

L'éolienne "Best-Romani" installée à Nogent sur Marne en 1958 balayait un cercle de diamètre $D = 30.2$ m.

Le profil de pale est un NACA 23015. Sa corde évolue de 1.70 m au niveau de l'axe de rotation à une corde nulle en bout de pale.

Nous nous intéressons au profil situé à $R = 9.3$ m de l'axe de rotation : sa corde est $c = 1.35$ m.

Ce profil est calé avec un angle de 3.7° avec le plan de rotation de l'hélice. Nous considérons que la pale tourne à $\Omega = 47$ tr/mn et que ce profil subit un vent axial de $V = 43.2$ km/h (V est la vitesse de l'air par rapport au sol).

L'air sera caractérisé par sa viscosité cinématique $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ m².s⁻¹ et sa masse volumique $\rho = 1.2$ kg.m⁻³.

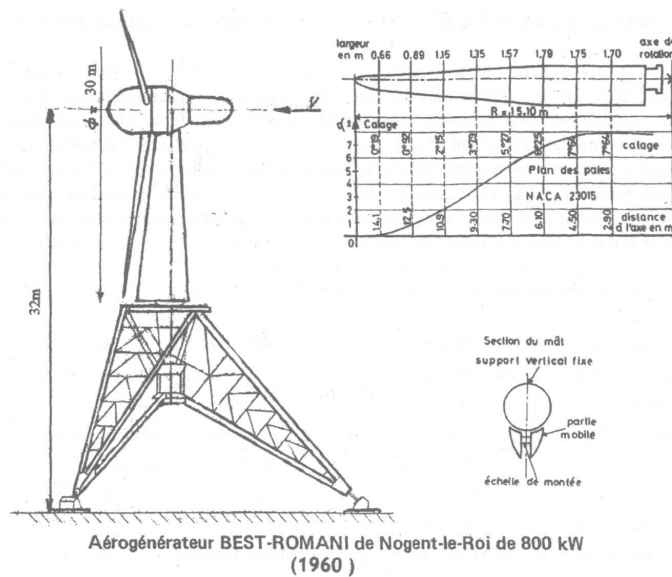


FIG. 1 – Quelques cotes de l'éolienne "Best-Romani".

1) Justifiez par le calcul des variables suivantes que le profil subit un vent $V_\infty = 47.3$ m.s⁻¹ d'incidence, par rapport à la corde du profil, $i = 11^\circ$ [1]

2) Calculez le nombre de Reynolds \mathcal{R} relatif à l'écoulement. Relevez alors les coefficients aérodynamiques de portance et de traînée. Calculez la finesse de ce profil. [1]

3) Calculez la pression effective au point d'arrêt sur ce profil. [0.5]

4) Calculez la portance et la traînée par unité d'envergure. Représentez (sur la page 3), à l'échelle (1 cm \equiv 200 N/m par ex.), la force élémentaire exercée par l'air sur le profil.

La figure de la page 3 représente le profil calé à 3.7° par rapport au plan de rotation de l'hélice; l'axe de rotation est vertical, le vent V vient du bas, le profil va vers la gauche quand l'hélice tourne.

On ne demande pas de préciser le point d'application de cette force.

En déduire :

- la composante de force axiale dA qui crée une force élémentaire sur l'axe de rotation de l'éolienne;
- et la composante de force dQ qui crée un couple élémentaire "générateur" sur l'axe de rotation de l'éolienne.

Vous représenterez dA et dQ et déduirez de votre dessin leur intensité par unité d'envergure. Calculez alors ce couple élémentaire "générateur" par unité d'envergure. [3.5]

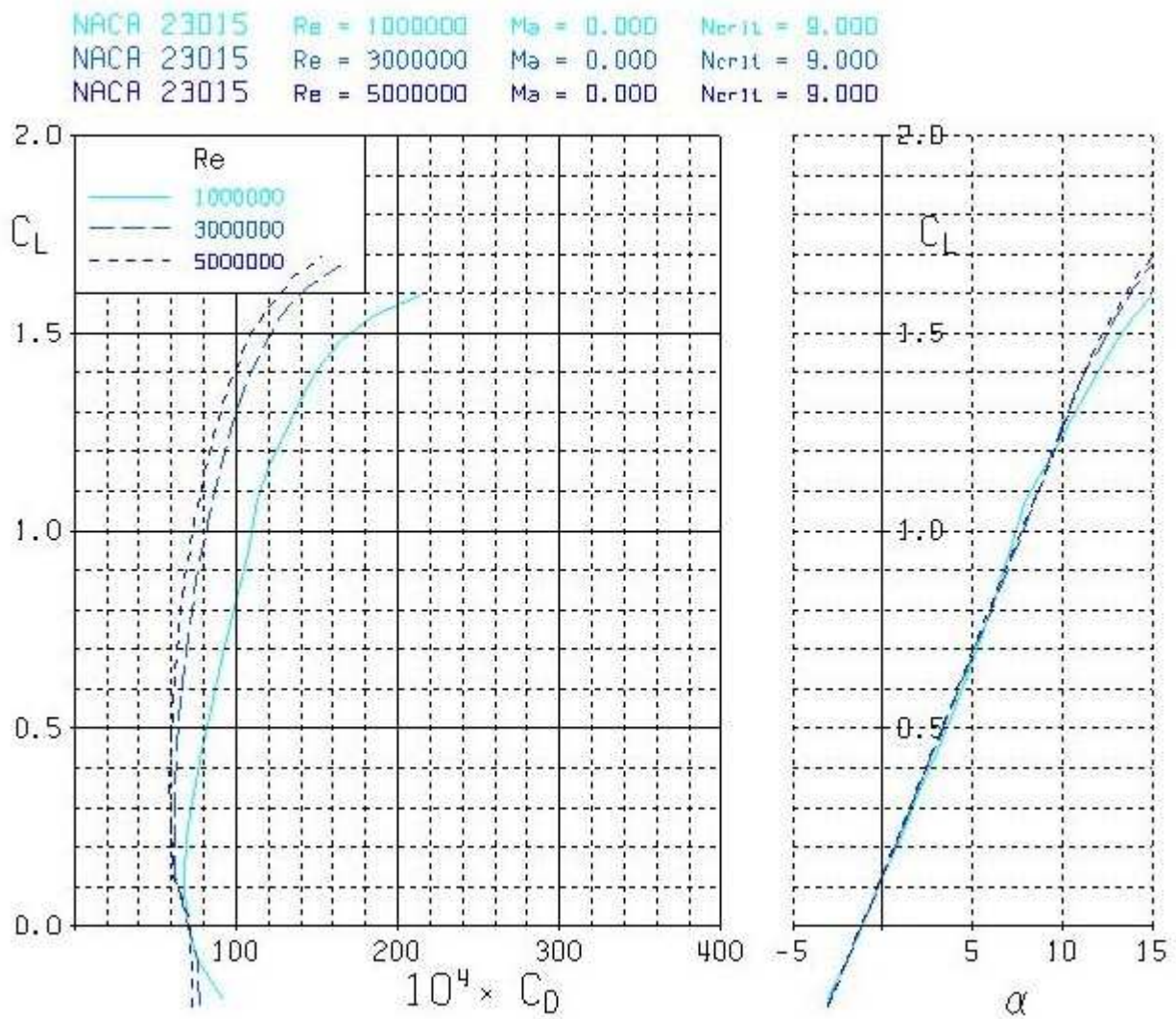


FIG. 2 – Coefficients aérodynamiques en fonction de l'incidence α pour 3 nombres de Reynolds $\mathcal{R} = 1.10^6, 3.10^6$ et 5.10^6 .

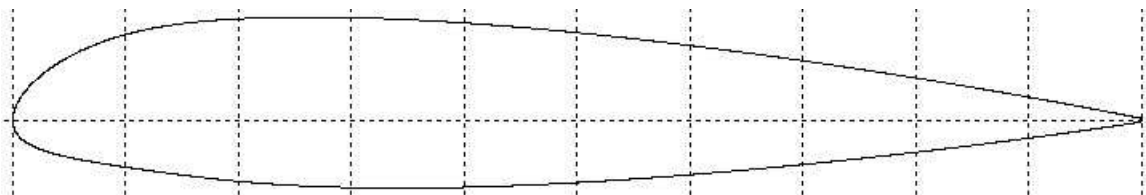


FIG. 3 – Le profil NACA 23015 (à une incidence nulle).

