

NOTICE

SUR LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION

DU

CHEMIN DE FER DE RACCORDEMENT

ENTRE LES STATIONS

DES GUILLEMINS ET DE VIVEGNIS A LIÈGE (1)

PAR

M. DEBEIL

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

HISTORIQUE DU PROJET.

L'article 10 de la loi du 20 décembre 1851, relative à l'exécution des travaux de la dérivation de la Meuse, porte que la province de Liège interviendra dans le coût de ces travaux pour une somme de 370,000 francs et la commune de Liège pour un million, sous la réserve expresse que l'Etat dotera la ville d'une station intérieure.

Depuis cette époque jusqu'en 1860, des négociations eurent lieu entre la ville et le gouvernement pour le choix de l'emplacement de cette station. L'administration communale insista vivement pour que ce choix se portât sur l'île de Commerce, mais le département des travaux publics adopta les conclusions du rapport en

(1) Ces travaux ont été exécutés par l'auteur de la notice, sous la direction de MM. les ingénieurs en chef Crepin et Pinsard.

date du 4 février 1859 de MM. les ingénieurs Vander-sweep et Houbotte qui émirent l'avis que le gouvernement donnerait satisfaction à la ville de Liège en construisant un chemin de fer comprenant deux sections, la première reliant la station des Guillemins à celle de Vivegnis avec station derrière les Mineurs, et la seconde, opérant la jonction entre les stations de Herstal et de Wandre, à l'aide d'un pont sur la Meuse.

A la suite de ce rapport, M. Houbotte fut chargé de l'étude définitive du projet des deux sections et présenta, au mois d'avril 1863, un avant-projet de cette voie ferrée.

Le tracé de la 1^{re} section, comprenant le raccordement actuellement exécuté entre les stations des Guillemins et de Vivegnis, différait peu du tracé suivi ; il avait une longueur de 3,850 mètres, dont 2,584 mètres en souterrain. La station intérieure établie derrière le Palais, d'une longueur de 134 mètres, était projetée en contre-bas de 5 mètres de la rue de Bruxelles, et le bâtiment des recettes devait être placé à cheval sur les voies ; l'exécution de cette section aurait donné lieu à une dépense de 5,400,000 francs.

Le tracé proposé pour la seconde section était sensiblement le même que celui qui vient d'être adopté pour le chemin de fer de Vivegnis-Bleyberg. La dépense d'exécution de cette section était estimée à 2,000,000 francs.

Cet avant-projet fut soumis à l'administration communale qui fit des observations au sujet de l'exiguïté de la station intérieure, et réclama, en outre, une station pour les grosses marchandises sur l'île de Commerce. A la suite de ces observations le gouvernement décida que la station intérieure serait agrandie, et qu'elle s'étendrait depuis la rue Table-de-pierre jusqu'à la rue Pierreuse.

Le 20 juin 1865, la Chambre des représentants adopta une loi en vertu de laquelle un crédit de 5,000,000 francs fut alloué pour l'exécution de la première section du chemin de fer de ceinture, et des instructions furent données pour la rédaction du projet définitif, et sa mise en adjudication publique.

Entretiens, le sieur Debruyn, ingénieur civil, soumit à l'administration communale, un nouveau projet de raccordement avec station intérieure au niveau des rues aboutissant au palais, en proposant d'exécuter le chemin de fer à ses propres frais, moyennant un subside de l'Etat de 5,000,000 francs. Mais ni cette proposition, ni ce projet ne furent admis par le gouvernement.

Le 30 janvier 1866, M. Houbotte adressa à M. le Ministre le projet définitif de raccordement entre les stations des Guillemins et de Vivegnis, rédigé d'après les bases de l'avant-projet de 1864, en y annexant toutes les pièces nécessaires à la mise en adjudication des travaux. Le coût du projet, y compris les expropriations, les voies, le bâtiment des recettes, etc, s'élevait à 6,400,000 francs.

Sur les instances de l'administration communale, le département des travaux publics ne donna pas encore suite à ce dernier projet, mais il ordonna de nouvelles études en vue d'obtenir une station intérieure placée au niveau des rues derrière le Palais. M. Houbotte, se conformant à ces instructions, transmit le projet modifié, dont le coût s'élevait à 7,100,000 francs.

A la suite de l'examen de ce nouveau projet, le département, à l'effet de diminuer la dépense, ordonna la réduction de la longueur des tunnels, et admit pour la section de ces ouvrages d'art, le plein cintre de 4 mètres de rayon et des piédroits verticaux espacés de 8 mètres, ayant une hauteur de 1^m,75.

Ce dernier projet dressé par M. l'ingénieur Du Roy, le 13 juillet 1867, et qui, d'après les prévisions, devait donner lieu à une dépense de 6,100,000 francs, fut admis définitivement.

Le tracé n'a plus subi de modifications, et il est resté tel qu'il figure à la planche VIII, annexée au présent mémoire. Il comporte un développement de 3,831 mètres, dont 1,568 mètres en tranchée et 2,263 mètres en tunnel.

MISE EN ADJUDICATION DES TRAVAUX.

Ayant été chargé de l'exécution de ce projet, nous ne tardâmes pas à produire les pièces définitives pour la mise en adjudication des travaux et pour l'acquisition des immeubles nécessaires.

Les travaux de construction des ouvrages d'art et des terrassements de la première section, s'étendant depuis les Guillemins jusqu'à la rue Table-de-pierre, et évalués à la somme de 2,188,952 francs, furent adjugés le 21 novembre 1868, à l'entrepreneur Prévot, moyennant la somme de 1,898,915 francs.

L'entrepreneur mit la main à l'œuvre, à la fin du mois d'avril 1869.

Les travaux de construction de la seconde partie du chemin de fer de raccordement aboutissant à la station de Vivegnis, et évalués à 1,434,650 francs furent adjugés au même entrepreneur, le 1^{er} juin 1871, moyennant la somme de 1,187,890 francs.

Tous ces travaux, y compris de nombreux ouvrages supplémentaires, n'ont pu être terminés complètement qu'en décembre 1876.

Ce long délai est dû spécialement à l'intervalle qui sépare les dates de la mise en adjudication des deux sections, aux formalités qu'il a fallu remplir préalable-

ment à la prise de possession des nombreux terrains de la surface et du sous-sol, et finalement aux accidents survenus et aux difficultés de toute nature rencontrées pendant l'exécution des travaux.

Les travaux relatifs au ballastage et à la pose des voies ont fait l'objet d'une adjudication spéciale le 30 août 1876; ils ont été achevés au mois de février 1877.

EXÉCUTION DES TRAVAUX.

Tranchée n° 1 exécutée le long du plan incliné à Liège.

— Cette tranchée, creusée dans le terrain argileux, est bordée de deux murs de soutènement dont les pieds sont espacés de 8 mètres, et dont les parements vus, sont inclinés à raison de 1/6. Les fondations en maçonnerie de moëllons bruts ont 1 mètre d'épaisseur, et les maçonneries d'élévation exécutées en briques, présentent des épaisseurs variables suivant la hauteur des murs. Dans les parements vus, l'on a ménagé des évidements à arcades de 3 mètres de largeur, et espacés de 4^m,50 d'axe en axe.

Les travaux commencés vers la fin du mois d'avril 1869, ont été poursuivis avec régularité et sans accident, pendant toute la période d'été; le terrain, généralement argileux, était d'une grande consistance, jusqu'en un point situé à 130 mètres en amont du tunnel sous Saint-Gilles.

A partir de cet endroit, jusqu'à la tête du tunnel, le terrain présentait un caractère un peu différent; il était toujours argileux et compact, mais traversé par de petites veines de gravier fin et de sable contenant de l'eau. Cette humidité donnait à la face d'abatage des déblais un aspect gras et luisant qui n'inspirait cependant encore aucune inquiétude.

Toutefois des précautions furent ordonnées à l'entrepreneur qui, depuis ce moment, diminua la section des fouilles en ne creusant plus qu'une simple cunette suivant l'axe de la tranchée ; il poursuivit la construction du mur au pied du plan incliné par parties de 3 mètres de longueur, exécutées de distance en distance au moyen de tranchées transversales à la cunette.

Ce procédé permit d'étaçonner au besoin, la face d'abatage par des pièces de bois prenant appui contre le parement de la cunette. L'on parvint de cette façon à achever les deux murs de soutènement sans accident ni mouvement, vers le commencement du mois d'octobre 1869.

Cependant, le temps devenu pluvieux durant les mois de septembre et d'octobre, ne tarda pas à faire ressentir son influence sur les travaux de la tranchée. Le plafond de celle-ci se transforma petit à petit, en un véritable borbier : l'eau arrivait dans la tranchée, non-seulement sous forme de pluie, mais elle y était également amenée par tous les pores du mur, par les barbicanes et par les veines de gravier fin du fond de la fouille.

Vers la fin du mois d'octobre, un affaissement se déclara dans le terre-plein du plan incliné, accompagné d'un glissement horizontal du mur de soutènement et d'une rotation autour de l'arête inférieure des fondations du dit mur.

Une lézarde apparente dans la banquettes qui borde la voie de gauche du plan incliné, et s'étendant jusqu'à 40 mètres en amont de la tête du tunnel, permit de supposer qu'il y avait eu rupture dans le terre-plein suivant un plan passant par l'arête postérieure des fondations du mur de soutènement et par la lézarde (voir pl. XIII, fig. 5).

En vue d'arrêter ces mouvements, une proposition

fut faite pour l'exécution d'un radier en voûte renversée de 0^m,62 d'épaisseur, contrebutant les fondations des deux murs de la tranchée, et l'ordre fut donné à l'entrepreneur d'étaçonner provisoirement les murs, par des pièces de bois de $\frac{0,30}{0,33}$ d'équarrissage.

L'exécution de ce radier, en pleine saison d'hiver, fut très-pénible. L'on ne parvint à donner au rouleau inférieur du radier le profil prescrit, qu'à l'aide de nombreux coins en bois chassés dans les joints, afin de serrer la maçonnerie et de faire disparaître les mouvements ondulés du sous-sol, qui se déclaraient sous l'influence seule du passage des ouvriers.

Les mouvements signalés continuèrent pendant la construction du radier en dépit des étaçons, placés à chaque contrefort du mur, et ne cessèrent complètement qu'après le serrage parfait des joints du radier. La poussée horizontale était d'une intensité telle que les extrémités des étaçons avaient pénétré de 3 à 4 centimètres dans les gros madriers d'appui, et que le mur de soutènement de droite qui recevait la poussée, s'était rompu horizontalement vers le milieu de sa hauteur en se renversant de quelques centimètres. Ce mur a repris son profil après l'enlèvement des étaçons.

La partie de la tranchée pourvue d'un radier a donné lieu à une dépense de 600 francs le mètre courant.

Viaducs. — Les planches X, XI et XII, donnent les dessins de trois ouvrages d'art métalliques, établis entre l'origine du chemin de fer et le tunnel sous Saint-Gilles, et dont le premier forme un passage supérieur à la rue Hemricourt, le second, un passage pour piétons, et le troisième un passage inférieur à la rue du Laveu.

L'exécution de ces ouvrages n'a présenté rien de bien intéressant.

Tunnel sous Saint-Gilles. — Cet ouvrage d'art fut

commencé à l'extrémité amont, dans les premiers jours d'octobre 1869. Comme l'extrados de la voûte était prévue à proximité de la surface du sol, l'on exécuta à ciel ouvert une longueur de voûte de 50 mètres, et l'on entama les piédroits en sous-œuvre, en creusant un bouveau central sur toute la hauteur comprise entre les semelles des cintres et les fondations des piédroits, et en construisant, de distance en distance, des galeries transversales pour l'établissement par parties successives, des piédroits.

Ces opérations marchèrent rapidement sans difficulté d'aucune nature, jusqu'en un point situé à 32 mètres de la tête du tunnel. Les déblais effectués jusqu'alors dans l'argile forte, changèrent de nature. L'argile compacte devint légère, d'une teinte jaune pâle, et traversée par une infinité de petites veines sablonneuses qui amenaient l'eau. Cette argile assez ferme au moment du déblai ne tarda pas à se liquéfier et à devenir *savonneuse*; elle se fondit comme la neige au soleil.

A partir de ce moment, le percement du bouveau central et des galeries des piédroits devint laborieux et lent. Malgré les soins apportés au blindage, la terre jaune liquide se fraya un passage par les joints des madriers et envahit les galeries. Cet écoulement continu produisit des vides derrière le blindage et sous les semelles des cintres et provoqua bientôt des affaissements dans le terre-plein du plan incliné, ainsi que dans la voûte du tunnel.

Cette situation des plus critiques, créa un danger très-grave pour le chemin de fer de Liège à Bruxelles. L'entrepreneur arrêta ses travaux, et l'on mit tout en œuvre, pour éviter la formation de nouveaux vides, et pour maintenir, tant bien que mal, les travaux exécutés en attendant une solution pour leur continuation.

Cette solution, on ne pouvait la trouver que dans l'emploi de moyens extraordinaires, fort coûteux, qui ne rentraient pas dans le forfait de l'entreprise. Après de longues négociations avec l'entrepreneur, il fut décidé : 1° Que le forfait absolu serait rompu en ce qui concernait les terrassements de la partie amont du tunnel ; 2° que l'on donnerait aux maçonneries des dimensions plus fortes que celles prévues au cahier des charges ; 3° que le prix des déblais serait fixé de commun accord entre l'entrepreneur et l'ingénieur dirigeant.

En attendant cette décision, on avait essayé, mais en vain, divers moyens d'exécution ; entre autres celui consistant à construire les piédroits par galeries longitudinales. L'on dût renoncer bientôt à ce procédé, car le boisage se déjeta et s'écrasa avant d'avoir pu même commencer les maçonneries.

Ces essais avaient permis de constater que la couche aquifère était tout entière située au dessus des fondations du tunnel et que celles-ci devaient s'établir sur le terrain solide. Cette circonstance, jointe à la conviction acquise que le tunnel ne pourrait être construit qu'en exécutant le radier d'abord, les piédroits et la voûte ensuite, nous ont suggéré l'idée d'isoler et d'assécher le noyau des déblais à l'emplacement du tunnel, par deux lignes de palplanches longitudinales prenant pied dans la couche de terrain solide, de subdiviser ce noyau en cases par des lignes de palplanches transversales espacées de 4 mètres, et de construire le tunnel par parties successives en enlevant les déblais à ciel ouvert.

L'assèchement devait être obtenu non-seulement en battant du côté du plan incliné les palplanches jointivement, en vue de couper les veines aquifères, mais en établissant également suivant cette ligne de palplan-

ches, une série de puits en maçonnerie destinés aux épuisements.

Ce procédé, communiqué à l'entrepreneur reçut son assentiment, et l'on se mit à l'œuvre au mois d'avril 1871.

La planche n° XIII reproduit fidèlement la marche des travaux. On commença par déblayer le terrain supérieur sur une épaisseur de 4 mètres environ, puis l'on battit les palplanches et l'on descendit les puits pour les épuisements.

Ce travail préparatoire terminé, l'on entama la construction du tunnel, à partir d'un point situé à 32 mètres de distance de la tête du tunnel, où les maçonneries étaient restées intactes. Le déblai se fit à ciel ouvert, en ne procédant que par une seule case à la fois. Au fur et à mesure de l'avancement des déblais, l'on étançonna les panneaux de palplanches et l'on calfata les joints de manière à prévenir toute fuite de terre liquide. La fouille amenée à profondeur, l'on maçonna avec la plus grande facilité dans un délai de 3 1/2 jours, l'anneau du tunnel correspondant à la case déblayée, et l'on couvrit immédiatement la maçonnerie d'une couche de remblai.

Les puits maçonnés furent remplis de béton au fur et à mesure de l'avancement des maçonneries du tunnel et noyés dans les piédroits et les reins de la voûte, où ils formaient ensuite contreforts.

Grâce à ce procédé qui a été employé avec succès sur 80 mètres de longueur, la sécurité de la circulation des trains sur le plan incliné n'a plus été compromise. Les travaux n'ont provoqué qu'un mouvement insignifiant dans le viaduc ogival, figuré au plan XIII, accompagné de quelques petites lézardes dans les murs en aile. L'exécution de cette partie de tunnel a donné lieu à une dépense de 2,900 francs le mètre courant.

Le restant du tunnel, à l'exception d'une partie située à 160 mètres de la tête amont, a été exécuté dans un terrain plus consistant, mais néanmoins traversé par les eaux. L'on a employé le procédé ordinaire en sous-sol qui consiste à construire la voûte d'abord, les piédroits et le radier ensuite. Les maçonneries de revêtement avaient 0^m,50 d'épaisseur à la clef, et 0^m,75 d'épaisseur à la naissance de la voûte et aux piédroits; le radier en voûte renversée avait 0^m,50 d'épaisseur.

Ce travail a coûté 1,250 francs le mètre courant.

En ce qui concerne la partie du tunnel comprise entre un point situé à 160 mètres de la tête amont et le faubourg Saint-Gilles, elle a été d'une exécution difficile; le terrain redevenait mauvais et *liquide*, la semelle et les poteaux des cintres n'eurent plus un appui suffisant sur l'argile détrempee, et toute la masse s'affaissa d'une quantité variant de 1 à 30 centimètres, avant et pendant l'exécution des piédroits. Ceux-ci mêmes, n'ont pas toujours pu être établis suivant le profil voulu, à cause des énormes pressions latérales. L'on a pu obvier dans une certaine mesure à ces inconvénients, en démolissant quelques parties du travail après la prise complète du mortier, et en établissant le profil du radier de manière à obtenir la hauteur libre voulue au dessus des rails.

La plupart des barbacanes ménagées dans la maçonnerie ont dû être fermées afin d'éviter la fuite des terres liquides.

Ces affaissements ont nécessité la démolition de quelques maisons situées faubourg Saint-Gilles.

Indépendamment des travaux de la partie amont du tunnel que nous venons de décrire, l'entrepreneur exécutait simultanément deux autres tronçons, dont l'un fut entamé par le puits d'aérage n° 2, et l'autre par

l'extrémité aval du tunnel. Tout le tunnel a été complètement terminé au mois de juin 1873.

Tranchée n° 2 de Jonfosse. — Cette tranchée a une longueur de 200 mètres ; une largeur de 10 mètres, mesurée au niveau des rails, et une profondeur moyenne de 10 mètres environ.

Pendant l'exécution des travaux, une décision ministérielle est intervenue en vertu de laquelle l'on a raccordé la tranchée à la rue Stéphany ainsi qu'à la rue Monulphe, en l'appropriant de manière à présenter une place de stationnement et un emplacement pour ériger un bâtiment de station à voyageurs. Le coût de la tranchée, qui primitivement n'était que de 170,780 francs a été porté ainsi à 370,000 francs.

La tranchée est entièrement creusée dans le terrain argileux compact ; les talus inclinés à raison de un de base pour deux de hauteur, sont revêtus d'une maçonnerie en moëllons bruts de 0^m,50 d'épaisseur au minimum. L'on a donné au revêtement des épaisseurs plus grandes, et on l'a complété par des contreforts intérieurs avec voussettes de décharge, par des cheminées en maçonnerie sèche et par des drains, partout où ce terrain était traversé par les eaux.

Une petite passerelle métallique de 6^m,333 de portée, a été établie au dessus du chemin de 3 mètres, qui raccorde la place de stationnement avec la rue Monulphe (Voir pl. XIV).

Tunnel sous la Belle-Vue. — Ce tunnel, d'une longueur de 102 mètres, établi dans le terrain argileux, n'a donné lieu à aucune difficulté. Il a été commencé au mois de juillet 1870, et terminé au mois de mars 1871.

Toutefois un grave accident a failli arriver pendant l'exécution de ce travail, voici comment : l'on venait à peine de terminer la fouille destinée à une partie de piédroit, lorsque soudain un effondrement se déclara

dans le fond de cette fouille. Nous nous trouvâmes en présence d'un grand vide s'étendant sur 6 mètres de longueur, 2 mètres de largeur et 1^m,50 de hauteur, dont l'existence dans le sous-sol m'a toujours paru inexplicable. Ce vide, rencontré dans un terrain argileux, mélangé de sable en forte proportion en cet endroit, ne paraissait pas avoir été creusé par la main de l'homme, car il n'était en communication avec aucune galerie de recherche ni avec aucun puits d'exploitation houillère.

Ce creux a été comblé de maçonnerie de moëllons et recouvert d'une voûte de décharge exécutée dans le piédroit.

Afin d'éviter, en cas de rencontre analogue, un écoulement du tunnel lors du décintrement, l'ordre a été donné à l'entrepreneur de sonder le terrain dans tous les sens avant de maçonner le revêtement du tunnel.

Tranchée n° 3. (Pl. XV et XVI.) — Cette tranchée qui, d'après le projet approuvé, devait avoir une longueur de 66 mètres, n'a plus qu'une longueur de 8^m,40.

A la suite d'un éboulement survenu le 20 mars 1871, l'Administration supérieure a décidé de substituer à la tranchée, un tunnel sur la plus grande partie de sa longueur. La planche n° XVI indique en pointillé le profil en travers de la tranchée prévue, et en traits pleins le revêtement adopté pour la partie du tunnel substitué à la tranchée.

Contrairement aux prévisions, le terrain rencontré à l'emplacement de la tranchée, n'était pas le terrain naturel. C'était un immense remblai sans consistance, composé de matériaux de démolition, de terres et de débris de toute espèce. Il paraît qu'à une date très-éloignée, l'on a enlevé sur une profondeur de 4 à

5 mètres suivant l'inclinaison de la montagne, toute la terre de la surface, pour l'utiliser dans la fabrication des briques, en remblayant successivement les excavations. Les profils indiquent la disposition de cette couche de remblai.

L'entrepreneur avait commencé l'exécution de la tranchée par une cunette convenablement étançonnée, en vue de pouvoir entamer les travaux du tunnel sous Saint-Martin. Cette cunette qui traversait tout le remblai et qui avait son plafond établi dans le terrain naturel argileux, était à peine creusée sur une quarantaine de mètres, lorsque toute la masse supérieure s'est mise en mouvement. Les eaux pluviales, ayant délayé le sous-sol argileux incliné, formaient un véritable plan de glissement pour le remblai, et les étançons impuissants à résister à l'énorme pression, furent écrasés, et la cunette se combla.

Les profils montrent que le bâtiment de la Société de la Belle-Vue se trouvait dans une situation des plus critiques; le bâtiment principal heureusement, avait ses fondations établies sur le rocher, mais la salle des conférences, composée d'un rez-de-chaussée seulement, était construite sur le terrain rapporté.

L'Administration communale, en présence du danger, a interdit l'entrée de cette salle au public pendant toute la durée des travaux.

Ce bâtiment, malgré sa singulière situation, s'est maintenu, et il n'a pas même subi la moindre détérioration. Le remblai s'est rompu net, suivant un plan vertical, passant par le parement des fondations de la salle, en laissant le bâtiment en quelque sorte suspendu derrière lui. Par contre, le mur qui soutenait le terre-plein des bâtiments, fut entraîné et précipité vers le bas. Ce mur a été rétabli et fondé par piliers, sur le terrain solide.

L'Administration supérieure, immédiatement après l'éboulement, a adopté le projet de construction du tunnel avec voûte et piédroit d'un mètre d'épaisseur, consolidé par des contreforts, des épaulements, et un mur de soutènement destiné à maintenir le remblai au dessus de la voûte et à contrebalancer la poussée horizontale.

L'exécution de cette partie du tunnel a eu lieu de la manière suivante :

Le piédroit de gauche a été construit sur toute sa longueur par l'intermédiaire d'une galerie souterraine, creusée entièrement dans le terrain naturel et compact. Simultanément, l'on exécuta le piédroit de droite et les contreforts, par des puits descendus au moyen de cadres en bois, et de panneaux en planches ; l'on construisit ensuite la voûte par parties successives de 4 à 5 mètres de longueur, en découvrant le piédroit de gauche par le haut, et l'on exécuta également les parties correspondantes du mur de soutènement en remblayant au fur et à mesure au dessus de la voûte. Le noyau central des déblais fut enlevé en dernier lieu, et l'on termina cette partie de tunnel par la construction du radier en voûte renversée.

La construction de la voûte a été rendue fort difficile et très-laborieuse à cause des pluies abondantes des mois d'avril et de mai 1871. Les eaux pluviales, pénétrant dans les fentes et les fissures du remblai, provoquaient à tout moment, de nouvelles poussées. La surveillance s'exerçait nuit et jour par des ouvriers spéciaux *boiseurs*, qui, au premier bruit ou craquement des bois, plaçaient des pièces de renfort.

Cette partie de tunnel qui a été menée à bonne fin dans le courant de l'été de 1871, a donné lieu à une dépense de 1,820 francs le mètre courant.

Tunnel sous le Mont Saint-Martin. — Le tunnel sous

Saint-Martin, qui primitivement ne devait avoir qu'une longueur de 570 mètres, a une longueur réelle de 624^m,45, à la suite de la modification apportée à la tranchée n° 3.

Cet ouvrage d'art fut commencé à l'extrémité aval, au mois d'août 1870, et à l'extrémité amont, comme nous venons de le voir au chapitre précédent, au mois de mai 1871. Il a été terminé en 1874.

La partie amont est creusée dans le terrain argileux et dans le remblai, sur une longueur de 110 mètres, et la partie aval établie dans le terrain argileux a été construite à ciel ouvert sur 70 mètres de longueur, la partie intermédiaire est creusée dans la roche schisteuse, entremêlée de petits bancs de psammite et de grès houiller, inclinés de droite à gauche à raison de 3.7 p. ‰. Le revêtement du tunnel est identique à celui des tunnels n^{os} 1 et 2, c'est-à-dire qu'il est également pourvu d'un radier en voûte renversée sur toute sa longueur.

Exécution du tunnel sous les maisons. — Crevasses et dégâts. — Cet ouvrage d'art présente ceci de particulier, que dans toute sa partie intermédiaire, il a été construit sous des murs de terrasses et sous des bâtiments dont la plupart n'ont pas été expropriés, ni même évacués pendant la construction. L'Etat n'a exproprié que les maisons de la rue Saint-Séverin dont les fondations étaient entamées par la voûte du tunnel ou se trouvaient à proximité.

Ces derniers bâtiments ont été étançonnés convenablement à l'intérieur, avant l'exécution des travaux et être sillonnés dans toutes les embrasures des portes et des fenêtres. Pour la construction du tunnel sous ces maisons, l'on procéda de la manière suivante :

L'on creusa d'abord la galerie supérieure ou bouveau, en ayant soin de placer des cadres, partout où

la maçonnerie des fondations était mise à découvert ; l'on effectua ensuite successivement les déblais de la grande galerie, haute de 3^m,50, et de la voûte, en ne négligeant jamais de bien appuyer les maçonneries des caves ; la voûte se construisit alors avec grande précaution, et l'on chassa entre l'extrados de celle-ci et les maçonneries des caves, une série de coins en bois destinés à atténuer les effets du tassement lors du décintrement. Ces diverses maisons plus ou moins lézardées ont été remises en état immédiatement après l'achèvement des travaux, et louées aux particuliers.

Le tunnel, à partir de la rue Saint-Séverin, passe obliquement sous le Mont Saint-Martin, qui est situé à un niveau tel que la voûte du tunnel s'y trouve à 3 mètres au minimum sous les fondations des bâtiments. L'Etat n'a exproprié sur tout le restant du tunnel que le sous-sol ; néanmoins l'on a jugé utile d'acquérir rue Mont Saint-Martin, trois maisons fortement détériorées, dont les arrière-bâtiments, les citernes et les lieux d'aisances se sont effondrés pendant l'exécution des travaux.

Au delà, des dégâts plus ou moins considérables ont été occasionnés aux constructions de la surface, sur toute la zone occupée par le tunnel, mais sans qu'il y ait en un seul malheur à déplorer. Ces dégâts s'expliquent aisément par le vide qui tend à se produire entre la face d'abatage des déblais et la voûte, vide dû au retrait du mortier et au tassement des maçonneries. Il est à supposer que cet intervalle, au fur et à mesure qu'il se produit, est suivi d'une descente de toute la masse du terrain supérieur, dont la rupture a lieu par couches successives jusqu'à la surface.

Ces mouvements dans les couches de schiste, et les tassements qui tôt ou tard devaient se déclarer, ont été accélérés par la vibration et les secousses provoquées par les explosions des fourneaux de mines.

Tête oblique du tunnel. (Pl. n° XVII.)— La tête aval du tunnel a une obliquité de 56° ; elle a été exécutée en faisant usage de l'appareil hélicoïdal anglais, avec claveaux en pierre de taille. En vue de relier convenablement la partie oblique avec la partie droite du tunnel, l'on s'est servi d'une seconde série de claveaux en pierre, taillés en crémaillère. La déformation du mur de tête a été totalement évitée en reliant entre eux la plupart des claveaux de tête au moyen de crampons en fer scellés au plomb à l'extrados des claveaux, et en rendant ceux-ci solidaires des claveaux en crémaillère, au moyen de fers méplats, logés dans les joints de maçonnerie et scellés dans la pierre.

Détournement d'égouts. — La construction du tunnel a nécessité le détournement du grand égout de Saint-Séverin, depuis la place Saint-Séverin jusqu'à la rue derrière le Palais, en passant par les rues Agimont et Fond Saint-Servais, et en plongeant sous les voies de la station intérieure. Ce détournement a donné lieu à une dépense de 60,000 francs.

D'autres petits égouts rencontrés par la partie aval du tunnel ont été recueillis dans un collecteur construit à ciel ouvert sur le rein de droite de la voûte du tunnel, et raccordé avec la partie de l'égout Saint-Séverin conservé sous la rue de Bruxelles. Un siphon en fonte, établi sous la tête oblique du tunnel, sert à lancer une partie des eaux de la Légia dans cet égout conservé.

Un petit canal de la rue des Bons-Enfants, traverse la partie supérieure du tunnel, au moyen d'un tuyau en fonte, encastré à ses deux extrémités dans la voûte.

Ces divers petits travaux ont donné lieu à une dépense de 5,500 francs.

Coût du tunnel. — La dépense faite pour la construction du tunnel proprement dit, est de 1,360 francs le mètre courant.

Tranchée n° 4 de la station intérieure, derrière le Palais. (Pl. n° XVIII). — Cette tranchée, comprise entre le tunnel sous le Mont Saint Martin et le tunnel sous Pierreuse, d'une longueur de 261^m,50, a été appropriée pour l'érection d'un bâtiment de station destiné aux voyageurs. Son exécution, y compris le redressement des rues de Bruxelles et Table-de-Pierre a nécessité l'expropriation de 96 immeubles bâtis, ce qui a donné lieu à une dépense de 2,231,000 francs.

Les travaux de terrassements et de construction des murs de soutènement, ont coûté la somme de 165,000 francs.

Parmi tous les ouvrages exécutés dans cette tranchée, le mur de soutènement de la rue Volière seul, a donné lieu à des difficultés et à des accidents. Les fondations de ce mur ont été établies sur une certaine longueur dans le schiste, mais à l'emplacement de toute la partie amont du mur jusqu'en regard de l'église Saint-Servais, le terrain inférieur était argileux, plus ou moins tourbeux et humide; à partir de l'église jusqu'au tunnel sous Pierreuse, le terrain inférieur schisteux était traversé par des eaux de source très-abondantes qui ont été recueillies dans un petit aqueduc longitudinal situé au pied du mur et détournées vers l'égout de Saint Séverin qui passe sous les voies. Malgré la précaution prise, de n'effectuer les fouilles et de ne construire le mur que par parties successives, des tassements ont été provoqués dans la rue Volière, qui ont eu pour conséquence en premier lieu, la rupture d'un joint dans la maîtresse-conduite des eaux alimentaires, ce qui a failli compromettre l'existence de tout le mur; en second lieu, des mouvements assez importants dans l'église Saint-Servais établie à 4 mètres de distance du parement du mur, et sise en contre-haut des fondations du mur.

La fabrique d'Église, a intenté une action en dommages et intérêts à l'Etat, mais l'issue du procès au moment de la rédaction de la présente notice, n'est pas encore connue.

Tunnel sous Pierreuse. — Le tunnel sous Pierreuse, commencé à son extrémité amont au mois de janvier 1873, et à son extrémité aval au mois de novembre 1874 a été terminé complètement au mois de novembre 1876. Sa longueur qui, primitivement était de 514 mètres a été portée définitivement à 723^m,50, à la suite des éboulements survenus dans la tranchée n° 5.

Cet ouvrage d'art a sa partie amont creusée dans le schiste, sa partie intermédiaire dans le schiste et dans le grès houiller, et il a sa partie aval établie dans le terrain argileux.

Travaux imprévus. — L'exécution de ce tunnel a donné lieu à des travaux imprévus très-importants, qui consistent notamment, en travaux de consolidation effectués au droit de la rencontre de l'ouvrage d'art avec une ancienne exploitation de grès; en travaux de consolidation exécutés dans une couche de houille exploitée qui coupe le profil en long suivant une inclinaison de 20 p. ‰; en travaux de détournement d'une galerie qui alimente la fontaine Saint-Jean rue Hors-Château; et finalement, en travaux de construction de contreforts et de murs de terrasses destinés à soutenir la partie aval du tunnel substitué à la tranchée primitivement prévue.

Ces divers travaux sont représentés par les planches n°s XIX et XX.

La traversée des carrières de grès avec le tunnel, a donné lieu à des difficultés très-sérieuses. Après avoir opéré la jonction des galeries d'avancement amont et aval dans les carrières mêmes, il a fallu commencer par assurer au moyen d'un boisage complet, la sécurité

de la circulation dans les carrières dont le ciel était crevassé dans tous les sens, et où un grand nombre de blocs de grès suspendus, se seraient inévitablement détachés pendant l'exécution des travaux, sous l'influence seule des vibrations produites par les explosions des mines.

L'on exécuta ensuite, par parties successives, en traversant le remblai de la carrière au moyen de puits blindés, les murs de soutènement *a b* et *c d*, prenant appui sur le banc de grès inférieur et s'élevant jusqu'au ciel de la carrière, et l'on construisit simultanément les parties correspondantes des piédroits du tunnel, maçonnés en liaison avec les murs de soutènement. Puis, l'on effectua le déblai nécessaire pour construire la voûte du tunnel par anneaux successifs, tout en protégeant le travail contre un effondrement du plafond de la carrière, au moyen de boisages solidement établis. La voûte fut consolidée par des contreforts reliés aux maçonneries des murs de soutènement, espacés de 3 en 3 mètres, et s'étendant également jusqu'au plafond; les intervalles compris entre les contreforts, furent remblayés avec des déchets de carrière placés à la main, et mainte pièce de bois dont l'enlèvement eût pu compromettre les travaux, fut noyée dans la maçonnerie.

Entretemps, les tronçons amont et aval du tunnel se rapprochaient de plus en plus des travaux en cours d'exécution dans les carrières, et l'on constata des deux côtés, ainsi que dans la carrière même, la présence d'une couche de houille exploitée et imparfaitement remblayée, qui plongeait vers l'amont avec une inclinaison de 20 p. %. Cette découverte ne fut rien moins que rassurante.

En effet, le tronçon amont du tunnel, décintré et terminé complètement jusqu'au point d'émergement de

la couche, se trouvait en quelque sorte suspendu, sa conservation n'étant due qu'à la résistance des bancs de grès inférieurs. Une inspection immédiate des maçonneries nous montra, par de petites lézardes horizontales dans les joints des piédroits, qu'un léger affaissement s'était déjà produit sur une étendue de 70 mètres environ. Après en avoir référé à l'Administration supérieure, celle-ci décida que toute la couche serait vidée et remplie de maçonnerie sur la largeur correspondante au tunnel.

Ces travaux ont été exécutés en creusant dans l'axe du tunnel des puits espacés de 20 mètres d'axe en axe, descendus jusqu'à la couche, et réunis par une galerie afin de pouvoir entamer le travail en différents points à la fois. Le remplissage s'est ensuite effectué en procédant par petites galeries transversales débouchant dans la galerie principale et poussées jusqu'à 0^m,50 au delà de chaque piédroit. L'abondance des eaux et l'inclinaison de la couche a rendu le travail difficile et lent; il a fallu recourir à plusieurs pompes à bras et à l'emploi d'une locomobile pour les épuisements. Le tout a été terminé endéans les cinq mois.

La galerie Richon-fontaine a pu heureusement être détournée sous le radier du tunnel, ce qui a permis de conserver la prise d'eau qui alimente la fontaine Saint-Jean, ainsi qu'une série d'habitations particulières, et dont le débit est représenté par 102 xhansions (1), ce qui équivaut à un capital de 50,000 au minimum.

Les travaux de consolidation exécutés dans les carrières ont coûté la somme de 14,190 francs, les tra-

(1) Un xhansion représente un orifice d'un quart de pouce de Saint-Lambert, soit 0^m,0075 de diamètre, son produit normal est de 5 litres par minute.

Un xhansion mis en vente publique a été adjugé 500 francs en 1874. Avant l'organisation du service des eaux alimentaires, un xhansion valait de 1,500 à 2,000 francs.

vaux de remplissage de la couche de houille exploitée, ont coûté la somme de 33,526 francs et le détournement de la galerie a donné lieu à une dépense de 4,080 francs.

La partie aval du tunnel a été exécutée en remplacement d'une tranchée où s'étaient produits des éboulements considérables et des glissements de terrains tels, que l'administration a jugé que le maintien de la tranchée était sinon impossible, du moins dangereux pour l'avenir.

La planche n° XX, fig. 1^{re}, montre quel est le système de revêtement adopté pour une partie du tunnel de 73^m,50 de longueur où les mouvements dans les terrains supérieurs avaient présenté un caractère des plus alarmants. Pour équilibrer la poussée des prismes de rupture du terrain de la montagne, et éviter en même temps la déformation de la voûte, l'on a contrebuté le tunnel par des contreforts ayant le profil d'une culée, fondés au même niveau que les piédroits, et reliés par des voûtes de décharge destinées à supporter un mur de terrasse. Ce mur a permis d'établir au dessus du tunnel une couche de remblai de 2^m,40 d'épaisseur à l'extrados de la voûte, qui contribue à la stabilité de l'ouvrage.

Tout le travail construit à ciel ouvert a été conduit à bonne fin en 1876, sans qu'aucun accident soit survenu. L'on a commencé par le piédroit de droite et les contreforts, et l'on a exécuté ensuite le restant de la section du tunnel par parties de 5 à 6 mètres de longueur en entamant le radier d'abord pour terminer par le mur de terrasse. Le remblai soigneusement damé s'effectuait au fur et à mesure de l'avancement des diverses maçonneries.

Cette partie du tunnel, y compris la dépense faite au préalable pour la tranchée et le revêtement des talus, a coûté 1,500 francs le mètre courant.

Deux autres parties du tunnel, l'une de 44 mètres de longueur qui forme l'extrémité aval de l'ouvrage d'art, et l'autre de 58 mètres qui précède la partie de 73 mètres exécutée d'après la description qui vient d'être donnée, ont été construites avant l'achèvement de la tranchée ; on s'est contenté de donner un revêtement de 0^m,75 d'épaisseur à la voûte et aux piédroits, et d'établir extérieurement un mur de soutènement pour former une terrasse au dessus du tunnel.

Dégats et dommages. — Les dommages occasionnés à la surface par l'exécution du tunnel ont été peu importants. La propriété des Rédemptoristes, située au dessus des anciennes carrières de grès et de la couche de houille exploitée, a été la plus endommagée. L'administration a payé pour les frais de réparations des murs de terrasses, des serres, etc., une somme de 4,673 francs.

Les autres indemnités payées sont insignifiantes.

L'exécution du tunnel sous la rue Pierreuse, a donné lieu à quelques embarras, à cause de l'existence d'un égout et d'une maîtresse-conduite des eaux alimentaires. Le passage sous les maisons acquises par l'Etat, s'est effectué en usant des précautions déjà prises pour les maisons de la rue Saint-Séverin.

Le tunnel, abstraction faite des travaux de consolidation mentionnés, a donné lieu à une dépense de 1,300 francs le mètre courant.

Tranchée n° 5. — Cette tranchée, qui primitivement devait avoir une longueur de 232 mètres, n'a qu'une longueur de 14^m,50, par suite du prolongement du tunnel sous Pierreuse. Les talus inclinés à raison de 1 de base pour 2 de hauteur, sont revêtus d'une maçonnerie de moëllons bruts de 0^m,50 d'épaisseur. Les pieds de ces talus sont distants de 10 mètres au niveau des rails.

La planche n° XXI, donne le dessin d'une passerelle-escalier en fer avec marches en bois, de 23 mètres de portée qui devait être exécutée au dessus de la tranchée n° 5, mais qui a pu être supprimée par suite du prolongement du tunnel. Cette passerelle aurait coûté 5,271 fr. 84.

Tunnel des Carmélites. — L'exécution de ce tunnel, d'une longueur de 110 mètres et établi en partie dans le terrain argileux compact, et en partie dans le terrain schisteux, n'a présenté aucune difficulté sérieuse. A son extrémité aval où la voûte affleurait le terrain de la surface, incliné à raison de 45 p. ‰, il a fallu construire un mur de soutènement et établir une terrasse au dessus de la voûte, pour contrebuter la poussée du terrain supérieur. Malgré cette précaution, une petite déformation s'est produite dans la voûte.

Ce tunnel a coûté 1,230 francs le mètre courant.

Tranchée n° 6. — La planche n° XXII, représente les dimensions de cette tranchée et la forme donnée à son profil transversal. Elle est creusée au pied des vignes de Vivegnis où l'on a dû maintenir la communication entre les terrains supérieurs et inférieurs, au moyen de trois passages, dont le premier est ménagé au dessus de la tête aval du tunnel des Carmélites, dont le deuxième est établi au milieu de la tranchée par l'intermédiaire d'une passerelle métallique et de deux rampes inclinées à raison de 20 p. ‰, et dont le troisième, placé à l'extrémité aval de la tranchée, est formé par un viaduc en dessous de 2 mètres de largeur.

La planche XXIII indique la forme et les dimensions de la passerelle métallique qui a coûté 9,208 francs, soit 2,158 francs pour le tablier et 7,050 francs pour les rampes en maçonnerie munies de garde-corps en fer.

Deux aqueducs, de 0^m,80 et de 0^m,50 de diamètre, amènent toutes les eaux de la tranchée vers un collecteur qui se raccorde avec l'égout du faubourg Vivegnies.

Dans l'exécution de cette tranchée l'on n'a rencontré qu'une seule difficulté, résultant d'un éboulement qui s'est déclaré à 30 mètres de la tête aval du tunnel des Carmélites, où nous nous sommes trouvés en présence d'un remblai provenant probablement d'une ancienne exploitation. Le terrain a été acheté par l'Etat, et en grande partie déblayé au dessus de la crête du revêtement. Celui-ci a été exécuté en maçonnerie de moëllons bruts sur 1 mètre d'épaisseur avec des contreforts de 1 mètre de largeur, espacés de 4 mètres d'axe en axe, et reliés par des voussettes de décharge superposées.

Viaduc du Baneux. — Ce viaduc, de 57^m,50 de longueur, a été construit pour permettre l'exploitation de la houillère du Baneux. Commencé au mois d'octobre 1872, cet ouvrage d'art a été terminé en été 1873; il a coûté 1,245 francs le mètre courant.

La planche n° XX, fig. 2, indique le mode de fondation employé pour descendre au niveau du terrain naturel qui est à 6 mètres en contrebas des rails, ainsi que les dimensions du revêtement donné au viaduc et au mur de soutènement qui surmonte le piédroit de droite.

Pendant l'exécution des travaux et même plus tard, cet ouvrage d'art a subi une petite déviation de gauche à droite provenant du tassement des remblais schisteux et de leur poussée contre la partie de gauche du revêtement.

COÛT DU CHEMIN DE FER.

La réalisation du projet a donné lieu à une dépense

qui dépasse notablement les prévisions. Cela provient d'abord, de ce que l'acquisition des immeubles nécessaires à la construction du chemin de fer, a dû être faite à des prix bien supérieurs à l'évaluation primitive, ensuite de ce qu'il a fallu étendre la zone des expropriations au faubourg Saint-Gilles, au Mont Saint-Martin et à la rue Saint-Séverin, et finalement de ce qu'il a fallu compléter le projet :

1° Par la création d'une halte derrière le gazomètre ;
 2° par l'exécution d'un radier maçonné dans tous les tunnels ; 3° par l'augmentation de l'épaisseur du revêtement maçonné en beaucoup d'endroits ; 4° par l'allongement des tunnels sous le Mont-Saint-Martin et sous Pierreuse.

La dépense totale, qui s'élève à la somme de 8,461,505 francs, peut être détaillée comme suit :

1^{re} section.

Coût des immeubles expropriés à la surface	fr. 1,625,000	»
Indemnités payées pour l'occupation du sous-sol et pour les dégâts occasionnés aux bâtiments non expropriés	296,000	»
Montant de l'adjudication des travaux	1,898,915	»
Coût des travaux imprévus	666,200	»

2^e section.

Coût des immeubles expropriés à la surface	2,137,000	»
Indemnités payées pour le sous-sol et pour les dégâts occasionnés à la surface	50,000	»

Montant de l'adjudication des travaux	1,187,890	»
Coût des travaux imprévus . . .	301,500	»
Dépense pour 15,564 mètres cou- rants de rails en acier, y compris les éclisses, plaques, boulons et crampons	145,000	»
Prix de 9,079 billes en chêne créosoté.	55,000	»
Fourniture de ballast en gravier de Meuse, y compris la pose des voies	86,000	»
Total de la dépense pour les 2 sections.	<u>fr. 8,448,505</u>	»

A ajouter :

Pour frais d'expropriation (somme présumée).	150,000	»
Pour bâtiment provisoire des re- cettes, pour magasin, clôture, pa- vage, etc.	70,000	»
Pour le bâtiment définitif de la gare du palais, trottoirs, passerelles, pas- sage au-dessus de la tête du tunnel sous Pierreuse (somme présumée).	280,000	»
Pour le bâtiment de station en Jon- fosse, pavage, viaduc en dessous (somme présumée)	150,000	»
Pour la part d'intervention de l'Etat dans l'élargissement de la rue Table-de-pierre et de Bruxelles et la construction du mur de soutène- ment	188,000	»
Total général. . . fr.	<u>9.286,505</u>	»

De cette somme il y a lieu de dé-
duire :

1° Les sommes perçues jusqu'au 1 ^{er} janvier 1877 pour les loyers des bâtiments non démolis. fr. 55,000 »	}	825,000 »
2° La valeur de tous les immeubles rendus dis- ponibles et remis à l'ad- ministration des do- maines. 770,000 »		
Reste pour la dépense définitive. fr.		8,461,505 »

Il résulte de ce qui précède que le chemin de fer de raccordement aura coûté 1,130 francs le mètre courant, en ne considérant que la dépense faite pour les travaux d'art, pour les terrassements et pour les voies.

Le coût atteint 2,200 francs le mètre courant, si l'on tient compte des dépenses de toute nature mentionnées ci-dessus.

Le tableau précédent nous montre également que la somme qui représente la valeur des immeubles dont la rétrocession ou la vente pourra avoir lieu, est assez importante. Ces immeubles sont, pour la plupart, des bâtiments situés au-dessus des tunnels, et dont les fondations reposent sur l'extrados de la voûte, ou sont établies à peu de distance de cette voûte.

L'administration, en vue d'éviter les accidents pendant la construction des tunnels, a jugé prudent, comme nous l'avons déjà dit, d'acquérir, au préalable, ces bâtiments et de les faire évacuer jusqu'au jour où tout danger avait disparu. Ces bâtiments qui, en général, ont subi des détériorations plus ou moins fortes, ont pu être remis en bon état, et loués.

Aux endroits où le terrain était compact et où l'intervalle compris entre les fondations des maisons et l'extrados de la voûte dépassait 3 mètres, l'administration s'est contentée de demander aux tribunaux

l'expropriation du sous-sol, ou le droit de servitude de passage en tunnel.

Le tribunal désignait trois experts chargés de dresser un état des lieux pour chaque propriété avant le creusement des tunnels, et déterminait, par jugement, l'indemnité due au propriétaire par mètre carré de superficie occupée par le tunnel. Cette indemnité, en rapport avec la hauteur libre entre la voûte et le sol, était comprise entre les $\frac{3}{4}$ et le $\frac{1}{8}$ de la valeur du terrain à la surface.

Un second jugement, rendu après l'exécution des travaux, déterminait l'indemnité due au propriétaire, du chef des dégâts occasionnés à la propriété, et du chef de la dépréciation de celle-ci. Indépendamment de cela, les jugements ont réservé les droits des propriétaires pour tout nouveau dégât qui pourrait éventuellement se produire, par suite de l'exploitation du chemin de fer.

Liège, 28 février 1877.

N. B. L'inauguration du chemin de fer a eu lieu le 1^{er} septembre 1877.