



Erosion de volume et érosion combinée d'interface et de volume

Didier Marot Université de Nantes, Institut GeM
Ahmed Benamar Université du Havre, LOMC
Rémi Beguin Université Joseph Fourier, LTHE

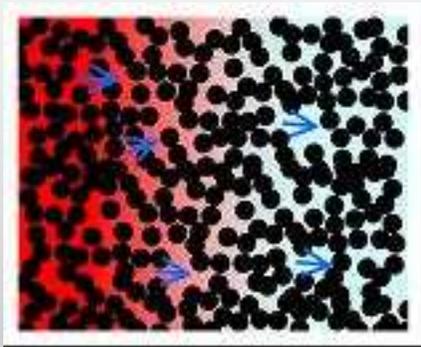
CFMS, Paris le 09 décembre 2009



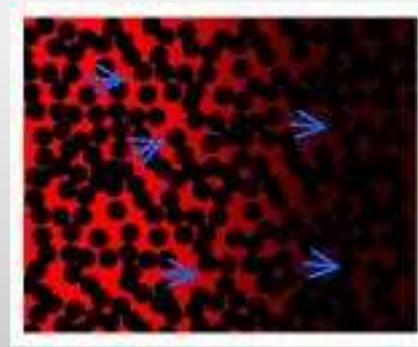


Érosion de volume

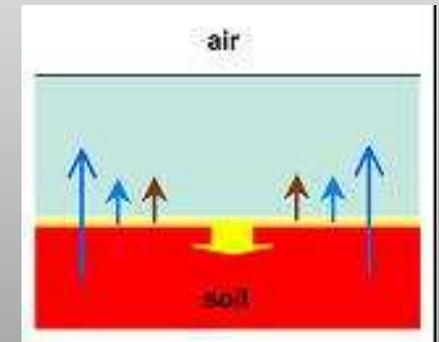
Arrachage et migration **diffus de particules fines** (argile et/ou limon) dans un assemblage de grains plus **grossiers** (sable et/ou gravier)



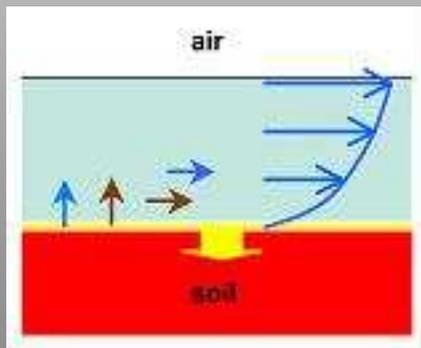
Possible **filtration** de particules fines



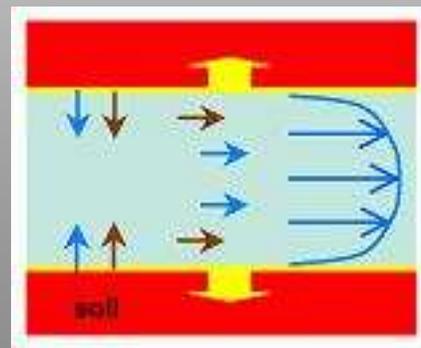
Érosion combinée



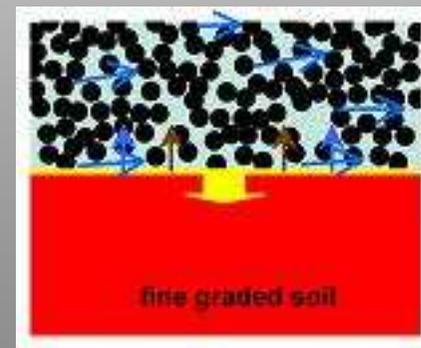
Érosion d'interface



de surface



de conduit



d'interface granulaire



Didier Marot

Luc Sibille

Fateh Bendahmane

Étude de l'érosion de volume

Processus qui peut se produire dans le noyau ou les fondations d'un **barrage** ou au cœur d'une **digue**

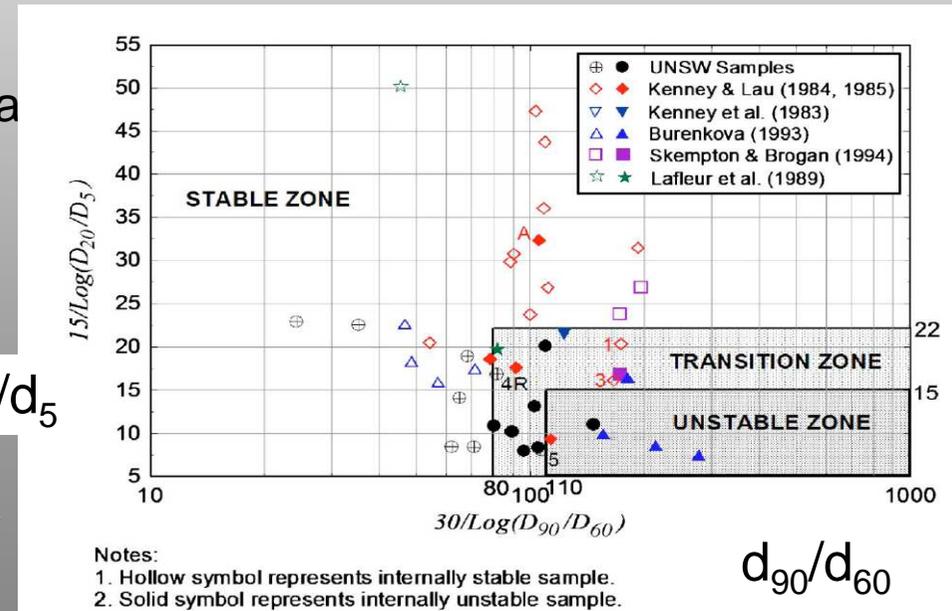
Critères : 2 approches principales

Approche granulométrique

Distribution granulométrique **concave**
vers le haut ou avec un palier (Kenney and Lau)

L'effet des **filtres** (Lafleur, 1999)

Wan and Fell (2008) :
méthodes de Sherard (1979),
Kenney and Lau (1985),
Burenkova (1993) → **trop conservatives**





Zone de transition : **étroite**

Conclusion indépendante de la sollicitation hydraulique
et **non prise en compte de l'influence du compactage et de la saturation**

Approche hydraulique

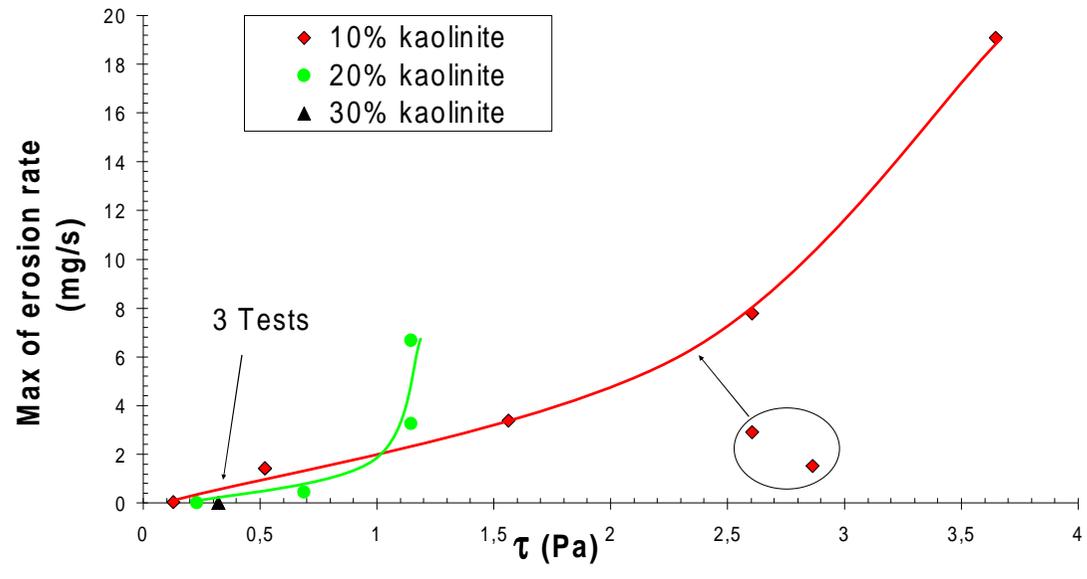
Expression du **gradient critique** (Lautrin, 2002)
indépendant de la nature et de la porosité du sol

Expression de la **contrainte de cisaillement hydraulique** (Khilar et al., 1985)
représentation simplifiée du sol → persistance d'écarts (Reddi et al., 2000)

$$\tau = 1.414 (\Delta P / \Delta L) (K/n)^{0.5} \quad (\text{Reddi et al, 2000})$$

Les paramètres de la loi d'érosion d'interface en fonction de la contrainte hydraulique dépendent de **l'appareil utilisé** (Regazzoni et al. 2008 b)

→ **difficulté d'exprimer cette contrainte**



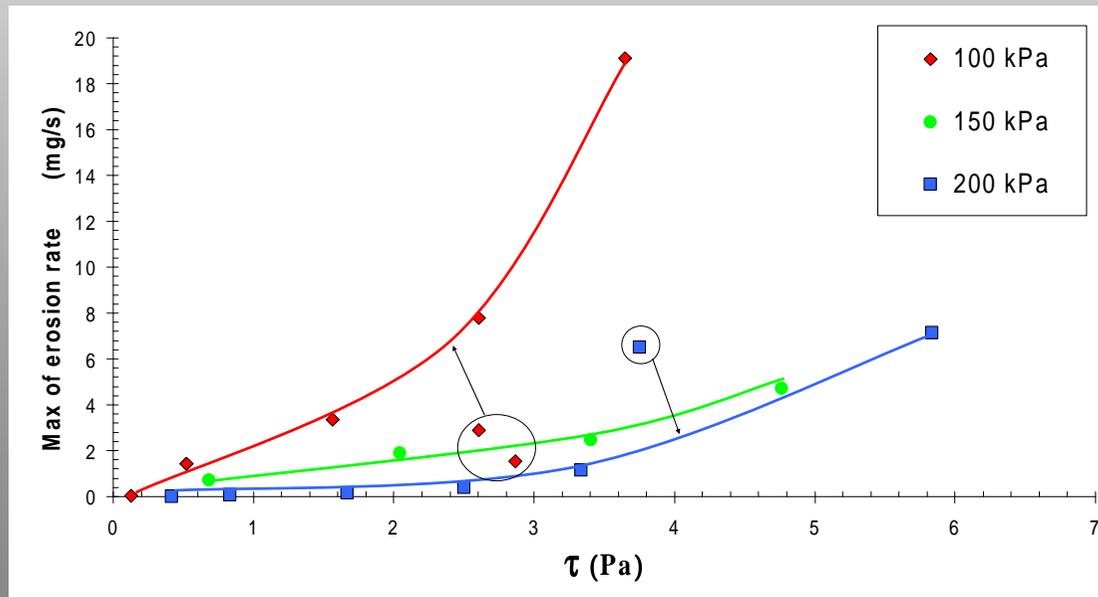
10% $\tau_{cr} = 0.13 \text{ Pa}$

20% $\tau_{cr} = 0.23 \text{ Pa}$

30% $\tau_{cr} = 0.32 \text{ Pa}$

Loi **non unique** en fonction du % argile

(Bendahmane et al. 2007)



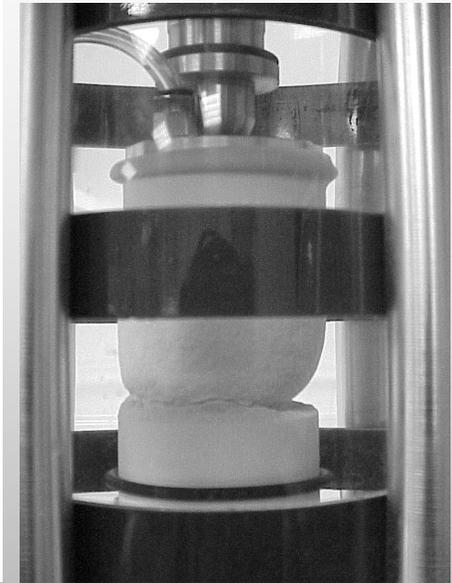
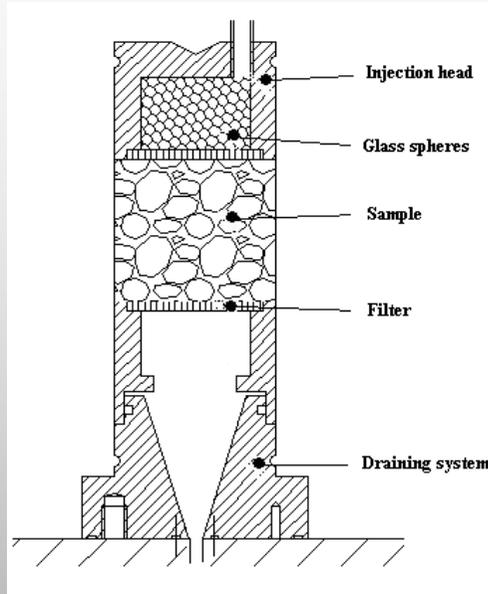
Loi **non unique** en fonction de la pression de confinement

(Bendahmane et al. 2007)



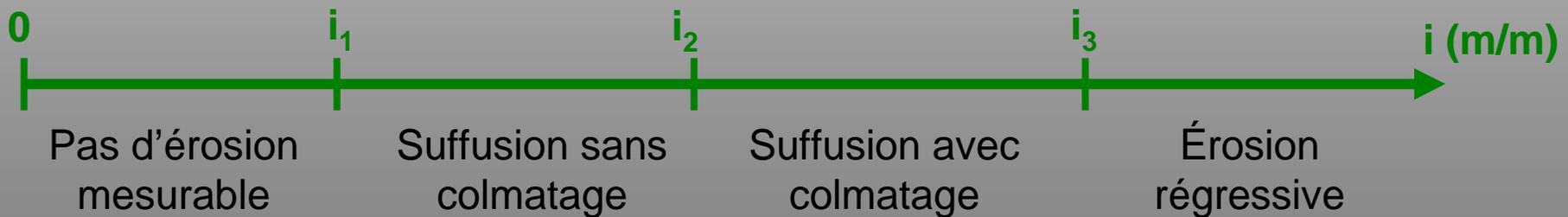
Dispositif expérimental

Banc triaxial spécifique (Bendahmane, 2005)



Capteur optique

Nature des phénomènes observés en fonction de i





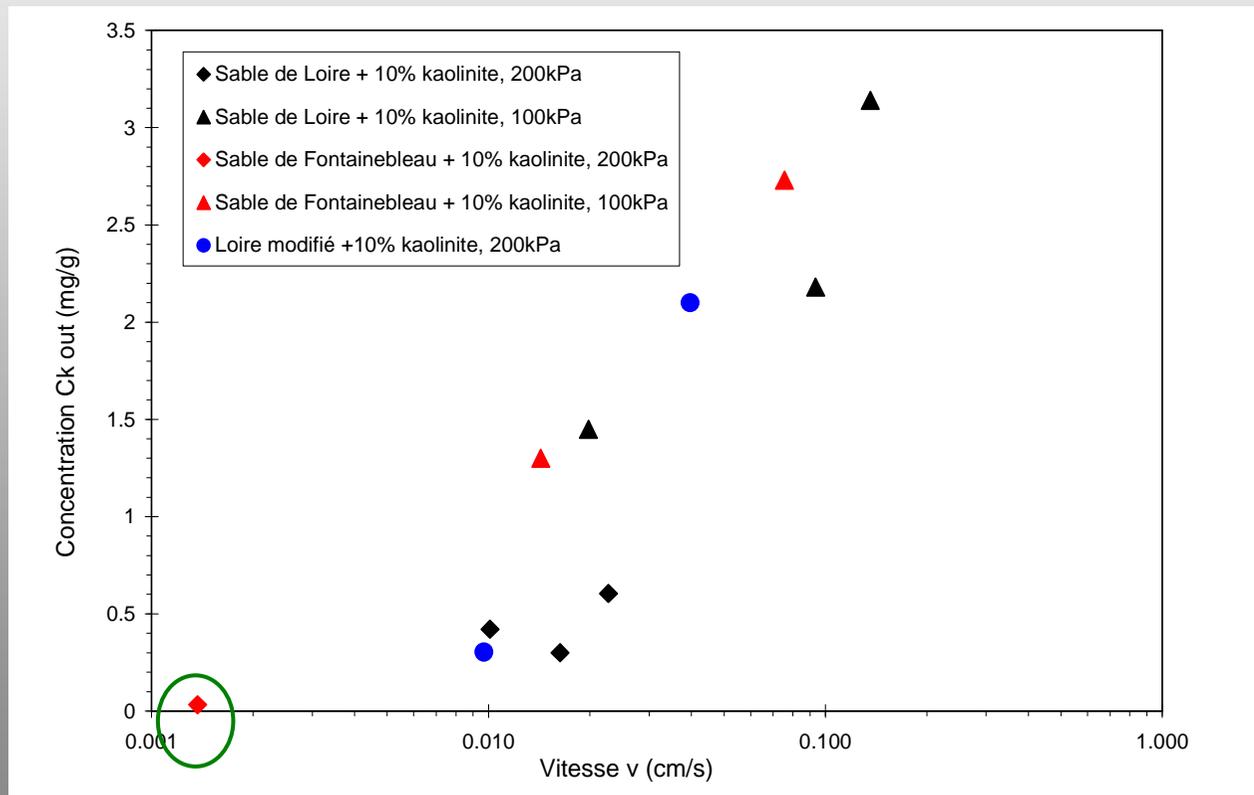
Caractérisation de l'initiation de la suffusion

Mesure de la concentration de l'effluent par capteur optique

2 granulométries différentes (Loire, Fontainebleau)

2 angularités des grains différentes (Fontainebleau et Loire modifié)

2 confinements différents (100 et 200 kPa)



Pour cette argile et ce %

$$V_{crit} = 10^{-5} \text{ m/s} ??$$

**Confrontation avec essais
présents dans la littérature**

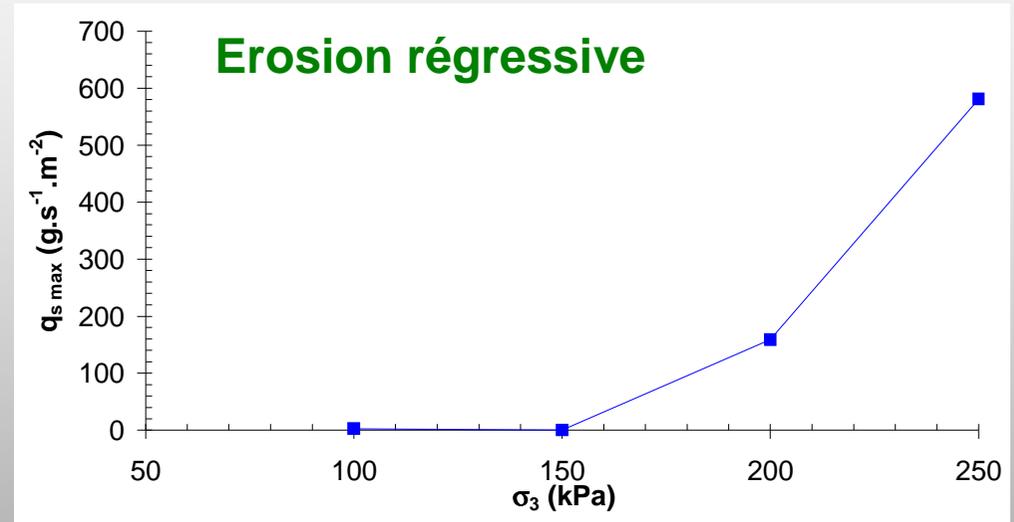
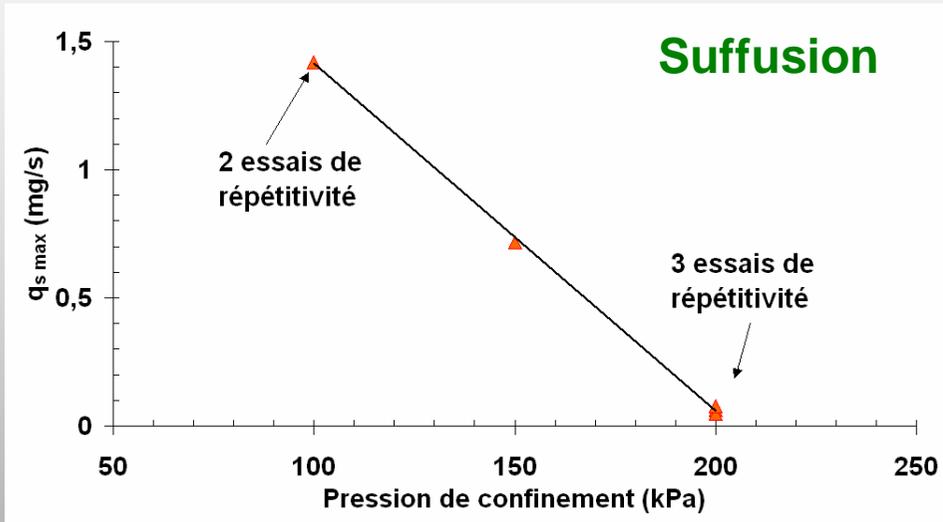


Caractérisation du développement de l'érosion de volume

Influence du % argile, de l'angularité

Influence de la pression de confinement

(Bendahmane et al, 2008)



→ Comportement **différent** de la structure primaire et des fines

Simulation numérique des processus couplés

Faible variation de porosité

- forte influence des particules érodées sur la perméabilité et sur l'érosion
- grande précision expérimentale requise



Conclusion et perspectives

Fort **couplage** des phénomènes

Nécessité d'un **suivi des différents mécanismes** en temps réel

Confrontation **expérimentation – simulation numérique**

Influence de **l'état mécanique**: confrontation essais à déformation **bloquée**
et sous confinement **isotrope**

Influence de l'état de **saturation**

- amélioration de la caractérisation de **l'initiation**
- caractérisation du **colmatage** et de la variation induite de la **perméabilité**
- caractérisation de l'influence de **l'état mécanique**
- caractérisation de l'influence de la **saturation**