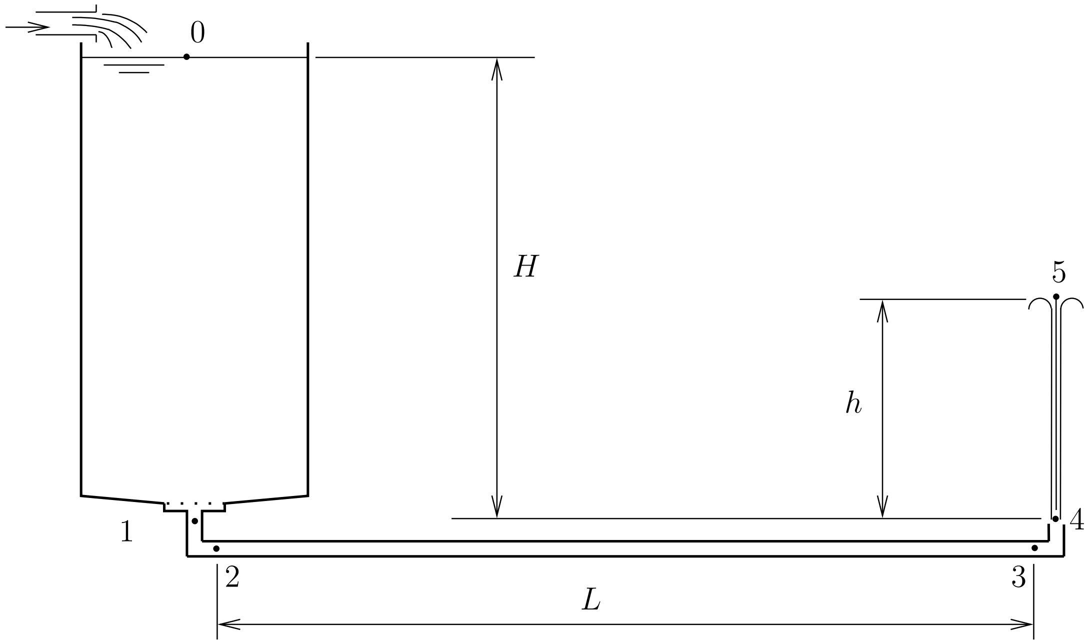
Exercice n°1 – Ecoulement : 8.5 pts



1) $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = v$ et $q_v == v\frac{\pi}{4}D^2$
Les équations de Bernoulli généralisées s'écrivent :

$$\begin{aligned}
X_4 &= X_3 - \Delta X_{sc} \quad \text{où } \Delta X_{sc} = K_c\frac{\rho v^2}{2} \\
X_3 &= X_2 - \Delta X_r \quad \text{où } \Delta X_r = \lambda\frac{L}{D}\frac{\rho v^2}{2} \\
X_2 &= X_1 - \Delta X_{sc} \\
X_1 &= X_0 - \Delta X_{sf} \quad \text{où } \Delta X_{sf} = K_f\frac{\rho v^2}{2}
\end{aligned}$$

soit :

$$\begin{aligned}
X_4 &= X_0 - \left(K_f + 2K_c + \lambda\frac{L}{D}\right)\frac{\rho v^2}{2} \\
\Longrightarrow \quad p_a + \rho g z_4 + \frac{\rho v^2}{2} &= p_a + \rho g z_0 - (K_f + 2K_c + \lambda\frac{L}{D})\frac{\rho v^2}{2} \\
\Longrightarrow \quad gH &= (1 + K_f + 2K_c + \lambda\frac{L}{D})\frac{v^2}{2}
\end{aligned}$$

$$\Longrightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2gH}{(1 + K_f + 2K_c + \lambda\frac{L}{D})}}$$

.... **[3]**

2) En l'absence de toutes les pertes régulière et singulière, on a :

$$v = \sqrt{2gH} = 24.26 \text{ m.s}^{-1}$$

L'équation de Bernoulli donne également :

$$\begin{array}{rcl} p_4 + \rho g z_4 + \dfrac{\rho v^2}{2} & = & p_5 + \rho g z_5 \quad \text{où} \quad p_4 = p_5 = p_a \\ \Longrightarrow \quad \rho g h & = & \dfrac{\rho v^2}{2} \quad \Longrightarrow \quad h = \dfrac{v^2}{2g} \quad \Longrightarrow \quad h = H \end{array}$$

Le nombre de Reynolds

$$\mathcal{R} = \frac{vD}{\nu} = 9.70\ 10^5 > 10^5$$

.... **[2]**

3)

- $$\begin{array}{lcl} \mathcal{R} > 10^5 & \Longrightarrow & \lambda = \left[2\log\left(3.71\dfrac{D}{\varepsilon}\right)\right]^{-2} \approx 0.01250 \\ & \Longrightarrow & v = 4.01 \text{ m.s}^{-1} \quad ; \quad q_v = 5.04 \text{ l.s}^{-1} \quad ; \quad \mathcal{R} = 1.60\ 10^5 > 10^5 \\ h & = & \dfrac{v^2}{2g} = 0.819 \text{ m} \ll H \end{array}$$

.... **[2]**

4)

- $\mathcal{R} = 1.60\ 10^5$ et $\dfrac{\epsilon}{D} = 1.25\ 10^{-4}$ sur la courbe de Moody donnent : $\lambda \approx 0.017$

$$\Longrightarrow \quad v = 3.51 \text{ m.s}^{-1} \quad ; \quad q_v = 4.41 \text{ l.s}^{-1} \quad ; \quad \mathcal{R} = 1.40\ 10^5$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = 0.626 \text{ m} \ll H$$

.... **[2]**

Exercice n°2 _ Porte et réservoir : 7 pts

1) p_i désignant la pression absolue en i, $p_i - p_{atm}$ désigne la pression effective en i.

$$\begin{array}{rcl} p_1 = p_{atm} + \rho' g h' & \Longrightarrow & p_1 - p_{atm} = \rho' g h' = 46499 \text{ Pa} \\ p_3 = p_1 + \rho g h & \Longrightarrow & p_3 - p_{atm} = \rho g h + \rho' g h' = 145384 \text{ Pa} \\ p_2 = p_1 + \rho g (h-a) & \Longrightarrow & p_2 - p_{atm} = \rho g (h-a) + \rho' g h' = 86053 \text{ Pa} \end{array}$$

.... **[1.5]**

2) cf dessin .... **[1]**

3)

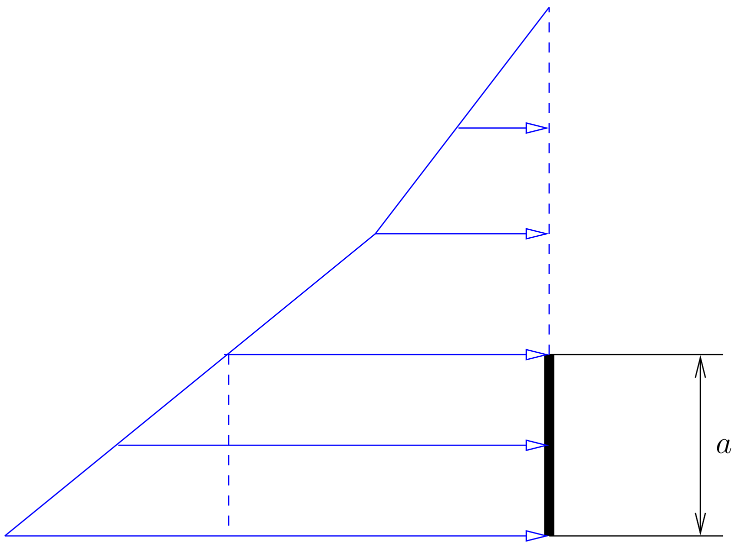
$$\left\{ \begin{array}{rcl} F & = & (p_2 - p_{atm})ab = 495667 \text{ N} \\ P & = & \frac{1}{2}(p_3 - p_2)ab = 170873 \text{ N} \end{array} \right.$$

soit une force globale de $F + P = 666540$ N.

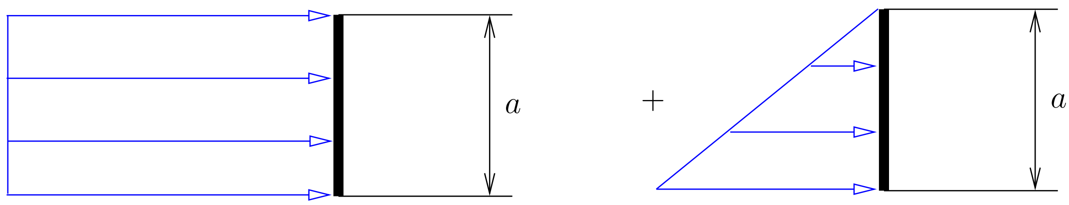
Le point d'application de cette force globale sera situé logiquement entre $\frac{a}{3}$ et $\frac{a}{2}$ et positionné par :

$$(F+P)c = F\frac{a}{2} + P\frac{a}{3} \quad \Longrightarrow \quad \frac{c}{a} \approx 0.457 \in [0.33; 0.50] \quad \Longrightarrow \quad c = 2.19 \text{ m}$$

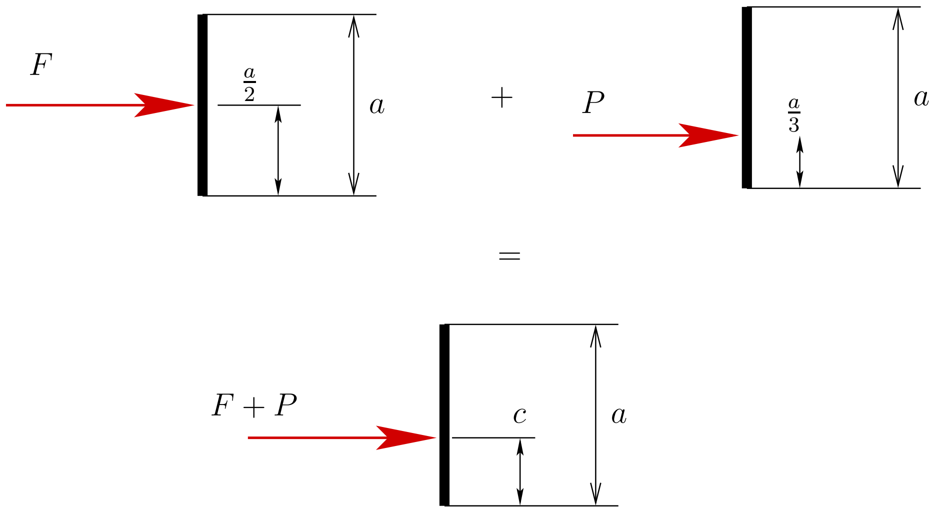
. . . . **[4.5]**



La force répartie sur la porte



Ce qui équivaut à des force ponctuelles positionnées tel que :



Exercice n°3 _ Profil 4.5 pts

1)

$$\mathcal{R} = \frac{V_\infty c}{\nu} \quad \Longrightarrow \quad V_\infty = \frac{\mathcal{R}\nu}{c} = 2.5 \text{ m.s}^{-1}$$

. . . . **[0.5]**

2) Bernoulli sur ligne de courant (cf TD) donne la pression effective au point d'arrêt : $\frac{1}{2}\rho {V_\infty}^2 = 3203$ Pa . . . . **[1]**

3)

$$\frac{T}{L} = \frac{1}{2}\rho c C_x {V_\infty}^2 = 104 \text{ N.m}^{-1} \quad ; \quad \frac{P}{L} = \frac{1}{2}\rho c C_z {V_\infty}^2 = 1531 \text{ N.m}^{-1} \quad ; \quad \frac{P}{T} = 14.65 = \tan(86.09^\circ)$$

.... **[1]**

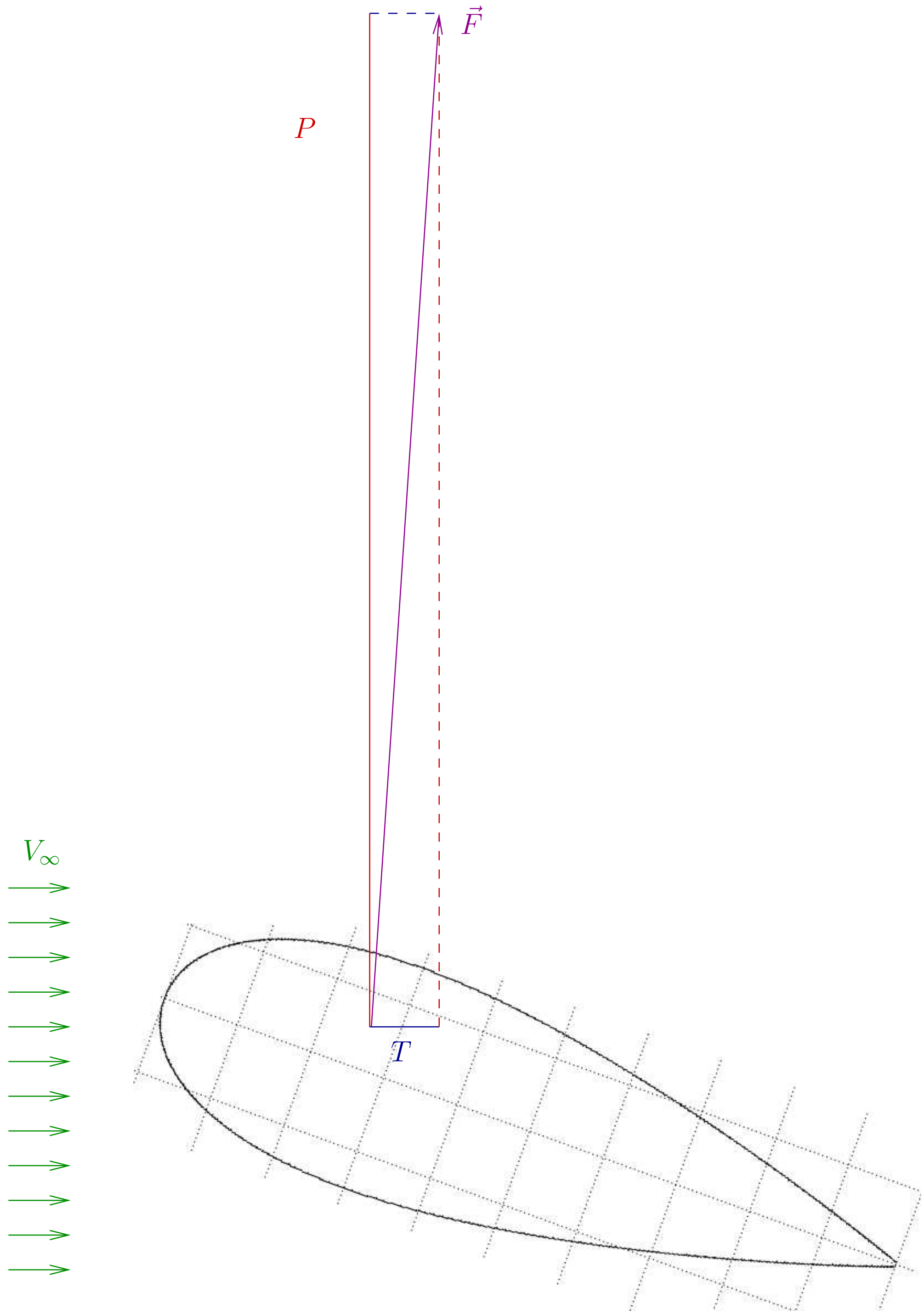


FIG. 1 – Vecteur force $\vec{F}$ exercé sur le profil NACA0030 en incidence de 20°.

.... **[2]**