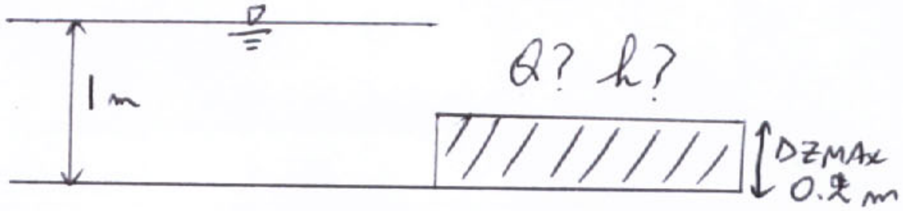
Exercice 1

6 points



* Calcul des Débits

Le fond de la station A est surélevé de ΔZ_{MAX} ⇒ l'énergie spécifique est minimale au dessus de la station (E_{min}).

0.75 $$E_1 = E_{min} + \Delta Z_{MAX} \Longrightarrow h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} + \Delta Z_{MAX}$$

$$\Longrightarrow h_1 + \frac{Q^2}{2gB^2h^2} = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} + \Delta Z_{MAX}$$

$$\Longrightarrow 1 + \frac{Q^2}{(2)(9.81)(5^2)(1^2)} = \frac{3}{2}\sqrt[3]{\frac{Q^2}{(5^2)(9.81)}} + \Delta Z_{MAX}$$

$$\Longrightarrow Q^2 = 117.72\, Q^{2/3} - 392.4$$ 0.75

L'équation admet Deux solutions positives :

$Q_1 = 7.4\ m^3/s$ 0.75 ; $Q_2 = 24.5\ m^3/s$ 0.75

* Profondeur d'eau qui correspond à chaque débit :

$h_{c1} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 g}} = \sqrt[3]{\frac{(7.4)^2}{25 \times 9.81}} = 0.61m$ 0.75 ; $h_{c2} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} = \sqrt[3]{\frac{(24.5)^2}{25 \times 9.81}} = 1.35m$ 0.75

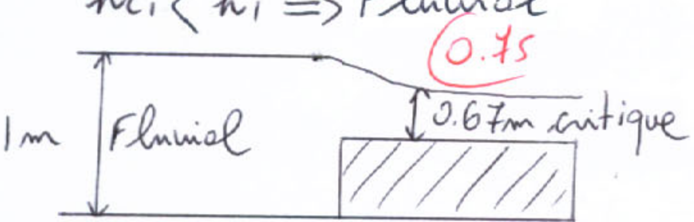
* Type d'écoulement :

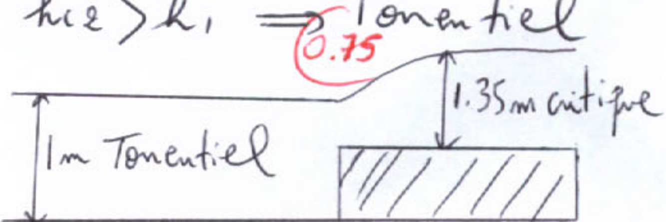
$Q_1 = 7.4\ m^3/s \Rightarrow h_{c1} = 0.61m$

$h_{c1} < h_1 \Rightarrow$ Fluvial 0.75

$Q_2 = 24.5\ m^3/s \Rightarrow h_{c2} = 1.35m$

$h_{c2} > h_1 \Rightarrow$ Torrentiel 0.75





Exercice 2 : 6 points

0.5 * Écoulement uniforme : $U = \frac{1}{n} \cdot Rh^{2/3} \cdot Jf^{1/2}$

0.5 * Écoulement critique : $Fr = 1 \Rightarrow U = \sqrt{gh}$

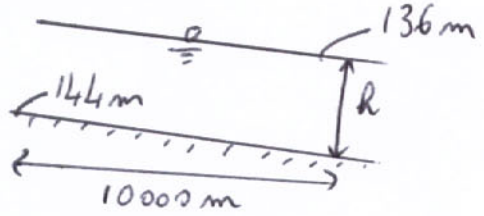
0.5 * Meilleure section hydraulique : $b = 2h$

$$U = \sqrt{gh} = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{bh}{b+2h}\right)^{2/3} \cdot Jf^{1/2} \Rightarrow g \cdot h = \frac{1}{n^2} \cdot \left(\frac{2h^2}{4h}\right)^{4/3} \cdot Jf$$

1 * Coefficient de Manning : $n_{lit} = \frac{d_{50}^{1/6}}{21.1} = 0.02$

$$n_{éq} = \left[\frac{b(0.02)^{3/2} + 2h(0.01)^{3/2}}{b+2h}\right]^{2/3} = \left(\frac{0.0028(2h) + 10^{-3}(2h)}{4h}\right) = 0.015$$

1 * Pente Jf :



$$Jf = \frac{144 - (136 - h)}{10000} = \frac{8 + h}{10000}$$

* L'équation de Manning devient :

1.5 $$gh = \left(\frac{1}{0.015}\right)^2 \times \left(\frac{h}{2}\right)^{4/3} \times \frac{8+h}{10000} \Rightarrow h = \left(\frac{9.23}{8+h}\right)^3$$

Par itérations : $h = 1.06\,m$

1 Ce canal est il bien dimensionné ?

D'après le diagramme de Hjulstrom : $d_{50mm} = 6\,mm \Rightarrow U_{cr} = 0.75\,m/s$

Or : $U_{canal} = \sqrt{g \cdot h} = \sqrt{9.81 \times 1.06} = 3.22\,m/s$

$U_{canal} > U_{cr}$, ce canal sera lieu d'érosion, il n'est pas bien dimensionné

Exercice 3 : 6 points

$d > 2\,cm \Rightarrow d_* > d_*(2\,cm)$

$$d_* > 0.02\left(\frac{2650-1000}{1000} \times \frac{9.81}{(1.3\times10^{-6})^2}\right)^{1/3} \Rightarrow d_* > 425$$

Diagramme de Shields : $\tau_* = 0.055$

(1) $\tau_0 = \tau_*(\gamma_s - \gamma)\,d_{50} = 890.3\,d_{50}$

(1) * Contraintes de cisaillement : $R_h = \dfrac{\tau_0}{\gamma \cdot J_f} = 20.17\,d_{50}$

* Débit transporté : $U_c = \sqrt{gh} \Rightarrow \dfrac{Q_c}{b \cdot h} = \sqrt{gh} \Rightarrow Q_c = B \cdot h\sqrt{gh}$

(1) $Q = \dfrac{Q_c}{3} = \dfrac{B}{3}\cdot\sqrt{gh^3} = 11.67B$

* Équation de Manning : $Q = \dfrac{1}{n}\cdot R_h^{2/3}\cdot J_f^{1/2}\cdot A \quad \left(n = \dfrac{d_{50}^{1/6}}{21.1}\right)$

(1) $$R_h = \left(\frac{Q \cdot d_{50}^{1/6}}{(21.1)(5)(B)\sqrt{0.0045}}\right)^{3/2} \Rightarrow R_h = 2.12\,d_{50}^{1/4}$$

(0.5 * Géométrie : $R_h = \dfrac{B \cdot h}{B + 2h}$

$$\begin{cases} R_h = 20.17\,d_{50} \\ R_h = 2.12\,d_{50} \end{cases} \Longrightarrow \begin{matrix} d_{50} = 5\,cm \\ R_h = 1 \end{matrix}$$

$R_h = \dfrac{B \cdot h}{B + 2h} = 1 \Longrightarrow B = 2.5\,m$

(1.5

$Q = 11.67(B) \Rightarrow Q = 29.2\,m^3/s$

Exercice 4 :

0.5 1. Nombre de Froude : Rapport entre les forces de gravité et les forces d'inertie.
Il compare la vitesse d'écoulement à la vitesse de propagation d'une onde

0.5 2. Hauteur critique : Hauteur à laquelle :
+ L'energie spécifique est minimale pour un débit donné
+ Le débit est maximal Q_{max} pour une energie spécifique donnée.

0.5 Hauteur Normale (uniforme) : Profondeur d'eau en écoulement uniforme dans un canal de pente donnée, parcouru par un débit. $\frac{\partial a}{\partial x} = 0$

0.5 3. Non, la pression n'est pas hydrostatique partout dans une rivière.

Exemples : Rapides, chutes ...etc