



TUNNEL DU MONT-CENIS - FRÉJUS : UNE MODERNISATION FERROVIAIRE STRATÉGIQUE

AUTEUR : RACHID KEBBAJ, CHEF DE SERVICE TRAVAUX, BOUYGUES TP

LES TRAVAUX DE MODERNISATION DU TUNNEL FERROVIAIRE DU MONT-CENIS – FRÉJUS S'INSCRIVENT DANS LE CADRE DE LA MODERNISATION ET DE LA MISE AU GRAND GABARIT FRET DE 19 TUNNELS SUR UN ITINÉRAIRE ALLANT DE DIJON À TURIN VIA MODANE. CET AXE STRATÉGIQUE PARTICIPE AU DÉVELOPPEMENT DU TRANSIT MARCHANDISE ENTRE L'EUROPE DU NORD, LA FRANCE ET L'ITALIE ET PERMET DE RELIER L'ESPAGNE À LA HONGRIE EN PASSANT PAR LA FRANCE ET LA SLOVÉNIE.

UN PEU D'HISTOIRE

Le tunnel ferroviaire du Mont-Cenis Fréjus est le premier tunnel ferroviaire transalpin. Long de 14 km, il relie Modane en France à Bardonecchia en Italie. Inauguré le 19 septembre 1871, il a été jusqu'en 1882 le plus long tunnel du monde et surtout le premier tunnel jamais creusé grâce à l'utilisation de l'air comprimé pour le forage (photos 2 et 3).

UNE CONTRAINTE DE TAILLE

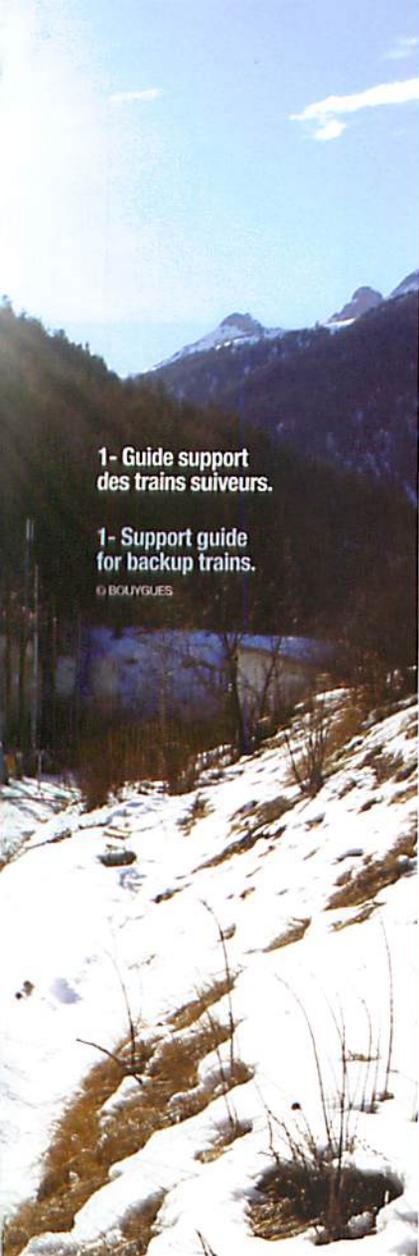
Les travaux sont réalisés sous circulation ferroviaire. Plus de soixante dix trains voyageurs et fret circulent tous les jours dans le tunnel entre 18h00 et 12h30 le lendemain. La circulation commerciale dans le tunnel n'est interrompue que durant une période d'environ 4h30 dite « période simultanée » (figure 4).

UN ENVIRONNEMENT EXTRAORDINAIRE DIFFICILE

La particularité de ce chantier est qu'il combine deux environnements à risque, à savoir des travaux sous circulation ferroviaire dans un tunnel de très grande longueur « coupé en son milieu à la frontière Franco-italienne » avec une seule entrée côté France. Les principaux risques liés aux travaux sont de deux ordres.

Les risques exportés par les travaux vers l'environnement ferroviaire et les risques importés par l'environnement ferroviaire sur le chantier.

Pour permettre la meilleure gestion de ces deux ensembles de risques principaux, il a été imaginé dès l'origine du projet un Plan général de coordination (PGC) dans lequel le chantier est considéré comme un environnement



1- Guide support des trains suiveurs.

1- Support guide for backup trains.

© BOUYGUES

DES TRAVAUX CONSÉQUENTS

- Agrandissement du tunnel ferroviaire par abaissement de la voie.
 - Régénération de l'ouvrage consistant dans le rejointoiement des maçonneries et dans le confortement de certaines zones de piédroits.
 - Travaux de génie civil avec la reconstruction du drain central, la réalisation de plus de 85 niches de sécurisation, la pose de 14 km de caniveaux, d'un réservoir incendie et de ses locaux techniques, devant faciliter l'intervention des équipes de secours dans le cas d'éventuels incidents.
 - Travaux d'équipement avec la pose de plus de 100 km de câbles de puissance et de communication dans les caniveaux et en piédroits, de l'éclairage du tunnel, de l'équipement des niches, d'une conduite incendie de 7 km raccordée au réservoir.
- Montant des travaux côté France : 107,8 millions d'euros.



2



3

2- Entrée du tunnel début du XX^e siècle.
3- Entrée du tunnel aujourd'hui.

2- Tunnel entrance at the beginning of the 20th century.
3- Tunnel entrance today.

clos vis-à-vis de l'extérieur : une seule entrée côté France, le chantier étant fermé par un bloc béton à la frontière, associé à un mur virtuel qualifié d'infranchissable en son axe. Pour limiter les risques exportés par les travaux vers l'environnement ferroviaire, une notice de sécurité ferroviaire a été établie. Elle rappelle un certain nombre de consignes élémentaires et de règles d'installation des chantiers. Les intervenants évoluent ainsi à l'abri d'une muraille virtuelle matérialisée soit par une barrière d'entrevoie soit par un écran rigide. Ces éléments doivent permettre de préserver à la fois les intervenants des risques importés par la circulation ferroviaire mais aussi les trains commerciaux de l'activité travaux (photo 5).

Cette approche va très vite montrer ses limites du fait de la géométrie variable du tunnel qui ne permet pas pendant toute la durée des travaux de maintenir, sur l'ensemble des 7 km, la limite de la zone dite dangereuse à une distance de 1,25 ml de la voie en circulation. De plus, cette muraille virtuelle ne répond pas à deux problématiques particulières, à savoir la gestion d'une fuite de gaz sur un train fret ainsi que la gestion des entrées de personnes

« LA RÉALISATION DES TRAVAUX SOUS CIRCULATION FERROVIAIRE EST UNE CONTRAINTE DE TAILLE »

depuis l'Italie. Aussi, pour limiter l'impact de ces deux risques, l'entrée française du tunnel est équipée d'une lampisterie (photo 6).

La finalité de cette installation est de distribuer à l'ensemble des intervenants du chantier France les Apeva (appareils respiratoires) et les détecteurs de gaz, en plus des équipements de protection individuelle habituels. Ce matériel portatif doit permettre aux intervenants en cas d'incendie mais aussi de fuite de gaz de rejoindre à pied l'un des quatre refuges aménagés dans le tunnel, tous équipés de réserves d'air respirable en bouteille. Les secours sont assurés par l'antenne de Modane des services du SDIS 73 qui ont été dotés par RFF de camions rail-route spécialement conçus pour le tunnel ferroviaire du Mont-Cenis - Fréjus. Capables de résister à des températures élevées, ces engins peuvent comme leur nom l'indique rouler sur la route comme sur les rails et intervenir dans des opérations de secours à personne, d'extinction incendie et dans le cas de risque chimique. Le groupement d'entreprises doit, pendant toute la durée des travaux, maintenir en service un accès à ces matériels en cas d'incident relatif à la circulation commercial ou aux travaux.

DISPOSITIONS SUPPLÉMENTAIRES DE SÉCURITÉ

D'autres dispositions prévues au marché sont mises en œuvre dont la principale est l'utilisation maximale de locomotives équipées de système d'extinction automatique. Il s'avère en effet que les locomotives sont les sources potentielles d'incendie les plus importantes au vu de la quantité de carburant transporté dans les réservoirs.

La ventilation du tunnel du Fréjus est renforcée. Outre la ventilation naturelle de par la conception d'origine de l'ouvrage qui n'a pas évolué depuis 150 ans, des ventilateurs au nombre de 7 permettent d'assurer en permanence une vitesse de déplacement de l'air de 1 m par seconde dans un sens ou dans l'autre. Ils ont été installés dès le début des travaux sur les premiers kilomètres côté France. Efficace dans presque 99 % des cas, cette installation ne permet pourtant pas de contrebalancer l'arrêt de la circulation d'air en tunnel, constaté lorsque l'équilibre de pression s'installe entre les deux entrées française et italienne du tunnel long de 14 km. La qualité de l'air est suivie en permanence à l'aide de détecteurs portables distribués aux ►



© BOUYGUES



différentes équipes travaux et agents SNCF qui disposent ainsi -en complément des masques, Apeva, bouteilles d'air embarquées sur les trains travaux ou disponibles dans les refuges- d'une panoplie d'outils nécessaires pour prendre les dispositions adéquates en cas de pic de pollution ou incendie (arrêt momentané des activités, évacuation du tunnel...) (photo 7 et figure 8).

DES TRAVAUX « ORDINAIRES » DANS UN ENVIRONNEMENT EXTRAORDINAIRE

À priori, les travaux à réaliser n'ont rien d'extraordinaire si ce n'est leur environnement, qu'il soit physique ou humain. Car en permanence, la définition des chantiers élémentaires décrite ci-après doit répondre à plusieurs interrogations. Comment installer un chantier élémentaire et exécuter les travaux sans :

- Engager le gabarit ferroviaire ;
- Déstabiliser la voie sous circulation ferroviaire ;
- Endommager les installations indispensables à l'exploitation de la ligne ;
- Empoussiérer et/ou polluer le tunnel ;
- Déclencher un incendie ;
- Retarder un TGV ou tout autre train commercial ;
- Provoquer un incident de circulation entre les trains travaux, les personnels en poste et les matériels de chantier ;
- Subir l'impact des obtentions ou

annulations des périodes de « simultanées » indispensables à une bonne logistique ?

Sachant que le tunnel n'a qu'une entrée, qu'il est long de 7 km, que la voie ferrée n'est disponible que 4h30 maximum par jour et qu'il s'agit de travaux de rénovation avec tous les imprévus inhérents à ce genre de travaux. Dans cet environnement « particulier », les travaux réalisés par le Groupement d'entreprises ont débuté le 5 mars 2007 et il est à ce jour prévu qu'ils s'achèvent au cours du second trimestre 2010.

La traction est assurée par du matériel Colas Rail Voie et VFLI (filiale groupe SNCF) avec des locomotives V211, V212 et G1206 remotorisées pour limiter les émissions polluantes.

LES TRAVAUX DE RÉGÉNÉRATION DE MAÇONNERIE

Ces travaux concernent :

- La réalisation d'ancrages de renforcement en piédroits sur 2 zones : l'une longue de 20 ml ayant une singularité (2 lignes de boulons HA 32 de 4 ml de long tous les ml) et la seconde longue de plus de 3 100 ml, au droit de la zone de plus fort abaissement (1 ligne de HA 32 de 2 ml de long tous les ml) ;
- La réalisation après décapage à la haute pression d'une coque en béton projeté de 8 cm d'épaisseur en béton RIG fibré sur tout le développé, sur 4 zones représentant un linéaire de

332 ml, avec l'objectif de stabiliser des zones de maçonneries dégradées ;

→ Le rejointoiement de 16 000 m² de maçonnerie répartis sur 30 % des 7 km du tunnel. Le dégarnissage ou repiquage des joints dégradés est réalisé en fonction des surfaces à traiter (zones variant de 5 m² à 500 m²) depuis des trains travaux, soit à l'aide d'un robot d'hydro-démolition (au-delà de 200 m²), soit manuellement avec des marteaux piqueurs électriques (en-deçà de 200 m² ou accessibles en piédroit à hauteur d'homme). Une fois dégarnis, les joints sont remplis avec un mortier épais. L'objet de ces travaux est de recréer une liaison mécanique entre les maçonneries et d'améliorer l'étanchéité de la voûte. À ce jour, il reste à traiter 7 000 m² sur la voie 1.

LES TRAVAUX D'AUGMENTATION DU GABARIT

L'objet de ces travaux

Pour obtenir l'augmentation de gabarit nécessaire (conforme au grand gabarit GB1), la solution retenue consiste à abaisser le niveau de la voie pour limiter au minimum les travaux en voûte pouvant générer des désordres. La hauteur d'abaissement de la voie varie donc entre quelques centimètres et 60 cm. Une coupe longitudinale du tunnel côté France montre les différentes géologies rencontrées pendant ces travaux.

L'évolution du phasage des travaux

Le phasage des travaux à la charge du Groupement d'entreprises se décompose en quatre phases principales qui s'inscrivent dans une programmation binationale franco-italienne plus générale des travaux de modernisation du tunnel du Mont-Cenis - Fréjus :

→ **Phase 1** : installation et traitement de la voûte (rejointoiement et béton projeté).

→ **Phase 2** : dépose de la voie de la frontière vers l'entrée du tunnel, abais-

sement de la plate-forme rocheuse de l'entrée France vers la frontière et réalisation des niches en aval de l'atelier d'abaissement sur la voie n°2 -pendant que la voie 1 restait sous circulation- puis pose de la nouvelle voie et enfin mise en place des équipements du tunnel en piédroit et dans les niches.

→ **Phase 3** : traitement symétrique de la voie n°1, la voie 2 ayant été préalablement rendue à la circulation des trains commerciaux.

→ **Phase 4** : repli et mise en service des nouvelles installations.

Après l'enlèvement du ballast dont l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 25 cm, le déroctage est réalisé avec une machine à attaque ponctuelle tractant un train suiveur (photo 12).

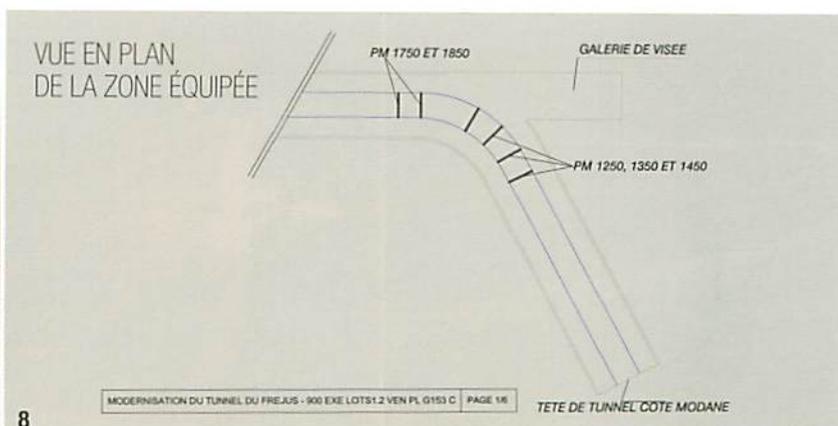
À l'origine du projet, l'enlèvement des matériaux est en effet prévu à l'aide d'un train à voie métrique (logique d'un tunnelier). Ce choix devait permettre d'affranchir le poste déroctage de la plate-forme de l'ensemble des contraintes inhérentes à l'emploi de trains-travaux classiques.

Mais très vite, la mise en œuvre d'un train à voie métrique se heurte à des problématiques d'analyse de risque, d'obtention d'agrément ainsi qu'à la découverte d'une zone d'abaissement particulière à l'entrée du tunnel, devant faire l'objet d'un traitement particulier, nécessitant des reprises en sous-œuvre de la voûte. Après quelques centaines de mètres, la solution de la voie métrique est abandonnée au profit d'une solution classique utilisant les trains-travaux, pour répondre à l'ensemble des problématiques mises à jour et d'en limiter l'impact en termes de programmation. Une fois les voies déposées, différentes difficultés se révèlent :

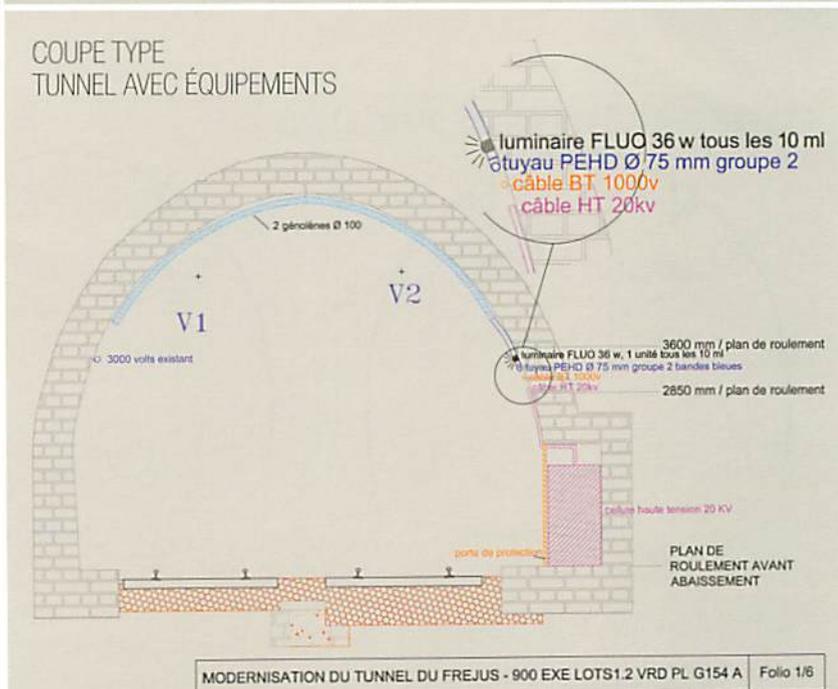
→ Le drain central qui doit assurer la butée de la voie circulée ne le fait pas sur l'ensemble du tracé. En effet, le drain a fait l'objet au cours des 150

ÉQUIPEMENTS EN PHASE PRÉPARATOIRE

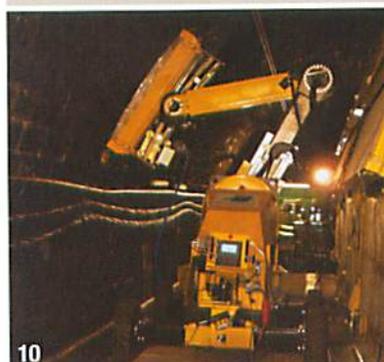
Les travaux préparatoires auront consisté dans la pose d'un réseau d'eau sur les 7 km du tunnel côté France, la pose de luminaires tous les 10 ml, d'un câble BT 1000 Volts et d'un câble HT de 20 000 Volts ainsi que 7000 ml de barrière d'entrevoie matérialisant la séparation de la voie chantier et de la voie circulée.



8



9



10

11



12

précédentes années de divers travaux d'entretien et de réfection. Sa structure apparaît hétérogène dans sa nature et variable dans ses dimensions et son implantation. La réalité du drain va faire l'objet d'une reconnaissance systématique sur l'ensemble des 7 km pour être ensuite renforcé, comblé, démoli, etc... en fonction des différents cas de figures mis au jour (photo 13 - figure 14).

→ À l'entrée du tunnel creusé dans des éboulis, une contre-voûte est découverte sur plus de cent mètres. L'abaissement ne peut être réalisé avec la dérocteuse. La zone doit faire l'objet d'un traitement particulier impliquant des reprises en sous-œuvre condamnant l'accès par la voie de chantier (photo 15 et figure 16).

→ La roche de quartzite prévue fracturée en plate-forme s'avère massive, et si le déroctage à la machine ponctuelle reste possible, du fait de la puissance de 300 kW développée par la tête, l'extrême abrasivité mesurée condamne la méthode au bout de quelques mètres.

Le quartzite est finalement miné sur 60 cm d'épaisseur et 500 ml de long en prenant soin de n'endommager ni l'ouvrage ni la voie circulée. Cette dernière est rendue à la circulation dans l'heure qui a suivi le tir (photo 17).

→ La découverte d'une faille d'une dizaine de mètres entre les horizons de quartzite et d'anhydrite. La zone est remblayée puis bétonnée pour permettre le passage de la dérocteuse.

→ La découverte d'amiante dans le ballast qui conduit les intervenants à procéder au retrait des zones concernées conformément à la législation en employant des entreprises spécialisées. Pour limiter l'impact sur le délai global des travaux, les travaux d'abaissement devant la dérocteuse et son train suiveur étant bloqués par les problématiques successives de la zone d'entrée, du ballast amianté, de la roche quartzite ▷

4- Circulation commerciale.

5- Coupe type du tunnel avec barrière à 1,25 m de la voie de circulation.

6- Lampisterie.

7- Coupe type du tunnel avec ventilateur.

8- Vue en plan de la zone équipée.

9- Coupe type tunnel avec équipements.

10 et 11- Rejointoiement de maçonnerie à l'aide de robots.

12- Machine à attaque frontale « Alpine » et trains suiveurs.

4- Commercial traffic.

5- Typical cross section of the tunnel with barrier 1.25m from the track.

6- Lamp room.

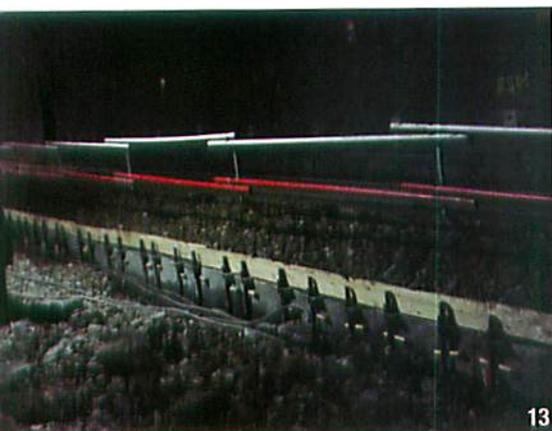
7- Typical cross section of the tunnel with fan.

8- Plan view of the equipped area.

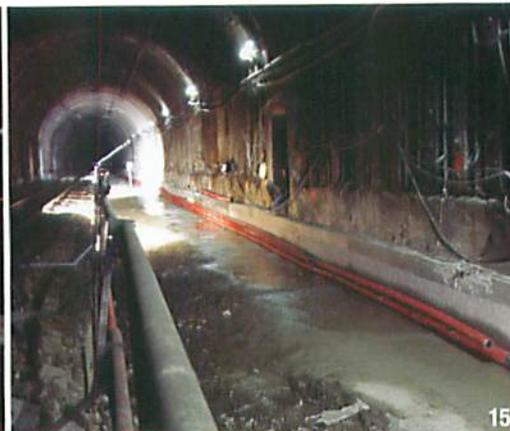
9- Typical cross section of tunnel with appurtenances.

10 et 11- Masonry repointing by robots.

12- 'Alpine' full-face tunnelling machine and backup trains.



13



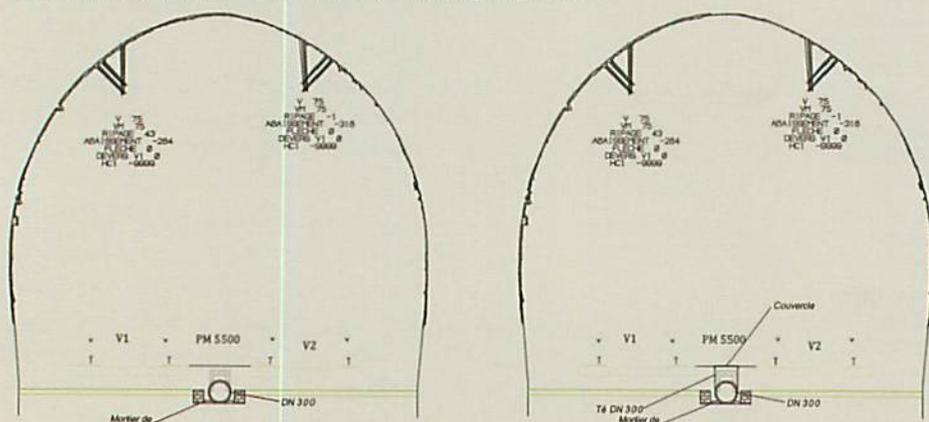
15



17

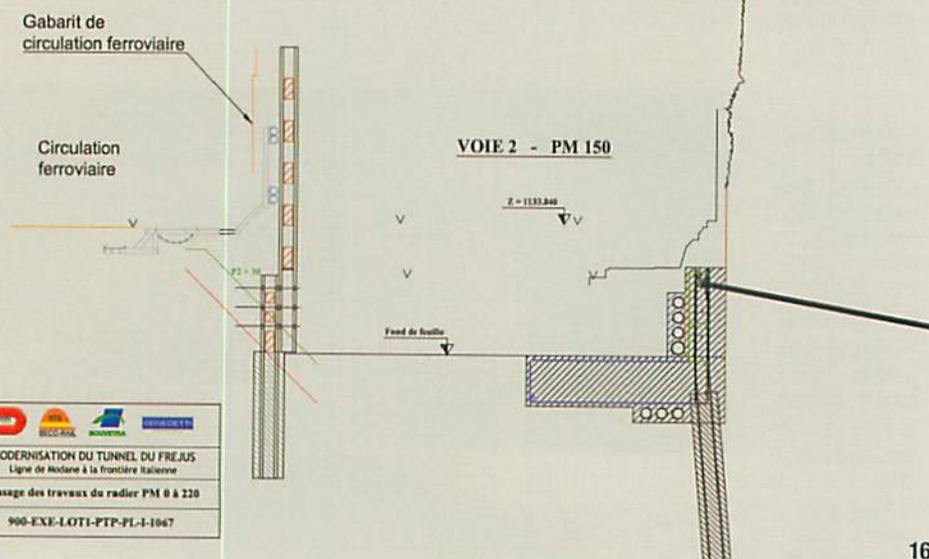
© BOUYGUES

PRINCIPE ABAISSEMENT ET POSE D'UN NOUVEAU DRAIN



14

COUPE-TYPE TRAVAUX DE REPRISES



16

- 13- Travaux drain central.
- 14- Schéma drain central.
- 15- Reprises en sous-cœvre de la contre-voute.
- 16- Coupe-type travaux de reprises.
- 17- Travaux de minage du quartzite.
- 18- Excavation de la plate-forme au brise-roche hydraulique.
- 19 et 20- Méthode DMX pour l'excavation des niches.

- 13- Work on central drain.
- 14- Diagram of central drain.
- 15- Underpinning the inverted arch.
- 16- Typical cross section of underpinning work.
- 17- Quartzite blasting work.
- 18- Excavation of the subgrade by hydraulic rock breaker.
- 19 et 20- DMX method for excavation of recesses.

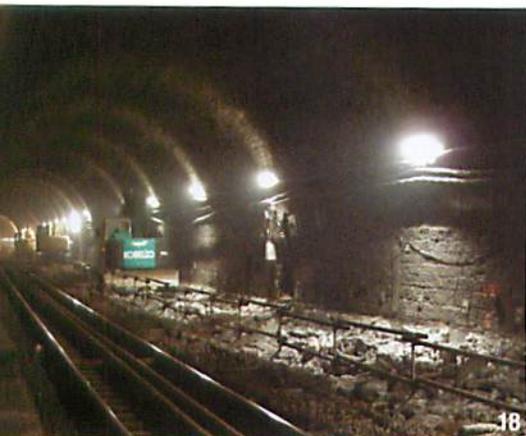
PRINCIPAUX ACTEURS PARTIE FRANÇAISE (LONGUEUR 7 KM)

MAÎTRISE D'OUVRAGE : RFF

GROUPEMENT MAÎTRISE D'ŒUVRE : SNCF - Systra

GROUPEMENT ENTREPRISES : Bouygues Travaux Publics (mandataire)

- **LOT 1 « GÉNIE CIVIL » :** Bouygues Travaux Publics, Colas Rail, Nouvetra, Benedetti
- **LOT 2 « ÉQUIPEMENT » :** Etde, Spie et Imet



et de stabilité du drain central, une première passe de terrassement des zones de plus grande profondeur est réalisée avec des pelles équipées de brise-roche hydraulique (BRH) (photo 18). Un train de 8 pelles de 8 et 13 tonnes est ainsi mis en œuvre. Il va permettre de traiter plus de 60 % du volume à excaver de la voie 2 sur plus de 5 km, la dérocteuse n'ayant plus, une fois les obstacles franchis, qu'à venir finir la plate-forme et le piédroit.

Une fois la plate-forme excavée, elle est compactée, des mesures de portances sont réalisées. Dans certaines zones, en fonction de la qualité du rocher et de l'importance des venues d'eau, un géotextile type AR 20 est mis en œuvre. Ce géotextile développé par la SNCF a les caractéristiques suivantes : 20 ans de garantie, résistance à l'abrasion des constructions ferroviaires...

LES TRAVAUX D'EXCAVATION DES NICHES

Plus de 85 niches de différentes natures sont à réaliser dans le cadre des travaux de modernisation et de sécurisation du tunnel ferroviaire du Mont-Cenis - Fréjus. Ces niches n'ont pas vocation à accueillir des usagers mais à recevoir les nouveaux équipements de signalisation, de sécurité et de lutte contre l'incendie.

Dès l'origine du projet, le minage à l'explosif des niches n'est pas retenu. La fracturation naturelle ou apparue lors du percement du tunnel doit permettre de l'éviter. Aussi, la solution retenue est la méthode DM, en complément du brise-roche hydraulique (sur pelle ou brokk). Cette méthode DMX consiste à injecter une mousse sous une pression de 300 bars dans des trous de forage de 50 mm de diamètre et 50 cm de long. Cette méthode permet d'éclater la roche. Si la méthode s'avère efficace sur les premières niches, elle se trouve

très vite limitée du fait des résistances observées du rocher, associées à une absence ou une très faible fracturation. Seuls 30 % des niches de la première voie seront finalement réalisés avec la méthode DMX (photos 19-20).

Dans le quartzite, la méthode DMX atteint ses limites. Le rendement chute à des valeurs d'excavation de l'ordre de 50 litres/h soit 10 fois moins que les rendements obtenus sur les premières niches.

La solution finalement mise en œuvre va consister à miner les niches à l'explosif, avec toute la problématique induite par le fait que le tunnel reste sous exploitation ferroviaire (photos 21-22). Cela implique plusieurs contraintes :

→ Le tir doit être réalisé pendant la période simultanée, ce qui inclut l'approvisionnement des explosifs et le contrôle du résultat du tir avant le rendu de la simultanée (pas d'imbrulé et évacuation des explosifs non utilisés par le fournisseur).

→ Le tir ne doit pas endommager la voûte du tunnel, la voie et les installations nécessaires à l'exploitation, ni les installations de chantier.

→ Les volumes de gaz et de poussière dégagés lors du tir doivent pouvoir être évacués par la ventilation du tunnel avant le rendu de la simultanée.

Compte tenu de ces contraintes :
→ Un plan de tir séquencé non électrique est défini pour limiter les vibrations sur la voûte et les voies. Les volées ont une longueur de 1,5 ml et consomment environ 50 kg d'explosifs. Les tirs font l'objet d'enregistrement sismique. Les vibrations mesurées resteront en dessous des valeurs « seuil ».

→ Le plan de tir est de fait établi avec un minimum de quantité d'explosif, ce qui conduit à limiter la quantité de gaz émis à un volume de l'ordre du m³. Les mesures de contrôle réalisées après chaque tir confirmeront les fai-

bles quantités de gaz émis.

→ La protection consiste dans la mise en place d'un écran souple capable d'absorber l'onde de choc et d'éviter la projection de débris sur les parements du tunnel et les matériels installés.

REPLACEMENT DES VOIES ET BALLAST

→ Le ballast, les rails et les traverses sont soit des fournitures de RFF (ballast et rails), soit des matériaux prescrits par RFI (traverses). Il est mis en œuvre par les équipes de Colas Rail. Une première sous-couche de ballast est mise en œuvre sur une plate-forme dont on se sera assuré de la qualité de la portance en réalisant des mesures de portance. Une fois la sous-couche en place et compactée, la pose de la voie proprement dite peut débuter.

Elle peut être réalisée soit par panneaux soit classiquement.

Dans le premier cas, il s'agit de reposer les panneaux de voie de 18 ml de long dans l'ordre où ils ont été déposés pour tenir compte des courbes. Une fois les panneaux en place, les coupons de voie de 18 ml de long sont démontés pour être remplacés par des LRS (long rail soudé) de 240 ml de long.

Dans le second cas, il s'agit de poser les traverses à l'aide d'un palonnier (4 traverses à la fois) écartées de 60 cm. Une fois les traverses posées sur un linéaire suffisant, les LRS sont mis en place.

Si la première méthode dite par panneaux est plus rapide en termes d'atelier de pose, elle nécessite de la place pour préparer et/ou stocker les panneaux et oblige à respecter le sens de dépose lorsqu'il s'agit de panneaux ▷

LA SOUDURE ÉLECTRIQUE, UNE PREMIÈRE EN FRANCE

Habituellement, les tronçons de rails sont raccordés en voie par soudure aluminothermique. Le tunnel du Mont-Cenis - Fréjus étant sous exploitation italienne, les rails côté France sont raccordés selon la méthode italienne qui préconise des soudures électriques. Aussi, Colas Rail qui a en charge les travaux de voie, a-t-elle fait appel à une entreprise italienne CLF pour réaliser ces travaux. Le principe repose sur la fusion des deux extrémités des tronçons obtenue grâce au passage d'un fort courant électrique dans le fer constituant le rail. Un camion rail route a été spécialement conçu à cet effet. Cet outil a permis d'obtenir des cadences de soudure de l'ordre de 4 unités à l'heure. Mais si la durée de soudure en elle-même est fortement réduite, cette nouvelle méthodologie a un fort impact sur l'organisation des chantiers, tels qu'ils sont réalisés dans le cas de l'utilisation de la soudure aluminothermique. En effet, chaque soudure raccourcit le rail de 5 cm environ. La voie doit donc être complètement libérée sur la longueur du tronçon à souder, ce qui nécessite de prévoir des éléments de rail complémentaire pour compenser cette disparition de matière. Ainsi les JIC (joints isolants collés) doivent être posés après et soudés en aluminothermique pour éviter qu'ils se déplacent.



© BOUYGUES

recupérés. Cette première méthode va s'avérer peu compatible avec des changements de traverses au cas par cas (traverses non récupérables).

Si la seconde méthode est moins rapide en cadence de pose de traverse, elle s'avère bien plus souple pour gérer les aléas d'un chantier comme celui du Fréjus (remplacement d'environ 10 % des traverses usagées réparties aléatoirement sur la longueur de l'ouvrage).

LES TRAVAUX D'ÉQUIPEMENT

Les nouveaux équipements installés dans le tunnel consistent essentiellement dans des aménagements devant permettre une plus grande sécurisation des transports.

Il s'agit d'installer un éclairage sur le linéaire du tunnel, des points de lumière tous les dix mètres, une sonorisation permettant de diffuser des messages par haut-parleur dans le tunnel, une nouvelle installation de téléphonie ferroviaire et d'alerte, une nouvelle installation de signalisation, ainsi que la pose d'un système de lutte incendie sur l'ensemble du linéaire, le tout raccordé à une réserve d'eau incendie de 240 m³ installée dans la galerie de visée.

Cette galerie est une partie abandonnée du tunnel qui a servi lors du creusement, pour caler l'alignement du tunnel pendant les travaux de creusement.

L'ensemble de ces nouvelles installations est piloté par une GTC (Gestion technique centralisée) qui contrôle en permanence le bon fonctionnement du système de sécurisation.

Ces travaux sont réalisés par un groupement d'entreprises Etde, Spie et Imet.

CONCLUSION

Les travaux de sécurisation et de modernisation du tunnel ferroviaire du Mont-Cenis - Fréjus concentrent une variété de travaux de rénovation dans un espace linéaire clos de 7 km de long, maintenu en service d'exploitation.

Si chacune des tâches présentées dans cet article sont ordinairement réalisées seules sur des ouvrages en ligne sous circulation ou hors circulation, leur concentration dans l'espace et le temps, la singularité transfrontalière de cet ouvrage très long vieux de 150 ans ainsi que les nombreuses techniques innovantes déployées font de ce chantier un chantier exceptionnel. □

21 et 22-
Excavation
des niches
à l'explosif.
23- Soudure
électrique
des rails.

21 et 22-
Excavation
of recesses
by explosive.

23- Electric
welding of
rails.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

LONGUEUR DU TUNNEL : 14 000 ml
LONGUEUR DU CHANTIER CÔTÉ FRANCE : 6 900 ml
NOMBRE DE PERSONNES PRÉSENTES SUR LE CHANTIER : 150 personnes
DÉBLAIS - BALLAST : 20 000 m³
DÉBLAIS - ROCHEUX EN RADIER : 20 000 m³
REJOINTOIEMENT : 16 000 m²
NICHES DE SÉCURISATION ET DE SIGNALISATION : 88 unités soit environ 2 000 m³
RENOUVELLEMENT VOIE BALLAST : 17 700 ml

PRINCIPAUX MATÉRIELS

ROBOT D'HYDRO-DÉMOLITION : 1
DMX : 2
MACHINE À ATTAQUE PONCTUELLE 300 KW : 1
LOCOMOTRICES : 6 Colas Rail et 2 VFLI
PELLES BRH : 12
BROC 330 : 3
FOREUSE : 3
BI-GRUE : 1
BOURREUSE 109 : 1
WAGONS R9 : 40

ABSTRACT

MONT-CENIS/FRÉJUS RAIL TUNNEL: STRATEGIC RAILWAY MODERNISATION

RACHID KEBBAJ, BOUYGUES TP

The modernisation work on the Mont-Cenis/Fréjus rail tunnel is being carried out as part of modernisation work and enlargement of the structure gauge for freight operations in 19 tunnels on a route going from Dijon to Turin via Modane. This strategic trunk line contributes to the development of goods transit between Northern Europe, France and Italy, and enables travel between Spain and Hungary via France and Slovenia. □

TÚNEL DEL MONT-CENIS – FRÉJUS: UNA MODERNIZACIÓN FERROVIARIA ESTRATÉGICA

RACHID KEBBAJ, BOUYGUES TP

Los trabajos de modernización del túnel ferroviario del Monte Cenis – Fréjus se inscriben en el marco de la modernización y de la puesta al gran galibo cargas de 19 túneles en un itinerario que va desde Dijon a Torino pasando por Modane. Este eje estratégico participa en el desarrollo del tránsito de mercancías entre Europa del Norte, Francia e Italia y permite unir España con Hungría pasando por Francia y Eslovenia. □