



LES TRAVAUX DE LA GRANDE VITESSE (branche est) Ligne Bruxelles-Cologne

Construction du tunnel de Soumagne
entre Vaux-sous-Chèvremont et Ayeneux

- 1 - 2 Introduction
- 3 - 7 La branche est: rappel des différents travaux en cours sur la
branche est de la Ligne à Grande Vitesse (LGV)
- 8 - 9 Le tunnel de Soumagne, le plus long tunnel ferroviaire belge

Annexes *Brochure "Bruxelles-Cologne, ligne à grande vitesse –
construction d'un tunnel à double voie entre Vaux-sous-
Chèvremont et Ayeneux"*

Présentation de la visite du chantier par la société TUC-RAIL



Introduction

145 km de ligne à grande vitesse entre Bruxelles et la frontière allemande

Depuis un peu plus de trois ans, des travaux sont en cours sur la ligne Bruxelles-Louvain-Liège. Ces travaux d'envergure devraient se terminer par phases entre 2002 et 2006. Ils consistent à moderniser la ligne de trafic intérieur Bruxelles -Louvain et à construire, entre Bruxelles et Liège, la ligne à grande vitesse qui reliera, à terme, la capitale européenne et la frontière allemande. Bruxelles sera alors à une heure et demi de Cologne, ce qui représente un gain de temps d'environ une heure par rapport au temps de parcours actuel.

La réalisation de ces différents travaux nécessite des chantiers préparatoires importants. Bon nombre d'entre eux sont à présent achevés et les travaux de la LGV progressent à grands pas. Quelques réalisations impressionnantes sont d'ailleurs d'ores et déjà visibles à plusieurs endroits, ce qui donne déjà un bon aperçu du résultat final. Aboutissement d'un long processus, ces réalisations sont le fruit des nombreux et permanents efforts fournis depuis plusieurs années par la SNCB. Elles mettent également en lumière le travail de sa filiale, TUC Rail, spécialement créée pour étudier et contrôler l'implantation et la construction de cette nouvelle ligne, ainsi que celui de tous les autres partenaires associés dans cet important projet.

Le véritable démarrage du chantier a été donné en septembre 1997 (à l'exception du passage sous l'E40 à Bierbeek).

Durant ce laps de temps, le génie civil a dû relever des défis de taille, suivis des travaux et chantiers relatifs à l'installation des équipements nécessaires aux circulations ferroviaires, à savoir la voie, la caténaire et la signalisation. Le 14 février 2001, la plate-forme était dévoilée et on procédait à la pose des premiers rails de la ligne à grande vitesse selon un processus très élaboré et hautement performant.

Fin 2002, les TGV circuleront à grande vitesse (300 km/h) sur le tronçon Louvain-Liège et vice-versa, avant d'emprunter la ligne classique et de rejoindre Bruxelles. Les trains IC emprunteront le nouveau tronçon (Louvain-Liège) à une vitesse de 200km/h le long de l'autoroute E40, ce qui permettra de gagner 6 minutes sur le temps de parcours actuel. Pour les Thalys, le gain de temps sera de 10 à 15 minutes.



La branche est

1) tronçon Bruxelles-Louvain

**long de 30 km, il est constitué par la ligne intérieure de chemin de fer existante
Bruxelles - Louvain**

Entre Bruxelles et Louvain, le nombre de voies sera doublé pour passer de 2 à 4.

Sur le tronçon Bruxelles-Zaventem, trois voies sont déjà exploitées. Une telle adaptation de l'infrastructure a un impact sur la circulation des trains et l'environnement. La ligne Bruxelles-Louvain traverse le centre de plusieurs villages, avec les conséquences que cela engendre pour les riverains et la circulation routière. De plus, cette ligne est l'une des plus denses du pays ! Ce n'est pas non plus une sinécure que de garantir la circulation ferroviaire sans perturber fondamentalement le trafic durant l'existence de cet énorme chantier.

C'est pourquoi on a recherché le meilleur compromis entre ces différents besoins. D'une part, le planning des travaux, assez complexe, a été revu de manière à éviter autant que possible les perturbations dans le trafic des trains: les travaux sont exécutés suivant différentes phases, le week-end, la nuit, etc. D'autre part, le service des trains a été adapté en fonction des limitations de vitesse à respecter à hauteur des travaux et des déviations locales de certains trains IC, de manière à neutraliser les éventuels retards. Mais, dans ce contexte, garantir la ponctualité reste malgré tout très difficile.

La mise à quatre voies du tronçon Bruxelles-Louvain se présente, en résumé, de la manière suivante:

- Deux voies supplémentaires sont posées parallèlement aux deux voies existantes, de part et d'autre de celles-ci.
- Des travaux préparatoires sont nécessaires pour permettre la pose de ces deux nouvelles voies: démolition et reconstruction d'ouvrages d'art ou mise au gabarit de ponts existants, déplacements des impétrants, construction de murs de soutènement, adaptation des routes, systèmes de drainage et d'écoulement des eaux, installation de parois anti-bruit, nouvelles tuyauteries, ...
- Les nouvelles voies parallèles pourront alors être posées avec toute l'infrastructure nécessaire: électrification, nouvelle signalisation et télécommunication.
- Après installation, ces voies seront mises en service. Les trains pourront donc y circuler.
- Dès la déviation du trafic ferroviaire vers ces nouvelles voies parallèles, on procédera à l'enlèvement de l'infrastructure existante et à l'assainissement du tracé. Deux nouvelles voies centrales seront alors posées en lieu et place et permettront le passage des trains à une vitesse de 200 km/h. Les



trains rapides IC et les trains à grande vitesse pourront y circuler à cette vitesse.

- Dès la mise en service de toutes les voies, les trains rapides du service intérieur et les TGV circuleront sur les voies centrales. Les voies extérieures, situées de part et d'autre, seront réservées au trafic des autres trains moins rapides du service intérieur.

Les travaux de modernisation, à grande échelle, entre Bruxelles et Louvain engendrent bien évidemment des conséquences au niveau des gares situées le long de la ligne et constituent de surcroît une opportunité. Ainsi, à Louvain, d'importants travaux sont en cours depuis plusieurs années. En septembre 2000, Eurostation – filiale de la SNCB – était chargée de l'étude relative à la modernisation de deux gares et six points d'arrêt situés sur la ligne Bruxelles-Louvain. Il s'agit des gares de Zaventem (village) et Kortenberg ainsi que des points d'arrêt de Haren, Diegem, Nossegem, Erps-Kwerps et Herent. Dans l'intervalle, les études ont commencé et les premiers avant-projets sont sur le point d'être déposés. Ces investissements s'inscrivent dans le nouveau plan duodécennal d'investissements 2001-2012.

Il semble d'ores et déjà indispensable qu'au sein des gares et points d'arrêt, beaucoup plus d'espace soit consacré au stationnement des voitures et vélos. Les riverains et les voyageurs apprécieront à coup sûr cette initiative en faveur d'une meilleure complémentarité entre les différents modes de transport.

Dans quelques années, une nouvelle liaison ferroviaire verra également le jour à hauteur de Nossegem en direction de l'aéroport de Zaventem. Grâce à cette nouvelle courbe, l'aéroport de Zaventem deviendra beaucoup plus accessible par train au départ de Louvain. Etant donné les chantiers actuels pour le tracé et les voies, certains travaux préparatoires sont également effectués en vue de cette liaison vers Zaventem. En ce qui concerne les réalisations futures pour la "courbe de Nossegem", les études techniques et les différentes négociations sont en cours.

A hauteur de Louvain, on travaille aussi à la réalisation d'une autre courbe de raccordement entre les lignes d'Aarschot-Louvain et Louvain-Bruxelles. La fin des travaux tant pour la courbe de Nossegem que pour la deuxième liaison ferroviaire est prévue pour 2005.

2) Louvain-Liège

60 km de tracé propre le long de l'E 40

La ligne à grande vitesse se sépare de la ligne classique à hauteur de l'abbaye de Park à Louvain. A Bierbeek, la ligne à grande vitesse passe sous l'E40 et à partir de cet endroit, rejoint le tracé de l'autoroute. Pour les riverains, cette juxtaposition réduit considérablement les nuisances dues au trafic autoroutier grâce à la construction de nombreux écrans anti-bruit et de merlons entre l'E40



et la LGV. A hauteur de l'échangeur de Crisnée, la ligne à grande vitesse quitte l'E40 et rejoint, à Bierset, la ligne existante Louvain – Liège.

Une partie considérable des travaux de génie civil est déjà terminée sur ce tronçon et les voies ont été posées. L'électrification et les travaux de signalisation sont en cours. Début 2002, les premiers essais auront lieu, suivis de l'homologation de sorte que les trains commerciaux puissent emprunter, dès décembre 2002, la ligne à 300 km/h.

3) Liège – frontière allemande

30 km de tracé propre dont 7 kilomètres dans un tunnel entre Chênée et Soumagne

Après Liège, la liaison en direction de l'Allemagne se prolonge via les voies de la ligne 37 existante (Liège-Cologne/Eupen) jusqu'à Chênée, où la vitesse maximale atteindra 160 km/h.

En gare de Chênée, une bifurcation sera construite afin de séparer la ligne 37 et la ligne à grande vitesse. Ensuite, la ligne traversera la Vesdre, puis l'entité de Vaux-sous-Chèvremont où la vitesse sera de 180 km/h.

- le chantier du tunnel de Soumagne, que l'on inaugure aujourd'hui

Entre la sortie de Vaux-sous-Chèvremont (commune de Chaudfontaine) et le plateau de Herve, la ligne à grande vitesse sera construite en tunnel. Le relief impose ce genre de construction. C'est le tunnel de Soumagne, long de 6,4 km et dans lequel les trains circuleront à une vitesse de 200 km/h.

- le tronçon entre la sortie du tunnel et le viaduc de "José"

A la sortie du tunnel, à hauteur de Ayeneux, la ligne traverse différentes petites vallées et routes locales. A cet endroit, plusieurs ouvrages d'art seront donc construits jusqu'au futur viaduc de José, à Herve. Ces travaux ont débuté le 20 août dernier et devraient être terminés en 2004. Le chantier est constitué d'une succession de 5 tranchées couvertes séparées par des zones de remblais et de déblais.

- les "trois viaducs": José, Herve et Battice

A José, hameau de l'entité de Herve, la LGV longe à nouveau l'autoroute E40. C'est à cet endroit que sera construit le viaduc dit "de José", parallèle à l'autoroute et d'une longueur de 405 mètres. Entre José et Welkenraedt, d'autres ouvrages d'art seront également construits: le viaduc de Herve – 470 mètres de long - et le viaduc de Battice, long de 1300 mètres permettant de croiser l'échangeur autoroutier du même nom.



- ***L'adaptation de l'échangeur autoroutier d'Elsaute***

L'ordre de mettre la main à l'œuvre a été donné pour le 5/11/2001. Le début effectif des travaux à cet endroit n'est toutefois prévu que pour le début de l'année prochaine.

- ***Le tronçon entre Elsaute et le Hammerbrücke***

Ensuite, le tracé finalement choisi entre la forêt de Grünhaut et le viaduc de Hammerbrücke est celui du site propre via Walhorn le long de l'autoroute E40, celle-ci étant franchie en tranchée couverte à Walhorn. Le temps de parcours sera encore moindre puisque Liège-Guillemins ne sera plus qu'à 20 minutes de Aix-La-Chapelle au lieu de 37 actuellement. Si les procédures administratives ne prennent pas de retard, la mise en service commercial de la ligne entre Liège et la frontière allemande pourra être effective à l'horizon 2006.

Le tracé en site propre via Walhorn présente également le double avantage d'engendrer peu de perturbations en matière de circulation des trains et le moins d'inconvénients d'un point de vue environnemental.

La demande de permis d'urbanisme a été introduite le 1er octobre 2001 auprès de la Région Wallonne.

Le viaduc de Hammerbrücke a été renouvelé en 1998. Le dernier tronçon entre cet ouvrage d'art et la frontière allemande est long de 2 km. Les travaux de modernisation de cette section sont également terminés. Les trains à grande vitesse franchiront la frontière à une vitesse de 160 km/h, le tunnel allemand situé peu au-delà de la frontière étant dédoublé et modernisé.

Le fruit de ces travaux

Outre la construction d'une ligne à grande vitesse qui reliera la capitale européenne et l'Allemagne, l'ensemble de ces travaux présente de nombreux avantages pour les voyageurs:

- des gains de temps considérables sur plusieurs tronçons et évidemment, à terme, entre Bruxelles et Cologne: à titre indicatif: aujourd'hui et en 2002, les trains intercités font le trajet Bruxelles – Louvain en 27 minutes. En 2005, le temps de parcours sera de 18 minutes. Autre exemple: Bruxelles se trouve aujourd'hui à 01H05 de Liège. Il ne faudra plus que 57 minutes pour relier les deux villes en 2002 et 39 minutes dès 2005-2006. Il faut aujourd'hui 4



heures pour atteindre Francfort au départ de Liège. En 2005/2006, le temps de parcours sera réduit de moitié !

- A l'horizon 2005-2006, Bruxelles verra encore sa position de capitale européenne renforcée. Située au cœur du réseau européen, elle est un point de départ ou d'arrivée pour tous les trains à grande vitesse vers Paris, Londres, Cologne, Amsterdam et Genève.

- L'ensemble des travaux de construction de la ligne à grande vitesse entre Bruxelles et l'Allemagne permettra aussi d'accroître l'importance de Liège et de sa région. La future gare de Liège-Guillemins jouera un rôle prépondérant en tant que nœud ferroviaire vers l'Allemagne mais aussi vers Bruxelles et la France.
Les travaux de la grande vitesse permettront la modernisation des infrastructures ferroviaires situées entre Bruxelles et Liège: la section de la ligne Bruxelles-Louvain est fondamentalement modernisée et sa capacité sera fortement accrue.

- Des ouvrages d'art sont construits ou modernisés, les techniques de signalisation sont adaptées à la circulation des trains les plus modernes, ... En outre, les riverains et les Liégeois pourront profiter pleinement des gains de temps sur les parcours Liège-Bruxelles et Liège-Cologne-Francfort.



Le tunnel de Soumagne

Le plus long tunnel ferroviaire belge

Ce tunnel à double voie sera l'ouvrage ferroviaire le plus long de notre pays: long de 6 405 mètres – 5 940 mètres de tunnel proprement dit et deux tranchées couvertes respectivement de 177 et 388 mètres de longueur, il permettra aux trains Thalys de rejoindre le plateau de Herve à une vitesse de 200 km/h. La tête ouest du tunnel, située à Vaux-sous-Chèvremont, se situe à une altitude de 90 mètres tandis que sa tête est se trouve à Soumagne, à une altitude de 210 mètres.

Les travaux de gros-oeuvre représentent un investissement de 5,8 milliards de francs (144 millions EUR) et comprennent essentiellement le creusement d'un tunnel à double voie d'une section libre de 76 m² comprenant :

- le repérage du tracé du tunnel en surface, le contrôle des tassements et des vibrations
- l'installation de trois chantiers: aux deux extrémités (Vaux-sous-Chèvremont et Ayeneux) et aux 2/3 du parcours, au quartier du Bay Bonnet (travaux en cours)
- les travaux proprement dits du tunnel: abattage, soutènement, réalisation du radier, fourniture et mise en place du complexe de drainage et d'étanchéité, travaux de revêtement de la plate-forme, contrôle de l'implantation, du nivellement et de la section libre du tunnel pendant et après les travaux.

Les travaux de la tranchée couverte de Vaux-sous-Chèvremont ont commencé en 1999. Les travaux préparatoires à la construction du tunnel ont débuté le 14 mai 2001 (sur le site du Bay-Bonnet et à Ayeneux). On donne aujourd'hui le premier coup de pioche à l'entrée du tunnel proprement dit, côté Vaux-sous-Chèvremont. L'ensemble du chantier de génie civil s'achèvera à l'horizon 2005.

Les travaux de creusement se réaliseront en trois équipes. Le creusement se fera à plusieurs endroits: Vaux-sous-Chèvremont, Ayeneux et Bay Bonnet. Les attaques se font en montant au départ de Vaux-sous-Chèvremont, en descendant au départ de Ayeneux et, dans les deux sens, au départ du Bay Bonnet.

Le volume total de terre à extraire est de 660 000 mètres cubes en place soit 825 000 mètres cubes après extraction.



Les produits extraits à Vaux-sous-Chèvremont seront acheminés vers Ans via la plate-forme TGV jusqu'à la gare de Chênée puis via le tunnel de Cointe. Les produits sortant du Bay Bonnet sont stockés sur un terrain SNCB pouvant contenir 450.000 mètres cubes mais n'y seront entreposés qu'environ 100.000 mètres cubes, le reste des terres étant évacué et stocké à Ayeneux. Les produits en décharge à Ayeneux seront recyclés pour les remblais d'approche des viaducs à hauteur de Herve.

Des mesures acoustiques et vibratoires seront effectuées tout au long du chantier soit pendant une période de 4 ans.

Le chantier est réalisé par un ensemble regroupant 7 entreprises et près de 350 personnes seront recrutées pour l'exécuter.

Le volume total de béton en tunnel (radier, piédroits et voûte) est de 147.000 mètres cubes. Le béton de la tranchée couverte à Ayeneux est de 20.000 mètres cubes.

La brochure en annexe donne, en détails, les explications relatives à ces différents travaux.

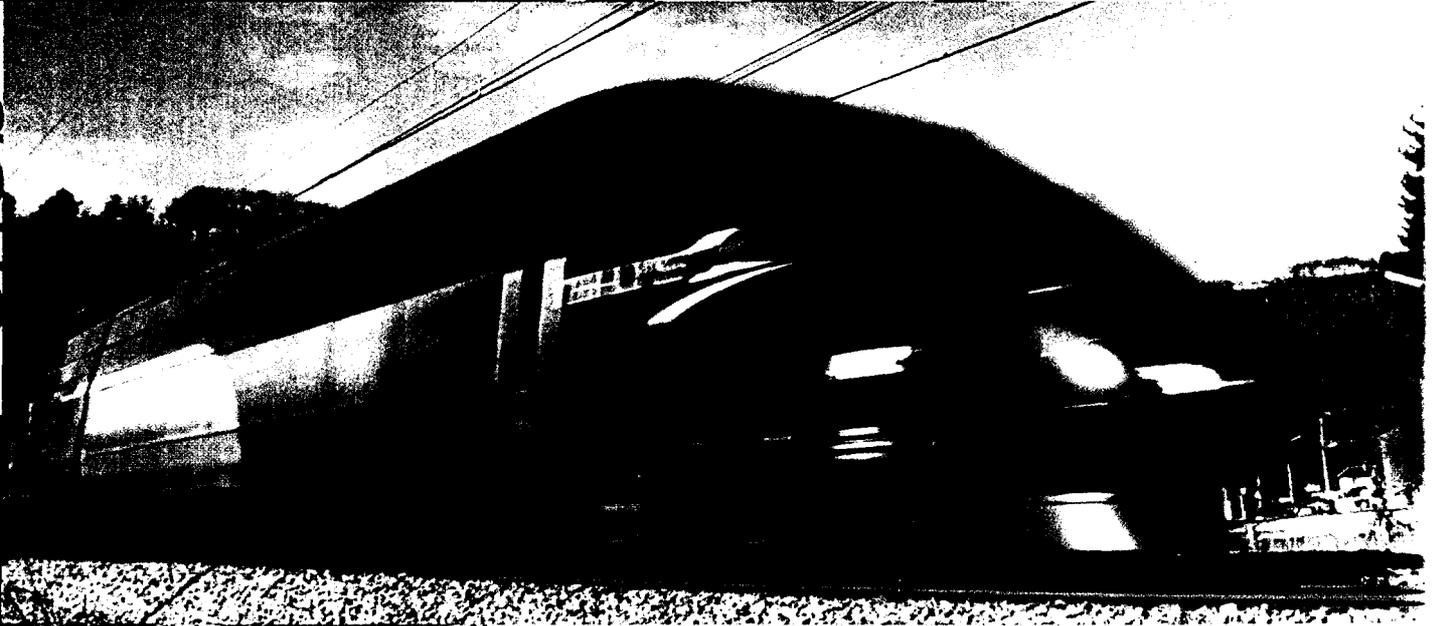
Bruxelles – Cologne

Ligne à grande vitesse



www.sncb.be

sncb

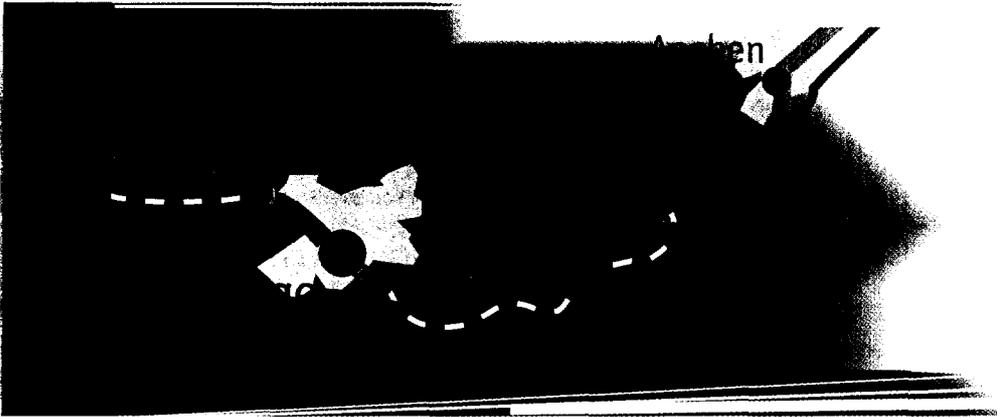


Construction d'un tunnel à double voie
entre Vaux-sous-Chèvremont et Ayeneux

TUC
RAIL

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.

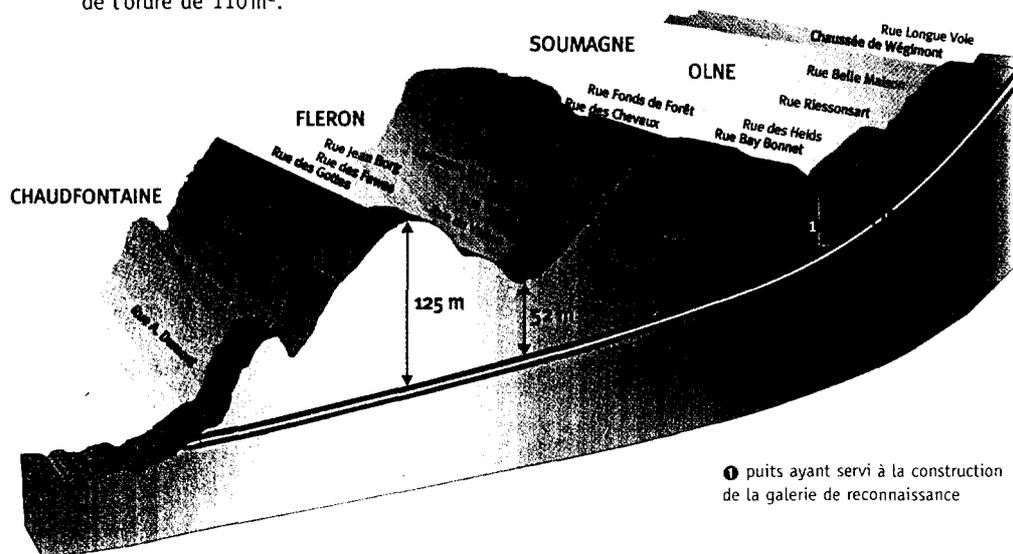
Le tunnel est en pente régulière de 17‰. Peu avant la sortie du tunnel, la ligne se met à monter en rampe de 20‰.

La tête Ouest située à Vaux-sous-Chèvremont (commune de Chaudfontaine) dans la vallée de la Vesdre, est à une altitude de ± 90 m. La tête Est située à Ayeneux (commune de Soumagne), est à l'altitude de ± 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 ± 69 m², soit une section excavée de l'ordre de 110 m².

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.



① puits ayant servi à la construction de la galerie de reconnaissance

construction du tunnel

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.

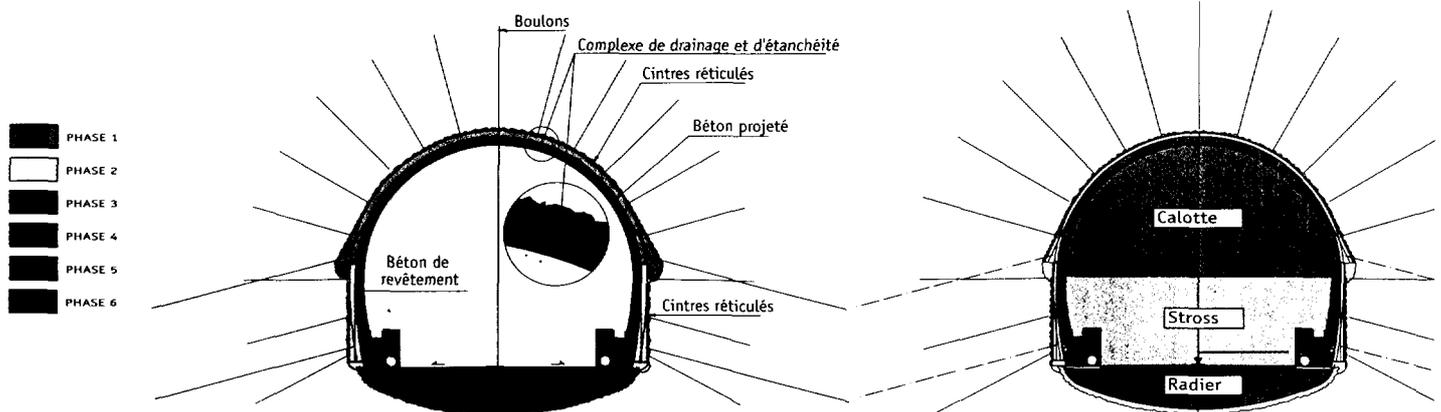
Le creusement s'effectuera à l'aide de machines à attaque ponctuelle (haveuses), à l'exception des zones de roches calcaires (± 600 mètres de longueur) et de bancs de grès dur où le creusement s'effectuera à l'explosif.

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:



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



détails des travaux

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 :

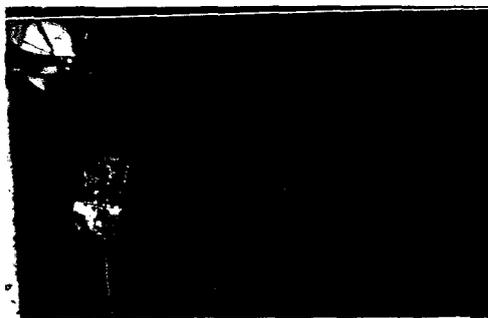
- > le creusement;
- > la mise en place d'une première couche de béton projeté fibré;
- > la mise en place d'un cintre en acier;
- > le forage et la pose des boulons d'ancrage passifs d'une longueur de 4 à 6 mètres de long qui assurent l'épinglage de la roche;
- > la mise en place d'une deuxième couche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

Stross

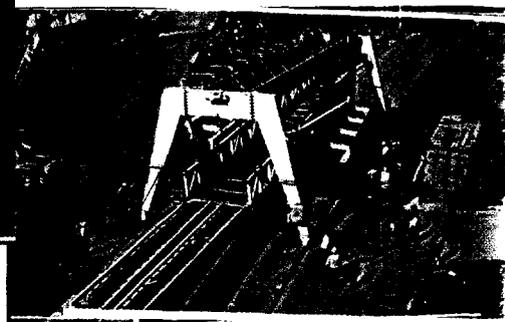
Le creusement de celui-ci est effectué alternativement à gauche puis à droite afin de maintenir un accès au front. Le cycle d'avancement comprend les mêmes phases que la calotte.

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 ferrillage et le bétonnage. L'accès aux terrassements est assuré via un pont enjambant les aires de ferrillage et de coffrage.

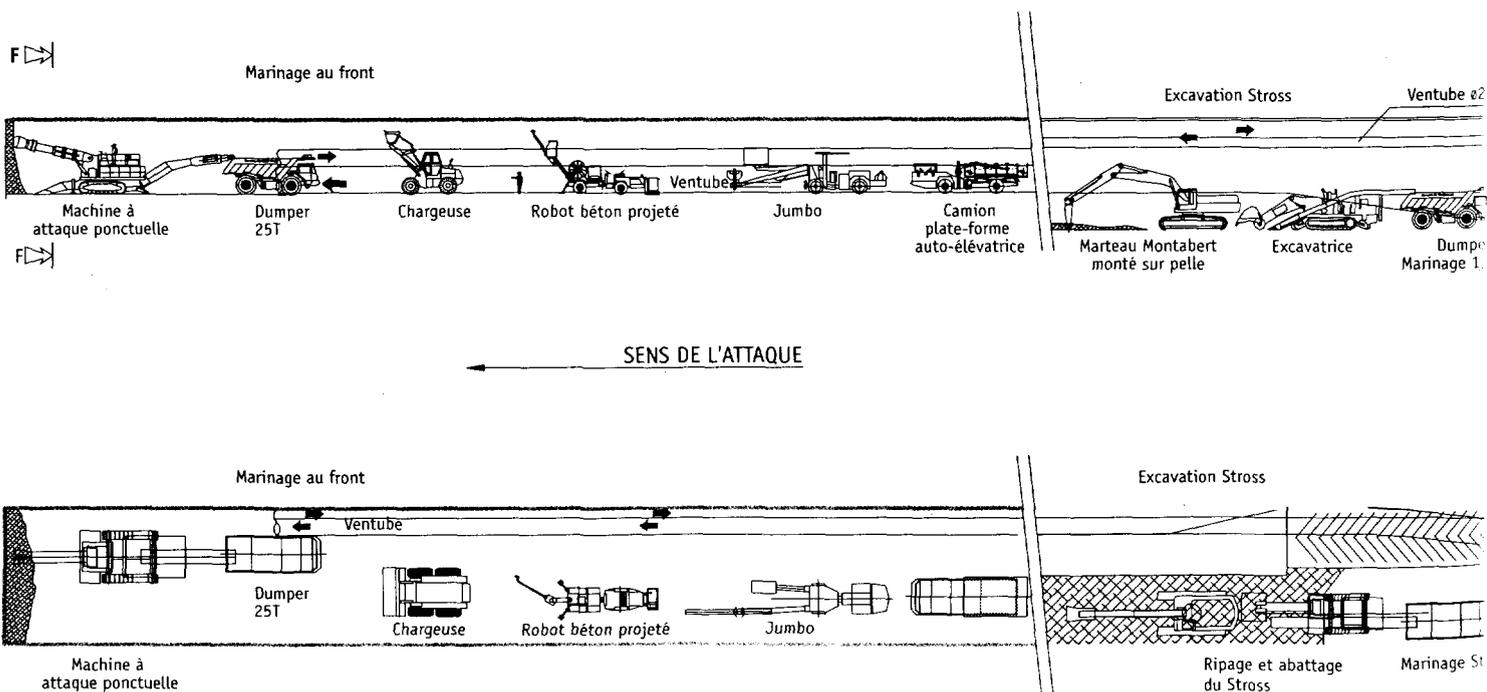


Mise en place de béton projeté à l'aide d'un robot.



Pont de transfert pour réalisation du radier.

1



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.

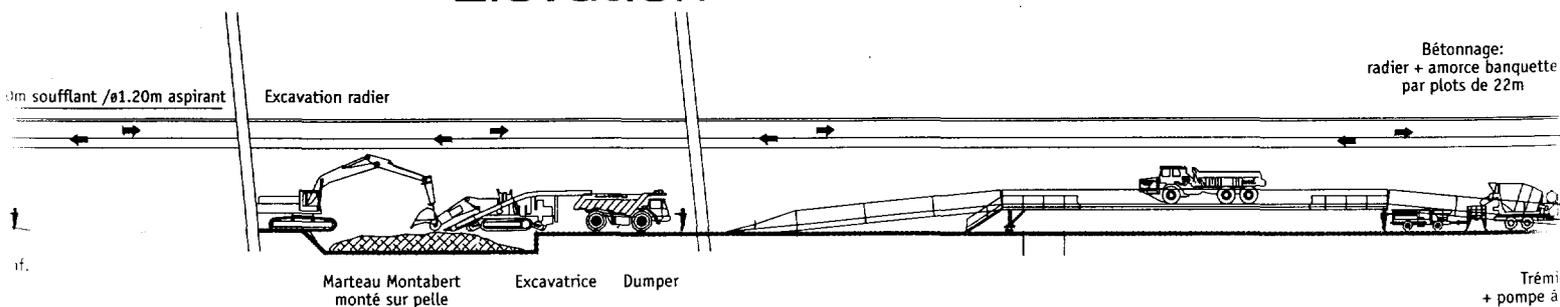
Ventilation en phase chantier

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

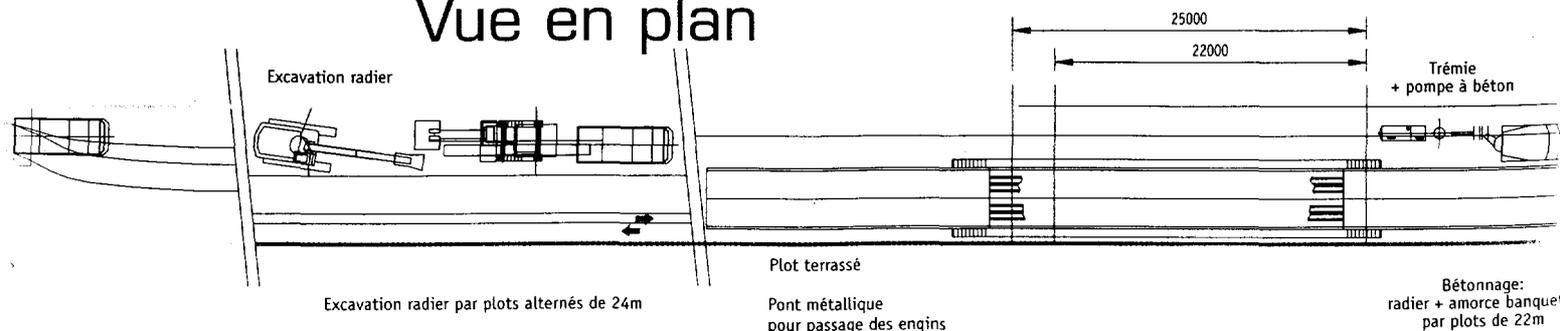
- > une ventilation "soufflante" composée d'un ventilateur insonorisé, placé à l'entrée du tunnel, associé à une conduite souple de 2 mètres de diamètre qui amène l'air jusqu'au front;
- > une ventilation "aspirante" qui évacue les fumées et les poussières; elle est constituée d'un ventilateur dépoussiéreur 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.

3

Elévation



Vue en plan



Les traitements des terrains



Matériel pour mise en œuvre des injections

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.

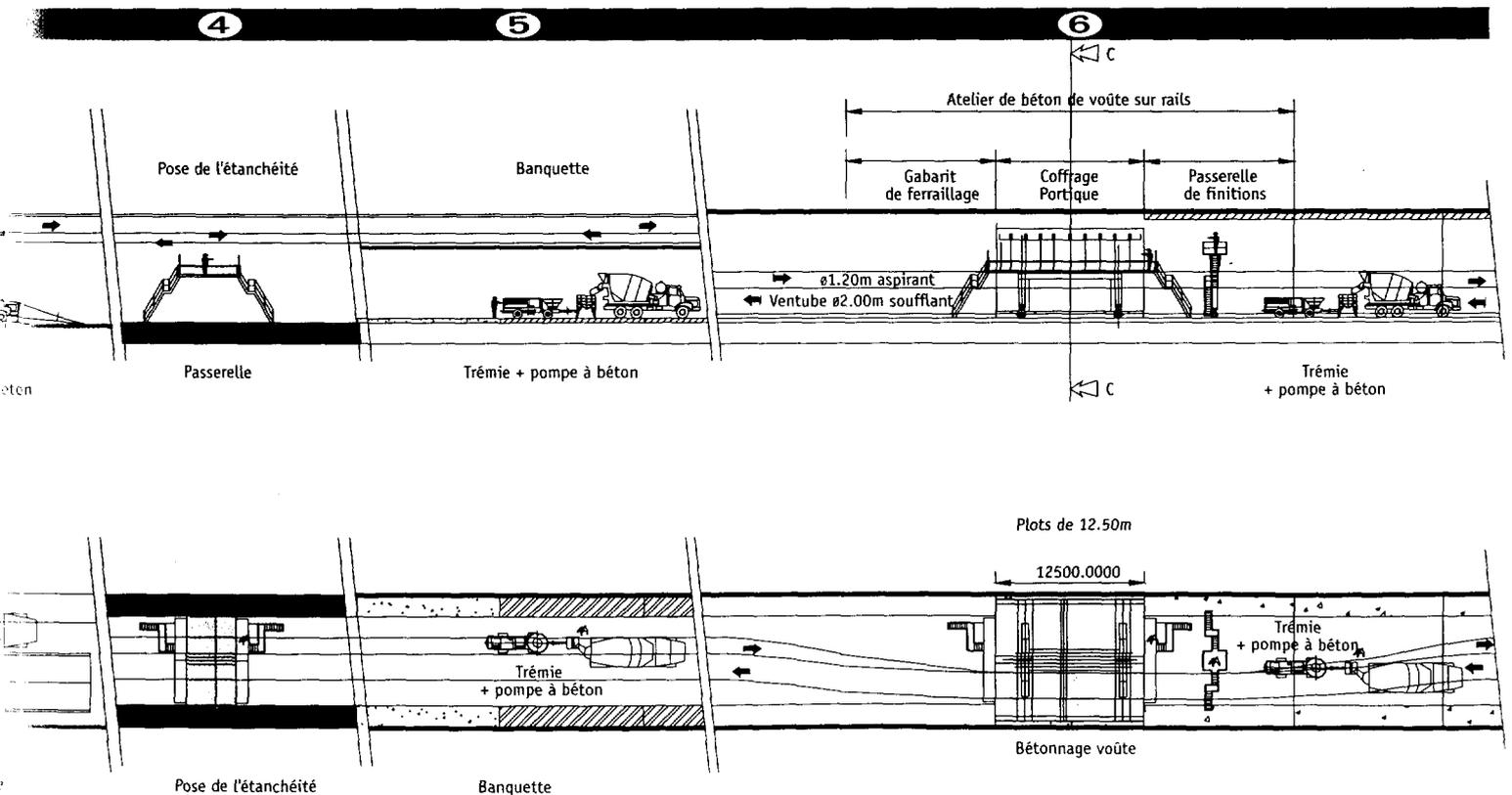
- > drainage par forages;
- > enfilage de barres en calotte;
- > colonnes injectées.

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:

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;

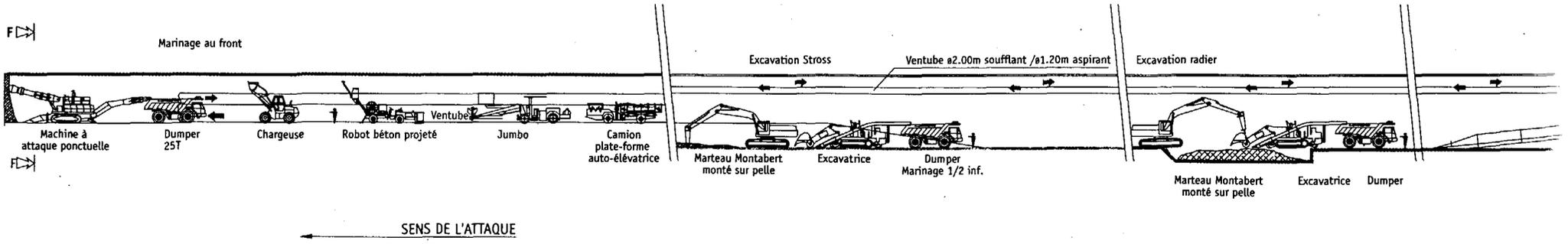
- > convergence du terrain en galerie;
- > tassements en surface;
- > mesures des débits d'eau en galerie et de l'évolution du niveau de la nappe au moyen de piézomètres;
- > décompression du rocher à l'aide d'extensomètres;
- > mesure des efforts dans la structure.



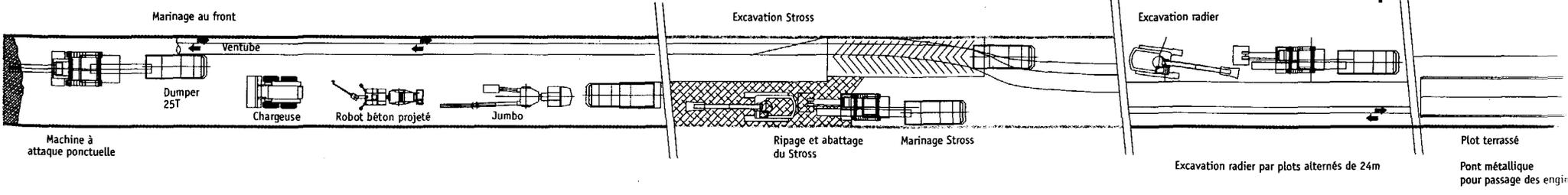
1

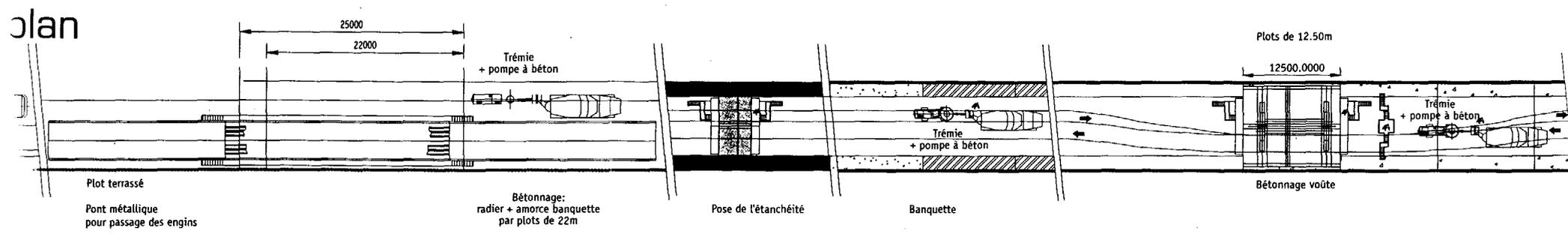
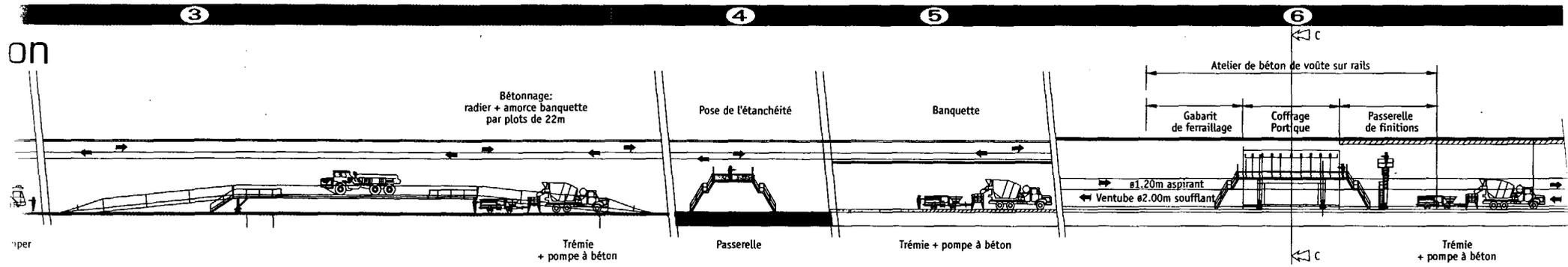
2

Élévation



Vue en plan







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.

Ces 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**) ou sur le site de TUC RAIL (**www.tucrail.com**). Vous pouvez également envoyer un mail à **carlos.lopez@sncb.be** ou **evelyne.michel@sncb.be**. Vous pouvez adresser votre courrier à l'adresse suivante: **SNCB Communication, Local Info Tunnel de Soumagne, rue des Heïds 1 - 4630 Soumagne.**

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



Visite d'inauguration du chantier du tunnel de Soumagne le 29.11.2001.

Bezoek ter ere van de inauguratie van de werf van de tunnel van Soumagne op 29.11.2001.

<p>Messieurs les Députés Madame et Messieurs les Bourgmestres, Monsieur le Vice-Président, Monsieur l'Administrateur délégué, Messieurs les Administrateurs, Mesdames et Messieurs, Chers collègues.</p>	<p>Heren Gedeputeerden Mevrouw en heren burgemeesters, Mevrouw en heren schepenen, Mijnheer de vice-voorzitter, Mijnheer de gedelegeerd bestuurder, Heren bestuurders, Dames en heren, Geachte collega's.</p>
<p>La visite commence sur le site de l'ancienne gare de Chênée. Cette gare était jusqu'en 1985 le point de départ de la ligne 38 Chênée – Montzen via le plateau de Herve. On construira ici entre le pont sur l'Ourthe, côté Liège de la gare, et le nouveau pont sur la Vesdre, à l'Est, la bifurcation entre la ligne 37 : Liège Guillemins – Verviers – Aachen et la L.G.V..</p>	<p>Het bezoek begint op het terrein van het oude station van Chênée. Dat station was tot 1985 het vertrekpunt van de lijn 38 Chênée – Montzen via het Herve-plateau. Hier zal tussen de brug over de Ourthe, kant Luik van het station, en de nieuwe brug over de Vesder, ten oosten ervan, de vertakking tussen de lijn 37 : Luik Guillemins – Verviers – Aachen en de HSL worden gebouwd.</p>
<p>Le site de la gare comprendra, outre la bifurcation proprement dite, la zone de commutation 3.000 V / 25.000V et une aire d'intervention pour les services de secours au cas où un T.G.V. aurait eu des problèmes dans le tunnel dont l'entrée est située à quelque 1.500 m.</p>	<p>Het terrein van het station zal naast de eigenlijke vertakking, ook de omschakelzone 3.000 V / 25.000V omvatten en een interventieplaats voor hulpdiensten ingeval een HST in de problemen zou komen in de tunnel waarvan de ingang zich op ongeveer 1.500 m bevindt.</p>
<p>L'implantation de la bifurcation imposera le déplacement vers le Sud des voies de la ligne 37, la construction de nouveaux quais et de nouveaux accès aux quais qui prendront naissance sous le pont de la rue de la Station qui sera élargi.</p>	<p>De inplanting van de vertakking vereist de verplaatsing van de sporen van de lijn 37 naar het zuiden en de bouw van nieuwe perrons en toegangen tot perrons die beginnen onder de te verbreden brug van de Rue de la Station.</p>
<p>La complexité majeure de la bifurcation sera le renforcement du pont enjambant l'Ourthe. Il s'agit d'un pont Vierendeel à 3 voies, très typique qu'il y a lieu de préserver comme faisant partie du patrimoine ferroviaire.</p>	<p>De meest complexe aspect van de vertakking is de versterking van de brug over de Ourthe. Het gaat om een heel typische Vierendeelbrug met 3 sporen, die bewaard moet blijven als onderdeel van het spoorwegpatrimonium.</p>

<p>Le nouveau pont sur la Vesdre quant à lui se situe au droit des anciens ponts métalliques qui soutenaient la ligne 38. Il est constitué de trois travées mixtes de 40 m de longueur.</p>	<p>De nieuwe brug over de Vesder bevindt zich ter plaatse van de oude metalen bruggen die de lijn 38 ondersteunden en bestaat uit drie gemengde overspanningen van 40 m lang.</p>
<p>Après le franchissement de la Vesdre, la L.G.V. traverse Vaux-sous-Chèvremont. Bien qu'une partie des terrains étaient propriété de la S.N.C.B., il a été nécessaire d'exproprier 42 immeubles de cette localité car le tracé de la L.G.V. ne pouvait correspondre totalement au tracé de la ligne 38 dont le rayon des courbes était insuffisants pour permettre de rouler à 180 km/h.</p>	<p>Na de overbrugging van de Vesder, doorkruist de HSL Vaux-sous-Chèvremont. Hoewel een gedeelte van de terreinen eigendom was van de NMBS, was het noodzakelijk 42 woningen van dat dorp te onteigenen aangezien het tracé van de HSL niet volledig kon overeenstemmen met het tracé van de lijn 38 waarvan de boogstraal onvoldoende was om te kunnen rijden met 180 km/u.</p>
<p>Le franchissement de la rue de la Station, ainsi dénommée parce que la gare de Vaux y était implantée, est réalisé à l'aide d'un ouvrage constitué de cinq poutres préfabriquées précontraintes de 23 m de portée. Une passerelle métallique, accolée au pont soutenant les voies, supporte le Ravel dont la ligne 38 fut l'un des premiers maillons.</p>	<p>Het kruisen van de Rue de la Station, zo genoemd omdat het station van Vaux er zich bevond, gebeurt door middel van een bouwwerk bestaande uit vijf voorgespannen prefabbalken met een overspanning van 23 m. Over een metalen voetgangersbrug, aangebouwd tegen de brug die de sporen ondersteunt, loopt de Ravel waarvan lijn 38 een van de eerste schakels was.</p>
<p>La L.G.V. franchit ensuite le carrefour entre la rue des Combattants, la rue du Cherra, la rue du Chalet et la rue Pré de la Tour sur un passage inférieur à deux travées du même type que le pont sur la Vesdre. La pile centrale de l'ouvrage, de forme en tulipe, est au centre d'un rond point qui dessert les diverses voiries et qui ralentit la circulation à l'entrée de la localité. Cet ouvrage s'intègre dans la ligne architecturale qui sous-tend tout le tracé de la traversée de Vaux. La rue Pré de la Tour donne accès à l'usine Magotteaux, spécialisée notamment dans la fabrication de boulets métalliques pour les concasseurs de cimenterie. Son corps de garde se situe sous le passage inférieur qui soutenait la ligne 38.</p>	<p>De HSL kruist vervolgens het kruispunt van de Rue des Combattants, de Rue du Cherra, de Rue du Chalet en de Rue Pré de la Tour op een onderbrugging met twee overspanningen van hetzelfde type als de brug over de Vesder. De tulpvormige centrale pijler van het bouwwerk bevindt zich in het midden van een rotonde op het kruispunt van verschillende wegen, die het verkeer vertraagt aan de ingang van het dorp. Dat bouwwerk past in de architecturale lijn die de basis vormt voor het hele tracé van de doortocht van Vaux. De Rue Pré de la Tour geeft toegang tot de Magotteaux-fabriek, vooral gespecialiseerd in de vervaardiging van metalen bollen voor steenbrekers. Het wachthuis bevindt zich onder de onderbrugging die de lijn 38 ondersteunde.</p>

<p>Sur la totalité de la traversée de Vaux, en ce compris sur le pont sur la Vesdre et prochainement sur une partie de la gare de Chênée soit sur plus de 1.000 m de longueur, la L.G.V. est encadrée par des murs anti-bruit inclinés, en béton coloré, de 2,70 m de hauteur ; ils seront ultérieurement revêtus de cassettes absorbantes en aluminium perforé contenant de la laine de roche.</p>	<p>Over de hele doortocht van Vaux, ook over de brug over de Vesder en binnenkort over een gedeelte van het station van Chênée, dwz over een lengte van meer dan 1.000 m, wordt de HSL omgeven door hellende geluidswanden, in gekleurd beton, met een hoogte van 2,70 m; ze worden later bedekt met absorberende cassettes in geperforeerd aluminium, die rotswol bevatten.</p>
<p>Cette solution a été retenue pour respecter les normes de bruit très strictes imposées par la Région wallonne en phase d'exploitation ferroviaire à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laeq, jour (08h – 20h) = 60 dB - Laeq, soirée (20h – 24h) = 55 dB - Laeq, nuit (24h – 08h) = 50 dB 	<p>Voor deze oplossing werd geopteerd om de heel strikte geluidsnormen te respecteren die worden opgelegd door het Waals Gewest tijdens de fase van spoorwegexploitatie met name:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laeq, dag (08u – 20u) = 60 dB - Laeq, avond (20u – 24u) = 55 dB - Laeq, nacht (24u – 08u) = 50 dB
<p>Pourquoi la traversée de Vaux est-elle totalement terminée alors que l'on commence seulement le creusement du tunnel ?</p> <p>Si cela n'avait pas été le cas, tous les matériaux nécessaires à la construction de ± 2.500 m du tunnel et les produits de creusement auraient dû traverser la localité de Vaux. Aujourd'hui, le transport de ces matériaux et produits utiliseront la plateforme depuis la tête du tunnel jusqu'au Boulevard de Beaufraipont à Chênée, l'autoroute des Ardennes et le tunnel de Cointe.</p> <p>Les produits de creusement des ± 2.500 m de tunnel réalisés au départ de la tête de Vaux (soit ± 300.000 m³) seront mis en dépôt à l'arrière de la gare d'Ans.</p>	<p>Waarom is de doortocht van Vaux volledig voltooid terwijl nu pas begonnen wordt met het graven van de tunnel ?</p> <p>Als dat niet het geval was geweest, hadden alle nodige materialen voor de bouw van ± 2.500 m tunnel en de graafgrond het dorp Vaux moeten doorkruisen. Nu gebeurt het transport van de materialen en de grond via de bedding, van de tunnelingang tot de Boulevard de Beaufraipont in Chênée, de Autoroute des Ardennes en de tunnel van Cointe.</p> <p>De graafgrond van de ± 2.500 m tunnel vanaf de tunnelingang van Vaux (± 300.000 m³), wordt opgeslagen aan de achterkant van het station van Ans.</p>
<p>La grande esplanade en avant de la tranchée permettra au service d'entretien de la S.N.C.B. d'accéder directement à la tête du tunnel. Il faut espérer évidemment qu'elle ne sera jamais utilisée par des services de secours.</p>	<p>De grote esplanade vooraan de sleuf stelt de onderhoudsdienst van de NMBS in staat om de tunnelingang rechtstreeks te bereiken. Laten we natuurlijk hopen dat ze nooit gebruikt dient te worden door de hulpdiensten.</p>

<p>Une tranchée couverte de 177 m de longueur précède le tunnel proprement dit. Elle est réalisée à l'aide de pieux sécants encastrés dans les roches sous-jacentes. Après les terrains meubles de surface, ils rencontrent des graviers roulés (témoins d'une époque lointaine où la Vesdre coulait à ce niveau), des grès à gauche et des schistes à droite ainsi que des veines de charbon ; le pendage des roches est sub-vertical ce qui constitue, avec les veines de charbon et la faille de Magnée les difficultés majeures du creusement du tunnel.</p>	<p>Een overdekte sleuf van 177 m lang bevindt zich voor de eigenlijke tunnel. Ze werd uitgevoerd met behulp van secanspalen verankerd in de onderliggende rotsen. Na losse oppervlaktegrond stoten ze op gerold grind (getuige van een lang vervlogen tijd waarin de Vesder op dat niveau stroomde), zandsteen links en leisteen rechts evenals steenkooladers; de sub-verticale hellingshoek van de rotsen vormt samen met de steenkooladers en de breuklijn van Magnée de belangrijkste moeilijkheid met betrekking tot het graven van de tunnel.</p>
<p>Outre une importante campagne géotechnique, une campagne de la mesure du bruit de fonds et des vibrations vient d'être réalisée avant le début des travaux. Elle se poursuivra durant toute la durée des travaux afin que les normes établies pour la phase chantier ne soient pas dépassées. D'autre part, des états des lieux ont été réalisés pour tous les immeubles et installations susceptibles d'être influencés par les travaux.</p>	<p>Naast een omvangrijke geotechnisch onderzoek werd zopas onderzoek verricht naar achtergrondlawaai en trillingen voor de aanvang van de werken. Het onderzoek wordt voortgezet tijdens de hele duur van de werken opdat de normen die werden vastgesteld voor de werffase, niet worden overschreden. Anderzijds werden plaatsbeschrijvingen opgesteld voor alle gebouwen en installaties waarop de werken een invloed zouden kunnen hebben.</p>
<p>A la fin de la tranchée couverte, commence le tunnel proprement dit (5.940 m). Ce creusement sera réalisé en calotte à l'aide d'une machine à attaque ponctuelle et, en cas de rencontre de bancs de grès homogènes, à l'aide d'explosifs. En stross et en radier, le creusement sera réalisé à l'aide d'une pelle hydraulique à bras rotatif muni d'un petit godet « à grandes dents ».</p>	<p>Aan het eind van de overdekte sleuf begint de eigenlijke tunnel (5.940 m). Het graven gebeurt in het front met behulp van een machine met plaatselijke uitboring en, indien wordt gestoten op homogene grindbanken, met explosieven. In de stross en op de tunnelbodem gebeurt het graven met behulp van een hydraulische graafmachine met draaibare arm uitgerust met een kleine grijper « met grote tanden ».</p>
<p>La géologie est évidemment complexe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le westphalien (schiste gréseux contenant des veines de charbons dont certaines ont été exploitées) sur ± 3.300 m ; - la faille de Magnée ; - le viséen (bancs de calcaires pouvant contenir des vides karstiques) sur ± 600 m ; - le namirien (grès schisteux) sur ± 2.000 m. 	<p>De geologie is natuurlijk complex:</p> <ul style="list-style-type: none"> - het westfaliaan (zandsteenhoudende leisteen met steenkooladers waarvan sommige werden ontgonnen) op ± 3.300 m ; - de breuklijn van Magnée ; - het viseaan (kalksteenbanken die karstische holten kunnen bevatten) op ± 600 m ; - het namuriaan (leisteenhoudende zandsteen) op ± 2.000 m.

<p>Le tunnel est réalisé au départ des deux têtes (Vaux et Ayeneux) mais aussi d'un puits vertical situé au 2/3 de la longueur du tunnel. Ce puits de 30 m de diamètre et de 35 m de profondeur se situe un peu en amont du contact viséen / namurien. Le creusement du tunnel depuis le puits et depuis Ayeneux est réalisé avec les mêmes techniques que celles utilisées à Vaux. Le calcaire sera toutefois exploité à l'explosif et probablement en pleine section.</p> <p>Les matériaux qui sortent du puits sont mis en décharge dans une zone de remodelage située à proximité immédiate du puits à l'exception du calcaire qui sera concassé et réutilisé sur d'autres chantiers T.G.V.</p>	<p>De tunnel wordt verwezenlijkt vanaf de twee ingangen (Vaux en Ayeneux) maar ook vanaf een verticale put gelegen op 2/3 van de lengte van de tunnel. Deze put met een diameter van 30 m en een diepte van 35 m bevindt zich een beetje stroomopwaarts van het contact viseaan / namuriaan. Het graven van de tunnel vanaf de put en vanaf Ayeneux gebeurt met dezelfde technieken als gebruikt in Vaux. De kalksteen wordt echter ontgonnen met springstoffen en waarschijnlijk in volle doorsnede.</p> <p>De materialen die afkomstig zijn uit de put, worden opgeslagen in een hermodelleringszone in de onmiddellijke nabijheid van de put met uitzondering van de kalksteen, die verbrijzeld wordt en hergebruikt wordt op andere HST-werven</p>
<p>Les matériaux qui sortent du tunnel par Ayeneux sont stockés provisoirement sur une prairie acquise par la S.N.C.B. Ils seront ensuite utilisés sur les chantiers situés entre José et Elsaute. A Ayeneux, le tunnel est prolongé par une tranchée couverte de 388 m de longueur réalisée en fouille ouverte.</p>	<p>De materialen die afkomstig zijn uit de tunnel aan de kant van Ayeneux worden voorlopig opgeslagen op een weide die door de NMBS werd aangekocht. Ze worden vervolgens gebruikt op de werven gelegen tussen José en Elsaute. In Ayeneux wordt de tunnel verlengd door middel van een overdekte sleuf van 388 m lang, uitgevoerd in open bouwput.</p>
<p>Le chantier, tout comme les autres chantiers situés au-delà de Liège, doit être totalement terminé pour août 2005 pour permettre une exploitation commerciale en site propre en décembre 2006.</p>	<p>Net als de andere werven die gelegen zijn voorbij Luik, dient deze werf volledig beëindigd zijn tegen augustus 2005 met het oog op een commerciële exploitatie in eigen bedding in december 2006.</p>