Exercice n°1 – 4.5 pts

La pression effective qui règne à la profondeur H est :

$$p_e = \rho g H = 11115 \text{ kPa} = 111.15 \text{ bar}$$

Bernoulli sur une ligne de courant arrivant au point d'arrêt donne (cf Cr-TD) la pression effective :

$$p_e = \frac{1}{2}\rho v^2 \quad \Longrightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2p_e}{\rho}} = 146.9 \text{ m/s} = 529 \text{ km/h}$$

Cette vitesse est loin d'être supportable.

Exercice n°2 – 5.5 pts

Les nombres de Reynolds fournissent les vitesses :

$$\mathcal{R} = \frac{V_\infty c}{\nu} \quad \Longrightarrow \quad V_\infty = 0.55 \text{ m.s}^{-1} \qquad \text{et} \qquad 1.10 \text{ m.s}^{-1}$$

La portance P doit être $mg = 117.72$ N et est obtenue par :

$$P = \frac{1}{2}\rho c L_t C_z V_\infty^2 \quad \Longrightarrow \quad L_t = \frac{2P}{\rho c C_z V_\infty^2} = 56.14 \text{ m} \qquad \text{et} \qquad 2.76 \text{ m}$$

Soit une envergure par profil de moitié soit 28.07 m et 1.38 m.
La trainée est alors :

$$T = \frac{1}{2}\rho c L_t C_x V_\infty^2 = 62.8 \text{ N} \qquad \text{et} \qquad 5.19 \text{ N}$$

et la puissance nécessaire :

$$\mathcal{P} = T V_\infty = 34.48 \text{ W} \qquad \text{et} \qquad 5.70 \text{ W}$$

Exercice n°3 – 10 pts

Bernoulli sur le tube de courant 1-2 donne :

$$p_1 + \rho g z_1 + \rho\frac{{v_1}^2}{2} = p_2 + \rho g z_2 + \rho\frac{{v_2}^2}{2} \quad \text{avec} \quad z_1 = z_2$$

L'équation de la statique des fluides dans l'eau donne :

$$p_3 + \rho g z_3 = p_5 + \rho g z_5 \quad \text{et} \quad p_4 + \rho g z_4 = p_6 + \rho g z_6$$

L'équation de la statique des fluides dans le mercure donne :

$$p_5 + \rho' g z_5 = p_6 + \rho' g z_6$$

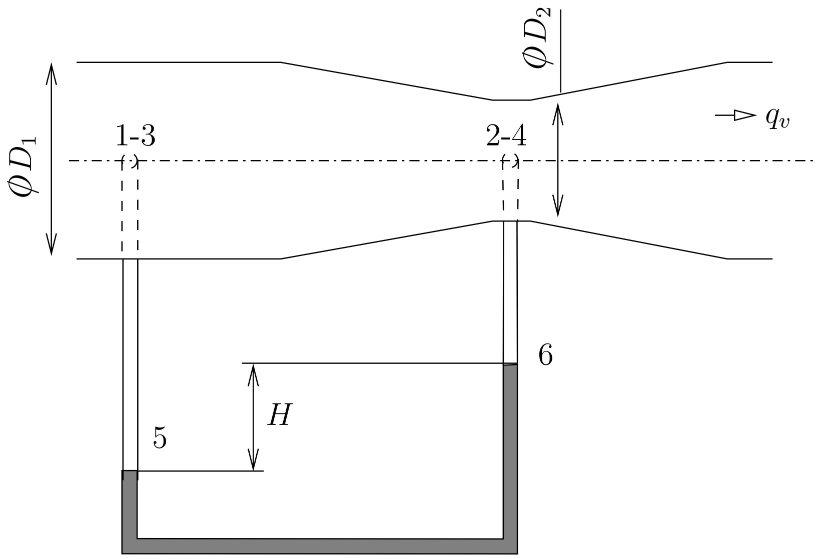
Et la pression varie peu dans chaque section :

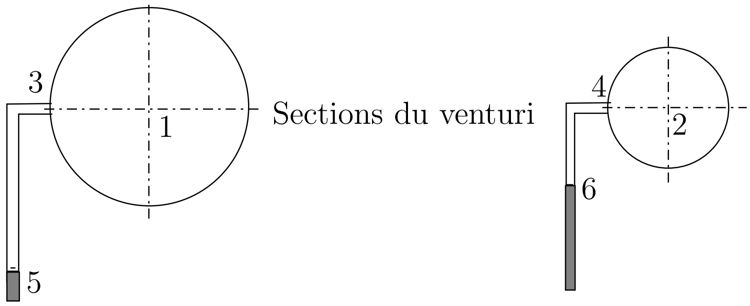
$$p_1 = p_3 \quad \text{et} \quad p_2 = p_4$$

La conservation du débit volumique donne :

$$q_v = S_1 v_1 = \frac{\pi}{4}{D_1}^2 v_1 = S_2 v_2 = \frac{\pi}{4}{D_2}^2 v_2 \quad \Longrightarrow \quad v_i = \frac{4 q_v}{\pi {D_i}^2}$$

En exploitant toutes ces équations, il vient :





$$
\begin{aligned}
p_3 + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 &= p_4 + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \\
p_5 + \rho g(z_5 - z_3) + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 &= p_6 + \rho g(z_6 - z_4) + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \\
p_6 + \rho' g(z_6 - z_5) + \rho g(z_5 - z_3) + \frac{1}{2}\rho {v_1}^2 &= p_6 + \rho g(z_6 - z_4) + \frac{1}{2}\rho {v_2}^2 \\
\rho' g(z_6 - z_5) + \rho g(z_5 - z_3 - z_6 + z_4) &= \frac{1}{2}\rho({v_2}^2 - {v_1}^2) \\
(\rho' - \rho) g(z_6 - z_5) &= \frac{1}{2}\rho({v_2}^2 - {v_1}^2) \\
(\rho' - \rho) gH &= \frac{1}{2}\rho \frac{16{q_v}^2}{\pi^2}\left(\frac{1}{{D_2}^4} - \frac{1}{{D_1}^4}\right) \\
(\rho' - \rho) gH &= \rho \frac{8{q_v}^2}{\pi^2}\frac{{D_1}^4 - {D_2}^4}{{D_1}^4{D_2}^4} \\
\frac{(\rho' - \rho)\pi^2 gH {D_1}^4 {D_2}^4}{8\rho({D_1}^4 - {D_2}^4)} &= {q_v}^2 \\
\Longrightarrow \quad q_v &= \pi {D_1}^2 {D_2}^2 \sqrt{\frac{(\rho' - \rho) gH}{8\rho({D_1}^4 - {D_2}^4)}}
\end{aligned}
$$

$q_v = 0.788\ 10^{-3}$ m^3.s^{-1}= 0.788 l.s^{-1} = 47.30 l/mn , $v_1 = 1.485$ m.s^{-1} , $v_2 = 3.921$ m.s^{-1}

$$\mathcal{R}_1 = \frac{v_1 D_1}{\nu} = 32\,997 \quad \text{et} \quad \mathcal{R}_2 = \frac{v_2 D_2}{\nu} = 53\,620$$

$\mathcal{R} > 2000$: l'écoulement est turbulent.