

# A16

Tunnel de Loveresse

# TRANSJURANE



## SOMMAIRE

Présentation .....	2
Géologie .....	3
Projet .....	4-5
Excavation et soutènement .....	6-7
Le tunnel de Loveresse en bref .....	8



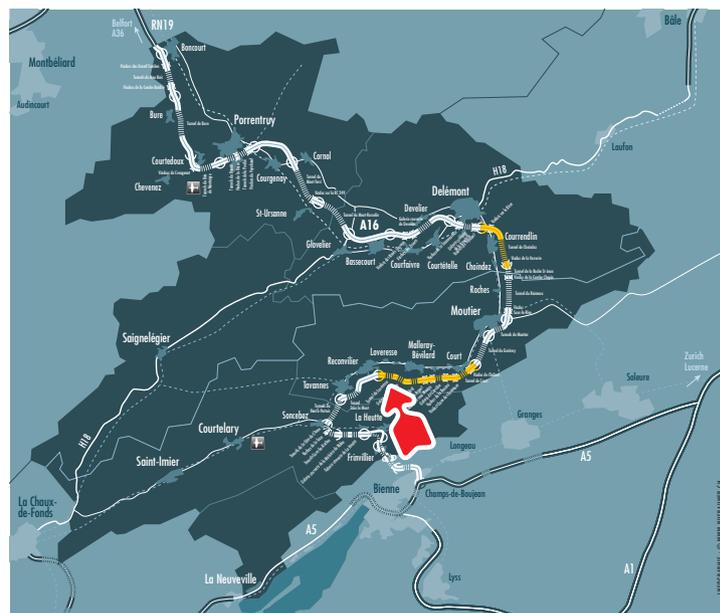
## PRÉSENTATION

Le tunnel A16 de Loveresse est situé sur les territoires communaux de Valbire (Malleray) et de Loveresse, au sud des zones habitées. Long d'environ 500 mètres, dont 400 construits en souterrain et 50 mètres en tranchée couverte à chaque portail, ce tunnel est constitué d'un seul tube destiné à un trafic bidirectionnel.

Une 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. Au milieu du tunnel, un escalier assure l'accès à cette galerie et permet de quitter l'espace trafic en cas d'urgence, par exemple lors d'un incendie. Cet escalier est accessible par une porte coulissante étanche à l'air.

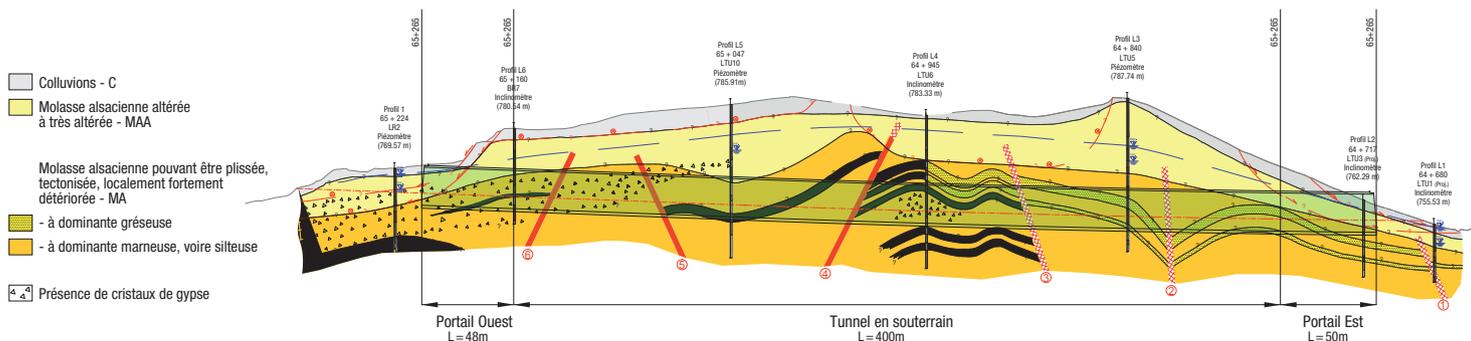
Au portail Est, une centrale technique, collée au tube réalisé à ciel ouvert du côté du trafic entrant, abrite les équipements d'exploitation et de sécurité. Au portail Ouest, une centrale identique est réalisée du côté du trafic sortant. Cette particularité est dictée par les conditions géologiques très défavorables dans le secteur de la jonction de Loveresse, qui ont amené les projecteurs à minimiser les dimensions de la fouille du côté amont.

Les travaux de la fouille Est du tunnel ont débuté en fin d'année 2011 et l'attaque du tunnel a suivi, en octobre 2012. Les travaux d'avancement en souterrain ont duré 19 mois; le tunnel a été entièrement excavé le 2 juin 2014. Il sera terminé en automne 2016.





### PROFIL EN LONG AVEC GÉOLOGIE



## GÉOLOGIE

Le massif rocheux traversé par le tunnel de Loveresse est constitué de couches d'âge tertiaire appartenant à la molasse d'eau douce inférieure (molasse alsacienne et marnes delémontiennes), vieille de 25 à 30 millions d'années. Il s'agit de terrains sédimentaires formés dans des plaines d'épandages fluviales soumises localement à des incursions marines.

La variabilité de la nature et de la dureté de ces roches est caractéristique: on y trouve en alternance principalement des niveaux de marnes, avec des intercalations de siltites et de grès très tendres ou durs. Dans la moitié Ouest et vers le portail du tunnel, les marnes, parfois assez argileuses, contiennent de nombreux cristaux de gypse dispersés dans la masse. La présence de ces cristaux témoigne de la proximité d'eaux saumâtres et marines à l'époque de la formation de ces roches.

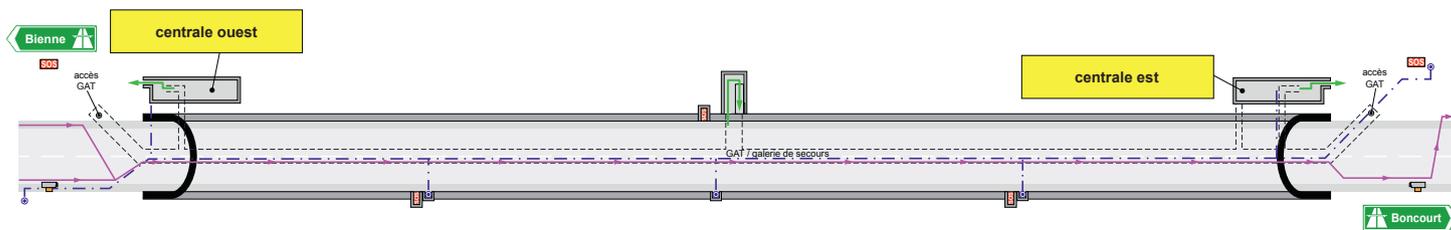
Le massif molassique décrit ci-dessus est altéré en surface. L'épaisseur de la frange d'altération est variable et dépend de plusieurs facteurs, entre autres de la nature de la roche (marnes, grès, etc.), de la fracturation du massif et des possibilités de circulations d'eaux souterraines. Elle est généralement de quelques mètres à une dizaine de mètres, voire même de 15 à 20 mètres dans la partie centrale du tunnel. Cette altération conduit à une décimentation de la roche, laquelle redevient un terrain plus ou moins meuble dont la tenue en souterrain est mauvaise. Dans la

tranche proche de la surface (1 à 2 m), la molasse est complètement désagrégée: ces terrains deviennent alors des « colluvions ».

Avant les travaux de percement du tunnel, 16 forages carottés ont été exécutés afin de reconnaître la structure géologique du massif rocheux et d'évaluer les caractéristiques mécaniques des différentes roches traversées par l'ouvrage. Des tubes inclinométriques ont été installés pour pouvoir mesurer d'éventuels mouvements de terrain avant et pendant la construction de l'ouvrage.

Les couches rocheuses traversées ne sont pas horizontales mais présentent un pendage général d'environ 10° vers le Nord, avec une succession de petites ondulations irrégulières. Dans la partie centrale ainsi que dans la moitié Ouest du tunnel, le massif rocheux est plus fracturé et tourmenté, avec en particulier la présence de plissements liés à des failles chevauchantes inclinées vers le centre de la vallée.

Avec un recouvrement maximum d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, l'excavation de l'ouvrage était délicate, ce dernier étant situé juste au-dessous de la base de la molasse altérée. Une difficulté supplémentaire s'est ajoutée à l'exercice, celle de passer sur plus de 100 mètres au-dessous du grand glissement de Pont-Sapin. Cette instabilité, affectant tout le versant de la colline jusqu'à la Birse, fut fortement réactivée en 1957, lors de la correction de la route cantonale.



## 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 498 mètres et s'inscrit sur le tracé de l'A16 en présentant une courbe en léger S. Cet ouvrage est placé immédiatement à l'est de la jonction de Loveresse. Le tunnel est en pente montante de 1.86% en direction de Bienne. Toutefois, son profil en long commence par une courbure verticale de transition sur les deux premiers tiers de sa longueur. La différence altimétrique entre les deux portails est d'environ 7 mètres.

De type monotube, le tunnel fait partie d'un tronçon d'autoroute de deuxième classe, avec une chaussée à deux voies et un régime de trafic bidirectionnel. Ces deux voies suffisent à absorber le trafic prévisionnel.

Le tunnel a été excavé en méthode traditionnelle, sous la protection d'une voûte parapluie, à l'aide d'une pelle mécanique, le plus souvent équipée d'un marteau piqueur ou de dents-ripper. Le revêtement du tunnel est un anneau de 40 centimètres en béton coulé en place.

L'étanchéité du tunnel est constituée d'un lé périphérique PVC de 3 millimètres, placé entre le soutènement et l'anneau intérieur en béton. Une natte de protection et de drainage appliquée sur le lé complète le dispositif.

La chaussée, d'une largeur de 7.75 mètres, est bordée par des trottoirs d'environ 1.3 mètre.

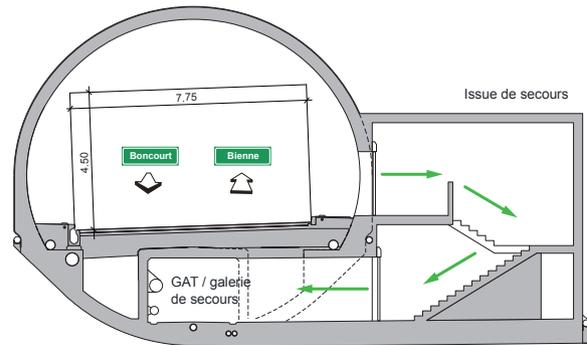
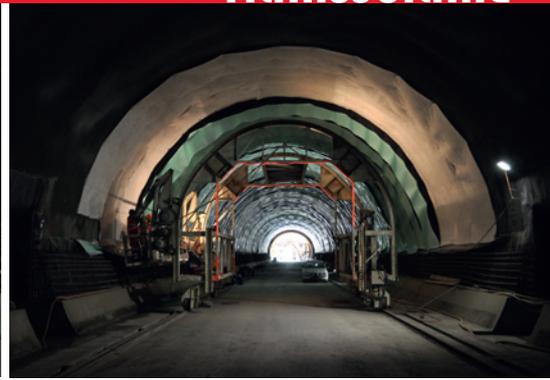
La superstructure de la chaussée est constituée de trois couches de revêtements bitumineux d'une épaisseur totale de 20 centimètres.

Au milieu du tunnel se trouve l'issue de secours qui donne accès au chemin de fuite empruntant la galerie technique située sous la chaussée. Tous les 150 mètres se trouvent des niches SOS, équipées d'un téléphone de secours et d'un extincteur. Les niches qui accueillent les bornes hydrantes pour la défense incendie respectent le même intervalle.

Deux centrales techniques, une à chaque extrémité du tunnel, assurent l'alimentation électrique et disposent de toutes les installations de surveillance et de commande des équipements d'exploitation et de sécurité (EES). Ces centrales ont été réalisées à ciel ouvert dans l'enceinte de fouille des fronts d'attaque du tunnel. Ces fouilles étaient protégées par des parois de pieux forés renforcées par plusieurs niveaux d'ancrages précontraints. À l'état final, les portails sont remblayés et seules les entrées des centrales techniques sont visibles avec, à l'ouest, une partie de la paroi sud du soutènement permanent.

En raison de la faible longueur de l'ouvrage, aucun dispositif de ventilation n'est nécessaire. Les vents, le trafic et l'effet cheminée participent à l'évacuation suffisante des gaz et fumées.

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.



### DÉROULEMENT DU CHANTIER :

Début des travaux : 31 octobre 2011

Premier coup de pioche : 23 octobre 2012

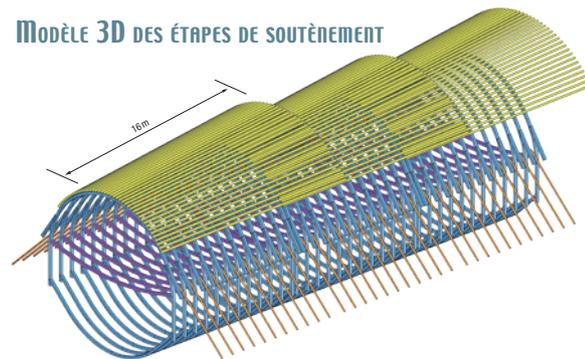
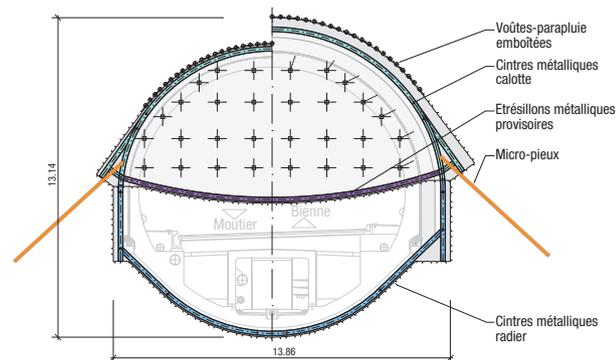
Percement (section totale) : 2 juin 2014

Fin des travaux de génie civil : juin 2016

Coûts de construction : 60 millions de francs

(sans les équipements d'exploitation et de sécurité)




**MODÈLE 3D DES ÉTAPES DE SOUTÈNEMENT**

**PROFIL DE SOUTÈNEMENT**


## EXCAVATION ET SOUTÈNEMENT

L'excavation des 400 mètres de la partie souterraine du tunnel de Loveresse, réalisée dans une roche instable constituée de molasse alsacienne et de marnes delémontiennes, a nécessité la mise en œuvre de la méthode à attaque ponctuelle du rocher exécutée en plusieurs phases.

Le chantier a débuté en octobre 2011 par la mise en place de pieux dans le secteur du portail Est. L'enceinte ainsi constituée a permis la réalisation du terrassement de la fouille Est de l'ouvrage.

Les travaux d'excavation ont démarré en octobre 2012, selon deux étapes principales, à savoir l'excavation de la partie supérieure du tunnel (calotte), d'octobre 2012 à fin 2013, suivie de l'excavation de la partie inférieure du tunnel (stross et radier), de mi-janvier à juin 2014.

### EXCAVATION DE LA PARTIE SUPÉRIEURE DU TUNNEL :

- Dans une première phase, afin d'éviter tout risque d'effondrement, l'excavation de la partie supérieure du tunnel (calotte) a été précédée par la mise en place d'un pré-soutènement sous forme de voûte parapluiée. Cette méthode consiste à enfiler des tubes métalliques dans la roche au-dessus de la future cavité. Ces renforts, constitués d'éléments de 3.20 mètres, vissés bout à bout, sont mis en place dans le rocher par la foreuse. Disposés en demi-cercle et en éventail puis remplis de béton, ces tubes métalliques assemblés ont une longueur de 16 mètres ce qui permet de conserver en fin de creusement de chaque étape de 11.5 mètres un appui de 4.5 mètres de la voûte parapluiée dans le rocher à l'avant du front;

Une fois la zone à excaver sécurisée, le creusement proprement dit peut démarrer: le front d'attaque est abattu à l'aide d'une pelle mécanique équipée d'un marteau-piqueur ou de dents-ripper, opération suivie du marinage; l'excavation est exécutée mètre par mètre. Un soutènement de cintres lourds est posé à l'avancement. L'espace entre deux cintres est rempli de béton coulé derrière des treillis de coffrage. Une fois l'étape de 11.5 mètres excavée et soutenue, la phase suivante de mise en place de la voûte parapluiée lui succède.





### EXCAVATION DE LA PARTIE INFÉRIEURE DU TUNNEL :

- L'excavation de la partie inférieure du tunnel (stross et radier) n'intervient qu'une fois la partie supérieure abattue sur toute la longueur de l'ouvrage. Elle est également exécutée à l'aide d'une pelle mécanique. Des cintres lourds complètent les cintres posés en partie supérieure. Mis en place à l'avancement pour former un anneau avec les cintres de la calotte, ils sont reliés entre eux par du treillis métallique derrière lequel du béton est coulé.

La section totale du tunnel a été complètement excavée le 2 juin 2014, date du percement.

Les travaux d'excavation et de soutènement sont suivis des travaux d'aménagements intérieurs : bétonnage du radier et de la voûte; mise en place de la gaine technique sous la chaussée; pose de l'étanchéité et réalisation des bordures.

La logistique du chantier en souterrain a été organisée depuis le portail est. Ainsi les travaux de gros-œuvre au portail ouest, à savoir la réalisation des pieux, des ancrages et de la fouille, se sont déroulés parallèlement à l'excavation du tunnel, durant l'année 2013.





## LE TUNNEL DE LOUERESSE EN BREF

Longueur totale : 498 m

Longueur d'excavation en souterrain : 400 m

Longueur des tranchées couvertes : 98 m

- Portail est : 50 m
- Portail ouest : 48 m

Chaussée bidirectionnelle, largeur : 7.75 m

Profil en long : rampe de 1.86% en direction de Bienne

Dévers : de 3.5 à 4.5%, à pente unique avec inversion du dévers dans le tunnel

Géologie : molasse d'eau douce inférieure

Couverture maximale : 21 m

Section d'excavation en souterrain : 123 m<sup>2</sup>

Volume d'excavation total : 107'000 m<sup>3</sup> (tunnel et portails)

Béton :

- Pompé : 14'000 m<sup>3</sup>
- Projeté : 22'000 m<sup>3</sup>

Cintres métalliques de soutènement : 1'830 t

Tubes acier pour voûte parapluie : 22'000 m

Locaux techniques : 300 m<sup>2</sup> à chaque portail

Issue de secours : 1 accès au chemin de fuite au centre du tunnel

Chemin de fuite : galerie technique placée sous la chaussée

Ventilation : naturelle

Niches hydrant : 3

Niches SOS : 3

