

# Amélioration et renforcement des sols

## Méthodes biologiques : Biocalcis

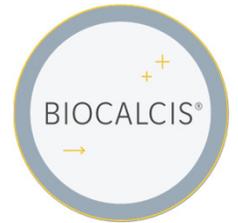
Jean-François Mosser – Soletanche Bachy



26 AVRIL 2018

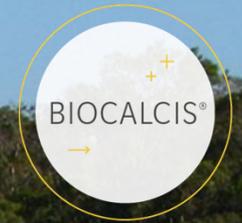


# Contenu

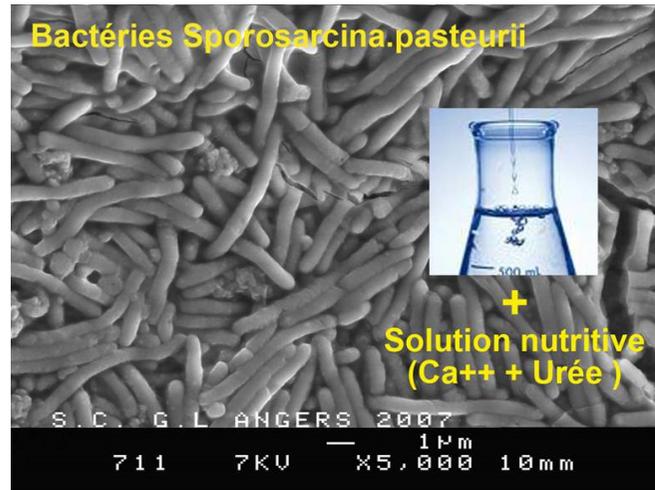


- Biocalcification des sols
- Principe de réaction
- Mise en œuvre
- Contrôles
- Applications
- Conclusions

# Biocalcification des sols (Microbially Induced Calcite Precipitation)

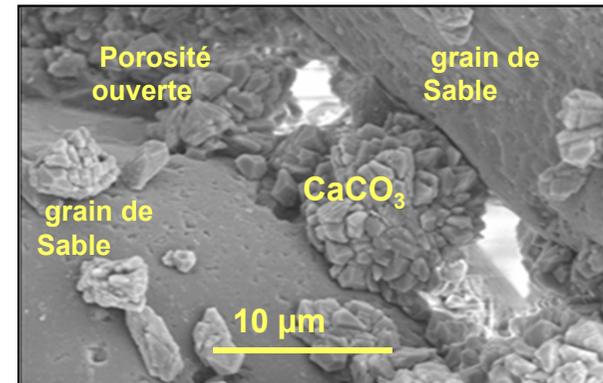
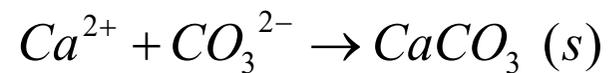
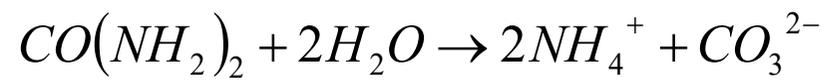
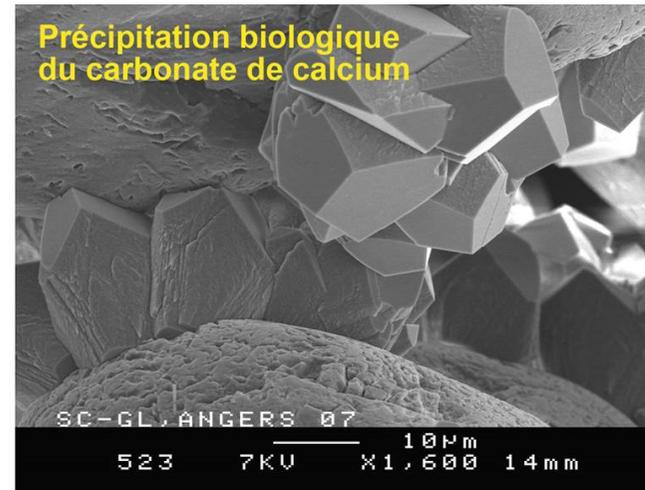


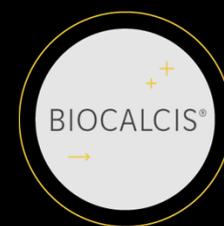
# Principe de réaction



+  
Solution nutritive  
(Ca<sup>++</sup> + Urée)

=





# Procédé Adapté pour quels terrains?

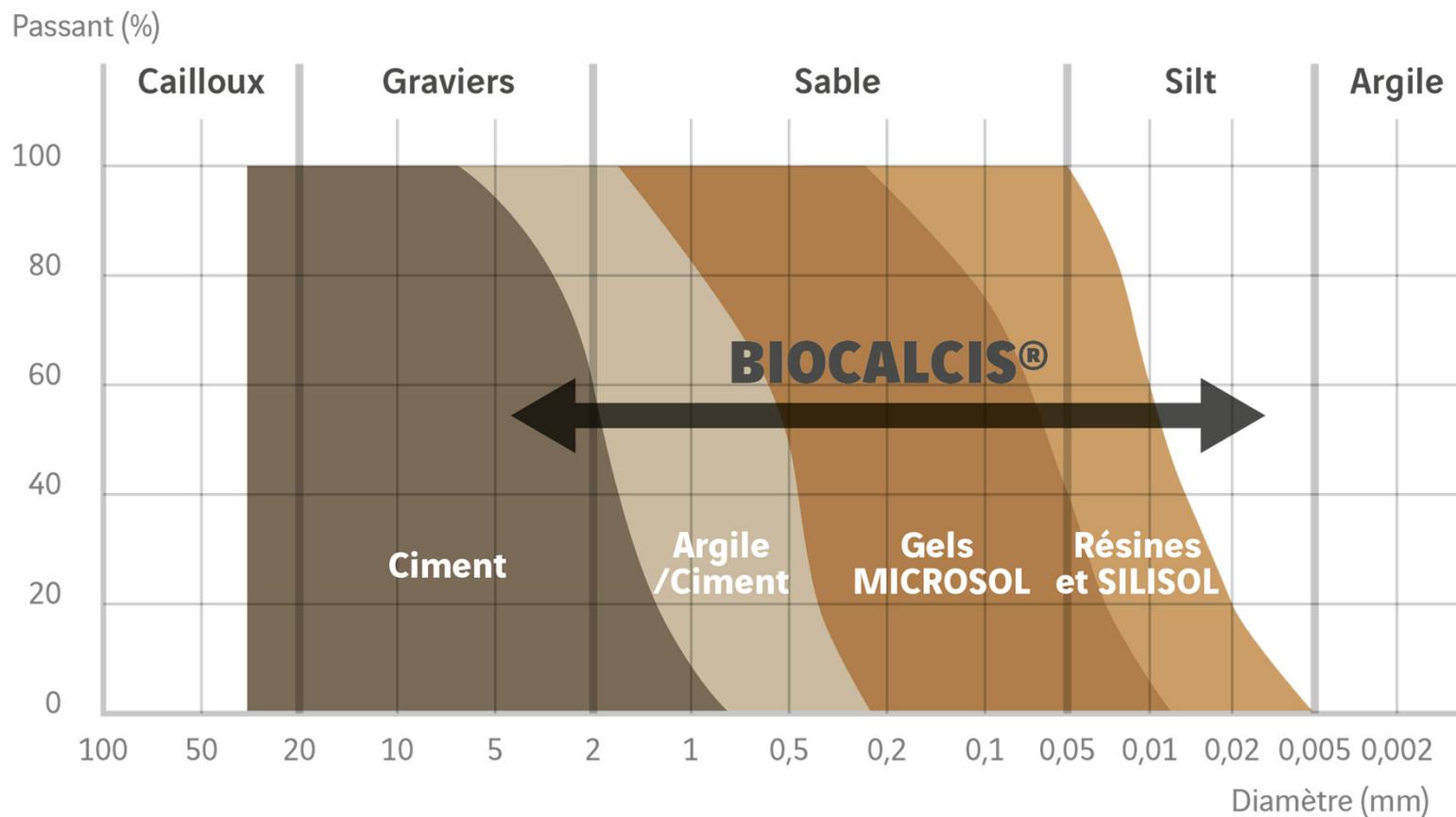


Non adapté pour faire du remplissage car on consommerait trop de calcite

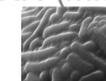


Mélange de granulométrie très étalée type remblais, etc. : OK avec des « fines »



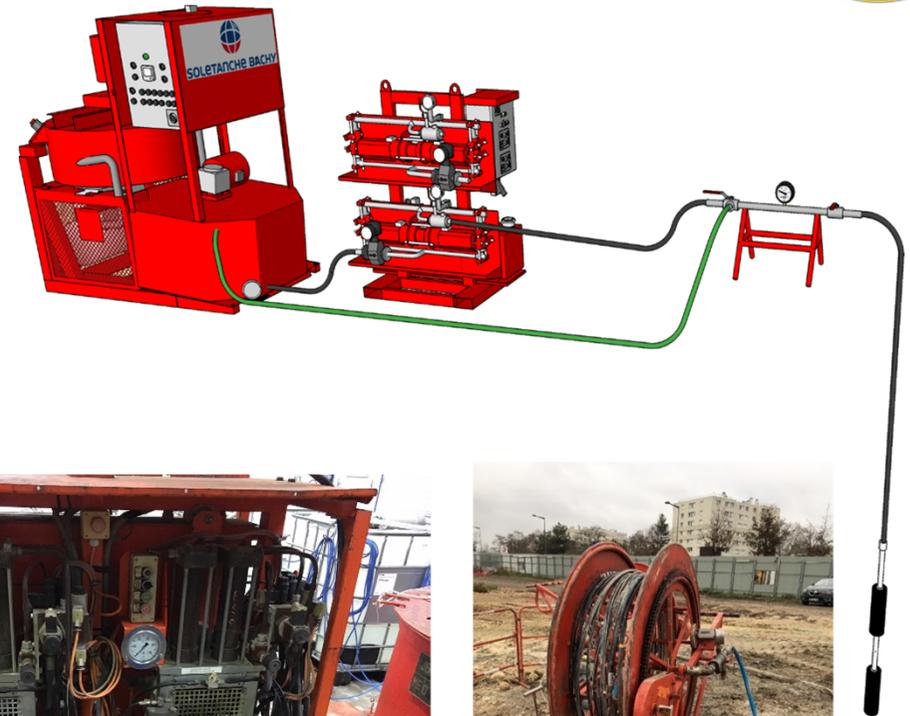


INJECTION SANS RISQUE DE MONTEE EN PRESSION  
Les fluides doivent imprégner le sol à traiter





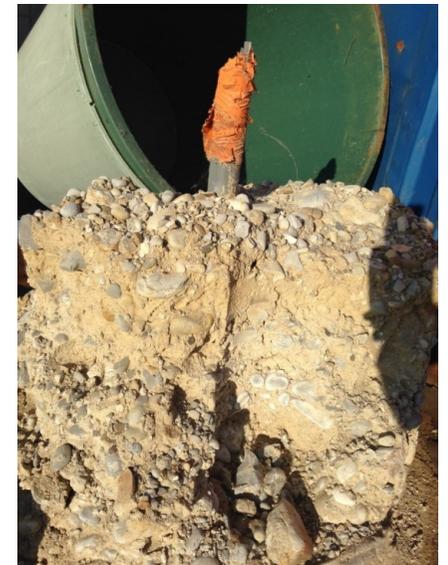
# Moyens de mise en oeuvre



# Tubes d'injection



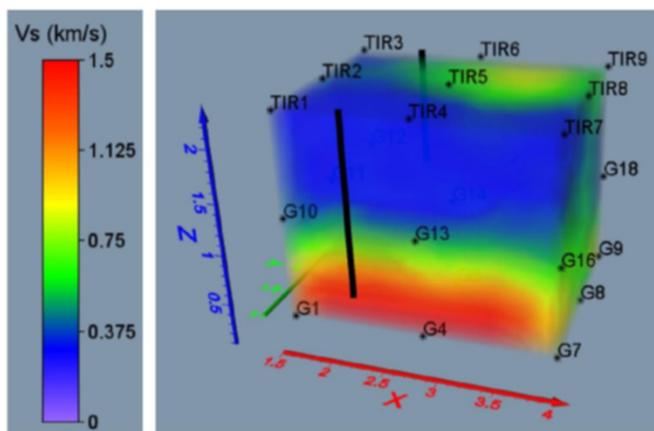
Tubes crépinés ou à manchettes



# Contrôles

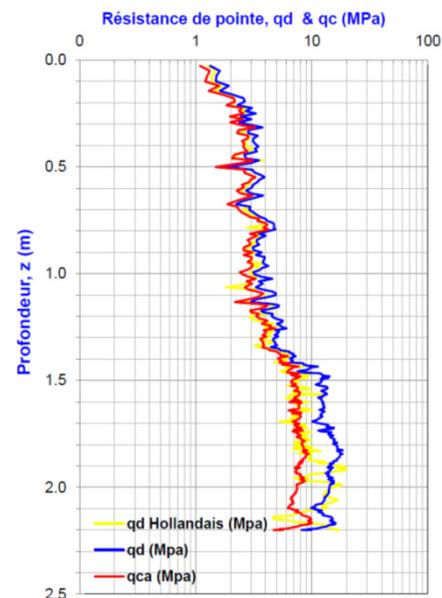
- › Essais préliminaires avant traitement
- › Essais a posteriori (pénétrométriques, carottages, tomographie sismique, cross hole)
- › Analyses et corrélations

## Caractérisation du sable et graviers calcifiés



Vitesses sismiques : pour 50% du volume ausculté, augmentation de 50% de Vs

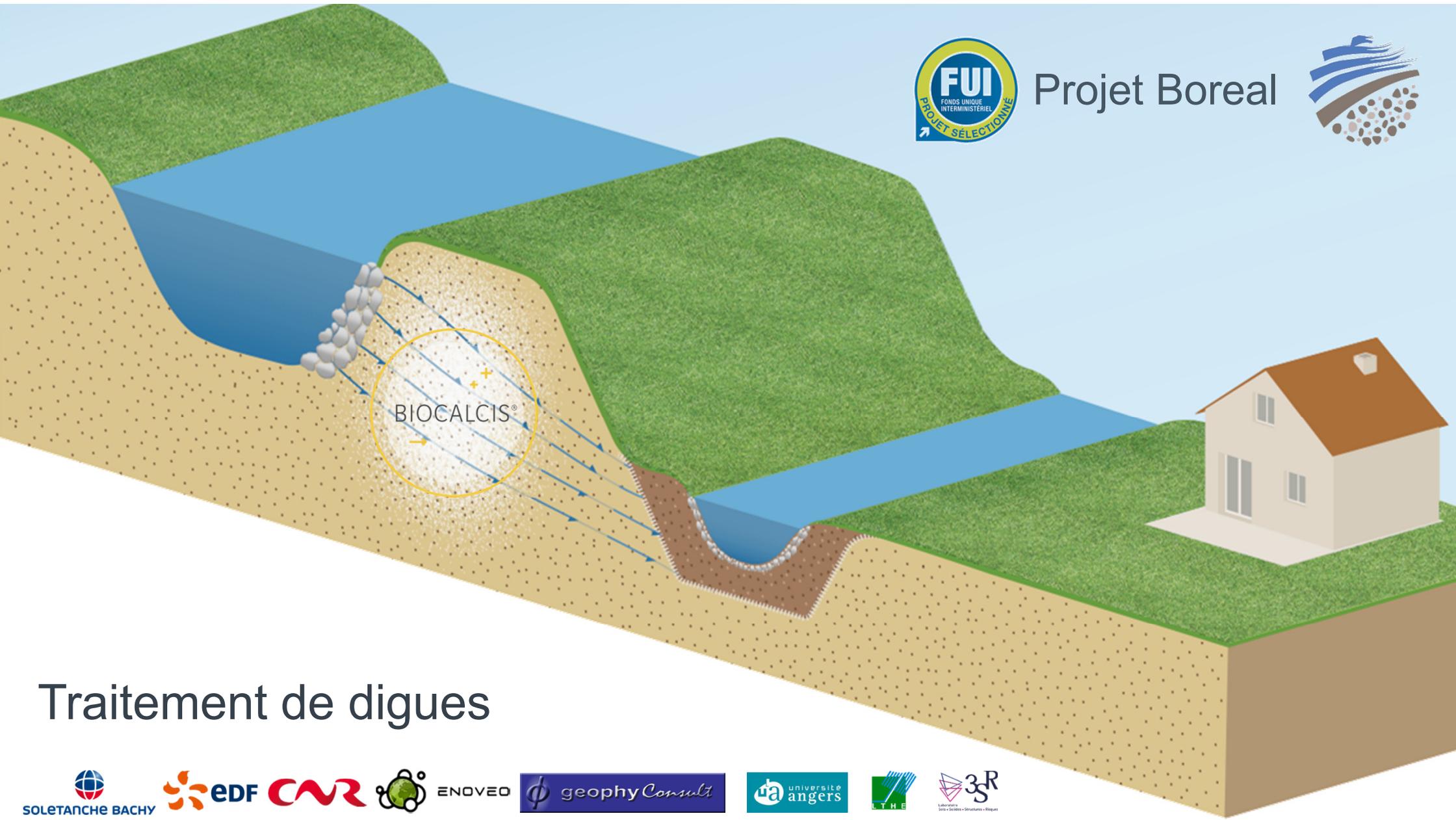
Caractérisation au pénétromètre Grizzly :  
Résistance de pointe avant : 1-5MPa, après 8-20 MPa





# Applications

- Anti-liquefaction
- Traitement contre érosion (digues, barrages)
- Réduction de poussée active (remblais renforcés, quais)
- Stabilisation de talus
- Restauration de monuments historiques



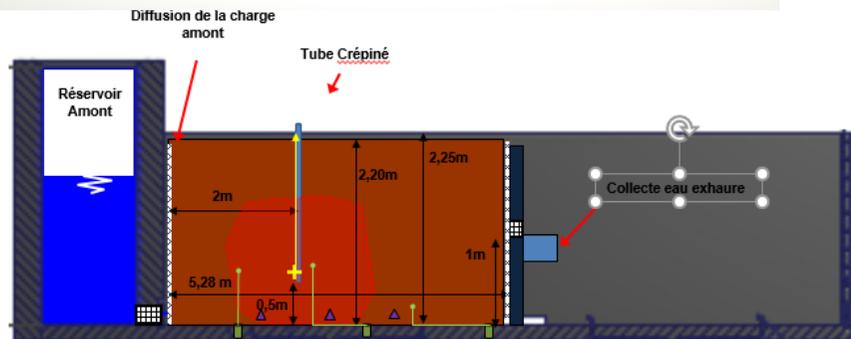
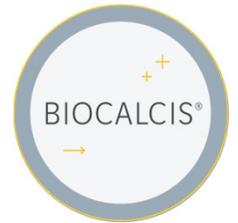
Projet Boreal



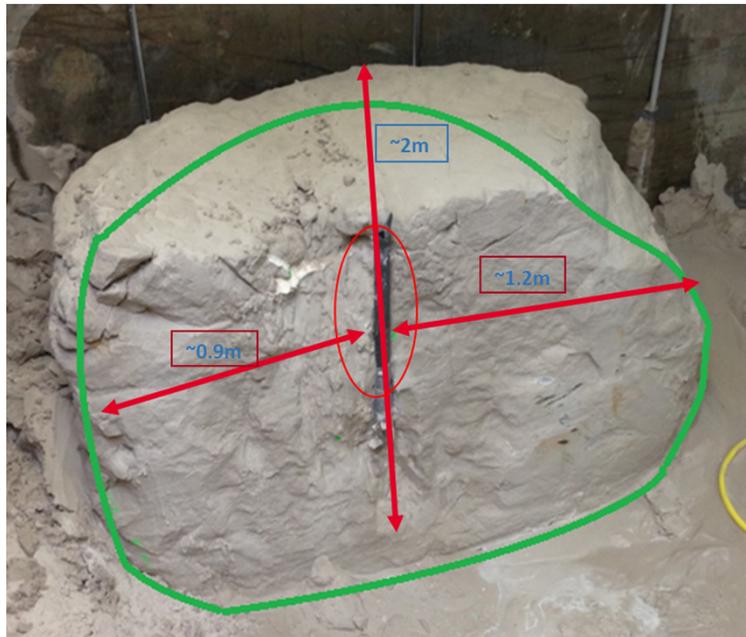
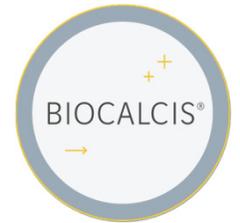
# Traitement de digues



# Essais modèle physique CNR



# Essais modèle physique CNR



# Conclusions

- Méthode d'injection, pour le **renforcement des sols**, inspirée d'un phénomène naturel
- Création d'un matériau plus résistant in situ, par **cimentation de calcite (Rc de 0,1 à 1 MPa)**  
Corrélations entre Rc et Cu, pl, Em
- Injection de **sols sablo-limoneux MAIS aussi de matériaux granulaires + grossiers**
- **Porosité reste « libre », très faible incidence sur la perméabilité**  
Rc ≤ 500 kPa pas d'influence significative sur la perméabilité
- **On ne fait pas d'étanchéité**

