Exercice n°1 – Profil NACA2320 - [9 pts]

1)

$$\mathcal{R} = \frac{v_\infty c}{\nu} \quad \Longrightarrow \quad v_\infty = \frac{\mathcal{R}\nu}{c} = 5.56 \text{ m.s}^{-1} = 20 \text{ km/h}$$

.... **[1]**

2)

$$C_x = 0.0255 \quad \Longrightarrow \quad T = \frac{1}{2}\rho c L C_x {v_\infty}^2 = 1.86 \text{ N}$$

$$C_z = 0.9326 \quad \Longrightarrow \quad P = \frac{1}{2}\rho c L C_z {v_\infty}^2 = 68.0 \text{ N}$$

.... **[2.5]**

Rem :

$$\frac{P}{T} = \frac{C_z}{C_x} = 36.53$$

FIG. 1 .... **[2]**

3) La pression effective au point d'arrêt vaut (cf Cours) :

$$p_{e\,A_r} = \frac{1}{2}\rho {v_\infty}^2 = 16204 \text{ Pa}$$

.... **[1]**

La dépression effective maxi sur le profil (au point D) vaut :

$$p_{e\,D} \approx -1.69\, p_{e\,A_r} = -27384 \text{ Pa}$$

.... **[1]**

FIG. 2 .... **[1.5]**

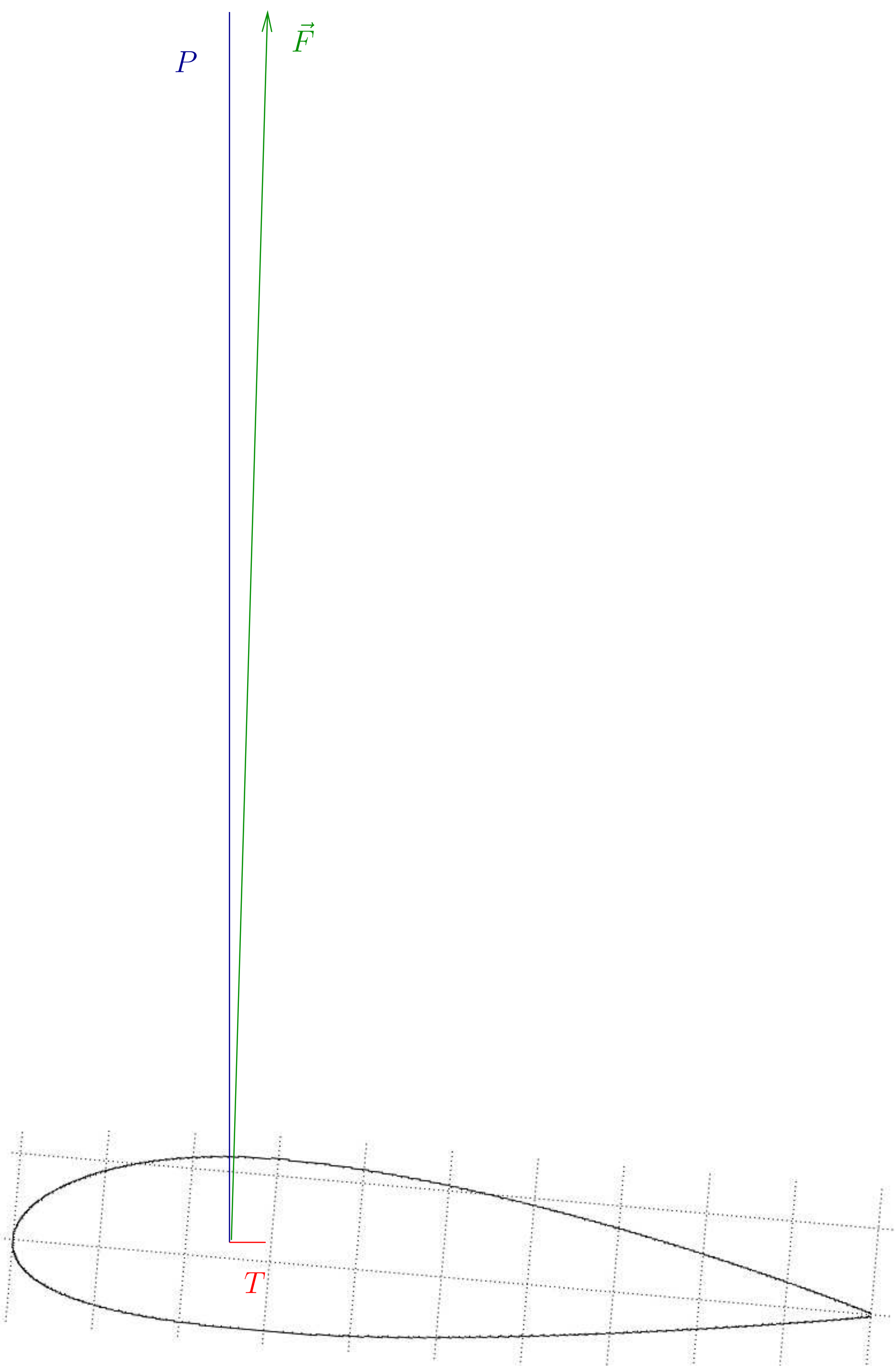

FIG. 1 – Vecteur force et ces composantes appliqué sur le profil.

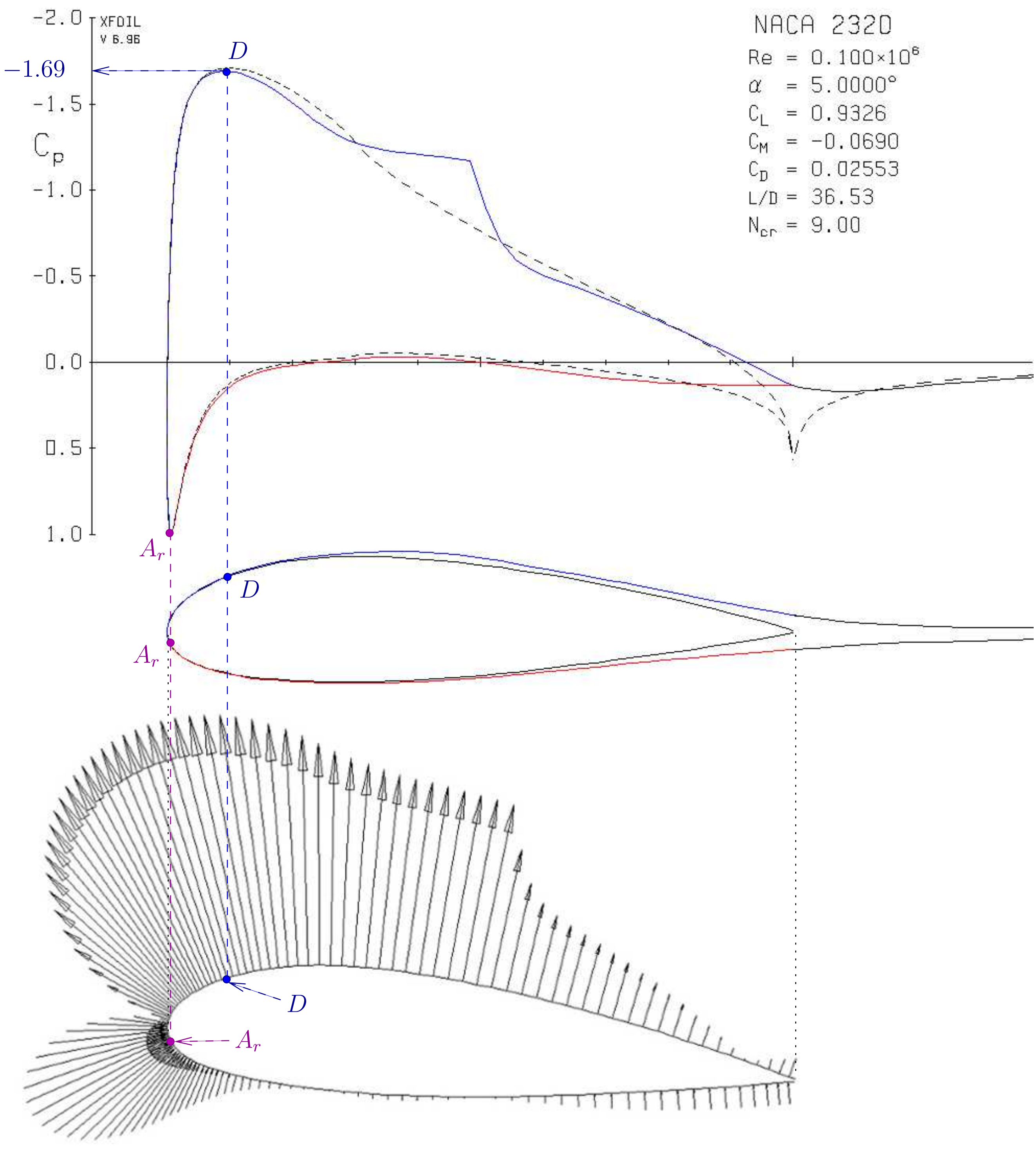

FIG. 2 – Positions des points d'arrêt A_r et de dépression maxi D.

Exercice n°2 – Circuit de pompage - [11 pts]

Après la pompe, dans la conduite de diamètre D :

$$v = \frac{4q_v}{\pi D^2} = 3.32 \text{ m.s}^{-1} \qquad ; \qquad \mathcal{R} = \frac{vD}{\nu} = 132\,629$$

L'écoulement est turbulent :

$$\lambda = \left[2\log\left(3.71\frac{D}{\varepsilon}\right)\right]^{-2} = 0.03034 \qquad ; \qquad \Delta X_r = \lambda\frac{L}{D}\rho\frac{v^2}{2} = 166\,795 \text{ Pa}$$

....[0.5+0.5+0.5+0.5+0.5]

Rem : Le diagramme de Moody nous aurait donné $\lambda \approx 0.031$.

A l'entrée du convergent :

$$v' = \frac{4q_v}{\pi(5D)^2} = \frac{v}{25} = 0.133 \text{ m.s}^{-1} \qquad ; \qquad \mathcal{R}' = \frac{v'5D}{\nu} = \frac{\mathcal{R}}{5} = 26\,526$$

....[0.5+0.5]

Les pertes de charge singulières :

$$\text{à l'entrée de la tuyauterie :} \quad \Delta X_{se} = K_e\rho\frac{v'^2}{2} = 7.04 \text{ Pa}$$

$$\text{dans le convergent :} \quad \Delta X_{sr} = K_r\rho\frac{v^2}{2} = 1\,649 \text{ Pa}$$

$$\text{au coude :} \quad \Delta X_{sc} = K_c\rho\frac{v^2}{2} = 2\,199 \text{ Pa}$$

....[0.5+0.5+0.5]

Bernoulli sur le tube de courant :

$$\begin{aligned}
X_5 &= X_0 + \Delta X_i - (\Delta X_{se} + \Delta X_{sr} + \Delta X_{sc} + \Delta X_r) \\
\Delta X_i &= p_5 + \rho g z_5 + \frac{1}{2}\rho v^2 - p_0 - \rho g z_0 + \Delta X_{se} + \Delta X_{sr} + \Delta X_{sc} + \Delta X_r \qquad \text{avec } p_0 = p_5 = p_{atm} \\
\Delta X_i &= \underbrace{\rho g h}_{98100 \text{ Pa soit } 36\%} + \underbrace{\frac{1}{2}\rho v^2}_{5497 \text{ Pa soit } 2\%} + \Delta X_{se} + \Delta X_{sr} + \Delta X_{sc} + \underbrace{\Delta X_r}_{78976 \text{ Pa soit } 61\%} \\
\Delta X_i &= 274 \text{ kPa} = 2.742 \text{ bar}
\end{aligned}$$

....[3]

L'énergie volumique fournie par la pompe sert à élever la hauteur du fluide (pour 36 %), donner de l'énergie cinétique au fluide (pour 2 %) mais surtout à vaincre toutes les pertes de charge (pour 62 %). La puissance fournie par la pompe :

$$\mathcal{P}_i = q_v\Delta X_i = 1143 \text{ W}$$

....[0.5]

et la puissance électrique consommée :

$$\frac{\mathcal{P}_i}{0.66} = 1731 \text{ W}$$

....[0.5]

Calcul de la pression à l'entrée de la pompe :

$$\begin{aligned}
X_2 &= X_0 - \Delta X_{se} - \Delta X_{sr} \\
\Longrightarrow \quad p_2 + \rho g z_2 + \frac{1}{2}\rho v^2 &= p_0 - \Delta X_{se} - \Delta X_{sr} \\
\Longrightarrow \quad p_{e2} = p_2 - p_0 &= -\underbrace{\rho g z_2}_{1962 \text{ Pa}} - \underbrace{\frac{1}{2}\rho v^2}_{5497 \text{ Pa}} - \Delta X_{se} - \Delta X_{sr} = -9115 \text{ Pa} = -0.091 \text{ bar}
\end{aligned}$$

Le point 2 est en dépression raisonnable. ....[2]