

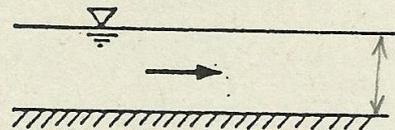
la formation du forme du lit d'un canal a ciel ouvert dépend du condition du nombre de Froude

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

forme du lit

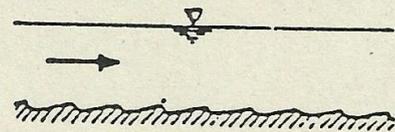
Fr = 0

lit plat



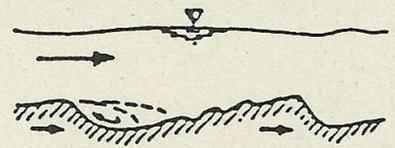
Fr « 1

: lit rugueu



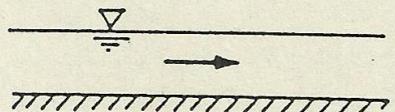
Fr < 1

: dune et berges



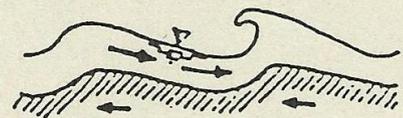
Fr ≈ 1

: lit plat



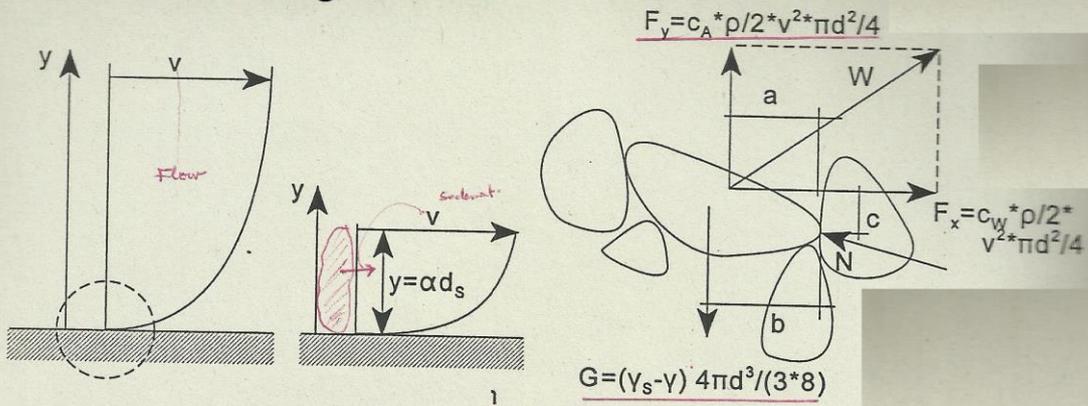
Fr > 1

: anti dunes



## Début de mouvement

consedérant 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

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

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

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

$\rho_w, \rho_s$	density de l'eau et particules sc	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\nu_w$	Viscosité cinématique	[m <sup>2</sup> /s]
$d_s$	diametre des pa particules	[m]
$v_*$	vitesse de frottement du fond	[m/s]

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:

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

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

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

$\rho_w, \rho_s$  density de l'eau et particules sc

$\nu_w$  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:

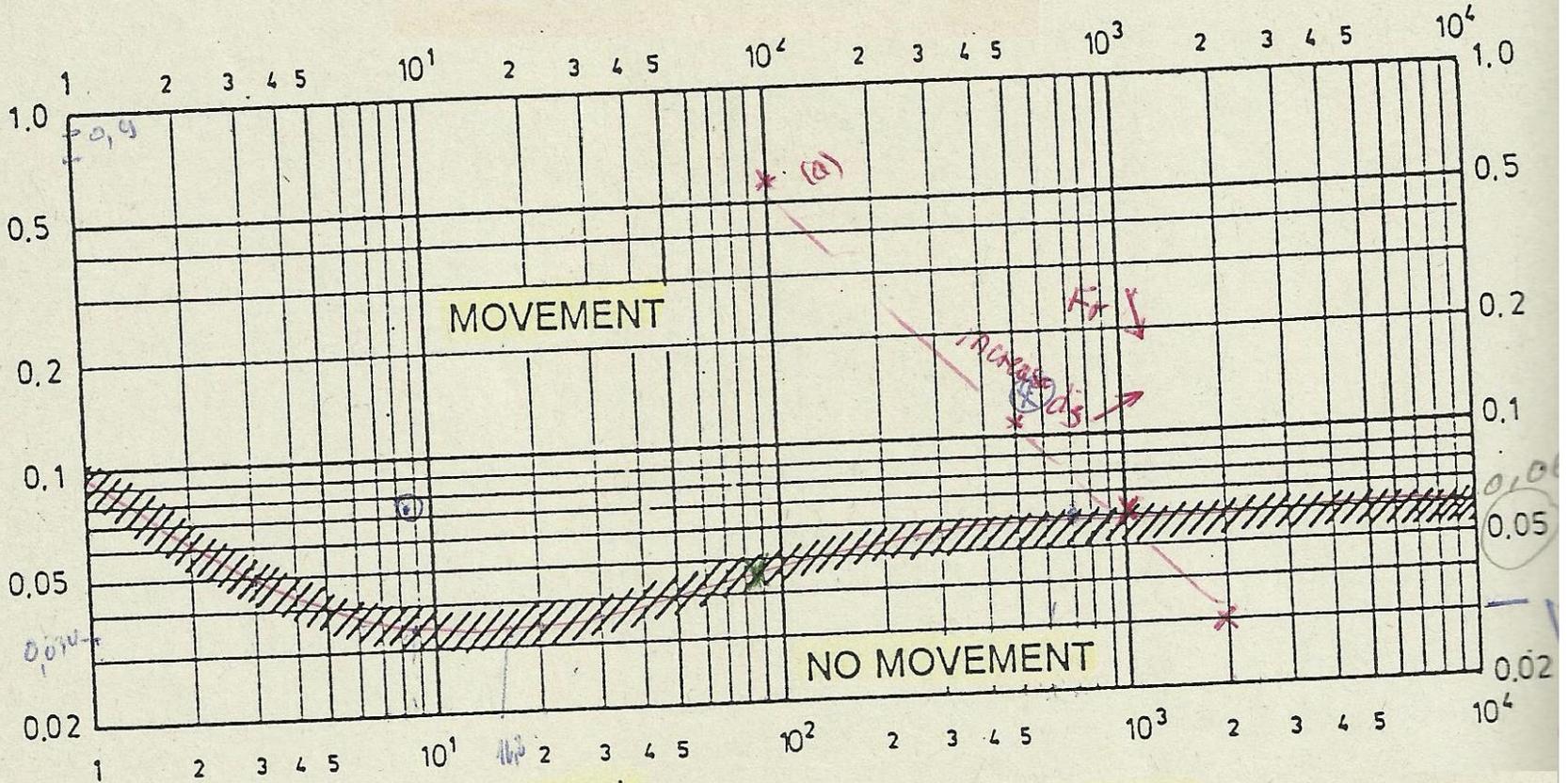
$$Re_* \equiv \frac{v_* d_s}{\nu_w} = \frac{\sqrt{g r_{hy} I_E} d_s}{\nu_w}$$

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

# Diagramme de Shield

nombre de F roudé des particules

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

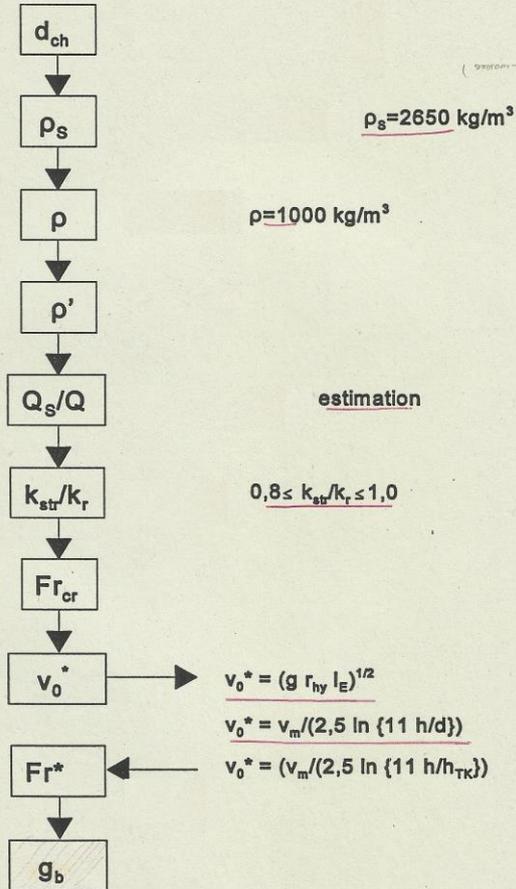


$$Re_{\star} = \frac{v_{\star} d}{\nu_w}$$

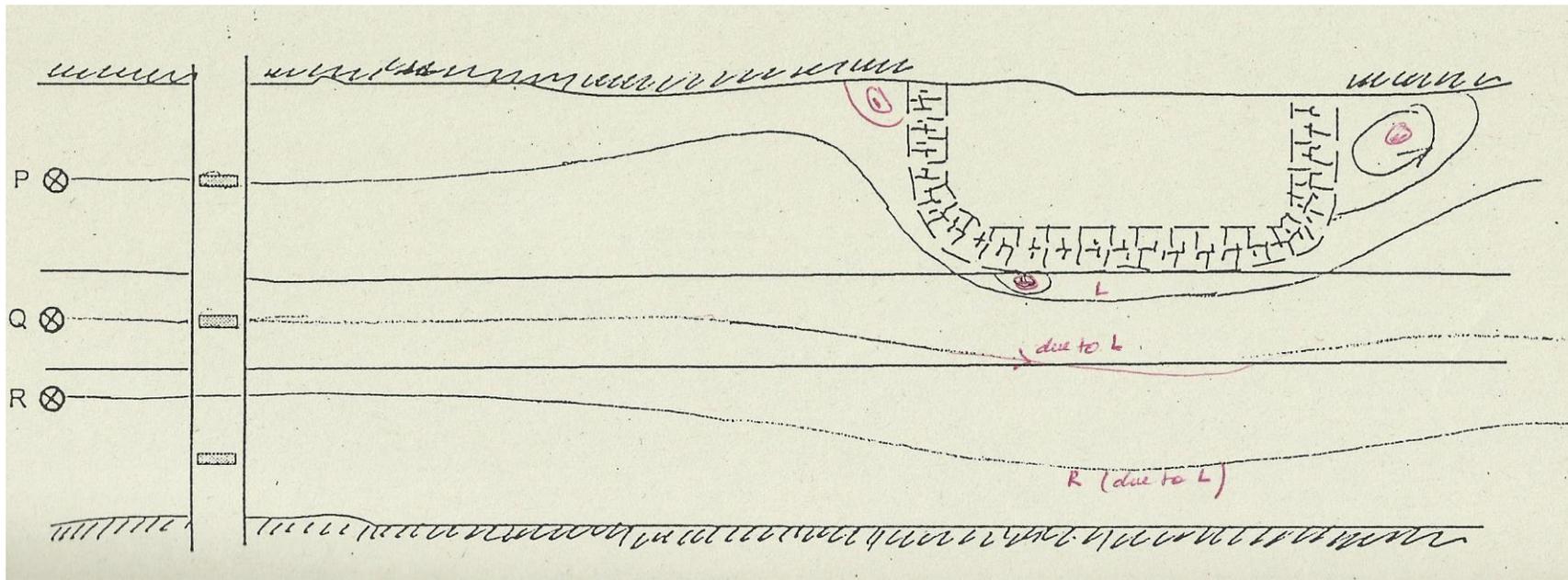
nombre Reynolds des particules

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

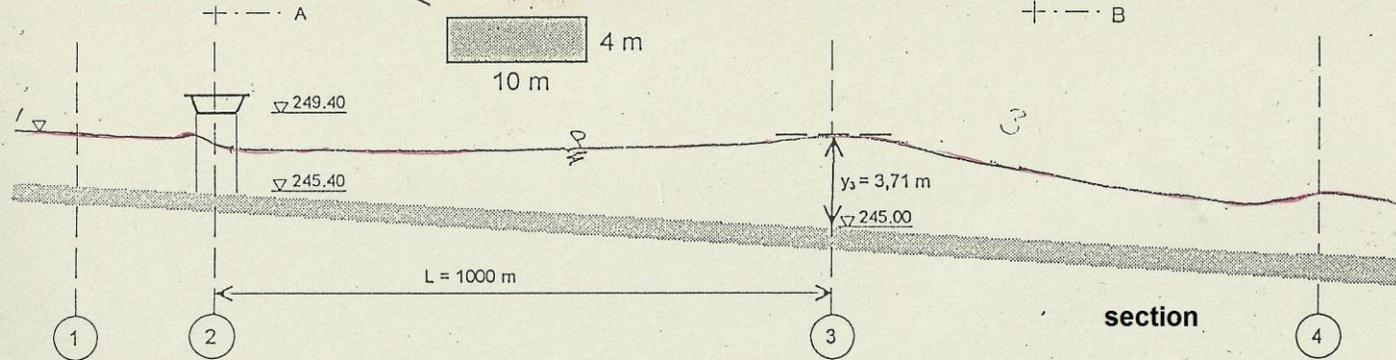
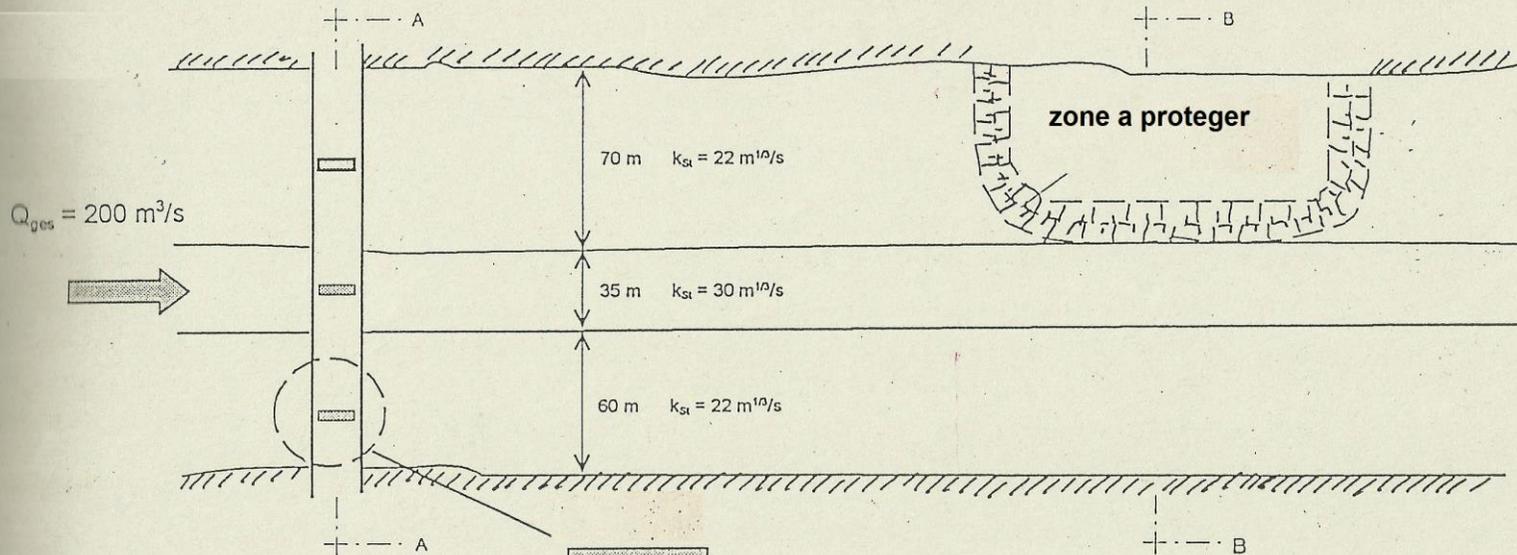
$$g_b = 8 \rho_s v_0^* d_{ch} Fr_* \left[ \frac{Q_s}{Q} \left( \frac{k_{str}}{k_r} \right)^{3/2} - \frac{Fr_{cr}^*}{Fr_*} \right]^{3/2}$$



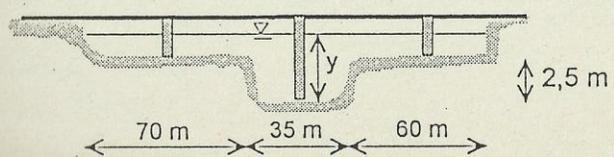
Pour la pratique on prend:  $0 < Fr^* < 0,2$



# Vue en plan



**section A-A**



**section B-B**

