PROBLÈME 1 : MÉCANIQUE DES FLUIDES (7,5 POINTS).

1. v_2, = 1,8 × v_1 = 1,8 × 5 = 9 m/s.

2. $Q_v = S_1 \,.\, v_1 = S_2 \,.\, v_2$.

3. D'après la relation précédente, on déduit que :

$$\frac{\pi\, D_1^2}{4}\, v_1 = \frac{\pi\, D_2^2}{4}\, v_2 \Leftrightarrow D_2^2 = \frac{D_1^2 . v_1}{v_2} \Leftrightarrow D_2 = \sqrt{\frac{D_1^2 . v_1}{v_2}} = D_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} = 0{,}20 \sqrt{\frac{5}{9}} = 0{,}15 \text{ m}$$

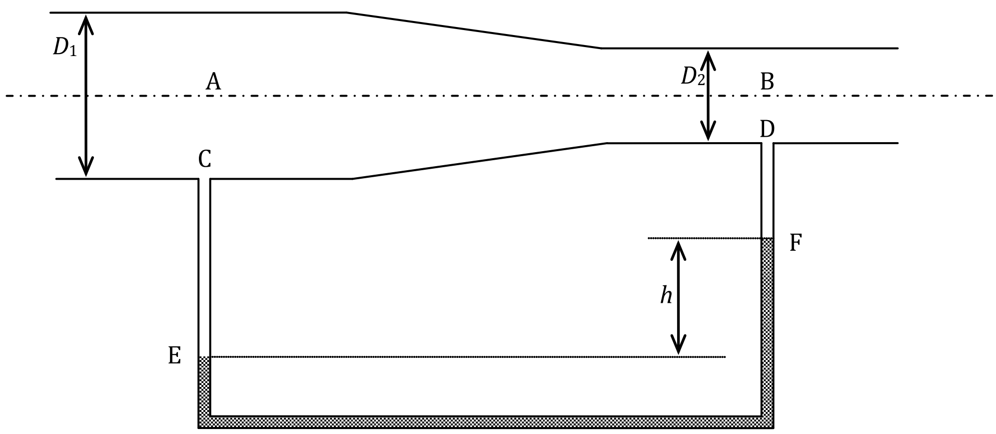
4.
   a) La relation qui permet d'établir la variation de pression entre l'entrée et la sortie du rétrécissement est le théorème de Bernoulli

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_A + \rho g z_A = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + P_B + \rho g z_B$$

   b) Dans le cas étudié ici, la canalisation est horizontale donc $z_A = z_B$. L'équation devient :

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + P_A = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + P_B \Rightarrow P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 1000 \times (9^2 - 5^2) = 28.10^3 \text{ Pa}$$

5. Soient E et F, les points situés à la surface du mercure (voir figure).



D'après le théorème fondamental de la statique des fluides, $P_E - P_F = \rho_{mercure}\, g\, h$.

Si on néglige les variations de pression dans les deux colonnes d'eau, on a $P_C \approx P_E$ et $P_D \approx P_F$.

Étant donné les rayons de tubes, on peut aussi admettre que $P_A \approx P_C$ et $P_B \approx P_D$

En résumé, on peut dire que $P_A - P_B \approx \rho_{mercure}\, g\, h$ et donc que :

$$h \approx \frac{28.10^3}{13\,600 \times 9{,}8} = 0{,}206 \text{ m}$$

PROBLÈME 2 : ISOLATION THERMIQUE (6,5 points)

1.
   a) $R = \frac{1}{h_i} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + R_{air} + \frac{e_4}{\lambda_4} + \frac{e_5}{\lambda_5} + \frac{1}{h_e}$

   b) $R = 0{,}11 + \frac{0{,}013}{0{,}46} + \frac{0{,}05}{0{,}46} + 0{,}16 + \frac{0{,}15}{1{,}4} + \frac{0{,}025}{1{,}15} + 0{,}06 = 0{,}596$ m^2.K.W^{-1}.

2. K ou $U = \dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{0{,}596} = 1{,}68$ W.K^{-1}.m^{-2}.

3. $R = \dfrac{1}{h_i} + \dfrac{e_1}{\lambda_1} + \dfrac{e_2}{\lambda_2} + \dfrac{e}{\lambda} + \dfrac{e_4}{\lambda_4} + \dfrac{e_5}{\lambda_5} + \dfrac{1}{h_e} = 0{,}11 + \dfrac{0{,}013}{0{,}46} + \dfrac{0{,}05}{0{,}46} + \dfrac{0{,}045}{0{,}041} + \dfrac{0{,}15}{1{,}4} + \dfrac{0{,}025}{1{,}15} + 0{,}06$

   $R = 1{,}53$ m^2.K.W^{-1}. $\qquad K = \dfrac{1}{1{,}53} = 0{,}653$ W.K^{-1}.m^{-2}.

   Le fait de remplacer la lame d'air par de la fibre isolante augmente la résistance thermique du mur (amélioration de l'isolation thermique). On peut dire également que le coefficient de transmission thermique diminue (diminution de la transmission thermique)

4.

mur avec lame d'air	mur avec fibre isolante
$\varphi = \dfrac{\theta_i - \theta_e}{R} = \dfrac{20 - (-15)}{0{,}596} = 58{,}7$ W/m^2	$\varphi = \dfrac{\theta_i - \theta_e}{R} = \dfrac{20 - (-15)}{1{,}53} = 22{,}8$ W/m^2
$\theta_i - \theta_{si} = \dfrac{1}{h_i}\varphi$ donc $\theta_{si} = \theta_i - \dfrac{1}{h_i}\varphi = 20 - 0{,}11 \times 58{,}7 = 13{,}5$°C	$\theta_{si} = \theta_i - \dfrac{1}{h_i}\varphi = 20 - 0{,}11 \times 22{,}8 = 17{,}5$°C

<u>PROBLÈME 3</u> : CHIMIE : Protection du béton armé (6 points)

A.ÉTUDE D'UNE PILE

1. Dans la demi-pile Fe^{2+}/Fe, il s'effectue une *réduction* : $Fe^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Fe$

   Dans la demi-pile Zn^{2+}/Zn, il s'effectue une *oxydation* : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2\,e^-$

   L'équation bilan s'écrit : $Fe^{2+} + Zn \longrightarrow Fe + Zn^{2+}$

2. L'électrode négative est l'électrode qui produit des électrons : l'électrode de zinc. L'électrode positive est donc l'électrode de fer.

   $E = E^0(Fe^{2+}/Fe) - E^0(Zn^{2+}/Zn) = -0{,}44 - (-0{,}76) = 0{,}32$ V

B. PROTECTION DU BÉTON ARMÉ CONTRE LA CORROSION

1. On utilise du zinc car c'est un réducteur plus fort que le fer.

   Ce type de protection s'appelle une protection par anode sacrificielle (ou protection cathodique ou encore protection galvanique).

2. $I = \dfrac{Q}{t}$ donc $Q = I \,.\, t = 15.10^{-3} \times (3 \times 365 \times 24 \times 3600) = 1{,}42.10^6$ C.

   $n(e^-) = \dfrac{Q}{96\,500} = \dfrac{1{,}42.10^6}{96500} = 14{,}7$ mol.

   D'après la demi équation d'oxydation, on a $n(Zn) = \dfrac{n(e^-)}{2} = \dfrac{14{,}7}{2} = 7{,}35$ mol

   La masse de zinc consommée sera égale à : $m(Zn) = n(Zn) \times m(Zn) = 7{,}35 \times 65{,}4 = 481$ g.

   La masse de zinc consommée sera égale à : $m'(Zn) = \dfrac{m(Zn)}{0{,}80} = \dfrac{481}{0{,}80} = 600$ g.