



LA SOLUTION  
S'APPELLE URETEK

# GEO.ACTION



## URETEK ET L'ENVIRONNEMENT

Information sur le produit relative à la performance environnementale des résines expansives URETEK

page **2**



page **4**

### N8 FAULENSEE – LEISSIGEN:

Injections tests avec de la résine expansive URETEK



page **7**

### MENZIEN:

Sous-sol renforcé avant et après surélévation d'un bâtiment



page **10**

### NOUVEAU:

URETEK Deep Injections  
ULTRA

## RESEARCH

# Performance environnementale des résines expansives URETEK

Basler & Hofmann AG a reçu de URETEK Schweiz AG le mandat d'élaborer une information sur le produit concernant la performance environnementale des résines expansives URETEK.

### Produits

Les résines expansives à base de polyuréthane de l'entreprise URETEK sont constituées d'un composant polyol et d'un composant isocyanate. Deux produits sont mis en œuvre en Suisse dans les sols saturés d'eau: GEOPLUS A et GEOPLUS 1735.

### Mandat

En 2012 déjà, Basler & Hofmann AG a été chargée par URETEK Schweiz AG d'étudier et de documenter la performance environnementale de ses produits. L'information relative au produit élaborée est basée sur les fiches de données de sécurité concernant les composants, les indications données par la maison de production, quelques essais effectués avec le laboratoire d'analyses Bachema AG, l'évaluation de publications d'autres laboratoires en Allemagne ainsi que sur le suivi d'applications dans des zones écologiquement sensibles. Il s'agit en particulier d'injections tests dans un secteur de protection des eaux A<sub>U</sub> pour oblitérer des problèmes karstiques dans le gypse du sous-sol profond de la route nationale N8, tronçon Faulensee – Leissigen. La documentation établie au terme du projet «N8, Faulensee – Leissigen, Test-Injektion mit Polyurethantharz» (en allemand) par GEOTEST AG/Basler & Hofmann AG et l'information relative aux produits «Résines expansives de l'entreprise URETEK» (en allemand et en français) sont disponibles auprès de URETEK Schweiz AG.

### Phase critique concernant l'environnement

La phase critique et donc celle qui doit être évaluée relativement aux impacts environnementaux est la prise



des résines expansives. Celles-ci sont stables à l'état durci et aucune entrée de composants dans l'environnement n'est à signaler.

### Paramètres d'évaluation

Les paramètres globaux COD (carbone organique dissous)/COT (carbone organique total) et AOX (dérivés organiques halogénés adsorbables), spécifiquement complétés avec d'autres paramètres et/ou des tests d'écotoxicité servent de paramètres d'évaluation pour les résines expansives.

### Progrès technique

Les composants des produits actuels présentent une prise rapide et, pour cette raison, seule une faible partie des composants mobilisables parvient dans l'environnement. La prise rapide empêche également une fuite dans le sol. En outre, les mesures de sécurité dans la technique des injections empêchent que de la résine non correctement durcie parvienne dans l'environnement.

## Constatations relatives à la performance environnementale

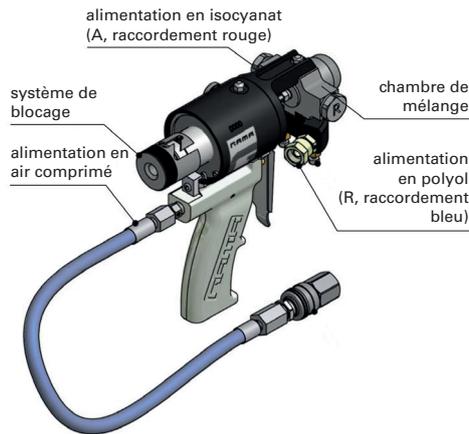
De vastes études concernant les résines expansives URETEK GEOPLUS A et GEOPLUS 1735 ont établi ce qui suit:

- Dans la première phase après la prise seulement, on enregistre une influence sur la qualité des eaux; des valeurs plus élevées de COD/COT, AOX et d'azote sont mesurées dans l'éluat. Mais ces valeurs reviennent à la valeur initiale après quelques heures seulement.
- Des influences toxiques pertinentes de l'éluat sur des bactéries luminescentes, des daphnies et des algues n'ont pas été constatées.
- Des concentrations significatives de produits intermédiaires (amines aromatiques primaires), en relation avec les polyuréthanes, ne sont pas apparues.
- Les concentrations d'autres paramètres, analysés sur demande des autorités environnementales, tels que l'ammonium, l'étain et les paramètres bisphénol A et formaldéhyde ont été inférieures ou en particulier pour l'ammonium près de la limite de quantification.
- Contrairement aux injections de ciment, les valeurs de la conductibilité et du pH ne posent pas de problèmes lors des injections de résines expansives.

## Mesures pour l'optimisation des injections et des produits

L'entreprise URETEK entreprend d'importants efforts pour garantir la sécurité des injections et minimiser au maximum l'impact environnemental de ses produits. Concrètement, les mesures suivantes sont prises:

- **Gestion du processus de prise correct**  
Les deux composants de la résine expansive URETEK sont mélangés dans une chambre de mélange du pistolet d'injection et pas dans l'environnement (sol, eaux souterraines). Le fonctionne-



ment correct du pistolet est vérifié avant le début des injections. Les injections ne sont réalisées que par du personnel qualifié de l'entreprise URETEK. En raison de sa prise rapide, le matériel ne se propage dans le sol que jusqu'à une distance de 1.0 à 1.5 m de l'endroit d'injection.

### - Prévention pour empêcher que certains composants parviennent dans le milieu environnant

Au cas où l'alimentation des composants ne se fait pas dans le rapport de mélange correct, le pistolet d'injection est automatiquement déconnecté. Il n'est alors pas ou plus possible d'injecter. Il est ainsi possible de garantir qu'à tout moment seule une résine d'expansion URETEK à prise correcte est injectée.

### - Pas de substances écotoxiques en concentration significative

Au moyen de tests écotoxiques, l'entreprise URETEK a été en mesure d'apporter la preuve qu'aucun composant écotoxique n'est parvenu dans l'eau en concentration significative.

### - Pas de produits intermédiaires en concentration significative

Les amines aromatiques primaires sont les produits intermédiaires significatifs des polyuréthanes. Il s'est avéré qu'aucune concentration significative de ce groupe de produits n'est apparue.

### - Contrôle des quantités injectées

Les quantités injectées sont saisies dans un procès-verbal et comparées aux quantités pronostiquées. Il est ainsi possible d'affirmer qu'aucune fuite incontrôlée dans le sol n'a lieu.

### - Durabilité

Tous les produits en polyuréthane réticulé sont très stables. Le grand nombre de liaisons possibles entre différents polyols et diisocyanates est à l'origine de ces propriétés stables.

### - Risque de pollution des eaux

Les composants polyols ainsi que les composants isocyanates sont attribués à la classe de pollution 1 «comportent un faible danger pour l'eau». Toutes les substances individuelles sont, à une exception près, également attribuées à la classe de pollution 1.

## Conclusion

Les clarifications de Basler & Hofmann AG confirment les évaluations du «Deutsches Institut für Bautechnik DIBt», à savoir que des effets négatifs sur les eaux souterraines et le sol, dus aux injections avec des résines expansives URETEK, n'ont pas été constatés. La capacité d'écoulement des eaux souterraines, également, n'a pas été altérée de manière significative. La technique d'injection a également atteint un tel degré de maturation que la fuite incontrôlée du produit ou de ses composants est impossible. Le fait que les quantités injectées puissent être contrôlées et que les atteintes aux infrastructures sont minimales, présentent des avantages particuliers.

### Auteurs:

**Beat Hodel**, Dr. sc. nat., biologiste, toxicologue / Basler & Hofmann AG

**Cornelia Angehm**, Dr. phil II, chimiste / Basler & Hofmann AG





## CASE HISTORY

# Injections tests avec résine expansive URETEK, N8 Faulensee – Leissigen

Des injections tests ont été réalisées dans un milieu saturé d'eau pour combler des dolines karstiques dans le sous-sol routier profond. Le monitoring concomitant n'a pas signalé d'effets négatifs pour les eaux souterraines occasionnés par les injections de résine expansive URETEK.

### Protection des eaux

Selon les Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), des injections ne sont pas autorisées dans la zone saturée des secteurs de protection des eaux A<sub>U</sub>. A l'occasion d'un entretien en 2014, l'OFEV a pourtant manifesté son intérêt pour la réalisation

d'injections tests dans le secteur de protection des eaux A<sub>U</sub> afin de vérifier par monitoring les résultats positifs obtenus en laboratoire concernant les impacts environnementaux des injections de résine expansive URETEK. Le projet d'entretien global N08.52 Spiez – Interlaken Ouest s'est imposé comme objet idoine pour ces injections tests.



Mise en place de la lance d'injection jusqu'à -8 m



a) injection

b) forage

c) préparatifs pour injection

### Problématique

Sur son tronçon Faulensee – Leissigen, la N8 traverse sur une longueur de 3 km la formation du Keuper gypseux de Krattigen. Dans cette zone, des affaissements locaux dus à des dolines karstiques dans le sol ont lieu périodiquement depuis des années; ils occasionnent des dégâts à la route. Ces parties endommagées sont toujours la cause d'interruptions d'exploitation et de coûteuses réparations.

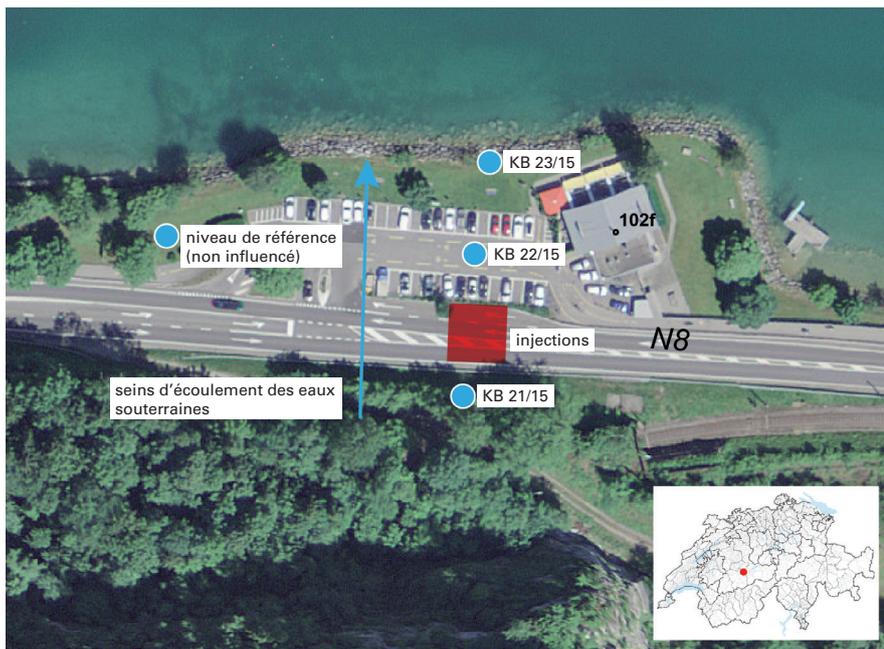
### La solution: les injections de résine expansive URETEK

Après de vastes études préliminaires, l'Office fédéral des routes, OFROU a décidé d'effectuer des injections tests avec de la résine expansive URETEK au km 7.506. L'OFEV ainsi que l'Office des eaux et des déchets OED du canton de Berne n'ont autorisé les injections tests qu'à la condition qu'un vaste programme de surveillance des eaux souterraines soit entrepris. L'eau souterraine a été

intensivement contrôlée en amont et en aval des points d'injection avant et après les injections. Un essai de traçage a été réalisé au préalable pour saisir la vitesse d'écoulement des eaux souterraines. 2900 kg de résine expansive URETEK au total ont été injectés sur une surface de 120 m<sup>2</sup> à une profondeur de -8 m à -5 m (injections en colonne), ce qui représente 8 kg de résine expansive par m<sup>3</sup> de sol.

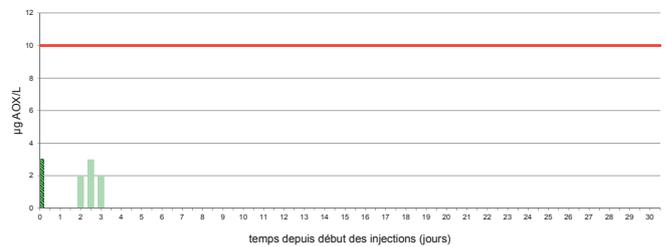
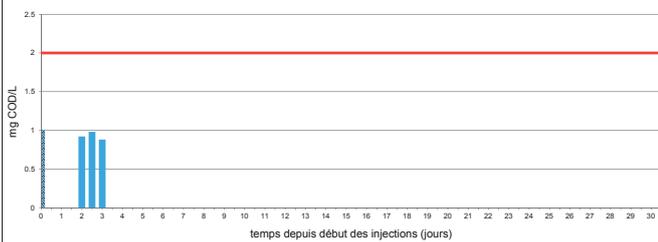
### Monitoring

Le dispositif d'essai choisi permettait de détecter, aux deux puits de soutirage KB 22/15 et KB 23/15 situés à 13 m, respectivement 31.5 m des injections, un éventuel panache de pollution causé par la masse injectée en quelques jours seulement. Le puits de soutirage KB 21/15 a servi de mesure de référence en amont du lieu d'injection.

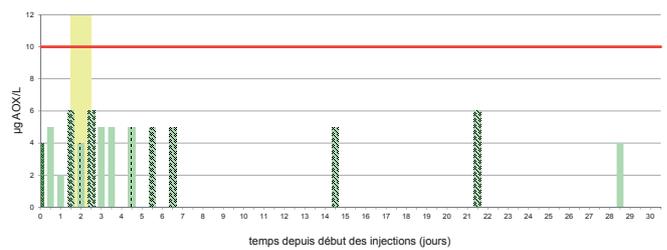
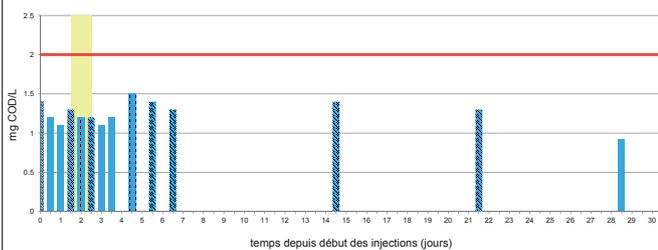


## N8, Faulensee - Leissigen injections test 2017 avec GEOPLUS 1735

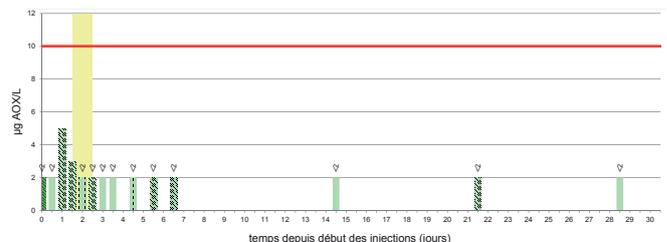
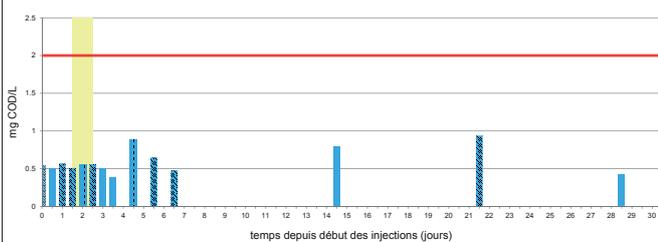
Niveau de mesure amont forage KB 21-15



1. Niveau de mesure aval forage KB 22-15



2. Niveau de mesure aval KB 23-15



Plage de pollution attendue sur la base de l'essai de traçage

Valeur indicative OFEV: 2 mg COD/L

### Paramètres

- seulement COD
- COD plus étain, bisphénole A et formaldéhyde (tous sous la limite de détection)
- COD plus test Ames (pas de propriétés mutagènes) plus étain, bisphénole A et formaldéhyde (tous sous la limite de détection)

Plage de pollution attendue sur la base de l'essai de traçage

Valeur indicative OFEV: 10 µg AOX/L

### Paramètres

- seulement AOX
- AOX plus étain, bisphénole A et formaldéhyde (tous sous la limite de détection)
- AOX plus test Ames (pas de propriétés mutagènes) plus étain, bisphénole A et formaldéhyde (tous sous la limite de détection)

## Résultats

Les valeurs indicatrices fixées par l'OFEV de 2 mg COD/L et 10 µg AOX/L ont été à chaque instant respectées. Les valeurs pour l'ammonium étaient inférieures ou dans la plage de la limite de quantification. Toutes les valeurs d'analyse obtenues pour l'étain, le bisphénol A et le formaldéhyde étaient également inférieures à la limite de quantification. Un test Ames a montré en outre que la masse injectée n'a pas apporté de substances présentant des propriétés mutagènes dans les eaux souterraines. Une modification significative de la capacité d'écoulement des eaux souterraines n'a pas non plus été observée. Un niveau de référence situé en dehors de la zone influencée par les injections de résine expansive a servi de référence.

## Conclusion

Les résultats de la surveillance des eaux souterraines Faulensee – Leissigen confirment ceux d'essais antérieurs de laboratoire, ainsi que l'évaluation de la résine expansive URETEK par le «Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt» à savoir que des effets négatifs sur les eaux souterraines, dus aux injections avec des résines URETEK, n'ont pas été constatés.

**GEOTEST** GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE

**Basler & Hofmann**

### Direction du projet:

**Rachel Riner, MSc** géologue, GEOTEST AG, 3052 Zollikofen

### Monitoring des eaux souterraines:

GEOTEST AG, 3052 Zollikofen

### Conseil/évaluation des impacts environnementaux:

Basler & Hofmann AG, 8133 Esslingen

### Auteurs:

**Beat Hodel, Dr. sc. nat.**, biologiste, toxicologue / Basler & Hofmann AG

**Cornelia Angehm, Dr. phil II**, chimiste / Basler & Hofmann AG

## CASE HISTORY

# Menziken: Sous-sol renforcé avant et après la surélévation d'un bâtiment



L'aménagement de la zone de construction Grünauhof présente un bâtiment de 5 étages construit sur un sous-sol déjà existant. Ce sous-sol (construit il y a 30 ans pour le marché «Menzo Markt») est fondé sur une dalle plate de 25 cm d'épaisseur. Jusqu'ici, les charges étaient reportées sur des couches de terrain aptes à les supporter par des pattes ou piquets en béton maigre. Comme la dalle de sol doit également supporter les charges dues à la construction nouvelle, des injections de résine expansive ont été réalisées pour permettre au sol de présenter la portance nécessaire (en remplacement de pattes ou piquets de sol).

Les travaux d'injection, effectués en deux étapes, ont duré 9 jours:

- la première étape s'est déroulée avant la surélévation, comme mesure préventive
- la deuxième étape a eu lieu au cours de la construction ou plus exactement après la réalisation du gros-œuvre (sous les charges supplémentaires).



1<sup>ère</sup> intervention avant surélévation



Injections au sous-sol



2<sup>ème</sup> intervention après surélévation (gros-œuvre)

## Rapport d'expertise

Le lotissement abritant des habitations et des activités commerciales Grünauhof se trouve au centre du village. Cet ensemble est une construction massive réalisée au milieu des années 1990 qui comprend un sous-sol et en surface plusieurs bâtiments séparés avec un nombre divers d'étages.

La structure portante repose sur une fondation superficielle plate. Concrètement, elle est fondée par un élément (patte ou piquet) de béton maigre qui lui-même repose sur du matériel morainique à bonne capacité portante, à 1 m environ au-dessous de la dalle de sol. La dalle de sol existante reprend en outre en tant que «cuve blanche» la fonction d'étanchement envers la pression des eaux souterraines.

La construction du bâtiment JK, prévu initialement dans l'angle nord-est de la zone du projet n'a été réalisée qu'en 2017. Le sous-sol a été conçu et préparé pour soutenir les charges d'un immeuble bâti par-dessus. Toutefois, l'agencement de la structure portante prévue ne correspondait plus aux exigences actuelles et c'est pourquoi les charges dues à la construction nouvelle ne pouvaient plus trouver leurs appuis uniquement aux endroits prévus. Cet état des choses a demandé que le sous-sol soit partiellement transformé et renforcé et que les fondations existantes en particulier soient adaptées.

Des injections de résines expansives URETEK ont été réalisées pour renforcer par endroit les fondations. Cette mesure d'amélioration micro-invasive du sol était prédestinée pour le déroulement efficient et économique des travaux de construction. Comparée à la mise en place de micropieux, cette exécution des travaux était plus flexible et des problèmes d'étanchement délicats ont pu être évités.

L'étude des besoins et l'exécution des travaux avec l'entreprise URETEK ont été faciles et l'accompagnement du projet par URETEK fait de manière compétente. Le recours à la méthode d'amélioration des sols de URETEK a représenté pour nous une expérience intéressante et enrichissante.

Christoph Widmer, Ing. dipl. EPF/SIA,  
Meichtry & Widmer Bauingenieure AG Zug

## CASE HISTORY

### Relevage de la piscine à débordement d'une maison individuelle

Piscine à débordement, Wallbach



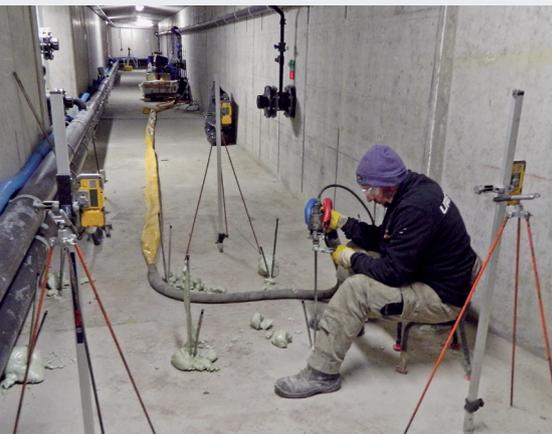
La piscine indépendante, qui se trouve à 6 m environ du Rhin, a été construite en 2011; il s'agit d'une construction en acier-chromé avec une surverse. Le bassin est placé sur une dalle de fondation armée



d'une épaisseur de 30 cm. Le terrain naturel est argileux et sableux. La moitié du bassin à débordement se trouve sur du matériel de remblai. Au cours du temps, la piscine s'est affaissée de 2 cm. En contrebas (en direction du Rhin), un déséquilibre avec un déversement d'eau unilatéral s'est alors créé. La dalle de fondation a été relevée d'environ 2 cm sur une surface d'environ 20 m<sup>2</sup> au cours de 2 journées ouvrables et le trop-plein fonctionne à nouveau uniformément tout autour du bassin.

### Sécurisation de la galerie d'évacuation de la décharge régionale Seckenberg

Décharge régionale Seckenberg, Frick



La décharge régionale Seckenberg à Frick a été mise en service en 1981. La galerie d'évacuation, praticable avec de petits véhicules, est faite d'éléments de béton individuels (d'env. 3.30 m de



largeur, 3.80 m de hauteur et de 10 m de longueur) qui reposent sur des dalles d'env. 0.45 m d'épaisseur. Elle est recouverte d'env. 15 cm de scories. Pour l'exécution de ce projet, tout l'équipement de travail de URETEK a été chargé sur un petit véhicule pour être amené à l'endroit des injections dans la galerie ayant subi un basculement et le sous-sol sous les deux éléments de raccordement ont été stabilisés au cours de 3 journées ouvrables.

### Remise à niveau du sol de la halle de fabrication de l'entreprise Gema Switzerland GmbH

Sol de la halle de fabrication, St. Gall



Le sol de la zone partielle de la halle de fabrication, d'une surface de 340 m<sup>2</sup> env., est constitué de 6 dalles de béton d'env. 7.5 m x 7.5 m de surface et d'une épaisseur d'env. 30 cm. Les appuis de



la halle, disposés selon une grille de 7.5 m x 15 m, reposent respectivement sur des semelles isolées fondées sur des pieux d'env. 16 m de profondeur. Au cours du temps, les 6 dalles qui ne reposent sur les semelles isolées des appuis que sur leurs côtés extérieurs, se sont affaissées unilatéralement de près de 20 cm vers la partie centrale. Le basculement des dalles de béton a provoqué la création de cavités sous le sol de la halle à l'endroit des appuis. Au cours de 4 journées de travail, la position inclinée des dalles a été corrigée et le sol de la halle remis à niveau.

## CASE HISTORY

## Stabilisation du bâtiment de la gare des CFF

## Bâtiment de la gare, Erstfeld

Le bâtiment de la gare, vieux d'env. 100 ans, est une maçonnerie qui, dans sa partie sud, présente 2 étages et pas de sous-sol. La partie du milieu dispose elle d'un sous-sol. Les fondations sont des semelles filantes en béton maigre et en pierres et le sol de fondation est argileux et sableux. Au cours du temps, la partie sud-ouest du bâtiment de la gare s'est tassée et des fissures sont apparues dans la façade. Simultanément avec la rénovation du bâtiment de la

gare, le sous-sol des murs extérieurs et intérieurs a été stabilisé par des injections à 4 niveaux de profondeur jusqu'à env. -3.50 m sous le bord inférieur des fondations.



## Amélioration du sous-sol de la voie CFF dans l'atelier de Furrer+Frey AG

## Atelier, Gwatt-Thoune

L'atelier (no. 8) de l'entreprise Furrer+Frey AG, spécialisée dans la construction de caténaires/électromobilité a été construit dans les années 1970. 2 x 2 nouveaux blocs élévateurs (charge possible jusqu'ici: env. 50 kN/m<sup>2</sup>, charge nouvelle: env. 200 kN/m<sup>2</sup>) ont été mis en place dans l'atelier le long de la voie CFF afin de pouvoir réparer et entretenir les machines de plus en plus lourdes utilisées dans la construction ferroviaire. Des injections ont été réalisées jusqu'à -3.50 m sous le bord inférieur du sol en béton à l'endroit des 4 blocs élévateurs et cela sous la charge totale (machine de construction

ferroviaire de 80 t). La résine expansive a permis de remplir les cavités créées par affouillement lors de montées des eaux et d'atteindre la portance du sol nécessaire pour supporter les charges ici engendrées.



## Ecrans d'étanchéité contre les eaux souterraines

## Campus Schindler, Ebikon

La construction nouvelle et la transformation du Campus Schindler comprennent la rénovation totale du bâtiment de gestion de l'entreprise (bureaux), la construction nouvelle du Visitor Center voisin de 7 étages avec restaurant pour le personnel ainsi qu'un nouveau parking. Le niveau de la nappe phréatique se trouve à env. 2 m au-dessus du bord supérieur de la dalle du sous-sol. La réalisation d'écrans par injections, comme étanchéité contre les eaux souterraines, sous la dalle de sol a été nécessaire à l'endroit de deux parois de protection sismique et dans un corps intermédiaire lors des travaux

de construction. Le sol sous la dalle de fondation et également la zone autour de 16 micropieux nouvellement réalisés ont été ainsi protégés contre la pression des eaux souterraines.



NOUVEAU

## URETEK Deep Injections ULTRA

Des injections précises de résine expansive sont possibles avec la nouvelle méthode que URETEK a annoncée pour être brevetée. Le terrain constructible est alors surveillé en temps réel par tomographie 3D et l'ouvrage par un radar 3D spécialement développé pour URETEK.

Après des succès dans le monde entier dans le compactage de sous-sols de fondation avec la méthode **URETEK Deep Injections®**, URETEK a développé une autre méthode de compactage du sous-sol avec de la résine expansive pour des constructions présentant des structures délicates et qui offre en temps réel les avantages de l'électro-tomographie 3D (sous-sol) et de la surveillance radar 3D (structure du bâtiment).

La tomographie géo-électrique s'est établie depuis longtemps comme méthode non destructive pour déterminer la répartition en 2 ou 3 dimensions de la résistance électrique spécifique du sous-sol. La **tomographie 3D** permet, selon la situation du sol, de fixer le domaine nécessaire à injecter et de définir le quadrillage optimal des points d'injections. Il est ainsi possible de compacter le volume de sol de manière ciblée et homogène. Le résultat obtenu peut être montré visuellement par la comparaison des résistances des sols avant et après les injections.

Le **radar 3D**, spécialement développé pour URETEK, permet de surveiller en permanence, pendant les travaux d'injection, les plus de 100 points de structure fixés, avant le début des

travaux, sur le bâtiment. Les mesures montrent avec une précision du dixième de millimètre les mouvements les plus minimes de chaque point de structure et permettent ainsi des injections précises.

Cette nouvelle technologie est mise en œuvre principalement pour des structures de construction sensibles afin de

pouvoir réaliser avec plus de précision encore les injections dans le sol de fondation et vérifier immédiatement le résultat obtenu. Elle offre, pendant les travaux d'injection, une sécurité pour les bâtiments qui ne peuvent subir de mouvements structurels et une précision là où la construction doit être totalement ou partiellement relevée.



## Déroulement de la méthode URETEK Deep Injections ULTRA

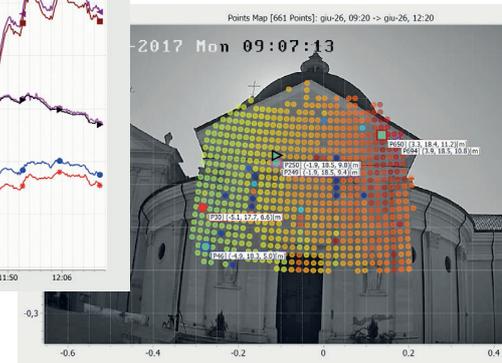
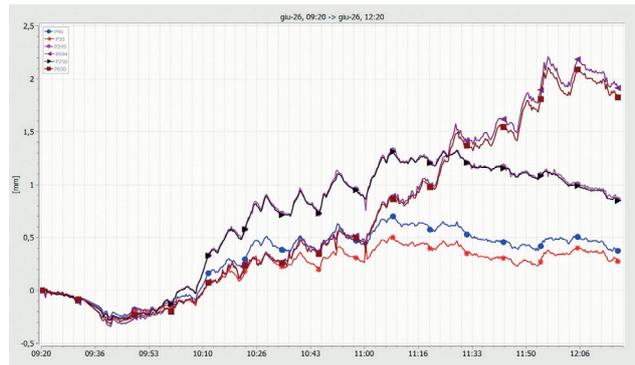
### 1. Détermination des résistances du sol et des points de référence radar sur la construction

Avant l'exécution des travaux, la situation actuelle est saisie par tomographie 3D (sous-sol) et par radar 3D (bâtiment). Des centaines de points de référence sont déterminés sur le radar 3D et surveillés pendant les injections afin de pouvoir contrôler les injections de résine expansive et vérifier le résultat obtenu.



Quelques «injections de calibrage» sont ensuite réalisées en certains points dans le volume de sol à traiter. Celles-ci ont lieu jusqu'à l'apparition d'un premier léger relèvement du bâtiment (de l'ordre de grandeur du dixième de millimètre). La résine liquide s'étend et le sol injecté atteint un degré de compression et de compaction non seulement supérieur à la charge qui se trouve au-dessus, mais également même à celui qui se développe lors du relèvement.

Une analyse du sol par tomographie 3D a lieu après les «injections de calibrage» pour déterminer le volume de sol affecté par les injections. L'effet des injections peut varier selon la nature du sol et la quantité de résine expansive injectée. La tomographie 3D permet de déterminer ce volume et la distance et le mode de répartition de la résine expansive par rapport au point d'injection peuvent être adaptés. Sur la base de ces données, les futures injections sont alors adaptées à la situation du sous-sol. Les résultats de la tomographie 3D effectuée avant et après les travaux d'injection témoignent des améliorations du sol de construction obtenues.



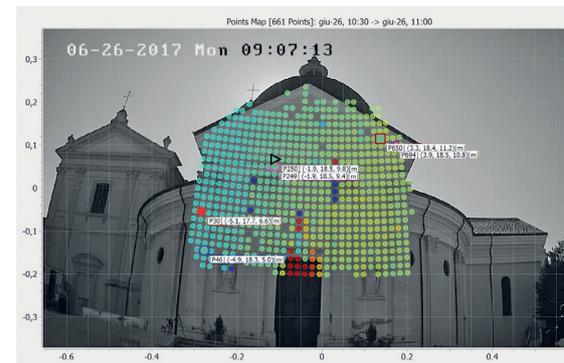
### 2. Injections de compactage avec surveillance simultanée radar 3D

Les injections de compactage sont réalisées après que le réseau des points d'injection a été fixé. L'ensemble de la construction qui se trouve au-dessus est contrôlée au moyen du radar: plus de 100 points définis préalablement sur la structure du bâtiment sont surveillés afin de détecter les plus infimes déplacements dans une quelconque direction. La surveillance par radar 3D (précision de mesure de l'ordre de grandeur du dixième de millimètre) signale qu'aucun mouvement indésirable ne se manifeste sur le bâtiment. L'appareil radar est facile à installer et ne doit pas être monté sur les parois du bâtiment. Il peut être mis en œuvre indépendamment des conditions climatiques et à une grande distance de l'objet.

#### Possibilités de mise en œuvre

Les structures de certains bâtiments ne peuvent pas subir le moindre mouvement. La méthode **URETEK Deep Injections ULTRA** offre, avec la surveillance radar 3D, la possibilité de saisir immédiatement les mouvements les plus infimes et de réagir de manière appropriée.

Dans d'autres cas, le relèvement total ou partiel d'une construction est souhaité. Le processus de relevage en cours, induit par les injections de résine expansive, peut alors être commandé de manière que des effets indésirables du relèvement sur la structure de la construction soient contrôlés et minimisés.



#### Domaines d'application

Cette technique innovante est principalement mise en œuvre lors de problèmes de tassements et lorsque les injections ne doivent pas avoir d'effets sur la structure de la construction:

- bâtiments historiques
- églises
- grands ensembles immobiliers
- avant des surélévations (augmentation de la portance du sol)
- grandes surfaces de circulation et artisanales/commerciales

#### Avantages

- contrôle permanent du sous-sol au moyen de la tomographie 3D
- contrôle permanent de la structure de construction au moyen du radar 3D
- les méthodes URETEK permettent de réaliser la stabilisation/le relèvement de projets sans mesures constructives
- la surveillance permanente par radar permet de saisir immédiatement des mouvements de la structure de la construction
- la surveillance permet d'adapter la quantité de résine expansive à la situation



**NOUVEAU**

# URETEK Deep Injections ULTRA

Des injections précises de résine expansive sont possibles avec la nouvelle méthode que URETEK a annoncée pour être brevetée. Le terrain constructible est alors surveillé en temps réel par **tomographie 3D** et l'ouvrage par un **radar 3D** spécialement développé pour URETEK.

Cette nouvelle technologie est mise en œuvre principalement pour des structures de construction sensibles afin de pouvoir réaliser avec plus de précision encore les injections dans le sol de fondation et vérifier immédiatement le résultat obtenu. Elle offre, pendant les travaux d'injection, une sécurité pour les bâtiments qui ne peuvent subir de mouvements structurels et une précision là où la construction doit être totalement ou partiellement relevée.

### Domaines d'application

- Cette technique innovante est principalement mise en œuvre lors de problèmes de tassements et lorsque les injections ne doivent pas avoir d'effets sur la structure de la construction:
- bâtiments historiques
  - églises
  - grands ensembles immobiliers
  - avant des surélévations (augmentation de la portance du sol)
  - grandes surfaces de circulation et artisanales/commerciales



### Avantages

- contrôle permanent du sous-sol au moyen de la tomographie 3D
- contrôle permanent de la structure de construction au moyen du radar 3D
- les méthodes URETEK permettent de réaliser la stabilisation / le relèvement de projets sans mesures constructives
- la surveillance permanente par radar permet de saisir immédiatement des mouvements de la structure de la construction
- la surveillance permet d'adapter la quantité de résine expansive à la situation



**Le procédé URETEK Deep Injections®**

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

**Domaines de mise en œuvre:**  
amélioration de sols de fondation, stabilisation et relèvement de bâtiments, augmentation de la portance du sol de fondation etc.



**Le procédé URETEK Floor Lift®**

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

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



**Le procédé URETEK Walls Restoring®**

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

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



**Le procédé URETEK Cavity Filling®**

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

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



**LA SOLUTION S'APPELLE URETEK**