

IPSA 2022/2023

# Profil NACA

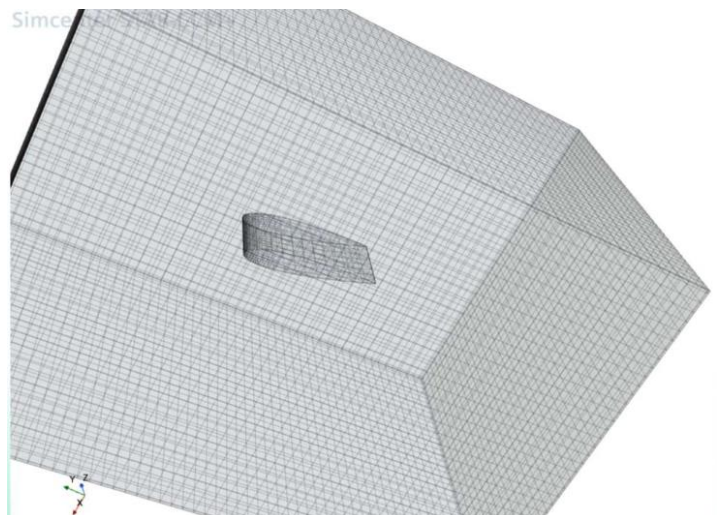
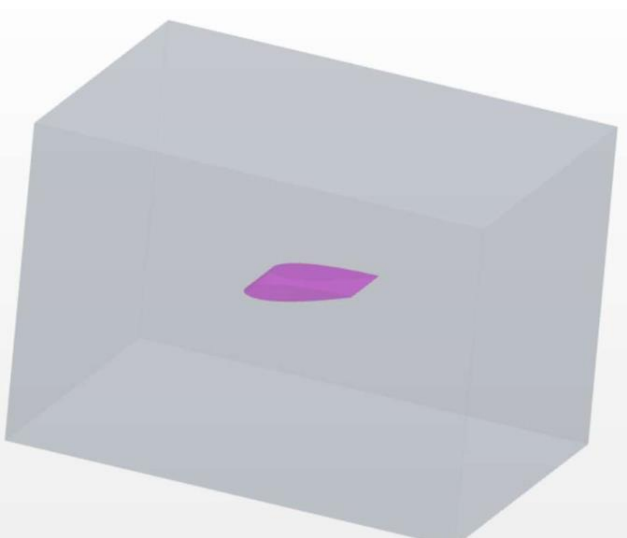
TP3 Aérodynamique

Khady sarah Sall

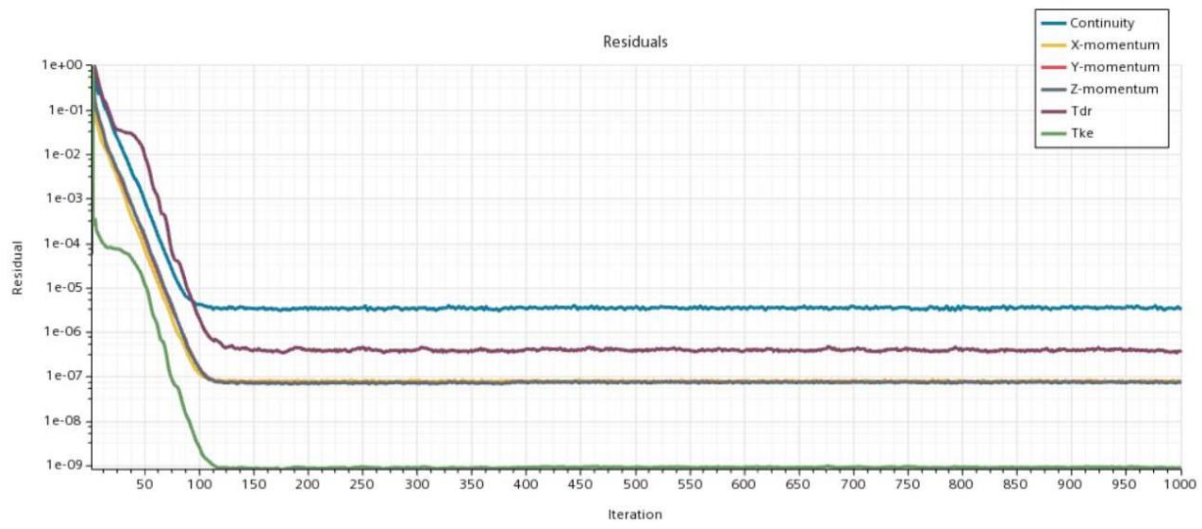
---

Les outils numériques, tels que la simulation en mécanique des fluides (CFD), sont largement employés dans la recherche scientifique pour étudier les interactions entre différents corps de natures et d'états variés. La CFD utilise des méthodes numériques pour résoudre les équations mathématiques décrivant le mouvement des fluides, permettant ainsi de prédire les résultats pour différentes conditions d'écoulement. Ces outils numériques sont indispensables dans l'ingénierie et la recherche scientifique moderne, car ils permettent d'analyser des systèmes complexes en utilisant des modèles informatiques. Les simulations CFD sont utilisées dans de nombreux domaines, tels que l'aéronautique, la construction automobile, le génie civil, et bien d'autres. Dans le cadre de ce TP sur le profil NACA, les outils numériques, tels que les simulations en mécanique des fluides (CFD), vont être utilisés pour étudier le comportement de l'écoulement d'air autour du profil.

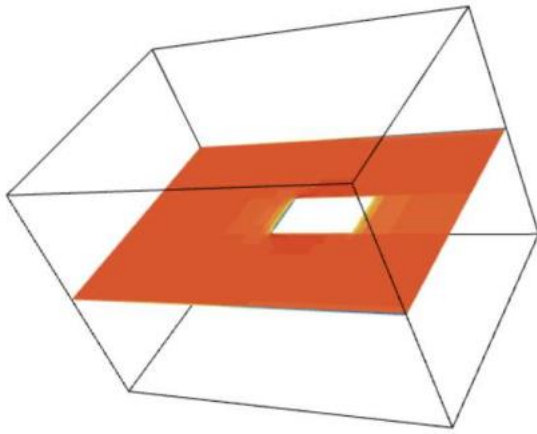
- Géométrie du profil



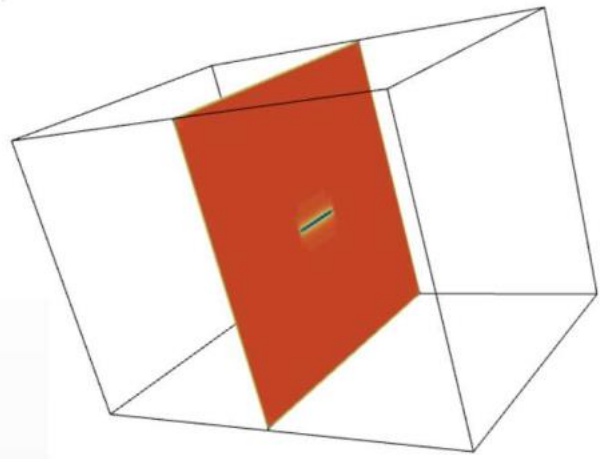
- Simulation



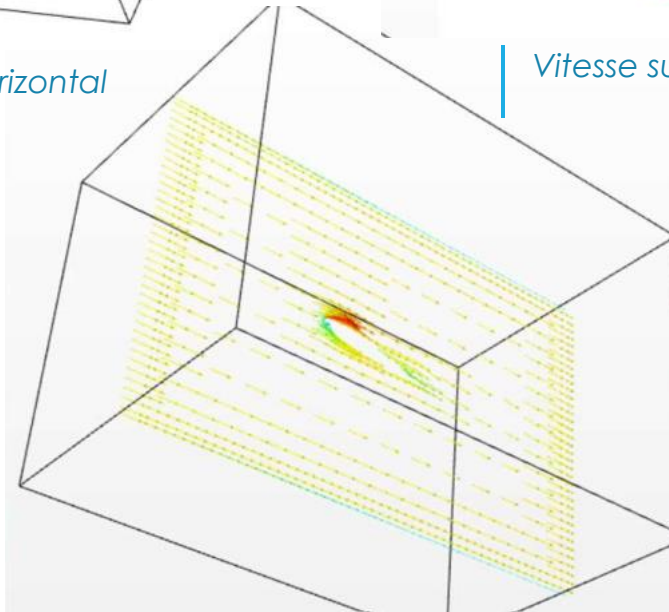
Vitesse à 10 m/s incidence  $0^\circ$



*Vitesse sur plan horizontal*



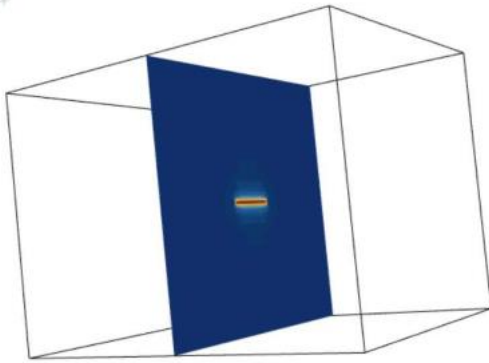
*Vitesse sur plan vertical*



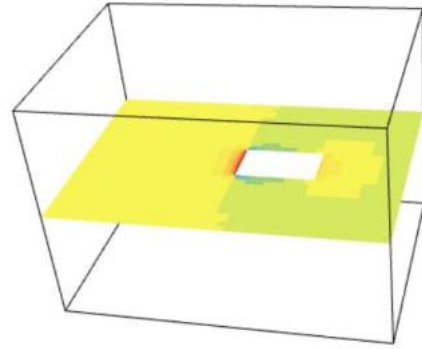
*Champ de vitesse sur plan horizontal*

Les images montrent une vitesse constante de l'air autour du profil NACA loin du profil, ce qui indique un écoulement régulier. Cependant, la vitesse varie considérablement près du profil, ce qui peut affecter les performances aérodynamiques. En s'approchant du profil, la vitesse diminue, créant une zone de basse pression qui augmente la portance. Cette diminution de vitesse est causée par l'effet de couche limite. Après le bord d'attaque, il y a une accélération soudaine de l'écoulement d'air, ce qui peut réduire la portance en raison de la formation d'un tourbillon de vitesse sur l'extrados du profil. De plus, un léger sillage est observé en aval du profil, où la vitesse diminue avant d'augmenter progressivement. Ce phénomène est dû à la traînée induite par la portance, qui peut avoir un impact sur la consommation de carburant et la vitesse.

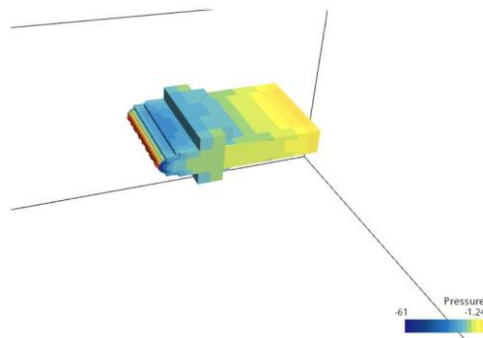
M+



| Pression sur plan vertical

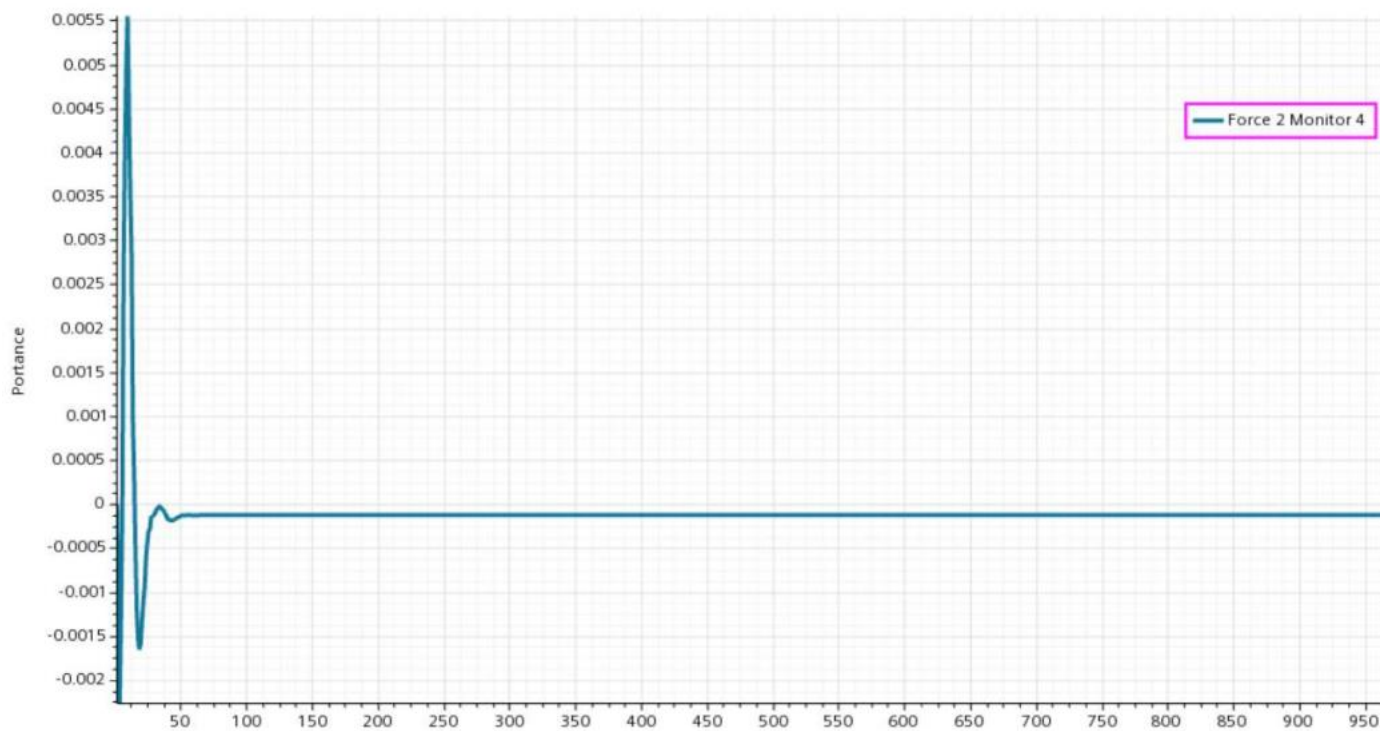


| Pression sur plan horizontal



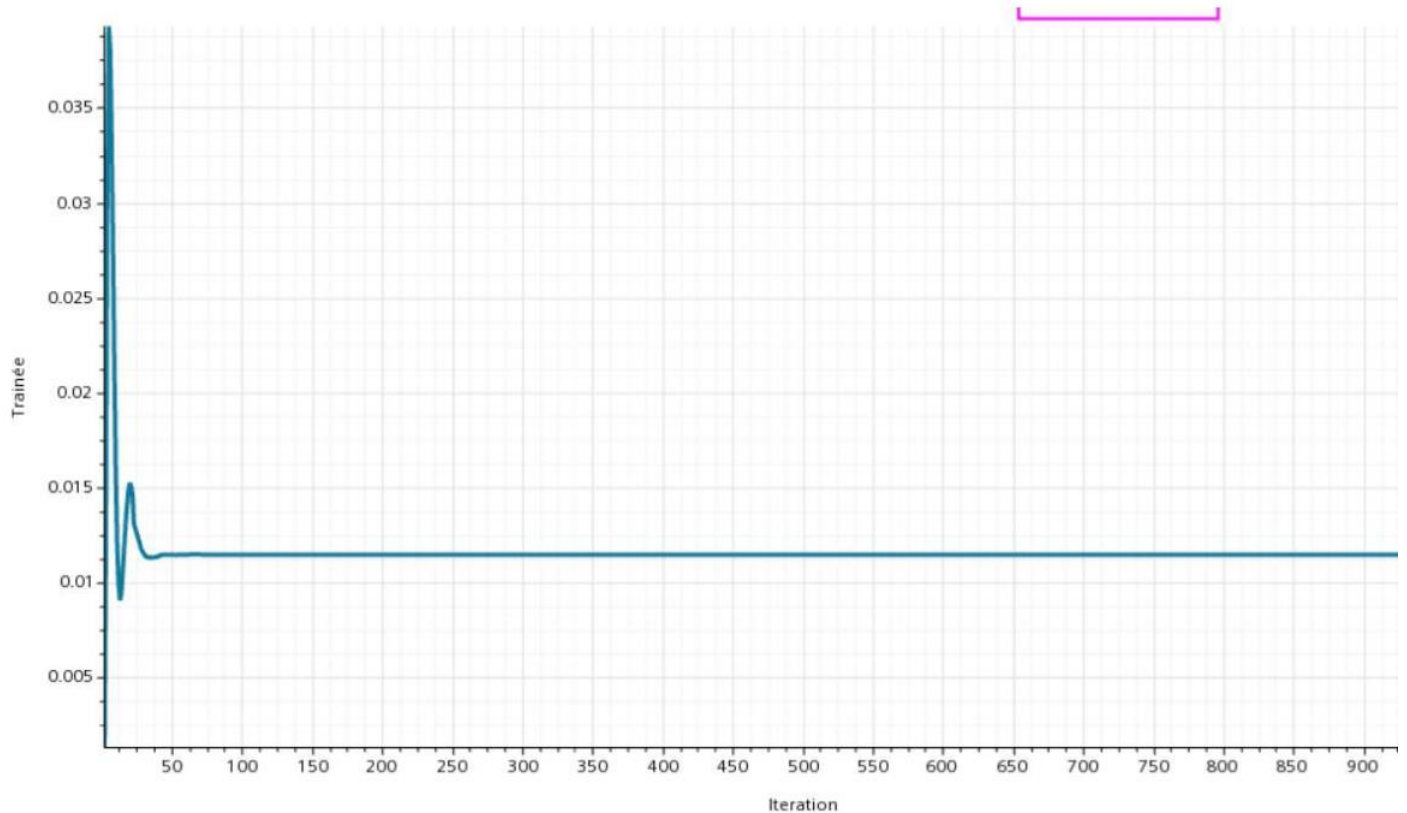
| Pression sur la paroi de l'aile

La vitesse de l'écoulement d'air est directement liée à la pression autour du profil NACA. Une augmentation de la vitesse correspond à une diminution de la pression, tandis qu'une diminution de la vitesse entraîne une augmentation de la pression. Cette relation est responsable de la création de la force de portance lorsque la pression diffère autour du profil. Comprendre cette relation entre la vitesse et la pression de l'écoulement d'air est essentiel pour optimiser la conception aérodynamique et améliorer les performances des structures.



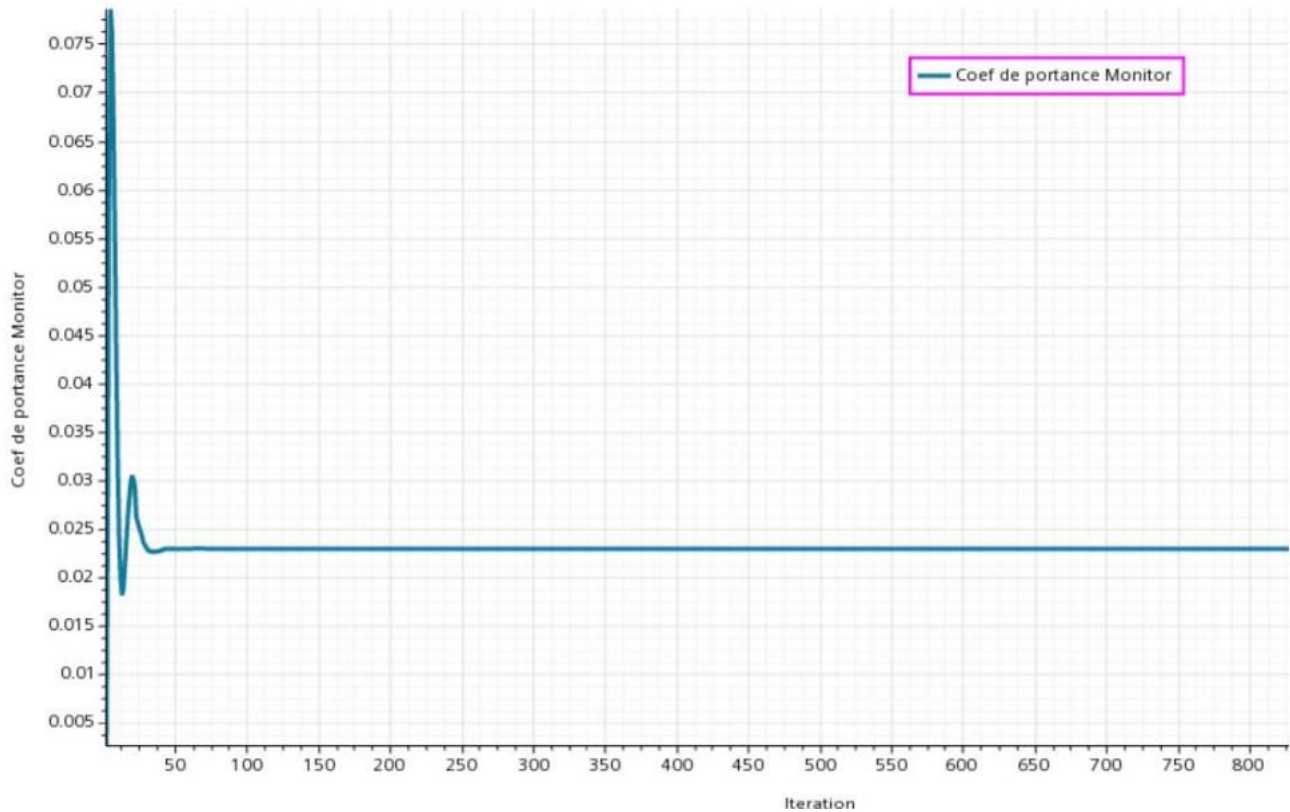
### Portance à la vitesse 10 m/s à 0°

À une incidence nulle, les résultats indiquent une faible force de portance, ce qui correspond au comportement aérodynamique prévu du profil NACA. Lorsque l'incidence est nulle, le flux d'air s'écoule de manière symétrique au-dessus et en dessous du profil, créant une force équilibrée des deux côtés du profil NACA. Dans ces conditions, la différence de pression engendrée par l'écoulement d'air est relativement faible, ce qui limite la génération de force de portance sur le profil. Ainsi, la force de portance observée concorde avec les prévisions théoriques pour un profil NACA à incidence nulle. Cependant, il est important de souligner que la force de portance peut être augmentée en modifiant l'incidence du profil.



### *Trainée à la vitesse 10 m/s à 0°*

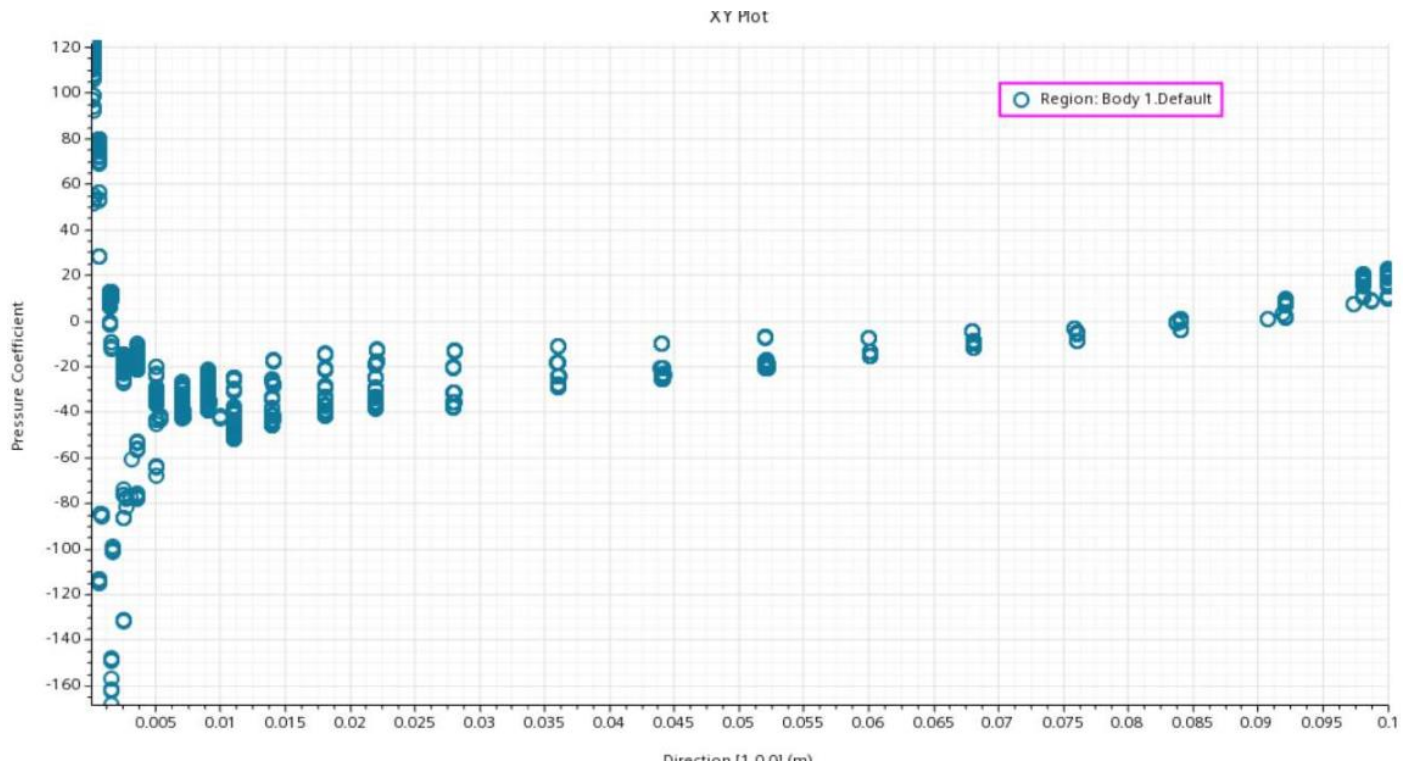
La force de trainée est plus élevée que la force de portance pour le profil NACA à incidence nulle. Cela signifie qu'un avion équipé de ce profil d'aile aurait du mal à décoller, car la force de trainée, liée à la résistance de l'air, serait plus importante que la force de portance nécessaire pour prendre de l'altitude. Ainsi, bien que la force de trainée observée ne soit pas extrêmement élevée, elle limite la capacité de l'aile à générer suffisamment de force de portance pour un décollage à incidence nulle.



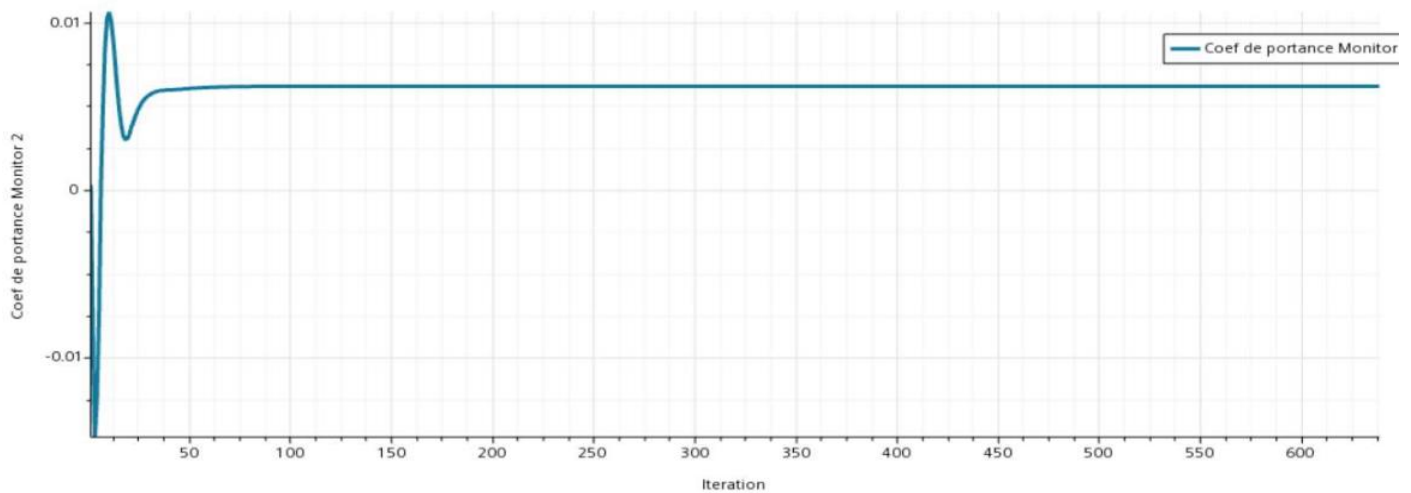
### Coefficient de portance à la vitesse 10 m/s à $0^\circ$

Le profil NACA étudié à une incidence nulle présente un faible coefficient de portance, ce qui est conforme à la théorie de la mécanique des fluides. À une incidence nulle, la portance est limitée car la différence de pression au-dessus et en dessous de l'aile est minime. Le coefficient de portance est une mesure de la capacité d'un profil d'aile à générer de la portance. Ainsi, un faible coefficient de portance indique une capacité limitée de l'aile à produire de la portance.



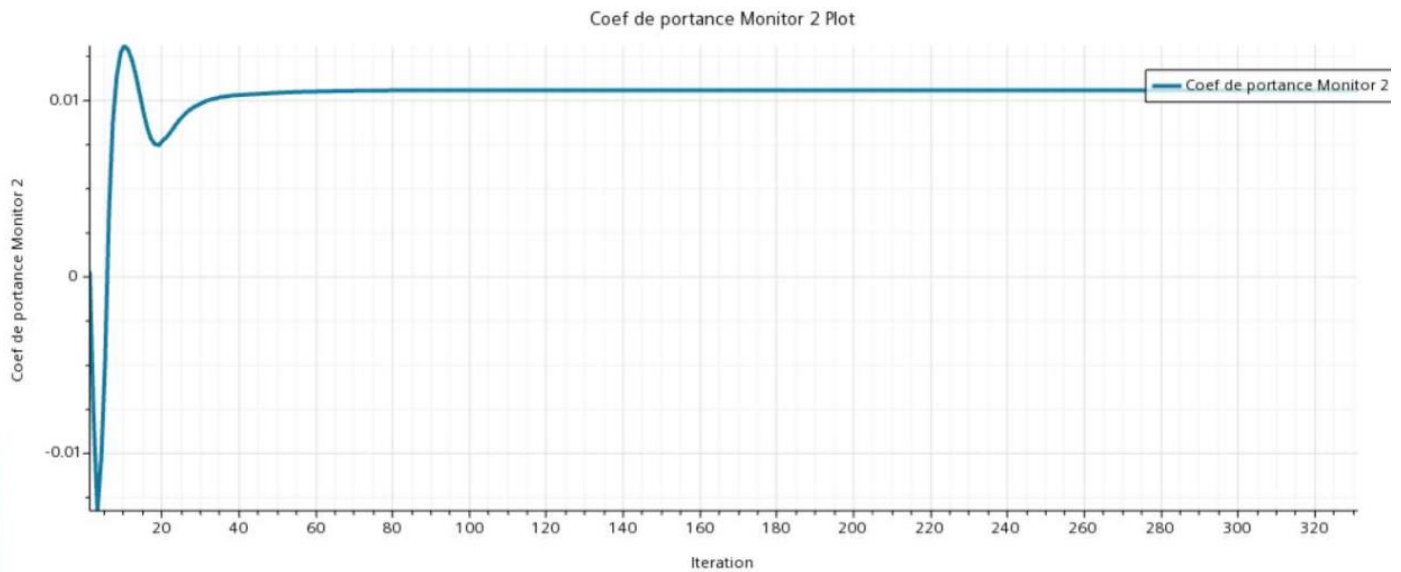


Coefficient de pression à la vitesse 10 m/s à  $0^\circ$



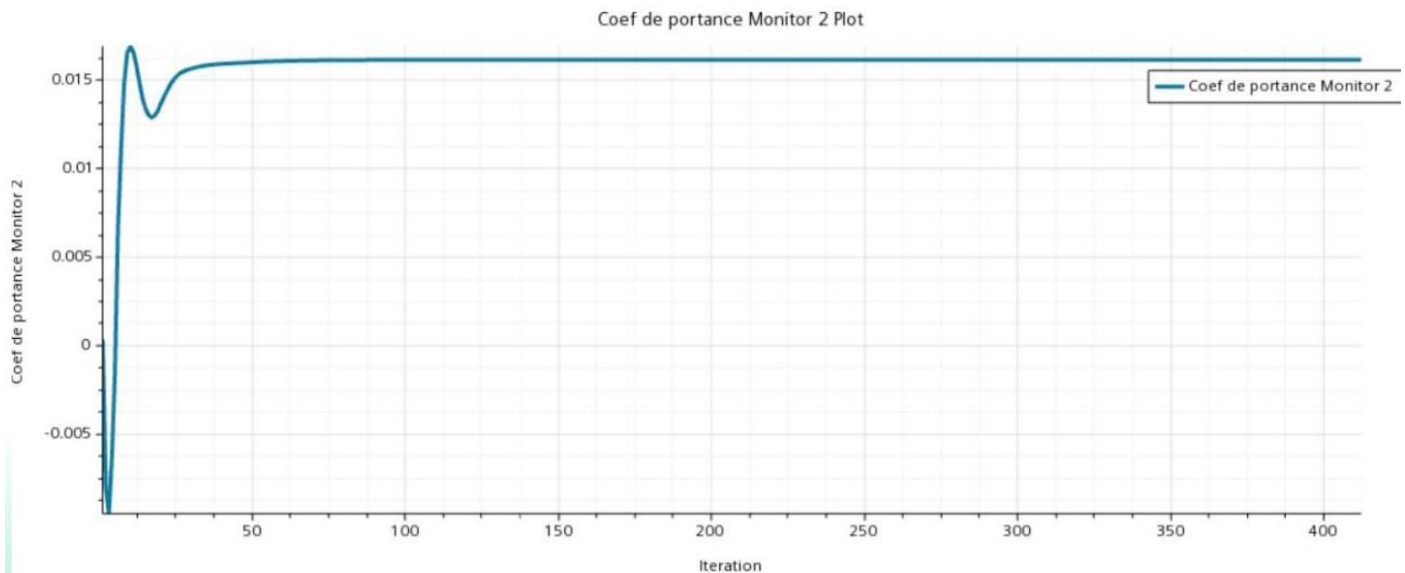
Vitesse à 10 m/s à une incidence de  $4^\circ$

À une incidence de  $4^\circ$ , le coefficient de portance du profil NACA étudié est plus élevé que celui à incidence nulle. Cette augmentation peut être expliquée par l'angle d'attaque plus important de l'aile par rapport au fluide. À  $4^\circ$  d'incidence, la courbure du profil permet une plus grande accélération de l'air sur la partie supérieure de l'aile, créant une zone de surpression à l'intrados et une zone de dépression à l'extrados. Cette différence de pression accrue est responsable de l'augmentation de la force de portance observée.



### Vitesse à 10 m/s à une incidence de 7°

L'augmentation de l'angle d'incidence d'une aile engendre une différence de pression accrue entre l'extrados et l'intrados, conduisant à une augmentation de la force de portance. Cela est dû à l'accélération de l'air sur la partie supérieure de l'aile, créant une zone de basse pression sur l'extrados et une zone de haute pression sur l'intrados. Plus précisément, lorsque l'angle d'incidence passe de 4° à 7°, davantage de fluide s'écoule sur la surface inférieure de l'aile, provoquant une surpression accrue sur l'intrados et une dépression plus marquée sur l'extrados. Cette différence de pression amplifiée génère une force de portance plus importante. Cependant, il convient de noter qu'il existe une limite à l'angle d'incidence au-delà de laquelle la force de portance diminue et le décrochage se produit. Il est donc crucial de respecter les limites d'angle d'incidence afin d'éviter des conséquences négatives sur les performances de l'aéronef.



### Vitesse à 10 m/s à une incidence de 10°

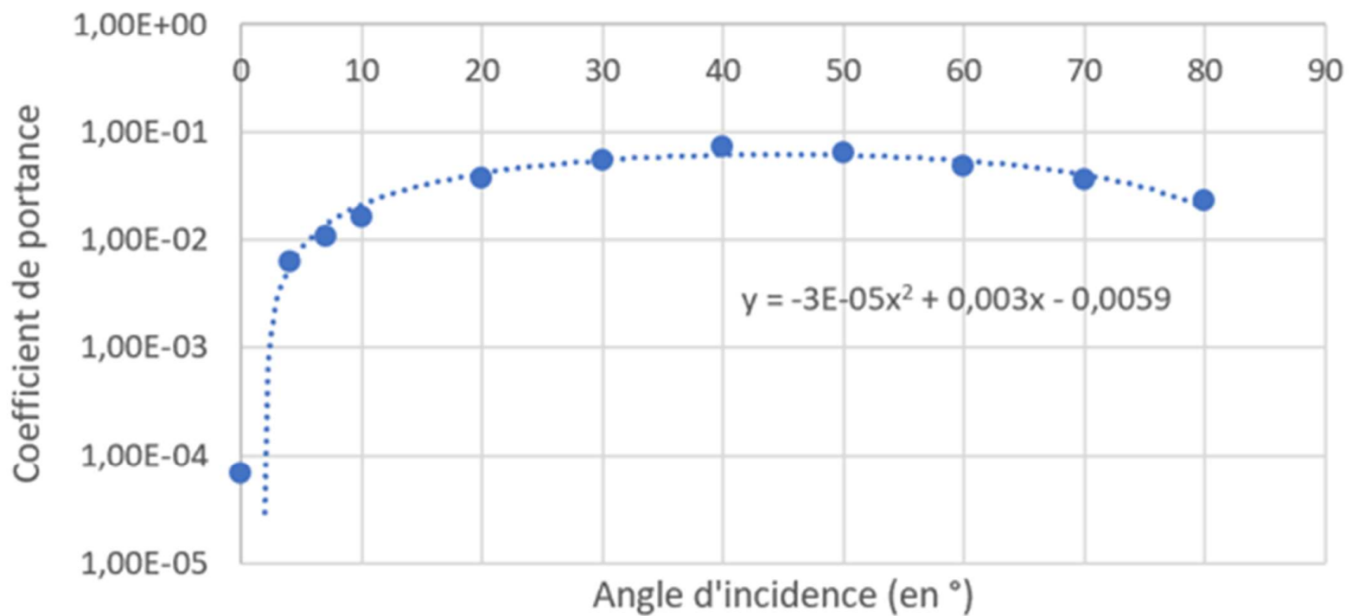
À mesure que l'angle d'incidence d'une aile augmente, le coefficient de portance augmente jusqu'à un certain point. Au-delà de cet angle, le coefficient de portance commence à diminuer, entraînant une perte de portance et un décrochage de l'aéronef. Ce point limite d'angle d'incidence, où le coefficient de portance atteint sa valeur maximale, est appelé l'angle d'incidence critique ou angle de décrochage. Cette valeur dépend du profil de l'aile, de sa taille, de sa forme et de la vitesse de l'air. La faible différence de coefficient de portance entre 7° et 10° suggère que l'angle d'incidence critique pour ce profil d'aile se situe quelque part entre 7° et 10°. Cela signifie que si l'angle d'incidence de l'aile dépasse cette limite, le coefficient de portance diminuera et l'aéronef sera susceptible de décrocher.

## ANGLE DE DECROCHAGE

Il est en effet nécessaire de réaliser des essais pour différents angles d'incidence afin de déterminer la courbe des coefficients de portance en fonction de l'angle d'incidence et de trouver l'angle de décrochage correspondant au maximum de cette courbe.

Ensuite, il faut faire le graphique associé à ses valeurs, on prendra une échelle logarithmique au vu de la répartition des valeurs, puis afficher la courbe de tendance.

Angle d'incidence	coefficient de portance
0	6,71E-05
4	6,19E-03
7	1,07E-02
10	1,61E-02
20	3,66E-02
30	5,45E-02
40	7,18E-02
50	6,38E-02
60	4,72E-02
70	3,55E-02
80	2,28E-02



### Coefficient de portance en fonction de l'angle d'incidence

Le résultat obtenu pour l'angle de décrochage de 50° à partir des données du profil NACA peut sembler élevé par rapport à ce qui est généralement observé dans la réalité. Cependant, il est important de noter que ces données ne tiennent pas compte de certains facteurs essentiels tels que les frottements de l'air sur la surface de l'aile et les variations locales de l'angle d'incidence et de la vitesse du fluide.

Ces facteurs ont un impact significatif sur les performances de l'aile et peuvent réduire considérablement la portance tout en augmentant la traînée, ce qui affecte la valeur de l'angle de décrochage. Par conséquent, il est crucial de prendre en compte tous ces facteurs pour obtenir une estimation réaliste de l'angle de décrochage d'un profil d'aile donné.

Pour obtenir des données précises sur les performances de l'aile dans des conditions réelles, en prenant en compte tous les facteurs pertinents, il est possible d'utiliser des simulations numériques ou des essais en soufflerie. Ces méthodes permettent d'obtenir des estimations plus précises de l'angle de décrochage pour différents profils d'aile, ce qui revêt une importance capitale pour la conception et la sécurité des avions à voilure fixe.

En conclusion, l'étude du profil d'aile NACA met en évidence l'importance de sa forme dans la génération de la portance et de la traînée d'un avion à voilure fixe. Les résultats obtenus révèlent la présence d'une valeur limite de l'angle d'incidence optimale pour maximiser le coefficient de portance, ainsi que la relation entre la différence de pression entre l'extrados et l'intrados de l'aile et la création de la portance.

Cependant, il est crucial de noter que ces résultats ont été obtenus dans des conditions idéales qui ne prennent pas en compte certains facteurs réels tels que les frottements du fluide sur la surface de l'aile et les variations locales de l'angle d'incidence et de la vitesse du fluide. Par conséquent, des simulations numériques ou des essais en soufflerie sont nécessaires pour obtenir des données précises sur les performances de l'aile dans des conditions réelles, en tenant compte de tous les facteurs pertinents.

En utilisant ces données, il est possible de concevoir des profils d'aile plus efficaces visant à réduire la consommation de carburant et à améliorer les performances des avions. Cela contribue à la recherche de solutions plus durables et respectueuses de l'environnement pour l'industrie aéronautique.