



Travaux ferroviaires et problèmes de géotechnique

Les solutions du groupe Keller



Le rail à l'origine de l'un des leaders mondiaux des travaux de géotechnique

Les origines du groupe Keller sont étroitement liées à l'histoire du rail. C'est en 1860, lors de la création de la ligne de chemin de fer Francfort-Bâle, qu'un certain Johann Keller réalisa son premier chantier d'importance en assurant le forage des puits d'alimentation des châteaux d'eau positionnés le long de la ligne pour réapprovisionner les locomotives à vapeur. Depuis, Keller Group plc n'a cessé de croître en s'appuyant sur une forte technologie basée sur une volonté d'innovation. Il est à ce jour l'un des leaders mondiaux des travaux de géotechnique et déploie son savoir-faire dans plus de 50 pays à partir de ses directions opérationnelles basées en Europe, en Amérique du Nord et en Australie.

L'expertise de Keller au service des travaux ferroviaires

L'expertise de notre **bureau d'études**, associée à la **maîtrise de tous les procédés géotechniques**, permet à Keller Group de concevoir et de réaliser des solutions apportant des réponses compétitives aux problèmes de géotechnique rencontrés lors de l'exécution des travaux ferroviaires.

Notre savoir-faire nous permet de maîtriser les chantiers de géotechnique les plus exigeants et les plus ambitieux à travers le monde.

Les réponses de Keller aux défis de la géotechnique

➤ Renforcement de sol

Ces techniques permettent d'améliorer les caractéristiques du sol en place, de façon à lui conférer portance, maîtrise des tassements et capacité à résister aux séismes (anti-liquéfaction).

Vibrocompactage - Réagencement de la structure granulaire des sols



◀ Ligne Kertih – Kuantan (Malaisie)

3.500 m de voie de chemin de fer ont été réalisés sur du sable amélioré par vibrocompactage.

Des résistances de pointe supérieures à 10 MPa ont été obtenues au CPT.

Drainage - Dissipation des pressions interstitielles



◀ Modernisation de la ligne Vila Franca – Azambuja (Portugal)

REFER Portugal

Afin d'accélérer les tassements et de consolider les terrains en place, 1.450.000 ml de drains ont été mis en œuvre à 14 m de profondeur, en 2006.

L'auscultation a été assurée à l'aide de 110 piges de tassements.

Colonnes ballastées voie humide - Inclusions de ballast par voie humide



◀ Liaison ferroviaire Oran – Hassi Bounif (Algérie)

SNTF Algérie -
Tronçon Sebkh
60.000 ml



◀ Ligne ferroviaire Oued S'mar (Algérie)

SNTF Algérie -
Gué de Constantine

Traitement
anti-liquéfaction
et augmentation
de la portance
20.000 ml

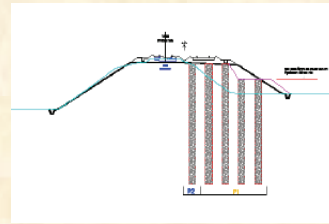
Colonnes ballastées voie sèche - Inclusions de ballast par voie sèche



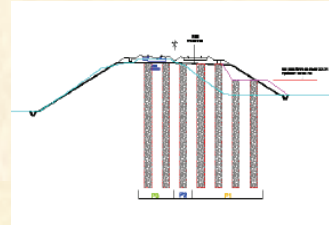
▲ Doublement de la voie de chemin de fer entre Pétange et Luxembourg

CFL (Chemin de Fer Luxembourgeois)

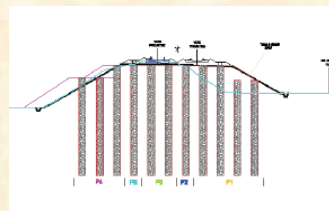
Renforcement de sol du remblai existant sous voie en circulation.



Phase 1 :
Renforcement et remblaiement sous la future voie



Phases 2 et 3 :
Renforcement du sol sous l'ancienne voie



Phases 4 et 5 :
Complément du renforcement dans le talus côté ancienne voie

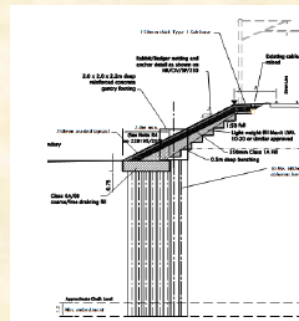


◀ Tramway de Rabat-Salé (Maroc)

Remblai d'accès au pont Moulay El Hassan

- 60.000 ml de colonnes ballastées voie sèche à 20 m de profondeur
- 50.000 m³ de remblais
- Mise en place d'un préchargement
- Instrumentation par tassomètres et cellules de pression interstitielle

Deep Soil Mixing - Inclusions rigides réalisées à l'aide d'un mélange de sol/ciment



◀ Voie ferrée Londres – Norwich (Royaume-Uni)

Stabilisation du remblai
Ouvrage construit en 1847 sur des tourbes et des argiles très molles.



Projet vainqueur du trophée "Ground Engineering 2009"



◀ Voie ferrée côtière Ouest (Suède) - Doublement de la voie

Banverket (office ferroviaire suédois)

Stabilisation des sols organiques et argileux sur 12 m de profondeur.

33.950 ml de colonnes jointives Ø 600 mm.

Dosage : 50 % chaux, 50 % ciment. Maillage en nid d'abeilles de 1,50 m.

► Fondations

Pieux



◀ Confortement du remblai SNCF de l'étang de Mittersheim - Voies 1 et 2 (France)

RFF (Réseau Ferré de France)

Clouage de confortement d'un talus ferroviaire instable.

2.400 ml de pieux forés Ø 450 mm de 9 m de profondeur.

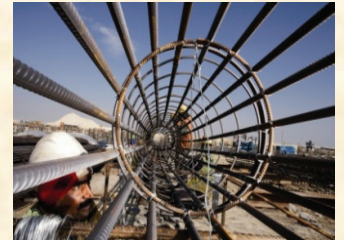
Mise en place de profilés HEB 200.

Accès par voie fluviale uniquement.



◀ Fondations par pieux pour un viaduc ferroviaire en Floride (États-Unis)

Réalisation de 40 pieux forés de très gros diamètre (3 m) à 30 m de profondeur, en milieu fortement exigu.

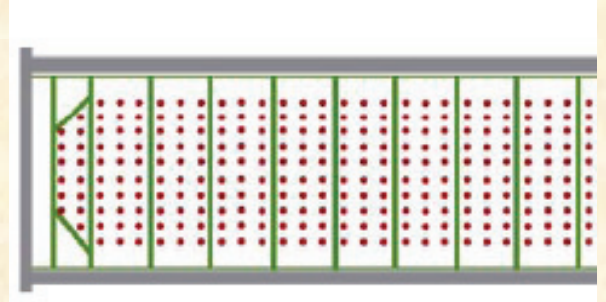


Micropieux



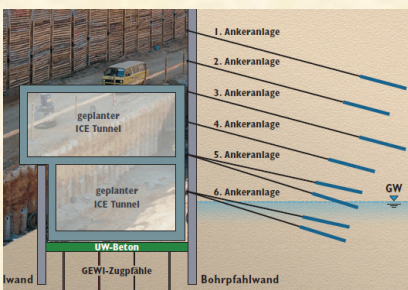
◀ Métro de Thessalonique (Grèce) - Crossover

Mise en place d'un radier ancré par micropieux.
Reprise des sous-pressions liées à la nappe.



► Soutènement et ancrages

Soutènements mixtes



Réalisation d'un passage inférieur sous réseau autoroutier à forte fréquentation. La réalisation des tranchées couvertes a nécessité l'exécution d'un soutènement de 27 m de profondeur.

Les parois berlinoises réalisées ont été stabilisées à l'aide de 6 niveaux d'ancrages représentant 120.000 ml de tirants.



▲ Ligne à grande vitesse ICE reliant Cologne à la région Rhein/Main (Allemagne) - DB Deutsche Bahn

Tirants



Axe Nord-Sud de Chelas à Entrecampos (Portugal)

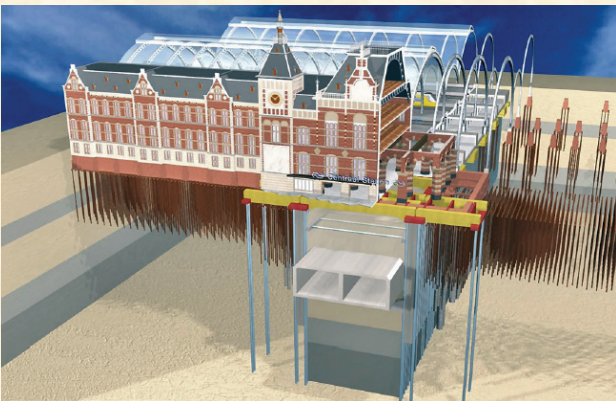


▲ REFER Portugal – Exécution de 9.000 ml d'ancrages permanents

➤ Injections

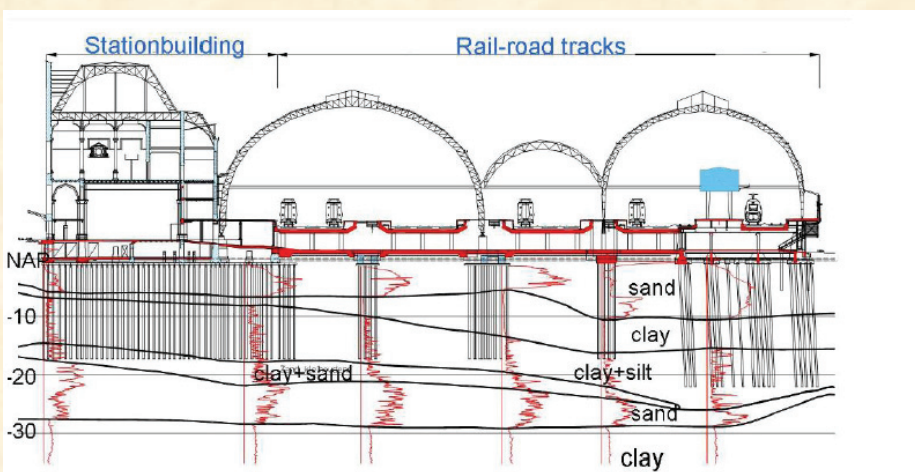
Selon les procédés utilisés (jet grouting Soilcrete®, Soilfrac®, CHS, IRS, IGU) les injections permettent de consolider le sol, de réaliser des fondations, des reprises en sous-œuvre, des réparations de quai, des rideaux étanches, des bouchons injectés, ou encore de stabiliser ou même soulever des bâtiments ou d'obturer des puits résurgents.

Jet grouting



◀ Gare centrale d'Amsterdam (Pays-Bas)

La création de la nouvelle station de métro reliant le nord et le sud d'Amsterdam a nécessité une reprise en sous-œuvre généralisée de l'ancienne gare fortement déstabilisée datant du 19^e siècle.



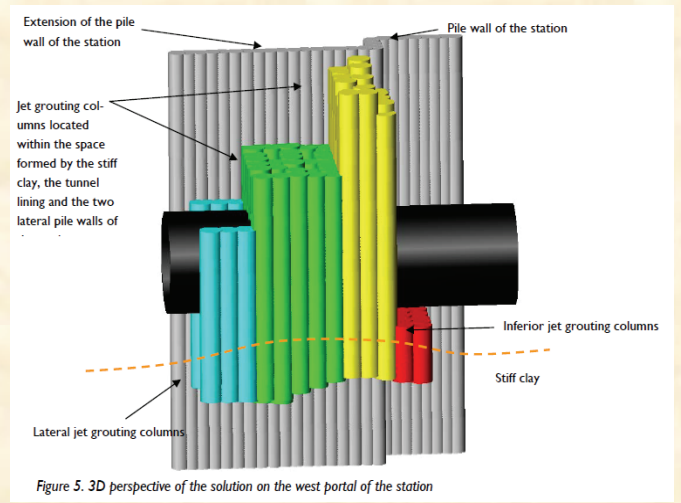
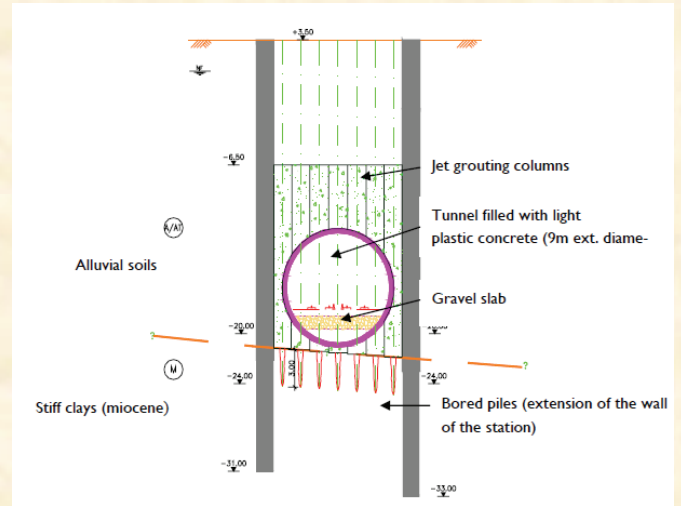
La reprise en sous-œuvre a été assurée à l'aide d'une combinaison de pieux Tubex (jusqu'à 60 m de profondeur) et de colonnes de jet grouting de 28 mètres de profondeur à diamètre important (jusqu'à 2,20 m).

Méτρο de Lisbonne (Portugal)

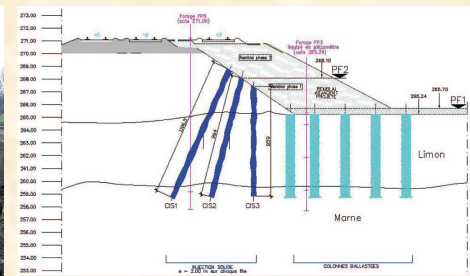
La création d'une nouvelle station sur le tracé d'un tunnel existant a nécessité la mise en œuvre d'un phasage spécifique associant soutènement et jet grouting.

Le phasage mis en œuvre était le suivant :

- Soutènement provisoire en pieux sécants
- Comblement des nouveaux tympans du tunnel existant à l'aide d'un béton plastique
- Fermeture du soutènement au droit des tympans à l'aide d'un massif de jet grouting réalisé à travers le tunnel et en contact avec les pieux latéraux
- Excavation et mise en place de butons
- Construction de la structure définitive



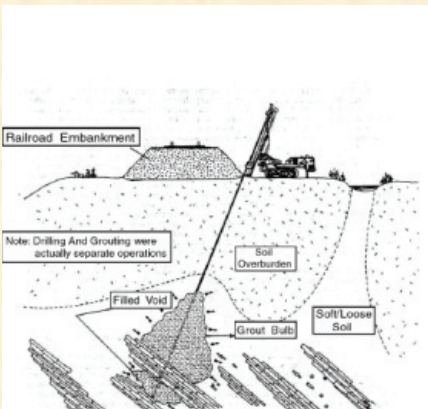
Compactage Horizontal Statique (CHS) - Injections solides



◀ Aménagement d'une 3^{ème} voie de Zoufftgen à Fentange (Luxembourg)

CFL
(Chemin de Fer Luxembourgeois)

Cette technique a permis de répondre aux contraintes de circulation en maîtrisant le risque de soulèvement de plateforme associé aux injections de coulis.



◀ Ligne CSx. Georgia (États-Unis)

Réparation de désordres géotechniques liés à un phénomène de vides karstiques. Les vides et les zones décomprimées ont été comblés et consolidés par CHS.

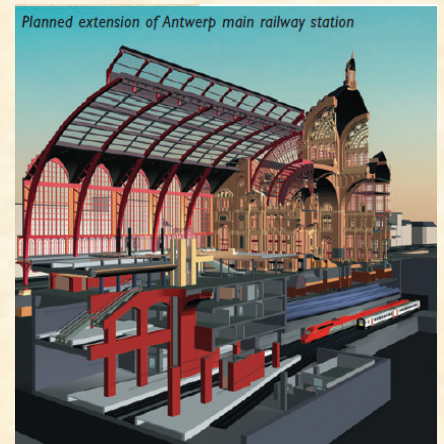
Soilfrac® - Injections de compensation

La gare principale d'Anvers a été construite à la fin du 19^e siècle. Il s'agit d'un ouvrage sensible et élancé (70 m de haut). La liaison à grande vitesse Bruxelles-Anvers-Amsterdam a conduit la compagnie ferroviaire belge SNCB à inscrire la nouvelle ligne sous le bâtiment existant.

Gare d'Anvers (Belgique) ► Perçement d'un tunnel Injections de compensation

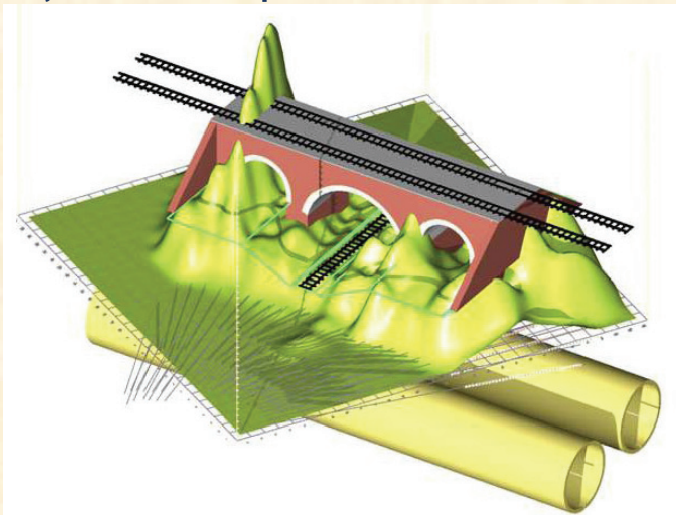
SNCB

Durant la réalisation du tunnel, Keller a assuré la stabilité de l'ouvrage en réalisant des injections de compensation permettant de palier les tassements générés par les travaux de tunnel. Ces travaux fortement techniques s'appuient sur un dispositif d'auscultation particulièrement développé.



▼ Ligne ferroviaire à grande vitesse Rome – Milan (Italie)

Perçement d'un tunnel sous l'ancienne ligne ferroviaire au centre de la ville Injections de compensation des tassements



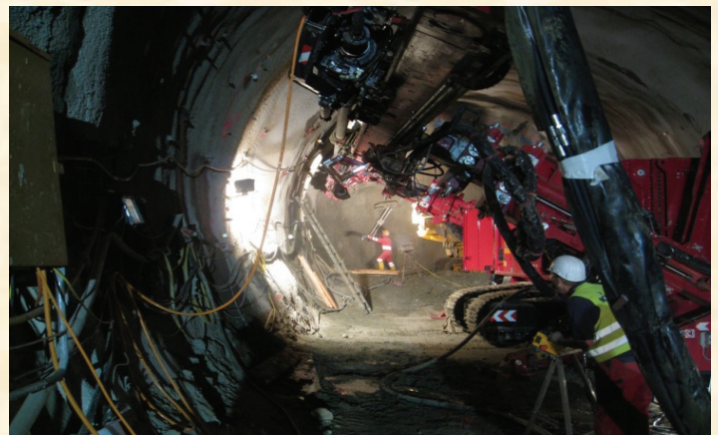
La réalisation d'un bitube sous l'ancienne voie de chemin de fer était de nature à générer d'importants tassements sous les structures existantes. Les tassements ont été compensés grâce à la mise en œuvre du procédé Soilfrac® associé à un puissant dispositif d'auscultations. Les injections ont été réalisées principalement durant la phase d'excavation des tunnels, mais également a posteriori.

► Travaux en galerie

Tunnel de Koralm (Autriche) ►

Réalisation de 20.000 m de voûtes parapluie

ÖBB - Österreichische Bundes-Bahn



Keller Fondations Spéciales SAS
Siège Social & Division Export

2 rue Denis Papin
CS 69224 Duttlenheim
F-67129 Molsheim Cedex

Tél. +33 (0)3 88 59 92 00

e-mail : direction@keller-france.com

en Algérie

Keller Fondations Spéciales Spa

Lieu-dit Haouch Sbâat n° 7 - Îlot 74
Zone Industrielle - BP 231
16012 Rouiba - w. Alger

Tél. +213 (0)21 81 94 20

e-mail : agence@keller-algerie.com

au Maroc

Keller Fondations Spéciales

c/o BCN
7 Résidence Rami - Rue Sebta
Bureau 8
20100 Casablanca

e-mail : export@keller-france.com

www.keller-france.com

Une société de Keller Group plc