

Des rivières
et des hommes



Lois physiques : partie 2

Transport solide par charriage
Sandra Soares-Frazão



Dans le cadre de



RESCIF
Réseau d'excellence
des sciences de l'ingénieur
de la Francophonie



Sandra Soares-Frazão
UCLouvain

Charriage

1. Formes de fond

2. Rugosité

3. Relation $Q-h$

4. Lois de transport

5. Applicabilité

Transport solide par charriage

Plan et objectif

Formes de fond

- Définition et illustration

Rugosité de grains et de forme

- Effet des formes de fond sur la rugosité
- Diagramme d'Engelund et Hansen

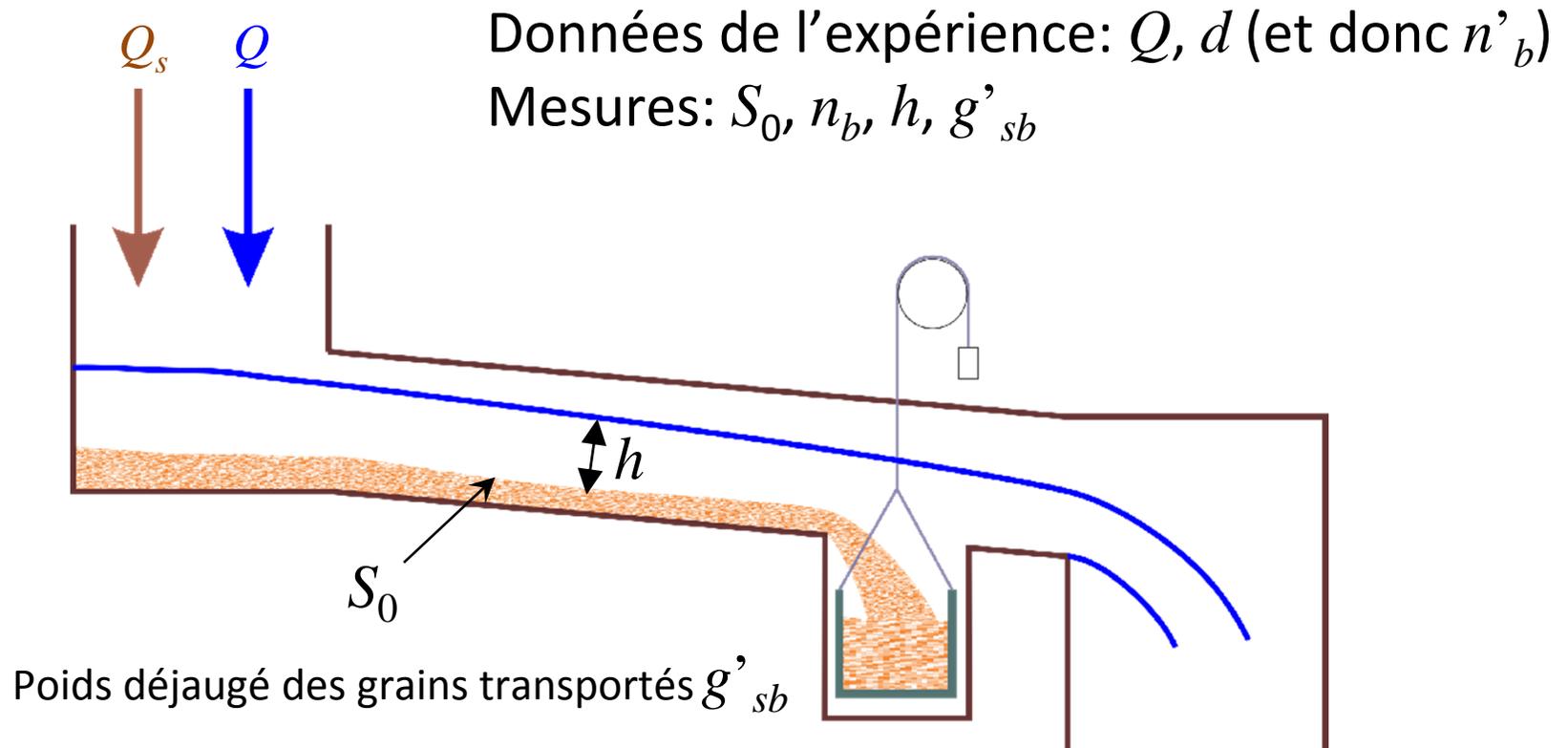
Relation hauteur-débit

Lois de transport

- Meyer-Peter & Müller
- Autres lois

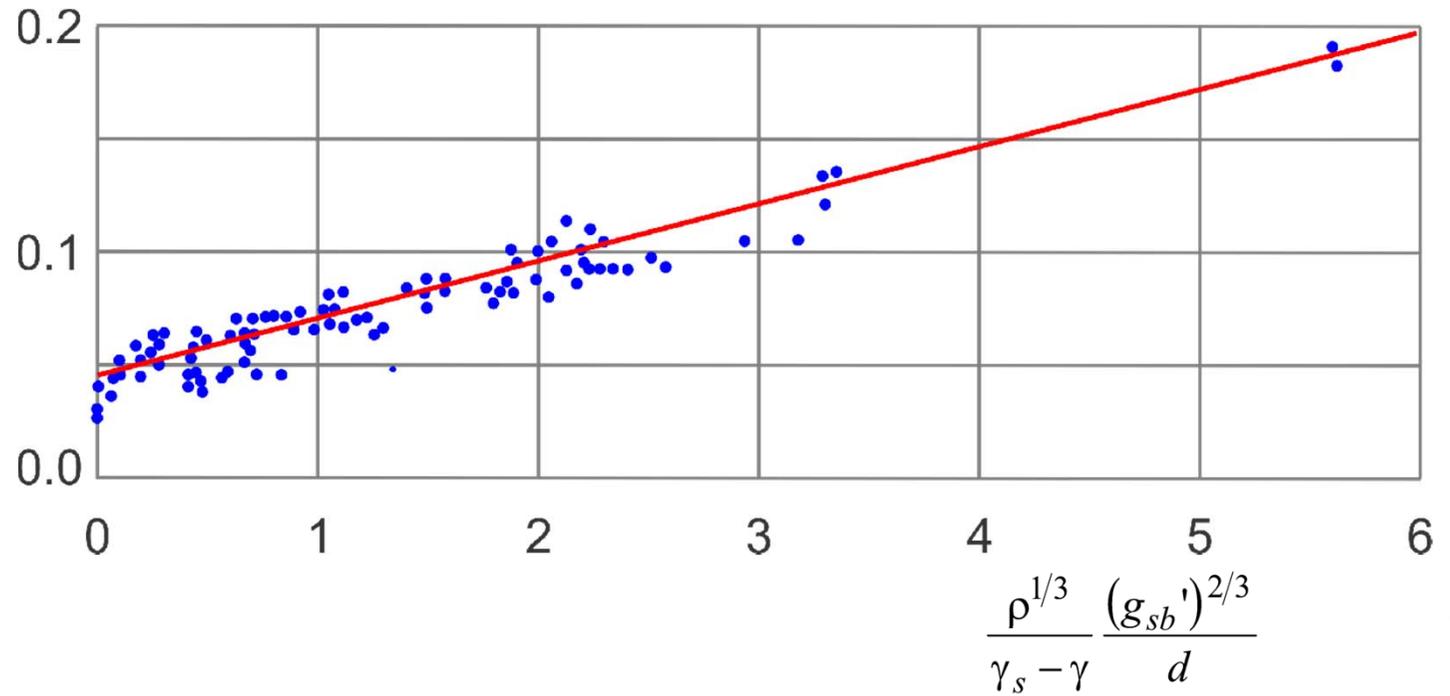
Conditions d'application des lois de transport

Expérience de Meyer-Peter et Müller



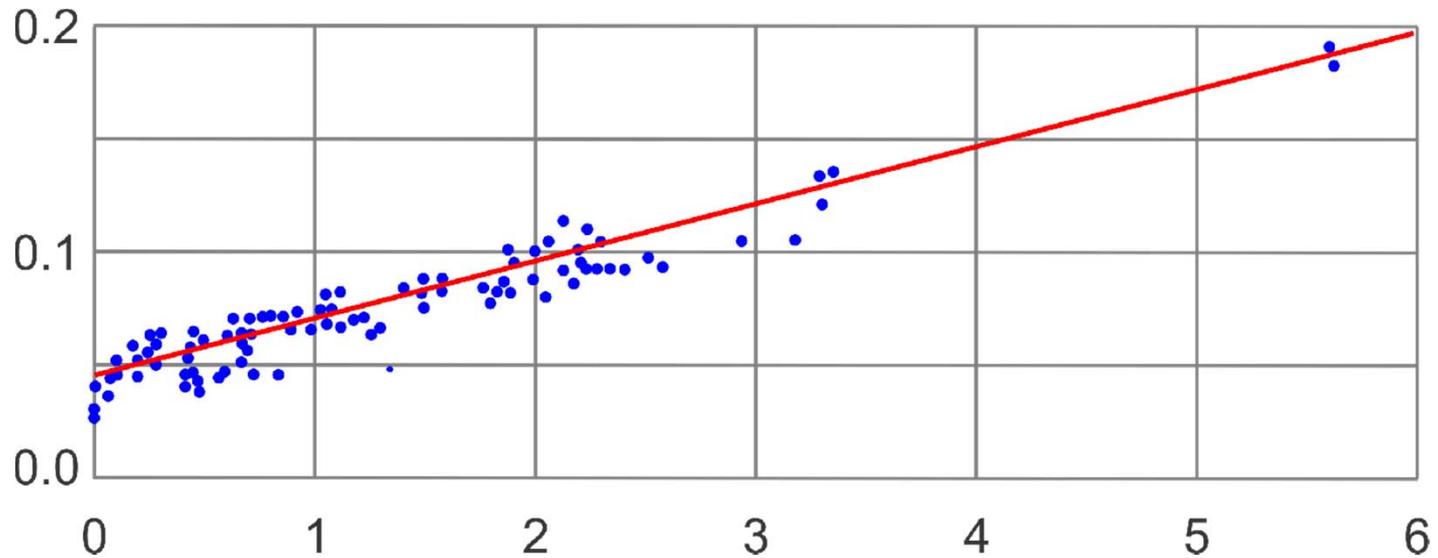
Expérience de Meyer-Peter et Müller

$$\frac{Q_b}{Q} \left(\frac{n_b'}{n_b} \right)^{3/2} \frac{\gamma h S_0}{(\gamma_s - \gamma) d}$$



Expérience de Meyer-Peter et Müller

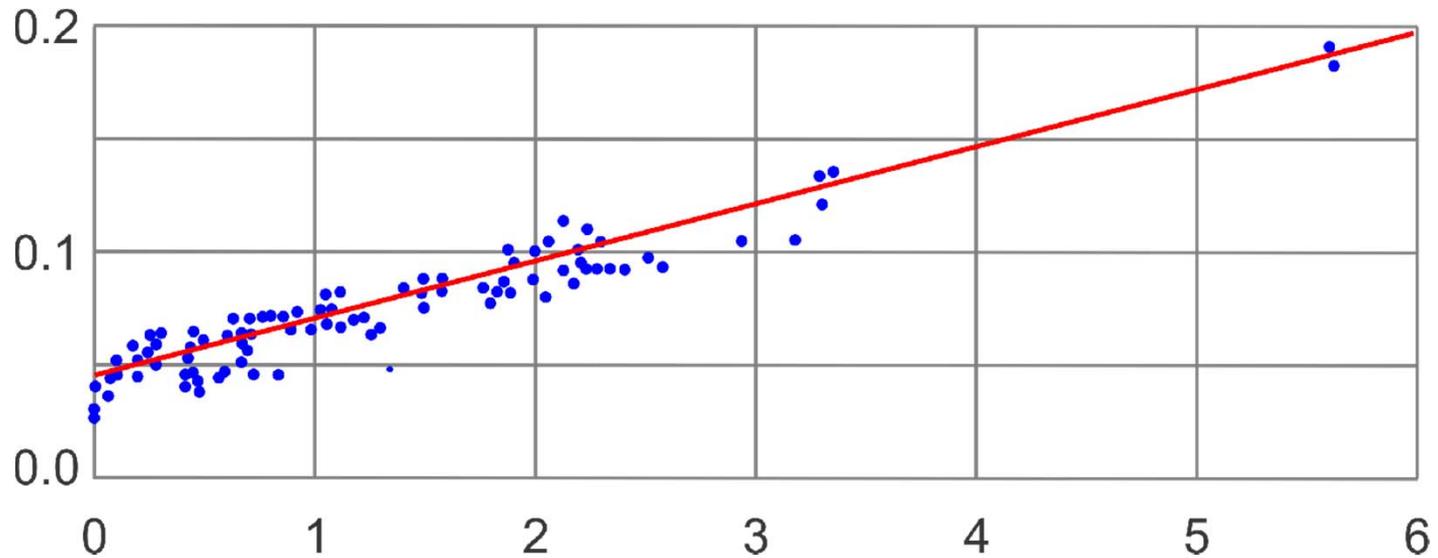
$$\frac{Q_b}{Q} \left(\frac{n_b'}{n_b} \right)^{3/2} \frac{\gamma h S_0}{(\gamma_s - \gamma) d} = \tau'_{*b}$$



$$\frac{\rho^{1/3}}{\gamma_s - \gamma} \frac{(g_{sb}')^{2/3}}{d} = (q_{sb*})^{2/3}$$

Expérience de Meyer-Peter et Müller

$$\frac{Q_b}{Q} \left(\frac{n_b'}{n_b} \right)^{3/2} \frac{\gamma h S_0}{(\gamma_s - \gamma) d} = \tau'_{*b}$$



$$\tau'_{*b} = 0.047 + 0.25 (q_{sb*})^{2/3}$$

$$\frac{\rho^{1/3}}{\gamma_s - \gamma} \frac{(g_{sb}')^{2/3}}{d} = (q_{sb*})^{2/3}$$

Formule de Meyer-Peter et Müller

Transport solide par unité de largeur

$$q_{sb*} = 8 (\tau_{*b}' - 0.047)^{3/2}$$

$$\frac{q_{sb}}{\sqrt{g(s-1)d^3}} = 8 \left[\left(\frac{n_b'}{n_b} \right)^{3/2} \frac{\gamma R_b S_f}{(\gamma_s - \gamma) d} - 0.047 \right]^{3/2}$$

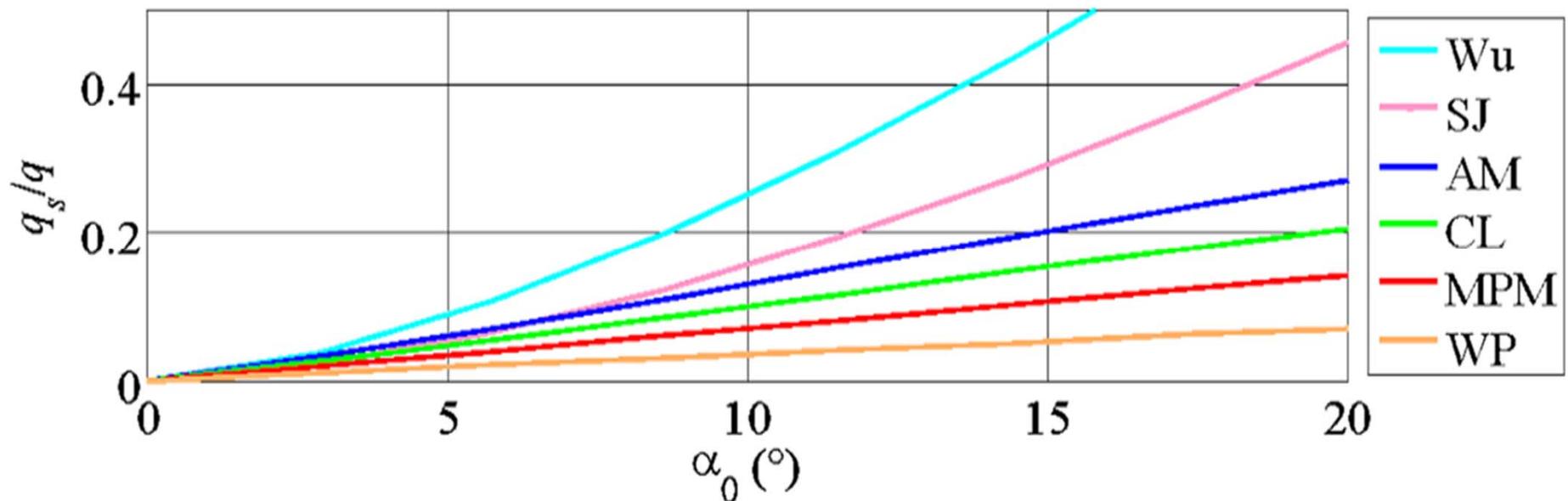
Autres lois de transport solide par charriage

Références		Transport solide adimensionnel	d (mm)
Meyer-Peter et Müller (1948)	MPM	$q_{*s} = 8(\tau_* - 0.047)^{1.5}$	0.4-29
Wong et Parker (2006)	WP	$q_{*s} = 3.97(\tau_* - 0.0495)^{1.5}$	0.4-29
Wu et al. (2000)	Wu	$q_{*s} = 0.0053 \left(\left(\frac{n'}{n} \right)^{1.5} \left(\frac{\tau_*}{0.03} \right) - 1 \right)^{2.2}$	0.06-128
Smart et Jäggi (1983)	SJ	$q_{*s} = 4.2 \left(\frac{u}{u_*} \right) S_f^{0.6} \tau_*^{0.5} (\tau_* - \tau_{*c}(\alpha_0))$	0.4-29
Camenen et Larson (2005)	CL	$q_{*s} = 12 \tau_*^{1.5} \exp\left(-4.5 \frac{0.047}{\tau_*}\right)$	0.08-200
Ashida et Michiue (1972)	AM	$q_{*s} = 17 (\tau_* - 0.05) \left((\tau_*)^{1/2} - (0.05)^{1/2} \right)$	0.3-7

Autres lois de transport solide par charriage

Variabilité des résultats à partir de différentes formules:

Transport solide en fonction de la pente de fond





Sandra Soares-Frazão
UCLouvain

Charriage

1. Formes de fond

2. Rugosité

3. Relation $Q-h$

4. Lois de transport

5. Applicabilité

Transport solide par charriage

Plan et objectif

Formes de fond

- Définition et illustration

Rugosité de grains et de forme

- Effet des formes de fond sur la rugosité
- Diagramme d'Engelund et Hansen

Relation hauteur-débit

Lois de transport

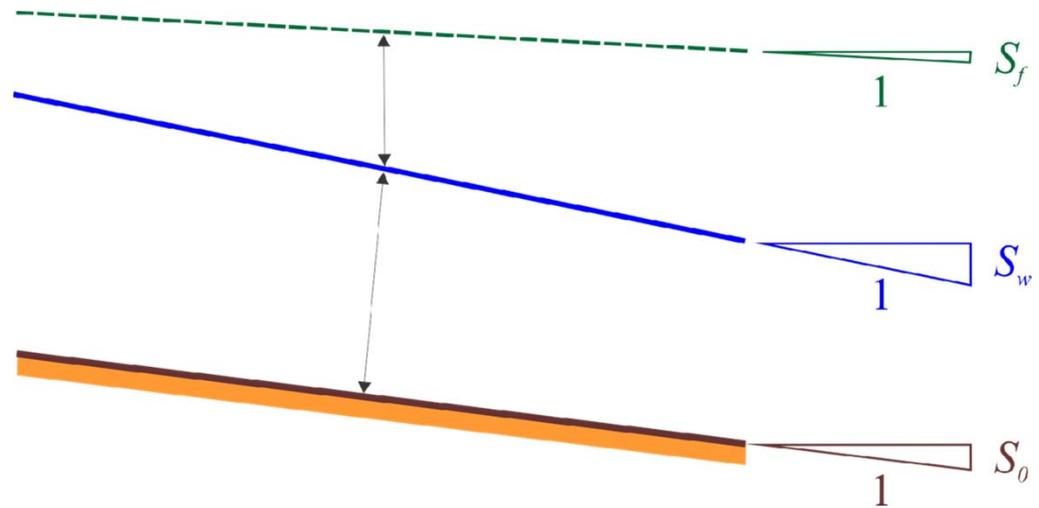
- Meyer-Peter & Müller
- Autres lois

Conditions d'application des lois de transport

Conditions d'application des lois de transport

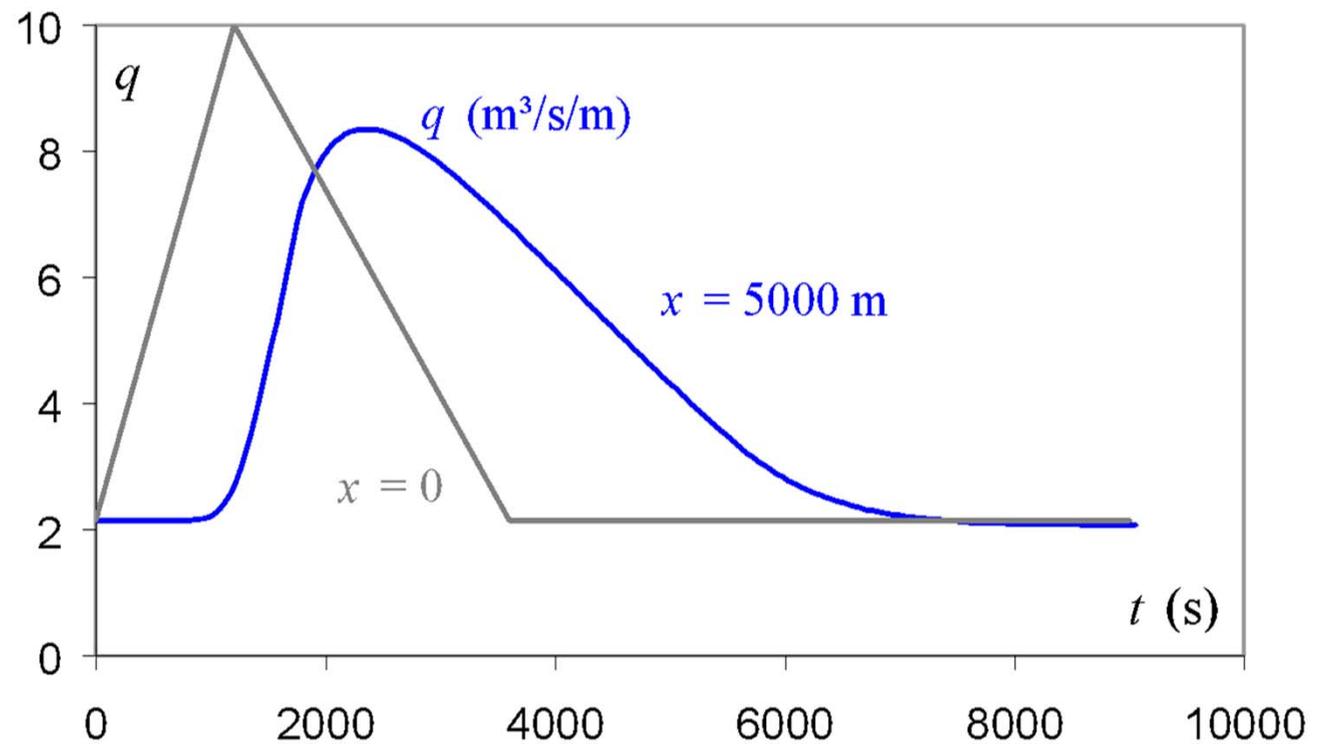
Quelle pente choisir pour exprimer τ_0 ?

- Pente de fond $\tau_0 = \gamma R S_0$
- Pente de la surface libre $\tau_0 = \gamma R S_w$
- Pente de la ligne de charge $\tau_0 = \gamma R S_f$



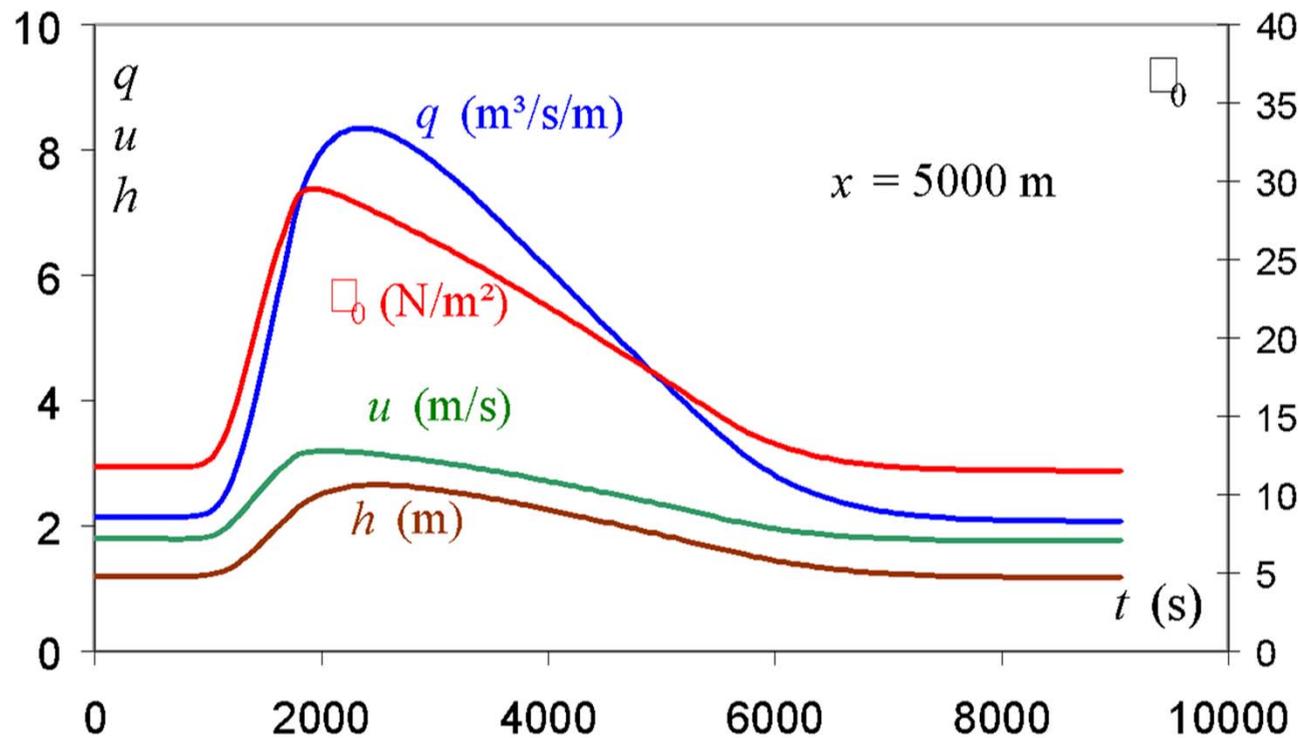
Conditions d'application des lois de transport

Le transport solide est-il en équilibre à tout moment ?



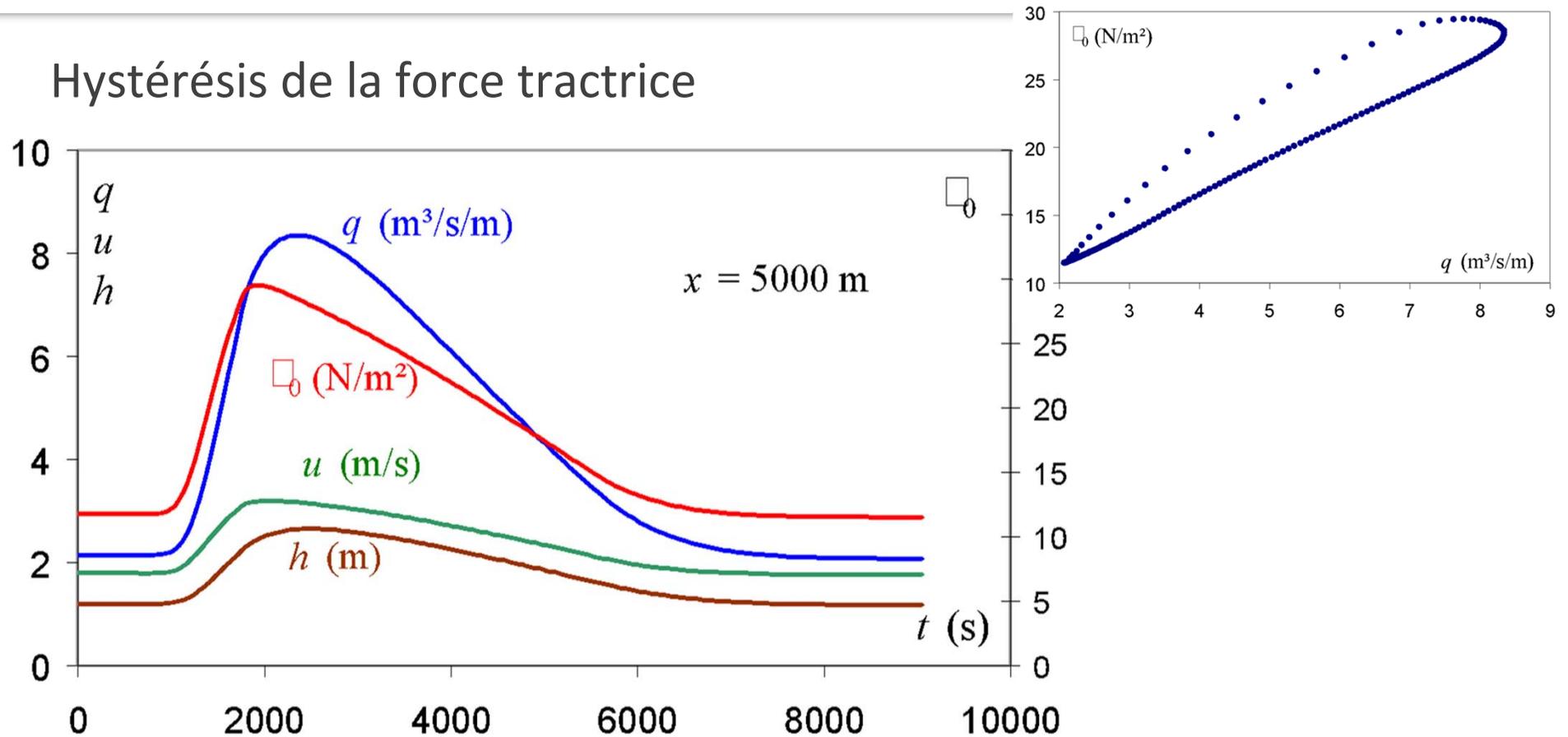
Conditions d'application des lois de transport

Hystérésis de la force tractrice



Conditions d'application des lois de transport

Hystérésis de la force tractrice



Conditions d'application des lois de transport

Quelle est l'influence de la distribution granulométrique?



Lit initial
 $d_{50} = 14.5 \text{ mm}$
 $\sigma = 3.2$

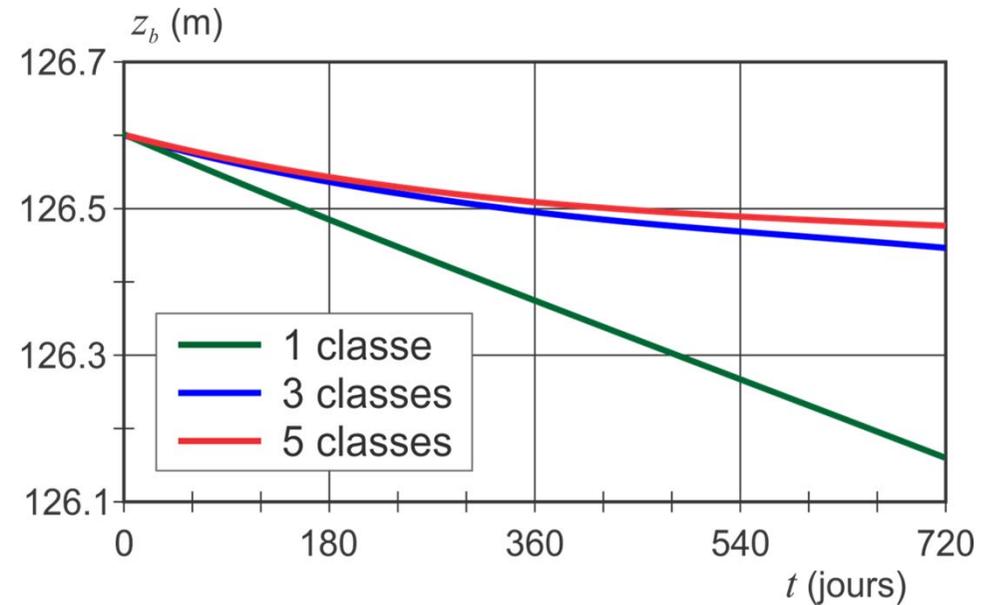
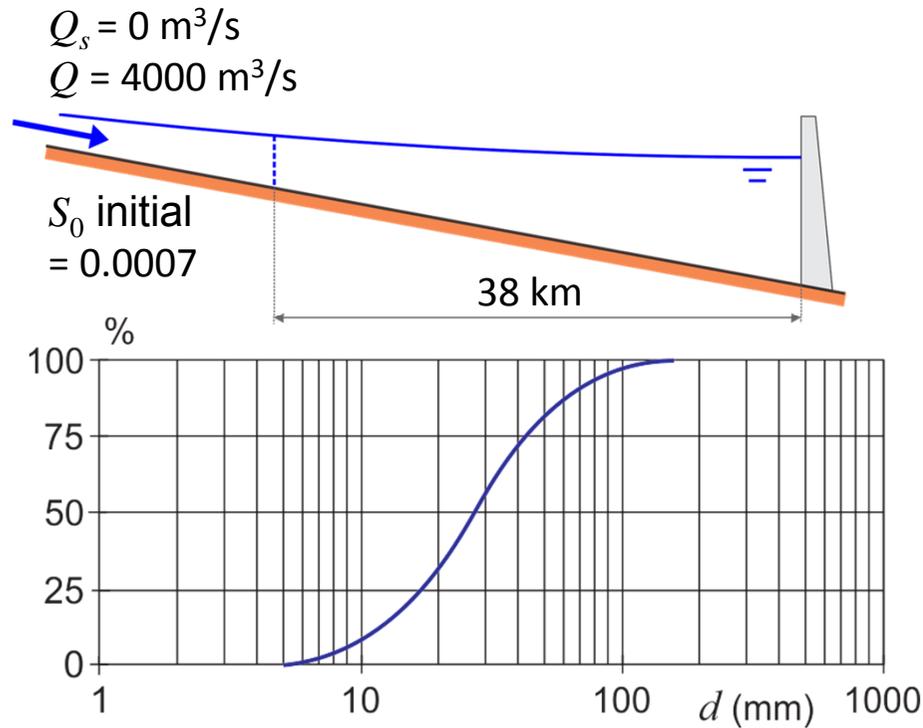


Lit final
 $d_{50} = 23.0 \text{ mm}$
 $\sigma = 1.5$

$$\sigma = \sqrt{\frac{d_{84}}{d_{16}}}$$

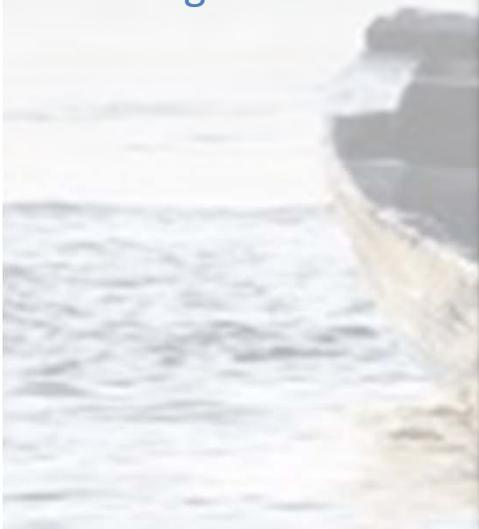
Conditions d'application des lois de transport

Quelle est l'influence de la distribution granulométrique?





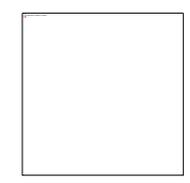
Sandra Soares-Frazão
UCLouvain
Charriage



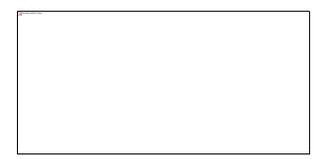
Des rivières et des hommes



Réalisation



Avec le soutien de



Crédits photo

Le Rhône valaisan : **Sandra Soares-Frazão**

Les dunes en canal d'essai : **Quentin Fraselle**

Dunes et antidunes en canal d'essai : **Yves Zech**

Les exemples de distribution granulométrique : **Katinka Koll**

Réalisation multimédia



Institute of Mechanics, Materials and Civil Engineering (IMMC)

UCL

**Université
catholique
de Louvain**

Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique