



## Inclusions rigides INSER®

Un procédé éprouvé pour une diminution efficace des tassements pour tous types d'ouvrages et une large gamme de sols



## Avantages

Les inclusions rigides sont une méthode de renforcement de sol très efficace en termes de réduction de tassement. Cette méthode consiste en la mise en place d'une maille régulière d'éléments verticaux de forte rigidité (dans la plupart des cas des éléments circulaires en béton ou mortier). Après renforcement du sol, l'ouvrage à construire est fondé de manière superficielle et les travaux de génie civil peuvent commencer sans délai d'attente. La compressibilité initiale du sol et le tassement objectif admissible sont les données d'entrée de la conception qui permettent de déterminer la densité du renforcement de sol. La portance du sol renforcé par inclusions rigides peut atteindre 0,2 à 0,4 MPa aux ELS.

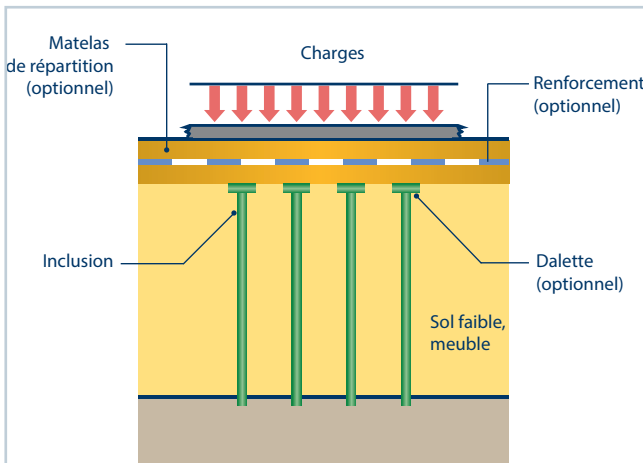


Figure 1 : Différents composants de fondations complètes sur des inclusions rigides

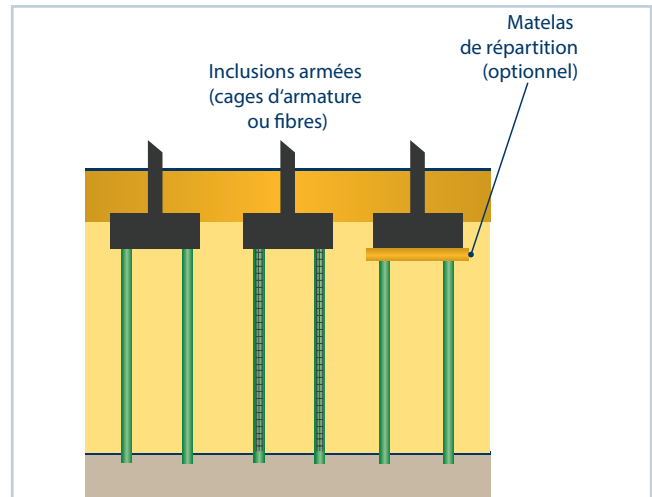
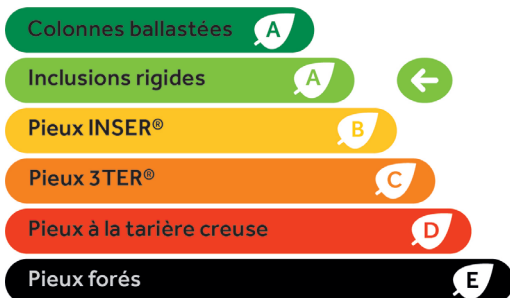


Figure 2 : Semelle avec/sans matelas de répartition ou inclusions mixtes.

Les inclusions rigides peuvent être utilisées dans tous les secteurs de la construction. Elles sont utilisées sous les semelles, radiers, dallages et remblais avec ou sans matelas. L'espacement, la profondeur et le diamètre des inclusions rigides seront définis pour obtenir le résultat de tassement objectif.

## Score CO2



## Applications

- Bâtiments industriels et commerciaux,
- Remblais pour routes et rails
- Réservoirs et terminaux de stockage
- Bâtiments résidentiels, villas & lotissements
- Entrepôts
- Bâtiments publics
- Éoliennes

# Atouts techniques

- Méthode reconnue pour réduire les tassements et augmenter la capacité portante des sols très compressibles, même pour les charges élevées
- Peut être utilisée avec ou sans matelas de répartition
- Possibilité d'armer les inclusions rigides
- Quasiment pas de déblais
- Peut être utilisée dans tous les domaines de la construction
- Permet de commencer les travaux de construction rapidement

## Modélisation

Le dimensionnement des inclusions rigides est réalisé soit par une méthode de calcul aux éléments finis, soit par une méthode analytique. Le dimensionnement modélise tous les comportements possibles entre le sol, le matelas de répartition et la structure.

En zone sismique on opte soit pour une mise en place d'un matelas, soit pour une mise en oeuvre d'inclusions armées en domaine 1 (recherche d'un gain de portance).

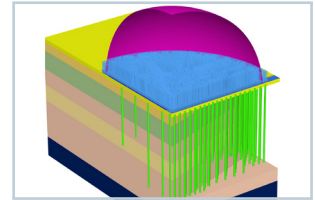
## Assurance qualité

Les éléments des inclusions rigides sont contrôlés avant, pendant et après l'installation, pour garantir la meilleure qualité possible.

Toute une série de tests sont réalisés, dont notamment :

- Essais d'informations par des tests de fonçage de l'outil au droit des sondages de l'étude de sol
- Enregistrement des paramètres et attachements sur tout notre matériel
- Tests d'intégrité des inclusions, essais de chargement des inclusions, tests de résistance à la compression des matériaux
- Réalisation possible d'une arase manuelle sur béton frais jusqu'à 1.20 m / PFT avec une tolérance +/- 10 cm

Le type et la fréquence des tests sont étroitement liés à la taille du projet et au contexte géotechnique.



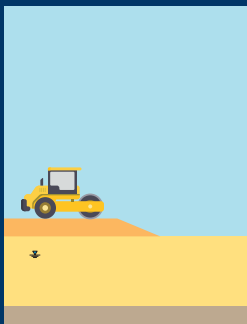
Modélisation par FEM d'un silo



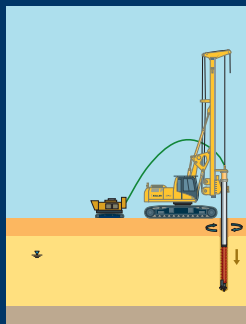
Essai de chargement



Test d'intégrité



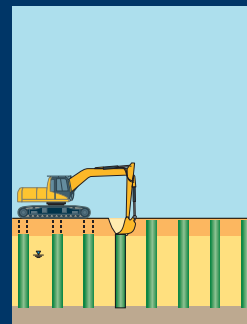
**Réalisation de la plateforme de travail**  
Remplissage et compactage des matériaux pour la plateforme de travail.



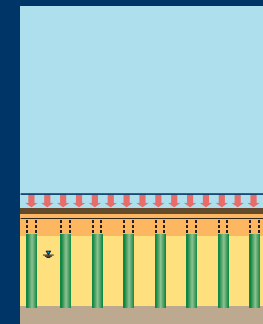
**Implantation & forage**  
Forage jusqu'à la profondeur déterminée par le dimensionnement.



**Exécution**  
Pompage du béton et retrait simultané de l'outil. Le béton remplit le forage par la pointe de l'outil.



**Recépage**  
Arase de l'inclusion dans le béton frais ou recépage du béton durci.



**Réalisation du matelas de transfert de charge compacté.**

## Inclusions rigides INSER® et Colonnes ballastées

### Nouveau réservoir d'Éthylène

Le projet concerne la construction d'un bac de stockage d'éthylène sur la commune de Fos-sur-Mer (13).

L'objectif des travaux était de reprendre la charge du nouveau bac à éthylène de 45.5 m de diamètre et de 30 m de haut amenant une charge verticale répartie de 19 à 25 T/m<sup>2</sup> ainsi que les efforts sismiques.

Keller a réalisé plus de 10 000 ml d'inclusions rigides INSER® et plus de 6 500 ml de drains verticaux en graviers.



# Exemples de projets

## Inclusions rigides INSER® et Pieux INSER®

### Centre commercial l'île Roche à Sallanches (74)

Dans le cadre de la construction de plusieurs bâtiments commerciaux dans la nouvelle zone commerciale "l'île Roche", Keller est intervenu pour la réalisation de plus de 1350 inclusions rigides et pour la réalisation d'environ 310 pieux INSER®.

L'objectif était de fonder l'ensemble de la structure et de limiter les futurs tassements sous dallage. En effet, la principale contrainte étant liée à la présence de terrains superficiels limono argileux de faible résistance jusqu'à 12 m de profondeur avec présence diffuse de tourbe.



## Inclusions rigides INSER®

### Construction de la résidence Mayflower

Le projet concerne la construction d'une résidence de type R+3 à R+4 sur la commune de Port de Fréjus (83).

La solution Keller de renforcement de sol retenue, consistait à mettre en oeuvre des inclusions rigides INSER® de diamètre 340 mm et d'une longueur de 25 m.



# Exemples de projets

## Inclusions rigides INSER®

### Nouveau campus universitaire Deloitte à Bailly- Romainvilliers (77)

Le projet concerne la construction d'un campus universitaire d'une surface de 22 000 m<sup>2</sup> pour le cabinet d'audit et de conseil Deloitte sur la commune de Bailly Romainvilliers (77).

Réalisation de 2 100 inclusions rigides allant jusqu'à 8,4 m de profondeur sous les semelles filantes de largeur 80 cm à 3 m pour un taux de travail de 2,5 bars.



## Terminal de Marchandises Diverses et Containers à Montoir-de-Bretagne (44)

Renforcement de sol par inclusions rigides sous la berge.

Dans le cadre de la réalisation d'un prolongement de 350 m de quai sur le Terminal de Marchandises Diverses et Containers (TMDC) de Montoir-de-Bretagne du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, Keller est intervenu comme sous-traitant de Bouygues TPRF pour la conception et la réalisation de travaux de renforcement de sol. Les travaux ont consisté à réaliser des inclusions rigides INSER® de diamètre 420 mm à 36,50 m de profondeur à l'aide d'un atelier type LRB 255 équipé d'un vibrofonneur annulaire.

**Keller Fondations Spéciales**

Spécialiste des solutions géotechniques

[www.keller-france.com](http://www.keller-france.com)

Une société de  
Keller Group plc

