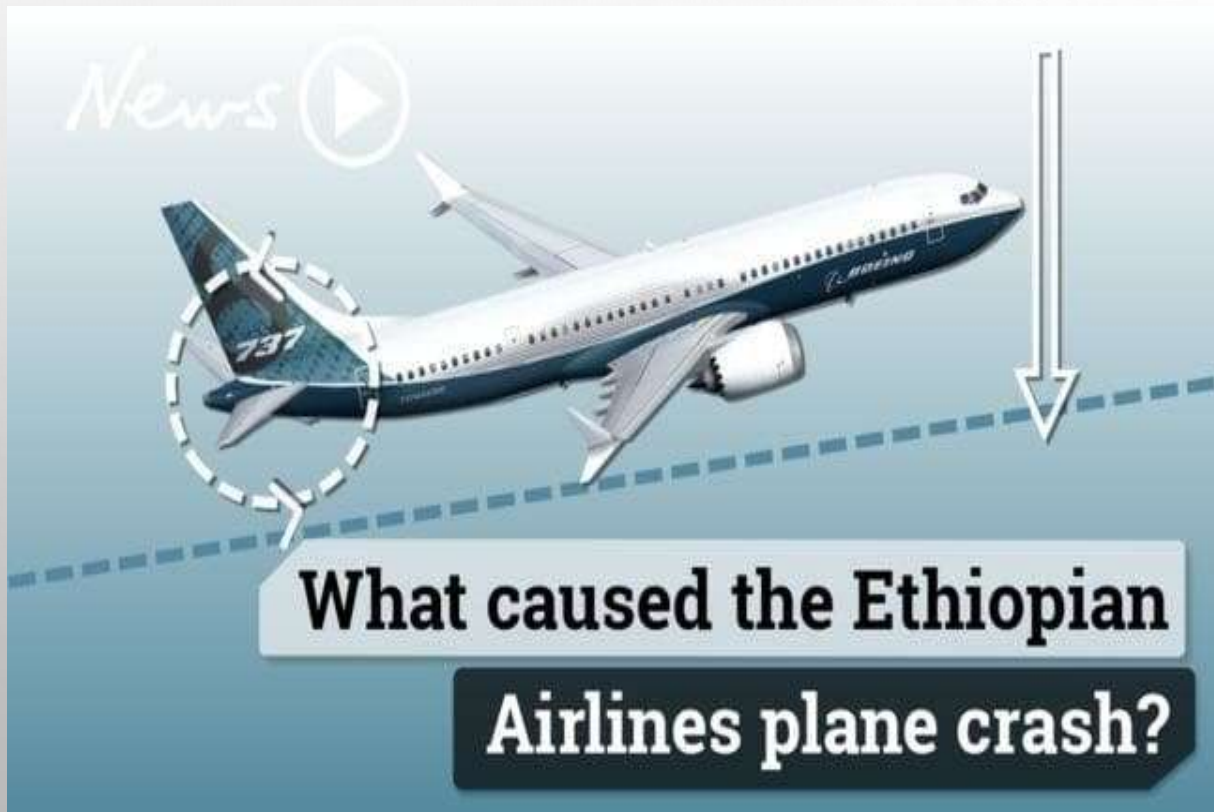




Réduire la traînée pour améliorer le vol

thème 2018/2019 : transport
Numéro d'inscription: 39425

• Qu'est-ce qui a provoqué le crash du 737 Max ?



Objectif:

Amélioration de la traînée totale en minimisant:

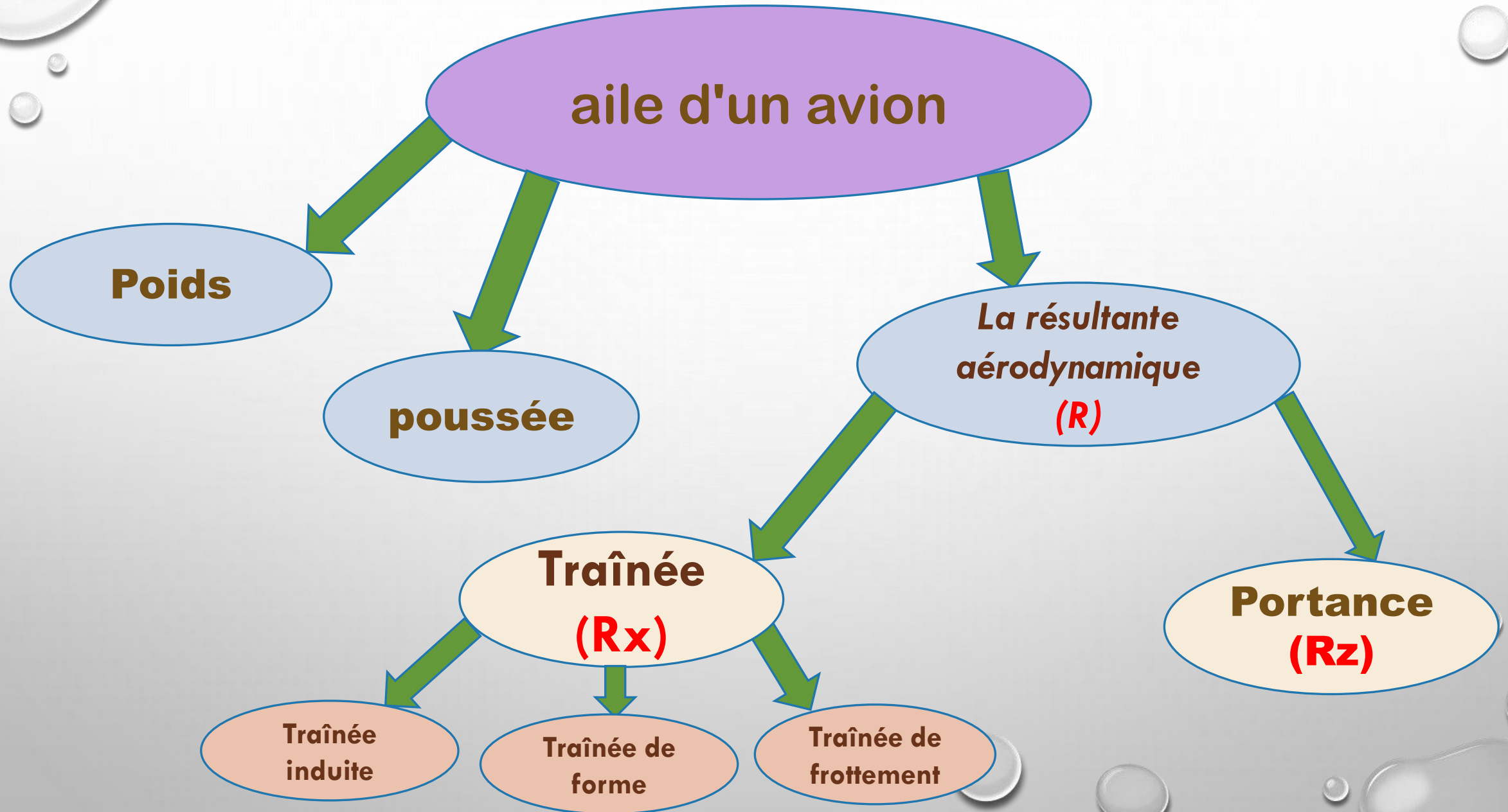
- ➡ 1- la traînée induite
- ➡ 2- la traînée de frottement

Plan:

1. Introduction
2. Méthodologie adoptée
3. Recherche de la forme optimale
4. Analyses et interprétations des résultats
5. Conclusion
- 6- Simulation numérique



Les forces s'exerçant sur une aile d'avion:



$$P = m \cdot g$$

$$R = \left\{ \underbrace{\frac{1}{2} \rho S V^2 C_z}_{R_z} + \underbrace{\frac{1}{2} \rho S V^2 C_x}_{R_x} \right\}$$

C_x : coefficient de la traînée

C_z : coefficient de la portance

ρ : masse volumique du fluide

V : vitesse loin de l'obstacle

S : la surface projetée d'une aile

Méthodologie:

1-la traînée induite :

implémentation d'un code python

Détermination C_z donnant C_x optimal

Résultats:

entrer
différentes
formes d'aile
d'avion

**Meilleure
forme d'aile**

**C_x
minimal**

Forme
d'aile fixée

**déterminons la finesse
maximale**

**2-la traînée de
frottement :**

simulation numérique

la forme
d'aile déjà
trouvée

**C_x minimal avec
une vitesse
optimale**

Faire varier la
vitesse et
fixons tous les
autres
paramètres

1-la traînée induite (induite par la portance):

Soient les profils d'aile suivants:

1 / NACA 63-210 :

2 / Boeing 737 :

3 / NACA_2415 :

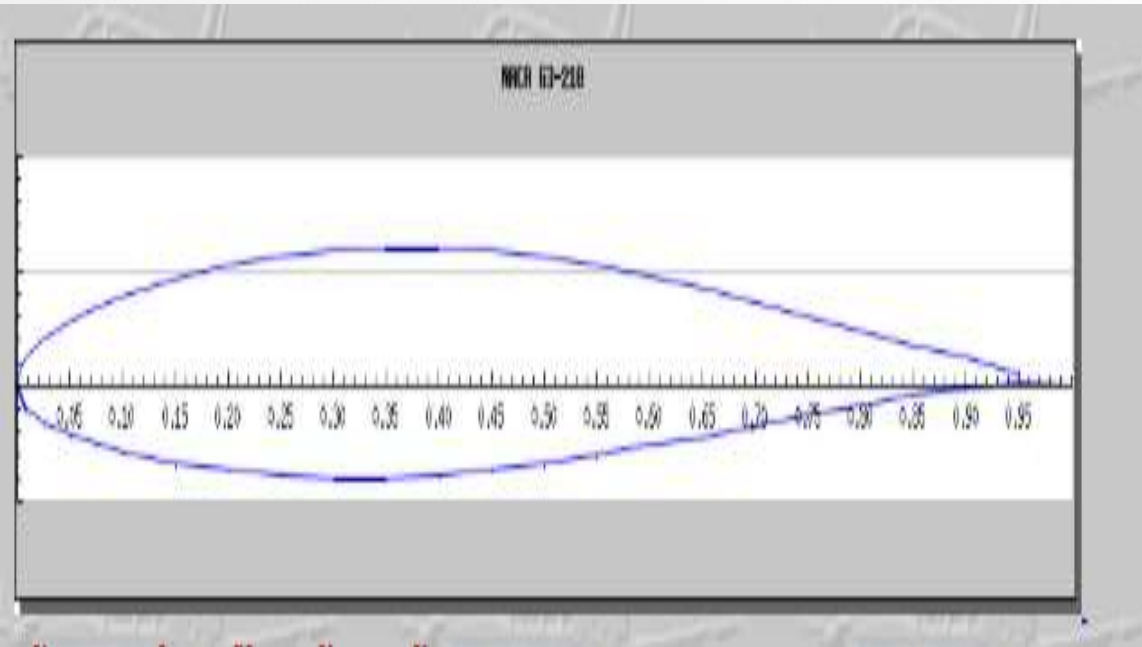
4 / NACA_4409 :

 Quelle est la forme optimale pour l'aile ?

Un code python a permis de tracer les profils d'aile suivants et de déterminer C_z pour chacun :

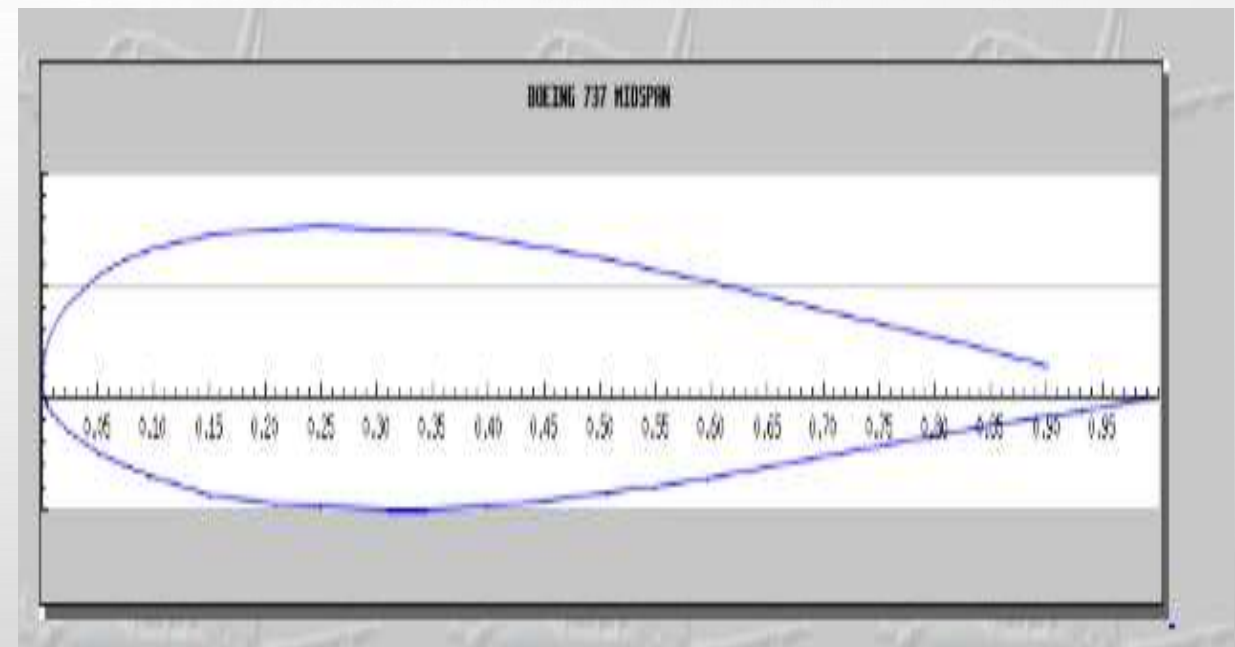
:

1/ NACA 63-210 :



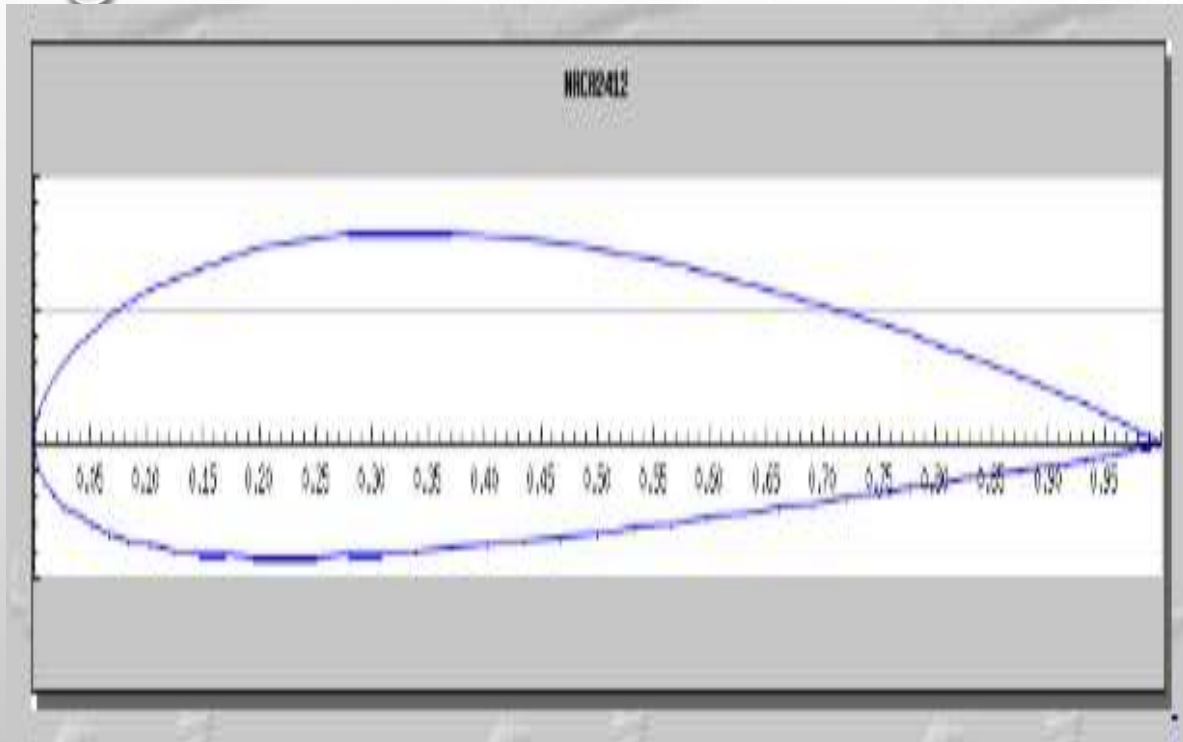
$$C_z = 0.644$$

2/ Boeing 737 :



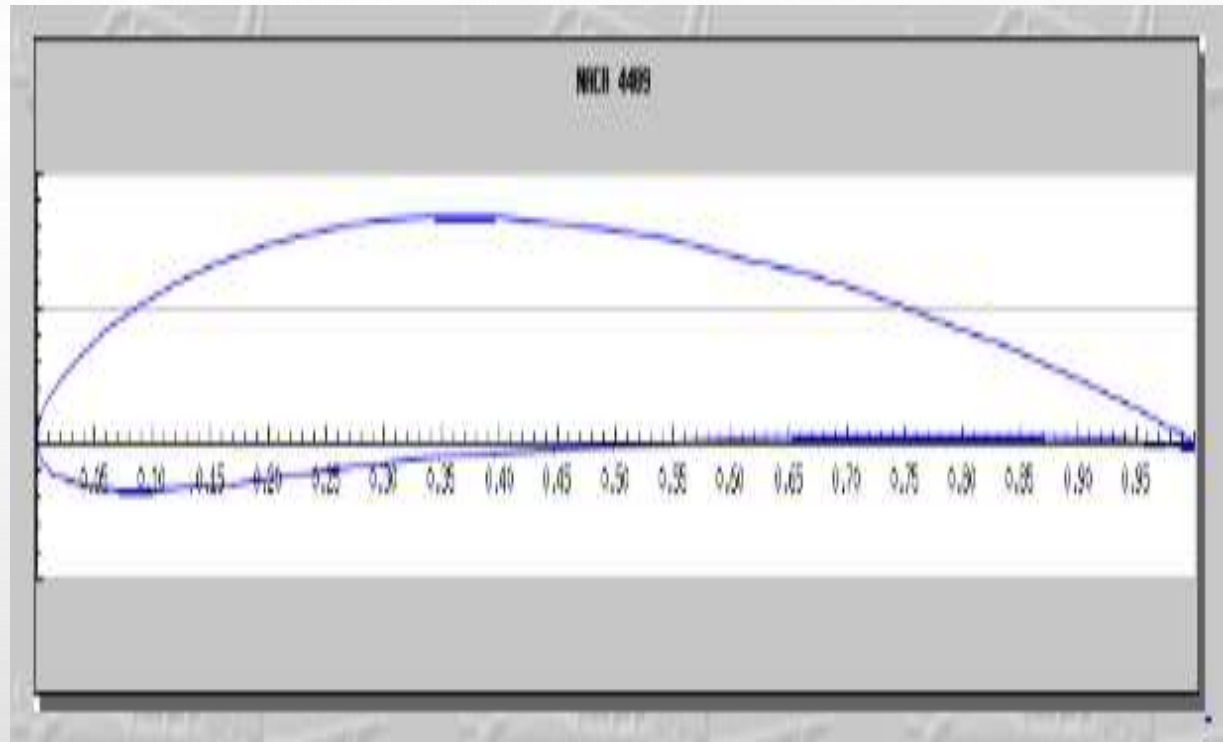
$$C_z = 0.749$$

3/ NACA_2415 :



$C_z = 0.925$

4/ NACA_4409 :



$C_z = 0.607$

On a :

$$C_{x_i} = \frac{C_z^2}{\pi \lambda}$$

- C_{x_i} : coefficient de traînée induite
- λ : l'allongement
- C_z : coefficient de la portance

$$\lambda = b^2 / S$$

b: envergure de l'aile
S: la surface portante
de l'aile

remarquons que $C_{x_i} \uparrow$ si $C_z \uparrow$ et si $\lambda \uparrow$

Pour calculer le coefficient de traînée correspondant à chaque forme on a besoin de ce tableau:

caractéristiques Profil d'aile	b: envergure	S: surface alaire	λ: allongement
NACA_4409	18.3 m	22.3 m²	15
Série NACA 63	17.32 m	15 m²	20
Boeing 737	28,9 m	91,04 m²	9.17
NACA 2415	1.5 m	0.406 m²	5.54

* **NACA 63-210 :**

$C_z = 0.644$



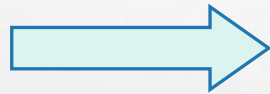
$$C_{x i} = C_z^2 / \pi \lambda = (0.644)^2 / 20\pi = 0.0066$$



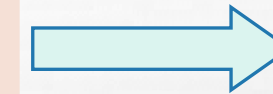
$C_x = 0.0066$

* **NACA-2415 :**

$C_z = 0.749$



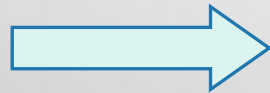
$$C_{x i} = C_z^2 / \pi \lambda = (0.749)^2 / 5.54\pi = 0.0322$$



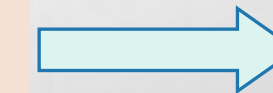
$C_x = 0.0322$

* **NACA-4409 :**

$C_z = 0.925$



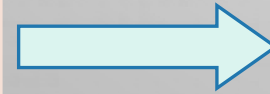
$$C_{x i} = C_z^2 / \pi \lambda = (0.925)^2 / 15\pi = 0.0181$$



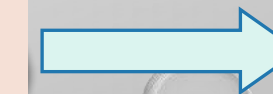
$C_x = 0.0181$

* **Boeing 737 :**

$C_z = 0.607$



$$C_{x i} = C_z^2 / \pi \lambda = (0.607)^2 / 9.17\pi = 0.0322$$

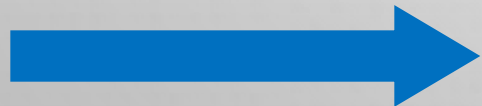


$C_x = 0.0127$

Conclusion:

* La meilleure forme donnant C_x minimal est **NACA 63-210**

* On conclut que le profil d'aile pour le **Boeing 737** n'est pas la meilleure forme pour laquelle la traînée est minimale, ce qui a diminué la portance et donc il 'y avait une perte d'équilibre ce qui à causé les accidents.



les avions Boeing 737 présentent des problèmes sur les ailes.

Les évolutions des efforts aérodynamiques d'une aile placée dans un écoulement, en fonction de l'angle d'incidence, sont sujettes à une chute rapide de la portance et à une très forte augmentation de la traînée au-delà d'une valeur limite appelée angle de décrochage.

question

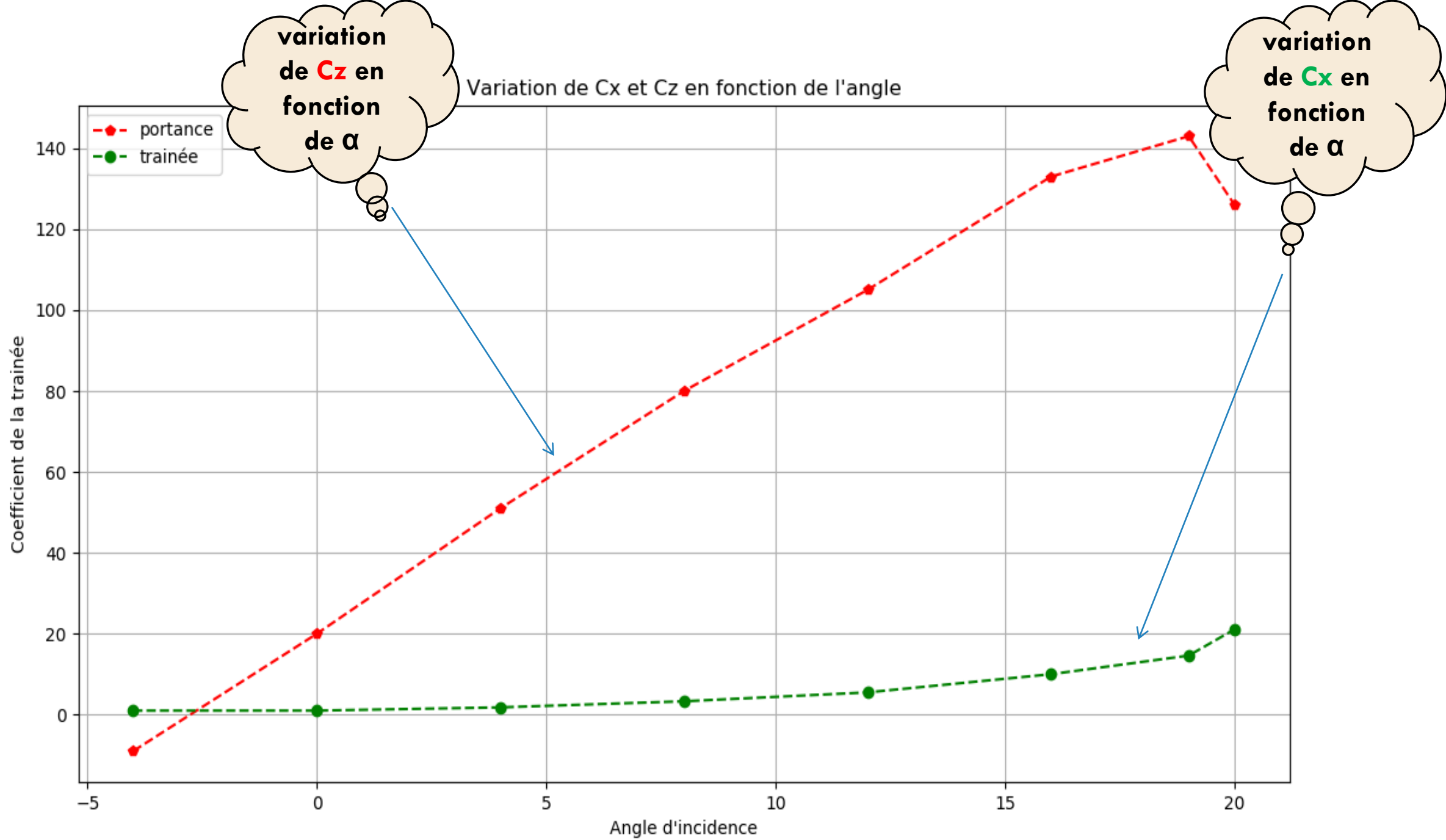
Quel angle d'incidence α permettant d'avoir, à la fois, la **portance** la plus **grande** possible et la **traînée** la plus **faible** possible ?

Soit le profil **NACA 63-210**, la variation de l'angle d'incidence α fait varier C_x et C_z .
En utilisant des valeurs expérimentales, on donne le tableau suivant :

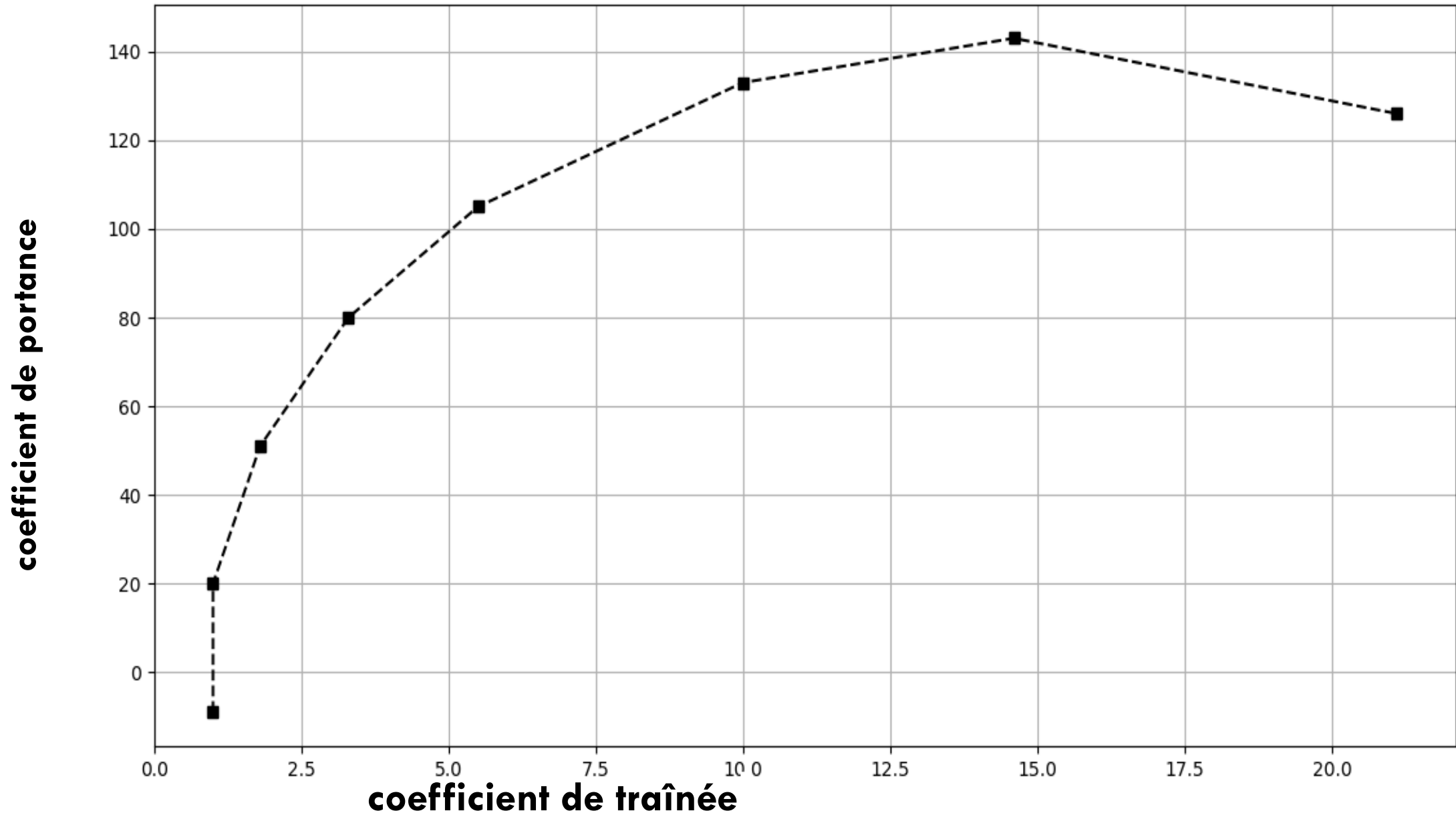
Angles d'incidence α	Coefficients de portance ($100C_z$)	Coefficients de traînée ($100C_x$)
-4°	-9	1
0°	20	1
4°	51	1.8
8°	80	3.3
12°	105	5.5
16°	133	10
19°	143	14.6
20°	126	21.1

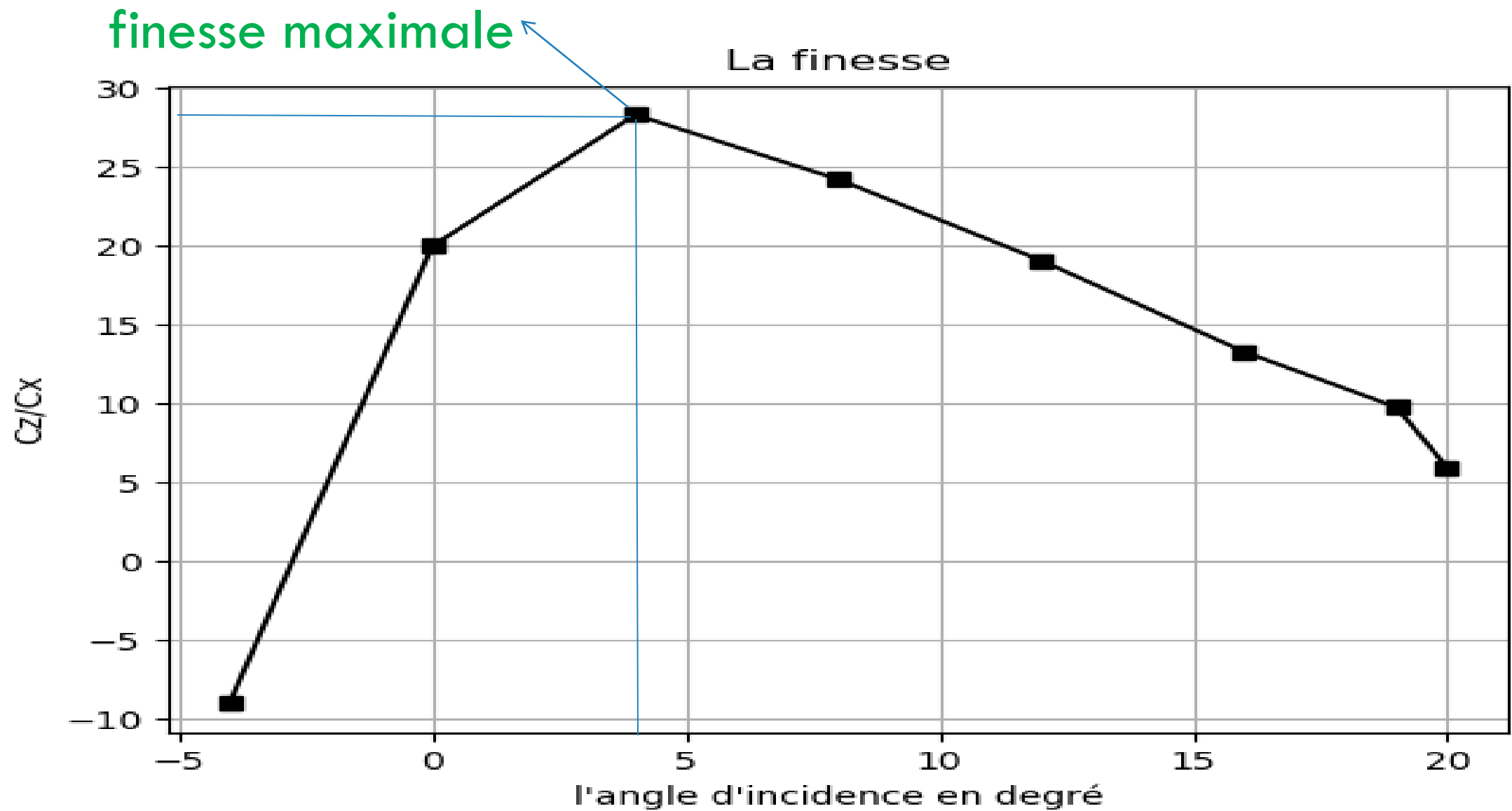
la polaire est le rapport entre le coefficient de portance C_z et le coefficient de traînée C_x :

$$\text{polaire} = C_z / C_x$$



La polaire





La finesse maximale du profil NACA 63-210 est obtenue pour $\alpha = 4^\circ$

2. Traînée de frottement:

- * Continuons avec la forme optimale déjà trouvée dans la première partie NACA 63-210.
- * Faisons varier la vitesse.
- * Fixons tous les autres paramètres.
- * Une mesure de la portance et de la trainée en fonction de la vitesse donne :

Vitesse du vent (m/s)	2,42	2,94	3,42	3,72	4,33	4,61	4,97	5,44
Portance (N)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,725	0,8	0,9
Trainée (N)	0,8	0,8	0,8	0,85	1,3	1,35	1,5	1,9

 la traînée augmente avec la vitesse.



**Merci de votre
attention**

