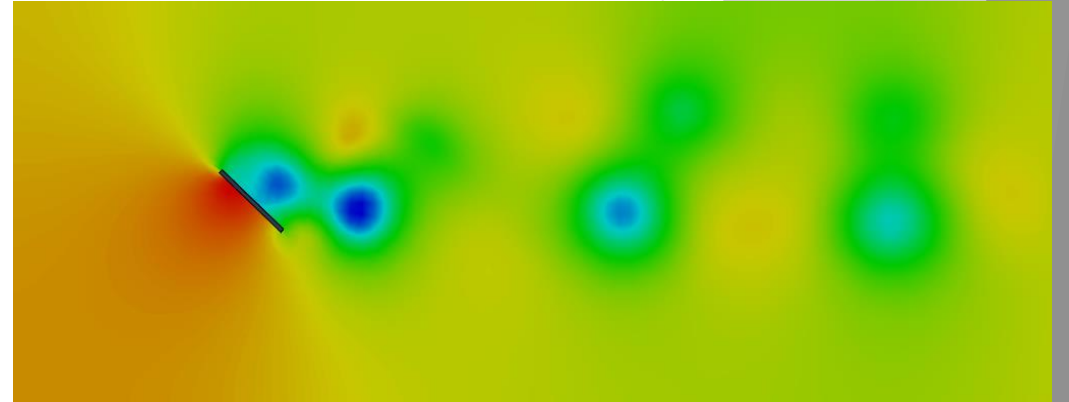
2) Etudes

▪ Cas n°3 ($V=5\text{m/s}$, Inclinaison = $3\pi/4$):

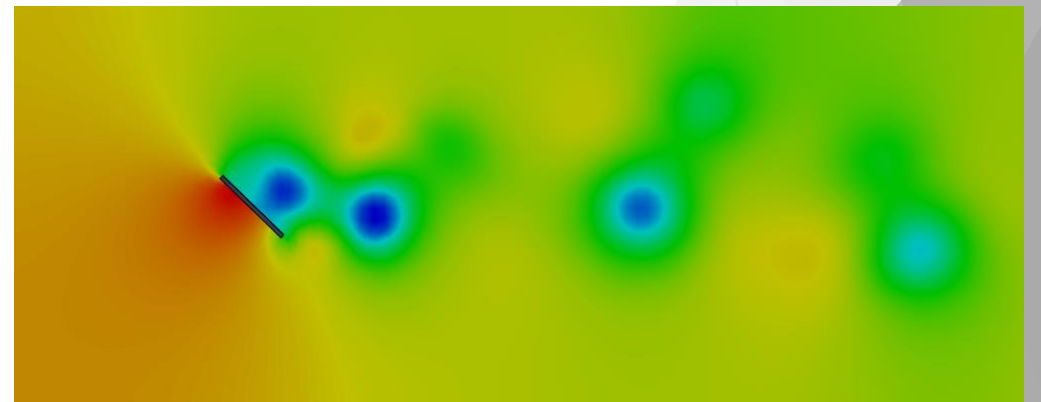


Représentation en vitesse

Représentation en pression



Représentation en vitesse



2) Etudes

▪ Récapitulatif étude CFD Abaqus (plaque plane):

	Vitesse écoulement	Pmax (en Pa)	Vmax (en m/s)
pi/2	5m/s	30.51	14.69
	10m/s	194.7	22.28
3pi/4	5m/s	21.2	9.29
	10m/s	92.61	19.19

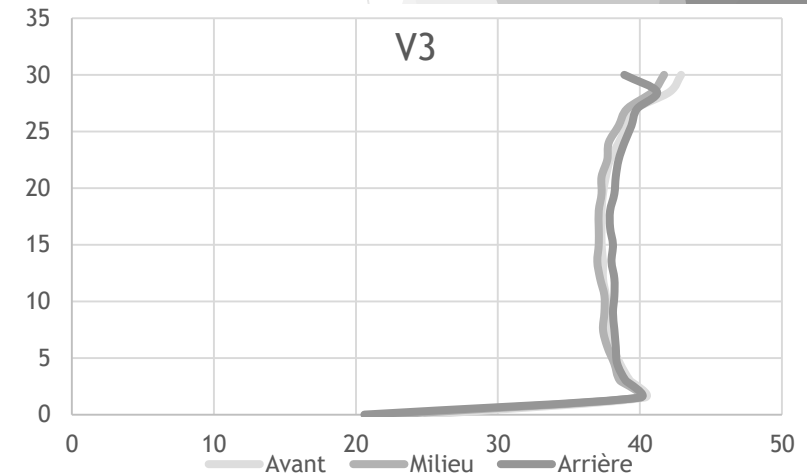
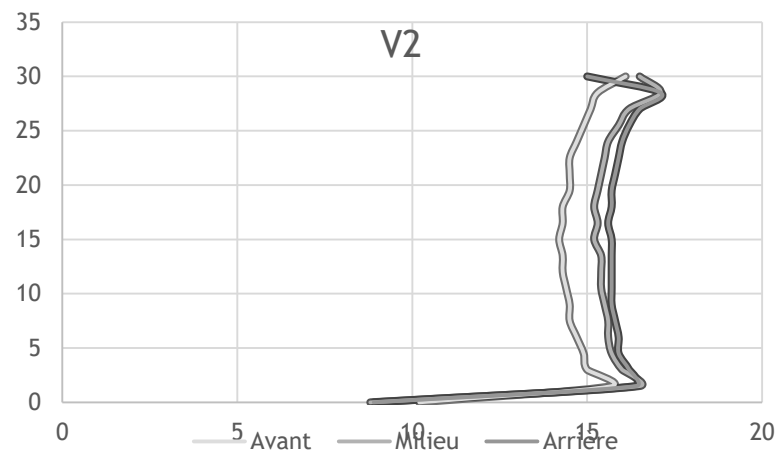
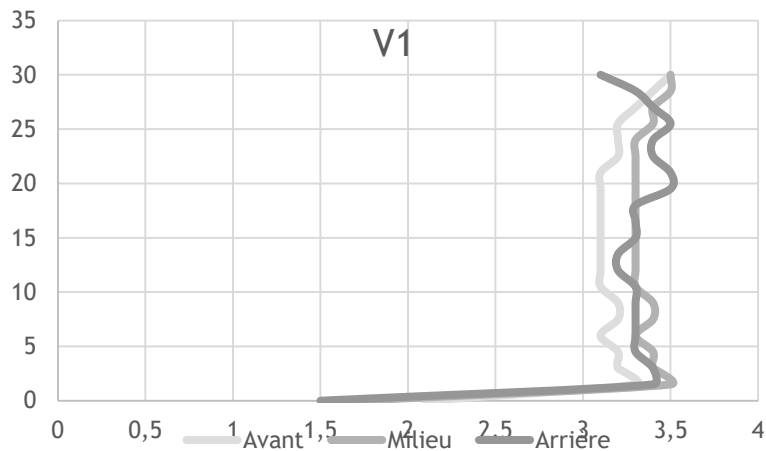
- _ Force s'exerçant sur notre plaque nettement diminuée.
- _ Mise en évidence des tourbillons de Karman (instabilités).
- _ Confirmation des résultats Fluent.

2) Etudes

c) Session soufflerie

Nous avons pu réaliser une séance dans la soufflerie pour notamment mettre en évidence « l'effet de paroi » dû à la viscosité de l'air (μ) lors de l'étalonnage.

- Longitudinalement nous avons trois « plans » équidistants pour prélever la vitesse avec un tube de Pitot selon la distance à la paroi :



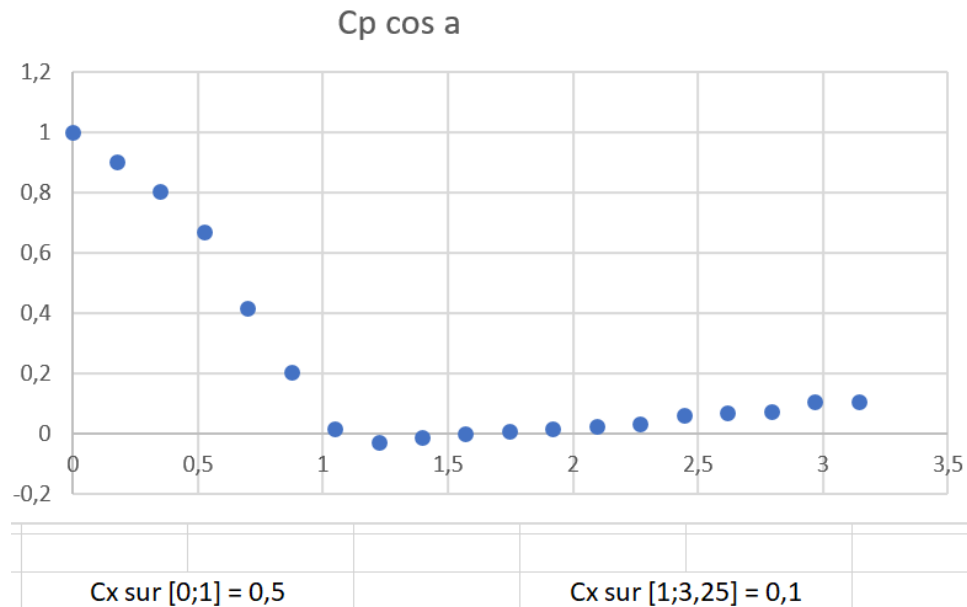
2) Etudes

Observations :

- _ plus on accélère plus nos courbes caractéristiques tendent vers une seule tendance.
- _ apparition d'un gradient de vitesse aux abords des parois (viscosité de l'air).

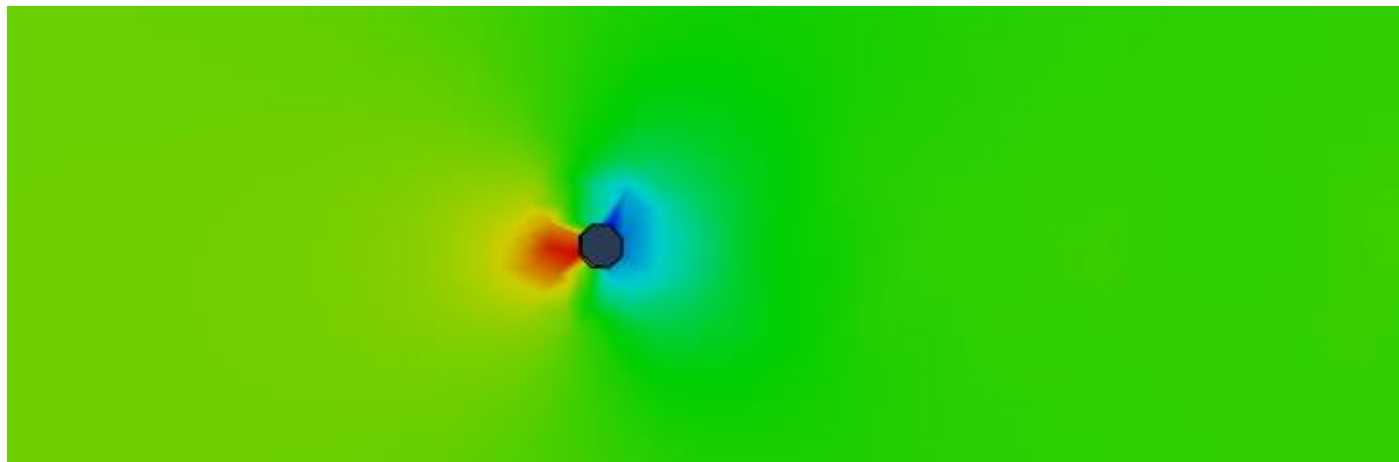
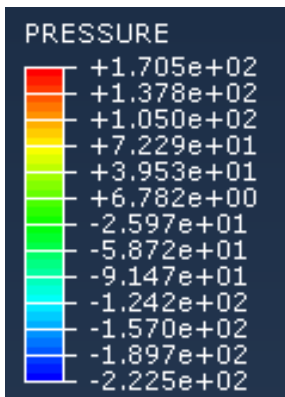
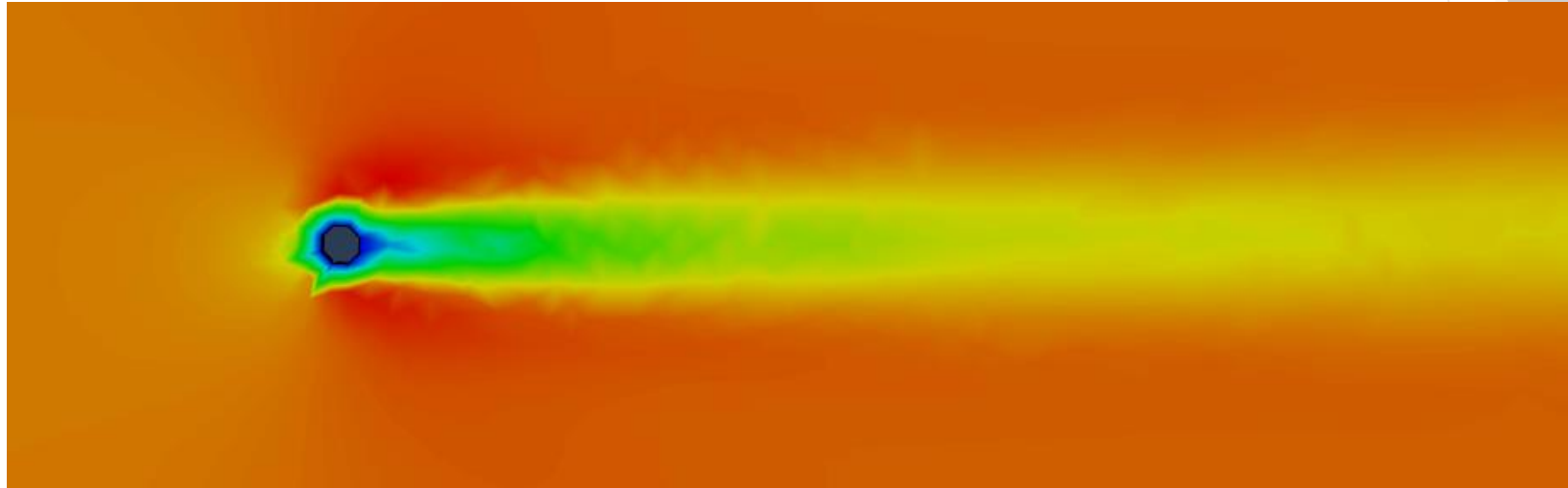
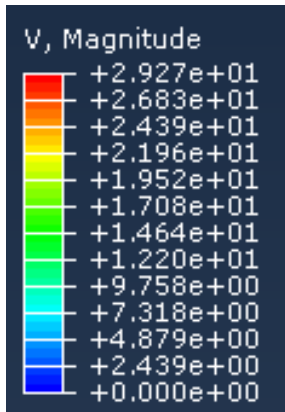
• Ensuite nous avons pu tester l'interaction d'un cylindre dans la veine d'essai :

Mesure	a (rad)	V3			24,97399		
		a	DH	DP	Pinf	Cp	Cp cos a
1	0	0	0	0	2528,73	1	1
2	0,174533	10	3	29,43		0,914844	0,900945
3	0,349066	20	5	49,05		0,858073	0,806325
4	0,523599	30	8	78,48		0,772917	0,669365
5	0,698132	40	16	156,96		0,545833	0,418133
6	0,872665	50	24	235,44		0,31875	0,204889
7	1,047198	60	34	333,54		0,034896	0,017448
8	1,22173	70	38	372,78		-0,07865	-0,0269
9	1,396263	80	38	372,78		-0,07865	-0,01366
10	1,570796	90	37	362,97		-0,05026	-3,1E-18
11	1,745329	100	37	362,97		-0,05026	0,008728
12	1,919862	110	37	362,97		-0,05026	0,01719
13	2,094395	120	37	362,97		-0,05026	0,02513
14	2,268928	130	37	362,97		-0,05026	0,032307
15	2,443461	140	38	372,78		-0,07865	0,060246
16	2,617994	150	38	372,78		-0,07865	0,068109
17	2,792527	160	38	372,78		-0,07865	0,073903
18	2,96706	170	39	382,59		-0,10703	0,105405
19	3,141593	180	39	382,59		-0,10703	0,107031
20	3,316126	190	39	382,59		-0,10703	0,105405
21	3,490659	200	39	382,59		-0,10703	0,100576
22	3,665191	210	39	382,59		-0,10703	0,092632
23	3,839724	220	39	382,59		-0,10703	0,081931
24	4,014257	230	39	382,59		-0,10703	0,068798
25	4,18879	240	38	372,78		-0,07865	0,039323
26	4,363323	250	37	362,97		-0,05026	0,01719
27	4,537856	260	37	362,97		-0,05026	0,008728
28	4,712389	270	37	362,97		-0,05026	9,24E-18
29	4,886922	280	38	372,78		-0,07865	-0,01366
30	5,061455	290	39	382,59		-0,10703	-0,03661
31	5,235988	300	33	323,73		0,063281	0,031641
32	5,410521	310	27	264,87		0,233594	0,150151
33	5,585054	320	22	215,82		0,375521	0,287666
34	5,759587	330	13	127,53		0,63099	0,546453
35	5,934119	340	9	88,29		0,744531	0,699631
36	6,108652	350	5	49,05		0,858073	0,845037
37	6,283185	360	0	0		1	1



2) Etudes

Observations par simulation Abaqus :



3) Exploitations des études

▪ Calculs Fluent (Profil B-24) :

- _ intérêt d'incliner le profil dans l'écoulement.
- _ coefficients aérodynamiques pertinents

▪ Calculs ABAQUS (Plaque plane) :

- _ représentations graphique pertinentes (animations également).
- _ calculs de coefficients aérodynamique difficile.
- _ calcul un peu long (obligation de limiter le maillage et temps de calcul).


▪ Session soufflerie :

- _ démarche très intéressantes (approche intuitive et différente du calcul numérique).
- _ obtention des valeurs « sensibles ».

4) Conclusion et ouverture

Interactions avec la voilure durant le décollage évidentes et non-négligeables.
Apparitions d'instabilités (tourillons de Karman), portance asymétrique.
Intérêt d'incliner la voilure lors du décollage.

Pistes de travail

- *Interaction de l'écoulement avec le sol (effet de sol)*
- *Tourbillons de Karman*  *Excitation de la structure ?*
- *Quantifier cette portance asymétrique (impact sur le comportement de l'aéronef)*
 - *L'effet de la température sur les coefficients aérodynamique*
 - *Simulations en 3 dimensions*

