



LA SOLUTION
S'APPELLE URETEK

GEO.ACTION



FOUILLES

page **2**

URETEK offre des solutions efficaces – pour travaux d'excavation à risque également



NESTLÉ (SUISSE SA), LA TOUR-DE-PEILZ:

Des travaux d'agrandissement ont demandé la consolidation du sol de fondation

page **7**



GARE CFF, REBSTEIN-MARBACH:

Relèvement du quai de gare après tassement

page **10**

CASE HISTORY

Sols de fondation: risques et défis – solutions URETEK pour travaux d'excavation



Malgré de vastes études et des mesures de sécurité importantes, les travaux d'excavation restent liés à des risques non négligeables. A cause de la densification croissante des constructions et des rénovations du bâti existant, particulièrement en zone urbaine, les exigences relatives à une exécution sans dommages augmentent.

Des impacts sur des propriétés voisines peuvent avoir de graves conséquences. Mais les travaux sur l'immeuble ou l'ouvrage même peuvent également s'avérer problématiques dès que les charges (dues par exemple à des surélévations des bâtiments ou des renforcements nécessaires du point de vue statique) augmentent et que le sous-sol

ne peut les reprendre. Divers exemples montrent comment les problèmes et exigences en relation avec des travaux d'excavation et des augmentations de charges peuvent être résolus.

Pour tous ces exemples, de la résine expansive Geoplus® a été introduite dans le sol selon la méthode **URETEK Deep Injections®**. Le but de cette mesure est d'augmenter la portance du sous-sol de fondation. La profondeur et la distance sur laquelle ces injections doivent être effectuées ainsi que la manière dont la résine expansive est introduite dans le sol de fondation dépendent des exigences propres à chacun des exemples.

Le processus est par principe le même pour tous les exemples et peut être décrit comme suit: dès que la zone à traiter dans le sous-sol de fondation est

atteinte, la résine expansive commence à se répandre dans toutes les directions avec une pression allant jusqu'à 10000 kPa (100 kg/cm²).

La résine expansive se répartit et se répand là où le sol de fondation est plus faible et une consolidation est nécessaire. Dès que la résistance du sol est supérieure au poids du sol et de la structure située au-dessus, la pression due à l'expansion de la résine va se diriger vers le haut et provoquer un soulèvement du bâtiment.

Le début du soulèvement indique que le sous-sol a atteint un degré de solidité et de compacité capable de résister aux tensions statiques des charges situées au-dessus ainsi qu'aux tensions dynamiques du soulèvement même. Dans cette zone, la portance du sous-sol est alors supérieure à la charge statique.

Déstabilisation de bâtiments voisins/charges supplémentaires lors de travaux de transformation

Hôtel de ville Georges-Favon, Genève

Situation initiale: L'Hôtel de ville Georges-Favon à Genève est un immeuble locatif et commercial de 6 étages du côté oriental d'un bloc d'immeubles. Sa construction date de 1900 environ. Les fondations sont des semelles filantes et le sol de fondation est composé en partie de matériel de remblai sensible aux tassements. Une construction nouvelle a été réalisée dans les zones sud et ouest dont la fouille a atteint une profondeur supérieure d'env. 1.5 m à l'assise de la fondation de l'hôtel de ville. Des tassements importants, partiellement motivés par l'ameublement du sous-sol, sont alors apparus. Des travaux de transformation avaient été prévus à l'hôtel

de ville dans un ou deux ans. La mise en place de nouvelles dalles de béton à une augmentation des charges d'env. 5-10 % et aurait causé de nouveaux tassements.

Solution du problème: Après une évaluation importante, de la résine expansive a été injectée dans la zone de la nouvelle construction, à 3 niveaux et à une profondeur jusqu'à 3 m sous la base de la fondation selon la méthode **URETEK Deep Injections®**. Le sous-sol a ainsi été stabilisé et la portance pour les charges supplémentaires augmentée en conséquence. Les travaux ont été effectués en 3 jours.

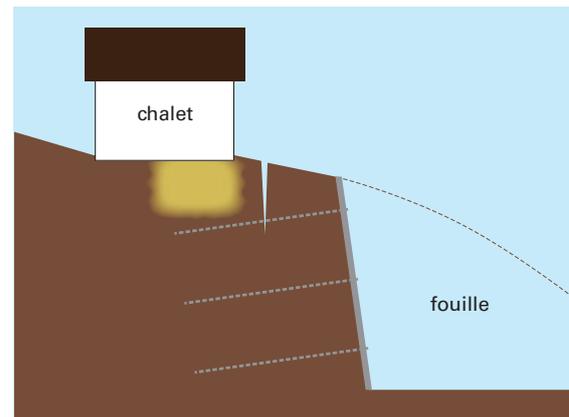


Chalet, Grindelwald

Situation initiale: Le chalet à Grindelwald est situé dans une pente et se compose d'un ancien bâtiment vieux de 60 ans et d'une annexe de 40 ans. Le sous-sol est composé de gravats morainiques. La fondation est disparate: reprise en sous-œuvre en béton d'une profondeur de 1 m dans la pente pour le bâtiment ancien et une dalle de béton avec coupe-gel profond d'env. 1 m pour l'annexe. Une fouille avec une paroi clouée relativement haute de 8 m env. a été exécutée par la technique d'ancrage pour un grand chantier dans une propriété voisine. La distance jusqu'à la fouille était d'env. 5 m. Ces travaux ont provoqué un ameublissement important du sous-sol et des tassements côté aval aux deux parties du bâtiment.

Ces tassements sont d'ampleurs différentes à cause des fondations différentes des deux parties du bâtiment. Un tassement d'env. 20 mm et un déplacement horizontal allant jusqu'à env. 15 mm ont été mesurés pour l'ancienne construction. L'annexe a présenté des tassements allant jusqu'à env. 10 mm.

Solution du problème: Des injections à 3 niveaux de profondeur avec une zone d'expansion jusqu'à 3 m sous la fondation ont été effectuées pour obtenir la stabilisation nécessaire des tassements et le relèvement des bâtiments dans la position initiale. Le sous-sol de fondation devant être injecté côté aval a été d'env. 11 m pour l'ancien bâtiment et d'env. 10 m



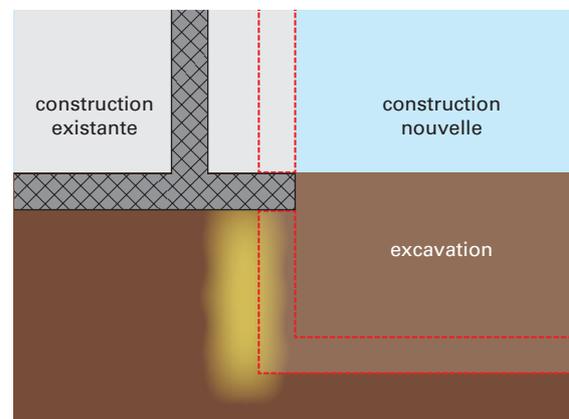
pour l'annexe. Deux presses plates ont été mise spécialement en œuvre lors des injections pour soutenir les travaux de relèvement de l'ancien bâtiment. Les travaux ont duré 3 jours.

Annexe d'un bâtiment existant

Garage Mercedes, Carouge

Situation initiale: Une nouvelle construction annexée à un bâtiment industriel a été réalisée pour le garage Mercedes à Carouge. Le bâtiment existant est fondé sur une dalle de sol en saillie vers la nouvelle construction. Le sol de fondation peut être désigné par glaiseux-argileux. La profondeur d'excavation pour la nouvelle construction va jusqu'à env. 1.5 m à 2.0 m au-dessous de la dalle de sol de la construction existante.

Solution du problème: Pour éviter l'ameublissement du sol de fondation dans la zone de la construction existante, une stabilisation de cette zone a été indispensable. Avec la méthode **URETEK Deep Injections®**, la reprise en sous œuvre et la stabilisation du sol de fondation ont pu être réalisées préventivement sous la partie saillante de la dalle dans la zone de connexion de l'annexe avec la construction existante. Par suite, la paroi de béton de la construction nouvelle a été immédiatement réalisée.



Ebranlements et tassements par suite d'abattement de roches



Chalet, St. Moritz

Situation initiale: Le chalet se trouve dans une pente et a été construit en 1908 comme construction en bois typique fondée sur une maçonnerie en pierres naturelles. Le sol dans la zone du chalet est ameubli (moraine délavée, gravier limoneux à légèrement argileux avec une fraction sableuse importante et parfois pierreuse). Des travaux d'excavation et de sécurisation de fouille ont été effectués pour une construction nouvelle à côté et sous le chalet. L'abatage de rocher a été nécessaire pour poursuivre les travaux d'excavation. Le chalet a alors subi des

tassements allant jusqu'à 11 mm. Les ébranlements dus à l'abatage de rocher pouvaient présenter à nouveau un danger de nouveaux tassements.

Solution du problème: Afin de rétablir la stabilité du sol ameubli et donc la portance du sol de fondation, des injections à 3 niveaux de profondeur avec une zone d'expansion allant jusqu'à 3 m au-dessous du verrou de fondation ont été effectuées selon la méthode méthode **URETEK Deep Injections®**. Le sol de fondation à injecter a concerné env. 20 m. Les travaux ont été achevés en 2 jours.

Ebranlements et tassements suite à la mise en place de pieux et de rideaux de palplanches



Immeuble d'habitation/commercial, Lachen

Situation initiale: L'immeuble d'habitation et commercial se trouve dans la vieille ville de Lachen à proximité du haut-lac de Zurich. Le bâtiment a été construit il y a env. 50-80 ans et ne présente pas de sous-sol. La fondation est une semelle filante d'env. 80-150 cm de profondeur et d'env. 60-100 cm de largeur. Selon les investigations géotechniques, le sol est composé de graviers limoneux avec du sable et de limons argileux avec du sable, de gravats de construction, de sédiments de matières en suspension et de dépôts deltaïques. Le sol peut donc être considéré comme sensible aux tassements. Le niveau de la nappe phréatique se trouve à une profondeur d'env. 2.0 à 2.5 m. Lors de travaux pour la construction d'un nouveau grand lotissement sur une parcelle voisine

située à l'ouest, des tassements allant jusqu'à 8 mm sont apparus sur la partie de l'immeuble voisine de la nouvelle construction. Ces tassements sont apparus à la suite de la mise en place de pieux et d'un rideau de palplanches.

Solution du problème: Des mesures d'amélioration du sol sous les fondations ont été décidées pour éviter de nouveaux tassements et dégâts. Après des évaluations détaillées, de la résine expansive a été injectée à 3 niveaux jusqu'à une profondeur de 3 m sous la base de la fondation et sur une longueur de 30 m tout au long de la nouvelle construction et de 15 m dans la zone de murs intérieurs. Les tassements ont ainsi été stabilisés et la situation initiale rétablie. Les travaux ont été achevés en 4 jours environ.



Canal d'eau usée en surface, Lausanne

Situation initiale: Lors de la mise en place de palplanches dans le cadre de travaux de canalisations et de génie civil, les vibrations ont provoqué des tassements à un ouvrage servant de canal d'eaux usées distant de 1.50 m env. Cet ouvrage se trouve en surface et présente une section d'env. 2 m x 2 m. Le sol est limoneux, sableux et graveleux avec de grosses pierres. La fondation du canal est située à env. 60 cm sous le niveau du terrain.

Solution du problème: Afin d'éviter de nouveaux tassements et donc des dégâts à l'ouvrage, il a fallu stabiliser le sol sous la fondation. Des injections à différents niveaux de profondeur, soit à env. 1 m, 2 m, 3 m, 4 m et 4.5 m sous la fondation ont été effectuées de part et d'autre le long du canal sur une longueur de 31 m env. Les travaux ont été achevés en 4 jours.

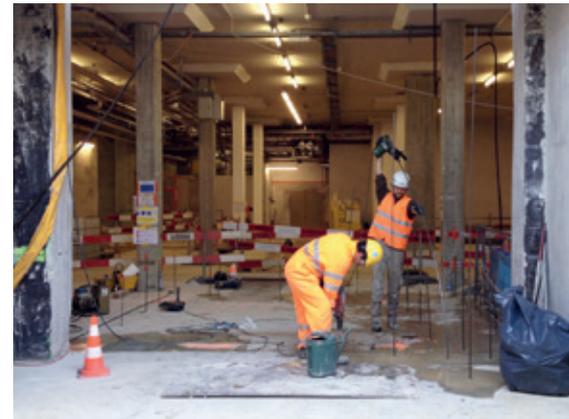
Travaux d'excavation sous immeuble existant

Bâtiment industriel, Prangins

Situation initiale: Un puits de pompage été prévu ultérieurement pour un immeuble industriel. Les mesures de la fouille prévue étaient de 3.45 m x 3.45 m avec une profondeur de 3.60 m au-dessous du bord supérieur de la dalle de fondation. Le niveau de la nappe phréatique est légèrement inférieur à celui de la dalle de fondation. La construction à proximité immédiate du puits de pompage prévu est une construction en de béton armé avec appuis et parois.

1. déstabilisation des appuis et parois environnantes
2. arrivée d'eau souterraine dans la fouille

Solution du problème: Des injections le long de la fouille prévue ont permis, avant l'ouverture de la dalle de fondation et les travaux d'excavation, de stabiliser suffisamment le sous-sol de fondation des appuis et parois voisins et d'atteindre la solidification et la compacité nécessaires pour les parois et le fond de la fouille et régler ainsi le problème de l'eau souterraine. L'excavation a alors pu être effectuée dans des conditions idéales.

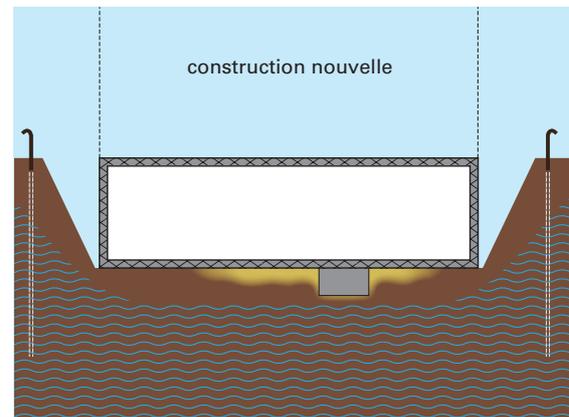


Abaissement du niveau de la nappe phréatique

Maison multifamiliale, région zurichoise

Situation initiale: Des palplanches ont été mises en place pour sécuriser l'enceinte de fouille d'une maison familiale à proximité du lac de Zurich. Le procédé wellpoint a été mis en œuvre pour rabattre la nappe. Le sous-sol peut être caractérisé de sableux. Des cavités et un terrain ameubli sous la dalle de fondation, causés par un rabattement de trop longue durée de la nappe, ont été constatés après la réalisation du sous-sol de l'immeuble. Un rinçage de sédiments fins a été causé par la durée du rabattement de la nappe.

Solutions du problème: Des injections sur une surface de 50 m² env. dans le sol de fondation ont été prévues pour remplir les cavités et compacter à nouveau le terrain ameubli. La résistance du sol et la portance du sol de fondation ont ainsi pu être élevées ou rétablies. Les profondeurs exactes des injections ont été évaluées et déterminées grâce aux informations d'essais de pénétration et de la résistance du sol lors de la mise en place des lances d'injection.



Entrée d'eau dans une enceinte de fouille

Immeuble locatif et commercial, Lugano

Situation initiale: Lors de la transformation et la construction nouvelle d'un immeuble d'habitation et commercial à proximité immédiate du lac de Lugano, des travaux d'excavation pour un agrandissement ont été nécessaires dans le sous-sol devant faire place à un nouveau sous-sol. Des micropieux peu distants les uns des autres ont été mis en œuvre comme enceinte de fouille. Lors des travaux d'excavation, la fouille a été remplie d'eau provenant d'un petit étang situé au-dessus du chantier. Cette eau parvenait dans la fouille entre les micropieux. Les travaux d'excavation furent alors interrompus.

Solution du problème: Le terrain entre les micropieux a dû être étanché pour permettre d'exécuter les travaux d'excavation comme prévu et éviter de nouvelles entrées d'eau. Des injections ont été effectuées le long des micropieux sur une longueur d'env. 60 m jusqu'à une profondeur de 5 m. L'étanchéité de la fouille par rapport à l'arrivée d'eau a ainsi été garantie. L'eau présente a été pompée et les travaux d'excavation purent être repris. Les travaux d'injection ont duré 9 jours.



Consolidation préventive/stabilisation avant excavation

Prolongement autoroutier Suisse-France, Tunnel Wasenboden sous le viaduc Luzernerring, Bâle

1. Consolidation/stabilisation avant excavation du sol de fondation de l'ouvrage de pont le long des fondations

Situation initiale: La construction nouvelle du raccordement autoroutier Tangente Nord/Luzernerring a nécessité d'importantes et exigeantes mesures de stabilisation pour une culée de pont. Le trafic du prolongement autoroutier devait passer longitudinalement en tunnel sous le viaduc (dans lequel se trouvent divers entrepôts dans la tête de pont) et à l'intérieur de la culée de pont ainsi qu'entre les fondations du viaduc. Le viaduc passe au-dessus des voies de chemin de fer qui mènent à la gare St. Johann.

La situation de la culée à traiter se présente comme suit: Hauteur jusqu'à env. 8.00 m, longueur env. 77 m, composé de la voie de circulation, des cadres, appuis, plaques longitudinales et transversales. Les distances entre les 13 cadres/appuis/plaques transversales sont de 6 m à chaque fois. 25 semelles isolées de grandeurs et profondeurs diverses se trouvent au-dessous.

Le terrain est un gravier limoneux à argileux avec du sable et une part importante de matériel roulé. Des travaux d'excavation sans mesures de stabilisation auraient été en mesure de provoquer un phénomène de renard.

Situation du projet: Le tube du tunnel du nouveau raccordement autoroutier a été réalisé en tranchée ouverte à



l'intérieur de la culée de pont. La fouille est longue d'env. 90 m, large d'env. 12 m et présente une profondeur allant jusqu'à 13 m. Il a fallu améliorer le terrain directement sous la culée et le sécuriser pour l'excavation.

Résolution du problème: Des injections selon la méthode **URETEK Deep Injections®** ont été réalisées sous toutes les semelles isolées de la culée de pont pour solidifier le sous-sol. Ces injections ont été effectuées en deux étapes:

1. Les injections réalisées directement sous les fondations ont servi à améliorer les caractéristiques géo-mécaniques et à augmenter la résistance au cisaillement et la portance du sous-sol.
2. Des injections plus profondes jusqu'à 2 m sous la base des 25 semelles isolées ont permis la consolidation et le compactage du sous-sol et d'augmenter la portance du terrain.

Les deux étapes de travail ont été surveillées par laser. Les injections ont duré jusqu'au premier signe d'un relèvement. Celui-ci a montré qu'une solidification radiale suffisante a eu lieu à tous les points d'injection. Les travaux ont été achevés en 15 jours.

2. Consolidation/stabilisation du sous-sol pour travaux de construction d'un tunnel d'évacuation

Situation initiale: Lors de la construction d'une galerie d'évacuation près d'une issue de secours avec cage d'escalier séparée et à proximité immédiate de la culée de pont, la stabilisation du terrain dans la zone des parois et du plafond de la galerie a préalablement été nécessaire. Ici également, une excavation sans mesures de stabilisation aurait provoqué un phénomène de renard à cause des caractéristiques du sous-sol.

Solution du problème: Pour consolider le sous-sol dans la zone de la galerie, des injections selon la méthode **URETEK Deep Injections®** ont été réalisées sur une longueur d'env. 5 m et à différentes profondeurs jusqu'à 10 m, le long des parois et plafonds prévus de la galerie. Les travaux de construction de la galerie ont ainsi pu être réalisés dans des conditions idéales.

KIB KOMPETENZZENTRUM
KUNSTSTOFFE IM BAUWESEN

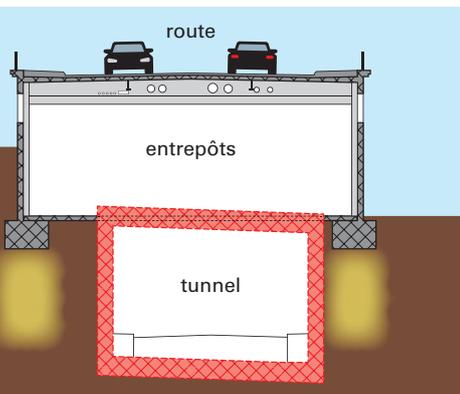
HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

Alexander Foege, directeur KIB

Ing. Arch dipl. HES SIA / expert pour les dégâts aux immeubles

Die URETEK Schweiz AG et le Kompetenzzentrum für Kunststoffe im Bauwesen (KIB) de la HSR Hochschule für Technik Rapperswil collaborent avec succès, entre autres pour des projets de recherche appliquée et développement.

D'autres informations relatives au KIB: www.kib.hsr.ch





Source: © Nestlé (Suisse) SA

CASE HISTORY

Des travaux d'agrandissement pour Nestlé (Suisse SA) ont demandé la consolidation du sol de fondation

Divers travaux d'extension (transformations et annexes: cage d'escalier, atrium, bâtiment intermédiaire en verre et cage d'ascenseur) ont été effectués dans les bâtiments de Nestlé à La Tour-de-Peilz. Des transferts et des augmentations de charges, des transmissions ponctuelles de charges ainsi que la situation du sous-sol ont demandé la consolidation du sol sous les fondations des bâtiments existants, voisins des constructions annexes nouvellement prévues, ainsi que du sous-sol de ces dernières.

Le sol de fondation est décrit comme suit dans l'étude géotechnique du bureau Karakas & Français SA:

L'épaisseur du remblai varie entre 1.00 m et 2.75 m. Des dépôts lacustres limoneux se rencontrent à la base des dépôts postglaciaires, composés de limon sableux peu argileux ou de limon argileux, varvés avec un peu de matière organique. Ces dépôts sont cohésifs avec une consistance variable de très molle à molle, très rarement ferme. Ces dépôts sont peu compacts. Il existe une nappe phréatique caractérisée est présente dès 4.50 m de profondeur.

Le but des travaux d'injection a été d'augmenter la portance du sol sous les fondations car celle-ci n'était pas en mesure de satisfaire aux exigences statiques.

Les travaux d'injection ont été effectués en trois étapes; à chaque fois et pour chaque partie de bâtiment, les injections et donc l'amélioration du sol de fondation ont eu lieu avant et après

l'augmentation des charges. La résine expansive a été injectée à différentes profondeurs jusqu'à 3 m sous la base des fondations. Les travaux ont été constamment contrôlés par laser. Le sous-sol a été compacté au maximum et a présenté une première réaction de relèvement (de l'ordre de grandeur du mm). Le résultat des mesures comparatives au pénétromètre a montré une nette augmentation de la résistance du sol à l'endroit des injections.

L'intervention a duré 8 jours et les travaux ont été achevés avec succès.

PETIGNAT & CORDOBA
Ingénierie Conseil SA

BRÖNNIMANN & GOTTREUX
ARCHITECTES SA

karakas & français
SA
géotechnique
geostrutures

CASE HISTORY

Dalles de voies de circulation injectées sous pression et stabilisées

Krummeneichstrasse, Pratteln



Quelques dalles instables d'une voie de circulation ont également été stabilisées dans le cadre de l'amélioration globale de la chaussée en béton. Les dalles de béton reposent sur du matériel de coffrage



d'env. 50 cm, mesurent chacune 24 m² et présentent une épaisseur d'env. 20 cm. Quelques-unes des dalles étaient dans une position instable et présentaient des fissures. Certaines des dalles étaient devenues branlantes sous l'effet du trafic des poids lourds et la pluie provoquait un «pumping effect». Les injections ont eu lieu directement sous les dalles de la voie de circulation. Une surface d'environ 300 m² de dalles a été injectée sous pression et stabilisée par des injections disposées selon un maillage de 1.20 m env.

Tassements d'un bâtiment alpestre stoppés avec succès

Ferme «La Meuse», Nods



Une fromagerie vieille de 100 ans, avec une étable annexée, est située en pente sur un alpage dans la région du Chasseral. La fromagerie et l'étable se trouvent au rez-de-chaussée du bâtiment



et l'espace habitable est réparti sur deux étages. Les fondations de la ferme sont des semelles filantes en pierres naturelles/moellons (largeur env. 1.00 m et env. 0.50 à 0.70 cm de profondeur sous la surface du terrain).

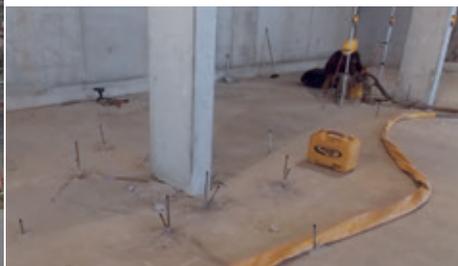
Au cours du temps le bâtiment s'est affaissé en raison de sa situation en pente, des eaux de ruissellement et d'une possible rupture d'une conduite. Des crevasses et des fissures sont apparues. Les tassements ont été corrigés par des injections sur une longueur totale de 40 m en 3 jours de travail.

Renforcement du sous-sol de fondation pour des charges supplémentaires

Lotissement «Bachtele», Wimmis



Le lotissement, comprenant 3 immeubles, est construit sur un sous-sol commun/garage souterrain en béton armé. La fondation est une dalle d'une épaisseur de 25 cm, renforcée de 25 cm



supplémentaires à l'endroit des appuis de 2 m x 2 m = 4 m². Le sous-sol jusqu'à une profondeur de 1 m au-dessous de la dalle de fondation est composé de matériel de recyclage sous lequel se trouvent des graviers fins. C'est pourquoi il a fallu augmenter la portance du sous-sol de fondation à l'endroit des appuis pour des charges supplémentaires de 300-500 kN. Le sous-sol de 5 appuis a été stabilisé jusqu'à une profondeur de -2.0 m sous la base de la fondation au cours d'une journée de travail.

CASE HISTORY

Relèvement d'une voie de grue

Voie de grue, Swissterminal, Frenkendorf

Le lessivage de matériel fin («pumping effect») a provoqué la création de cavités dans le sous-sol de fondation du terminal de conteneurs de Frenkendorf. Les fondations filantes concernées en béton armé ont été relevées jusqu'à 3 cm. Les cavités ont été remplies et le sous-sol compacté. Les travaux d'injection ont eu lieu sans interruption, 2 équipes ont été engagées pendant 4 jours/3 nuits. Les injections ont eu lieu sur une longueur d'env. 100 m et jusqu'à

env. 3 m sous la base des fondations. La grue est restée en exploitation pendant la journée. Après les travaux d'injection, la fondation existante de la voie de la grue a été élargie.



Relèvement d'un immeuble après construction avec succès d'un sous-sol

Maison familiale, Seftigen

La dalle de fondation d'une épaisseur de 25 cm du bâtiment construit en 2000 s'appuie côté aval (avec tout le côté longitudinal et la moitié du côté transversal) disposé sur un mur de soutènement avec une fondation filante plus profonde. Depuis sa construction, le bâtiment s'est affaissé d'env. 15 cm du côté aval. Pour corriger les tassements, le bâtiment a été pourvu côté aval d'une cave et d'une dalle de fondation supplémentaire/nouvelle d'env. 60 m² de surface. Les injections ont eu lieu dans la zone de remblai sous cette nouvelle dalle de fondation. Le processus de relèvement au moyen

d'injections de résine expansive a été accompagné simultanément par la mise en œuvre de 4 presses hydrauliques et l'immeuble a été relevé d'env. 15 cm au cours de 5 jours de travail.



Digue à nouveau étanchée

Digue d'étang, Pieterlen

La digue d'un étang d'env. 5 m de longueur a dû être compactée et solidifiée au-dessus de Pieterlen. L'étang se trouve dans une dépression de terrain. Une digue en terre et un puits d'écoulement nouvellement construit se trouvent du côté aval. La digue a perdu son étanchéité au cours du temps et une grande quantité d'eau a fui vers le terrain voisin, malgré différentes

mesures de sécurité provisoires. Des injections jusqu'à une profondeur de 3 m environ pour étancher à nouveau la digue et conduire l'eau à nouveau de manière ciblée par l'écoulement.





CASE HISTORY

Gare CFF Rebstein-Marbach: relèvement du quai de gare après tassement

En juillet 2016, le quai de la gare CFF de Rebstein-Marbach a été relevé en trois semaines seulement sur une longueur de 150 m sans limitation notable du transport des voyageurs.

Lors de la réhabilitation du quai de la gare de Rebstein-Marbach dans la vallée saint-galloise du Rhin, les CFF ont pour la première fois mis en œuvre avec succès la méthode **URETEK Deep Injections®**.

Au cours du temps, des tassements dans le sous-sol du quai de la gare de Rebstein-Marbach sont apparus sur une

distance de 150 m le long des voies. Ces tassements sont dus à l'extrême sensibilité aux tassements du sous-sol, aux vibrations causées par l'activité de construction de nouveaux bâtiments voisins ainsi qu'à la charge dynamique du trafic ferroviaire. En outre, des variations du niveau de la nappe phréatique ont eu lieu dans le sous-sol.



La gare aurait probablement dû être fermée en cas de travaux de stabilisation par des mesures de construction conventionnelles.

Les CFF ont donné la préférence à la méthode **URETEK Deep Injections®** pour les raisons suivantes:

- le trafic ferroviaire a pu être maintenu sans entraves
- les passagers n'ont subi aucune contrainte pour monter et descendre des trains
- le sous-sol a pu être durablement solidifié et stabilisé
- la réhabilitation a eu lieu en un temps record
- les travaux ont rempli pleinement les exigences des standards élevés de qualité et ceux des standards, plus sévères encore, de sécurité des CFF.

Sous-sol stabilisé avec des injections de résine expansive

La résine mise en œuvre est un mélange de polyuréthane breveté, testé et utilisé en Suisse depuis plus de 20 ans. Il est injecté dans le sol à stabiliser au moyen de lances d'injection et sous une pression contrôlée par des trous de forage de 12 à 25 mm de diamètre placés à une distance déterminée les uns des autres.

La résine se répand alors, remplit toutes les cavités et compacte et solidifie durablement le sous-sol. La force

d'expansion de la résine se monte à 10000 kPa (100 kg/cm² ou 100 bar) et le volume augmente (mesuré à l'air libre, sans résistance) jusqu'à 30 fois. L'ampleur du relèvement provoqué par les injections de résine expansive peut être saisie au mm près et est surveillée et contrôlée en permanence par laser.

Exécution du travail

Le quai stabilisé de la gare CFF de Rebestein-Marbach dispose d'un revêtement d'asphalte avec partiellement des éléments de béton comme fondation en L, pas uniquement du côté des voies. La profondeur des fondations est de 1.50 m sous la surface du quai et leur largeur comporte 1.00 m.

Le quai de gare a été relevé entre 2 cm et 14 cm (dans la partie la plus tassée) par deux lignes d'injections sur une longueur de 150 m et le sous-sol stabilisé. Après les forages, des lances d'injection ont été introduites dans ceux-ci, tous les 2 m, jusque dans les différentes profondeurs sous la fondation en L. A cause des caténaires, la longueur maximale des lances d'injection ne pouvait pas dépasser 2.50 m. Les travaux d'injection ont demandé beaucoup d'expérience et du doigté car malgré les études préliminaires et les calculs, le degré de compactage et de relèvement pouvait varier de mètre en mètre.

Les travaux d'injection selon la méthode **URETEK Deep Injections®** ont convaincu les CFF car il a été possible, en respectant tous les aspects sécuritaires, de maîtriser une réhabilitation nécessaire en l'espace de trois semaines seulement. Le sous-sol a été consolidé en 3 semaines seulement par deux équipes de 3 techniciens de URETEK. En cas de réhabilitation conventionnelle, ces travaux auraient durés des mois et demandés un effort logistique considérable.

Auteur:

Sabine Steiger Buchschacher,
Real-Estate Move AG, 6003 Lucerne

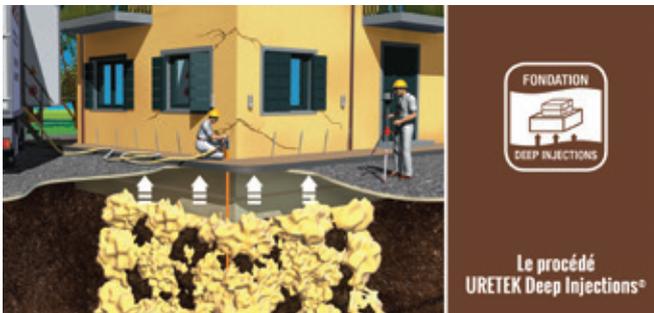
Chef de projet:

Kaj Gugat
Chef d'équipe/directeur des travaux
BSL-T1

 **SBB CFF FFS**

Chemins de fer fédéraux suisses SA
Infrastructure, projets Zurich
Direction des travaux, sécurité &
logistique
Vulkanplatz 11, 8048 Zurich

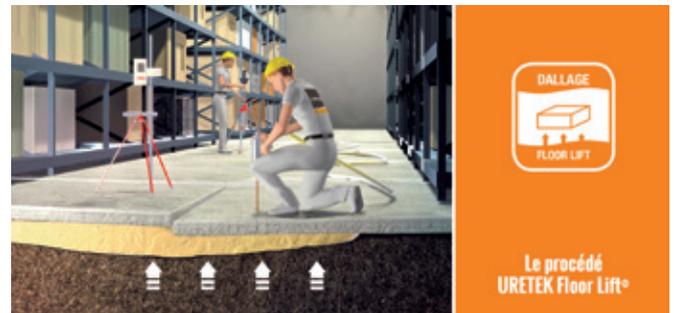
URETEK – un nom, quatre méthodes



Les tassements concernant des immeubles et d'autres parties de constructions sont stoppés avec le procédé **URETEK Deep Injections®**.

A cet effet, La résine expansive URETEK est injectée directement sous la fondation et dans le terrain constructible plus profond. La résine expansive liquide s'étend immédiatement et se solidifie très rapidement – le sol est compacté.

Domaines de mise en œuvre: amélioration de sols de fondation, stabilisation et relèvement de bâtiments, augmentation de la portance du sol de fondation avant des surélévations d'immeubles etc.



Le procédé **URETEK Floor Lift®** permet facilement le relèvement et le nivellement précis de grandes surfaces de sol en béton avec peu d'effort.

La résine expansive URETEK liquide est injectée directement sous le sol en béton. Elle s'étend immédiatement, obture les cavités existantes et se solidifie très rapidement. Le sol est relevé et stabilisé avec une très grande précision.

Domaines de mise en œuvre: halles industrielles, aires de circulation telles que routes, aéroports etc.



Le procédé **URETEK Walls Restoring®** permet de restaurer le mortier de différentes maçonneries.

Le procédé URETEK Walls Restoring® est une méthode sûre, rapide et peu onéreuse pour consolider à nouveau et durablement une maçonnerie instable.

Domaines de mise en œuvre: murs de fondation et de soutènement, digues etc.



Des espaces souterrains et des espaces en surface sont remplis à l'aide du procédé **URETEK Cavity Filling®**.

Le procédé URETEK Cavity Filling® permet une exécution propre, rapide et effective des travaux. Le matériel de remplissage pompé dans les cavités est saturé par des injections de résine expansive; la cavité n'est plus sensible aux tassements.

Domaines de mise en œuvre: cavités naturelles et espaces qui ne servent plus, par exemple d'anciennes galeries, des canaux etc.

Point fort de Geo.ACTION 8/2018:

Compatibilité des résines URETEK avec les eaux souterraines