

Les travaux du tunnel de base du Lötschberg

Autor(en): **Bayard, Nicole / Hochuli, Monika**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **129 (2003)**

Heft 19: **AlpTransit**

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-99237>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Les travaux du tunnel de base du Lötschberg

GÉNIE CIVIL

D'une longueur de 34,6 km, le tunnel de base du Lötschberg va de Frutigen dans le Kandertal (BE) à Rarogne (VS) et est conçu en tant que tunnel ferroviaire à deux tubes simple voie, reliés entre eux par des galeries transversales séparées d'un peu plus de 300 m (fig. 1). Si les premiers travaux remontent à 1994 déjà (galerie de reconnaissance du Kandertal), la construction des tubes proprement dits a débuté en 1999. Le tunnel est réalisé à partir de cinq chantiers à la fois : outre les deux portails de Rarogne et Frutigen, il s'agit des points d'attaque intermédiaires de Mitholz, Ferden (Goppenstein) et Steg/Niedergesteln (fig. 2 et 3).

Aux deux extrémités du tunnel, la tranchée couverte entre Engstlige et Frutigen/Reichenbach, d'une longueur de 2,6 km, ainsi que le pont sur le Rhône près du portail de Rarogne, constituent les ouvrages extérieurs les plus importants. En 1996, et pour des raisons de coût, la Confédération a décidé de réaliser le tunnel en plusieurs étapes, si bien que dans le cadre défini pour la première, l'embranchement ouest de

Steg de même que le tube ouest entre Ferden et Mitholz resteront à l'état de gros œuvre, tandis que le tronçon entre Mitholz et Frutigen ne comportera qu'un seul tube. La mise en service du tunnel de base du Lötschberg est prévue pour 2007.

L'excavation du tunnel de base est déjà réalisée à plus de 85% et six des douze points d'avancement sont entièrement terminés (fig. 4). Exécuté au tunnelier, le percement du tube ouest entre Steg et Ferden a été complété en décembre 2002 et son complément, exécuté à l'explosif au départ de Rarogne, achevé en juillet 2003. Egalement réalisé à l'explosif, le tronçon entre Mitholz et Frutigen a été terminé en mai 2003. Quant au tube Est entre Ferden et le portail sud de Rarogne, il sera fini en octobre de cette année. A fin 2003, seules quatre équipes d'avancement seront encore à l'œuvre, à savoir celles travaillant sur les deux fronts des tubes Est et ouest entre Mitholz et Ferden.

Frutigen

Si seules quelques centaines de mètres du tunnel de base ont été réalisés à partir du chantier de Frutigen, celui-ci n'en demeure pas moins le plus vaste qui ait été ouvert sur la ligne du Lötschberg pour les aménagements extérieurs. Entre l'actuelle gare de Frutigen et le portail nord du tunnel, une fenêtre d'intervention sera érigée pour les éventuelles actions de sauvetage en cours d'exploitation. Au-delà de cette zone d'intervention, la future voie de transit disparaîtra dans la tranchée couverte d'Engstlige, qui mène au lieu-dit Wengi-Ey, où la ligne principale du BLS sera connectée au nouveau tracé.

Faire passer les nouveaux tunnels sous la ligne en service du BLS a constitué un défi de taille, sachant que le sommet des deux portails ne se trouve qu'à cinq mètres à peine sous les voies ferrées. Jour et nuit, certains points des voies sont relevés automatiquement toutes les quinze minutes en complément des mesures de contrôle périodiques effectuées sur le front du tunnel. Le cas échéant, la direction est ainsi en mesure de stopper le passage des trains, ce qui ne s'est produit qu'une fois jusqu'ici.

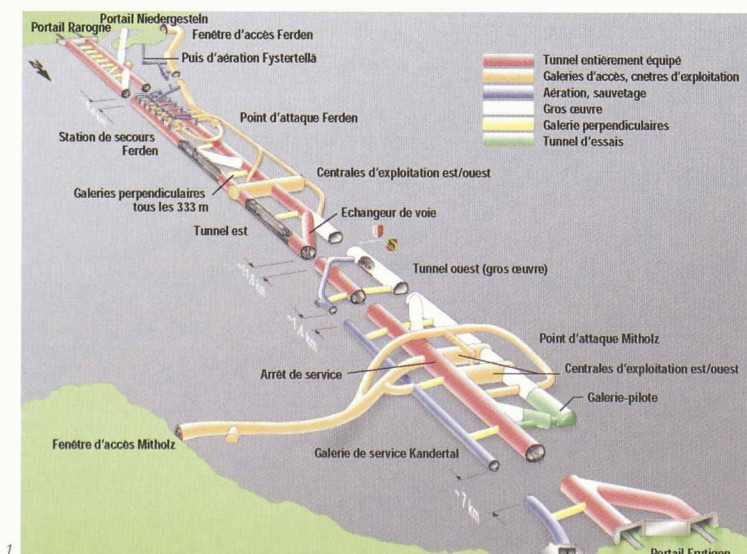
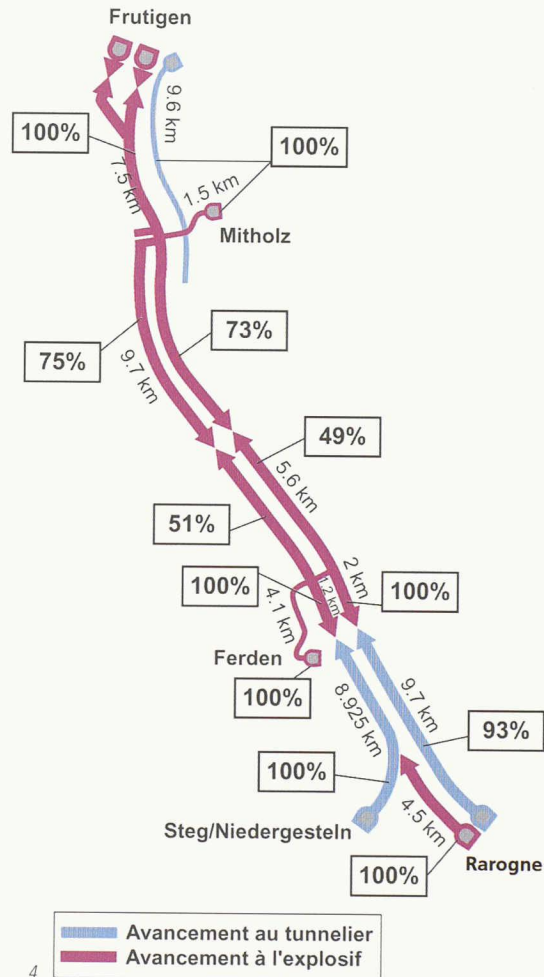
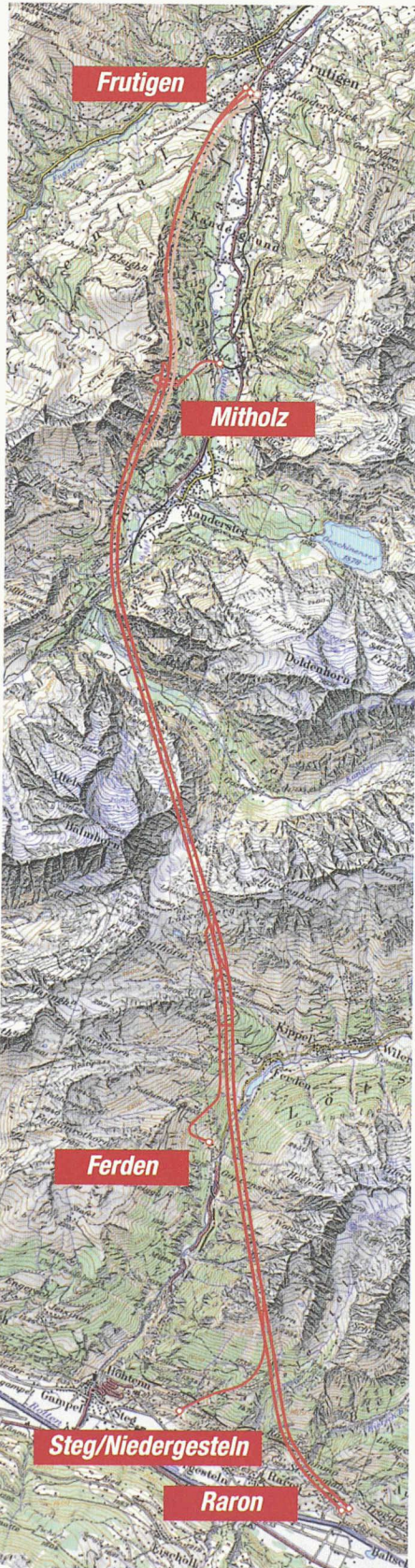


Fig. 1 : Représentation schématique du tunnel de base du Lötschberg

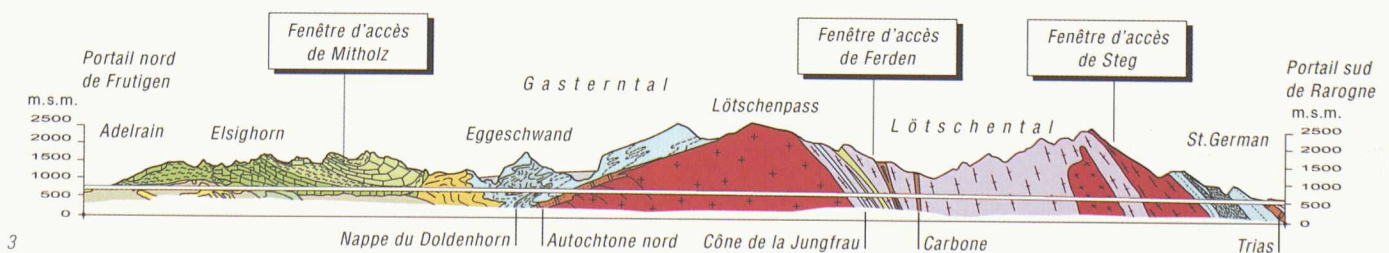
Fig. 2 : Les cinq tronçons du tunnel de base

Fig. 3 : Profil géologique du tunnel de base du Lötschberg

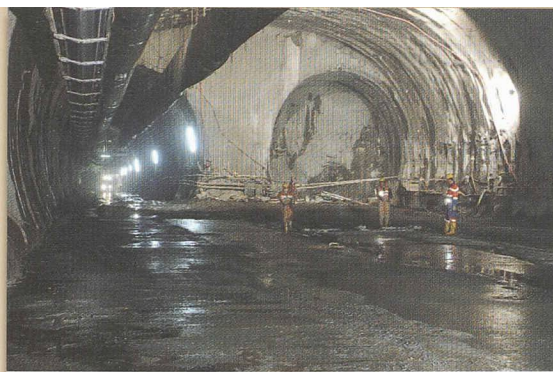
Fig. 4 : Schéma de l'avancement des différents tronçons



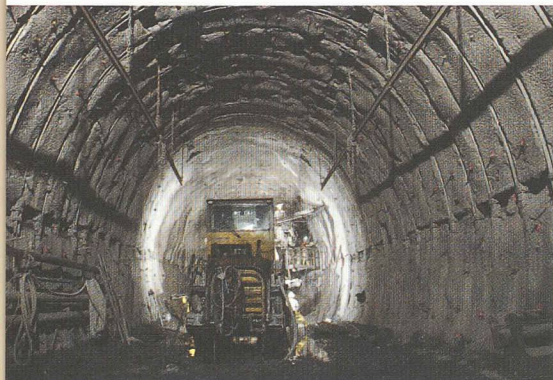
4



3



5



6

Les mineurs engagés sur l'avant-lot de Frutigen ont excavé les cent vingt mètres séparant le tube ouest du lieu de percement en procédant en cinq étapes de voûte parapluie. Ils creusent actuellement la seconde étape du tube Est. En raison des cavités présentes dans les remblais de la ligne de faite, les opérations d'injection des trous de mines se sont avérées particulièrement difficiles. Le percement du tube Est, long de quelque 800 m, sera achevé cette année encore.

Mitholz

Le chantier de Mitholz - qui correspond à la fois au point d'attaque intermédiaire au nord et à l'un des centres de gestion des matériaux - se présente depuis 1996 sous la forme d'une fenêtre d'accès de 1,5 km descendant jusqu'au niveau de tunnel de base. Depuis 1999, on y construit à l'explosif les deux tubes vers le sud et celui vers le nord. Le point d'attaque de Mitholz comporte par ailleurs une galerie-pilote qui a permis de recueillir nombre d'indications utiles pour l'aménagement intérieur du tunnel.

Le percement nord en direction de Frutigen est terminé et les mineurs auront excavé quelque sept kilomètres de tunnel sur une période de deux ans et demi. La majeure partie des matériaux traversés se répartissent entre du flysch, du grès et le schiste de Tavayannaz. A environ 900 m en avant du portail nord de Frutigen, le tube à simple voie se ramifie en deux

tubes. A cet endroit - dont le nom d'aiguillage est Adelrain - une caverne de 35 000 m³, avec une section allant de 65 à 220 m², a été créée (fig. 5). Alors que le percement du tube ouest en direction de Frutigen s'est achevé à mi-mai 2003, les 750 m restants du tube Est ont été terminés durant l'été 2003, après que les installations d'avancement aient été déménagées.

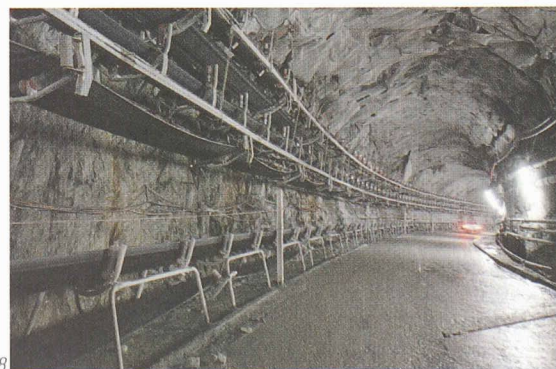
En direction du sud, plus des deux tiers du chemin ont déjà été parcourus par les équipes de mineurs. Les ingénieurs et les géologues avaient pronostiqué que la traversée de la nappe calcaire du Doldenhorn risquait de présenter de sérieuses difficultés et l'on craignait notamment la présence fortuite d'une cavité karstique avec le risque que de grandes quantités d'eau se vident dans le tunnel. Des précautions particulières ont donc été prises pour ce tronçon sur une longueur de 2,7 km : des forages de reconnaissance de 250 à 300 m de long ont permis de localiser les failles karstiques et de les isoler à grand renfort d'injections. Grâce au mode de travail adopté par les responsables de la construction et les géologues, soit une méthode permettant de réagir sur place avec souplesse aux situations problématiques, cette zone géologique à risque a pu être maîtrisée plus rapidement que prévu. La traversée de la nappe calcaire du Doldenhorn est arrivée à son terme au début de mars 2003.

La dernière zone géologiquement critique du tunnel de base du Lötschberg, l'autochtone nord, vient juste d'être terminée et a aussi été maîtrisée avec succès (fig. 6). L'autochtone se compose notamment d'une double couverture de kakirite qui a exigé des mesures de construction spéciales (pose de cintres métalliques, drainages, injections). Entre ces deux couvertures, l'on trouve des roches du rhétique (grès avec strates schisteuses).

Le revêtement intérieur est bétonné sur plus de 4,2 km dans le tube Est en direction du sud et les banquettes y sont également terminées. Dans cette partie achevée du tunnel, il est notamment possible de voir les voies, les portes couliss-



7



8



9

Fig. 5: Caverne à l'aiguillage d'Adelrain

Fig. 6: Excavation du tunnel dans la zone autochtone nord

Fig. 7: Montage des fils de contact à Mitholz

Fig. 8: Galerie d'accès de Ferden

Fig. 9: Bétonnage intérieur du tunnel à Ferden

Fig. 10: Retrait du tunnelier en direction de Steg

Fig. 11: Tunnelier sur la place de travail de Steg après son retrait

santes, les mains courantes et les locaux des manchons de câbles à l'état de montage final. A fin août, les ouvriers ont déjà procédé au montage des lignes de contact (fig. 7). Au cours du second semestre de cette année, cette zone se présentera sous son aspect terminé incluant le câblage et l'équipement électromécanique dans les galeries perpendiculaires.

Ferden

Partant du portail situé non loin de la gare de Goppenstein, une galerie d'accès de 4,1 km descend jusqu'au niveau du tunnel de base (fig. 8). Entamée en automne 1998, son excavation s'est achevée en 2000, date à laquelle les travaux au niveau du tunnel de base ont pu commencer. Le point de contact entre le tunnel de base et la galerie d'accès accueillera une station de secours dotée d'un système fortement densifié de tubes de sauvetage, de galeries de ventilation, du puits d'aération de Fystertellä, ainsi que les centres de commande et d'aération. Depuis 2000, les mineurs travaillent à l'explosif dans les tubes Est et ouest en direction du nord et sud.

Le percement sud du tube ouest a été achevé en décembre 2002 et celui du tube Est début avril 2003. Les travaux de bétonnage du revêtement intérieur sont en cours dans les deux tubes (fig. 9) et l'application du béton de finition devrait être achevée d'ici à l'automne 2003, date à laquelle l'ensemble des efforts pourra être mis sur les percements nord. Outre la station de secours déjà excavée au point d'attaque de Ferden, il restera encore à terminer les quelque 350 m restants - sur une longueur totale de 1,5 km - de la galerie d'accès et d'aération et à finir les travaux d'excavation dans les deux échangeurs de voies ainsi que dans les salles d'exploitation.

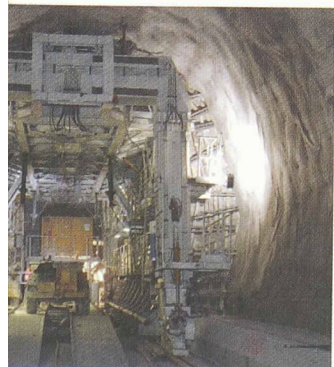
Au nord, l'avancement dans le granit du Gastern progresse normalement, les zones difficiles dans le périmètre du cône de la Jungfrau ayant en effet pu être maîtrisées en temps utile. Des forages de reconnaissance régulièrement pratiqués

fournissent des données précises sur les conditions géologiques et hydrologiques à venir. Actuellement, la température de la roche avoisine les 44°C. Grâce aux systèmes de refroidissement et à une bonne aération, la température moyenne de l'air sur les sites de travail oscille entre 24°C et 28°C. L'eau de refroidissement provient du tout proche lac d'accumulation de Ferden, le système utilisé travaillant en circuit fermé au moyen d'échangeurs thermiques qui assurent un refroidissement en continu. La présence de la galerie d'accès - d'une déclivité de 12% - et du système densément ramifié de galeries au point d'attaque fait de Ferden le chantier le plus complexe du tunnel de base du Lötschberg et celui qui compte actuellement les effectifs les plus nombreux.

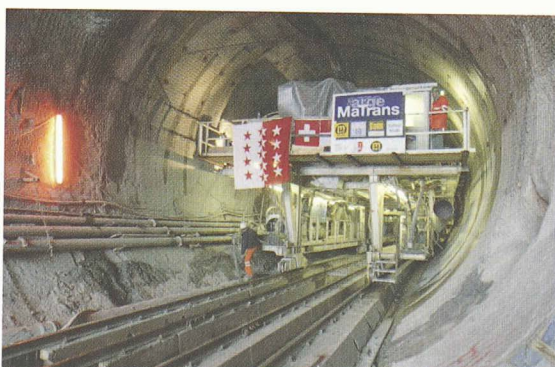
Steg

Entre octobre 2000 et l'automne 2002, le tunnelier pour roche dure, d'un diamètre de 9,43 m, a réalisé les trois kilomètres de la fenêtre d'accès à partir du portail de Niedergesteln, puis les 5,8 km du tunnel en direction du nord. Il faut signaler que l'embranchement ouest de Steg ainsi que le portail de Niedergesteln resteront à l'état de gros œuvre. Après avoir fraisé les 8,8 km de galeries à partir du portail de Niedergesteln, le tunnelier a été partiellement démonté en automne 2002 et reconduit de manière fort astucieuse hors de son trou : au lieu de procéder à son démontage complet dans le tunnel, seule la tête a été détachée avant de sortir l'ensemble de l'installation sur les rails (fig. 10). A l'heure actuelle, le tunnelier et son bouclier rotatif démonté se trouvent sur la place d'installation de Steg (fig. 11).

Après avoir fait sauter les galeries perpendiculaires menant au tube Est, les ouvriers ont commencé le bétonnage intérieur en partant du tube ouest depuis le point d'arrêt des travaux du tunnelier et le poursuivront jusqu'à l'embranchement de Lötschen. La construction du portail de Niedergesteln, dont la conception tout en sobriété est appelée à se fondre avec le portail sud de Rarogne, est envisagée pour 2004.



10



11





12

Rarogne

La mise en service d'un second tunnelier pour roche dure, du même type que celui utilisé à Steg, dans le tube Est a eu lieu en juillet 2001. Celui-ci a déjà avancé sur une distance d'environ dix kilomètres en direction de Ferden et le percement définitif est prévu pour fin octobre. Fortement mise à contribution, la machine a subi en août une dernière grande révision programmée. Le 9 juillet 2003, le creusement à l'explosif des 4,6 km du tube ouest partant de Rarogne a rejoint l'embranchement de Lötschen, à l'endroit où la fenêtre d'accès de Steg bifurque dans le tube du tunnel de base.

Dans le tube ouest, la réalisation de la coque intérieure en béton se fera en reculant depuis l'embranchement de Lötschen en direction du portail sud de Rarogne.

Les travaux de bétonnage du revêtement intérieur seront alors entrepris, en procédant là aussi depuis la limite d'activité du tunnelier en direction du portail sud de Rarogne. Dès l'automne 2003, on ne verra donc plus aucun tunnelier en service dans le tunnel de base du Lötschberg.

Gestion des matériaux

Globalement, la construction du tunnel de base du Lötschberg dégagera quelque seize millions de tonnes de matériaux d'excavation qui sont recyclés au fur et à mesure par les centres de gestion des matériaux de Mitholz et de Rarogne (fig. 12). Près de 40% de ces matériaux sont réutilisés sous forme de granulats pour béton, pour la construction des aires d'installation et pour les remblayages. Le tunnel de base du Lötschberg couvre ainsi totalement ses propres besoins en granulats pour les bétons. A fin 2002, les deux centres de gestion des matériaux avaient fabriqué ensemble 780 000 tonnes de granulats. Quant aux matériaux

excavés de qualité médiocre, ils sont acheminés vers des décharges définitives situées à Mitholz, dans la région de Rarogne ou encore dans le Chablais vaudois. Les décharges de Riedertal et du Goler (Rarogne) ainsi que celle de Bubichopf (près de Goppenstein) sont dès maintenant en cours d'aménagement final, si bien que les bandes transporteuses pourront être partiellement démontées à fin 2003. En raison du démarrage en chaîne des travaux de bétonnage sur l'ensemble des chantiers, la production de granulats pour béton atteindra son point culminant vers la fin de 2003 ou le début de 2004.

Le chantier extérieur de Frutigen

Au lieu-dit Tellenfeld, la zone dite d'intervention est en voie de réalisation. Presque terminée, la fouille du cuvelage des eaux souterraines, d'une longueur de 400 m, a été assurée à l'aide de parois de pieux forés et de parois «berlinoises» à double ancrage. Le bétonnage des parois et des dalles du radier est achevé. La liaison entre le trançon d'intervention et la gare de Frutigen sera possible grâce au petit tunnel Widi, dont la construction a nécessité des opérations de démolition à l'aide d'explosifs d'ameublissement.

A ce jour, près du 60% de la fouille du tunnel d'Engstlige a déjà été creusée. Le portail sud (fig. 13) et les premiers éléments de la tranchée couverte sont bétonnés. La protection de la fouille est assurée au moyen de parois de blindage à ancrage, dont six cents unités au total avaient été posées à mi-avril 2003 pour une quantité de cinq cents ancrages.

Le portail nord de la tranchée couverte d'Engstlige se trouve tout près du cours d'eau Heitibach au lieu-dit Wengi-Ey (commune de Reichenbach). C'est ici que convergent les flux du trafic ferroviaire et routier, d'où la nécessité de déplacer

Fig. 12 : Centre de gestion des matériaux de Rarogne

Fig. 13 : Portail sud du tunnel d'Engstlige

Fig. 14 : Construction des ponts sur le Rhône à Rarogne

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par BLS AlpTransit SA)

la ligne de base du BLS en y accolant la route cantonale. D'importants transferts de lignes de courant, de conduites et d'autres canalisations étant maintenant terminés, la zone de Wengi-Ey est en passe d'être entièrement remblayée. Le remblai de la ligne de base du BLS est déjà en grande partie posé et le Heitibach a été doté d'un nouveau collecteur de matériaux.

Le chantier extérieur de Rarogne

Côté sud, la principale liaison avec le tunnel de base est constituée par le double pont sur le Rhône reliant le portail sud à la ligne du Simplon sur le versant valaisan. D'une longueur de 817 m, le pont sud est bien avancé, neuf de ses arches - dont certaines atteignent une portée de 65 m - étant déjà bétonnées. Doté d'une section en caisson (fig. 19), le pont est construit à l'aide d'un cintre autolanceur. Un échafaudage conventionnel est utilisé pour la construction des dernières travées du pont sud, lesquelles passeront au-dessus de la ligne du Simplon. Tous les piliers du pont nord - d'une longueur de 554 m - sont déjà construits et les travaux préparatoires pour la construction de ce second ouvrage sont en cours. Le pont sud doit être achevé entre fin 2003 et début 2004 tandis que le pont nord sera terminé dans le courant de 2005. Par ailleurs, les travaux de remblayage au point de jonction du nouveau tracé de base avec la ligne du Simplon ont également déjà été effectués.

Les équipements ferroviaires

A l'exception des installations de sécurité, des systèmes de guidage ainsi que des portes coulissantes, des containers et

des armoires, tous les travaux relevant de l'infrastructure ferroviaire et de l'équipement mécanique du tunnel ont été attribués à une même entreprise. La planification est en cours dans tous les domaines relatifs au chemin de fer, les premières versions des plans et les dates d'exécution étant déjà disponibles. En plus de la coordination entre les différents domaines relatifs à l'équipement ferroviaire, il est également indispensable de tenir compte des activités des bâtisseurs du gros œuvre ainsi que de l'approvisionnement en eau du tunnel. Les travaux sur les aires d'installation de Rarogne et de Frutigen débiteront dans le courant de l'automne 2003.

Conclusion

Près du 90 % des tubes du tunnel de base du Lötschberg sont aujourd'hui excavés. Toutes les zones à risques géologiques pronostiqués ont été traversées et il ne reste plus que le granite de gastern à creuser. Le prochain percement aura lieu fin octobre 2003, lorsque le tunnelier de Rarogne aura terminé sa mission. Le dernier percement dans le tunnel de base du Lötschberg est planifié pour fin 2004.

Sur tous les chantiers, le bétonnage du revêtement intérieur du tunnel a commencé alors que les travaux préparatoires pour l'équipement de la ligne ont débuté à Rarogne. Conformément à sa planification, le tunnel de base de Lötschberg est donc en bonne voie de pouvoir être ouvert à l'exploitation en 2007.

Nicole Bayard et Monika Hochuli
BLS AlpTransit SA, Service de la communication
Aarestrasse 38B, CH - 3601 Thun

