

# Les nageoires de baleine à bosse au service de l'aviation

Peut on améliorer les performances aérodynamiques d'une aile d'avion par biomimétisme?

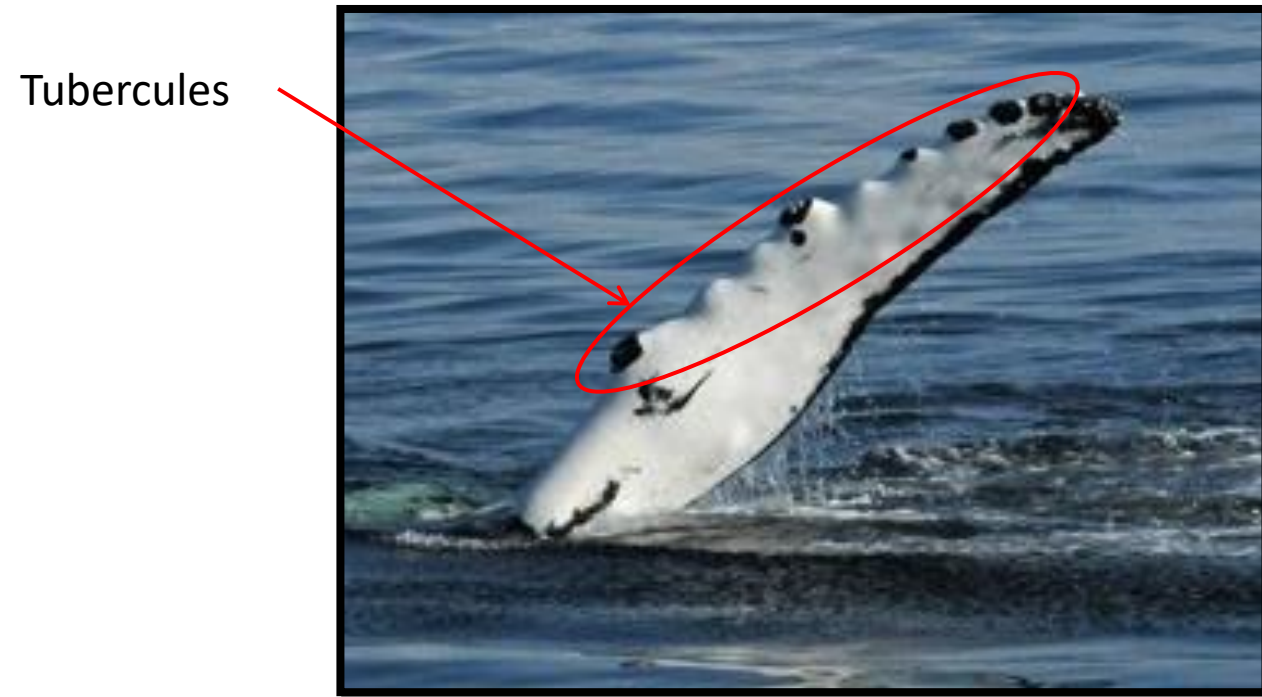
- I- Étude théorique
- II- Simulations sur CAO
- III- Etude expérimentale
- IV- Analyse des résultats et comparaisons
- V- Conclusion

# Biomimétisme

Les nageoires des baleines à bosse (avec des tubercules):

- Diminution de la trainée
- Augmentation de la portance

Nageoire baleine à bosse

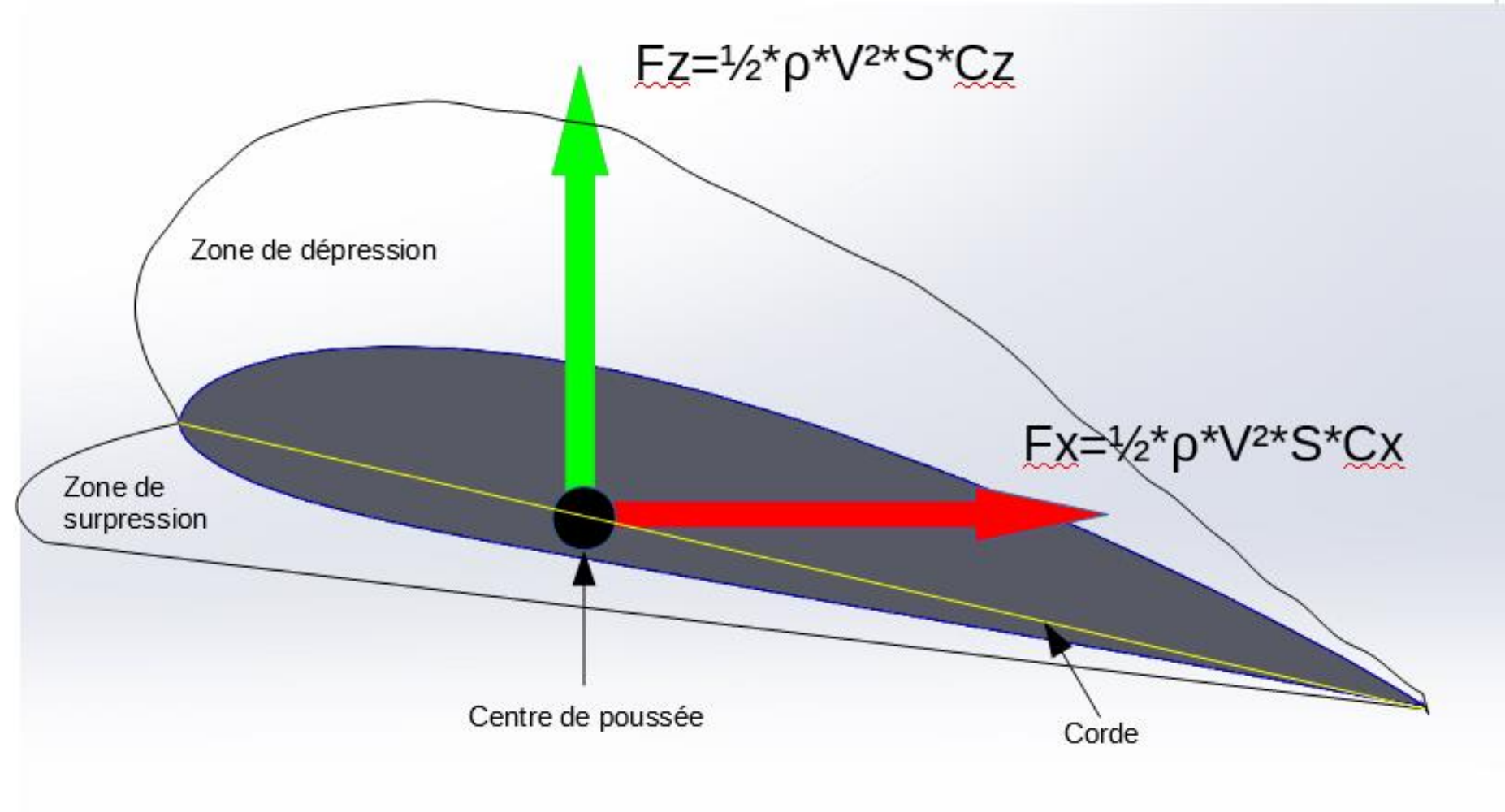


Nageoire baleine bleu



# I- Étude théorique

## Forces aérodynamiques et zones de pressions:



Nombre de Reynolds:  $R_e = \frac{V \times L}{\mu}$

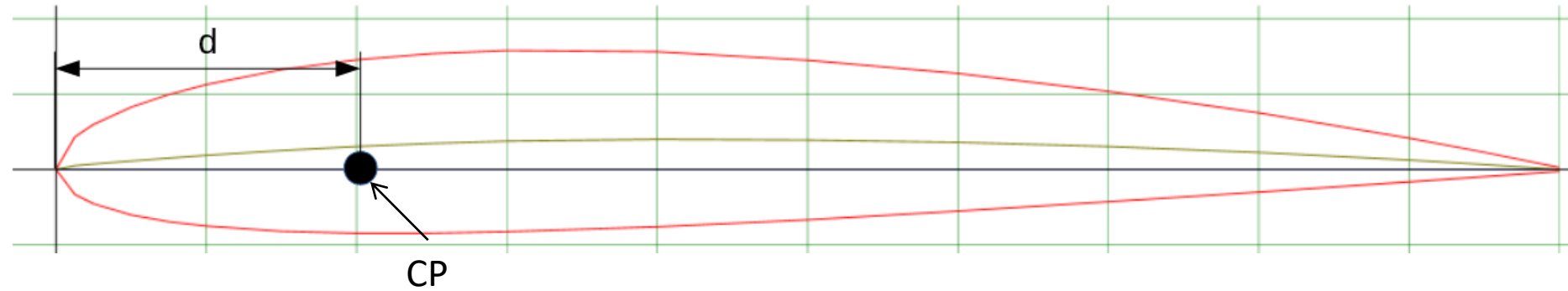
$\mu$ : viscosité cinématique de l'air ( $m^2/s$ )

L: longueur caractéristique (corde)

V: vitesse du fluide

# I- Étude théorique

Profil NACA n°2412:

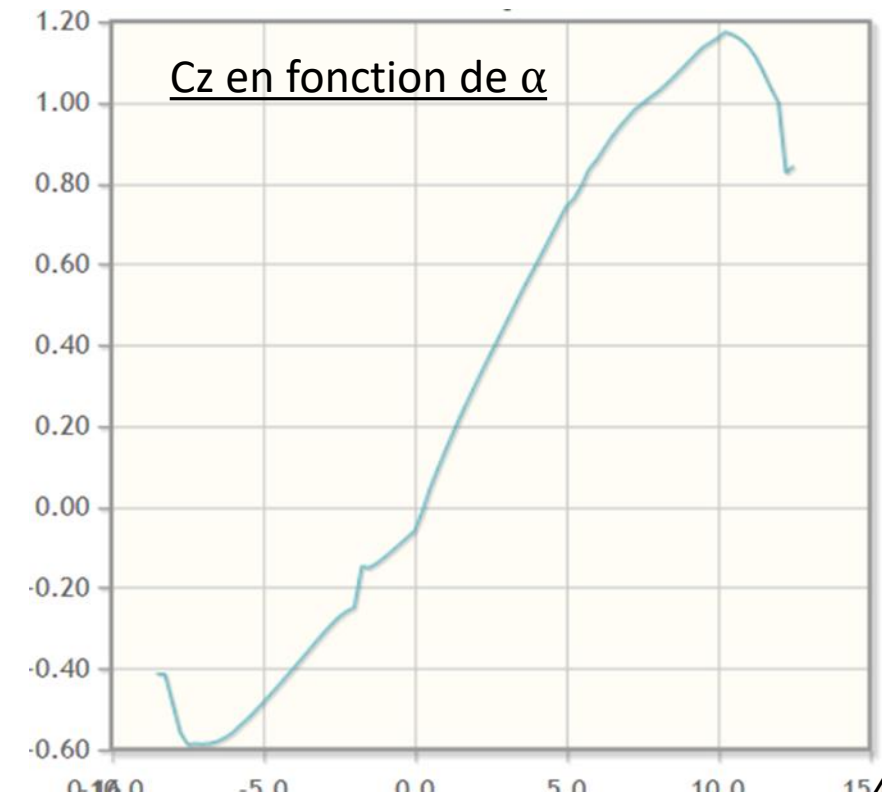
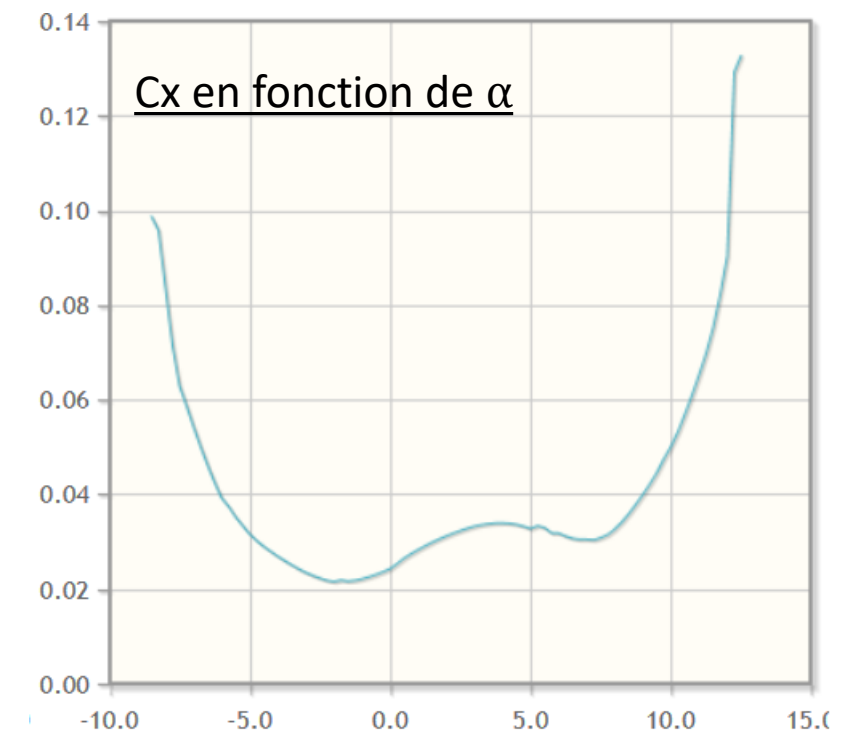


Centre de poussée:

$$d = \frac{\int p(x) \cdot x \cdot dx}{\int p(x) \cdot dx}$$

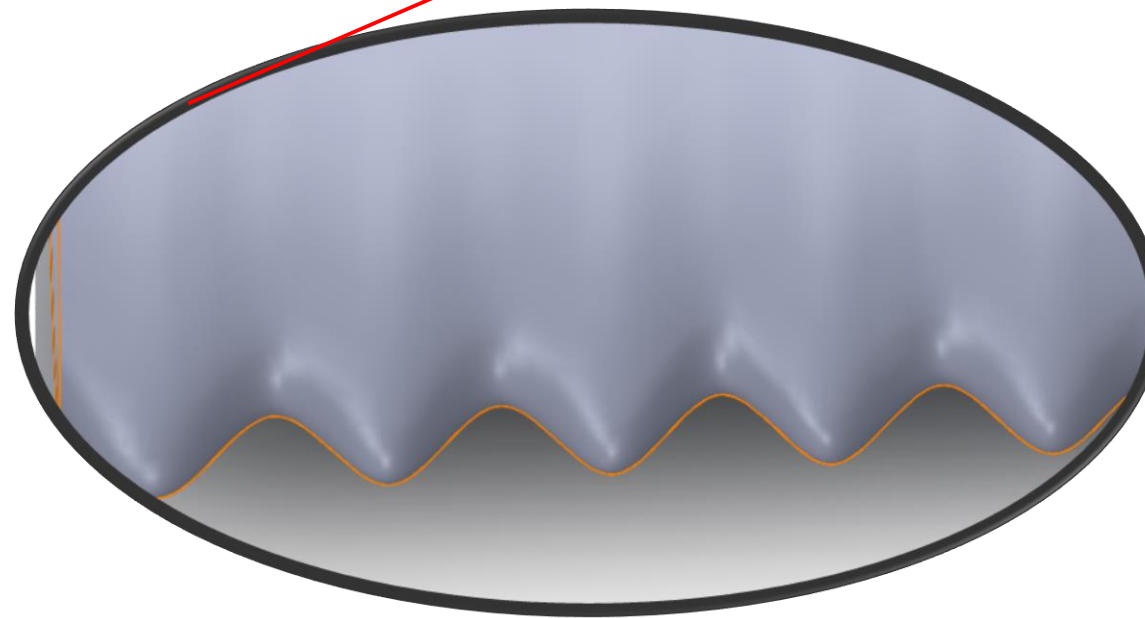
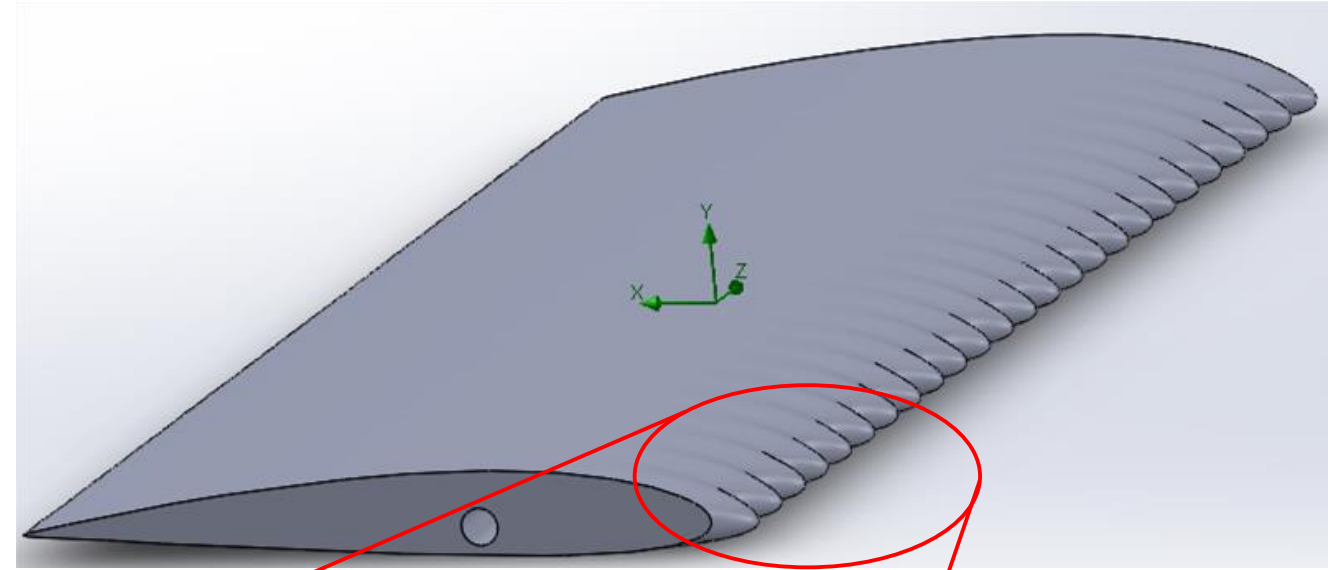
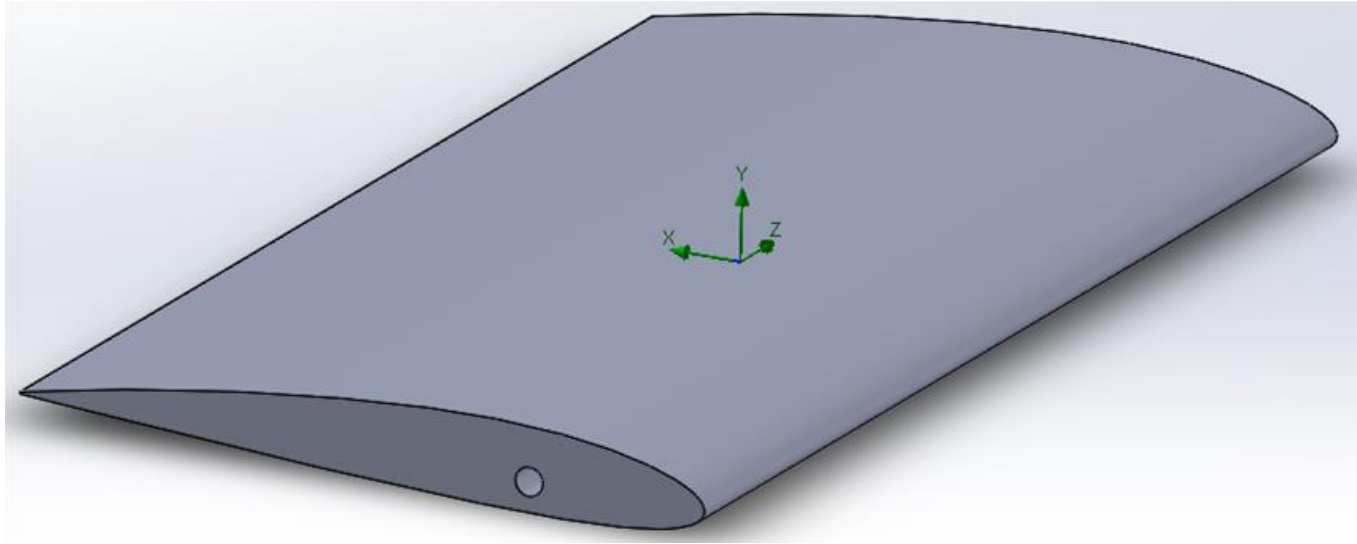
Centre de poussée en fonction de l'inclinaison du profil:

$\alpha$ (°)	-2,2	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	-	2,3	0,628	0,465	0,403	0,370	0,350	0,337	0,327	0,319	0,314	0,307	0,303	0,299



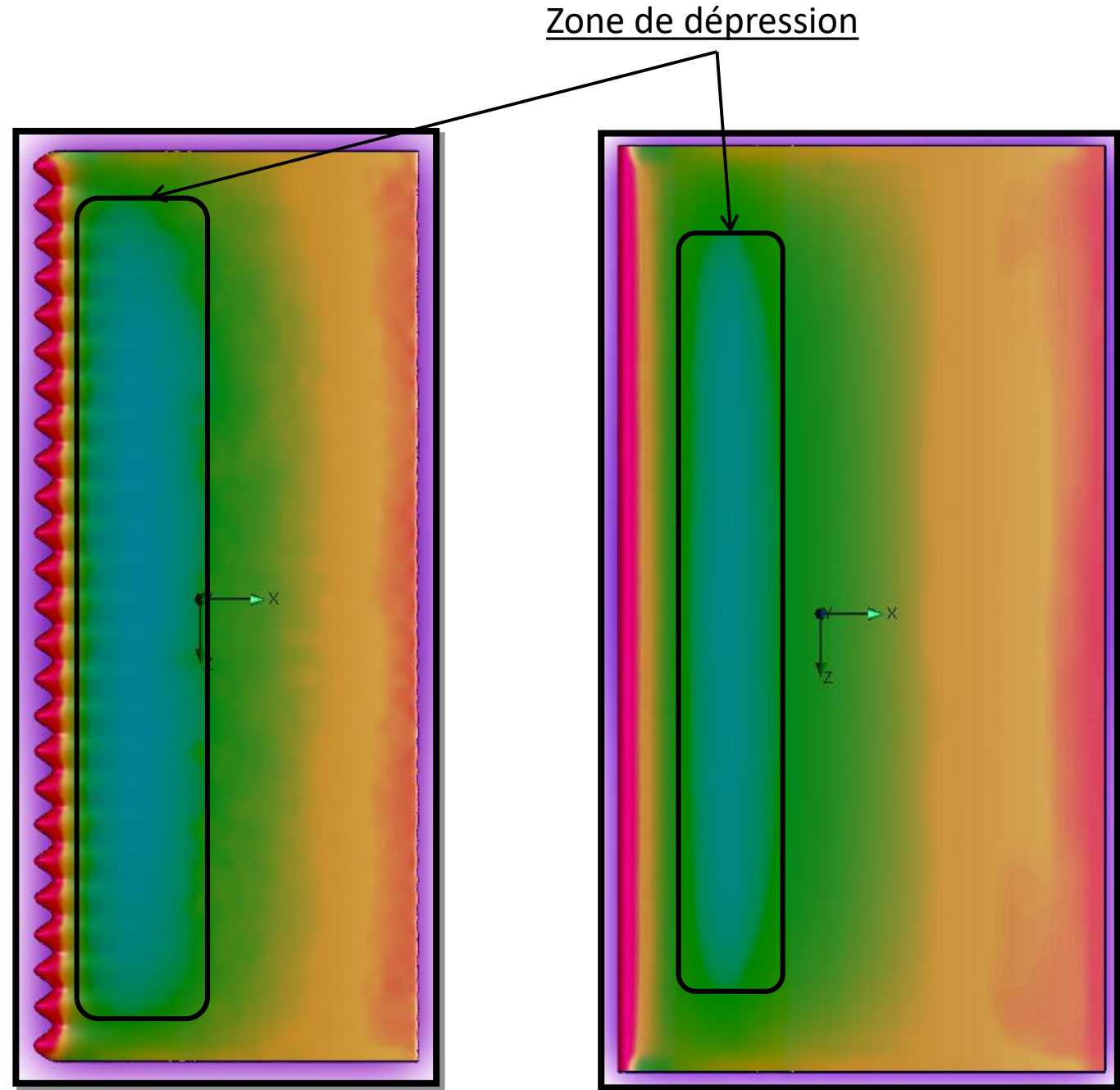
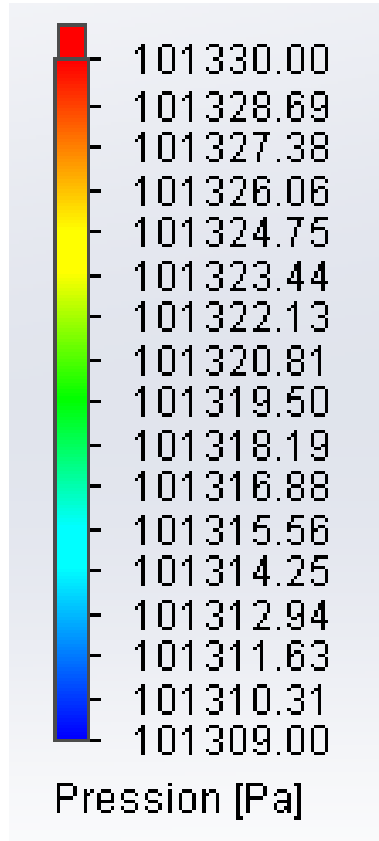
# II- Simulations sur CAO (Solidworks)

Profil NACA n°2412



# II- Simulations sur CAO (Solidworks)

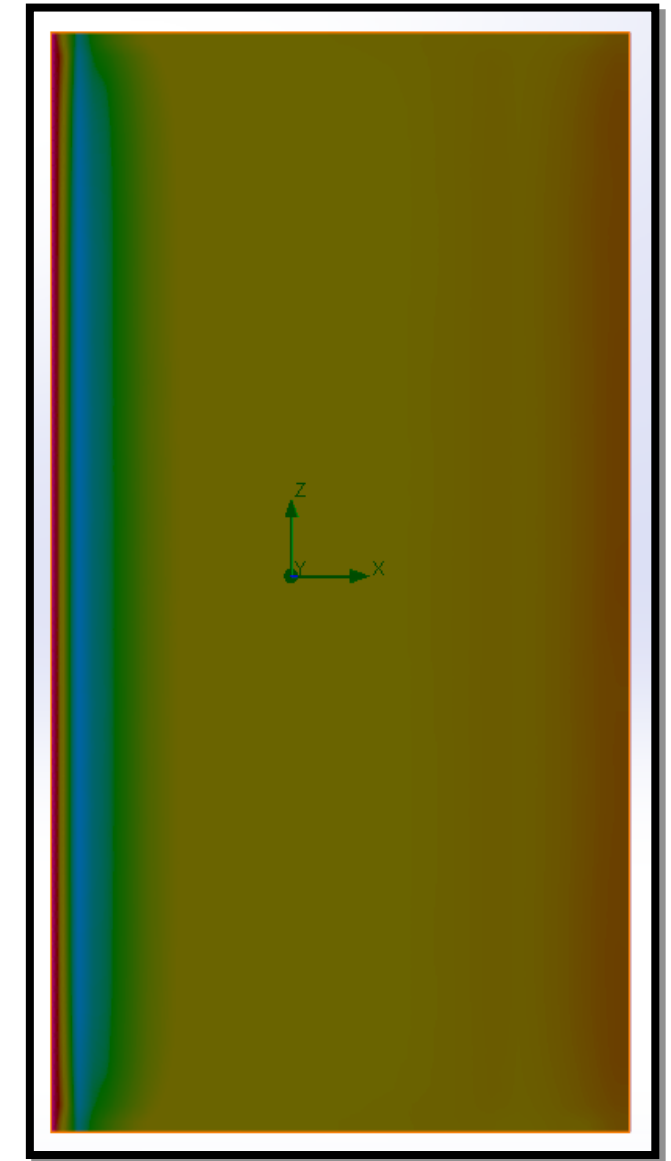
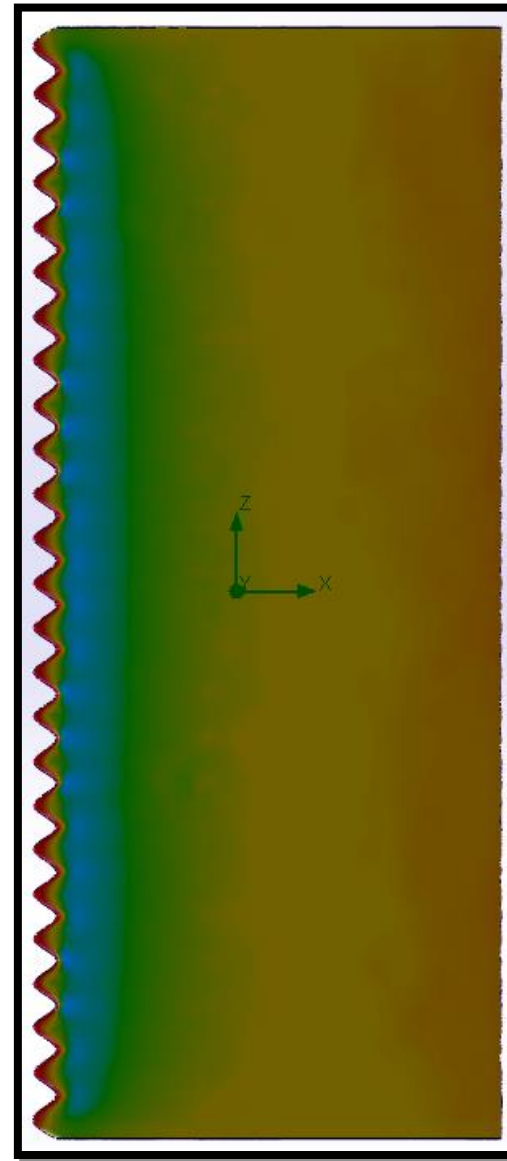
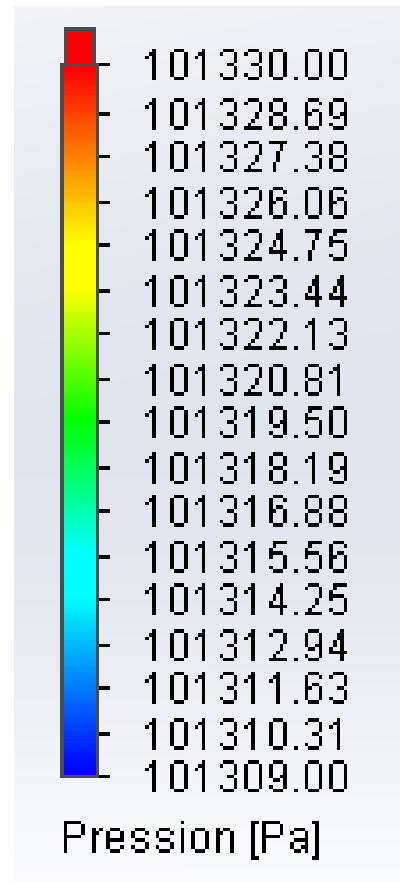
Pressions (Pa) exercées sur les profils  
(vue de dessus):



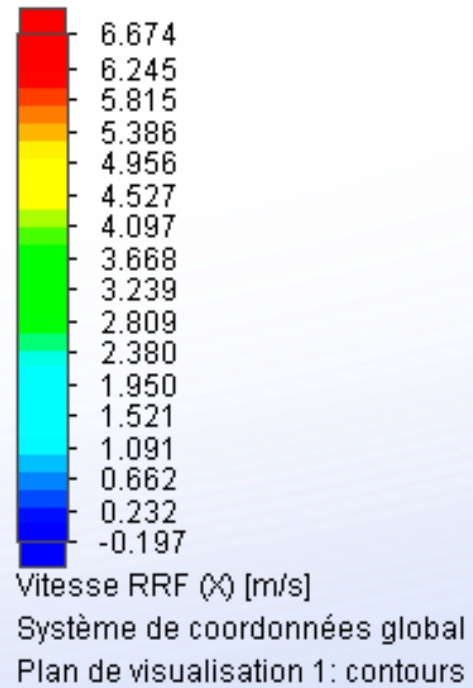


# II- Simulations sur CAO (Solidworks)

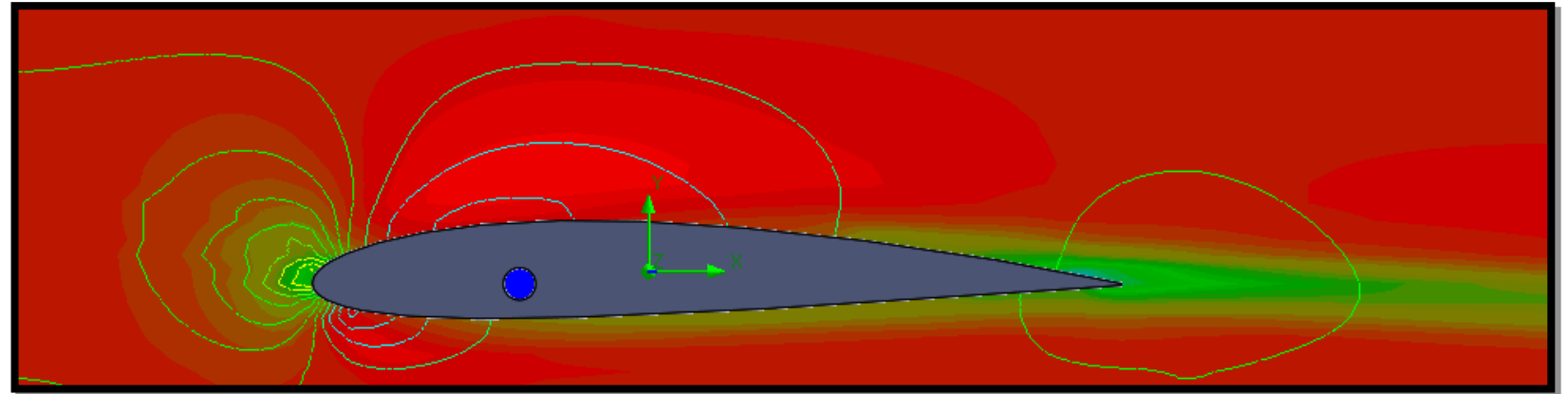
Pressions (Pa) exercées sur les  
profils (vue de dessous):



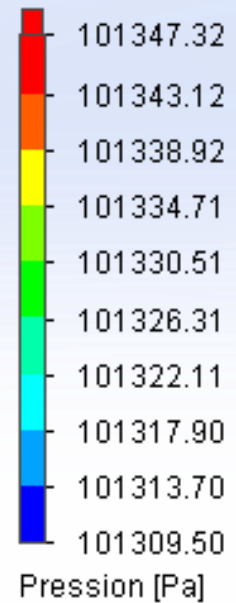
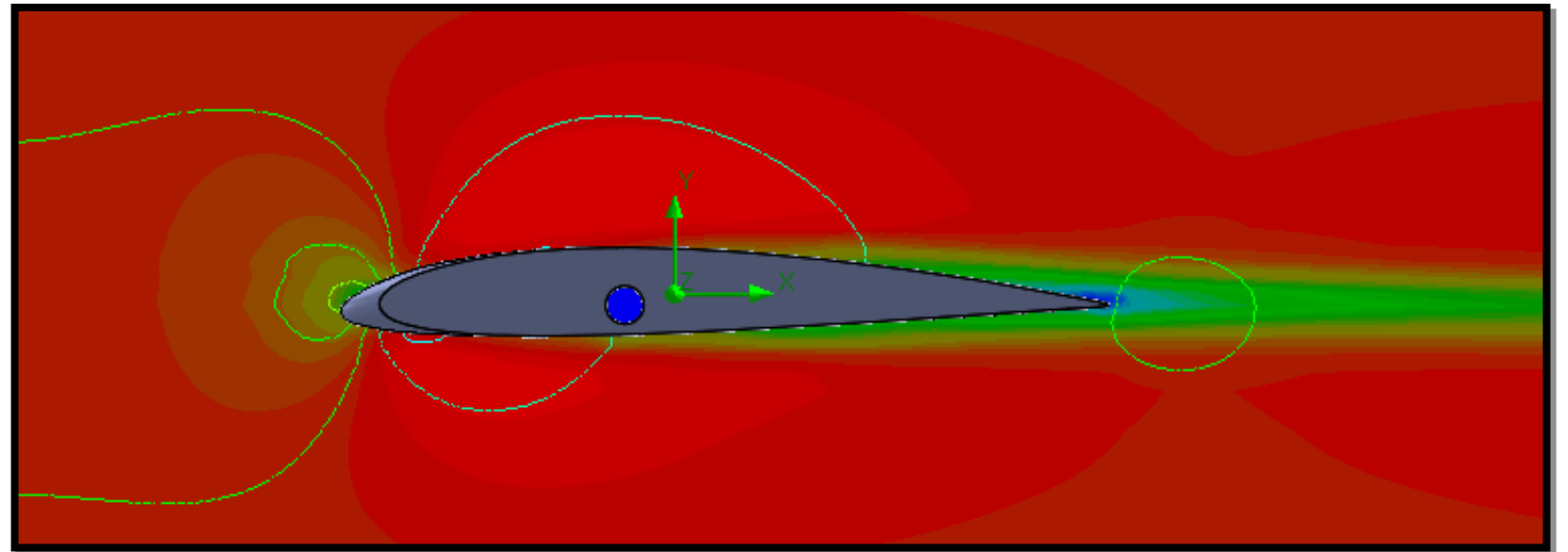
# II- Simulations sur CAO (Solidworks)



Profil sans  
tubercules:



Profil avec  
tubercules:





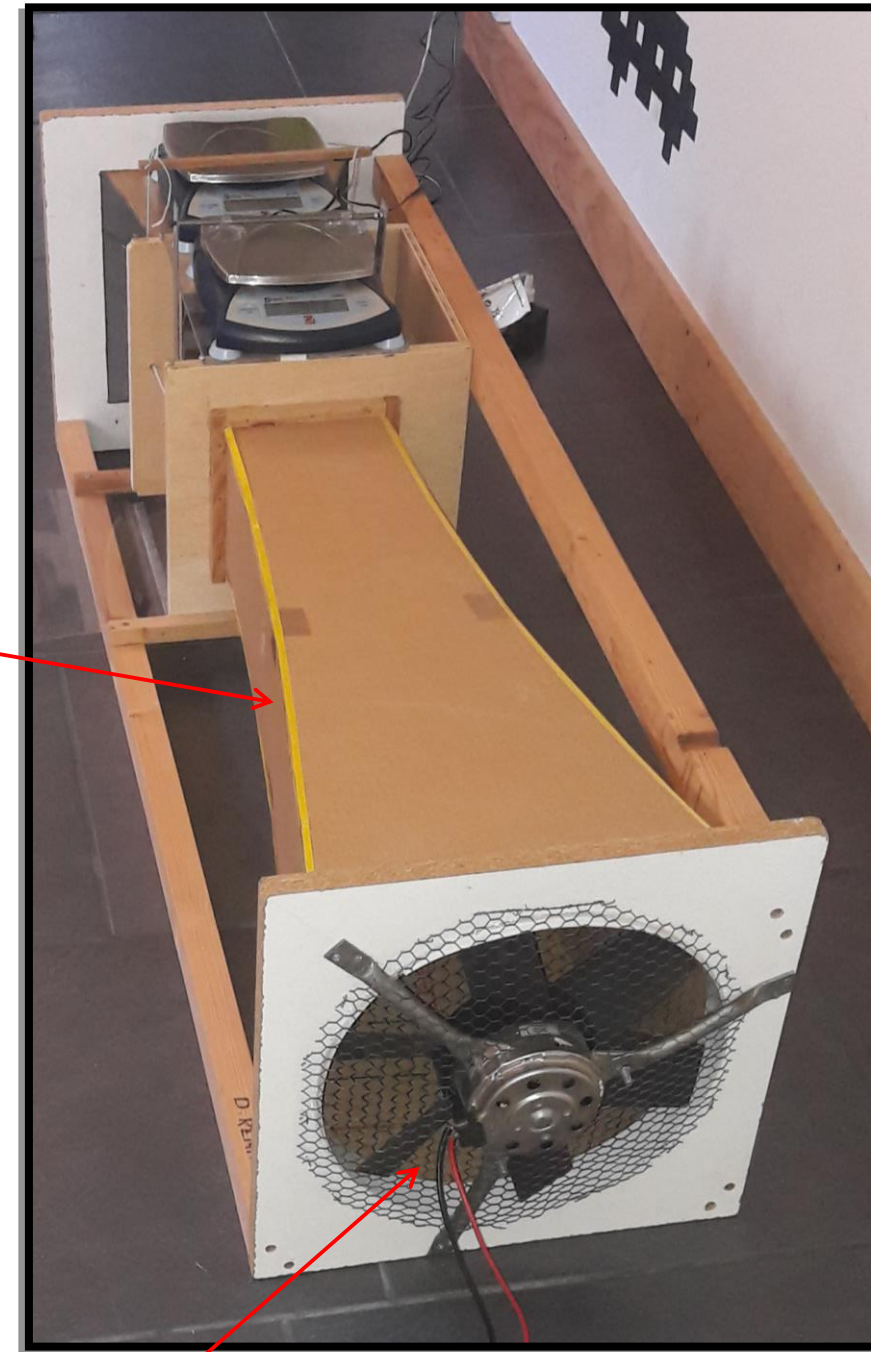
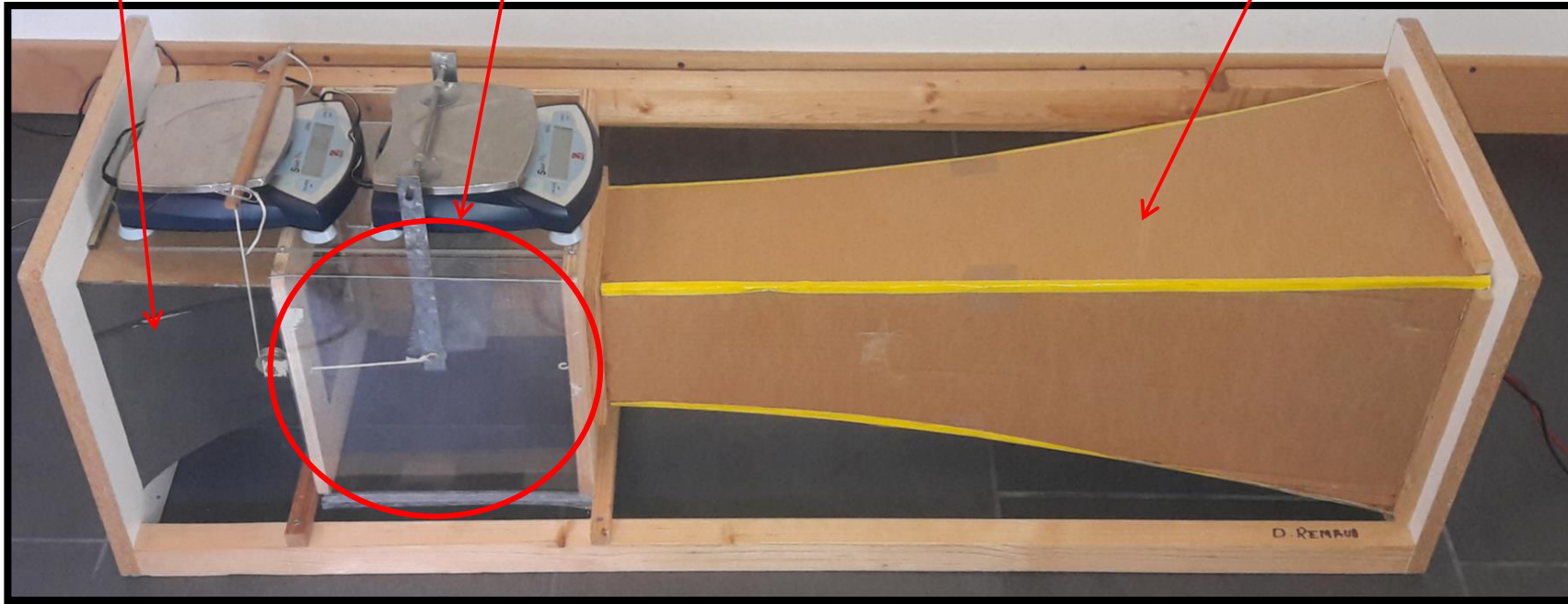
# III- Etude expérimentale

## Soufflerie type Eiffel:

Collecteur

Chambre  
d'expérience

Diffuseur



Moteur et pâles



# III- Etude expérimentale



Anémomètre



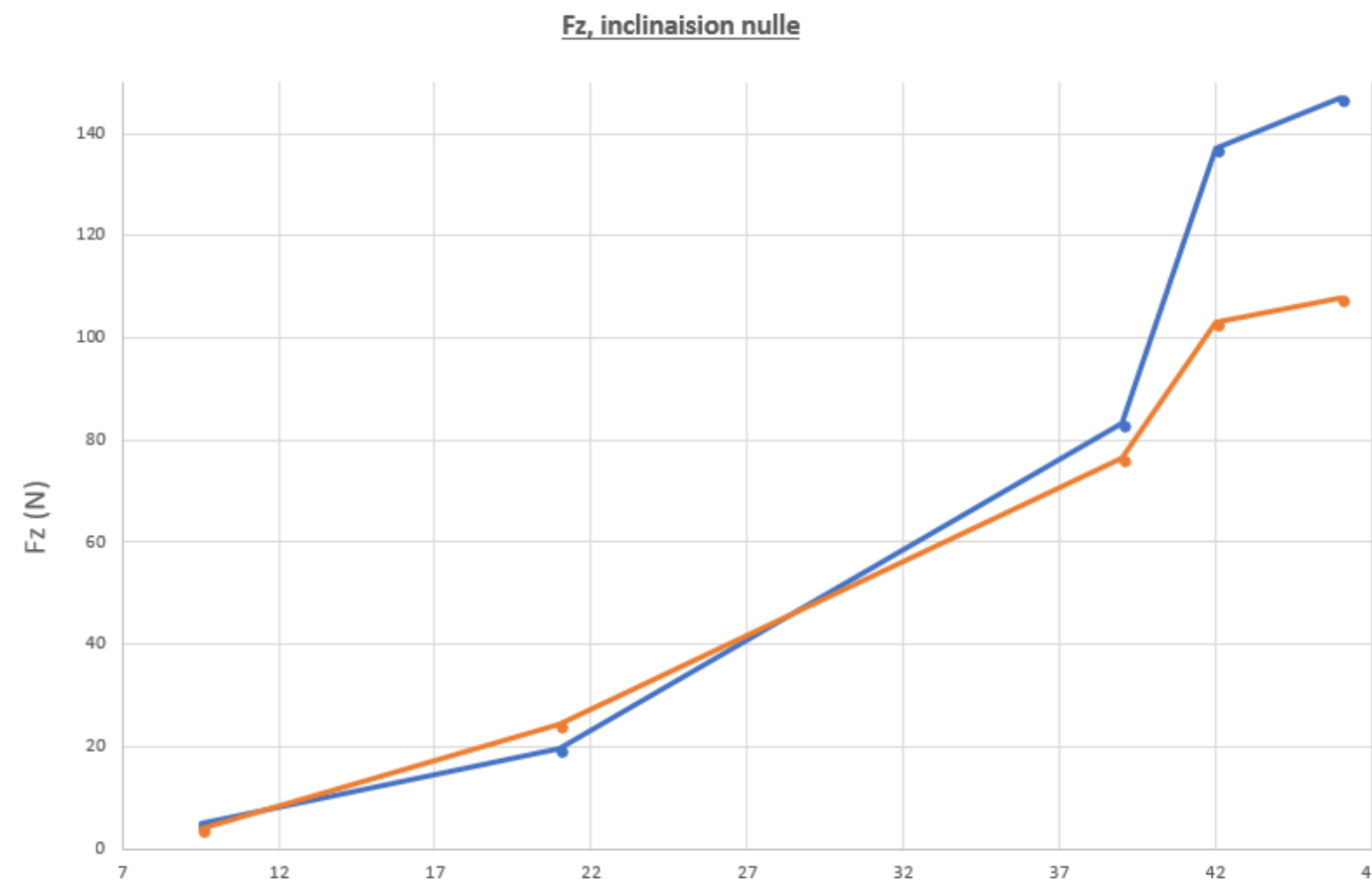
Mesure de la traînée

Support pour les profils



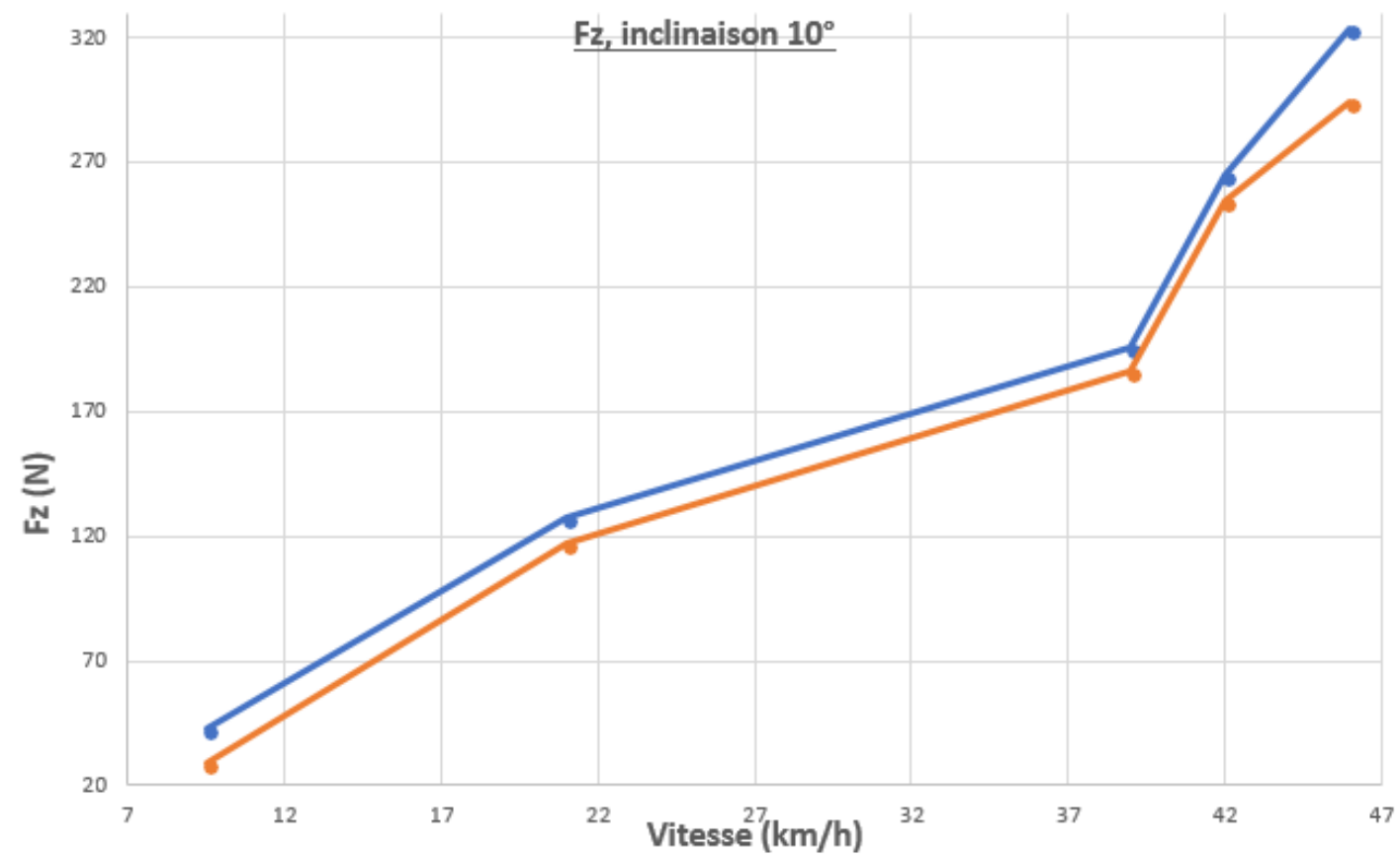
Mesure de la portance

# III- Etude expérimentale

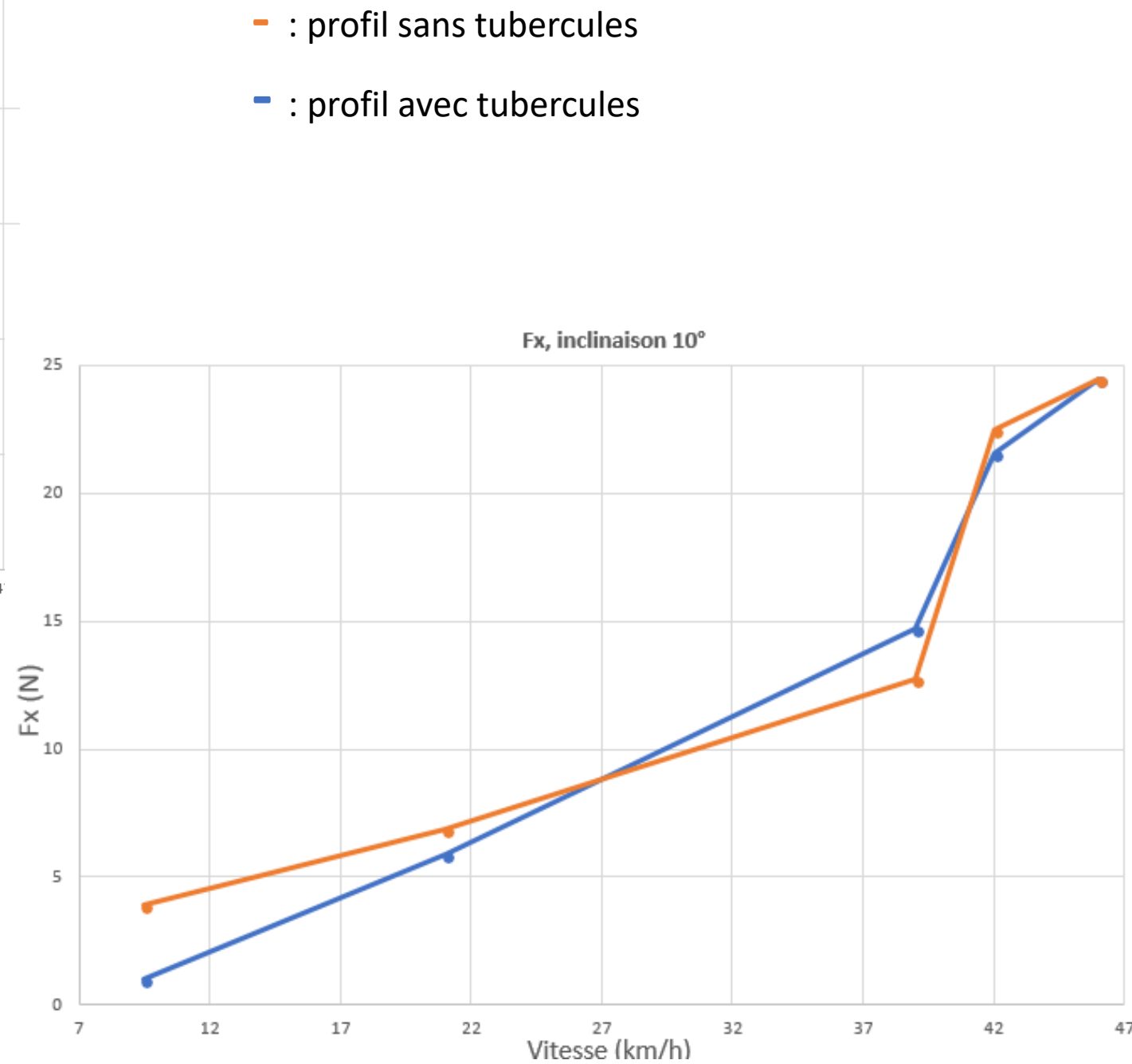
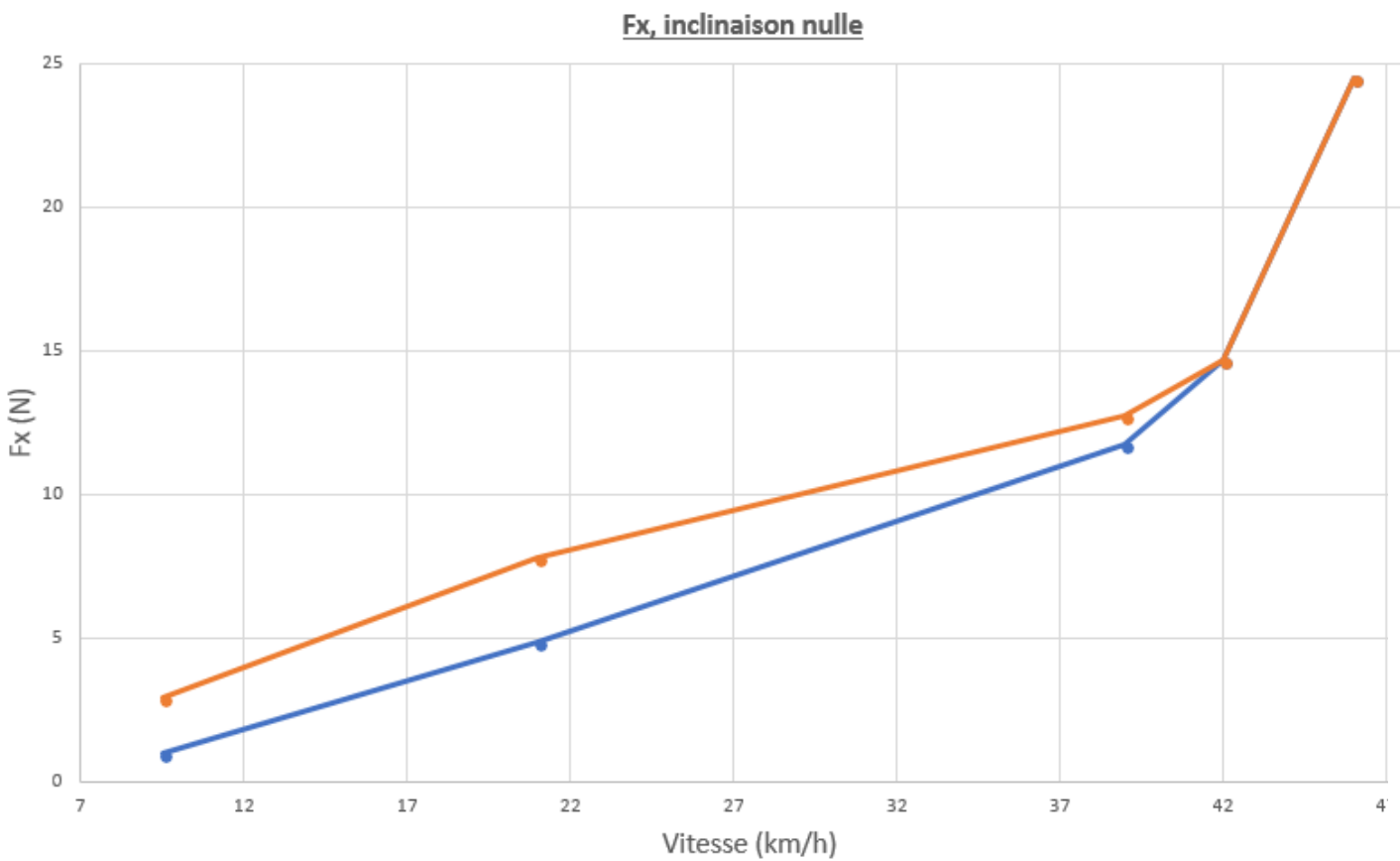


— : profil sans tubercules

— : profil avec tubercules

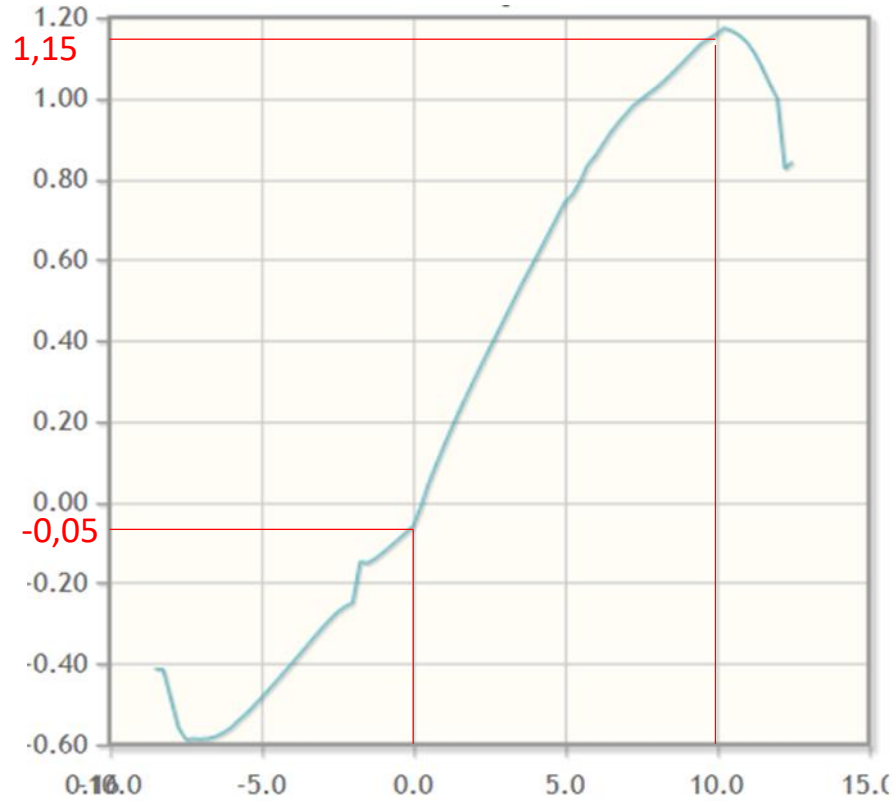


# III- Etude expérimentale



## IV- Analyse des résultats et comparaisons

Cz du profil NACA 2412 en fonction de  $\alpha$

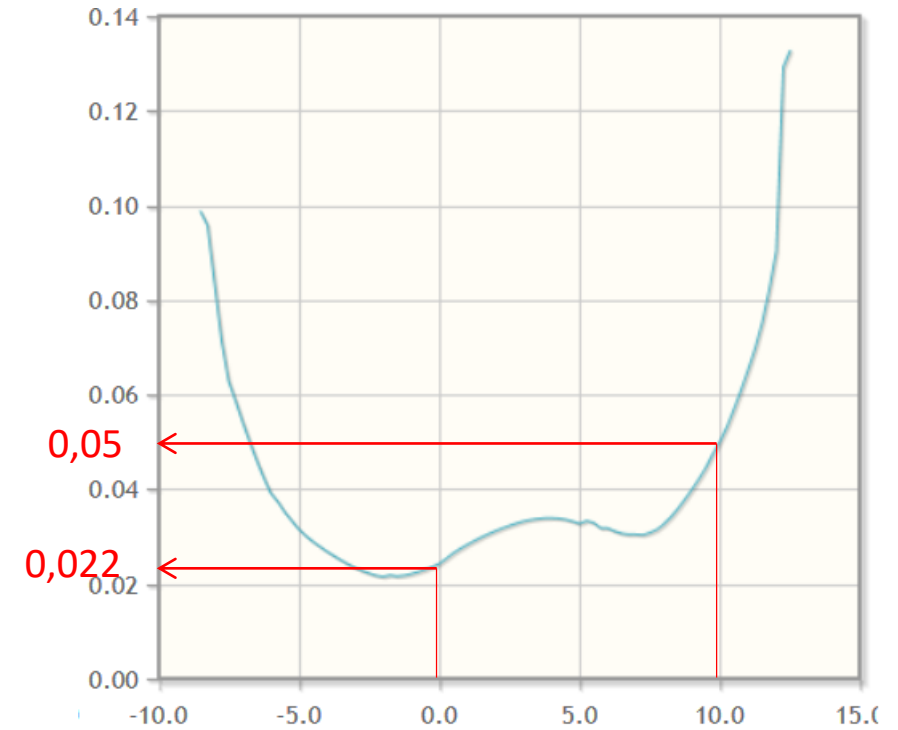


$$C_z = \frac{F_z}{0,5 * \rho_{air} * S * V^2} \quad \text{Avec: } \rho_{air} = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

Pour une incidence nulle:  $C_z = \frac{14 \cdot 10^{-3} * 9,8}{0,5 * 1,225 * 30,2 \cdot 10^{-4} * 11,66^2} = 0,54$

Pour une incidence de 10°:  $C_z = \frac{27 \cdot 10^{-3} * 9,8}{0,5 * 1,225 * 30,2 \cdot 10^{-4} * 11,66^2} = 1,05$

Cx du profil NACA 2412 en fonction de  $\alpha$



$$C_x = \frac{F_x}{0,5 * \rho_{air} * S * V^2}$$

Pour une incidence nulle:  $C_x = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} * 9,8}{0,5 * 1,225 * 30,2 \cdot 10^{-4} * 11,66^2} = 0,023$

Pour une incidence de 10°:  $C_x = \frac{1,6 \cdot 10^{-3} * 9,8}{0,5 * 1,225 * 30,2 \cdot 10^{-4} * 11,66^2} = 0,03$

Explication des écarts: - effets de bords ; - profil imprimés non parfait ; - fluide non laminaire ; - manque de précision dans les mesures d'angles

# V-Conclusion

- Améliorer les tubercules (formes, espacement sur le profil)
- Faire des tests dans une soufflerie de meilleure précision
- Evaluer l'influence des tubercules sur un profil entier et non pas une section