

# Amélioration et renforcement des sols

## *Présentation du livre AMSOL*

Laurent Briançon, Philippe Liausu, Claude Plumelle, Bruno Simon



26 AVRIL 2018

CFMS



# Sommaire

- Pourquoi un livre sur l'amélioration et le renforcements des sols
- Objectifs du livre
- Plan – type de chaque chapitre
- Contenus du livre
- Quelques points importants des chapitres des tomes 1 et 2
- Remerciements

# Pourquoi améliorer et renforcer les mauvais sols ?

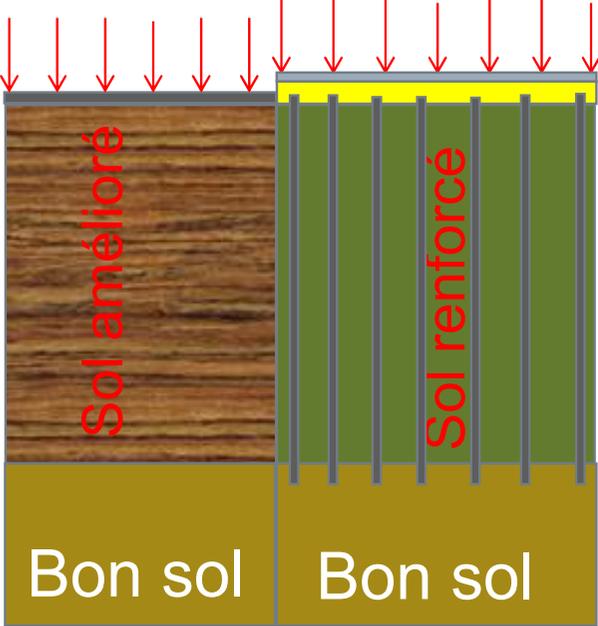
## Exemple : dallage

Risque inacceptable  
Moindre coût



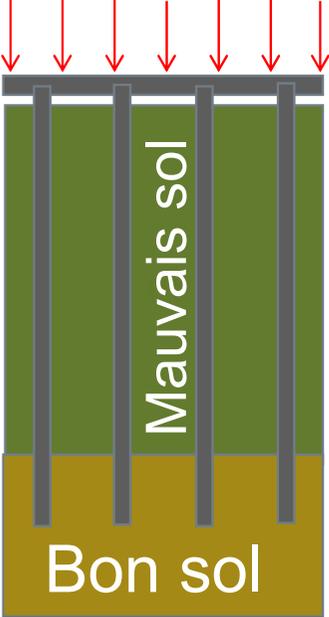
Fond sup

Maîtrise des risques  
Coût acceptable



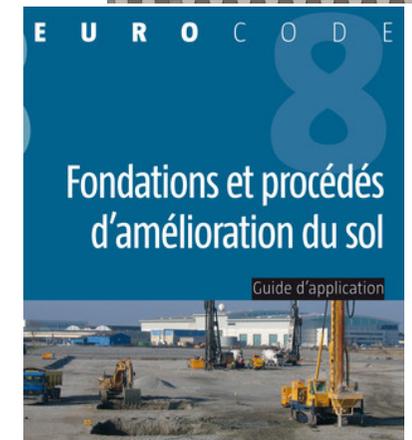
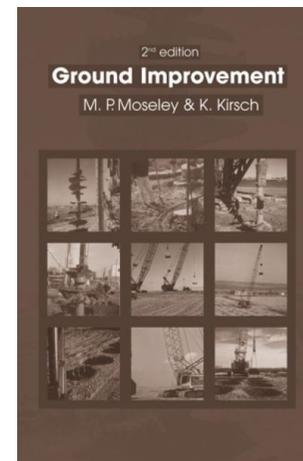
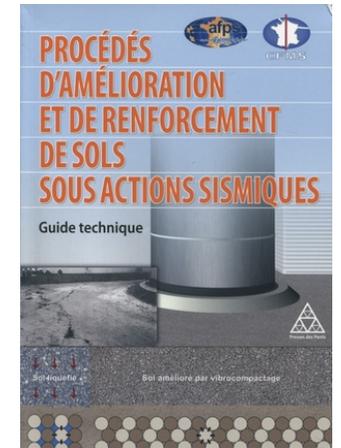
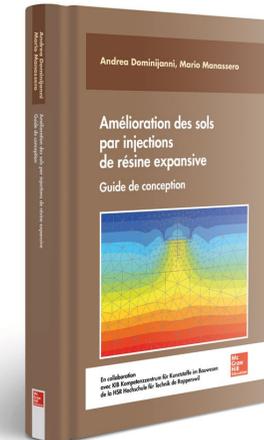
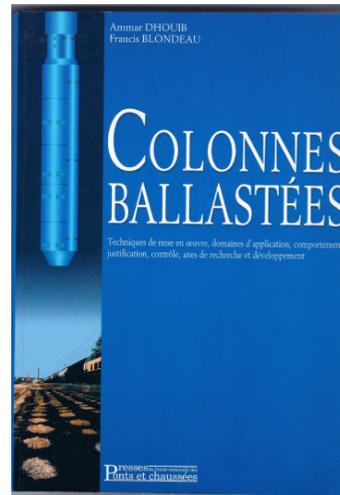
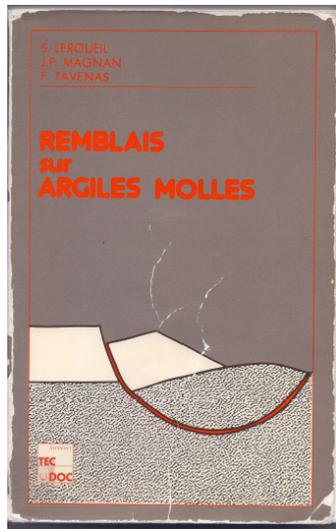
Amélioration  
Renforcement

Risque réduit  
Coût prohibitif



Fond pro

# Pourquoi un livre en français sur l'amélioration et le renforcement des sols ?

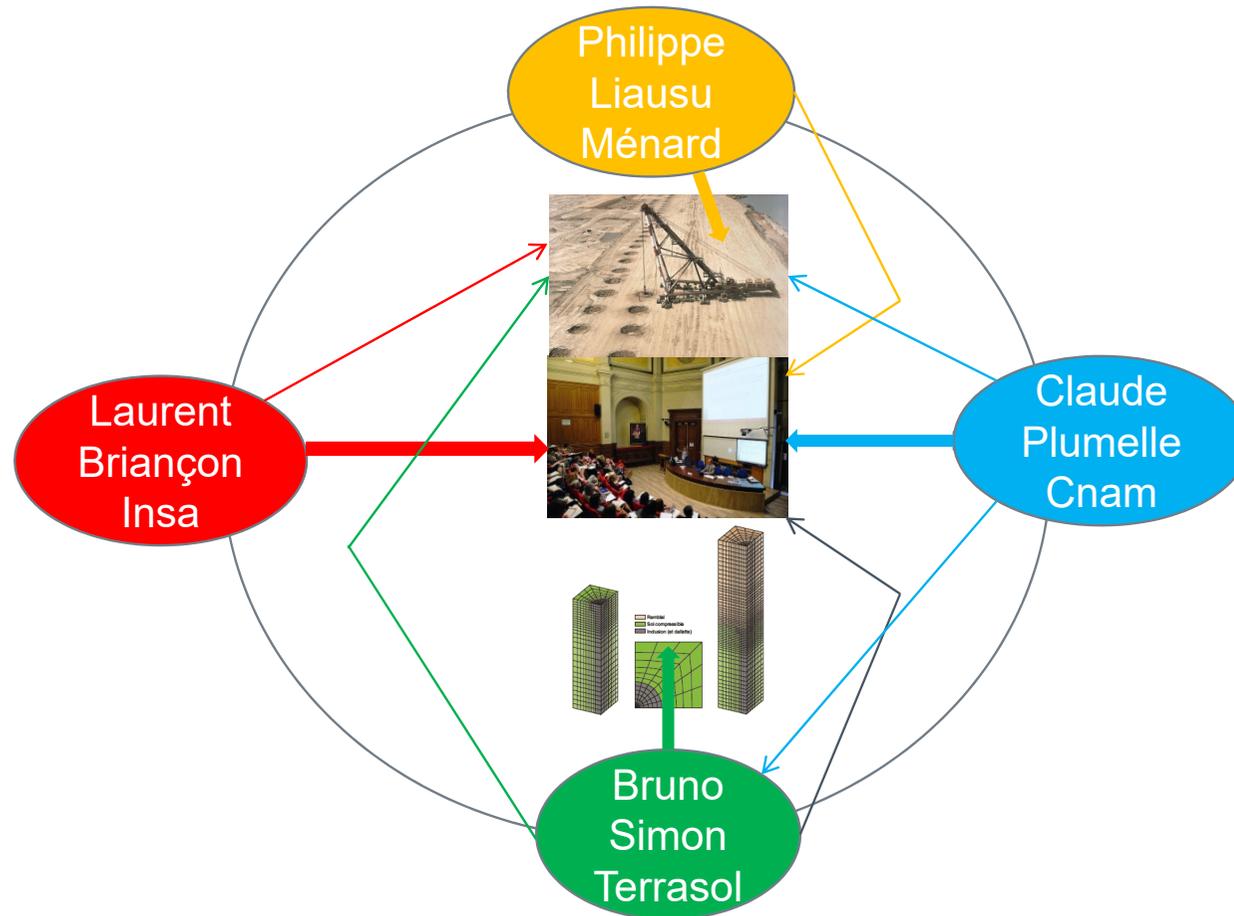


26 AVRIL 2018

CFMS

4

# AMSOL : rédacteurs - auteurs



# Objectifs du livre AMSOL

**Livre pratique** regroupant les techniques usuelles, novatrices, actuelles d'amélioration et de renforcement des sols (**TC 211**).

Permettre au **maître d'ouvrage** de comprendre les raisons du choix, de la technique la mieux adaptée, proposée par l'**ingénierie géotechnique** dans une approche technico – financière et une maîtrise des risques.

Fournir aux **géotechniciens** d'entreprise et de bureau d'études les outils pour, effectuer le meilleur choix technique, déterminer les paramètres pertinents des modèles de calcul, **concevoir** et dimensionner le futur ouvrage, l'**exécuter**, l'instrumenter et **contrôler** les différentes phases de chantier.

# Les contributeurs

- **Philippe Delmas** (Cnam) : Géosynthétiques
- **Annette Esnault – Filet** (Solétanche Bachy) : Méthodes Biologiques
- **Nicolas Faure** (Uretek) : Injection de résine expansive
- **André Jaubertou** (Solétanche Bachy) : Injections ciment et chimiques, Injection solide
- **Serge Lambert** (Keller) : Colonnes ballastées, Jet grouting, Injection solide
- **Fabrice Mathieu** (Solétanche Bachy) : Deep mixing method
- **Jean – Pierre Sanfratello** (Colas) : Remplacement, allègement, compensation

# Plan - type de chaque chapitre d'AMSOL

1. Historique
2. Présentation de la **technique**
3. **Comportement**, mécanismes et fonctionnement
4. **Modèles** et moyens de calcul,
5. **Conception** de l'ouvrage
6. **Exécution**
7. **Suivis**, contrôles et instrumentations
8. **REX** d'ouvrages courants
9. REX d'ouvrages exceptionnels
10. Bibliographie

# Contenu du livre AMSOL : Tome 1 (496 pages)



## Prérequis

1. Reconnaître et décrire le comportement des sols
2. Investigations géotechniques
3. Auscultation géotechnique

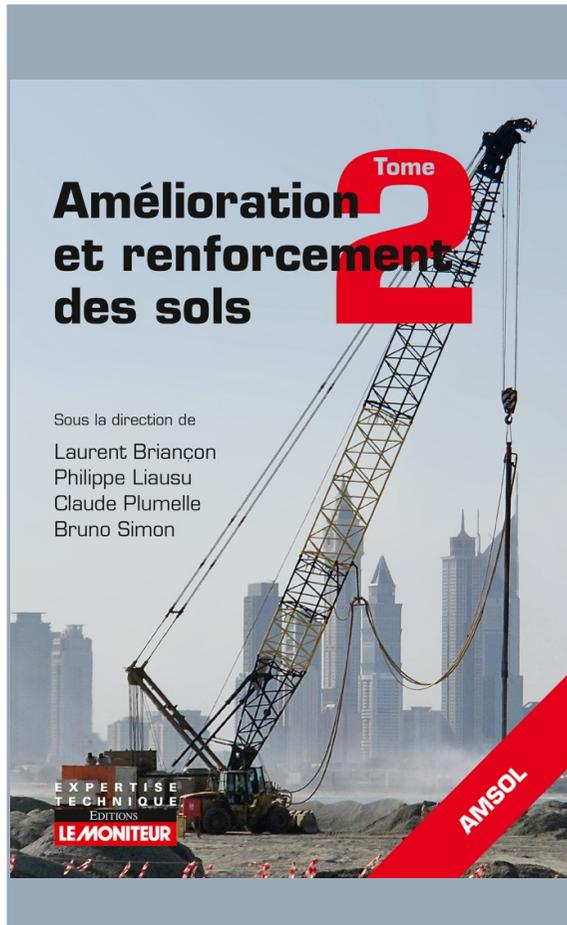
## A. Amélioration des sols, sans adjuvant, pour sols pulvérulents et remblais

4. Compactage dynamique et substitution dynamique
5. Vibrocompactage
6. Compactage à l'explosif

## B. Amélioration des sols, sans adjuvant, pour sols cohérents

7. Remplacement, allègement, compensation
8. Préchargements avec remblais, avec ou sans drains,
9. Consolidation atmosphérique

# Contenu du livre : Tome 2 (624 pages)



## C. Amélioration des sols, avec adjuvant ou inclusions, pour sols pulvérulents et remblais

- 10. Colonnes ballastées
- 11. Renforcement par inclusions rigides verticales
- 12. Géosynthétiques

## D. Amélioration des sols, avec injections

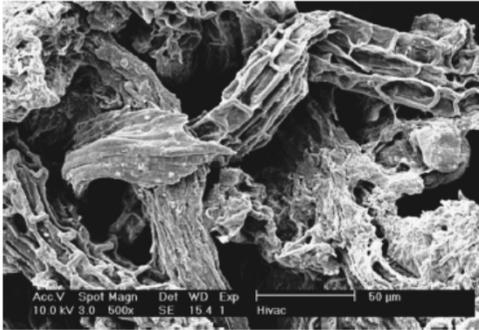
- 13. Méthodes biologiques
- 14. Injections ciment et chimiques
- 15. Deep Mixing Method (DMM)
- 16. Jet grouting
- 17. Injection solide
- 18. Injection de résine expansive

## Quelques points importants des différents chapitres....

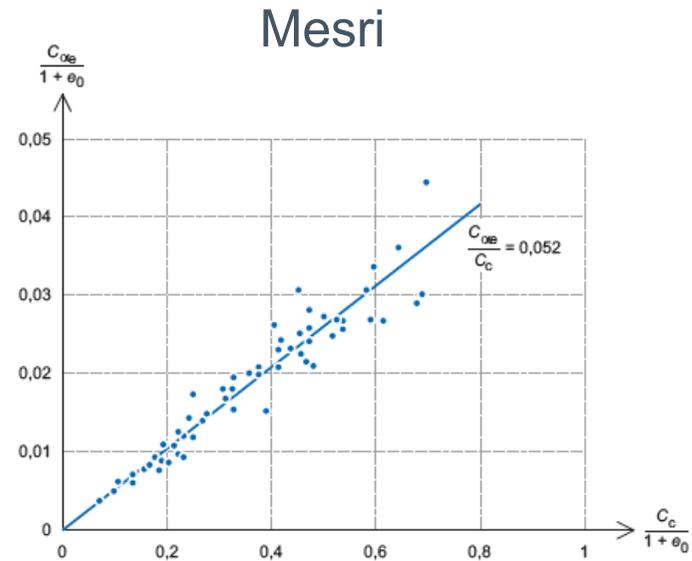
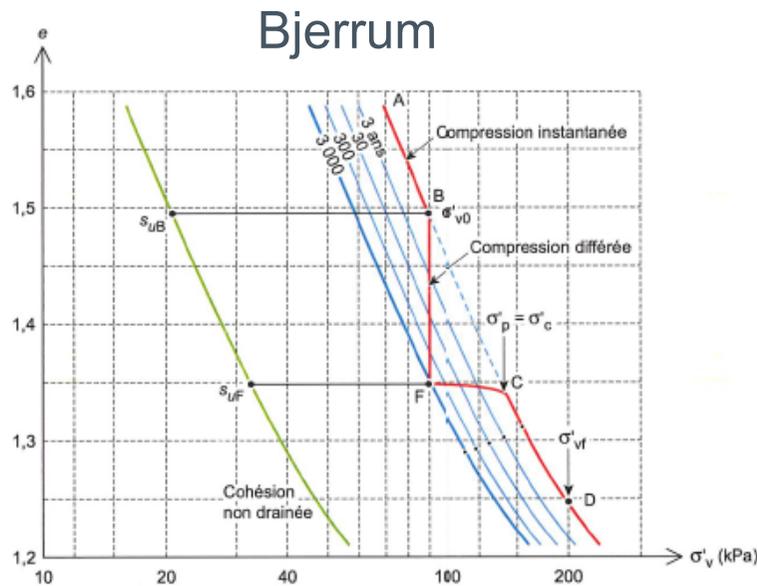
- *Reconnaître et décrire le comportement des sols*
- *Investigations géotechniques et modélisation des essais de laboratoire en vue de la conception des ouvrages*
- *Instrumentation, un outil pour les chantiers d'amélioration des sols*
- Inclusions rigides
- DMM (Deep Mixing Method)
- Applications numériques
- Petits et grands chantiers
- Combinaison de plusieurs techniques

# Reconnaître et décrire le comportement des sols

## *Sols organiques*



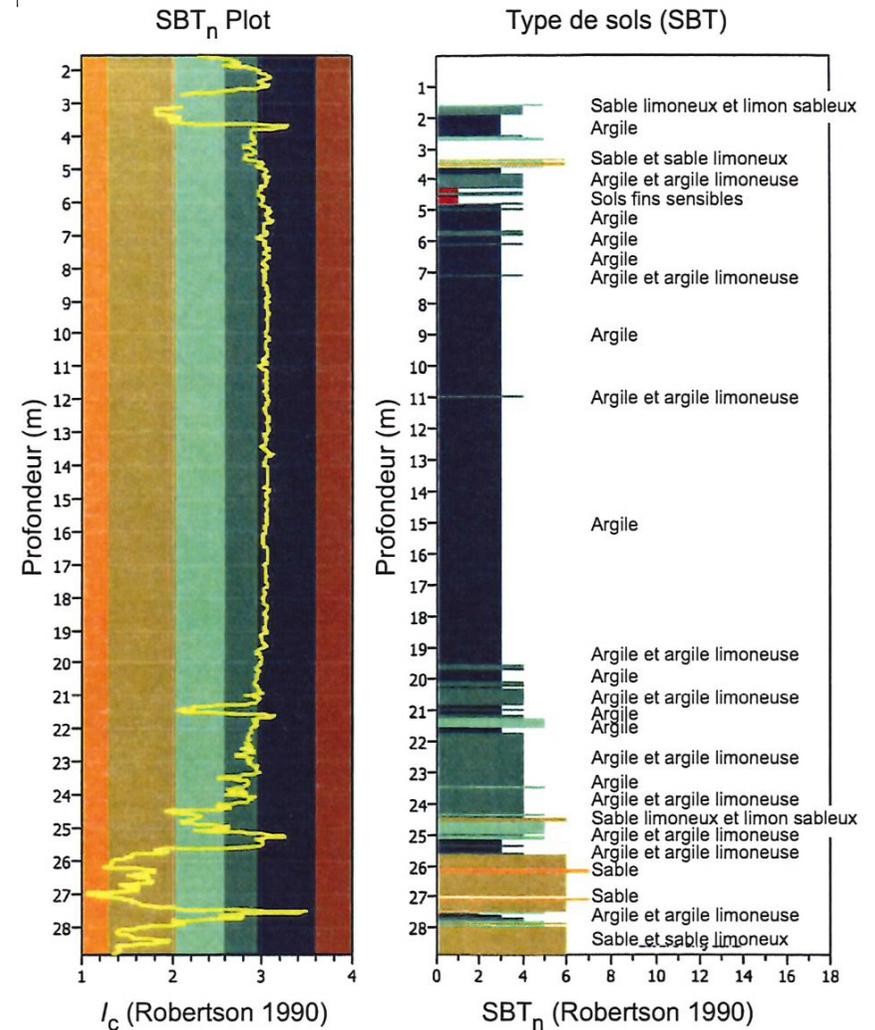
Classification des tourbes de Von Post (H1 à H10)  
Simplifiée par le LCPC :  
Fibreuse, semi – fibreuse, amorphe (Perrin 1974)



# Investigations géotechniques

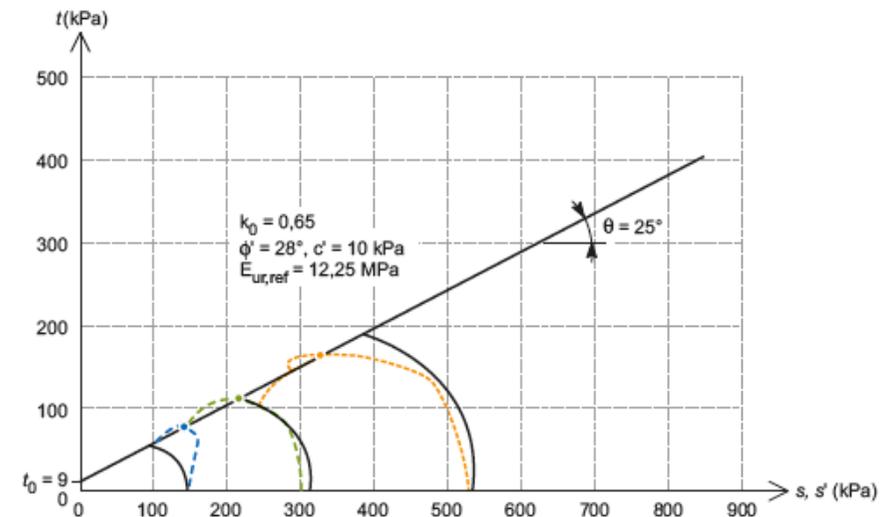
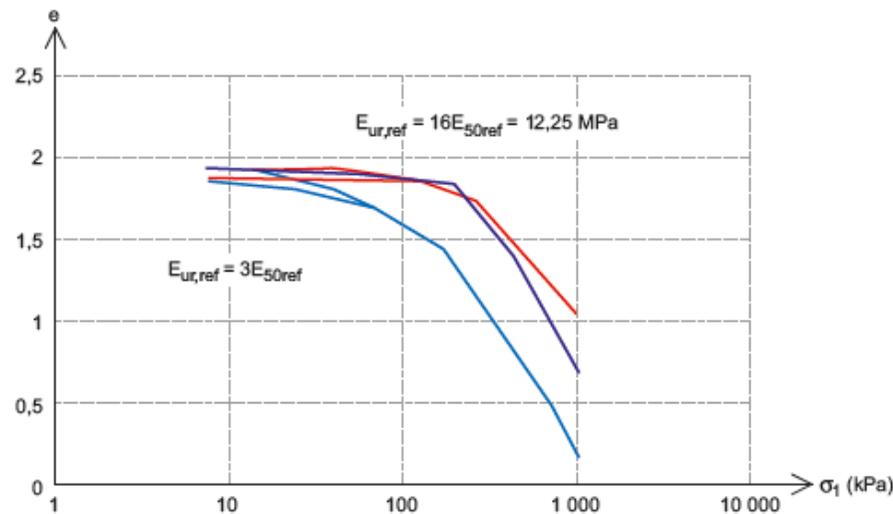
**Du général :**  
 géologie, hydrogéologie, géophysique  
**Au sondage ponctuel :** carotté,  
 destructif, CPT

**CPT, CPTU,**  
 Mais aussi cônes spéciaux et  
 environnementaux



# Modélisation des essais de laboratoire en vue de la conception des ouvrages (Loi HSM)

*Calage des essais de laboratoire : essai œdométrique et triaxial CU + u.*



Limon argileux (Montoir - de - Bretagne)

# Inclusions rigides

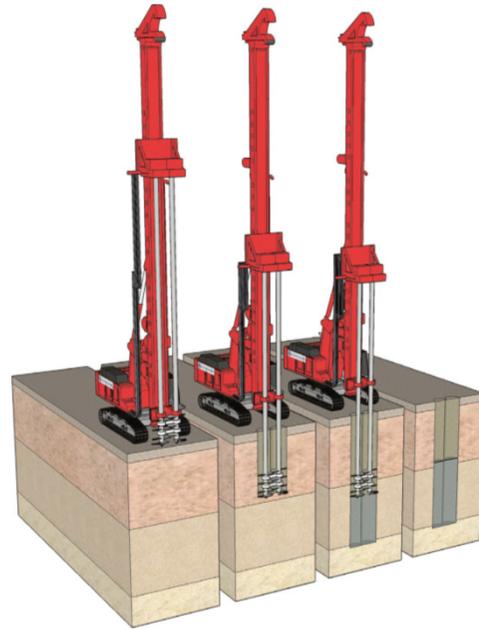


- › Chapitre très développé du fait de l'utilisation croissante de ces techniques ces dernières années
- › Chapitre rédigé sur la base des recommandations ASIRI
- › Mais compte tenu du retour d'expérience après plusieurs années d'utilisation des ces recommandations ASIRI, ce chapitre clarifie un certain nombre de points et en aborde de nouveaux

## Inclusions rigides

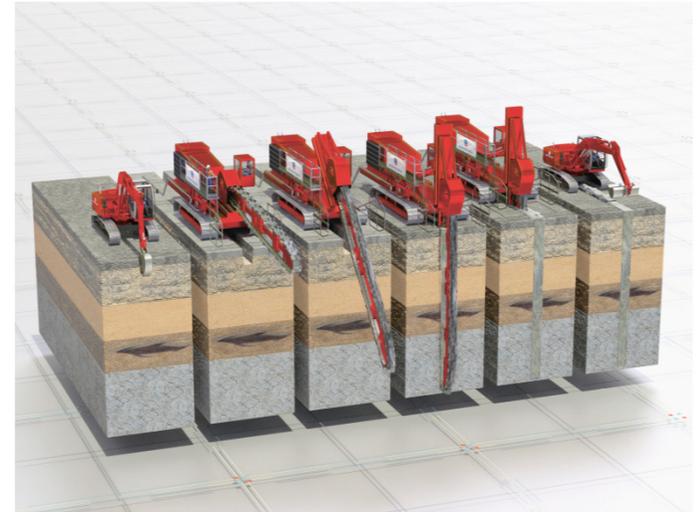
- › La démarche d'élaboration et de validation des modèles numériques est décrite dans ses étapes successives
- › Vérifications ASIRI détaillées en référence au détail des normes fondations NF P 94 261 et 262 (sorties postérieurement)
- › Chapitres 11 IR (et 12 GSY) explicitent de manière détaillée
  - La prise en compte des nappes de renforcement du matelas dans le modèle analytique de la cellule élémentaire
  - La vérification des conditions de recouvrement entre lés adjacents

# Deep Mixing Method



Présentations des différentes technologies utilisées et retours d'expérience

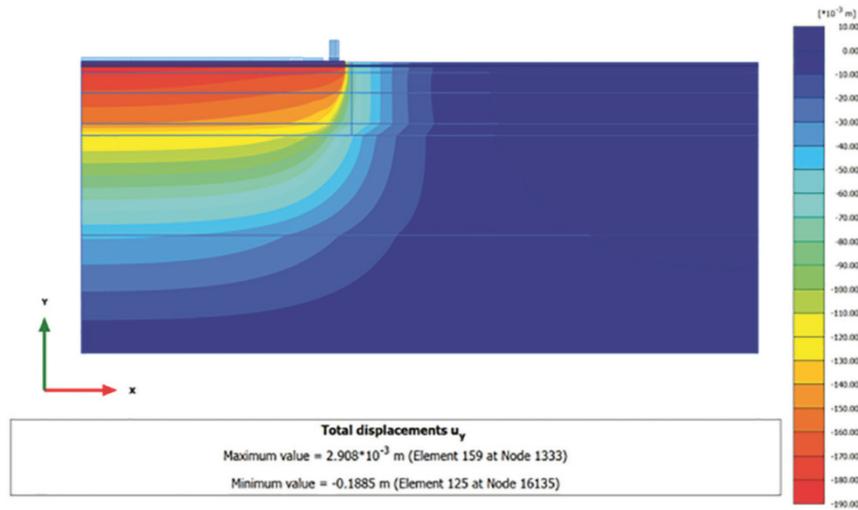
26 AVRIL 2018



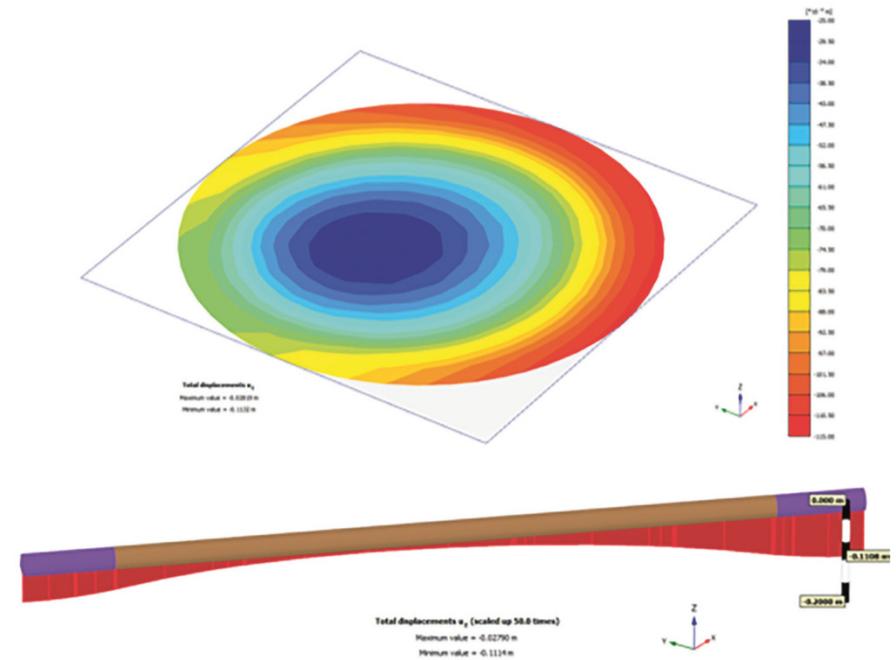
CFMS

17

# Applications numériques

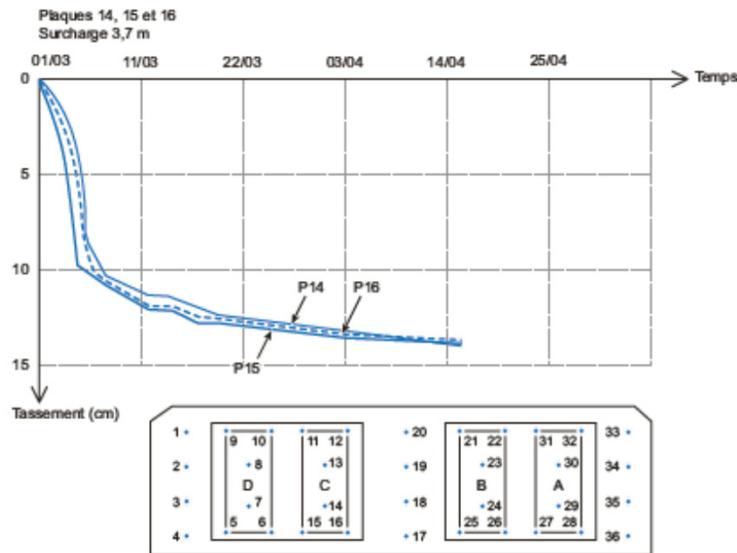


Exemple de calcul de simulation de l'hydrotest d'un bac fondé sur colonnes ballastées



Et résultats des mesures à la construction...

# Petits et grands chantiers



Préchargement et drains verticaux pour dallage d'un entrepôt

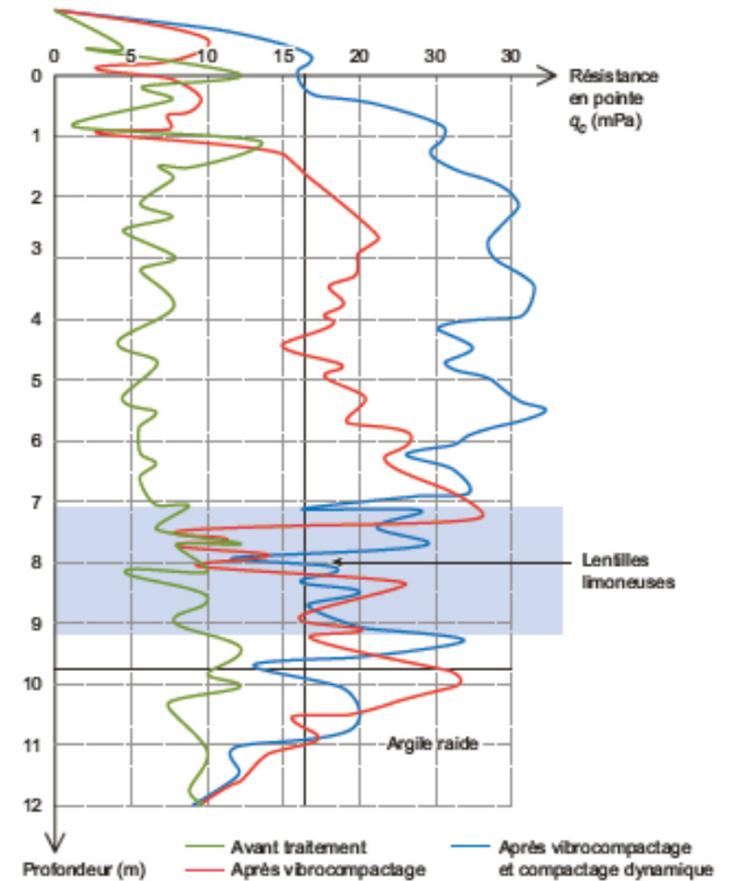


Préchargement et drains verticaux pour terminal France du tunnel sous la Manche

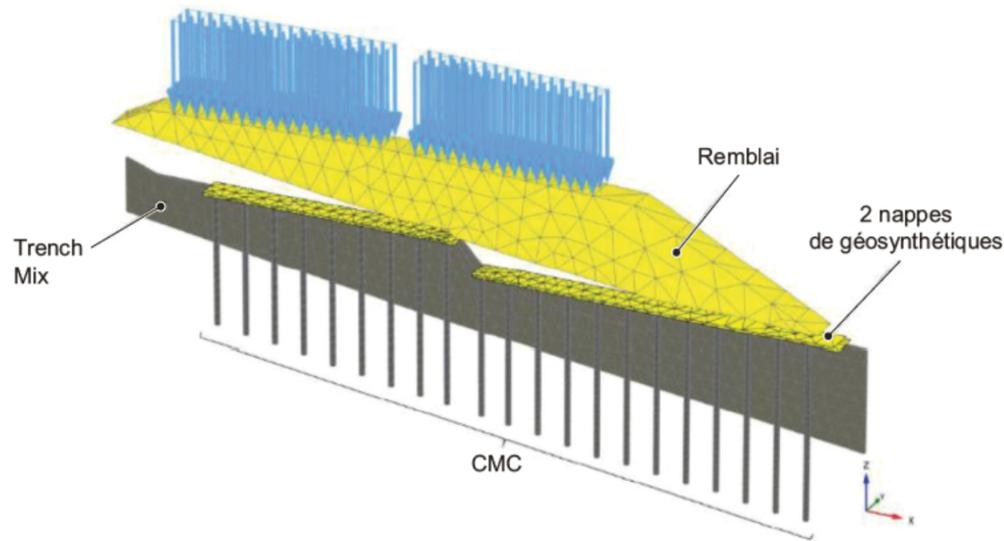
# Combinaison de plusieurs techniques



Compactage dynamique et vibrocompactage



# Combinaison de plusieurs techniques



Trenchmix (DSM)  
et CMC (inclusions rigides)



# Remerciements

**Préface de Roger Frank**, Professeur honoraire de l'ENPC  
et Président de la SIMSG de 2013 à 2017

## *Les relecteurs :*

- **Abdelkader Abdelouhab** (Texinov)
- **Patrick Berthelot** (Bureau Veritas)
- **Luis Carpinteiro** (Socotec / Ginger - Cebtp)
- **Nicolas Denies** (CSTC)
- **Jean Robert Gauthey** (Spie Fondations)
- **Alain Guilloux** (Terrasol)
- **Jerôme Racinais** (Ménard)
- **Grégory Scharff** (Solétanche – Bachy – Pieux)
- **Serge Varaskin** (Ménard)

**Valérie Bernhardt** pour le soutien logistique de Terrasol (Groupe Setec)

# Les Editions du Moniteur

- **Claire de Gramont**, directrice des éditions
- **Thierry Kremer**, directeur éditorial
- **Carole Trochu**, éditrice
- **Alain Bouteveille**, édition et coordination des illustrations

***Des exemplaires du premier tome du livre seront consultables pendant le déjeuner et la pause de l'après – midi.***

***Le deuxième tome sortira en juin prochain.***