

Lötschberg

tunnel de base



En Suisse, l'ouvrage du siècle prend corps

D'une longueur de 34.6 km, le tunnel de base du Lötschberg conduira de Frutigen dans le Kanderthal (canton de Berne) à Rarogne dans la vallée du Rhône (canton du Valais). Après son inauguration en 2007, ce tunnel ferroviaire à grande vitesse constituera, avec le tunnel du Simplon, la première liaison nord-sud rapide à travers les Alpes. Les travaux de construction des deux tubes du tunnel ont commencé en 1999. Le premier percement a eu lieu en décembre 2002, le tunnel de base devant être complètement excavé en 2004. Le tunnel de base du Lötschberg s'intègre dans le projet des NLFA (Nouvelles lignes ferroviaires alpines), dont la raison d'être est de transférer le trafic de transit à travers les Alpes de la route au rail. En tant qu'élément du réseau haute performance européen, il offrira également des liaisons plus rapides aux voyageurs.

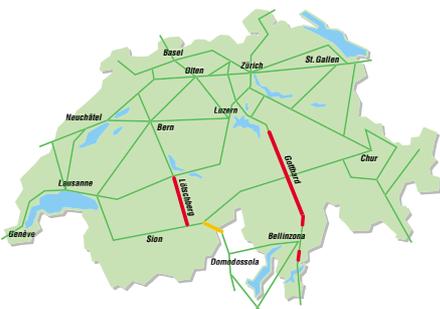


Connecting Europe...

Perspectives offertes par le tunnel de base du Lötschberg



Temps de parcours écourtés pour le trafic voyageurs, capacités augmentées pour le trafic marchandises – l'Europe rétrécit à vue d'œil!



— Tunnel de base du Simplon existant
— Tunnels AlpTransit en construction

Base de la politique des transports et financement

En 1998, le peuple suisse s'est exprimé en votation pour la modernisation du chemin de fer et le transfert de la route au rail du trafic de transit à travers les Alpes. A cet effet, il a été décidé d'allouer 31.6 milliards de francs (niveau des prix de 1998) à la construction des deux tunnels de base du Lötschberg et du Gothard (Nouvelles lignes ferroviaires alpines NLFA), à des mesures d'intégration au réseau européen à grande vitesse, aux projets de Rail 2000 et à des mesures de protection contre le bruit. Ce fond est en majeure partie financé par les recettes encaissées au titre de la redevance poids lourds liée aux prestations et de l'impôt sur les huiles minérales, par la TVA et les emprunts contractés sur le marché des capitaux.

La première ligne ferroviaire à grande vitesse à travers les Alpes

Le rôle du tunnel de base du Lötschberg est de relier l'Europe par le rail, l'entrée en exploitation étant prévue pour 2007. Avec le tunnel à deux tubes du Simplon déjà existant, il constituera la première liaison nord-sud rapide à travers les Alpes. Durant plusieurs années, le tunnel de base du Lötschberg restera en fait l'unique liaison de ce genre. Ce n'est qu'à partir de l'ouverture du tunnel de base du Lötschberg que la Suisse sera autorisée à encaisser l'intégralité de la redevance poids lourds liée aux prestations. Il s'agira là pour la Suisse d'une source importante de revenu, mais également d'une taxe incitative pour l'Europe, censée augmenter l'attractivité du rail.

Demande accrue du trafic marchandises – augmentation de capacité

Le trafic de transit à travers les Alpes progresse toujours plus vite. Le futur tunnel de base du Lötschberg se présente comme complément à l'actuel tunnel de faite du Lötschberg. La capacité du rail en regard des marchandises en transit sera nettement renforcée du fait des faibles déclivités, c.à-d. de la pente minimale du tunnel, et grâce au plus grand gabarit de celui-ci. Le tunnel de base du Lötschberg assurera un service dit de navette, qui permettra également le transport des camions à bord de wagons de chemin de fer couverts à roues conventionnelles (norme UE).

Liaisons plus rapides du trafic voyageurs

L'intégration au réseau européen haute performance, à des vitesses pouvant atteindre 250 km/h dans le tunnel de base, se traduiront par des liaisons beaucoup plus rapides pour voyageurs et pendulaires. A partir de 2007, le temps nécessaire pour traverser la Suisse sera, sur l'axe Lötschberg-Simplon, d'environ deux heures. La durée du voyage entre le Haut-Valais et Berne sera divisée par deux.

Voie de circulation sur rails, moment de répit pour les chauffeurs et la route. L'avenir va permettre aux camions de traverser les Alpes suisses par le train.



Organisation et vue d'ensemble du projet

Qui sommes-nous?

BLS AlpTransit SA est le maître d'ouvrage de la ligne principale du Lötschberg. Sur mandat de la Confédération helvétique, l'entreprise se charge de l'étude et de la construction de cette ligne entre Reichenbach et la jonction de St. German, formée en majeure partie par le tunnel de base. L'objectif de son équipe de 30 personnes est de réaliser le tunnel de base du Lötschberg dans les délais, à des coûts raisonnables et dans l'optique de l'usage futur. La mise en projet et la construction de la ligne de base font appel à quelque 1800 personnes réparties sur les cinq chantiers, aux quelles s'ajoutent les entreprises qui équiperont la ligne, les bureaux d'étude et différents spécialistes. BLS AlpTransit SA, fondée en 1993 en tant que filiale de la société BLS Chemin de fer du Lötschberg SA, est seule responsable vis-à-vis de la Confédération. BLS Chemin de fer du Lötschberg SA représente les intérêts de l'exploitant durant la phase de réalisation et assumera l'exploitation dès 2007.

Aperçu du projet

Le tunnel de base du Lötschberg conduit de Frutigen dans le Kandertal (canton de Berne) à Rarogne dans la vallée du Rhône (canton du Valais). D'une longueur de 34.6 km, il est conçu en tant que tunnel ferroviaire comportant deux tubes à simple voie. L'ensemble du système de tunnel sera totalement excavé en 2004 et l'inauguration de la ligne de base aura lieu en 2007. En 1996, la Confédération a décidé – pour des raisons de coûts – de réaliser le tunnel en plusieurs étapes. Dans le cadre de la première étape de construction (2007), l'embranchement ouest de Steg avec le portail de Niedergesteln, ainsi que le tube ouest de Ferden à Mitholz, resteront à l'état de gros œuvre. Le tronçon Mitholz–Frutigen ne comportera qu'un seul tube. On trouve, en parallèle avec cette ligne, la galerie de reconnaissance du Kandertal, réalisée entre 1994 et 1996.



Données chiffrées

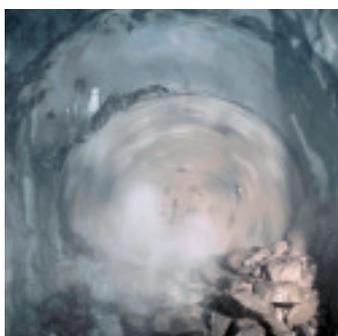
Longueur du tunnel de base	34.6 km
Total des tubes et des galeries à excaver	88.1 km (avec galeries perpendiculaires: 91.8 km)
Entraxe des tubes du tunnel de base	40 m
Altitude de traverse au portail nord de Frutigen	776.5 m.s.m.
Altitude de traverse au portail sud de Rarogne	654.2 m.s.m.
Déclivité maximale côté nord	3‰
Déclivité maximale côté sud	13‰
Volume de matériaux excavés	16 millions de tonnes
Longueur des voies	57 km
Coût de la ligne de base	3.24 milliards de CHF (base de prix et devis de 1991)



Carte du tracé de ligne du tunnel de base du Lötschberg entre Frutigen et Rarogne (longueur 34.6 km).

A gauche: Une planification parfaite, beaucoup de concentration, une multitude de séances et des montagnes de documents. La qualification et la motivation du personnel sont une condition du succès.

Conditions géologiques favorables pour le tunnel de base



Avant le coup de pioche, c'est un peu le flou

Comme le suggère ce vieil adage de géologue, la nature effective de la roche ne peut être déterminée de façon certaine qu'une fois rencontrée. Les constructeurs ne sont pas pour autant face au mystère: entre 1991 et 1999, les géologues ont sondé les conditions au Lötschberg à l'aide de 27 forages profonds pouvant atteindre 1.4 km. Par ailleurs, des indices précis sur la consistance géologique ont été fournis à Frutigen par la galerie de reconnaissance de 9.4 km, le tunnel de faite du Lötschberg et de nombreux tunnels routiers et galeries qui alimentent les centrales hydroélectriques. Les forages de reconnaissance à l'avancement aident à se préparer par rapport à la géologie imminente et à protéger les ouvriers du mieux possible.

Les défis d'ordre géologique

Au Lötschberg, les géologues avaient pronostiqué trois zones à risque: la zone de trias à proximité du portail sud de Rarogne, le cône de la Jungfrau près de Ferden et la nappe calcaire du Doldenhorn suivie de l'autochtone nord au sud de Mitholz. C'est également la géologie qui détermine la méthode d'avancement: au Lötschberg, on travaille à 80% à l'explosif et à 20% au tunnelier.

La zone de trias de Rarogne

En septembre 2001, les spécialistes du tunnel ont maîtrisé cette zone avec succès. Afin de livrer passage au tunnelier, la zone de roche critique, d'aspect poudreux, a d'abord été pénétrée par une galerie-pilote puis terminée à l'explosif. Lors de la traversée du calcaire liasique, sous le village de St. German, il a fallu comme prévu drainer les eaux avec, comme effet inattendu, des tassements de terrain du fait que le sous-sol de St. German ne se

compose pas uniquement d'éboulis, mais également de strates tourbeuses et sablonneuses. BLS AlpTransit SA a bien entendu assumé l'entier des frais de remise en état dans le village.

Le cône de la Jungfrau

Les spécialistes de Ferden sont venus à bout, en 2001, de la zone aquifère du cône de la Jungfrau et de ses couvertures sédimentaires situées à l'avant. Usant de procédés sophistiqués, les ouvriers ont injecté près de 337 tonnes de ciment dans la roche, afin d'étancher celle-ci autour des tubes du tunnel. Un autre défi s'est présenté au sud avec la traversée de strates carbonifères.

La nappe du Doldenhorn et l'autochtone nord

La traversée de cette nappe calcaire de 2.7 km de long, au sud de Mitholz, s'est déroulée sans mauvaise surprise. Il a cependant fallu effectuer des forages de reconnaissance pour garantir que des cavités karstiques éventuelles, de plus grande taille et remplies d'eau, ne viennent pas entraver l'avancement. Après cela, la traversée de l'autochtone nord a été entreprise en mars 2003. La consistance extrêmement variable de la roche exige des bâtisseurs une bonne dose de flexibilité.



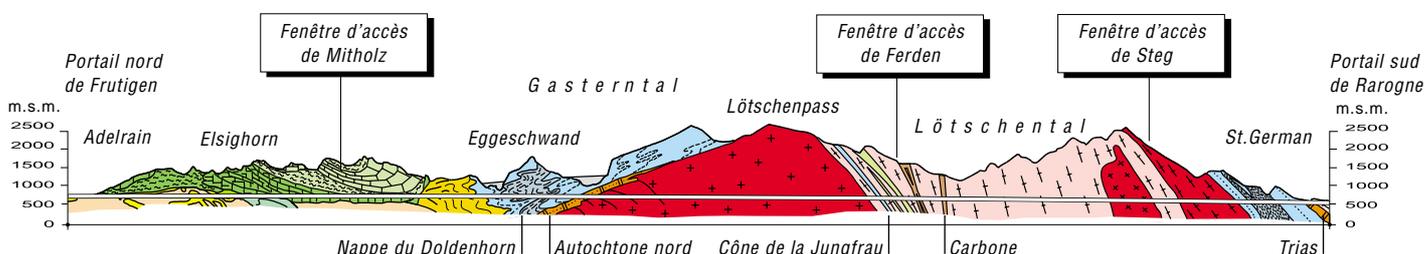
Avancement en terrain meuble à la fenêtre d'accès de Ferden.

De haut en bas:

L'histoire de la terre revisitée lors de l'avancement – les cônes sédimentaires de Ferden.

Le tunnelier de Rarogne pénètre dans la zone de trias préalablement excavée à l'explosif.

Forages de reconnaissance dans la nappe calcaire du Doldenhorn pour se protéger de venues d'eau intempestives.



Mensuration et protection de l'environnement

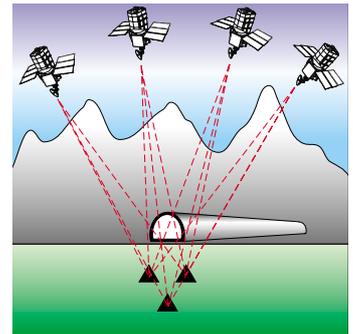
Rencontre des axes du tunnel

Quand les mineurs de Mitholz et ceux de Ferden se rencontreront lors du percement principal du tunnel de base du Lötschberg, l'écart maximal des axes ne devra pas excéder 10 cm en plan et 5 cm en élévation. Une telle gageure exige une précision extrême de la part des géomètres qui opposent les données du réseau de base aérien à celles du réseau du tunnel. Dans le réseau aérien, on procède en définissant par satellite GPS (Global Positioning System) un point principal pour chaque portail du tunnel, ainsi que différents points fixes dont on extrapole la position altimétrique.

Dans le tunnel même, les points fixes – qui sont en fait des boulons incorporés au radier et protégés par un puits – sont disposés tous les 250 m environ. A partir du réseau aérien de points fixes, les géomètres mesurent la direction, l'angle altimétrique et la distance jusqu'au point fixe suivant à l'aide de théodolites de haute précision. On passe de la sorte de point fixe en point fixe pour déterminer l'axe du tunnel. Les tunneliers et les jumbos de forage sont en mesure de reconnaître la ligne de référence de l'appareil de mesure et d'adapter avec précision la direction du forage.

Protéger le paysage et la nature

Un projet titanesque ne va pas sans modifier l'image d'un site et l'environnement, particulièrement durant la phase de construction. Le permis de construire le tunnel de base du Lötschberg a dès lors été assorti de multiples conditions, dont notamment le transport écologique des matériaux d'excavation et leur entreposage adéquat dans des décharges provisoires, l'entretien des sols, des mesures de protection antibruit et de lutte contre la poussière ou encore de compensation environnementale. Les responsables du suivi écologique assument l'ensemble des procédures d'expropriation et de mise à l'enquête. Sur toute la durée de construction, quelque sept personnes vont ainsi s'assurer que les mesures édictées ou convenues de protection, de substitution ou de réhabilitation sont introduites et respectées. A Frutigen, Mitholz et au sud du Lötschberg, les responsables du suivi écologique ont pour tâche de sensibiliser, de conseiller et de contrôler les exécutants – que ce soit en discutant avec les intéressés, en visitant les chantiers et en effectuant des mesures périodiques.



De haut en bas:
Un réseau de points fixes, basé sur le système GPS, a été établi pour les portails.
Point principal d'un réseau de points fixes déterminé par GPS.
Travaux de mensuration dans un tube du tunnel de base du Lötschberg.



De gauche à droite:
Les botanistes ont replanté des espèces rares d'orchidées à des emplacements de substitution appropriés.
Un spécialiste des reptiles a transféré des lézards verts menacés dans un espace vital adéquat.
Responsable du suivi écologique en train d'effectuer des mesures lors d'une tournée de contrôle.



Les chantiers côté nord

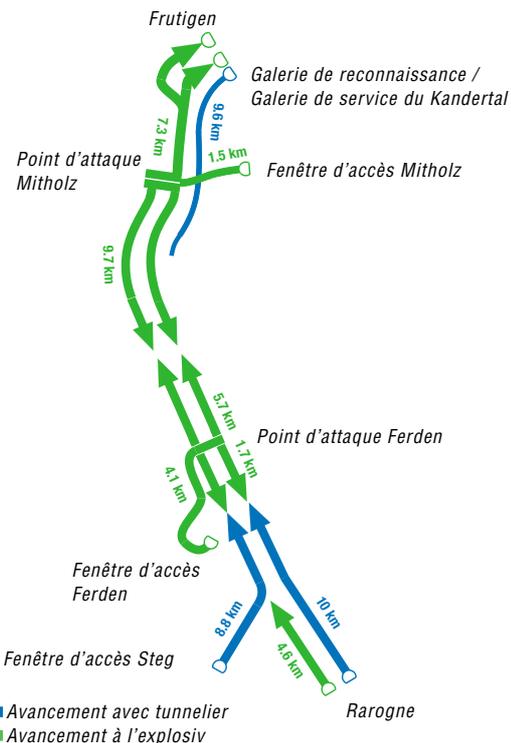


De haut en bas :
Travaux d'avancement exigeants au portail nord de Frutigen.
Montage photographique de la fenêtre d'intervention et des raccords de voies avec la gare de Frutigen.
L'aire d'installation du consortium SATCO à Mitholz côtoie de gigantesques montagnes de matériaux d'excavation.

La ligne de base du Lötschberg, également tunnel de base du Lötschberg, est construite simultanément à partir de cinq chantiers à la fois : les chantiers des portails de Frutigen et de Rarogne et les points d'attaque intermédiaires de Mitholz, de Ferden et de Steg/Niedergesteln. Mitholz et Rarogne hébergent des centres de gestion des matériaux qui avaient déjà produit 780'000 tonnes de granulats pour béton à fin 2002. Comme ouvrages extérieurs d'envergure, citons le pont sur le Rhône à Rarogne et le tunnel à ciel ouvert d'Engstlige à Frutigen/Reichenbach. La qualité du gros œuvre est conforme aux exigences d'une utilisation sur une centaine d'années. La logistique et le montage des équipements ferroviaires et électromécaniques du tunnel opèrent à partir des aires d'installation de Rarogne et de Frutigen.

Le chantier de Frutigen/Reichenbach

En fait, seuls quelques cents mètres du tunnel de base seront créés à partir de Frutigen. Il n'en reste pas moins qu'au plan des aménagements extérieurs, il s'agit du plus vaste chantier de la ligne de base du Lötschberg. Entre l'actuelle gare de Frutigen et le portail nord du tunnel, une fenêtre d'intervention sera érigée pour d'éventuelles actions de sauvetage lors de l'exploitation. A cet endroit, deux voies de raccordement relieront en outre la gare de Frutigen au tunnel de base. En direction du nord, la future voie de transit, derrière la zone d'intervention, disparaîtra dans le tunnel à ciel ouvert d'Engstlige, de 2.5 km, qui mène au lieu-dit Wengi-Ey. Là-bas, la ligne principale du BLS sera rapprochée du nouveau tracé, permettant d'y concentrer tous les flux du trafic. Le site de la centrale de commande de l'infrastructure ferroviaire et des installations de sécurité (VOLS) est prévu à proximité du portail nord de Frutigen.



Le chantier de Mitholz

Le chantier de Mitholz, à la fois point d'attaque intermédiaire au nord et centre de gestion des matériaux, se présente depuis 1996 sous forme d'une fenêtre d'accès de 1.5 km descendant au niveau du tunnel de base. On y construit, depuis 1999, les deux tubes nord et sud. Le baptême officiel du tunnel s'est déroulé le 11 août 2000, en présence de sa marraine Dori Schaer-Born. A partir de Mitholz sera construit à l'explosif le plus long tronçon du tunnel, à savoir 28 km de tubes. Le percement avec Frutigen a eu lieu en mai 2003. Le percement principal au sud est prévu en 2004. Quelques 6 millions de tonnes de matériaux d'excavation seront traitées par le centre de gestion des matériaux de Mitholz, soit par transformation en granulats pour béton ou entreposage en décharge définitive. Le bétonnage de l'anneau intérieur du tunnel est en cours depuis l'été 2002. La galerie d'essai au point bas de la fenêtre de Mitholz fournit de précieux enseignements sur la technique de construction et sur l'équipement de ligne. A la mise en exploitation, le point d'attaque de Mitholz se muera en station de service comprenant un centre d'exploitation et une centrale d'aération.

Préparatifs de dynamitage sur le front du tunnel – les mineurs remplissent les trous de mine d'explosif liquide.

Les chantiers côté sud

Le chantier de Ferden

Du point de vue logistique, le point d'attaque intermédiaire de Ferden est le chantier le plus complexe du tunnel de base du Lötschberg. Du portail de Schlegmatte – situé non loin de la gare de Goppenstein – une fenêtre d'accès de 4.1 km de long descend au niveau du tunnel de base. Les travaux à partir du portail ont débuté en automne 1998, la fenêtre d'accès ayant été terminée en 2000, suivis des travaux au niveau du tunnel de base. Ce lieu accueillera une station de secours avec un système fortement densifié de tubes de sauvetage, des galeries de ventilation, le puits d'aération de Fystertälla ainsi que les centres de commande et d'aération. Depuis 2002, les mineurs travaillent à l'explosif dans les deux tubes du tunnel de base du Lötschberg en direction du nord et du sud. Le premier percement dans le tube ouest, direction sud, a eu lieu en décembre 2002. Le percement principal avec le nord est prévu en 2004. La construction de l'anneau intérieur a été entreprise au printemps 2003.

Le chantier de Steg/Niedergesteln

Le baptême du tunnel, en présence de sa marraine Marlies Schnyder, s'est déroulé le 22 septembre 2000, suivi de l'entrée en service du tunnelier. Entre octobre 2000 et l'automne 2002, le tunnelier en roche dure, d'un diamètre de 9.43 m, a réalisé 3 km de la fenêtre d'accès à partir du portail de Niedergesteln, puis 5.8 km du tunnel en direction du nord. Ce faisant, l'équipe du tunnelier a établi un record mondial pour ce type d'engin: 43 m de tunnel en un jour! Une fois l'avancement achevé, la tête du tunnelier a été démontée dans le tunnel même, le reste de la machine étant reconduit hors du tunnel sur des rails. Avançant à l'explosif, les mineurs ouvrent des galeries perpendiculaires vers le tunnel de base est, un échangeur de voies ainsi que des cavernes pour l'exploitation. Les travaux de bétonnage intérieur commencent dans le tunnel à la limite du lot, d'où partira la construction de l'anneau intérieur en direction de Rarogne. La fenêtre d'accès de Steg restera à l'état de gros œuvre.

Le chantier de Rarogne

Dans le tube est, à partir du portail sud de Rarogne, un tunnelier en roche dure, de même type que celui de Rarogne, opère sur 10 km en direction de Ferden. La mise en service du tunnelier et le baptême du tunnel ont donné lieu, le 4 juillet 2001, à une fête qui réunissait les équipes et la marraine du tunnel, Ruth Kalbermatten. Le tunnel ouest, jusqu'au point de jonction avec la fenêtre d'accès de Steg (embranchement de Lötschen), sera réalisé par la méthode à l'explosif. Les deux avancements effectueront leurs percements en 2003 et les travaux de bétonnage intérieur commenceront cette même année. Le centre de gestion des matériaux de Rarogne traite les matériaux excavés par Ferden, Steg et Rarogne – soit 10 millions de tonnes de roche, dont 40% peuvent être réutilisés dans le tunnel sous forme de béton projeté et de béton coulé sur place. La gravière réussit à produire 280 tonnes de granulats pour béton à l'heure.

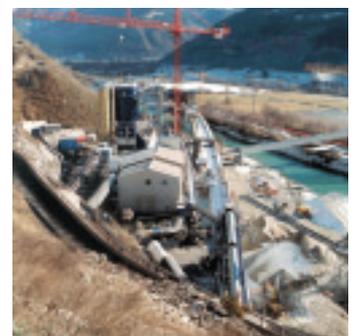
La logistique et le montage des équipements ferroviaires et électromécaniques opéreront principalement à partir de l'aire d'installation d'Eya (Rarogne). Le site de la centrale de St. German pour la commande de l'infrastructure ferroviaire et des installations de sécurité (VOLS) est prévu à proximité du portail sud du tunnel de base.

Les ponts sur le Rhône à Rarogne

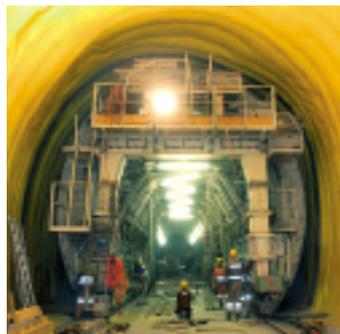
Non loin du portail sud de Rarogne, un autre ouvrage important aux dimensions impressionnantes est en cours de construction. Deux ponts en béton armé, de respectivement 554 et 817 m, surplombent côte à côte le Rhône pour relier la ligne du Lötschberg à celle du Simplon. Les ponts, d'une sobriété étudiée, se fondront idéalement dans le paysage en formant un trait d'union harmonieux avec le tunnel.



L'avancement de Steg est terminé – coup d'œil à travers la tête du tunnelier sur le front circulaire du tunnel.



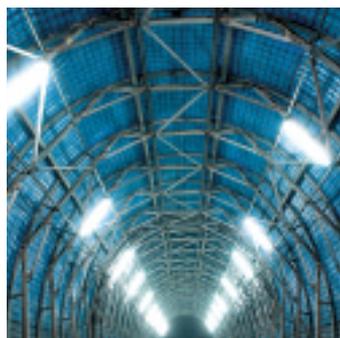
De haut en bas:
Le chantier de Ferden avec le portail de Schlegmatte.
Le portail sud de Rarogne avec vue d'ensemble des ponts sur le Rhône.
Le centre de gestion des matériaux de Rarogne, performant et moderne.



De la galerie au tunnel ferroviaire

Le tunnel à l'état de gros œuvre

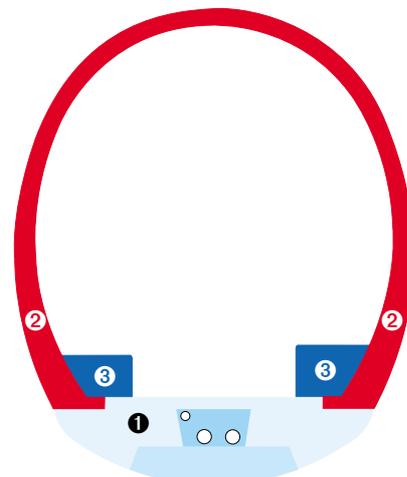
Sitôt après avoir fait sauter et fraisé la roche du tunnel de base du Lötschberg, les ouvriers l'assurent immédiatement en posant des ancrages et des filets recouverts d'une couche de béton projeté. Les tronçons de tunnel qui ne seront pas équipés lors de la première phase de construction resteront dans cet état-là (fenêtre d'accès de Steg et tunnel de base ouest de Ferden-Mitholz ainsi que les galeries de sauvetage et d'accès).



De haut en bas:
Wagonnet de coffrage pour le bétonnage de l'anneau intérieur du tunnel.
Les éléments de protection bleus empêchent le séchage trop rapide de la voûte bétonnée.
La coque intérieure après bétonnage, les banquettes latérales manquent encore.

Anneau de béton pour le tunnel

Dans tous les autres tunnels, ainsi que dans les galeries perpendiculaires entre les tubes du tunnel de base, la prochaine étape de construction consistera à bétonner l'anneau intérieur et les banquettes latérales où seront placés les caniveaux de câbles. Avant le bétonnage, les responsables appliquent une feuille de drainage partout dans le tunnel où cela s'avère nécessaire, dont les alvéoles dirigées vers l'extérieur assurent que les eaux de ruissellement s'écoulent latéralement vers le radier. Elles y sont alors captées dans une canalisation menant à l'extérieur, sans être mêlées aux autres eaux collectées à l'intérieur du tunnel. Là où les géologues suspectent la présence d'eaux de ruissellement, une feuille d'étanchéité jaune, plus épaisse, est également posée.



Représentation schématique de la section du tunnel (avancement à l'explosif):

- 1 Radier du tunnel avec l'évacuation des eaux
- 2 Voûte du tunnel en béton avec la feuille de drainage
- 3 Banquettes du tunnel avec les différents caniveaux de câbles

L'équipement ferroviaire du tunnel

Les entreprises de l'équipement de ligne bétonneront ultérieurement la dalle de la voie ferrée. La galerie se transformera peu à peu en tunnel, puis viendra la pose de l'équipement de base de la ligne (voie de fer, ligne de contact, câblages etc.), suivie des installations de l'énergie électrique, de la sécurité et des télécommunications. Dans les tubes mêmes, seules les installations strictement nécessaires seront montées. Tous les autres systèmes se trouveront dans des locaux techniques climatisés et dans les galeries perpendiculaires.

Le défi posé à la logistique

Le montage des installations ferroviaires débutera en 2004, soit un an déjà avant l'achèvement du gros œuvre. Il s'agit là pour les entreprises impliquées d'un défi de taille au plan logistique. En effet, comme il n'est possible de faire circuler qu'un véhicule à la fois dans le tunnel à simple voie, et que celui-ci ne peut ni tourner ni être croisé, une planification sophistiquée des transports s'impose. Dans les différents tronçons, une seule entreprise spécialisée à la fois aura les couloirs franches. Dès l'automne 2003, des installations de voies et des hangars de montage supplémentaires, ainsi qu'un accès ferroviaire direct avec le pont sur le Rhône sud, seront créés sur l'aire d'installation d'Eya à Rarogne.



Tunnel à l'état de gros œuvre avec son radier bétonné.

Technique ferroviaire

L'équipement de ligne

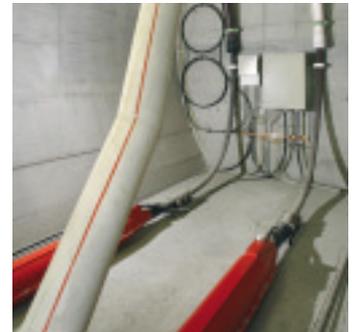
Le tunnel de base du Lötschberg possède un profil dit de navette qui permettra également le transport des camions à la norme UE sur des wagons couverts avec trains de roulement normaux (donc sans roues de petit gabarit), à l'exemple du tunnel sous la Manche. Ce profil est sensiblement plus grand que les profils ferroviaires conventionnels à la norme internationale. Le fil de contact se trouve à 5.85 m du sol au lieu de 5.30 m comme c'est l'usage sur les lignes à grande vitesse. La hauteur utile entre l'arête supérieure du rail et l'espace réservé à la ligne de contact est de 5.45 m.

Chemin de fer et ligne de contact

Le tunnel de base du Lötschberg, de même que le tunnel à ciel ouvert d'Engstlige disposeront d'une voie sans ballast, ce qui n'est pas le cas hors du tunnel, où la voie repose normalement sur un tel ballast. Au total, 57 km de voies seront posées avec, conjointement, les lignes de contact et les câbles d'alimentation correspondants, ainsi que les câbles de mise à la terre. Les lignes de contact sont étudiées pour des vitesses maximales de l'ordre de 250 km/h et se commutent par sections d'environ 6 km. La suspension des lignes de contact nécessitera la pose de 1'500 structures porteuses.

Energie électrique

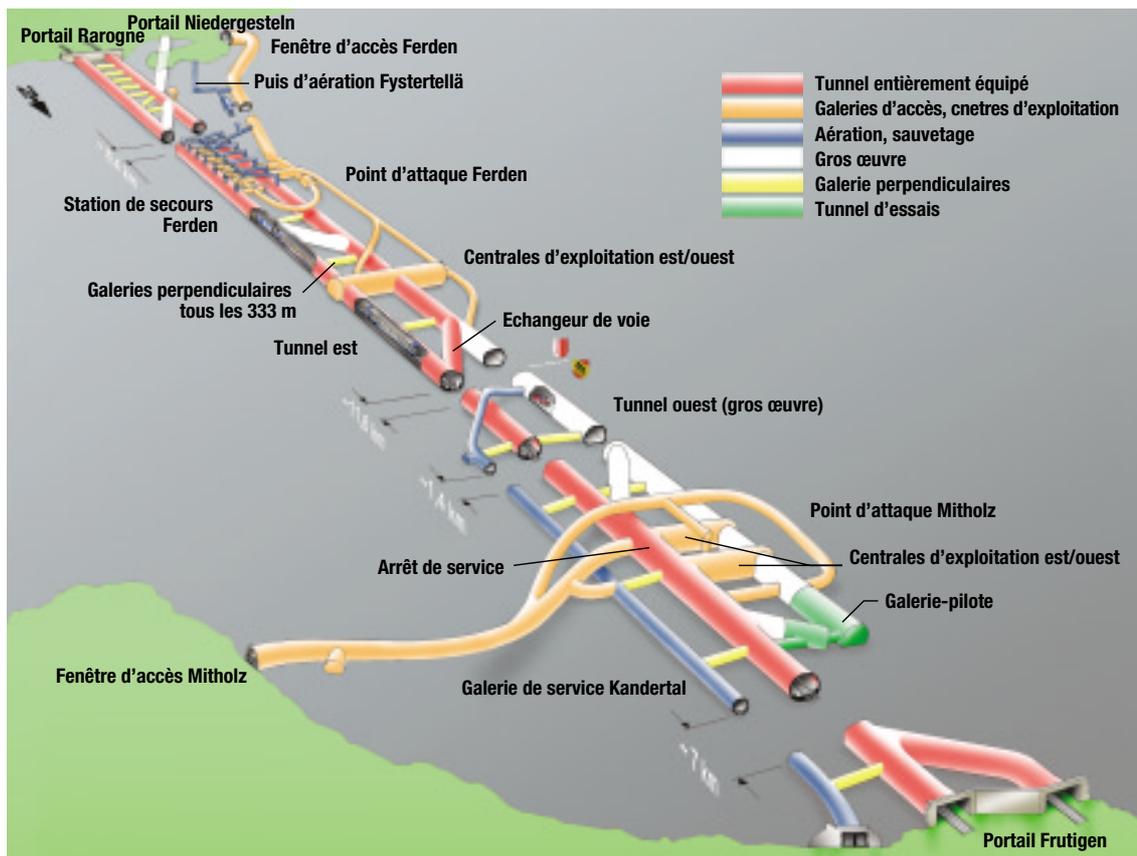
Dans le tunnel, l'approvisionnement du chemin de fer en courant est étudié de façon à alimenter simultanément jusqu'à 6 locomotives tractant des convois de marchandises de 1.5 km de long. Les alimentations en courant de traction acheminent l'énergie des centrales électriques aux sous-stations construites spécialement ou agrandies de Mitholz et de Gampel, où la tension de 132 kV est transformée en tension de 15 kV dont la ligne a besoin. Le courant est injecté dans la ligne de contact depuis les sous-stations. L'infrastructure du tunnel (à savoir l'éclairage, les installations de ventilation et de télécommunication) est alimentée par un système de courant 50 hertz autonome, de sorte que ces installations fonctionneront même si le courant de traction subissait des pannes. En Suisse, la fourniture du courant de traction est surveillée et commandée par un poste centralisé.



De haut en bas:
Local avec les manchons pour le courant fort – les éléments rouges servent de «prises rallonges» pour les câbles du courant fort.
Lignes de contact modernes convenant aux trains à grande vitesse circulant dans le tunnel.

Le tronçon d'essai de Mitholz – ce tronçon d'essai permet d'imaginer à quoi ressemblera notre tunnel de base une fois terminé.





De haut en bas:
Représentation schématique du tunnel de base du Lötschberg.
Le système électronique de commande et de sûreté des trains est logé dans des armoires spéciales situées dans les tunnels transversaux.
Voies installées dans le tunnel-pilote avec, bien visibles, les traverses sur coussinets de caoutchouc.

Gestion du trafic ferroviaire

Le service ferroviaire sera géré par des postes d'aiguillage électroniques équipés d'un système de guidage garantissant une priorité absolue sur le déroulement de l'exploitation. Les postes seront intégrés dans le système de guidage du BLS à Spiez et seront présents dans le tunnel de base ainsi qu'en gare de Frutigen et de Viège. Le système de guidage commandera les aiguillages, les signaux et les trains par l'intermédiaire des postes d'aiguillage.

Les trains qui circuleront dans le tunnel de base du Lötschberg seront commandés par le système électronique de sécurité ferroviaire ETCS II (European Train Control System). Le conducteur de la locomotive recevra directement sur un écran, dans son poste de conduite, les indications techniques transmises par radio GSM-R. Ce mode de signalisation rend les signaux dans le tunnel superflus et autorise des vitesses pouvant atteindre 200 km/h, voire 250 km/h pour les trains à caissons inclinables.

Afin d'assurer la communication dans et hors du tunnel, les techniciens installeront en outre 437 postes de téléphone, 16 centres de commutation et 1'390 km de câbles pour la transmission des données.

Centre d'exploitation moderne au service de la sécurité.

Installations mécaniques

Les installations électroniques se trouveront dans les tunnels transversaux (ou galeries perpendiculaires) situés entre les deux tubes du tunnel de base et dans les centres d'exploitation. Chacune des 104 galeries perpendiculaires abritera jusqu'à 6 armoires, en partie climatisées, où seront installés les groupes d'alimentation pour l'éclairage des lieux de travail, l'éclairage de secours, la transmission des données, la commande des portes, la sécurité et le système électronique de sûreté des trains. Chaque galerie comportera une porte coulissante à chaque extrémité, d'autres portes et fermetures étant nécessaires pour les locaux techniques, les sas de traversée et les échangeurs de voies.



La sécurité s'écrit en lettres majuscules

Deux tubes – deux systèmes séparés

Le tunnel de base du Lötschberg est conçu en tant que tunnel simple voie à deux tubes. Même en première phase de construction, il existera toujours une configuration à double tube parallèle. Entre les deux, et ce tous les 333 m, se trouveront des galeries de recoupe (galeries perpendiculaires), un tube pouvant à tout moment devenir le tube de secours de l'autre. En situation critique, les portes coulissantes des galeries perpendiculaires s'ouvrent facilement à la main et sont capables de résister à un incendie généralisé durant 90 minutes. Les deux tubes disposeront d'une alimentation séparée, d'un éclairage de secours et d'un système d'aération indépendant.

Arrêt d'urgence et évacuations

Un arrêt d'urgence, faisant également office de station de service, est prévu à Mitholz et à Ferden. En cas d'incendie, les voyageurs trouveront refuge dans une galerie de fuite à l'abri des flammes, d'où des équipes de sauvetage les évacueront au moyen de véhicules. Dans l'éventualité d'un incendie, les trains circulant dans le tunnel doivent pouvoir poursuivre leur route durant au moins 15 minutes, afin qu'il soit possible d'atteindre l'arrêt d'urgence/station de service ou les zones d'intervention près des portails. Pendant ce laps de temps, aucun voyageur ne devra actionner le signal d'alarme et la climatisation du train s'arrêtera automatiquement.

Le système d'aération contribuera à l'autosauvetage vers l'arrêt d'urgence/station de service en dégageant les voies de fuite de toute fumée. Grâce aux mains courantes, aux panneaux d'indication

sur la voie à suivre, à l'éclairage de secours ainsi qu'aux annonces par haut-parleurs, les voyageurs seront assistés dans leur recherche d'un lieu de refuge. Lorsque les personnes en difficulté auront passé d'un tube du tunnel à l'autre via les galeries perpendiculaires, elles seront évacuées par le train ou – tant que le deuxième tube servira encore de tunnel de service – à bord de véhicules.

Installations de sécurité

Les installations de sécurité disposées dans les locaux techniques et les galeries perpendiculaires sont très sophistiquées. Des détecteurs d'incendie, d'humidité et de gaz veillent à déceler et à éliminer en temps utile toute source de danger. Il existe dans le tunnel 3'200 détecteurs d'incendie et 20 centraux d'alarme incendie, tandis que 110 locaux et containers sont équipés d'un dispositif automatique d'extinction avec encore 420 extincteurs à main répartis dans le tunnel. Des capteurs surveillent la température et l'humidité ambiantes. Un système de contrôle des trains garantit suffisamment à l'avance avant les portails qu'aucun train ayant un problème (boîte chaude, cargaison mal arrimée) ne pénètre dans le tunnel.

L'ensemble des accès au tunnel, ainsi que les arrêts d'urgence et de service sont surveillés par 133 caméras vidéo, dont les images sont acheminées par un circuit de données séparé aux centrales de commande sur site (VOLS) à proximité des portails nord de Frutigen et sud de Rarogne, ainsi qu'au poste de commande général des dispositifs opérationnels à Spiez. Si, en temps ordinaire, le tunnel est sous contrôle de cette dernière instance, il peut arriver en cas d'événement fortuit que la centrale de commande sur site prenne le relais.



De haut en bas:
Les portes coulissantes des galeries de recoupe se manipulent sans peine.
La signalisation de fuite dans le tunnel – primordiale pour la sécurité.
La caméra permet une surveillance sans faille du tunnel.





Exploitation du tunnel de base du Lötschberg

Trains et horaires

En l'absence à ce jour d'horaires et de chiffres concernant les trains, le concept d'offre élaboré par la FinöV en 1998 servira de base jusqu'à nouvel avis, le tunnel de base du Lötschberg étant construit afin de répondre à ses exigences de capacité pour des trains de voyageurs et de marchandises. En fonction de leur type, les trains de marchandises pourront atteindre des vitesses de 100 à 160 km/h et les trains de voyageurs 200 km/h, voire 250 km/h pour les trains inclinables. La durée du trajet entre Berne et le Valais sera divisée par deux. Sur l'axe Lötschberg-Simplon, la Suisse se traversera en deux heures à peine. Ligne de base et ligne de faite seront utilisées conjointement dès 2007. Le projet FinöV prévoit par jour 110 trains par le tunnel de base et 66 trains via la ligne de faite. Des 110 cités, 30 seront des trains de voyageurs et 80 des trains de marchandises, certains très longs (quasi 4000 t de charge et 1500 m de long).

Direction et infrastructure

Sur décision du Conseil fédéral du 16 octobre 2002, l'exploitation du tunnel de base du Lötschberg sera assumée par BLS Chemin de fer du Lötschberg SA, la concession infrastructurelle se terminant en 2010. Pour l'heure, BLS prépare activement la mise en service, commandant notamment des trains d'incendie, de sauvetage et de remise en état. Le trafic ferroviaire et toutes les installations techniques et électromécaniques de l'axe Lötschberg-Simplon entre Gümligen et Domodossola seront gérées à partir du poste de commande des dispositifs opérationnels à Spiez (DOLS). Les stations de guidage sur site aux portails du tunnel opéreront normalement sans personnel. Un centre de guidage de l'ensemble du réseau suisse sera créé à l'échelon national: le Rail Control Center.

Chargement des véhicules

La possibilité actuelle de chargement des véhicules entre Goppenstein et Kandersteg subsistera à la mise en service du tunnel de base du Lötschberg. Durant sa première étape de construction, ce dernier n'offre aucune capacité mais les conditions futures ont néanmoins été créées par le choix d'un grand profil de navette.

Adaptations de la capacité au-delà de la ligne de base

Les voies d'accès au nord et au sud du tunnel de base devront satisfaire à des exigences accrues à partir de 2007. Les capacités entre Gümligen-Frutigen seront augmentées et les postes d'aiguillage modernisés. Une 3^e voie sera posée dans le secteur Viège-St. German. Les gares de Thoune, Viège et Brigue seront adaptées. Des extensions des profils sont en cours de réalisation sur le tracé Brigue-Domodossola. L'approvisionnement énergétique sera optimisé sur tout ce tronçon.

Protection antibruit

BLS AlpTransit SA est responsable des mesures de protection antibruit sur la nouvelle ligne de base, soit entre Reichenbach et le raccordement de la ligne à celle du Simplon (jonction de St. German, embranchement de Rarogne). Si nécessaire, BLS Chemin de fer du Lötschberg SA prévoira des parois ou des fenêtres antibruit sur les tronçons Thoune-Reichenbach et Thoune-Naters (ligne de faite). Les mesures antibruit le long de la ligne St. German-Brigue incombent aux CFF. Les directives de l'ordonnance sur la protection contre le bruit sont ici applicables.

De haut en bas:
Connecting Europe – la locomotive BLS AlpTransit en pleine action.
Le poste de commande des dispositifs opérationnels de Spiez (DOLS) gère le trafic ferroviaire sur l'axe Lötschberg-Simplon.
Intense animation lors du chargement de véhicules à convoyer à travers le tunnel de faite du Lötschberg.

BLS AlpTransit

L ö t s c h b e r g

Impressum

Edité par:
BLS AlpTransit AG
Service de la communication
Aarestrasse 38 B
Postfach
CH-3601 Thun
Tel. +41 (0)33 225 79 79
Fax +41 (0)33 225 79 80
www.blsalptransit.ch

5.2003

