



SOLETANCHE BACHY

Orléans – Pont René Thinat

Réparation par biocalcification : procédé Biocalcis



Build
Orléans

Biocalcification des sols

- Nouvelle 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** (R_c de **0,1 à 0,5 MPa**)
- Injection de **sols fins MAIS aussi de matériaux granulaires + grossiers**
- **Porosité reste « libre »**, très faible incidence sur la perméabilité
- **On ne fait pas d'étanchéité**
- **Mise en œuvre sous très faible pression**



Exemple de Stromatolithes formées par l'activité bactérienne

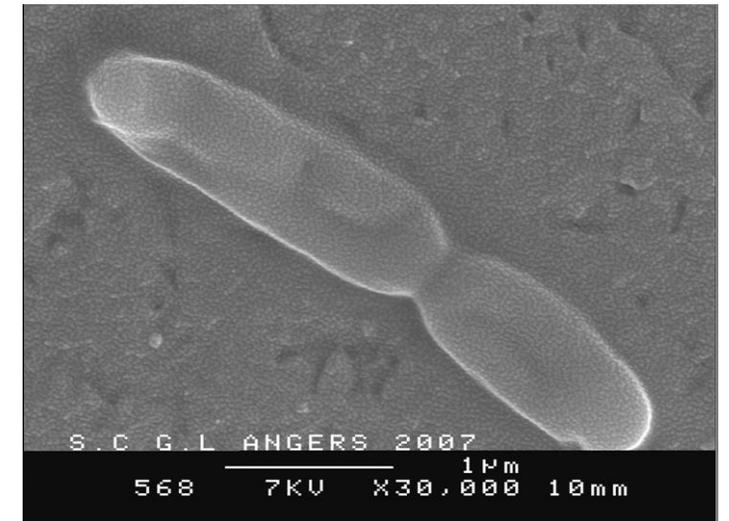
Photo: C Eeckhout, 2008



Avantages des injections de BIOCALCIFICATION

La densité du maillage de forages d'injection par rapport à un traitement classique est réduite du fait de :

- La dimension micrométrique de la bactérie , qui permet d'injecter dans des sols fins,
- La viscosité de la suspension bactérienne est proche de celle de l'eau,
- La notion de Temps de prise n'existe plus : la précipitation s'obtient par réaction des bactéries avec une solution nutritive calcifiante



Sporosarcina .pasteurii

Injection sur des distances de plusieurs mètres

Imprégnation des fluides sans montée en pression

Calcification OBTENUE en quelques jours

Porosité ouverte

BIOCALCIS®

CaCO_3

Grain de
sable

007

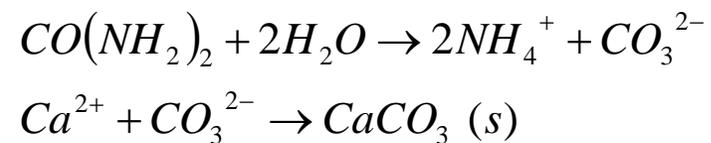
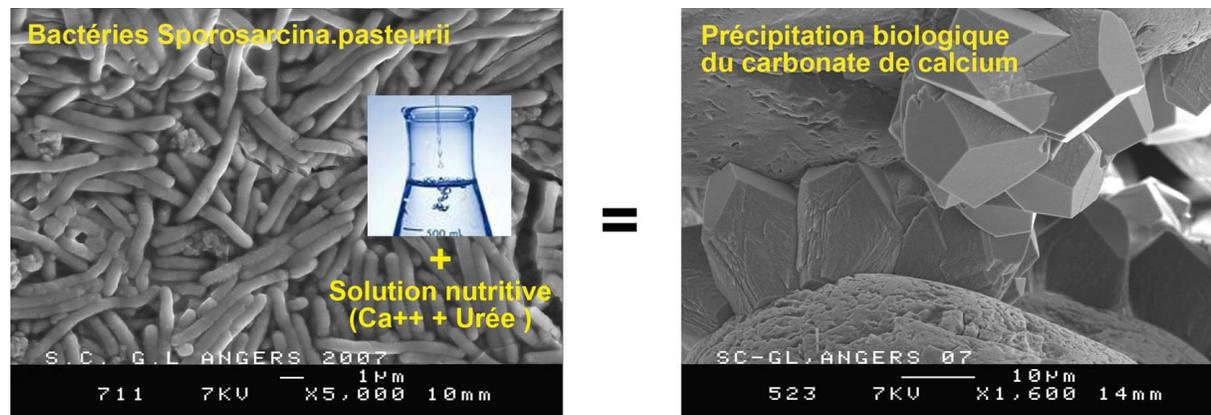
7KV

X3,000

10mm

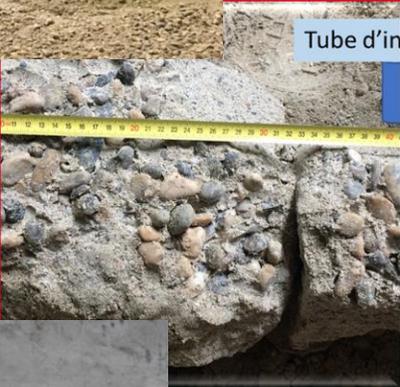
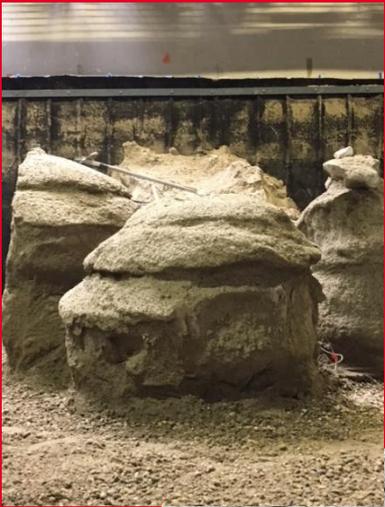
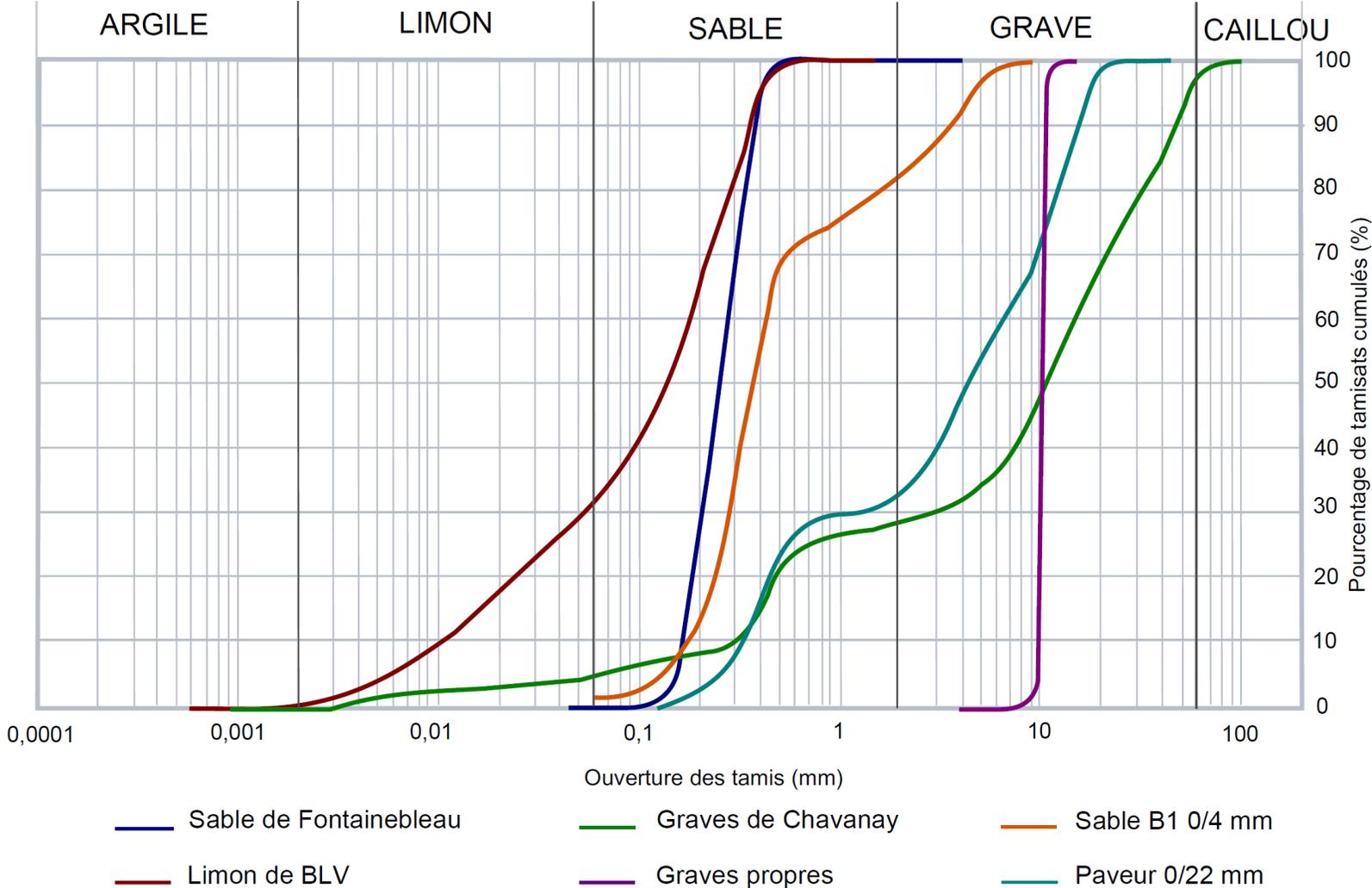
10µm

Injection en phases successives 5

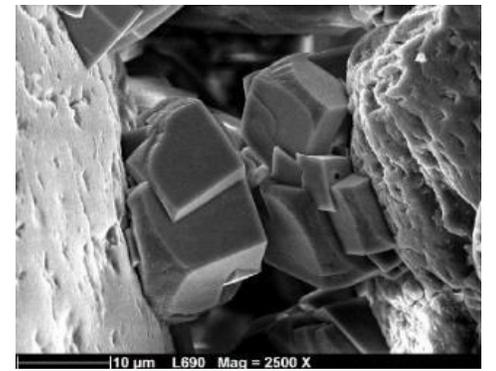


- Bactéries non pathogènes extraites du sol
- Solution calcifiante à base d'urée et d'un sel de calcium

TYPE DE SOLS



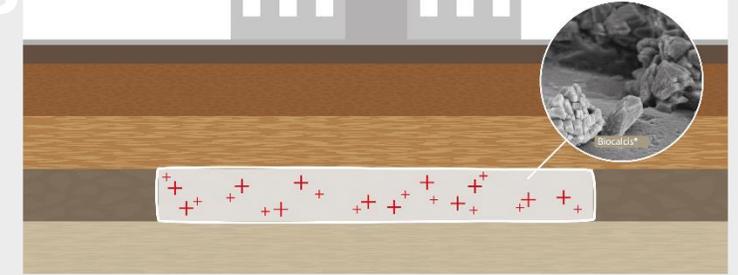
En résumé :



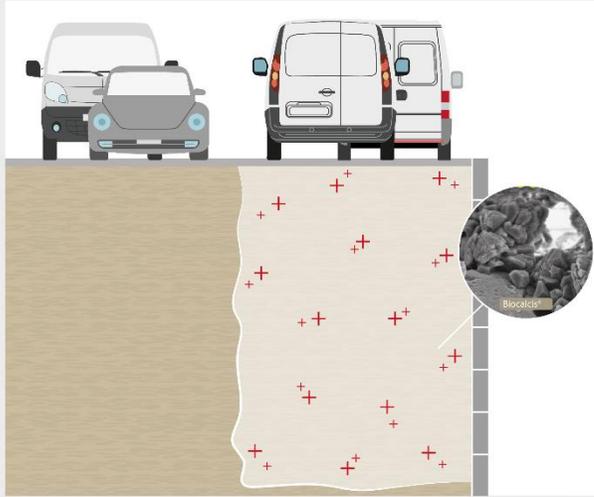
- Procédé de biocalcification, développé à l'échelle industrielle, inspiré d'un phénomène naturel
- Associé à une Méthode d'injection destiné aux travaux de renforcement des sols
- Création d'un matériau plus résistant in situ, par cimentation de calcite : Rc de 0,1 à 0,5 MPa
Corrélations entre Rc et Cu, pl, Em
- Particulièrement adapté pour des ouvrages complexes & fragilisés car pas de risque de fortes montées en pression
- Destiné à l'injection de sols sablo-limoneux MAIS aussi de matériaux granulaires + grossiers
- Très faible incidence du traitement sur la perméabilité car la porosité reste « libre » = on ne fait pas d'étanchéité avec ce procédé
- Réaction de calcification très rapide : quelques jours
- Contrôles par des moyens usuels géotechniques (CPT, pressiomètres, géophysiques)

Lutte contre la
liquéfaction des sols

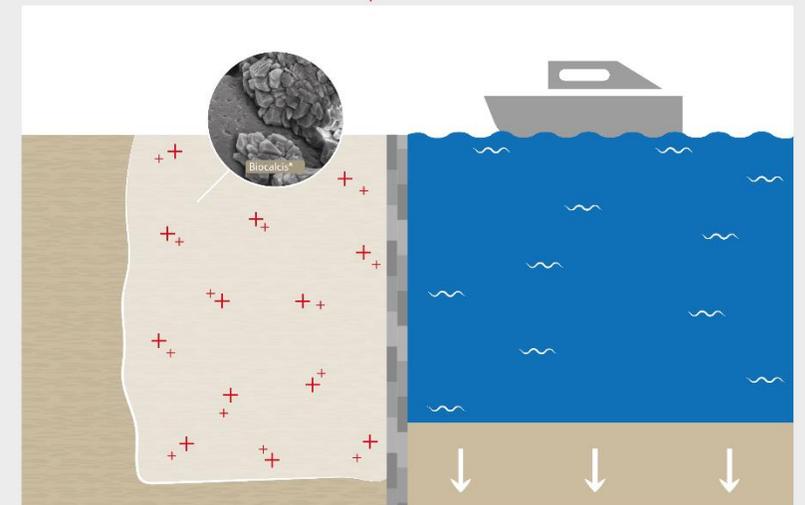
S



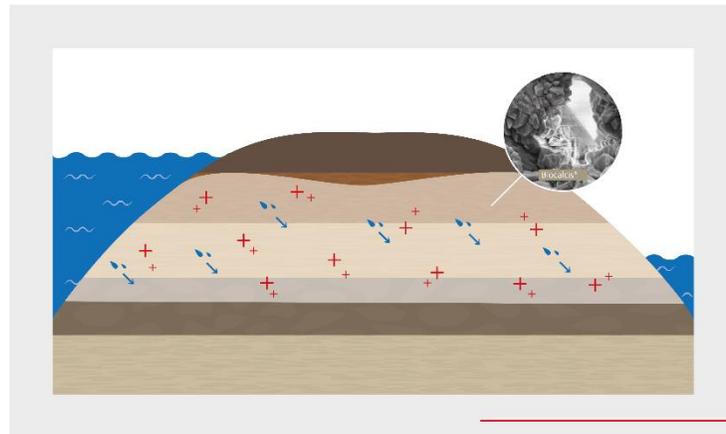
Restauration de
murs en remblai
renforcé



Approfondissement de
murs de quais

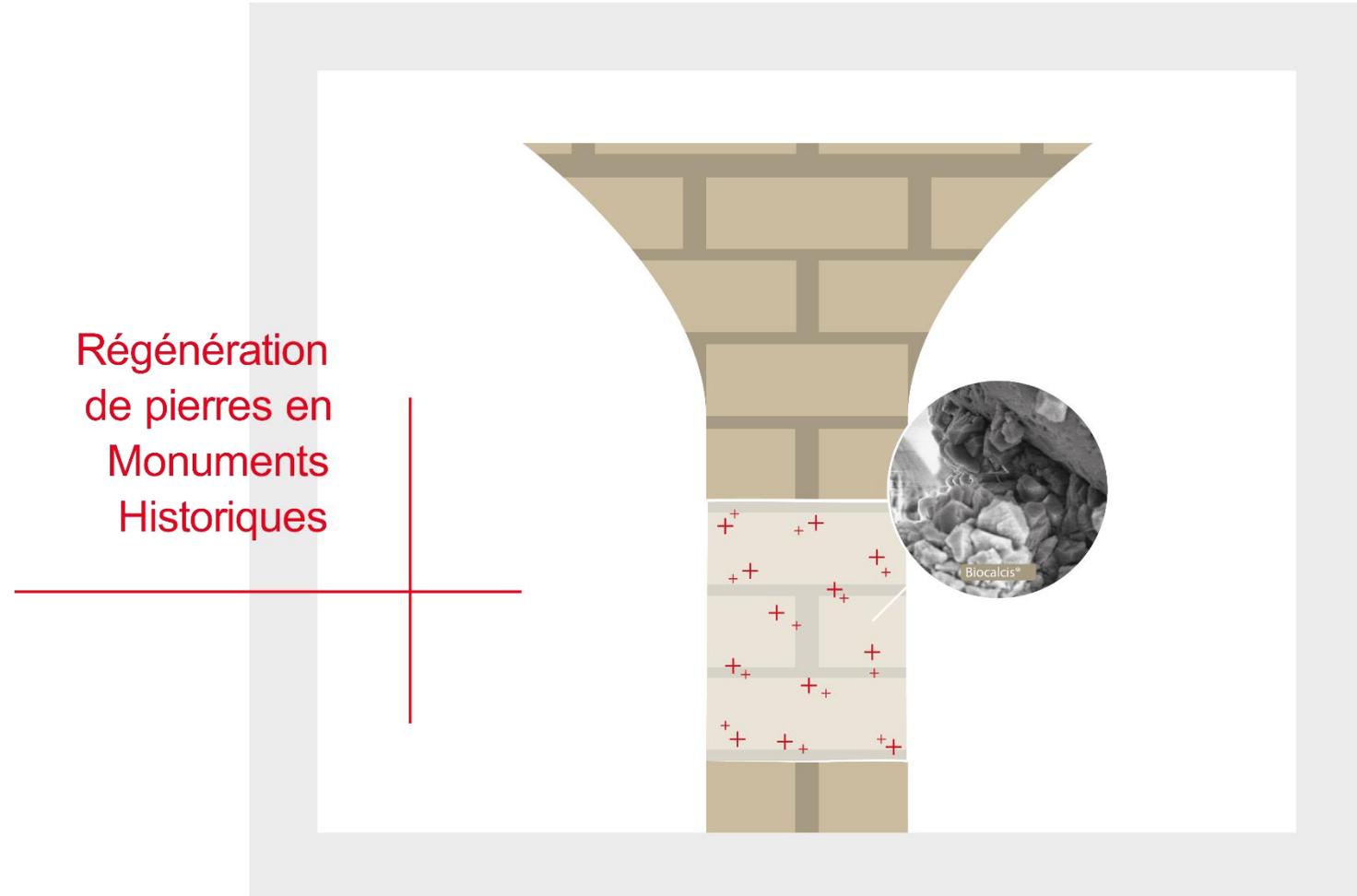


Traitement contre
l'érosion interne de
digues et talus



BIOCALCIS PATRIMOINE

Régénération
de pierres en
Monuments
Historiques



« Régénérer
au lieu de
changer »



Procédé naturel de bioconsolidation,
ajustable en fonction des besoins et
des caractéristiques de la pierre



On cherche à retrouver les
caractéristiques de la pierre saine en
évitant de sur-consolider



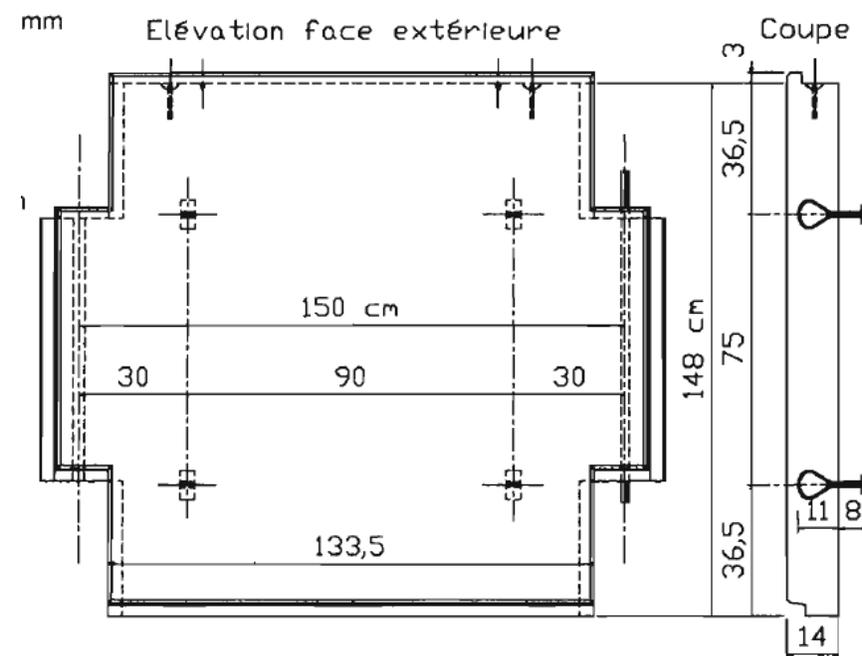
SOLETANCHE BACHY

Le chantier Pont René Thinat - Orléans

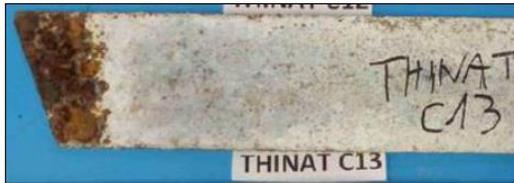


Le Pont René Thinat - Orléans

- ✓ **Historique :**
 - ✓ Construction du pont René Thinat en 1977
 - ✓ Culée nord = mur en sol renforcé
 - ✓ Sondages 2019 → Corrosion avancée des armatures



**Le chantier Pont
René Thinat -
Orléans**



Le chantier

- ✓ **But des travaux :**
 - ✓ Renforcement de la culée nord du pont
- ✓ **Solution :**
 - ✓ Renforcement par clouage : 363 u = 1600 m
 - ✓ Renforcement par des injections Biocalcis au niveau de l'appui du pont sous la chaussée en circulation (4,5 m x 11,7 m x 8,23 m = 433 m³ de terrain)
- ✓ **Géologie :**
 - ✓ Remblais technique environ 6 m derrière les écailles
 - ✓ Remblais « standard »



Le clouage



Principe Clouage

- ✓ **Solution « classique » pour des ouvrages en remblais renforcée :**
 - Carottages préalables des écailles → Diminution de l'impact sur l'ouvrage
 - Utilisation d'une pelle-glissière → Implantation à 8 m de hauteur en environnement contraint par l'exigüité des emprises



Principe Clouage

- ✓ **Solution « classique » pour des ouvrages en remblais renforcée :**
 - Clous autoforés : perforation à l'aide des barres servant d'équipement → Sécurisation du planning
 - Solidarisation aux écailles par des croix de Saint-André



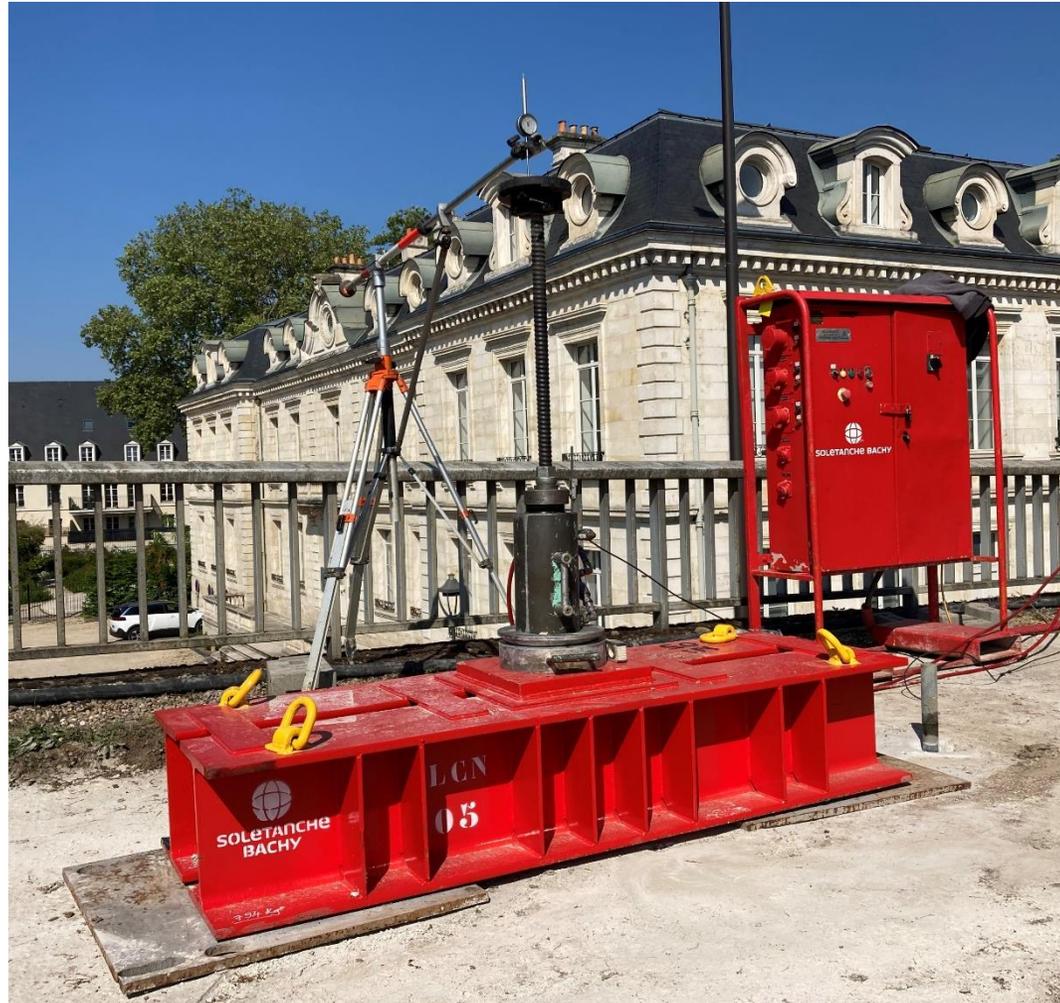
Thème : Contrôles - Clous



✓ **Contrôles :**

- ✓ Essais préalables avant travaux → Optimisation de l'ouvrage en phase d'études
- ✓ Essais de contrôle → Validation des hypothèses de dimensionnement sur des clous de l'ouvrage

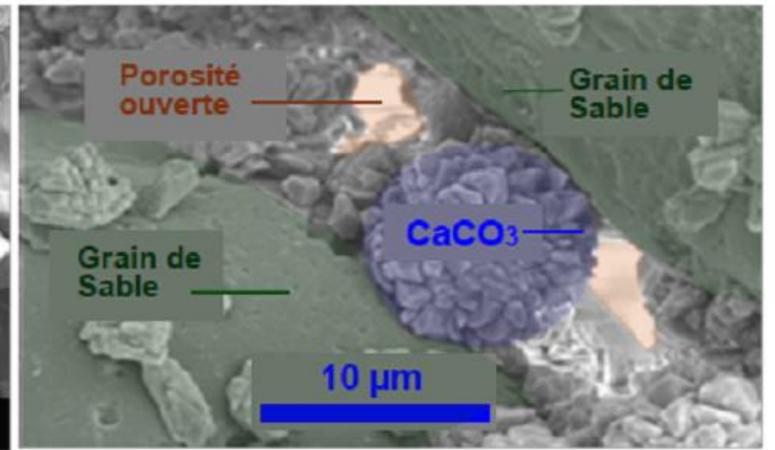
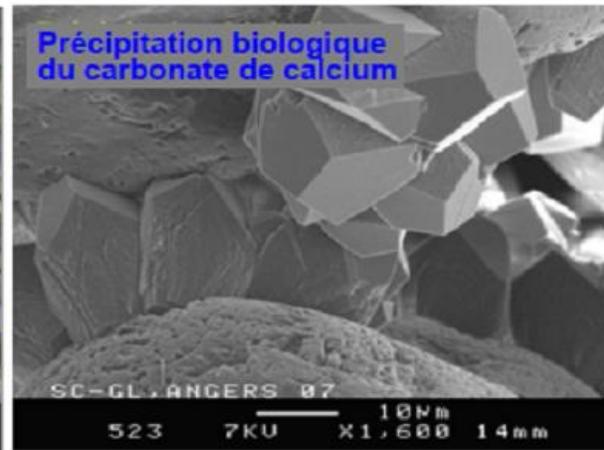
Contrôles in situ



Biocalcis



Principe Biocalcis

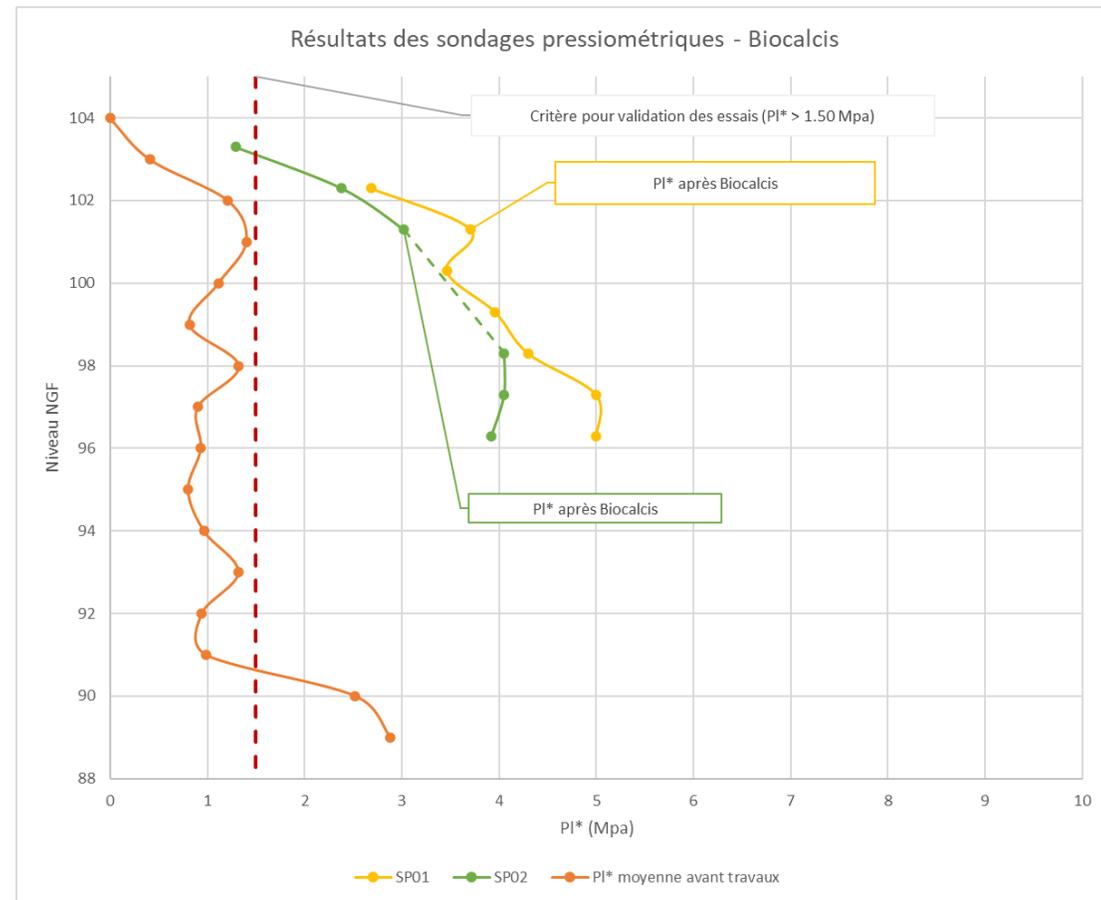


Contrôles - Biocalcis



Contrôles in situ

- ✓ **Contrôles :**
 - ✓ Essais pressiométriques
 - ✓ Essais CPT



Installation



Les avantages : Biocalcis

- ✓ Technique « verte » : réduction de la consommation de ciment
- ✓ Injection à faible pression : technique plus adaptée aux ouvrages fragilisés
- ✓ Temps de réaction réduit : en 24h la réaction est complète
- ✓ Installations compactes





SOLETANCHE BACHY



MERCI

SNUP

