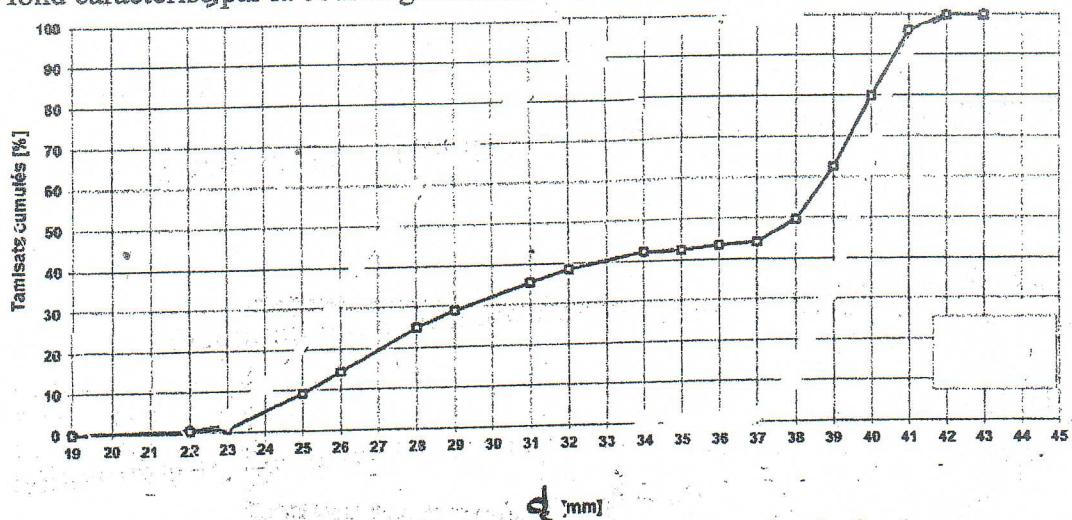


EMD N°1**En Aménagement des cours d'eau****Exercice 2 (6 points)**

Soit un cours d'eau rectangulaire de largeur $b = 40 \text{ m}$, de pente $I = 10^{-3}$, et des sédiments du fond caractérisé par la courbe granulométrique ci-dessous.



Calculer le coefficient d'uniformité du mélange sédimentaire du fond

Déterminer le débit maximum que le cours d'eau peut véhiculer sans transport solide ?

$$\rho_s = 2600 \text{ kg/m}^3 \quad v = 1.013 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Exercice 2 (6 points)

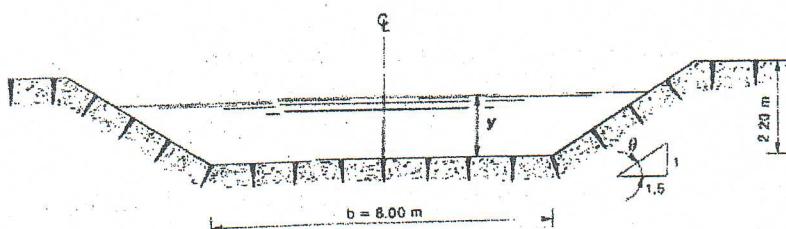
Soit un seuil d'une hauteur $H = 2.8 \text{ m}$ à dimensionner pour un débit $q = 2.5 \text{ m}^2/\text{s}$

- Si on ne construit pas un bassin de dissipation, quelle est la profondeur de la fosse d'affouillement ;
- Dans le cas contraire, quelle sera la longueur du bassin de dissipation si on opte pour un seuil incliné et en gabion à parement aval vertical ;

Exercice 3 (8 points)

Dans le cadre de l'aménagement d'un coude de cours d'eau naturel dont $R = 5.7 b$, on réalise un canal de section trapézoïdale avec une pente $I_x = 0.002$, si la profondeur d'eau maximale $h = 2 \text{ m}$ et pour un diamètre d'e sédiment de fond $d_{50} = 1 \text{ cm}$.

- Classer ce cours d'eau selon la pente et selon le substrat;
- Calculer la vitesse moyenne d'écoulement ;
- Dimensionner l'enrochement de protection de la berge contre l'érosion ;
- Proposer un dispositif de protection du pied de revêtement.



Bonne Chance

drainage coefficient de liaison

je-type - Aménagement des cours d'eau et Transport solide

exercice N° 1

$$d_{10} = 25 \text{ mm} ; d_{25} = 28 \text{ mm} ; d_{60} = 38,8 \text{ mm} ; d_{75} = 39,5 \text{ mm} ; d_{100} = 39 \text{ mm}$$

G coefficient d'uniformité $\phi = \sqrt{\frac{d_{75}}{d_{25}}} = \sqrt{\frac{39,5}{28}} = 1,18$

$$C_n = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{38,8}{25} = 1,55$$

$$d_* = d_{50} \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^{1/3} = 38 \cdot 10^{-3} \sqrt[3]{1,6 \cdot \frac{9,81}{(1,013) \cdot g}} \cdot 10 = 943,28$$

$$d_* = 943,28 \quad \xrightarrow[\text{Shield}]{\text{Draughtsman's rule}} \quad Z_{cr} = 0,055$$

$$Z_{cr} = 0,055 = \frac{Z_0}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} = \frac{\gamma \cdot R_H \cdot I}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \Rightarrow \frac{R_H \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 38 \cdot 10^{-3}} = 0,055$$

$$\Rightarrow R_H = 0,055 \times 1,6 \times 38 = 3,344 \text{ m}$$

$$R_H = \frac{S_m}{P_{r_m}} = \frac{40 \cdot h}{40 + 2h} = 3,344 \Rightarrow h = 4,02 \text{ m}$$

$$Q_c = K_s R_H^{2/3} \sqrt{I \cdot S} = 36,21 (3,34)^{2/3} \sqrt{0,001 \cdot 160,8}$$

$$Q = 411,41 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_s = \frac{21}{(d_{50})^{1/6}} = 36,21$$

$$S = 40 \times 4,02 = 160,8 \text{ m}$$

1

pondeur de la fosse d'affouillement

$$f = 1,90 + \frac{0,225}{q} \cdot 0,154 \\ = 1,9 \cdot (2,8)^{0,225} \cdot (2,15)^{0,154} = [3,928 \text{ m}]$$

$$f = 3,93 \text{ m}$$

1,15

- Bassin en Géotrim à parment Avel Vertical

$$\frac{L_b}{H} = 12,3 \left(\frac{q^2}{gH^3} \right)^{0,25}$$

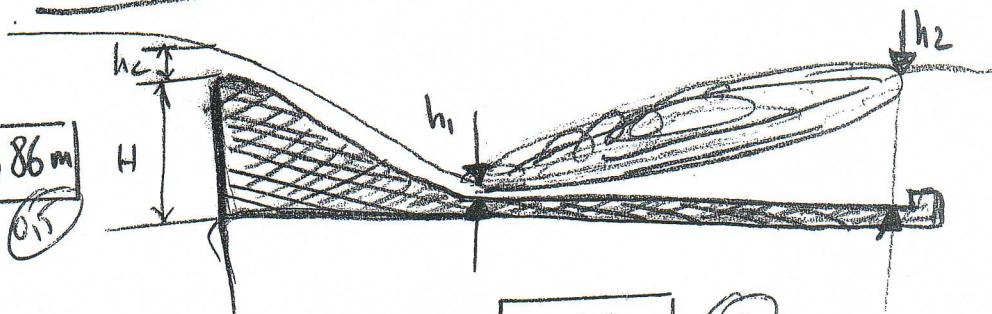
$$L_b = \left[12,3 \cdot \left(\frac{2,5^2}{9,81 (2,8)^3} \right)^{0,25} \right] \cdot 2,8 = 14,215 \text{ m}$$

$$L_b = 14,21 \text{ m}$$

1,15

Semi P Incliné

$$c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{2,5^2}{9,81}} = [0,86 \text{ m}]$$



$$E_{sc} = z_c + h_c + \frac{V_c^2}{2g} = H + \frac{3}{2} h_c = 2,8 + \frac{3}{2} \cdot 0,86 = [4,09 \text{ m}]$$

$$E_{s1} = E_{sc} = 4,09 = h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_1 + \frac{q^2}{h_1^2 \cdot 2g} = h_1 + \frac{0,318}{h_1^2} = 4,09$$

$$\Rightarrow h_1 \approx 0,29 \text{ m}$$

$$F_{r1} = \frac{V_1}{\rho g h_1} = \frac{q}{\rho g h_1^2} = 5,11$$

$$P_g = (\sqrt{1+8F_{r1}^2} - 1) \frac{h_1}{2} = (\sqrt{1+8 \cdot (5,11)^2} - 1) \cdot \frac{0,29}{2} = [1,95 \text{ m}]$$

$$L_b = L_r ;$$

$$L_r = 5,8 h_2 - Fr=4 \\ L_r = 6,1 h_2 - Fr=6$$

$$L_r = 11,06 \text{ m} = L_b$$

0,15

d'eau à une pente $I = 0,002 < 1\%$, il peut être classé comme rivière

le cours d'eau est donc un gravier

$$U = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{I}$$

$$U = 45,24 \left(1.44\right)^{2/3} \sqrt{0,002}$$

$$U = 2,58 \text{ m/s}$$

$$K_s = \frac{21}{(d_{f0})^{1/6}} = \frac{21}{(0,01)^{1/6}} = 45,24$$

$$S = h_b + m h^2 = 8,2 + 1,5 \cdot 2^2 = 22 \text{ m}^2$$

$$P_f = b + 2h\sqrt{1+m^2} = 8 + 2 \times 2 \sqrt{1+1,5^2} = 15,21$$

$$R_H = \frac{22}{15,21} = 1.44 \text{ m}$$

Diamètre d'écoulement du Rip-Rap

$$\frac{R}{b} = 5,7 \rightarrow \frac{U}{U_{avg}} = 1,25 \rightarrow U = 1,25 \times U_{avg} = 1,25 \times 2,58 = 3,22 \text{ m/s}$$

Taille du Rip-Rap posé sur le gravier D_f

$$D_f = 0,7F \frac{\gamma}{85=8} \frac{U^2}{2g} = 0,7 \cdot \frac{l}{1,6} \frac{3,22^2}{2 \cdot (9,81)} = 0,46 \text{ m}$$

$$D_{berge} = \frac{D_f}{C} ; C = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 B}{\sin \phi}} = 0,5$$

$$D_{berge} = \frac{0,46}{0,5} = 0,92 \text{ m} \rightarrow \begin{cases} d_{min} = 0,7 D_b = 0,64 \text{ m} \\ d_{avg} = D_b = 0,92 \text{ m} \\ d_{max} = 2 D_b = 1,84 \text{ m} \\ \text{Epaisseur} = 1,5 D_{max} = 2,76 \text{ m} \end{cases}$$

Calcul de la profondeur de l'affaiblissement au pied du revêtement

$$h_e = 0,075 \frac{d}{I} = 0,075 \frac{0,92}{0,002} = 0,335 \text{ m}$$

$$\text{tête extérieure} - \frac{R}{b} = 4,7 ; f_p = 2,2 h + 2,3 h_e = 2,2(2) + 2,3(0,335) = 5,26 \text{ m}$$

$$\Delta h = 5,26 - 2 = 3,26 \text{ m}$$

$$- \frac{R}{b} = 6,7 ; f_p = 2,1 h + 1,6 h_e = 2,1(2) + 1,6(0,335) = 4,8 \text{ m}$$

$$\Delta R = 4,8 - 2 = 2,8 \text{ m}$$

$$\text{donc pour } \frac{R}{b} = 5,7 \rightarrow \Delta H_{ext} = 3,03 \text{ m}$$

"P font multiplier par $\frac{0,9+1,1}{2} = 1$ (0,1)

on doit protéger le pied du revêtement :

- en perçant le Rip-Rap jusqu'à une profondeur > 3 m (0,15)
- par une recharge de $\phi > 3$ m (0,15)