



▼ Géotechnique  
▲

▼ Hydrogéologie  
▲

▼ Monitoring  
▲



**Solutions innovantes et adaptées aux besoins  
des clients en géotechnique et en hydrogéologie**

**L'entreprise Solexperts AG repose sur des bases solides: Plus de 30 années d'expérience d'un personnel hautement qualifié assurent la mise en œuvre optimale de projets en géotechnique et en hydrogéologie – au moyen de concepts de mesure efficaces, de procédés de mesure reconnus dans le monde entier, d'instrumentations, de méthodes de surveillance et d'essais sur le terrain.**

Notre équipe se compose d'ingénieurs et de géologues spécialisés dans le domaine de la géotechnique, de la géodésie et de l'hydrogéologie, ainsi que d'informaticiens, d'électroniciens et de mécaniciens. Ils travaillent au bureau, en atelier et sur le terrain pour la conception et la production de nouveaux procédés de mesure, et également pour mettre en œuvre des projets de mesure complexes.

Solexperts jouit d'une très bonne réputation, et est reconnue comme étant fiable, dynamique et innovante – ceci aussi bien auprès de nos clients, des bureaux d'ingénierie et de géologie, qu'auprès des administrations et des entreprises de travaux publics.

**3 Exemples:**

Les mesures géotechniques et hydrogéologiques permettent une gestion des risques lors de la construction dans les sols et les roches dont les caractéristiques ne sont pas totalement connues.

Pour la caractérisation des formations rocheuses hôtes choisies dans le cadre du stockage de déchets radioactifs, Solexperts a élaboré des systèmes de mesures spécifiques dans les 20 dernières années, utilisés également dans le domaine de la construction.

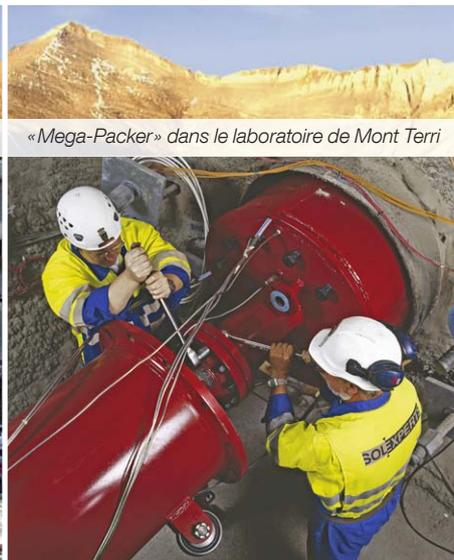
La construction de tunnels dans des massifs à forte convergence et gonflants nécessite un soutènement hautement déformable à haute capacité portante. Pour ce cas précis, Solexperts en collaboration avec le Prof. Dr. Kovári a conçu le produit hiDCon, un béton hautement déformable.



Stand-Pipe Multi-Packer System (SPMP)



Contrôle de la voûte parapluie à Frutigen



«Mega-Packer» dans le laboratoire de Mont Terri



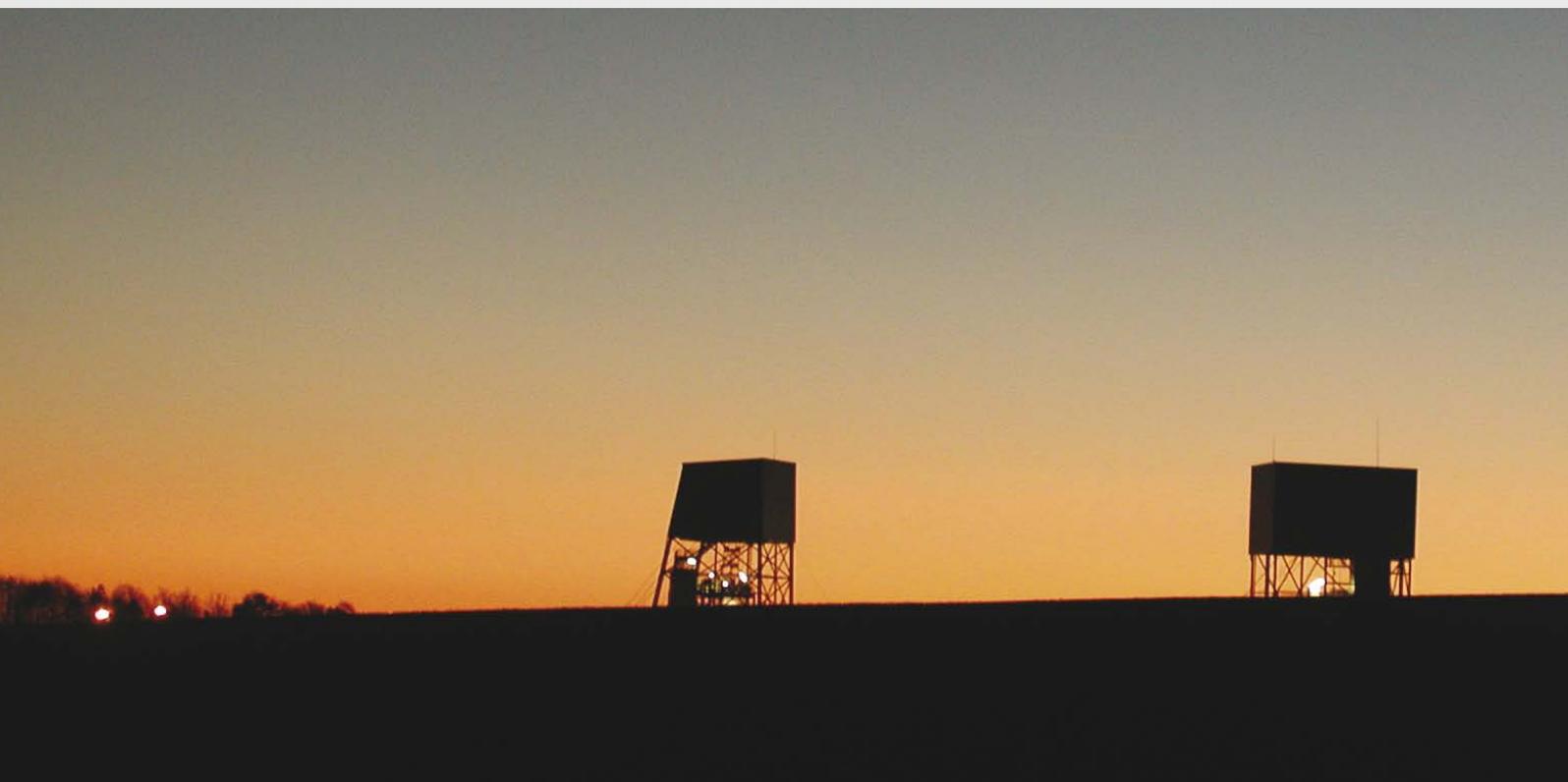


Géotechnique

Hydrogéologie

Monitoring

Laboratoire souterrain de Bure, Département Meuse (F): Installations de puits



### ▶ GÉOTECHNIQUE

- Mesure de déplacement en ligne droite .....
- Extensomètres en forage .....
- Mesure de déplacement ponctuelle .....
- Mesure d'inclinaison / de déviation .....
- Mesure de déformation / de charge .....
- Essais de mécanique des roches .....
- Mesure de température .....
- Mesure de vibrations .....
- Mesure de géométrie de forage .....
- Essais de pieux .....

### ▷ PRODUITS

- Trivec · Micromètre de Forage · Déformètre de Forage · Inclinomètre de Forage .....
- Sol-Extensomètre · Reverse-Head-Extensometer · Extensomètre Modulaire .....
- Distomètre · Fissuromètre · Extensomètre de Surface .....
- Clinomètre · Capteur Clino · Chaîne Clino · Chaîne Défectomètre .....
- Curvomètre · Déformètre · Dilatomètre · Ancrage de mesure .....
- Systèmes Hydrofrac- / Hydrojack · Essais de plaque .....
- Capteur de température · Chaîne de mesure de température .....

### ▶ HYDROGÉOLOGIE

- Surveillance d'aquifères .....
- Essais hydrauliques en forage .....
- Essais en laboratoire souterrain .....
- Instrumentations de puits potables et entretien .....

### ▷ PRODUITS

- Systèmes Multi-Obturateurs · Systèmes d'échantillonnage Multi-niveaux · Piezo Press .....
- Syst. de test à double obturateur Heavy Duty & Standard · Syst. à obturateurs gonflables .....
- Syst. Modulaire à (Mini)Obturateurs · Syst. de pression de pore · Syst. TDR-Packer .....
- Système de pompage sans train de tige · Swage Packer .....

### ▶ MONITORING

- Acquisition de données .....
- Capteurs .....
- Interprétation et visualisation .....

### ▷ PRODUITS

- GeoMonitor · Solexperts Daten Logger · Trivec · Dilato .....
- Déplacement · Cellule de charge · Pression · Inclinaison Enregistreur de distance .....
- Déformation · Température · Capteurs à corde vibrante · Théodolites · Flux .....
- Capteurs chimie et physique .....
- Gestion de données · WebDAVIS · Trical · Dilato · HUGO (Igor) .....

### ▶ CONSTRUCTION TUNNEL

- Éléments déformables en béton .....

### ▷ PRODUITS

- hiDCon – highly Deformable Concrete .....

### SERVICES

- Conseil · Instrumentation
- Mesures / Interprétations
- Maintenance / Réparation

### SERVICES

- Conseil · Gestion qualité

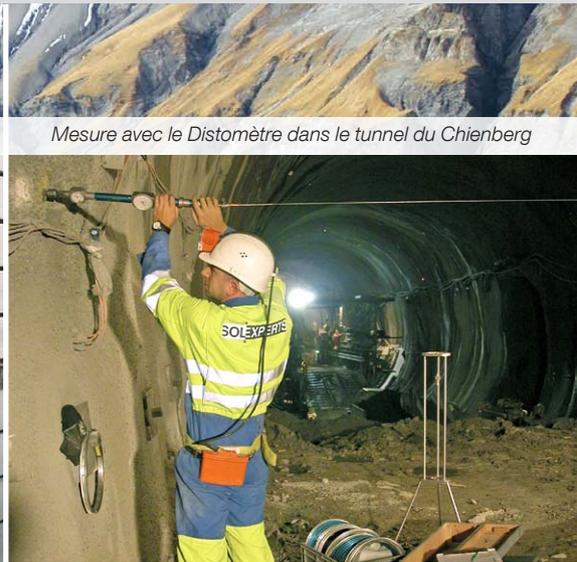
Les calculs seuls ne peuvent rendre entièrement compte des interactions entre une construction et le sol environnant. Les mesures géotechniques fournissent en cela des données fiables: l'équipe interdisciplinaire de Solexperts AG est à la disposition des urbanistes, des administrations et des entreprises – elle dispose d'une riche expérience dans l'instrumentation géotechnique combinée à une grande palette d'essais.



Mesures inclinométriques sur la rocade Lucerne à Bâle



Eléments hiDCon pour revêtement en béton projeté



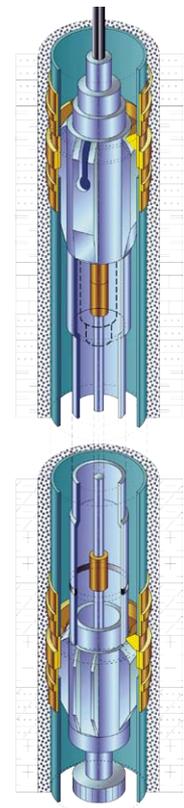
Mesure avec le Distomètre dans le tunnel du Chienberg

### Tunnels et cavités

La création d'une cavité provoque une modification de la répartition des contraintes dans le massif environnant – et ainsi, selon les caractéristiques géotechniques prises en considération, de grandes ou de faibles déformations. Le comportement prévu du massif et des soutènements est contrôlé avec des mesures de déplacement. Si une anomalie est constatée, il est ainsi possible d'intervenir. C'est pourquoi les mesures géotechniques représentent une partie essentielle de toute analyse des risques. Ceci vaut d'autant plus pour la construction de tunnel en milieu urbain, où la surveillance des ouvrages attenants est primordiale.

### Fouilles

Les risques lors de la construction de fouilles sont multiples: effondrement d'une paroi pendant le creusement; phénomène de renard lors de la foration de parois et pieux; rupture des ancrages de paroi; venues d'eau ou perte de capacité portante de la sole. Dans cette situation, les mesures d'accompagnement de la construction sont indispensables pour des raisons évidentes de sécurité – en particulier des mesures d'inclinaison dans les parois ainsi que des contrôles automatiques des déplacements des têtes de paroi au moyen de théodolites motorisés, et un contrôle des pressions interstitielles.



Détail du Trivec



### Pentes instables

L'érosion aux pieds de pentes ou des changements de pression d'eau peuvent provoquer des glissements importants. En mesurant les vecteurs de déplacement selon un profil ainsi que les pressions interstitielles, le mécanisme des mouvements peut être analysé précocement. Dans des zones habitées – également à proximité de voies de communication –, une surveillance automatique accompagnée de fonctions d'alarme et de transfert des données est indispensable.

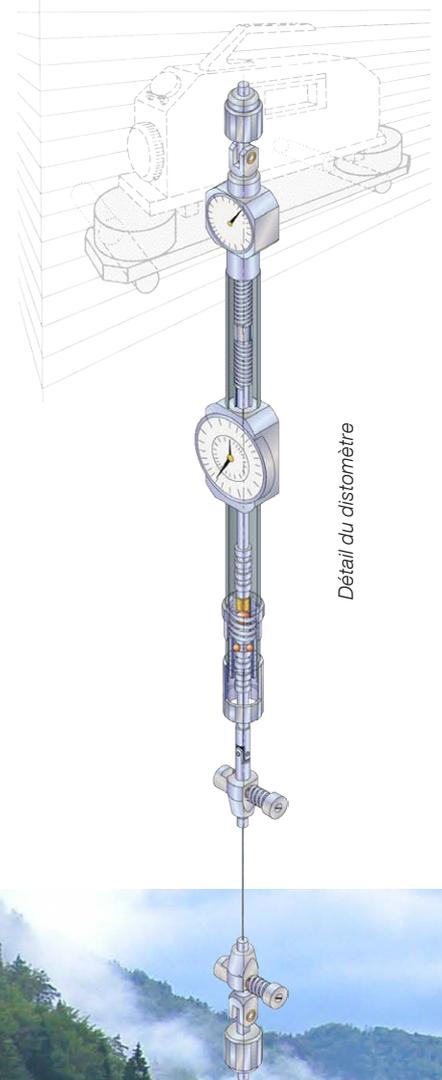
### Barrages en béton, barrages en terre, écluses

Les contraintes de sécurité inhérentes aux barrages-voûte, aux barrages-poids et en enrochement sont très élevées, la moindre rupture pouvant provoquer des

conséquences catastrophiques. Les mesures géodésiques et géotechniques constituent ici un point central dans la gestion de la sécurité. Des instruments éprouvés tels que le Micromètre de Forage et les systèmes automatisés de Solexperts AG sont utilisés, car connus et réputés pour leur grande fiabilité et leur précision.

### Méthodes d'observation, pieux, remblais

Comment évaluer en échelle 1:1 le comportement d'une construction avec des mesures géotechniques d'accompagnement? Solexperts est en mesure de mettre en œuvre la méthode d'observation adéquate pour le dimensionnement de pieux, ainsi que pour le calcul de la capacité portante de grands remblais par rapport aux tassements.

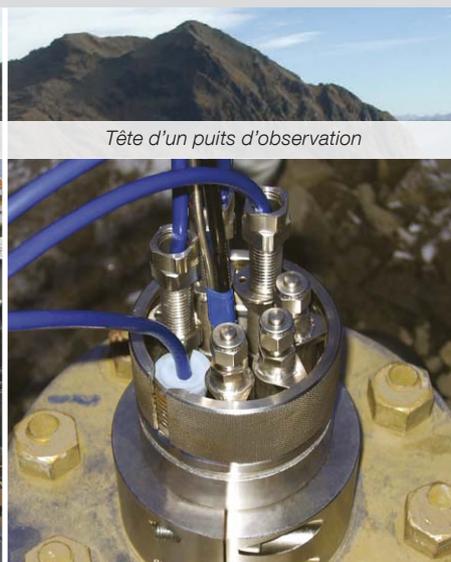


Autoroute A16 Transjurane, construction du tronçon Roches-Moutier, Canton Berne: Mesures Trivec dans un mur de pieux

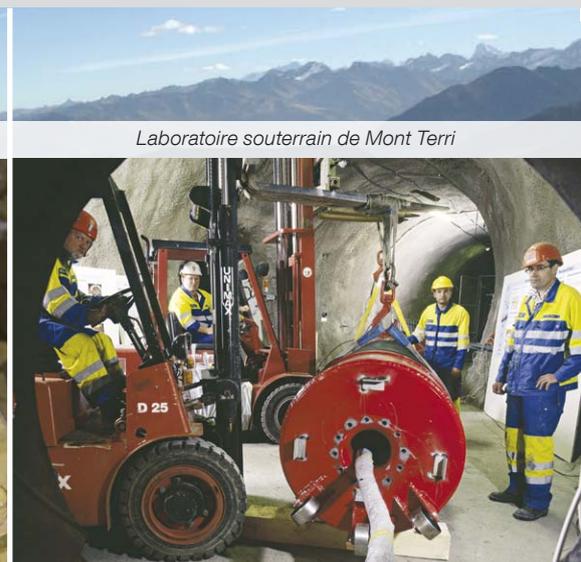
L'eau des nappes phréatiques est une matière première essentielle qu'il faut préserver. Cette eau peut également en même temps constituer un facteur de risque – par exemple dans la construction – et un moyen de transport pour des substances contaminantes. La grande expérience de Solexperts est mise à profit dans ce type de problématiques complexes: nos systèmes de surveillance des aquifères, avec leurs essais associés, sont adaptables aux différentes exigences des clients.



*Essais in situ à Emosson*



*Tête d'un puits d'observation*



*Laboratoire souterrain de Mont Terri*

### **Essais in situ dans les sites de stockage**

Solexperts travaille en partenariat avec les organisations nationales et internationales pour le stockage des déchets radioactifs. Ces groupes sont: NAGRA (Suisse), ANDRA (France), BfS/BGR (Allemagne), ENRESA (Espagne), SCK-CEN (Belgique) et CRIEPI/JAEA (Japon).

Ces projets de stockage requièrent les exigences qualité les plus élevées dans l'instrumentation, la conduite des essais, l'analyse des données et l'établissement des rapports.

Les essais hydrogéologiques dans des formations à très faible perméabilité demandent des connaissances extrêmement pointues dans les protocoles de test et l'instrumentation. Le savoir-faire ainsi acquis s'intègre directement dans le panel des compétences de Solexperts.

### **Caractérisation hydrogéologique**

Afin de planifier des systèmes de drainage efficaces, ou pour pouvoir mieux évaluer le risque d'infiltration dans les projets de tunnels, de barrages ou de génie civil, des essais in situ sont réalisés dans le cadre de reconnaissances hydrogéologiques.

Une longue liste de références – avec notamment des projets de tunnels de base comme Alp-Transit Saint-Gothard et Lötschberg, le Brenner et LTF (Lyon-Turin-Ferroviaire) – confirme notre compétence et la fiabilité de nos équipements de test, avec des possibilités d'essais en forage jusqu'à 2500 m de profondeur.



*Multi-Port Sampling System (MPSS)*



# SOLEXPERTS® MONITORING – Acquisition de données et systèmes de surveillance pour les applications géotechniques et hydrogéologiques

Le système GeoMonitor de Solexperts acquiert et sauvegarde les signaux de mesure de capteurs très variés et présente les données en temps réel. Le système Databus modulaire peut être adapté de manière flexible à diverses opérations de mesure. Toutes les données de mesure et de projet sont gérées et clairement visualisées dans le WebDAVIS.



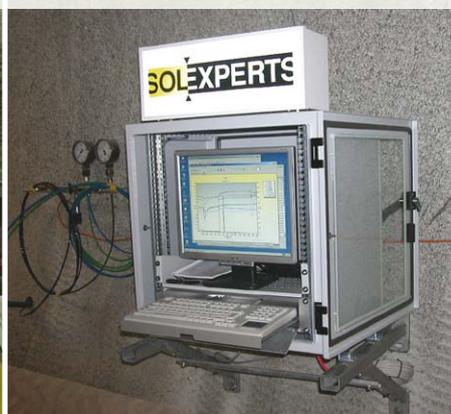
Acquisition de données et interprétation sur site



Station satellite



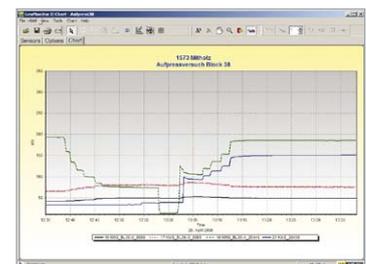
Instrumentation géotechnique



## GeoMonitor – Hardware et Software

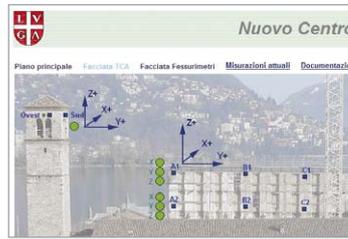
Le GeoMonitor se compose essentiellement d'un PC industriel, d'un Watchdog (pour l'auto-surveillance du fonctionnement du système) et d'interfaces (pour la connexion de différents capteurs analogiques ou numériques au système Databus). Les interfaces sont adressables et sont utilisées en parallèle. Ainsi, des intervalles de mesure différents selon les types ou les groupes de capteurs sont possibles. Les capteurs, les valeurs-seuil et les alarmes sont paramétrables dans le logiciel GeoMonitor, et les données de mesure sont organisées dans une base de données.

Différents formats sont disponibles pour la visualisation des données acquises automatiquement. L'échange de données avec des programmes spécifiques d'analyse est également possible, grâce à la fonction d'export selon un format désiré. Par ailleurs, de nombreux liens mathématiques et statistiques peuvent être établis entre les capteurs pour réaliser des calculs en temps réel. Le logiciel propose des possibilités immenses pour les tests hydrogéologiques, pour lesquels la vitesse de mesure peut atteindre 0.5s.



ID	Nom	Type	Unité	Statut	Commentaire
1001	1001	1001	1001	1001	1001
1002	1002	1002	1002	1002	1002
1003	1003	1003	1003	1003	1003
1004	1004	1004	1004	1004	1004
1005	1005	1005	1005	1005	1005
1006	1006	1006	1006	1006	1006
1007	1007	1007	1007	1007	1007
1008	1008	1008	1008	1008	1008
1009	1009	1009	1009	1009	1009
1010	1010	1010	1010	1010	1010

Deux aperçus de l'interface du logiciel GeoMonitor



Différents aperçus de l'interface du logiciel WebDAVIS

### WebDAVIS Visualisation de données

L'utilisation de systèmes d'acquisition de données et de surveillance génère de grandes quantités de données. Afin de mettre à disposition ces mesures et ces informations à tout instant et en tout lieu, WebDAVIS propose à tous les acteurs d'un projet un portail de visualisation sur Internet avec accès protégé. La répartition des points de mesure d'un site est immédiatement visible grâce à des images

et des plans. L'accès aux informations (photos, logbook, profils, etc ...) et à différentes représentations graphiques et numériques des données est réalisé en peu de clics de souris. Cette structure claire assure un aperçu rapide du système dans son ensemble. Les données peuvent en outre être téléchargées via une option sécurisée par mot de passe, dans le but de calculs ou d'interprétations ultérieures.



Rocade Aarburg, Canton Argovie: Surveillance de fouille

► TUNNELS ————— ▷ hiDCon – Éléments en béton hautement déformable

**Dans la construction de tunnels, les formations géologiques rencontrées deviennent toujours plus complexes et difficiles à maîtriser. Dans le cadre spécifique de la construction dans des massifs à haute convergence ou gonflants, Solexperts a conçu le hiDCon en collaboration avec le Prof. Dr. Kovári. Ces éléments en béton peuvent se déformer plastiquement jusqu'à 50% sous une charge constante.**



Lors de la construction de tunnels de base en Suisse (Lötschberg) et sur le Lyon-Turin (LTF), des zones à très haute convergence sont parfois rencontrées. Ces convergences ne peuvent être compensées par un soutènement classique basé sur le principe de résistance. Les éléments hiDCon (high deformable con-

crete) sont ici utilisés pour l'élaboration d'un soutènement déformable avec une haute capacité portante. Les éléments hiDCon ont été également utilisés dans le cadre de massifs gonflants, en particulier pour l'assainissement du tunnel routier du Chienberg dans le canton de Bâle-Campagne: 480 m de tronçon de tunnel

situés dans une anhydrite fortement gonflante ont été assainis avec succès grâce à l'utilisation d'éléments hiDCon dans un «système déformable modulaire» du Prof. Dr. Kovári. Les éléments hiDCon sont adaptés aux spécificités de chaque projet et leur mise en place est assurée par des ingénieurs en génie civil expérimentés.



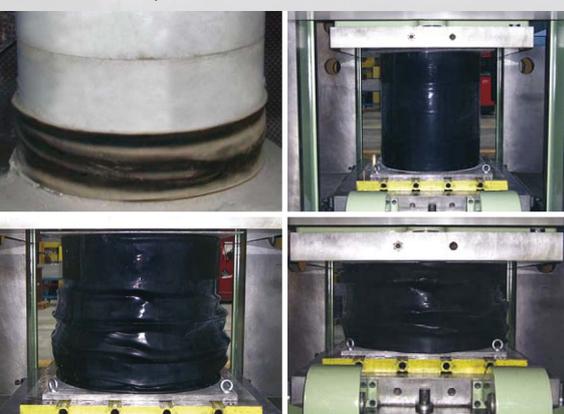
Essai de compression d'un élément de fondation hiDCon



Élément hiDCon pour revêtement en béton projeté



Élément de fondation hiDCon dans le tunnel du Chienberg



► GÉOTECHNIQUE ————— ▷ ESSAIS DE PIEUX

**Afin d'estimer la capacité portante et l'aptitude au service de fondations sur pieux, des essais de chargement de pieux sont souvent réalisés: l'essai in situ donne des indices sur le sous-sol et aide à l'optimisation du dimensionnement en diamètre, en longueur et en répartition des pieux.**

Lors de la réalisation d'essais de pieux, le chargement est effectué par palier à l'aide de presses hydrauliques. La charge est réglée au moyen de la mesure de l'effort sur la tête de pieu, ou réglée précisément à l'aide de la pression de la presse, en

fonction de la charge à fournir. Les déplacements verticaux en tête de pieu sont enregistrés en continu avec des capteurs de déplacement sur une poutre de mesure ou avec un niveau digital motorisé. Selon le type de pieu, la répartition des déforma-

tions dans le pieu est mesurée avec le Micromètre de Forage, des extensomètres ou des capteurs à corde vibrante. Solexperts propose un système intégré pour la conduite et le contrôle à distance des essais de chargement de pieu.



Géotechnique

Hydrogéologie

Monitoring

## ► HYDROGÉOLOGIE ———— ▷ TUNNEL DE BASE DU BRENNER

**Le projet du tunnel de base du Brenner, long d'environ 55 km entre Innsbruck (A) et Franzensfeste (I), doit traverser de grands tronçons de massifs tectonisés requérant des études importantes.**

Avec l'aide de sondages de reconnaissance le long du futur tracé, on évalue entre autres la perméabilité du massif ainsi que les niveaux piézométriques. Dans la période entre Octobre 2004 et Décembre 2005, Solexperts a réalisé plus de 140

essais hydrauliques dans 35 forages, à des profondeurs atteignant parfois 1200 m. En particulier, le système à double obturateurs « Heavy-Duty » et les logiciels d'acquisition et d'interprétation de Solexperts ont été utilisés de manière intensive.

## ► MONITORING ———— ▷ TUNNEL DE LA ROCADE LUCERNE

**Le tunnel de la rocade Lucerne (Luzernerring) a été construit au cœur de la ville de Bâle afin de parachever la liaison entre l'autoroute française A35 et la route nationale N2 « Tangente Est ».**

Le tunnel passe sous la gare St. Johann et tout son système de voies ferrées, mais également sous un pont routier, des habitations et d'autres routes. Dans le cadre de la gestion des risques, Solexperts a surveillé tous les ouvrages à l'aide de mesures géodésiques et géotechniques: les tassements et les déplacements en surface (au niveau du pont, des maisons

et des chaussées) ont été mesurés automatiquement. Deux théodolites, un niveau digital motorisé et des extensomètres ont été installés au niveau des voies ferrées. Deux géophones ont également été utilisés pour mesurer les vibrations attenantes. La voûte-parapluie constituée de pieux a été quant à elle surveillée au moyen d'une chaîne inclinométrique durant les étapes

d'excavation. De plus, les convergences en tunnel et les tassements de surface ont été mesurés manuellement. Toutes les données, aussi bien manuelles qu'automatiques, ont été intégrées au WebDAVIS et ainsi mises à la disposition en temps réel de la direction des travaux, de la maîtrise d'œuvre, de l'entreprise de construction et de leurs partenaires.



Géotechnique: Essais de pieu



Hydrogéologie: Tunnel de base du Brenner



Monitoring: Rocade Lucerne à Bâle





▼  
Géotechnique  
▲

▼  
Hydrogéologie  
▲

▼  
Monitoring  
▲



Systèmes de mesure et services dans les domaines de la géotechnique et de l'hydrogéologie.

**Solexperts AG**

Mettlenbachstrasse 25  
Postfach 122  
8617 Mönchaltorf  
Suisse

Tel +41 (0) 44 806 29 29  
Fax +41 (0) 44 806 29 30

info@solexperts.com  
www.solexperts.com



**Solexperts France SARL**

Technopôle Nancy-Brabois  
3B, rue du Bois de la Champelle  
54500 Vandœuvre-lès-Nancy  
France

Tél +33 (0) 3 83 94 04 55  
Fax +33 (0) 3 83 94 03 58

info@solexperts.fr  
www.solexperts.com



**Solexperts GmbH**

Meesmannstrasse 49  
44807 Bochum  
Deutschland

Tel +49 (0) 234 904 47 11  
Fax +49 (0) 234 904 47 33

info@mesy-solexperts.com  
www.mesy-solexperts.com



**GTC Kappelmeyer GmbH**

Heinrich-Wittmann-Strasse 7a  
76131 Karlsruhe  
Deutschland

Tel +49 (0) 721 6 00 08  
Fax +49 (0) 721 6 00 09

gtc@gtc-info.de  
www.gtc-info.de