

# Vers une modélisation de la résistance des remblais à la surverse

Christophe Laroche

Jean François Serratrice

# Plan

- Introduction
- Comment apprécier la résistance à l'érosion d'un matériau (de remblai) ?
- Démarche engagée
- Première comparaison avec des cas expérimentaux
- Suites envisagées → *exposé de Jean François Serratrice*

# Introduction (1)

## Remblais en zone inondable :

- Surtout les digues fluviales
- ...mais aussi les remblais routiers



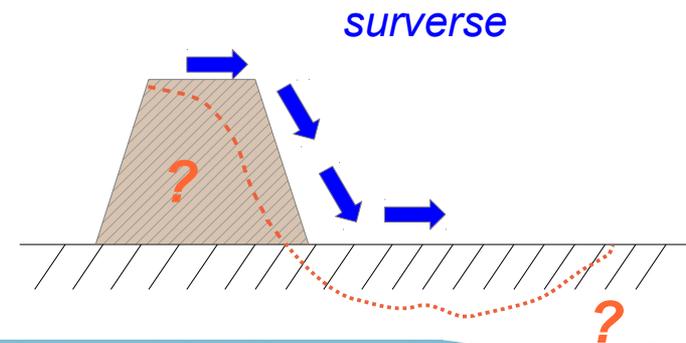
**Objectifs** : un remblai peut-il résister à une surverse ?

En cas de brèche, peut-on approcher ses caractéristiques ?

...ses conséquences en aval ?

## Résistance à la surverse :

- Le corps du remblai résiste-t-il ?
- La fondation du remblai résiste-t-elle ?



# Comment apprécier la résistance à l'érosion d'un matériau (de remblai) ? (1)

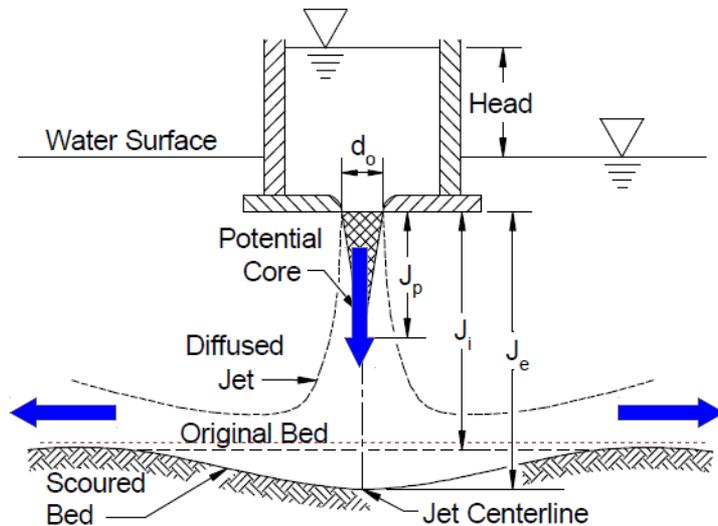
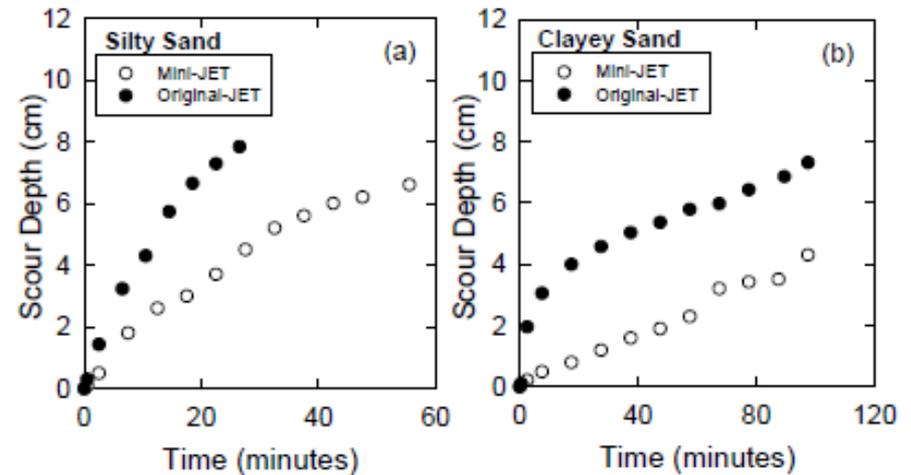


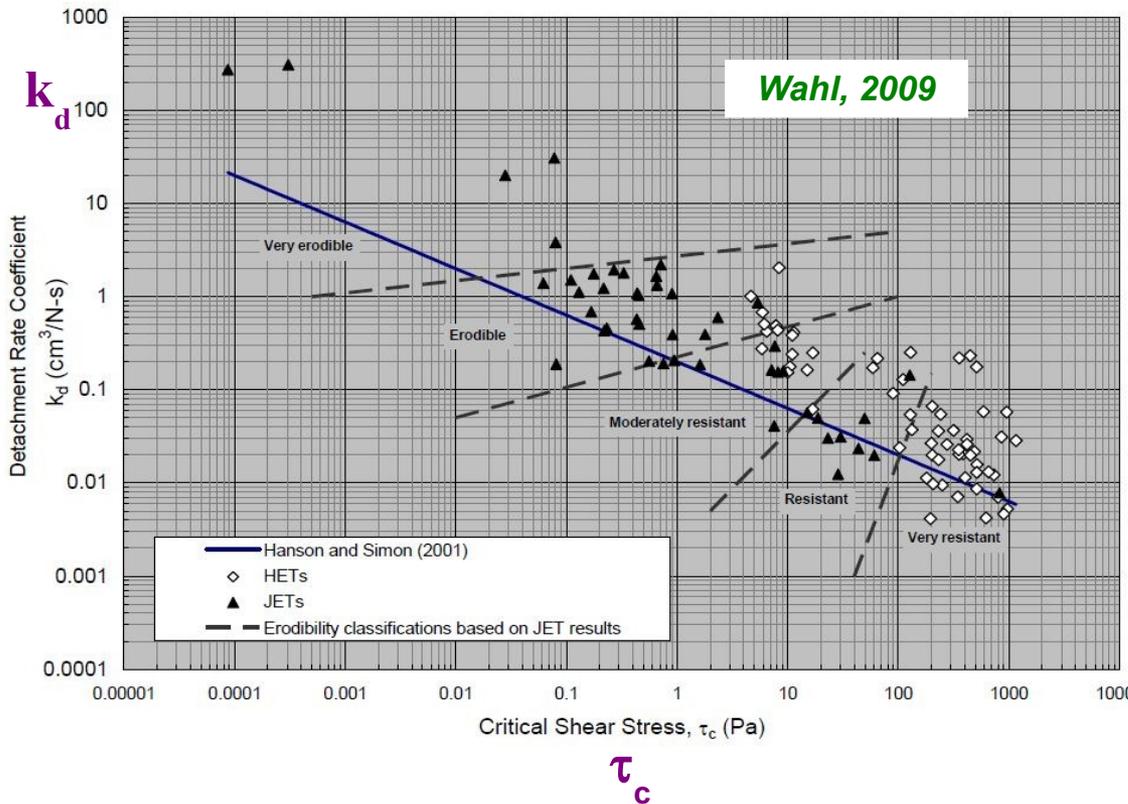
Figure 2. Schematic of JET device with factor definitions (Hanson and Cook, 2004).



Illustrations from :  
 MEASURING SOIL ERODIBILITY USING A LABORATORY "MINI" JET  
 A. T. Al-Madhhachi, G. J. Hanson, G. A. Fox, A. K. Tyagi, R. Bulut  
 Transactions of the ASABE Vol. 56(3): 901-910 2013  
 American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 2151-0032  
 QUANTIFYING ERODIBILITY OF EMBANKMENT MATERIALS FOR THE MODELING OF DAM  
 BREACH PROCESSES  
 Tony L. Wahl, Gregory J. Hanson, and Pierre-Louis Regazzoni  
 Presented at ASDSO Dam Safety '09 Sept. 27-Oct. 1, 2009 -- Hollywood, Florida



# Comment apprécier la résistance à l'érosion d'un matériau (de remblai) ? (2)



$k_d$  : coefficient d'érodabilité

$\tau_c$  : contrainte critique de cisaillement (Pa)

**Loi de Partheniades :**

$$\varepsilon = k_d * (\tau - \tau_c)$$

$\varepsilon$  : vitesse d'érosion (m/s)

$\tau$  : contrainte de cisaillement estimée partir des caractéristiques de l'écoulement (Pa)

# Démarche engagée (1)

- 1 - Utilisation d'un code de calculs hydro-dynamiques bi-dimensionnels : TELEMAC 2D

- 2 - Intégration d'une loi représentant la résistance (l'érosion) d'un matériau cohésif

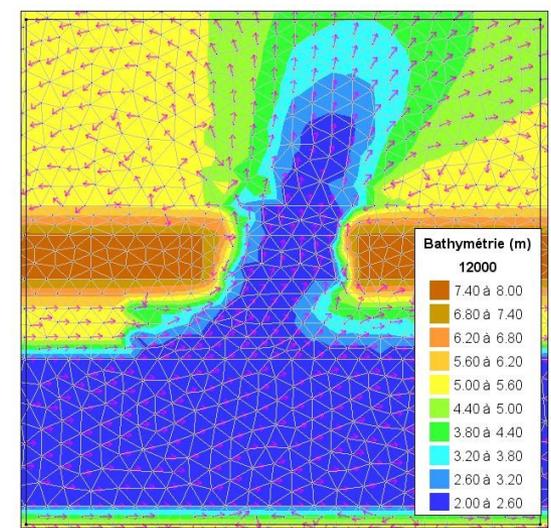
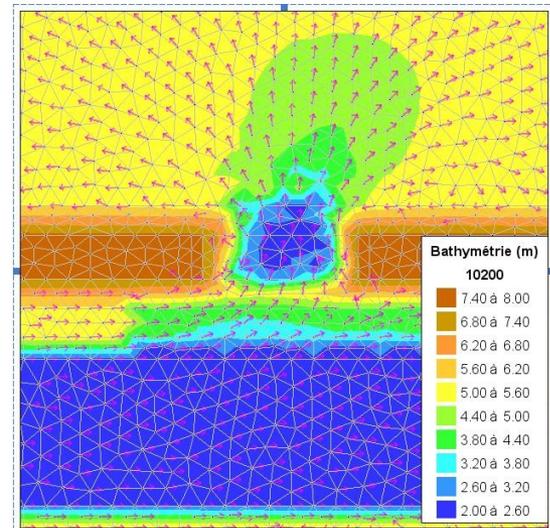
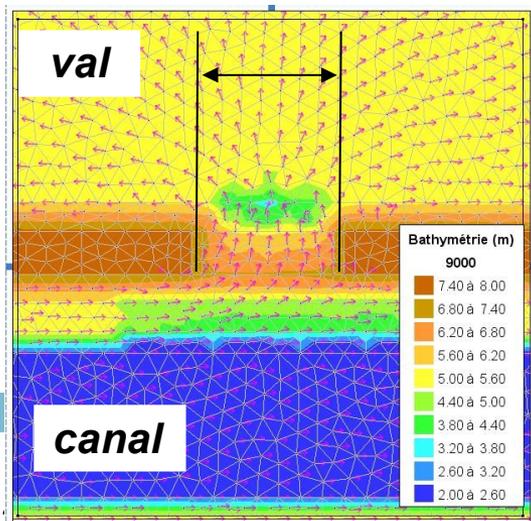
=> érosion **simultanée du corps du remblai et la fondation possible**

=> premiers résultats :

- Avec un **matériau résistance** ( $K_d, t_c$ ), le corps de digue est résistant dans notre méthode
- Avec un **matériau érodable**, le corps de digue s'érode rapidement !



Rupture du canal du Vigéirat (Bouches-du Rhône)



ras  
au risque hydraulique

# Démarche engagée (2)

## Principaux enseignements tirés :

- Le comportement global semble cohérent, mais :
  - Utilisation de **caractéristiques homogènes** (résistance) pour la digue et la fondation => hypothèse forte, réaliste ?
  - Comment apprécier la résistance "en profondeur" de la fondation ?
- Les **processus** de formation des brèches **sont complexes** :
  - Géométrie
  - Hydraulique
  - Géotechnique (propriétés et comportements des matériaux)

**=> nécessité de se confronter aux expériences in situ !!**

=> faut-il améliorer la méthode de formation de la brèche ?

=> si oui, comment : quels processus à représenter, quelles nouvelles caractéristiques ou paramètres à intégrer,....



Rupture du canal du Vigueirat (Bouches-du Rhône)

# Première comparaison avec des cas expérimentaux (1)

2 essais réalisés par l'USDA-ARS : remblai de 2,3 mètres de haut de 7 mètres de largeur

*surverse depuis 2 heures*

*...depuis 12 heures*

*...depuis 19 heures*

**Sol résistant :**

$$\tau_c = 15 \text{ Pa}$$

$$K_d = 4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{N}\cdot\text{s}$$



*Surverse depuis 5 minutes*

*...depuis 14 minutes*

*...depuis 38 minutes*

**Sol érodable :**

$$\tau_c = 0,14 \text{ Pa}$$

$$K_d = 10^{-5} \text{ m}^3/\text{N}\cdot\text{s}$$



*Hanson G.J., Cook K.R., Hunt S.L. (2005). Physical Modeling of Overtopping Erosion and Breach Formation of Cohesive Embankments. American Society of Agricultural Engineers, vol. 48(5) 1783-1794*

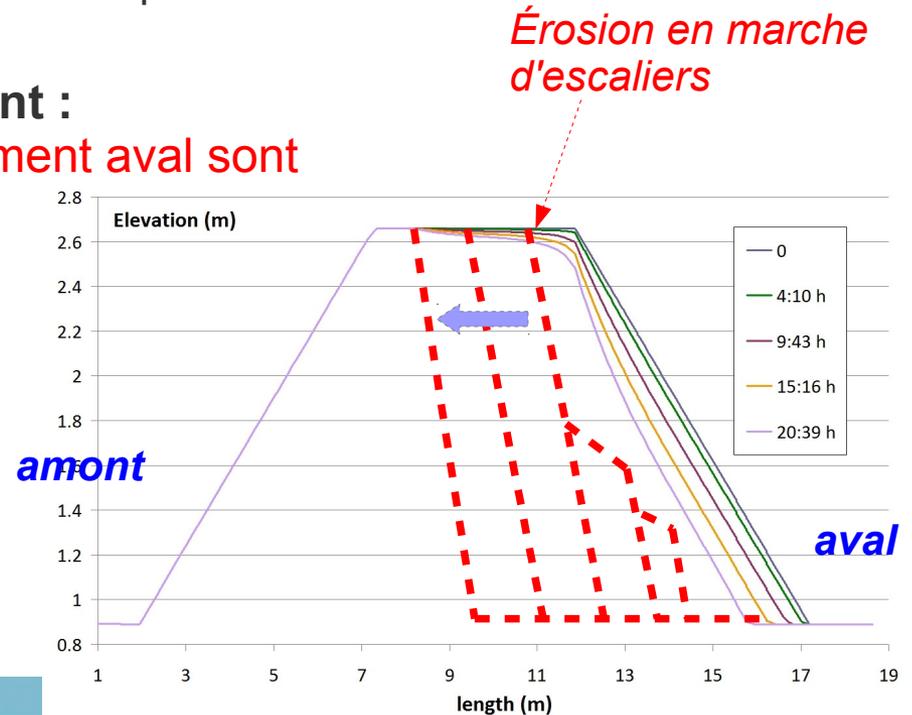
# Première comparaison avec des cas expérimentaux (2)

=> **cohérence entre la classification utilisée** des matériaux et de la résistance des remblais proposée dans TELEMAC 2D

- pour le matériau résistant, la brèche n'est pas totalement formée
- pour le matériau érodable, la brèche se forme rapidement

**Pour le remblai en matériau résistant :**

=> **les dynamiques d'érosion du parement aval sont très différentes :**



# Première comparaison avec des cas expérimentaux (3)

Pour le remblai en matériau érodable :

=> dynamique d'érosion du remblai proposée dans TELEMAC 2D n'est pas suffisamment rapide

