

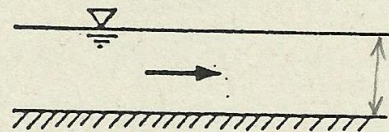
la formation du forme du lit d'un canal a ciel ouvert dépend du condition du nombre de Froude

$$\left(Fr \equiv \frac{v}{\sqrt{g y}} \right)$$

forme du lit

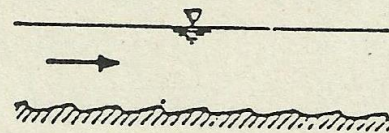
Fr = 0

lit plat



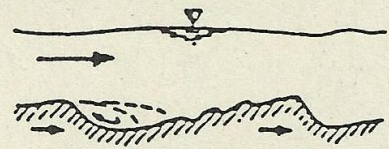
Fr « 1

: lit rugueu



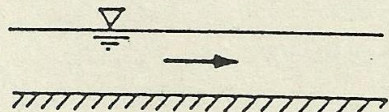
Fr < 1

: dune et berges



Fr ≈ 1

: lit plat



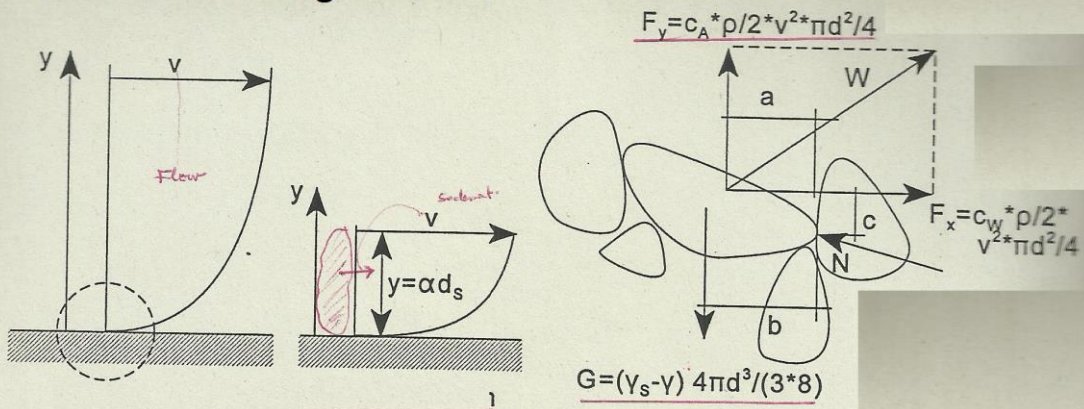
Fr > 1

: anti dunes



Début de mouvement

considérant un gain solide



équilibre du moment

$$(a \cdot c_A + c \cdot c_W) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \frac{\pi d_s^2}{4} = b (\gamma_s - \gamma) \cdot \frac{4 \pi}{3 \cdot 8} \cdot d_s^3$$

$$\frac{v}{v^*} = 5,75 \log \frac{33 y}{k} \quad \text{with } y = \alpha d_s \quad \text{and } k = \beta d_s \quad \text{it is:}$$

$$v (y = \alpha d_s) = \text{const. } v^*$$

$$v_{\text{Korn}}^2 \sim \tau_0 / \rho !$$

$$\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d_s} = \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 8} \frac{b}{(a \cdot c_A + c \cdot c_W)}$$

En général

$$a, c, c_A, c_W = f \left(\frac{\tau_0 \cdot d_s}{v} \right)$$

$$\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_s} = f \left(\frac{v^* d_s}{v} \right)$$

Cas spéciale

$$a, c, c_A, c_W = \text{const.}$$

$$\frac{\tau_0}{(\gamma_s - \gamma) d_s} = \text{const.}$$

Diagramme de shield

Stabilité du fond et transport des sédiments

Contrainte de frottement dans un canal à ciel ouvert

dans le cas d'un écoulement uniforme est stationnaire

$$\tau_{o_m} = \rho g r_{hy} I_E$$

Par définition la vitesse de frottement est

$$v_* \equiv \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho_w}}$$

$$v_* = \sqrt{g r_{hy} I_E}$$

$$r_{hy} \approx y,$$

dans le cas général le rayon hydraulique est approximativement la hauteur de l'eau $r_{hy} \approx y,$

$$\tau_o = \rho g y I_E \quad \wedge \quad v_* = \sqrt{g y I_E}$$

le début de mouvement du fond dépend de l'écoulement, propriété du fluide, nature du fond du canal

Début du Mouvement

le début de mouvement du fond dépend de l'écoulement, propriété du fluide, nature du fond du canal

Début du Mouvement = $f(v_*; \rho_w, \nu_w; d_s, \rho_s, \text{forme des particules})$

ρ_w, ρ_s	density de l'eau et particules sc	$[\text{kg/m}^3]$
ν_w	Viscosité cinématique	$[\text{m}^2/\text{s}]$
d_s	diametre des pa particules	$[\text{m}]$
v_*	vitesse de frottement du fond	$[\text{m/s}]$

par analyse dimensionnelle on a:

par analyse dimensionnelle on a:

$$\text{Début du Mouvement} = f \left(\text{Re}_* \equiv \frac{v_* d_s}{\nu_w}; \text{Fr}_* \equiv \frac{\rho_w v_*^2}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} \text{forme des particules} \right)$$

with Re_* : nombre de Reynolds des particules

Fr_* : nombre de Froude des particules

on peut écrire:

$$\text{Re}_* \equiv \frac{v_* d_s}{\nu_w} = \frac{\sqrt{g r_{hy} I_E} d_s}{\nu_w}$$

$$\text{Fr}_* \equiv \frac{\rho_w v_*^2}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} = \frac{\tau_o}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} = \frac{\rho_w r_{hy} I_E}{(\rho_s - \rho_w) d_s}$$

Stabilité du fond et transport des sédiments

Contrainte de frottement dans un canal à ciel ouvert

dans le cas d'un écoulement uniforme est stationnaire

$$\tau_{o_m} = \rho g r_{hy} I_E$$

Par définition la vitesse de frottement est

$$v_* \equiv \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho_w}}$$

$$v_* = \sqrt{g r_{hy} I_E}$$

$$r_{hy} \approx y,$$

dans le cas général le rayon hydraulique est approximativement la hauteur de l'eau $r_{hy} \approx y,$

$$\tau_o = \rho g y I_E \quad \wedge \quad v_* = \sqrt{g y I_E}$$

le début de mouvement du fond dépend de l'écoulement, propriété du fluide, nature du fond du canal

Début du Mouvement

le début de mouvement du fond dépend de l'écoulement, propriété du fluide, nature du fond du canal

Début du Mouvement = $f(v_*; \rho_w, \nu_w; d_s, \rho_s, \text{forme des particules})$

ρ_w, ρ_s density de l'eau et particules sc

ν_w Viscosité cinématique

d_s diamètre des pa particules

v_* vitesse de frottement du fond

par analyse dimensionnelle on a:

par analyse dimensionnelle on a:

$$\text{Début du Mouvement} = f \left(Re_* \equiv \frac{v_* d_s}{\nu} ; Fr_* \equiv \frac{\rho_w v_*^2}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} \text{forme des particules} \right)$$

with Re_* : nombre de Reynolds des particules

Fr_* : nombre de Froude des particules

on peut écrire:

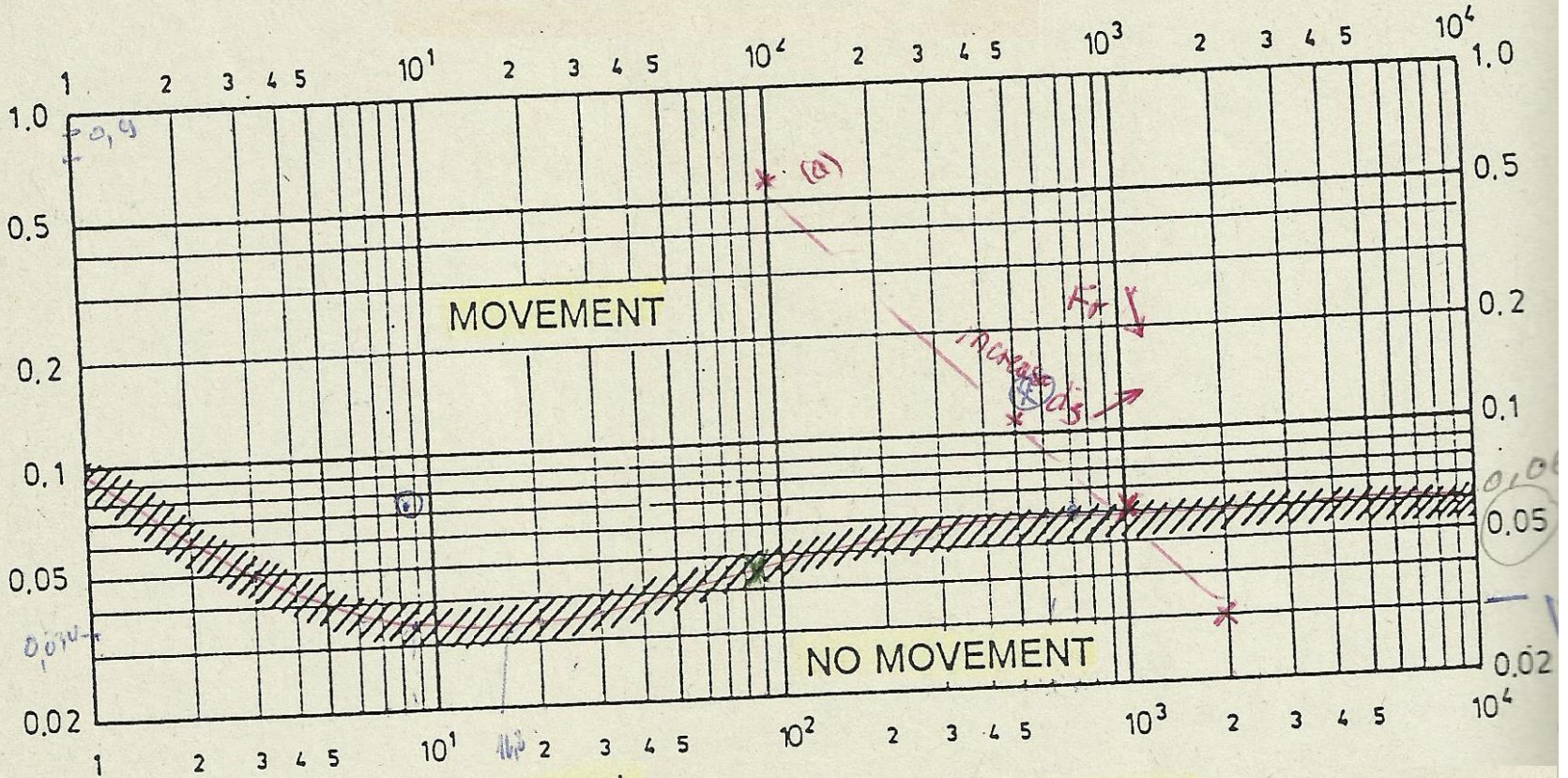
$$Re_* \equiv \frac{v_* d_s}{\nu_w} = \frac{\sqrt{g r_{hy} I_E} d_s}{\nu_w}$$

$$Fr_* \equiv \frac{\rho_w v_*^2}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} = \frac{\tau_o}{(\rho_s - \rho_w) g d_s} = \frac{\rho_w r_{hy} I_E}{(\rho_s - \rho_w) d_s}$$

Diagramme de Shield

nombre de F roudé des particules

$$Fr_{\star} = \frac{\tau_0}{\rho_w} \cdot \frac{V_{\star}^2}{\rho_s - \rho_w} = \frac{\tau_0}{(\rho_s - \rho_w) g \cdot d_s}$$

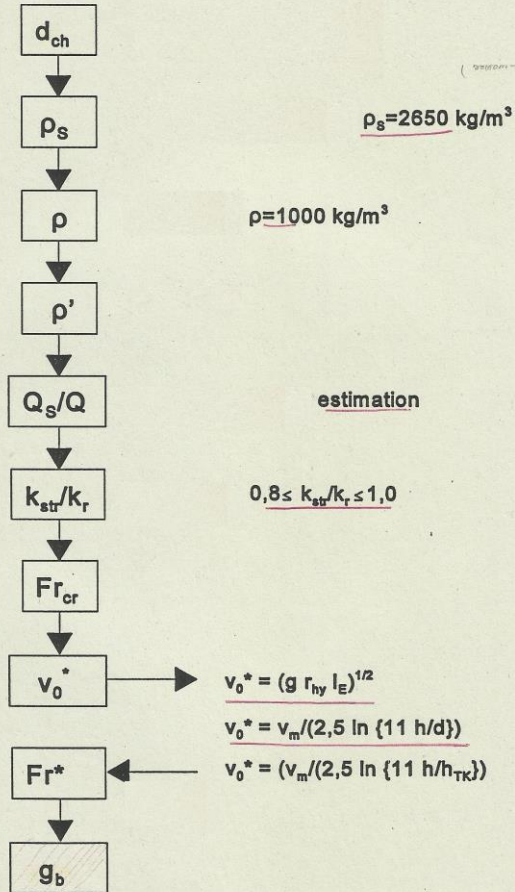


$$Re_{\star} = \frac{v_{\star} d}{\nu_w}$$

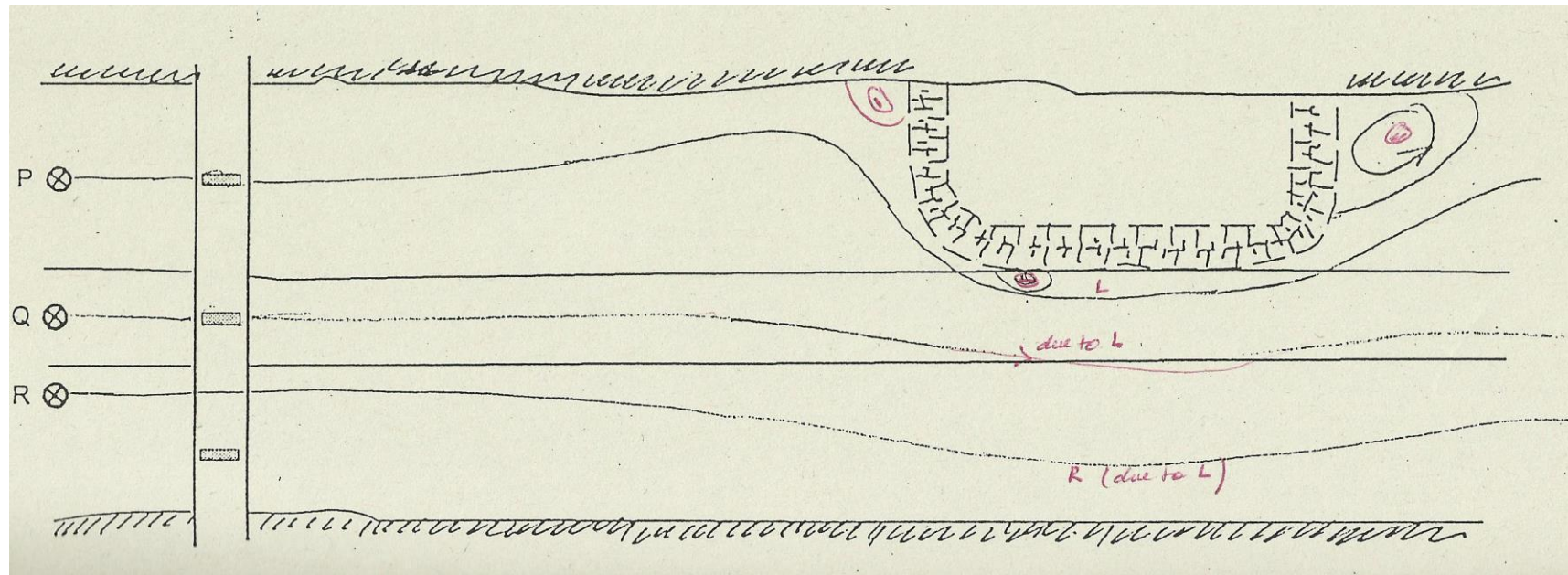
nombre Reynolds des particules

Estimation de la charge des sédiments par Meyer-Peter-Muller

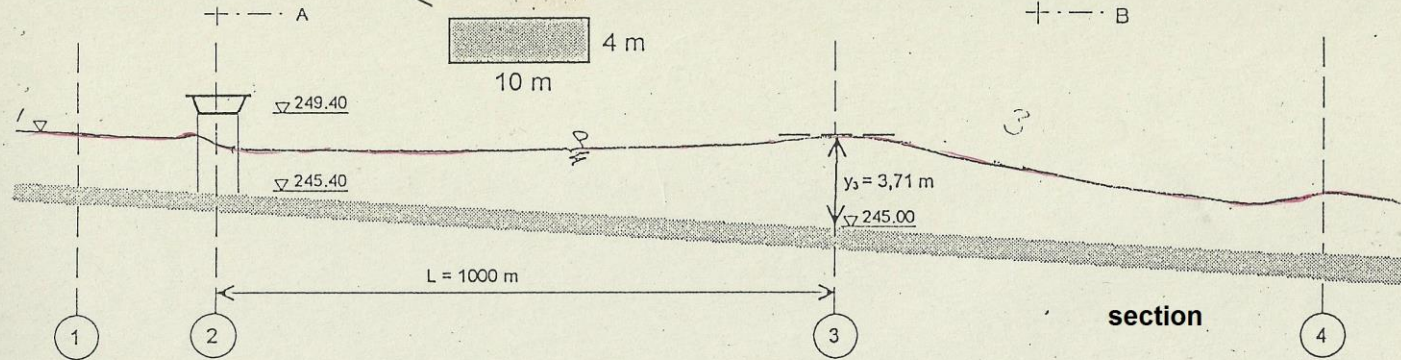
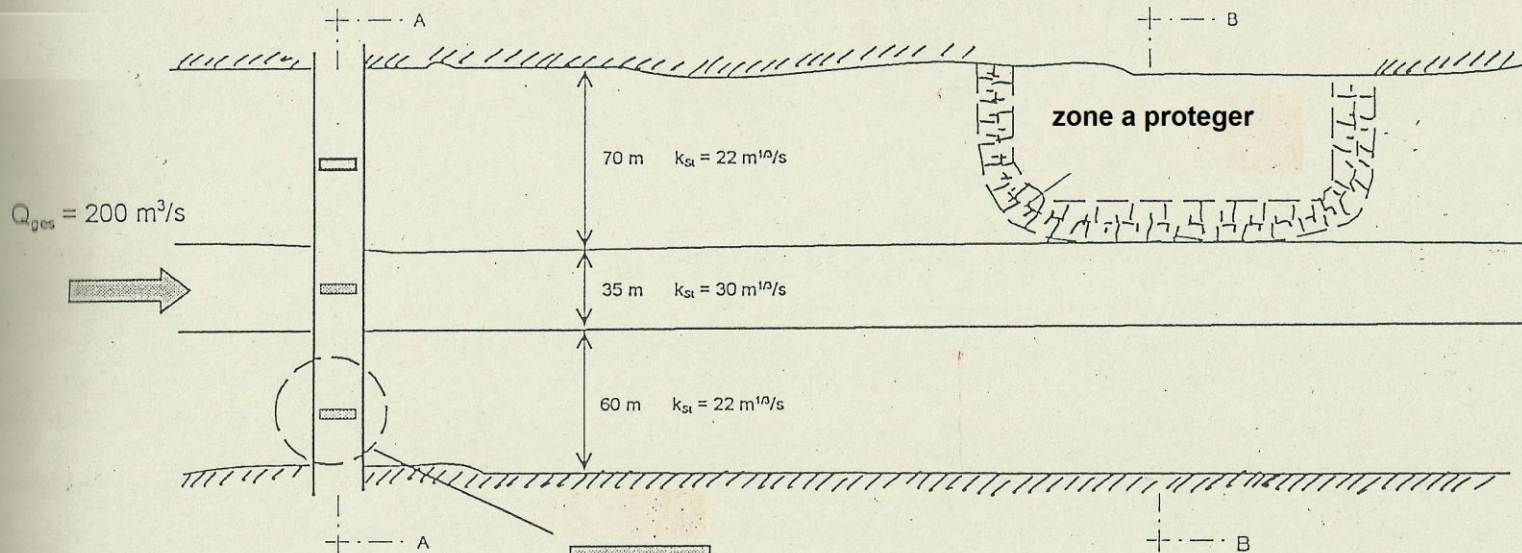
$$g_b = 8 \rho_s v_0^* d_{ch} Fr_* \left[\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_{str}}{k_r} \right)^{3/2} - \frac{Fr_{cr}^*}{Fr_*} \right]^{3/2}$$



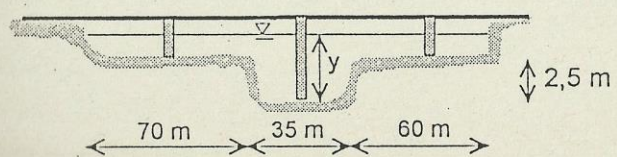
Pour la pratique on prend: $0 < Fr^* < 0,2$



Vue en plan



section A-A



section B-B

