

Galerie de sécurité du tunnel routier du Fréjus

Safety tunnel for the Frejus road tunnel

Gilles EXEL, Bekaert France,
et Catherine JOLIVET, Tunnels et Espace Souterrain

La SFTRF a signé un marché de génie civil pour la réalisation d'une galerie de sécurité du tunnel routier du Fréjus pour la partie située sur le territoire français avec l'entreprise RAZEL, associée à BILFINGER-BERGER pour un montant de 130 M euros. Ce chantier d'un montant total d'environ 400 M euros dont 200 M sont à la charge de la SFTRF, est la dernière étape des travaux de sécurisation qui ont été menés depuis 2000 dans ce tunnel.

Les travaux de cette galerie parallèle au tunnel existant ont démarré en Mai 2009. Tous les 340 m sont creusés des rameaux entre les 2 tubes, aménagés en abris de secours pour les futurs usagers en cas d'incident. In fine le tunnel du Fréjus sera en conformité avec la directive européenne de 2004. Le nombre d'abris du tunnel sera alors progressivement porté de 11 actuellement à 34. De plus, la galerie de sécurité permettra aux engins de secours d'intervenir à la fois depuis le tunnel existant et depuis la galerie. **1 2**

Les grandes étapes du projet

- Réalisation des travaux extérieurs et de la piste d'accès à la future galerie (6 mois)
- Creusement de la galerie en méthode traditionnelle à l'explosif (12 mois 1/2)
- L'arrivée du tunnelier et montage dans la galerie (3 mois)
- Creusement de la galerie au tunnelier (12 mois 1/2)
- Démontage et sortie du tunnelier
- Réalisation de la chaussée

La fin des travaux de creusement est prévue pour décembre 2012 ; quant aux travaux d'équipement, ils devraient

durer environ 25 mois pour une mise en service de la galerie de sécurité en 2014. Le creusement de la galerie en méthode traditionnelle s'étend sur 650 m. L'avancement moyen a été de 15 m/jour. Le début de ce chantier a été difficile du fait de la traversée d'une couche d'anhydrite très dure sur 400 m, puis d'une zone au contraire instable sur 60 m avant d'arriver aux schistes qui constituent le plus gros de l'ouvrage. Il a donc fallu dès novembre 2009, projeter du béton renforcé de fibres métalliques (donc structurelles) sur près de 800 ml de tunnel. A ce jour, BEKAERT a livré 109 T de fibres métalliques DRAMIX et il reste encore 20T à livrer pour finir les galeries et les by-pass.

Coupe géologique **3**

Le creusement était initialement prévu mécaniquement en raison des terrains attendus. Mais un point dur ayant été rencontré, quelques tirs à l'explosif ont été nécessaires. Le 1^{er} tir a eu lieu le

The Société française du tunnel routier du Fréjus (SFTRF) has signed a civil engineering works contract to build a safety tunnel for the Frejus road tunnel with RAZEL, in partnership with BILFINGER-BERGER, at a total cost of €130 million. This worksite, worth a total of some €400 million, €200 million of which is to be put up by SFTRF, is the last stage of the safety works which have been in progress in the tunnel since 2000.

Work on this tunnel, parallel to the existing tunnel, commenced in May 2009. Emergency shelters for users have been excavated every 340 m for use in the event of an incident, in order to bring the Fréjus tunnel into line with the 2004 Directive. This will take the number of tunnel shelters from 11 at present to 34. In addition, the safety tunnel will enable emergency vehicles to operate both from the existing tunnel and from the safety tunnel. **1 2**

Key stages in the project

- External works and access route to the new tunnel (6 months)
- Tunnel excavation using traditional methods (12 1/2 months)
- Delivery of TBM and assembly in the tunnel (3 months)
- Excavation from the tunnel to the TBM (12 1/2 months)
- Dismantling and removal of the TBM
- Roadway construction

Tunnelling works are due to be completed in December 2012; work on installations is scheduled to last approximately 25 months, with the safety

tunnel being commissioned in 2014. Traditional tunneling methods were used for a distance of 1.6 km. The rate of progress was 15 m/day. The start of the worksite was made more difficult by having to cross 400 m of very hard anhydrite followed by a completely different, unstable zone for a distance of 60 m, before reaching the shale through which most of the tunnel passes. Fibre-reinforced shotcrete had to be used for approximately 800 m of the tunnel from November 2009 onwards.

To date, BEKAERT has delivered 109 tonnes and is due to deliver 20 tonnes more to complete the tunnels and by-passes.

Main contributors

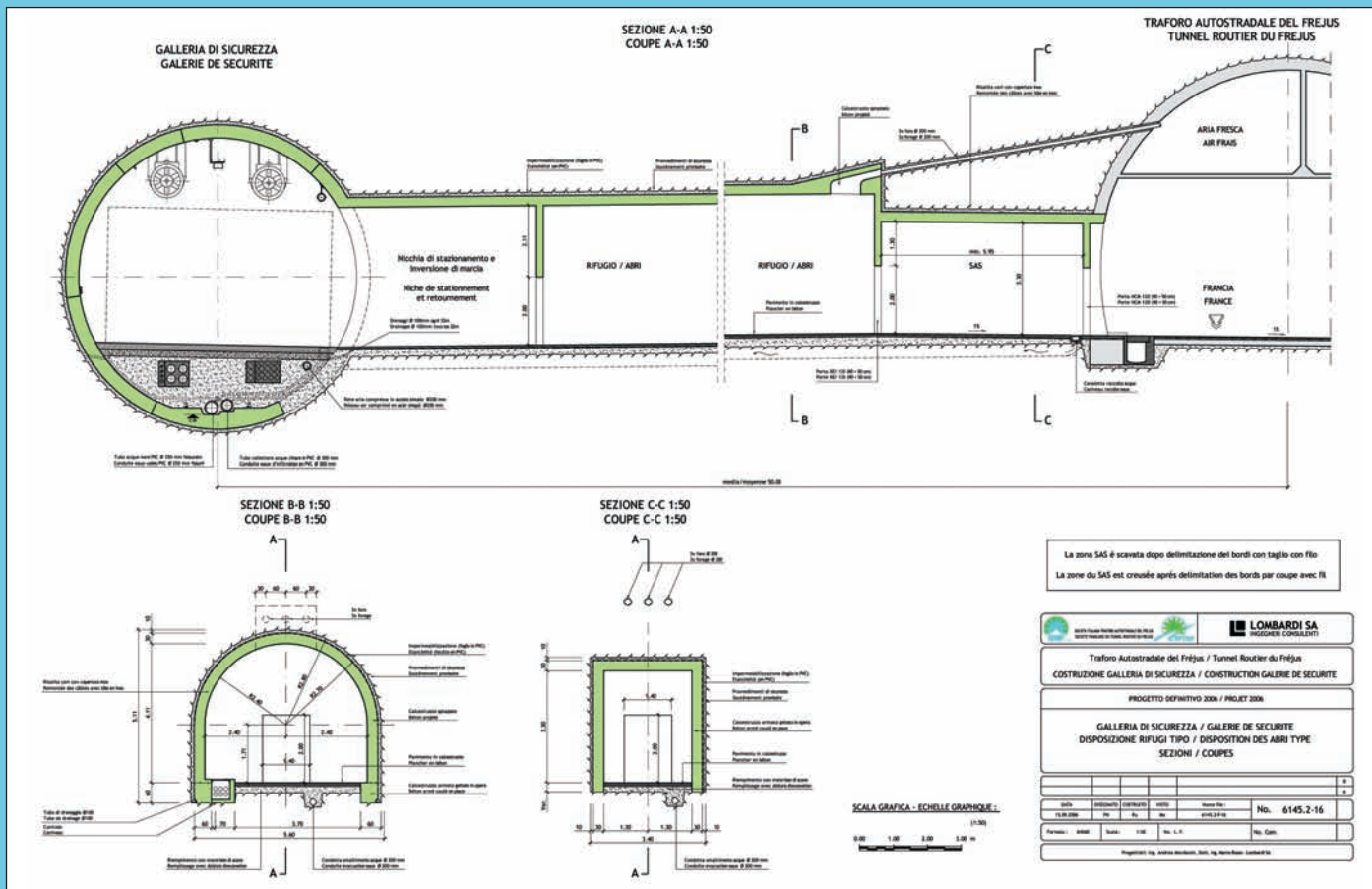
- Contracting authority: SFTRF
- Engineers: I3S consortium (INEXIA, SEA, SNCF, SWS)
- External control: EGIS Environnement, Gascogne Génie Civil
- Contractor consortium: Razel - Bilfinger Berger
- Safety inspections: PRESENTS
- Concrete: CAZARIN
- Steel fibers: BEKAERT

Geological cross-section **3**

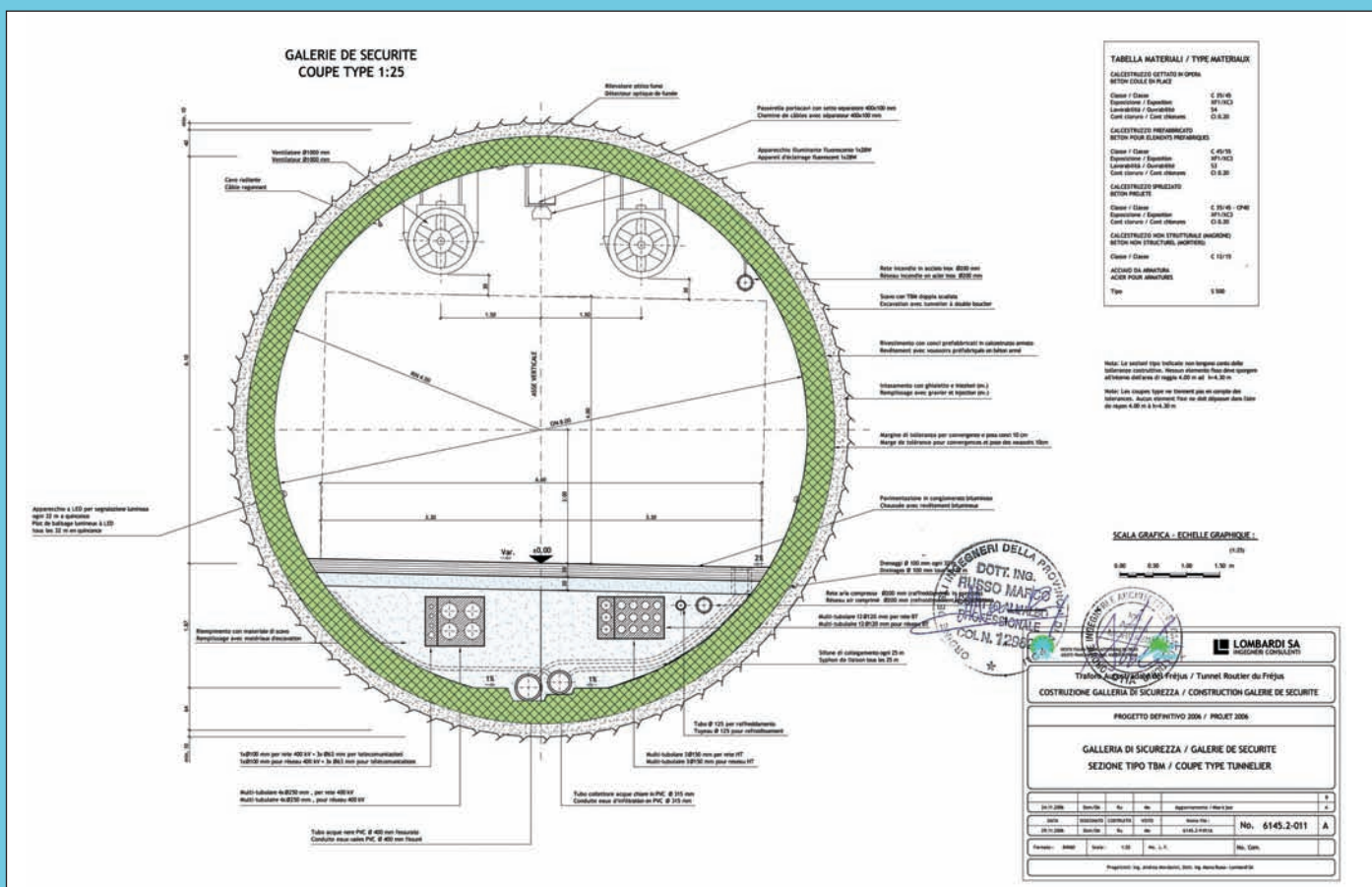
Initially, mechanical excavation was planned on the basis of the soil surveys. However, a hard point was encountered and some blasting was required. The first blast took place on

Principaux intervenants

- Maître d'ouvrage : SFTRF
- Maître d'œuvre : Groupement I3S (INEXIA, SEA, SNCF, SWS)
- Contrôle extérieur : EGIS Environnement, Gascogne Génie Civil
- Groupement d'entreprises : Razel - Bilfinger Berger
- Contrôle sécurité : PRESENTS
- Béton : CAZARIN
- Fibres métalliques : BEKAERT



1 Coupe d'un abri / Shelter cross sections



2 Coupe de la galerie de sécurité / Safety tunnel

3 Décembre 2009 ; un an plus tard le linéaire réalisé traditionnellement était de 640 m. Point qui correspond également au creusement de la chambre pour l'installation du tunnelier qui se trouve actuellement stocké en pièces détachées dans les environs du chantier. Le montage du tunnelier est prévu en avril pour un démarrage prévu en juillet 2011.

La chambre devra atteindre 40 m de long au final pour accueillir le tunnelier. Il s'agit d'un tunnelier HK de diamètre intérieur fini de 8 m avec mise en place à l'avancement d'un revêtement définitif par voussoirs préfabriqués de 40 cm d'épaisseur. Ce tunnelier roche dure permet une excavation avant revêtement de 9,40 m de diamètre.

A 360 m de l'entrée de la galerie, le groupement poursuit l'aménagement du 1^{er} rameau d'évacuation.

Le contrat prévoit de livrer les 18 nouveaux abris au fur et à mesure du chantier, le tout sans fermeture du tunnel routier existant.

Il faut rappeler que les contraintes de réalisation de cette galerie de sécurité sont fortes :

- maintien en exploitation du tunnel routier existant,
- plusieurs chantiers d'excavation simultanés : galerie de sécurité, abris et ouvrages annexes,
- mise en service progressive des abris tout au long du chantier,
- mise en service de la galerie de sécurité et des abris avant avril 2014.

Il faut souligner que ce chantier va

mobiliser en moyenne sur les 4 prochaines années plus de 150 personnes qui travailleront 7 jours sur 7. Le groupement a également réalisé une galerie de marinage de 500 m de long et 16 m² de section reliant directement la galerie de sécurité à la carrière par un système de convoyeurs permettant le transfert direct sans impact sur l'environnement extérieur. La carrière recevra les 550 000 m³ de déblais.

A l'heure où nous avons réalisé la visite, nous avons appris que côté italien, l'accord venait d'être donné pour un démarrage du chantier au printemps, la distance à réaliser par le groupement italien étant la même que pour le groupement français. ♦

Méthode traditionnelle

- Foration et mise en place des explosifs
- Purge et marinage
- Mise en place du soutènement (béton projeté, boulons d'ancrage treillis soudé...)
- Mise en place du revêtement définitif en béton

L'excavation à l'explosif
Technique utilisée pour une partie du creusement de la galerie de sécurité en pleine section avant creusement au tunnelier, les abris, les sous-stations techniques, l'usine d'extraction.

Méthode mécanisée

Creusement au tunnelier et mise en place à l'avancement d'un revêtement définitif par anneaux préfabriqués (voussoirs) de 40 cm d'épaisseur.

Le creusement au tunnelier

- Tunnelier roche dure permettant une excavation avant revêtement de 9,40 m de diamètre
- Evacuation des déblais par convoyeurs directement jusqu'au dépôt définitif par une galerie de marinage connectée à la galerie sécurité.

December 3, 2009; one year later, a distance of 640 m had been excavated by means of explosives. At this location, a chamber will be excavated in which to install the TBM: this is currently on site in parts. Assembly of the TBM should begin in April, with startup scheduled for July 2011.

Ultimately, the assembly chamber is planned to have a length of 40 m to provide room to install the TBM. The machine is a Herrenknecht TBM, which provides an internal finished diameter of 8 m, with installation as works progress of a final lining of 40 cm-thick precast segments. This "hard rock" TBM enables an overall diameter of 9.4 m prior to lining to be placed.

360 m into the tunnel, the consortium is continuing work on the first evacuation passage.

The contract specifies that the 18 new shelters should be delivered as works progress, without the existing tunnel needing to be closed.

It is worth noting that there are a large number of constraints on the construction of this safety tunnel:

- maintaining the existing road tunnel in operation,
- a number of simultaneous excavation worksites: safety tunnel, shelters and ancillary structures,
- shelters being successively commissioned as works progress,
- commissioning of the safety tunnel and shelters before April 2014.

It is also worth pointing out that over

the next four years, the worksite will involve over 150 people working seven days a week. The consortium has also built a 500 m-long muck tunnel with a sectional area of 16 m², directly connecting the safety tunnel to a quarry pit by means of a system of conveyor belts, enabling direct transfer without any impact on the external environment. The quarry pit will accommodate all 550,000 m³ of excavated material.

Just as this report was being carried out, we learned that permission had been granted for works to commence in spring on the Italian side. The Italian consortium will have the same distance to cover as their French counterparts. ♦

Traditional method

- Drill and insert explosives
- Clear excavated material
- Set up reinforcement (shotcrete, anchor bolts, wiremesh, etc.)
- Install final concrete lining

Excavation by blasting
Used for

- A part of the safety tunnel prior to start using TBM
- Recesses, technical sub-stations, extraction station

Mechanised method

TBM excavation with on-going set up of the permanent lining (40cm thick pre-cast segments)

TBM excavation

- Hard rock TBM allowing a 9.40 m - outside diameter excavation
- Direct mucking of excavated material through conveyors up to the final storage place through a gallery connected to the safety gallery

