

# Bruxelles – Cologne

Ligne à grande vitesse



[www.sncb.be](http://www.sncb.be)

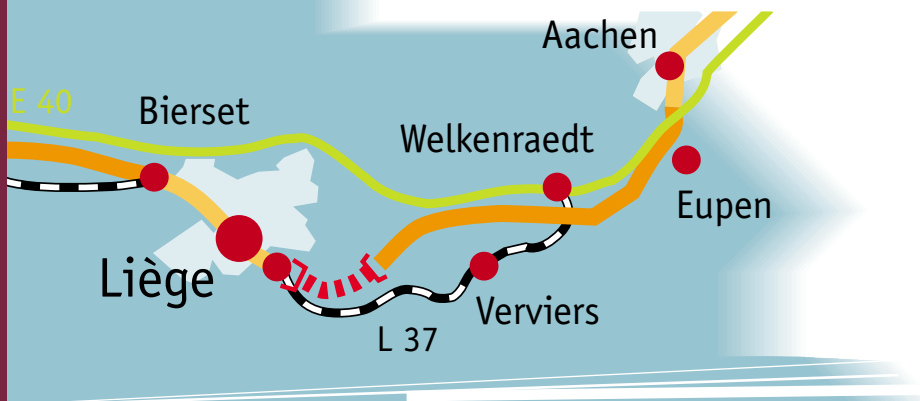
sncb



Construction d'un tunnel à double voie  
entre Vaux-sous-Chèvremont et Ayeneux

## le plus long tunnel ferroviaire belge

➤ Dans le cadre de la construction de la ligne à grande vitesse Bruxelles – Cologne, la Société Nationale des Chemins de fer Belges (SNCB) construit un tunnel à double voie de 5940 mètres de longueur, prolongé par des tranchées couvertes respectivement de 177 et 388 mètres de longueur, pour permettre aux TGV de rejoindre la frontière allemande, en site propre, après arrêt à Liège-Guillemins.



La SNCB a lancé un appel à candidatures dans le journal officiel des Communautés européennes. Neuf groupements ont été invités à remettre leurs offres techniques et financières pour le 04 septembre 2000. Les soumissionnaires devaient démontrer, au travers de leur dossier technique, une parfaite maîtrise du projet de façon telle qu'ils puissent proposer une offre financière en parfaite adéquation avec le souci de qualité et de respect des délais souhaités par la SNCB et TUC RAIL.

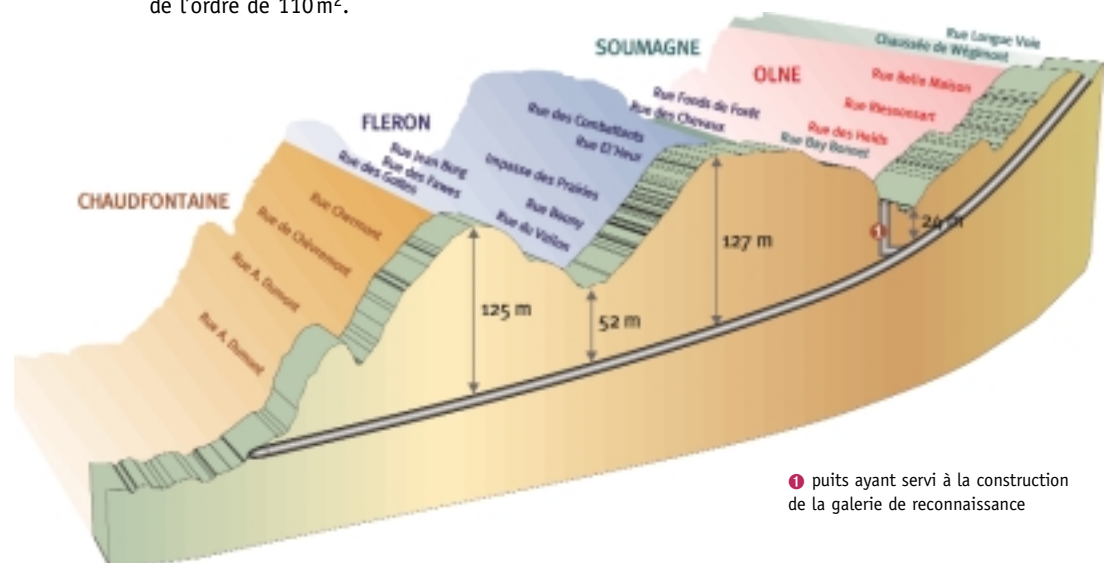
Le tunnel est en pente régulière de 17‰. Peu avant la sortie du tunnel, la ligne se met à monter en rampe de 20‰.

La tête Ouest située à Vaux-sous-Chèvremont (commune de Chaudfontaine) dans la vallée de la Vesdre, est à une altitude de  $\pm 90$  m. La tête Est située à Ayeneux (commune de Soumagne), est à l'altitude de  $\pm 210$  m. La couverture maximale atteint environ 130 m.

La SNCB et TUC RAIL ont retenu la vitesse nominale de 200 km/h pour dimensionner la section libre du tunnel (surface située au-dessus du plan de roulement). Celle-ci est de  $\pm 69$  m<sup>2</sup>, soit une section excavée de l'ordre de 110 m<sup>2</sup>.

A l'issue de l'analyse de ces offres, le marché a été attribué le 29 mars 2001 à la S.M. Bouygues TP - S.A. CFE - S.A. Duchêne - Dumez-GTM - Fougerolle Borie - S.A. Galère - Wayss & Freitag A.G.

Les travaux ont débuté le 14.05.2001. Le tunnel devrait être mis à disposition de la SNCB et de TUC RAIL en août 2005 afin que la ligne puisse être mise en service fin 2006.



● puits ayant servi à la construction de la galerie de reconnaissance

## construction du tunnel



Mise en place de cintres réticulés en stross et de boulons passifs

En section courante, la structure finale du tunnel est constituée des éléments suivants:

- >> une coque extérieure en béton projeté fibré, épinglée au terrain au moyen de boulons à ancrages répartis et renforcée par des cintres réticulés ou exceptionnellement par des cintres lourds;
- >> un radier en béton armé;
- >> un complexe de drainage et d'étanchéité;
- >> une coque intérieure en béton coffré.

En raison des délais à respecter et en fonction des sites de versage des terres, 4 attaques ont été retenues:

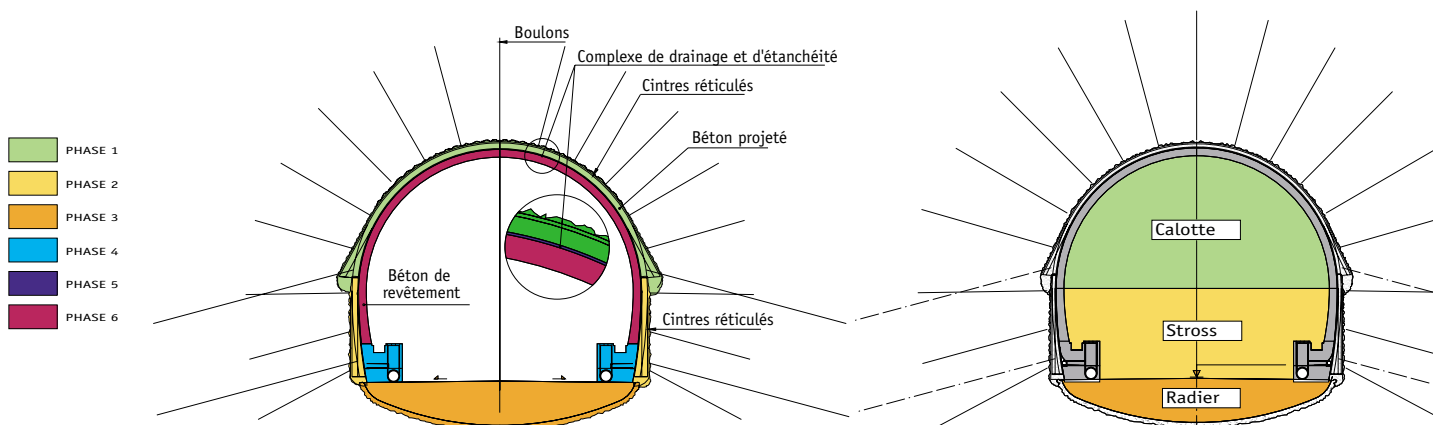
- >> attaque montante au départ de Vaux-sous-Chèvremont;
- >> attaques montante et descendante au départ d'une attaque intermédiaire située dans la vallée du Bay-Bonnet où la couverture est faible;
- >> attaque descendante au départ d'Ayeneux.

A chacune de ces attaques, la section totale à creuser, soit  $\pm 110 \text{ m}^2$  sera réalisée par passes successives: d'abord la calotte, ensuite le stross et enfin, le radier.

Le creusement s'effectuera à l'aide de machines à attaque ponctuelle (haveuses), à l'exception des zones de roches calcaires ( $\pm 600$  mètres de longueur) et de bancs de grès dur où le creusement s'effectuera à l'explosif.

Les travaux souterrains s'effectueront en 3 postes de 8 heures, 24 heures sur 24, durant la semaine. Le week-end est réservé aux travaux de reconnaissance et de traitement des terrains ainsi qu'à l'entretien du matériel.

Les différentes étapes allant du creusement de la calotte à la réalisation du revêtement en béton qui clôture les travaux de Génie Civil sont schématisées sur le plan ci-dessous:





## détails des travaux

### 1 Calotte

Elle est réalisée par cycles de 80 cm à 1,50 mètre de longueur en fonction de la qualité des terrains rencontrés. Chaque cycle d'avancement comprend :

- > le creusement;
- > la mise en place d'une première couche de béton projeté fibré;
- > la mise en place d'un cintre en acier;
- > le forage et la pose des boulons d'ancrage passifs d'une longueur de 4 à 6 mètres de long qui assurent l'épingle de la roche;
- > la mise en place d'une deuxième couche de béton projeté dont l'épaisseur varie en fonction de la qualité des terrains.

### 2 Stross

Le creusement de celui-ci est effectué alternativement à gauche puis à droite afin de maintenir un accès au front. Le cycle d'avancement comprend les mêmes phases que la calotte.



Mise en place de béton projeté à l'aide d'un robot.

### 3 Radier

Il est réalisé par plots de 22 mètres de longueur ; il comprend 3 ateliers successifs de 22 m chacun : le creusement alternativement à gauche puis à droite, le ferrailage et le bétonnage. L'accès aux terrassements est assuré via un pont enjambant les aires de ferrailage et de coffrage.



Pont de transfert pour réalisation du radier.

### 4 Complexe drainage – étanchéité

Il est constitué :

- > d'un matelas géotextile drainant et d'un feutre de protection fixé à la paroi en béton projeté;
- > d'un tuyau drain PVC de Ø 160 mm posé à la base des piédroits du tunnel et qui récolte les eaux du matelas drainant;
- > d'une membrane étanche thermo-plastique PVC translucide d'une épaisseur de 2 mm.

L'ensemble du complexe est mis en place à l'aide d'une passerelle permettant l'accès à tout point de la voûte.

### 5 Banquettes

Réalisées de part et d'autre de la voie, elles constituent les pistes de circulation et contiennent les tuyaux en PEHD Ø 400 d'évacuation des eaux, les caniveaux à câbles, la conduite d'incendie et les anneaux de relevage disposés tous les 30 mètres.

### 6 Revêtement

Il est constitué d'un anneau en béton coffré de 30 cm d'épaisseur. Il est bétonné par plots de 12,50 mètres de longueur; le coffrage est déplacé à l'aide d'un portique circulant sur rails.

### Ventilation en phase chantier

A chaque front, un dispositif de ventilation est installé. Il comporte :

- > une ventilation "soufflante" composée d'un ventilateur insonorisé, placé à l'entrée du tunnel, associé à une conduite souple de 2 mètres de diamètre qui amène l'air jusqu'au front;
- > une ventilation "aspirante" qui évacue les fumées et les poussières; elle est constituée d'un ventilateur dépoussiéreur placé à l'arrière du front et qui avance régulièrement avec celui-ci, associé à une conduite rigide de 1,20 m de diamètre, positionnée entre le dépoussiéreur et le front de taille.



Matériel pour mise en œuvre des injections

### Les traitements des terrains

Dans les terrains à faible cohésion (failles, couches de charbon, synclinaux...), la calotte sera réalisée en 2 phases : d'abord une galerie de dimensions réduites permettant d'accéder aux terrains à traiter; ensuite, l'élargissement de la galerie au gabarit de la calotte.

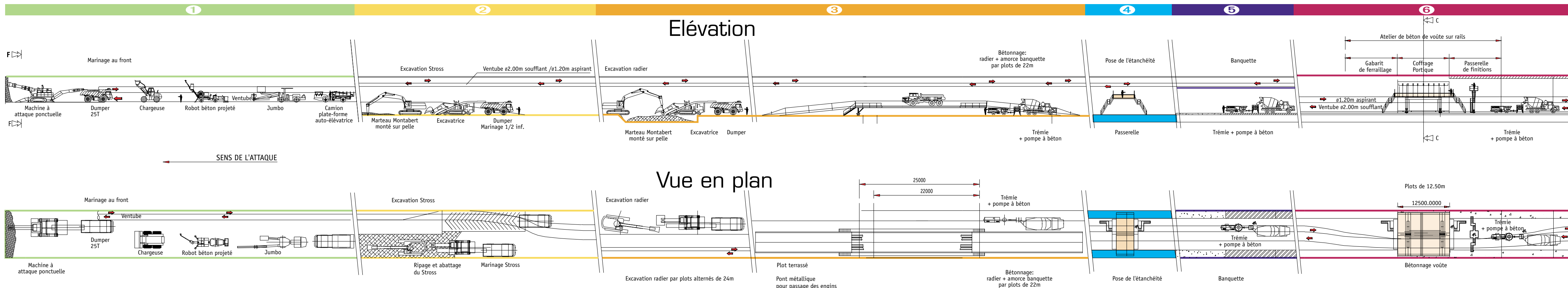
Afin d'améliorer ces terrains, différents types de traitement ont été prévus :

- > injections auréolaires à haute pression;
- > injections au front à haute pression;
- > injections de remplissage à basse pression;
- > jet grouting;
- > boulonnage du front;

- > drainage par forages;
- > enfilage de barres en calotte;
- > colonnes injectées.

Le choix du soutènement et l'importance des traitements ne peut se faire que sur base d'exploitation de mesures qui sont réalisées en permanence et dont les principales sont :

- > convergence du terrain en galerie;
- > tassements en surface;
- > mesures des débits d'eau en galerie et de l'évolution du niveau de la nappe au moyen de piézomètres;
- > décompression du rocher à l'aide d'extensomètres;
- > mesure des efforts dans la structure.





## descriptif de la machine à attaque ponctuelle

Les machines à attaque ponctuelle à alimentation électrique sont les mieux adaptées aux caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés (résistances en compression simple et en traction, degré de fracturation, abrasivité), à la géométrie des sections abattues et aux rendements visés.

Chaque machine, d'une masse d'environ 120 t, est pourvue en tête de bras d'une fraise de havage de type tarière, pourvue de pics remplaçables dont la puissance en tête est variable (150 à 300 kW). La tête de coupe, de type conique axial, permet de "moudre" ponctuellement les bancs de roche dure par pénétration des bancs, en limitant la vitesse de rotation de la fraise.

La machine permet de pénétrer axialement dans le terrain, puis de balayer la surface du front afin d'abattre de manière "sélective" dans un premier temps, les franges de terrains les moins résistantes. Dans un second temps, les passes les plus résistantes étant

déconfinées, elles sont abattues par la fraise de havage.

Les machines ont la capacité d'abattre une hauteur de front importante d'environ 7,50 m. Ceci permet de couvrir la hauteur du front requise en demi-section supérieure, facilite un bon réglage du front et évite les déplacements de la machine.

Chaque machine est pourvue d'une trémie de chargement permettant la reprise au front des matériaux abattus, d'une goulotte de convoyeur à chaînes intégré assurant le transfert du marin à l'arrière de la machine, de manière à déverser directement les déblais dans les dumpers de marinage, sans reprise.

Afin d'améliorer la qualité et la sécurité de l'abattage, les machines sont équipées chacune d'un poste de pilotage clos, insonorisé et climatisé, pourvues d'un ordinateur à écran tactile et d'un automate de conversion analogique d'aide au pilotage.

Ce système optimise le travail, l'opérateur bénéficiant d'une représentation graphique en temps réel du front, de la limite d'abattage théorique et du travail effectué, ce qui permet:

- >> de minimiser les hors-profils;
- >> de maximaliser les rendements d'abattage, de minimiser les temps morts lors de l'excavation, l'opérateur n'ayant plus à attendre la dissipation de la poussière pour apercevoir le front de taille;
- >> d'enregistrer les données de production liées à l'avancement de la machine.

Ce système fonctionne sur la base de plusieurs capteurs d'extension des vérins permettant à l'automate de situer dans l'espace la position de la fraise, en parallèle avec l'utilisation de trois prismes solidaires de la machine et d'un théodolite vidéo-asservi, servant de capteur de positionnement absolu.

## prise en compte des contraintes de bruit et de vibration durant le chantier

La SNCB et TUC RAIL ont imposé des contraintes acoustiques et vibratoires en fonction des plages horaires.

Les appareils de mesures sont placés à l'extérieur de la zone du chantier, le plus près possible des voisins concernés par ces nuisances.

Les mesures sont réalisées en continu et les résultats transmis au laboratoire en temps réel, via Internet, grâce à un système automatique d'enregistrement des données.

Toute anomalie peut donc être détectée et analysée très rapidement.

Afin de respecter ces contraintes, les engins de chantier devront si nécessaire être isolés acoustiquement et équipés si besoin en est, d'un dispositif efficace d'atténuation des vibrations.

Sous respect de ces contraintes, les heures d'ouverture du chantier seront limitées aux plages horaires suivantes:

- >> Travaux en surface: de 7h00 à 22h00 du lundi au vendredi et de 7h00 à 14h00 le samedi.
- >> Transports par route: de 7h00 à 19h00 du lundi au vendredi.
- >> Travaux en souterrain sans incidence à l'extérieur du tunnel: 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.

### Cas particulier des tirs à l'explosif

Le creusement sera réalisé à l'explosif dans les calcaires du Viséen, entre la rue du Bay-Bonnet et la rue Fonds de Forêt ainsi que localement pour l'abattage des bancs de grès dur.

A chaque tir, des mesures des vibrations seront réalisées au droit des habitations, dans l'environnement des travaux, en fonction de l'avancement des travaux.

La charge unitaire maximale sera définie afin de respecter les vitesses de vibrations fixées au cahier des charges en fonction de la fréquence.

En cas de dépassement des valeurs admissibles, la charge sera systématiquement adaptée.

Les tirs à l'explosif ne pourront avoir lieu que du lundi au vendredi de 7h00 à 20h00 et le samedi de 9h00 à 14h00.

**Vous voulez en savoir plus ?**

Si vous avez des questions ou si vous êtes intéressés par le projet Liège-Frontière allemande, vous pouvez composer directement le numéro **04 355 24 04** ou appeler la ligne info de la SNCB au **078 15 48 05**.

Vous retrouvez des informations complémentaires relatives à ces travaux sur le site web SNCB (**[www.sncb.be](http://www.sncb.be)**) ou sur le site de TUC RAIL (**[www.tucrail.com](http://www.tucrail.com)**). Vous pouvez également envoyer un mail à **[carlos.lopez@sncb.be](mailto:carlos.lopez@sncb.be)** ou **[evelyne.michel@sncb.be](mailto:evelyne.michel@sncb.be)**. Vous pouvez adresser votre courrier à l'adresse suivante: **SNCB Communication, Local Info Tunnel de Soumagne, rue des Heids 1 - 4630 Soumagne.**

*Brochure d'information gratuite des Chemins de fer Belges  
éd. resp: Louis Gillieaux, SNCB Communication, Rue de France 85, 1060 Bruxelles  
rédaction Service Communication SNCB – photos Denis Moinil – impression SNCB – design Image Plus – Novembre 2001.*