

A photograph of a GNSS receiver station. The station consists of a white metal pole mounted on a concrete base. At the top of the pole is a red antenna. A white rectangular control box is attached to the side of the pole. The station is situated in a lush green forest with tall evergreen trees. The text 'Surveillance GNSS pour la sécurité du Brenner' is overlaid in large white letters on the image.

Surveillance GNSS pour la sécurité du Brenner

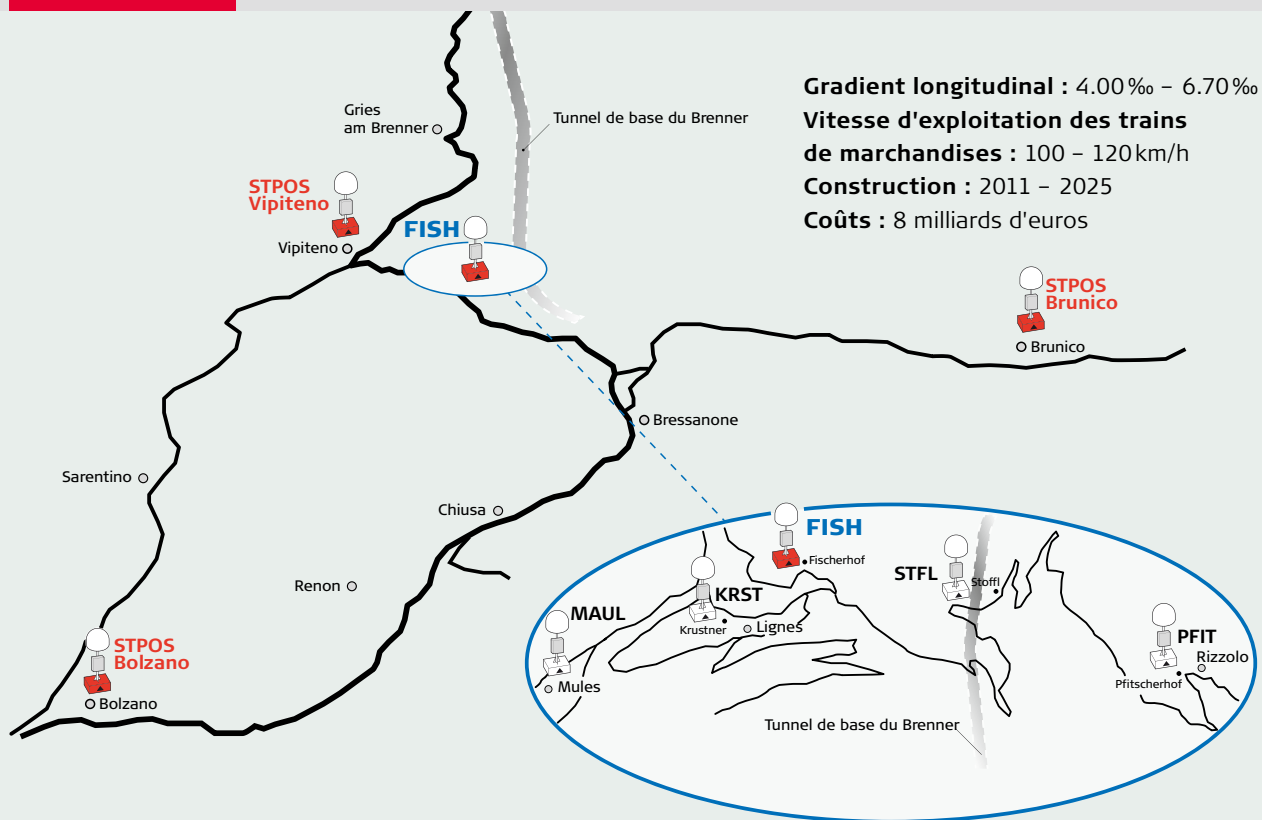
par Agnes Zeiner

Lors de son achèvement, dans 13 ans, le tunnel de Brenner ne mesurera seulement que 2km de moins que le tunnel de Saint-Gothard (57km) achevé, lui, depuis maintenant deux ans. Les instruments Leica Geosystems ont permis de creuser avec une précision d'un centimètre au Saint-Gothard. C'est pourquoi les ingénieurs du tunnel de Brenner ont également opté pour des instruments et des équipements Leica Geosystems qui permettent par ailleurs de réaliser des tâches très diverses telles que la surveillance d'une zone géologiquement instable. Les ingénieurs conseils de Trigonos et la société anonyme européenne BBT SE (Brenner Base Tunnel Societas Europaea) ont été chargés de mettre au point et d'effectuer le travail de surveillance du col du Brenner côté Tyrol Sud, à partir d'un réseau GNSS de surveillance continue sophistiqué, sur plusieurs niveaux.

Plusieurs sections d'exploration du tunnel de Brenner (BBT) sont actuellement en construction. Avec un diamètre de 6 mètres, le tunnel d'exploration sera centré directement sous les deux tunnels principaux

à voie simple. Il servira d'issue de secours et de tunnel de service après l'ouverture du BBT. Une section de 1,5km du tunnel, baptisée « ligne insubrienne », est particulièrement menacée. Elle passe sous le village de Mules (commune de Campo di Trens), dans le Tyrol du Sud. À cet endroit, le tunnel traverse la ligne insubrienne, une faille géologique qui sépare les Alpes calcaires méridionales des Alpes orientales centrales, en Autriche. D'après les estimations, la zone principale de la faille mesure environ 200m de large, avec des roches soumises à des contraintes sur un kilomètre.

Le défi que représente la ligne insubrienne est bien connu de l'entreprise qui gère le projet (société anonyme européenne BBT SE, une initiative de coopération créée entre l'Autriche et l'Italie). Cette section du chantier a donc été travaillée avec la plus grande prudence. Elle fait l'objet d'un contrat spécifique et les mesures souterraines requises pendant le perçage du tunnel sont particulièrement complexes. En outre, Trigonos, un cabinet d'ingénieurs conseils de Schwaz, dans le Tyrol, a été engagé pour mettre au point un système de surveillance en surface : « En étroite collaboration avec les ingénieurs géomètres de BBT SE, nous avons conçu un système de sur-



Produits utilisés

Capteurs :

- L1 – Récepteur de surveillance Leica GMX901
- L1/L2 – Récepteur de surveillance Leica GMX902 GG et antenne AX1202 GG
- Station totale Leica Viva TS15 avec imagerie

Logiciels :

- Leica GNSS Spider, Leica SpiderQC, Leica GeoMoS

Services :

- Leica CrossCheck

veillance GNSS et prouvé sa pertinence en pratique, pendant le relevé de la ligne de base et le premier levé de suivi, » explique Lienhart Troyer, le directeur général de Trigonos, qui est également impliqué dans plusieurs autres projets pour le tunnel de base du Brenner.

Un réseau de surveillance sur plusieurs niveaux avec 5 + 3 stations

Le relevé en surface était l'un des premiers problèmes à résoudre : y a-t-il un tassement en surface pendant le perçage du tunnel ? Le système doit fonctionner automatiquement et, en cas de dépassement des tolérances, envoyer une alerte au client et au personnel de surveillance du chantier par SMS et par courriel.

« Nous avons décidé de mettre en place un réseau GNSS local composé de cinq points situés à proximité

de Mules, intégré dans un autre réseau plus grand, » explique Lienhart Troyer. La zone sous surveillance couvre une surface d'environ deux kilomètres carrés. Seule une solution GNSS était capable de fournir la précision nécessaire. La station centrale de Fischerhof (FISH) sert de station de référence pour le calcul des lignes de base des autres stations à Mules (MAUL), Krustner (KRST), Stoffl (STFL) et Pfitscherhof (PFIT).

« Nous voulions que les lignes de base soient aussi courtes que possible, afin de maintenir une précision maximale. Cependant, cela impliquait d'installer également la station de référence dans une zone de déformation potentielle. Tout tassement ou tout mouvement de la station de référence affecterait les résultats des quatre autres stations. C'est pourquoi la station de référence bénéficie d'une surveillance supplémentaire, grâce aux données fournies par trois



BBT SE

Siège :

Bolzano, en Italie et Innsbruck, en Autriche

Employés : > 90**Création :**

2004, sous la forme d'une société anonyme européenne

Comité de direction

Raffaele Zurlo, Konrad Bergmeister

Verantwortliche Vermessung:

Pierluigi Sibilla, Claudio Floretta, Gregor Windischer

Pour obtenir davantage d'informations, rendez-vous sur le www.bbt-se.com

Le tunnel de base du Brenner

Le tunnel de Brenner est la principale section de la ligne ferroviaire à grande vitesse de 2 200 km qui relie Berlin, Munich, Vérone, Bologne et Palerme. Le long de cette trajectoire plane, le tunnel exclusivement ferroviaire de 55 km sera essentiellement utilisé pour le transport de marchandises. Il se compose de deux tunnels principaux à voie simple et d'un tunnel d'exploration qui longe les deux premiers. Les tunnels principaux sont creusés à 70 m d'écart et reliés par des tunnels latéraux tous les 333 m. Avec les 7,7 km existants de la ligne de fret souterraine qui contourne Innsbruck, ce tunnel de base de 62,7 km sera le plus long tunnel ferroviaire au monde. Il est conçu pour une vitesse maximale de 250 km. En plus de la ligne souterraine d'Innsbruck, la ligne sera reliée à l'infrastructure existante des gares d'Innsbruck et de Fortezza. Des gares multifonctions seront intégrées dans le tunnel à Innsbruck, St. Jodok et Trens. (Source : BBT SE)

autres stations qui font partie du service de référence GPS STPOS de la province de Bolzano/Tyrol du Sud, » explique Lienhart Troyer. La longueur des lignes de base entre la station de référence de Fischerhof et les trois stations du réseau STPOS situées à Vipiteno, à Bolzano et à Brunico, varie de 10 km à plus de 43 km. « Ce réseau de surveillance hiérarchique est capable de détecter les mouvements de la station de Fischerhof de manière fiable, tout en fournissant des informations locales précises sur les déformations possibles de la zone sous surveillance. »

Installation et premiers levés

Le contrat de Trigonos comprenait l'application de leur concept, notamment le relevé de la ligne de base et le premier levé de suivi. Après plusieurs visites avec le personnel de BBT SE, ils ont choisi l'emplacement exact des cinq stations. BBT SE a mené les négociations avec les propriétaires des terrains, puis une entreprise de construction a érigé les fondations et les mâts pour l'équipement et les antennes de communication. Quatre stations disposent d'une alimentation 230V. La station de Stoffl est alimentée par une batterie pendant le relevé de la ligne de base et le premier levé de suivi, puis alimentée en continu par un panneau photovoltaïque. Des batteries de secours d'une capacité de 48 heures garantissent le fonctionnement des stations sans interruption.

Les logiciels nécessaires ont été installés au bureau, notamment le Leica GNSS Spider pour piloter le réseau et chacune des stations. « Le relevé des lignes de base a été réalisé en juillet, sur une période de 48 heures. Nous avons parcouru toute la constellation GPS plusieurs fois, » raconte Lienhart Troyer. Un récepteur de surveillance à double fréquence Leica GMX902 GG était utilisé comme station de référence et des SmartAntennes de surveillance Leica GMX901 ont été installées aux quatre autres stations. Les données étaient transférées sans fil et en temps réel par transmission GPRS/UMTS et le logiciel Leica SpiderQC vérifiait les données en continu. Un premier levé de suivi, également réalisé sur 48 heures, a eu lieu en août pour confirmer les données du relevé de la ligne de base.

Les spécialistes de Leica Geosystems à Heerbrugg ont été chargés d'analyser les données, et les résultats ont été incorporés dans le réseau cadre de BBT. « Du fait de la longueur des lignes de base et de la précision requise, nous avons fait confiance à CrossCheck, le service de calcul de coordonnées proposé par Leica Geosystems, afin de calculer le réseau le plus grand. Ainsi, nous avons pu nous passer d'un logiciel spécial pour ce projet et gagner beaucoup de temps en évitant une formation supplémentaire. Nos attentes concernant la précision ont été parfaite-



■ Une station totale Leica Viva TS15 en pleine surveillance des mouvements, à Mules.

ment remplies » raconte Lienhart Troyer, exprimant la satisfaction de Trigonos vis-à-vis des résultats.

Une offre européenne

En janvier 2012, Trigonos a remporté l'appel d'offre lancé dans toute l'Europe par BBT SE, pour l'exploitation du système de surveillance en continu. Cette phase du projet a démarré en même temps que le perçage du tunnel dans la zone de la ligne insubrienne, en avril 2012 et va continuer encore au moins trois ans.

En plus de la surveillance GNSS, un système de surveillance en surface, composé d'une station totale avec capteur d'image Leica Viva TS15 et de prismes, a été installé à Mules. Il permettra d'obtenir immédiatement des informations fiables sur les mouvements du sol en surface, surtout au centre de Mules, une commune de 2000 habitants où les constructions sont denses. ■

À propos de l'auteur :

*Agnes Zeiner est directrice de la communication chez Leica Geosystems à Heerbrugg, en Suisse.
agnes.zeiner@leica-geosystems.com*

Trigonos ZT GmbH

Siège : Schwaz, Autriche

Employés : 21

Création : 1975 sous le nom de Vermessungsbüro Weiser, restructurée en 2008

Directeurs généraux :

Lienhart Troyer, Christoph Kandler, Joachim Feldes

Les projets concernant le tunnel de base du Brenner comprennent :

un contrat concernant un cadre de surveillance pour la partie autrichienne et des contrats concernant les études d'exécution du tunnel pilote du Brenner nord et la surveillance du niveau géodésique pendant la construction du tunnel d'exploration.

Leica Geosystems, distributeur à valeur ajoutée de produits pour la surveillance spatiale de l'environnement depuis 2009.