Exercice n°1 _ Conduite hydraulique - 10 pts

1) La conservation du débit donne :

$$q_v = S_1 v_1 = S_3 v_3 \quad \Longrightarrow \quad (2D)^2 v_1 = D^2 v_3 \quad \Longrightarrow \quad v_3 = 4v_1 = v = 0.5 \text{ m.s}^{-1}$$
$$v_1 = v_2 \quad ; \quad v_3 = v_4 = v_5 = v_6$$

.... **[0.75]**

Les nombres de Reynolds :

$$\mathcal{R}_1 = \frac{v_1 D_1}{\nu} = \frac{v 2D}{4\nu} = \frac{\mathcal{R}_3}{2} = 10\,000 \quad ; \quad \mathcal{R}_3 = \frac{v_3 D_3}{\nu} = \frac{vD}{\nu} = 20\,000$$

.... **[0.5]**

2)

$$\frac{\varepsilon}{2D} = \frac{0.08}{80} = 0.001 \quad ; \quad \frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.08}{40} = 0.002$$
$$\lambda(\mathcal{R}_1, \frac{\varepsilon}{2D}) \approx 0.0325 = \lambda' \quad ; \quad \lambda(\mathcal{R}_3, \frac{\varepsilon}{D}) \approx 0.030 = \lambda$$

.... **[1]**

3) Les équations de Bernoulli généralisées s'écrivent :

$$\begin{aligned}
X_6 &= X_5 - \Delta X_r \quad \text{où} \quad \Delta X_r = \lambda \frac{L}{D}\frac{\rho v^2}{2} \\
X_5 &= X_4 - \Delta X_{sc} \quad \text{où} \quad \Delta X_{sc} = \xi_c \frac{\rho v^2}{2} \\
X_4 &= X_3 - 2\Delta X_r \\
X_3 &= X_2 + \Delta X_i \\
X_2 &= X_1 - \Delta X_r' \quad \text{où} \quad \Delta X_r' = \lambda' \frac{L_1}{2D}\frac{\rho {v_1}^2}{2} = \lambda' \frac{L_1}{2D}\frac{\rho}{2}\frac{v^2}{16} \\
X_1 &= X_0 - \Delta X_{se} \quad \text{où} \quad \Delta X_{se} = \xi_e \frac{\rho {v_1}^2}{2} = \xi_e \frac{\rho}{2}\frac{v^2}{16}
\end{aligned}$$

.... **[3]**

soit :

$$\begin{aligned}
X_6 &= X_0 + \Delta X_i - \left(\frac{\xi_e}{16} + \xi_c + 3\lambda\frac{L}{D} + \lambda'\frac{L_1}{32D}\right)\frac{\rho v^2}{2} \\
\Longrightarrow \quad p_a + \rho g z_6 + \rho\frac{v^2}{2} &= p_a + \rho g z_0 + \Delta X_i - \left(\frac{\xi_e}{16} + \xi_c + 3\lambda\frac{L}{D} + \lambda'\frac{L_1}{32D}\right)\frac{\rho v^2}{2} \\
\Longrightarrow \quad \Delta X_i &= \rho g(z_6 - z_0) + \left(1 + \frac{\xi_e}{16} + \xi_c + 3\lambda\frac{L}{D} + \lambda'\frac{L_1}{32D}\right)\frac{\rho v^2}{2}
\end{aligned}$$

.... **[1]**

On pouvait également écrire :

$$\Delta X_i = \rho g(z_6 - z_0) + \left(16 + \xi_e + 16\xi_c + 48\lambda\frac{L}{D} + \lambda'\frac{L_1}{2D}\right)\frac{\rho {v_1}^2}{2}$$

Des temes sont plus faibles que d'autres voir négligeables

$$\begin{aligned}
3\lambda\frac{L}{D} = 1125 > 1 > \xi_c = 0.8 \quad &> \quad \frac{\xi_e}{16} = 0.04 > \lambda'\frac{L_1}{32D} = 0.006 \\
\rho g(z_6 - z_0) \quad &= \quad 51.5 \text{ kPa} \\
\left(1 + \frac{\xi_e}{16} + \xi_c + 3\lambda\frac{L}{D} + \lambda'\frac{L_1}{64D}\right)\frac{\rho v^2}{2} \quad &= \quad 147.9 \text{ kPa} \\
\Delta X_i \quad &= \quad 199.4 \text{ kPa} = 199.4 \text{ kJ.m}^{-3} \\
\mathcal{P}_n = q_v \Delta X_i \quad &= \quad 125 \text{ W} \\
\frac{1}{\eta}\mathcal{P}_n \quad &= \quad 179 \text{ W}
\end{aligned}$$

.... **[2.75]**

Rem :

$\rho g(z_6 - z_0$	ΔX_{se}	ΔX_{sc}	ΔX_r	$\Delta X'_r$	$\Delta X'_r$	unité
51503	5.2	105	49221	147663	0.833	Pa=J.m^{-3}

4) La pompe consomme 179 W pour fournir 125 W au fluide soit l'énergie E consommée en 1 année :

$$E = \frac{1}{\eta}\mathcal{P}_n * 24 * 365 = 1568 \text{ kW.h}$$

Soit un coût de 232.53 € par an. .... **[1]**

Exercice n°2 _ American Class 50 pieds (AC50) - 10 pts

La masse supportée en (2400+6*80) kg soit $m = 2880$ kg
qui correspond à un poids $mg = 28253$ N.
La portance P doit compenser ce poids : $P = mg$.
La vitesse est $v = 15$ kts $= 27.78$ km/h $= 7.72$ m/s.
La pression au point d'arrêt : $p_{e\,Ar} = \frac{1}{2}\rho v^2 = 30518$ Pa.

$$P = \frac{1}{2}\rho S C_z v^2 \quad \Longrightarrow \quad S = cL = \frac{2P}{\rho C_z v^2} = 1.029 \text{ m}^2 \quad \Longrightarrow \quad L = 2.143 \text{ m}$$

.... **[1.25]**

$$\mathcal{R} = \frac{vc}{\nu} = 3.704\,10^6$$

.... **[0.75]**

Les courbes permettent d'évaluer l'incidence $\alpha \approx 5.3°$. Pour cette incidence, le coefficient de trainée est $C_x \approx 0.0063$ à 0.0064 et la trainée est : .... **[1.5]**

$$T = \frac{1}{2}\rho S C_x v^2 \approx 197.8 \text{ N à } 200.9 \text{ N}$$

.... **[1]**

La puissance perdue par cette trainée est :

$$\mathcal{P} = Tv = 1526 \text{ W à } 1550 \text{ W}$$

.... **[0.75]**

La finesse du profil est :

$$\frac{C_z}{C_x} = 142.8$$

.... **[0.75]**

La composante de portance est environ 143 fois plus grande que celle de trainée :
Le coefficient de pression effective au point D vaut : $C_p = -1.5$.
La pression effective minimum en D vaut : $C_p\, p_{e\,Ar} = C_p\frac{\rho v^2}{2} = -45777$ Pa. .... **[1]**

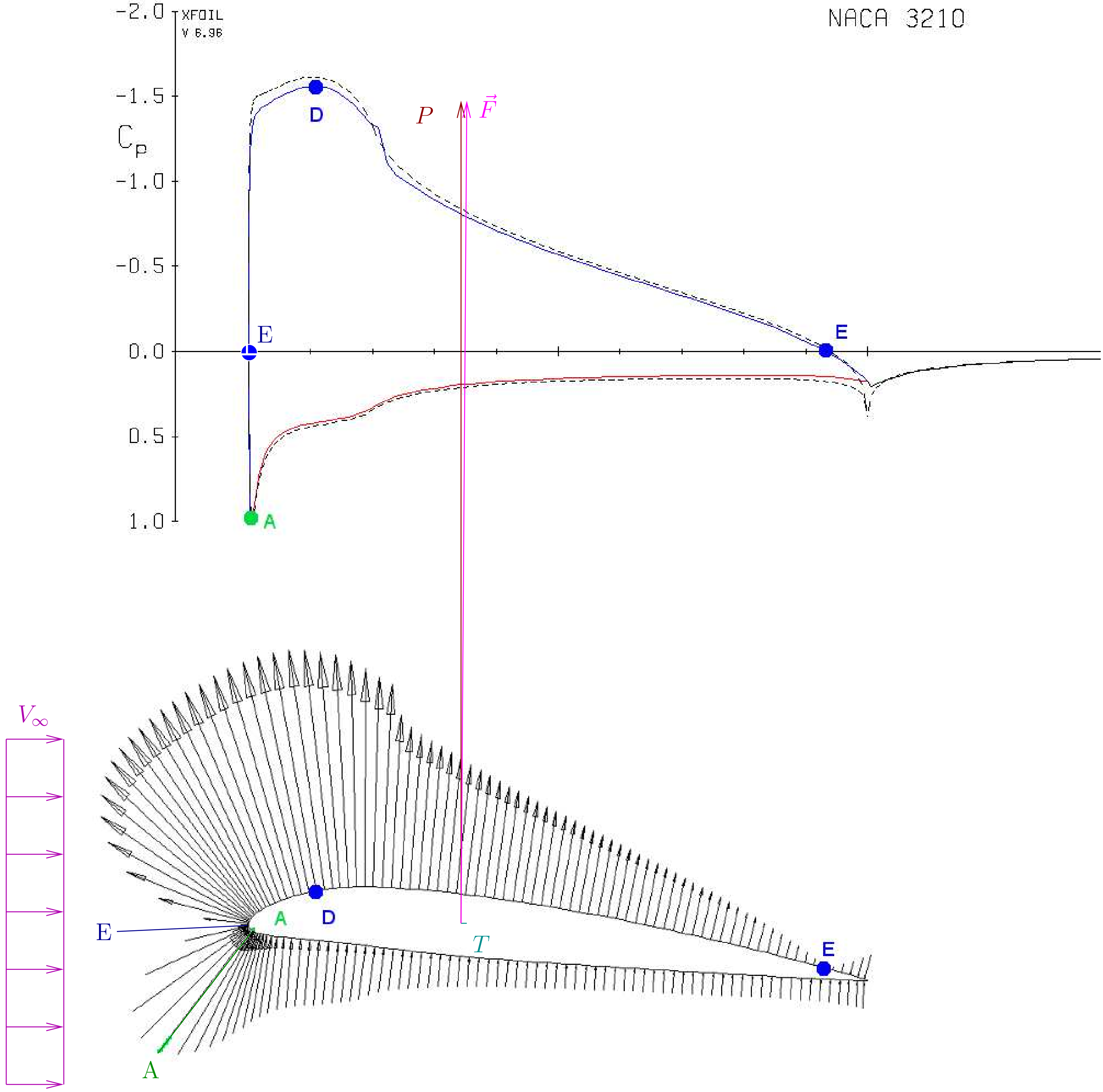

FIG. 1 – Graphe complété.

.... **[3]**