



Exercice 1 (10 pts) :

1/ La vitesse moyenne de l'écoulement est donnée par la relation de Strickler :

$$V = k_S \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{on remplace } R_h \text{ par } h)$$

Le coefficient de Strickler est déterminé par la relation :

$$K_S = K_G = \frac{21,1}{d_{50}^{1/6}} = 52,96 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

d'où, la vitesse moyenne de l'écoulement :

$$V = 52,96 \cdot 2^{2/3} \cdot (2 \cdot 10^{-3})^{1/2} = 3,76 \text{ m/s}$$

2/ La contrainte tangentielle critique est déterminée par la relation de Meyer Peter :

$$\tau_c = 0,047 \cdot (\rho_s - \rho) \cdot g \cdot d_{50} = 0,047 \cdot (2700 - 1000) \cdot 9,81 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 3,13 \text{ N/m}^2$$

3/ Pour connaître le mode de transport des sédiments, on calcule la valeur réelle du paramètre de Shields A.

$$A = \frac{\rho \cdot h \cdot I}{(\rho_s - \rho) \cdot d_{50}} = \frac{10^3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{(2,7 \cdot 10^3 - 10^3) \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 0,588$$

D'après les critères de Ramette, le transport est du type en **suspension par dunes** puisque $0,25 < A < 2,5$

4/ La masse des sédiments transférée vers l'exutoire en 24 heures doit être calculée en 3 étapes.

a/ Calcul du débit liquide : $Q_L = V \cdot S = V \cdot b \cdot h = 3,76 \cdot 12 \cdot 2 = 90,24 \text{ m}^3/\text{s}$

b/ Calcul du débit solide en suspension : $Q_{SS} = C \cdot Q_L = 3,5 \cdot 90,24 = 315,84 \text{ kg/s}$

c/ Calcul de l'apport solide en suspension pendant 24 heures :

$$A_s = Q_{SS} \cdot t = 315,84 \cdot 24 \cdot 3600 = 27\,288,6 \text{ tonnes}$$

Exercice 2 (10 pts) :

1/ Calcul de la hauteur d'écoulement h pour un débit de $55 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$\text{Calcul de } R_H : R_H = \frac{S_M}{P_M} = \frac{1/2 \pi R^2}{\pi R} = \frac{R}{2} = \frac{h}{2}$$

Calcul de h : $Q = S \cdot k_S \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2} = \frac{\pi \cdot h^2}{2} \cdot k_S \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$.

$$h = \left[\frac{2^{5/3} \cdot Q}{\pi \cdot k_S \cdot I^{1/2}} \right]^{3/8} = 3,62 \text{ m}$$

2/ Calcul du paramètre de Shields A correspondant au seuil de mise en mouvement.

$$A = \frac{\rho \cdot R_H \cdot I}{(\rho_s - \rho) \cdot d_{50}} = \frac{10^3 \cdot 1,81 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{(2,65 \cdot 10^3 - 10^3) \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 0,137$$

3/ $0,062 < A < 0,25$. D'après les critères de Ramette, le transport se fait en **charriage par dunes**.

4/ Calcul de l'apport solide par charriage pour une durée d'écoulement de 36 heures.

- Calcul de Q_{sc} :

$$Q_{sc} = 32 \cdot L \cdot (\beta \cdot A - 0,047)^{3/2} \cdot d_{50}^{3/2}$$

$$\text{Avec : } \beta = \left(\frac{k_s}{k_G}\right)^{3/2} = \left(\frac{36}{42}\right)^{3/2} = 0,79$$

- Calcul de L équivalent : $L = \frac{s}{h} = \frac{1/2 \cdot \pi \cdot h^2}{h} = 1/2 \cdot \pi \cdot h = 5,69 \text{ m}$

$$Q_{sc} = 32 \cdot 5,69 \cdot (0,79 \cdot 0,137 - 0,047)^{3/2} \cdot (0,02)^{3/2} = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{sc} \text{ (en masse)} = 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 = 0,0117 \text{ t/s}$$

- Calcul de l'apport solide en 36 heures :

$$A_{sc} = Q_{sc} \cdot t = 0,0117 \cdot 36 \cdot 3600 = 1516,9 \text{ tonnes}$$