A16

Tunnel Sous le Mont

TRANSJURANE

Sommaire

Présentation 2
Géologie 3
Projet ..... 4 et 5
Gestion des matériaux ..... 6 et 7
Le tunnel Sous le Mont en bref 8

Le percement du tunnel en décembre 2009.

Présentation

Le tunnel A16 de Sous le Mont constitue l'ouvrage principal du secteur Loveresse – Tavannes, qui permet de délester les communes de Reconvilier et Tavannes du trafic de transit. Long de 1,2 km, ce tunnel est constitué d'un seul tube destiné à un trafic bidirectionnel.

La galerie technique sous la chaussée abrite tous les câbles d'alimentation des divers équipements d'exploitation et de sécurité du tunnel ainsi que la conduite d'eau de défense incendie. En cas d'urgence, elle constitue le chemin de fuite de l'espace trafic du tunnel. Tous les 300 m, un escalier assure l'accès à cette galerie. Les cages d'escaliers sont séparées de l'espace trafic par une porte coulissante étanche.

Le tunnel est équipé selon les dernières directives en vigueur et les standards les plus modernes en matière de sécurité.

Les travaux du tunnel ont débuté en septembre 2007 et ont pris fin en septembre 2012.

La molasse d'eau douce inférieure : les différentes couches qui la composent sont très visibles.

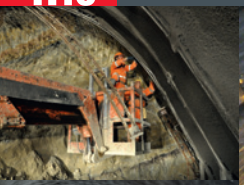
Géologie

Le tunnel Sous le Mont traverse la Molasse d'eau douce inférieure (USM), formation géologique âgée de 23 à 28 millions d'années. Elle est constituée de grès, de siltites, de marnes et d'intercalations de calcaires d'eau douce. Dans les grès apparaissent parfois de fins cristaux de gypse, mais c'est le plus souvent sous forme de remplissage de fractures que la blancheur du gypse est apparue. La molasse est recouverte de débris de petite taille de roches plus récentes (éboulis et colluvions). Durant le Jurassique, entre 5 et 10 millions d'années avant notre ère, les couches molassiques ont été par endroits intensivement plissées.

Les grès et les marnes rencontrés n'ont pas les qualités requises pour favoriser la construction d'un tunnel. Les bancs gréseux, d'une épaisseur pouvant aller jusqu'à deux mètres, sont souvent mal cimentés. Dans les zones altérées, ils peuvent se désintégrer en sable. Les marnes, rencontrées souvent en couches décimétriques, sont très sensibles à l'eau. À son contact, elles se ramollissent et deviennent instables. Près de la surface, les roches sont souvent très altérées. Par endroits, des couches très altérées ont également été trouvées à une plus grande profondeur.

Une campagne de reconnaissance géologique a été réalisée avant les travaux du tunnel pour déterminer au mieux l'environnement dans lequel serait réalisé l'ouvrage et éviter certaines surprises. Dix-neuf forages, d'une profondeur maximale de cinquante-six mètres, ont ainsi été réalisés. Sur la base de carottes issues de ces forages, des analyses en laboratoire ont permis de déterminer les propriétés géologiques et géotechniques du massif rocheux. En outre, la mise en place d'inclinomètres dans les forages a permis d'observer les mouvements de terrain lors de la réalisation du tunnel. Certains équipements de mesures sont conservés après la mise en service pour la surveillance à long terme de l'ouvrage.

Les fréquents changements de couches géologiques, à caractéristiques parfois fort différentes, ont constitué la principale difficulté d'exécution du tunnel. Les moyens de soutènement devant constamment être adaptés aux conditions géologiques spécifiques, l'entreprise a dû faire preuve d'une attention permanente et d'une très grande souplesse. Le choix d'un avancement mètre par mètre s'est avéré être la bonne méthode : les travaux se sont déroulés avec succès dans les temps et en toute sécurité.



Projet

Le projet définitif du tronçon Tavannes-Loveresse a été approuvé par la Confédération (DETEC) en 2001.

Le tunnel se développe sur une longueur totale de 1'200 m et s'inscrit sur le tracé de l'A16 en présentant une courbe en S. Le tunnel a une pente régulière de 1.7% sur toute sa longueur. La différence altimétrique entre les deux portails est d'environ 20 m.

De type monotube, le tunnel fait partie d'un tronçon d'autoroute de 2e classe, avec une chaussée à 2 voies et un régime de trafic bidirectionnel. Le tunnel de Pierre Pertuis, situé à l'Est, compte pour sa part 2 tubes à 2 voies. La séparation du trafic à la jonction de Tavannes a pour effet de diminuer la charge de trafic dans le tunnel Sous le Mont, dont les deux voies suffisent à absorber le trafic prévisionnel. En complément au tunnel de la Rochette en direction de Tramelan, le tunnel Sous le Mont assure le contournement routier de Tavannes en direction de Reconvilier.

Le tunnel a été excavé en méthode traditionnelle à l'aide de deux grosses pelles, équipées de marteaux piqueurs ou de têtes de haveuses. Les travaux se sont déroulés en section partielle : d'abord la partie supérieure ou calotte, puis la partie inférieure ou stross.

Le revêtement du tunnel est composé d'un anneau extérieur en béton projeté de 30 cm d'épaisseur, complété par un anneau intérieur de 30 cm en béton coulé en place.

L'étanchéité du tunnel est constituée d'un lé périphérique PVC de 2 mm, placé entre les deux anneaux de béton.

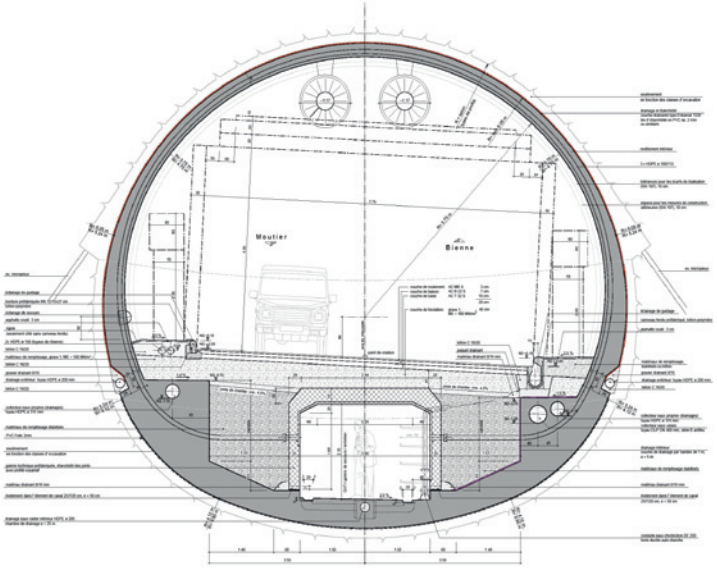
La chaussée, d'une largeur de 7.75 m est bordée par des trottoirs de 1.50 m. La superstructure de la chaussée est constituée de trois couches de revêtements bitumineux d'une épaisseur totale de 20 cm.

Au milieu du tunnel se trouve une niche de stationnement qui permet l'arrêt d'urgence des usagers et le stationnement sécurisé des équipes d'entretien du tunnel.

Tous les 150 m se trouvent des niches SOS, équipées d'un téléphone de secours, d'un extincteur et d'une borne incendie.

Deux centrales techniques, une à chaque extrémité du tunnel, assurent l'alimentation électrique et disposent de toutes les installations de surveillance et de commande du tunnel. Ces centrales ont été réalisées à ciel ouvert dans l'enceinte de fouille des fronts d'attaque du tunnel. Ces fouilles étaient

Excavation de la partie inférieure ou stross.



protégées par des parois de pieux forés renforcées par plusieurs niveaux d'ancrages précontraints. À l'état final, les portails ont été remblayés et seules les entrées des centrales techniques restent visibles.

La ventilation du tunnel est de type longitudinal, garantie par des ventilateurs de jet.

Le concept architectural des portails se distingue par sa simplicité et sa sobriété. Il s'insère dans un concept global uniformisé pour les six ouvrages souterrains entre Tavannes et Court.

Forages dans la calotte.

Galerie technique sous la chaussée et chemin de fuite en cas d'urgence.

Déroulement du chantier :

Début des travaux :	25 septembre 2007
Premier coup de pioche :	24 juin 2008
Percement (calotte) :	Décembre 2009
Fin des travaux :	Septembre 2012
Mise en service :	29 novembre 2012
Coûts de construction :	env. 84 millions de francs

Le remblai autoroutier entre le tunnel Sous le Mont et l'aire de repos de Reconvilier.

Gestion des matériaux

La majorité des matériaux extraits lors de l'excavation du tunnel Sous le Mont et une bonne partie des déblais des parties à ciel ouvert entre Tavannes et Loveresse ont été réutilisés sur place, après stabilisation, pour l'aménagement de remblais routiers et pour la réalisation de la butte de l'aire de repos de Reconvilier.

Stabilisation des sols

Déroulement des opérations :

a) Ameublissement du sol et enlèvement des éléments grossiers avec tracteur équipé d'une herse à disques

b) Adjonction du liant chaux / ciment avec le tracteur épandeur

c) Malaxage mobile avec le tracteur scarificateur rotatif

d) Transport du mélange au lieu de mise en place si le malaxage a lieu en déblai

e) Épandage du mélange mis en remblai

f) Réglage et compactage

Produits et dosages

Le liant composé (Phonolith) mis en œuvre pour la stabilisation est un mélange de chaux vive et de ciment pouzzolane naturel provenant de la roche volcanique du fossé du Haut-Rhin.

Le dosage en liant est déterminé au préalable par les essais du laboratoire des matériaux.

97% des matériaux prélevés en déblai étaient aptes au réemploi. Les limons, les marnes et les argiles ont été stabilisés avec un rapport chaux / ciment de 70 / 30, les sables limoneux argileux stabilisés avec un rapport chaux / ciment de 30 / 70.

Le dosage moyen de liant composé Phonolith a été de 25 kg / m^3.

Stabilisation des remblais par un mélange chaux-ciment.

Contrôles

Les contrôles de teneur en eau, mélange, compactage sont suivis par le laboratoire sur le chantier. Les valeurs les plus hautes ont été obtenues sur la portance, en moyenne 80 MN / m^2 alors que la valeur minimum exigée est de 30 MN / m^2 sous la couche de fondation.

Bilan économique et écologique

a) Limitation des besoins en matériaux d'emprunt

b) Économie de transports et de taxes de mise en décharge

c) Limitation de l'impact des transports à l'extérieur de la zone d'emprise du chantier

d) Efficacité dans l'avancement des travaux grâce à l'exécution d'étapes journalières de stabilisation parfois supérieures à 12'000 m^2

e) Choix du tracé favorable à l'équilibre des masses déblais/remblais

Le tunnel Sous le Mont en bref

Longueur totale : 1'210 m
Longueur d'excavation en souterrain : 1'140 m
Longueur des tranchées couvertes : 70 m
- **portail nord** : 30 m
- **portail sud** : 40 m

Chaussée bidirectionnelle, largeur : 7,75 m
Profil en long : déclivité de 1.7%, pente unique en direction de Bienne
Dévers : 3% - 5.5%
Géologie : Molasse d'eau douce inférieure (voir page 3)
Couverture maximale : 35 m
Sections d'excavation :
- **tunnel** : 114 m^2
- **niche de stationnement** : 215 m^2

Excavation : environ 215'000 m^3 (tunnel et portails)
Béton :
- **pompé** : 34'500 m^3
- **projeté** : 27'500 m^3

Cintres métalliques de soutènement : 900 t
Armatures métalliques : 850 t
Tubes pour équipements : environ 15'000 m
Issues de secours :
- **3 accès tunnel - galerie de sécurité**
- **2 accès local technique - galerie de sécurité**

ÉDITEUR : OFFICE DES PONTS ET CHAUSSÉES DU CANTON DE BERNE - SEPTEMBRE 2012

A16 - Information | Septembre 2012 | Design : www.nusbaumer.ch