



**cfms**

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE  
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

# Traitements et améliorations des sols

Rappel des référentiels, évolution des textes sur les améliorations des sols,  
révision de l'EC7

JST DU 05/04/2023

Journée parrainée par KELLER



# Sommaire

- Rappel des référentiels
- Evolution des textes sur les améliorations des sols
- Révision de l'EC7

# Rappel des référentiels

Actuellement, nous avons les référentiels suivants pour les **inclusions rigides**:

- **Recommandations ASIRI: Recommandations pour la conception le calcul l'exécution et le contrôle des ouvrages sur sols améliorés par inclusions rigides (2011)**
- **Recommandations de l'AFPS et du CFMS: Améliorations et renforcement de sol sous actions sismiques (2012)**
- **Les cahiers des charges des entreprises validés par l'EPG (Evaluation des procédés géotechniques) pour les cas particuliers des semelles mixtes,**



## Évaluation du procédé géotechnique Renforcement de sol par inclusions rigides

Nom du procédé	Renforcement de sol par inclusions rigides, cas particuliers des semelles et radiers mixtes
Demandeur	Keller-Fondations Spéciales 2 rue Denis Papin CS 69224 DUTLENHEIM 67129 MOLSHEIM CEDEX

L'évaluation du procédé géotechnique a été conduite par le Cerema et l'Université Gustave Eiffel et approuvé de manière consensuelle par une commission dédiée (dont le rôle, la composition, etc. sont précisés dans le référentiel relatif à l'évaluation des procédés géotechniques). Cette évaluation est jointe ci-après, d'une durée de validé jusqu'au 28/02/2026.

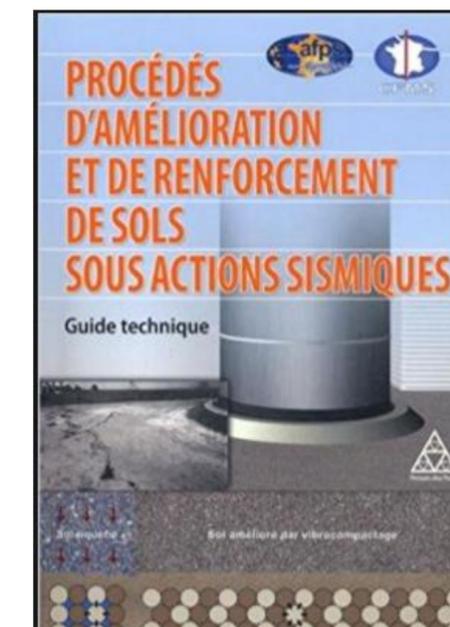
L'évaluation repose sur :

- la demande de l'entreprise Keller sollicitant l'Université Gustave Eiffel et le Cerema pour un renouvellement du cahier des charges « Renforcement de sol par inclusions rigides, cas particuliers des semelles mixtes et radiers mixtes » avec l'engagement que la mise en œuvre de ce procédé n'a pas été identifiée comme une source potentielle de désordres ;
- l'analyse des performances du procédé géotechnique « Renforcement de sol par inclusions rigides, cas particuliers des semelles mixtes et radiers mixtes » dans le cadre d'une mission réalisée par l'Université Gustave Eiffel et le Cerema avec l'appui d'un expert. Les conclusions de cette mission sont consignées dans un rapport d'analyse qui est présenté en annexe ;
- le référentiel pour l'évaluation des procédés géotechniques (version 1 en date de Février 2019), complété des dispositions spécifiques relatives aux inclusions validées par la commission EPG à la date de la présente évaluation.

Fontenay-sous-Bois, le 15 Février 2023.

Fabien Szymkiewicz  
Université Eiffel / GERS/SRO

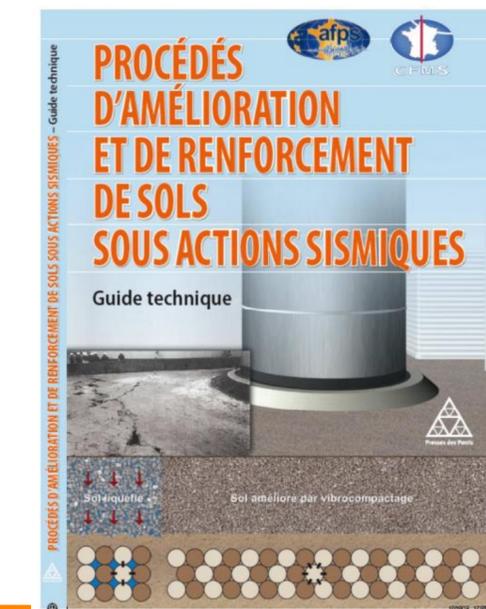
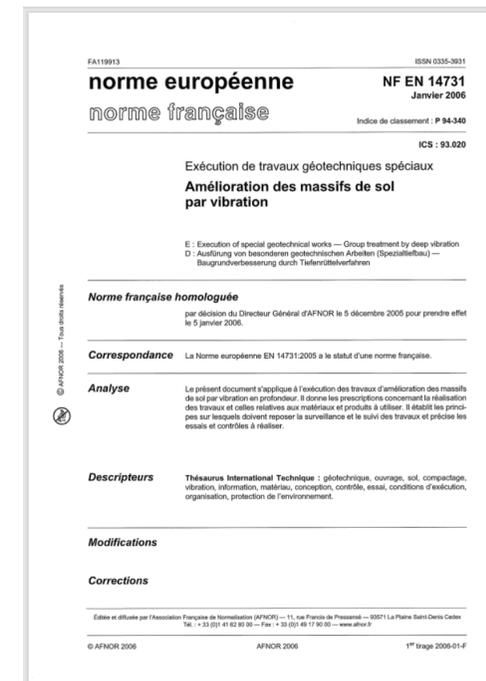
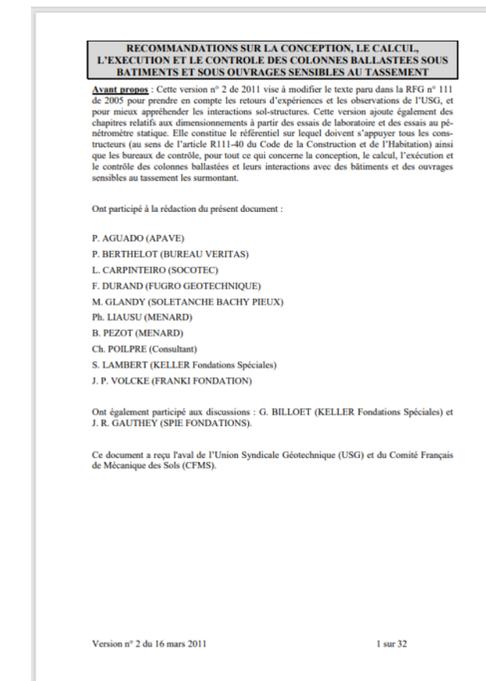
Cécile Maurel  
Cerema Ile-de-France  
Département Géosciences Risques



# Rappel des référentiels

Actuellement, nous avons les référentiels suivants pour les **colonnes ballastées**:

- Norme d'exécution NF EN14731: Amélioration des massifs de sol par vibration (janvier 2006)
- Recommandations CFMS: sur la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des colonnes ballastées sous bâtiment et sous ouvrages sensibles aux tassements (2011).
- Recommandations de l'AFPS: Améliorations et renforcement de sol sous sollicitations sismiques (2012)



# Rappel des référentiels

## Des normes d'exécutions:

- **NF EN 12715: Injection (octobre 2020)**
- **NF EN 12716: Colonnes, panneaux et structures de sol-ciment réalisé par jet (Décembre 2018)**
- **NF EN 14679: Colonnes de sol traité (Septembre 2005)**
- **NF EN 15237: Drains verticaux (Mai 2007)**

ISSN 0335-3931  
**norme française** **NF EN 12716**  
Décembre 2018  
Indice de classement : P 94-331  
ICS : 93.020

**Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Jet-grouting**

E : Execution of special geotechnical work — Jet grouting  
D : Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Düsenstrahlverfahren

**Norme française**  
homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR en avril 2019.  
Remplace la norme homologuée NF EN 12716, d'octobre 2001.

**Correspondance** La Norme européenne EN 12716:2018 est mise en application avec le statut de norme française par publication d'un texte identique.  
La version anglaise de cette norme française a été républiée dès que la norme européenne a été disponible, en décembre 2018.

**Résumé** Le présent document établit des principes généraux en vue de l'exécution des travaux de jet-grouting.

**Descripteurs** **Thésaurus International Technique** : géotechnique, ouvrage, forage, sol, désaggrégation, jet hydraulique, mélangeage, coulis, ciment, matériau, conception, caractéristique mécanique, mise en oeuvre, conditions d'exécution, matériel de chantier, contrôle, essai, document, règle de sécurité, prévention des accidents, protection de l'environnement.

**Modifications** Par rapport au document remplacé, révision de la norme.

**Corrections**

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tel. : +33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : +33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org

© AFNOR — Tous droits réservés

Version de 2018-12-P

ISSN 0335-3931  
**norme européenne** **NF EN 14679**  
Septembre 2005  
Indice de classement : P 94-334  
ICS : 93.020

**norme française**

**Exécution de travaux géotechniques spéciaux Colonnes de sol traité**

E : Execution of special geotechnical works — Deep mixing  
D : Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Tiefreichende Bodenstabilisierung

**Norme française homologuée**  
par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 août 2005 pour prendre effet le 5 septembre 2005.

**Correspondance** La Norme européenne EN 14679:2005, avec son corrigendum AC:2006, a le statut d'une norme française.

**Analyse** Le présent document s'applique à l'exécution des colonnes de sol traité selon les techniques de malaxage par voie sèche ou par voie humide. Il donne les prescriptions concernant la réalisation des travaux et celles relatives aux matériaux et produits à utiliser. Il établit les principes sur lesquels doivent reposer la surveillance et le suivi des travaux et précise les essais et contrôles à réaliser.

**Descripteurs** **Thésaurus International Technique** : géotechnique, sol, caractéristique, définition, malaxage, matériau, conception, spécification, règle de construction, résistance des matériaux, mise en oeuvre, essai, contrôle, de qualité, vérification, document technique.

**Modifications**

**Corrections** Par rapport au 1er tirage, incorporation du corrigendum AC, de juin 2006.

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tel. : +33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : +33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org

© AFNOR 2005

ISSN 0335-3931  
**norme européenne** **NF EN 12715**  
Octobre 2000  
Indice de classement : P 94-330  
ICS : 93.020

**norme française**

**Exécution des travaux géotechniques spéciaux Injection**

E : Execution of special geotechnical work — Grouting  
D : Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Injektionen

**Norme française homologuée**  
par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 septembre 2000 pour prendre effet le 5 octobre 2000.

**Correspondance** La Norme européenne EN 12715:2000 a le statut d'une norme française.

**Analyse** Le présent document s'applique à l'exécution des travaux d'injection qu'ils soient avec déplacement des terrains (injection solide, fracturation hydraulique) ou sans déplacement des terrains (impregnation, injection de fissures, injection de comblement). Il donne les prescriptions concernant la réalisation des travaux et celles relatives aux matériaux et produits. Il précise certains points particuliers relatifs à la conception ainsi que les essais et les contrôles à faire pour les différents types d'injection.

**Descripteurs** **Thésaurus International Technique** : géotechnique, ouvrage, sol, forage, injection, coulis, classification, matériau, conception, mise en oeuvre, conditions d'exécution, essai, contrôle, règle de sécurité, prévention des accidents, protection de l'environnement.

**Modifications**

**Corrections**

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex  
Tel. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : +33 1 42 91 55 55

NF EN 15237 Drains ...pdf

ISSN 0335-3931  
**norme européenne** **NF EN 15237**  
Mai 2007  
Indice de classement : P 94-337  
ICS : 93.020

**norme française**

**Exécution des travaux géotechniques spéciaux Drains verticaux**

E : Execution of special geotechnical works — Vertical drainage  
D : Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Vertikaldräns

**Norme française homologuée**  
par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 avril 2007 pour prendre effet le 20 mai 2007.

**Correspondance** La Norme européenne EN 15237:2007 a le statut d'une norme française.

**Analyse** Le présent document traite de l'exécution des réseaux de drains verticaux. Il établit les principes généraux pour la réalisation des travaux (conception et méthodes d'exécution), pour le choix des produits (drains préfabriqués ou drains de sable), pour les essais de contrôle, la surveillance et le suivi des travaux. Il s'applique aux travaux d'amélioration des sols de faible perméabilité et fortement compressibles, par préchargement du terrain associé à un réseau de drains verticaux et donne des indications sur le chargement de ces terrains avec un remblai, par consolidation atmosphérique ou par rabattement de la nappe.

**Descripteurs** **Thésaurus International Technique** : géotechnique, renforcement, sol, drain, conception, exigence, matériau, pose, contrôle.

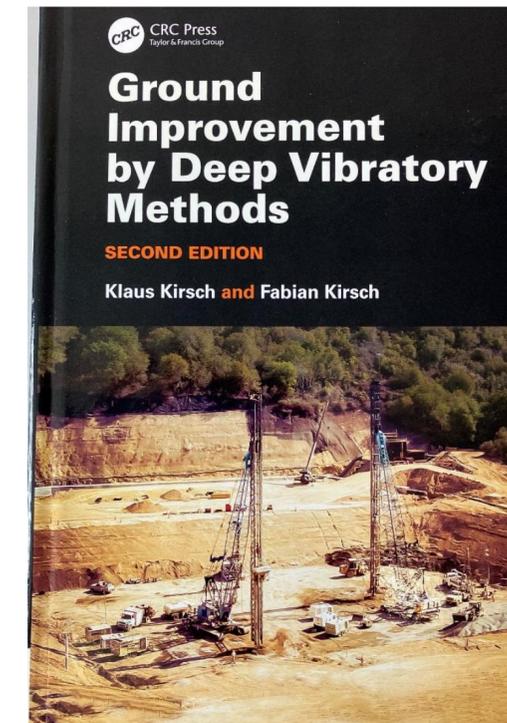
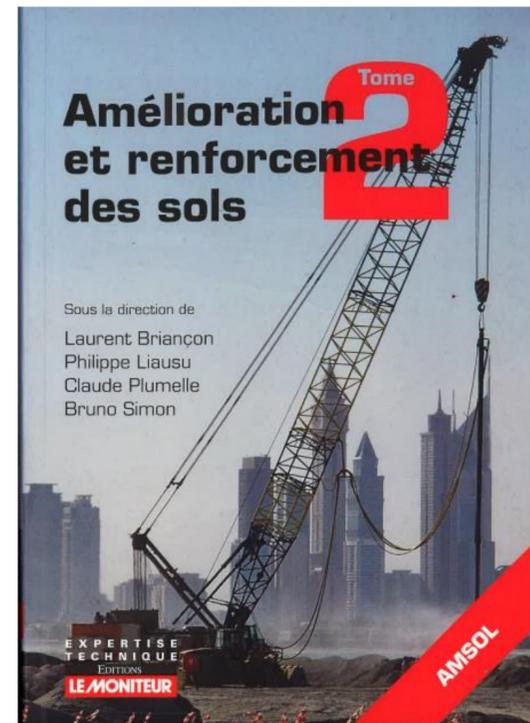
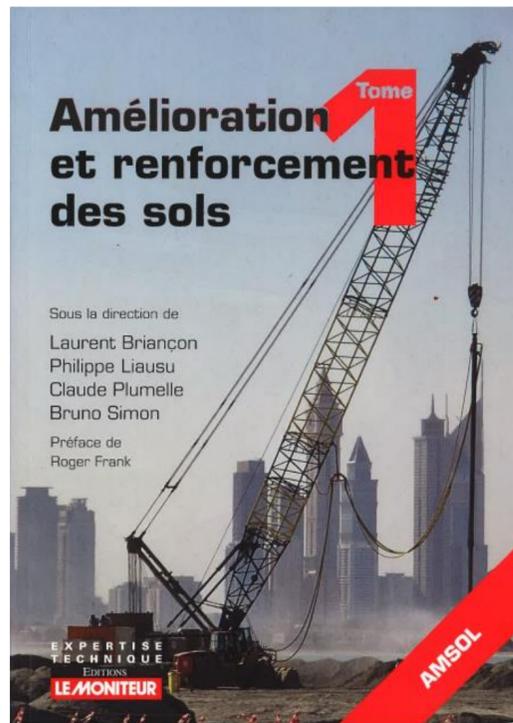
**Modifications**

**Corrections**

Édité et diffusé par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, rue Francis de Pressensé — 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tel. : +33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : +33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.org

# Rappel des référentiels

Quelques ouvrages :



# Evolution des textes sur les améliorations des sols

## Les prochaines évolutions des textes

- Révision de l'EC7 avec un chapitre 11 sur les améliorations de sol dans la partie 3
- Une nouvelle norme d'application nationale de ce chapitre NF P 94-263 (application 30/09/2027)
- Recommandation ASIRI+ (en cours)
- Révision des recommandations CFMS sur les colonnes ballastées (en cours)

# Révision de l'EC7

11	Amélioration des terrains .....	187
11.1	Domaine d'application.....	187
11.2	Bases de calcul.....	189
11.3	Matériaux.....	194
11.4	Aquifère.....	198
11.5	Analyse géotechnique .....	198
11.6	États limites ultimes.....	201
11.7	États limites de service.....	203
11.8	Mise en œuvre du calcul.....	203
11.9	Essais .....	204
11.10	Rapports.....	206

**CEN/TC 250**

Date: 2022-08-29

**prEN 1997-3:202x**

CEN/TC 250

Secretariat: BSI

## Eurocode 7 — Geotechnical design — Part 3: Geotechnical structures

*Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 3: Geotechnische*

*Eurocode 7 - Calcul géotechnique — Partie 3: Constructions géotechniques*

Tableau 11.1 — Classification d'amélioration des terrains

Classe	Famille	
	A - Diffuse	B - Discontinue
I	<p><b>AI - Diffuse sans résistance à la compression uniaxiale</b> Les terrains améliorés ont une résistance au cisaillement augmentée à une valeur supérieure à celle du terrain d'origine. Les terrains améliorés peuvent être modélisés comme un terrain avec des propriétés améliorées.</p>	<p><b>BI - Discontinue sans inclusions non rigides</b> Inclusions, installées dans le sol, ayant une capacité de cisaillement et une raideur supérieures à celles du sol environnant. La résistance à la compression uniaxiale de l'inclusion n'est pas mesurable.</p>
II	<p><b>AII - Zone d'amélioration des terrains avec résistance à la compression uniaxiale</b> Le terrain amélioré est modifié par rapport à son état naturel d'origine, présente une résistance à la compression uniaxiale mesurable et est nettement plus rigide que le sol environnant. En général, il s'agit d'un mélange de liant et de sol.</p>	<p><b>BII - Discontinue avec inclusions rigides</b> Inclusions rigides, installées dans le sol, avec une résistance à la compression uniaxiale nettement plus rigide que le sol environnant. Les inclusions peuvent être un matériau technique tel que le bois, le béton/le coulis ou l'acier, ou un mélange de liant et de sol.</p>



# cfms

COMITÉ FRANÇAIS DE MÉCANIQUE  
DES SOLS ET DE GÉOTECHNIQUE

## Merci pour votre attention

Rappel des référentiels, évolution des textes sur les améliorations des sols,  
révision de l'EC7

JST DU 05/04/2023

Journée parrainée par KELLER

