

Compagnie du Chemin de fer
Montreux Oberland Bernois SA
CP 1426
1820 Montreux



. **COMMUNE DE MONTREUX, VD**

. **TUNNEL DES AVANTS**

. **Assainissement du tunnel**

PROJET D'ENQUÊTE

Pièce 4

BASE DU PROJET & CONVENTION D'UTILISATION


Maître d'ouvrage: Compagnie du Chemin de fer
Montreux Oberland Bernois SA

G. Oberson

P. Billieux :

Auteur du projet : D. Collomb :

Date : Montreux, le 15.01.2016

KM	-					
ECHELLE	-		. TUNNEL DES AVANTS . . Assainissement du tunnel			
DESS. / CONT.	Dj	Cl				
DATE	27.06.2016					
FORMAT	A4					
			MODIFICATIONS		DESS.	DATE
			- Renouvellement de l'infrastructure et de la superstructure de la voie -		Kpfr -	15.01.16 -
Projet No. : 7006.01-RN008g			REPLACE PLAN NO: - 7006.01-RN008f		-	-



Compagnie du Chemin de fer Montreux Oberland Bernois SA
Tunnel des Avants
Assainissement du tunnel
Projet d'enquête

4. Base du projet et convention d'utilisation

Table des matières	Page
1. Introduction	4
2. Fonctions attendues du tunnel rénové	4
3. Durée d'utilisation	4
4. Bases de conception	5
4.1 Normes et directives	5
4.2 Etudes antérieures et bases documentaires	6
4.3 Données topographiques et cadastrales	7
4.4 Géométrie du tunnel - réseaux souterrains	7
4.5 Données géotechniques	7
5. Description du projet	8
5.1 Aperçu général	8
5.2 Système structural	9
5.3 Dispositions générales de conception	10
5.4 Dispositions particulières pour la phase travaux	12
6. Dimensionnement	12
6.1 Bases de dimensionnement	12
6.1.1 Actions principales en phase d'exploitation	12
6.1.2 Risque particuliers en phase d'exploitation	13
6.1.3 Actions principales en phase chantier	14
6.2 Vérification de la sécurité structurale des parties d'ouvrage	15
6.2.1 Actions permanentes	15
6.2.2 Actions variables	16
6.2.3 Actions accidentelles	17
6.3 Aptitude au service	17
7. Contexte et exigences pendant les travaux	18
7.1 Exigence du MOB	18
7.1.1 Travaux réalisés en journée	18
7.1.2 Travaux réalisés de nuit	19
7.2 Exigence de tiers	19
7.3 Constats avant le début des travaux	19
7.3.1 Constat de l'état de bâtiments et constructions	19
7.3.2 Constat de l'état des terrains et des voiries	20
7.4 Contrôles pendant les travaux	20
8. Entretien et maintenance de l'ouvrage	21
9. Dérogation aux directives OCF	21
9.1 Pour le tracé	21
10. Signatures	22

1. Introduction

Le tunnel des Avants est situé sur la ligne de chemin de fer du Montreux Oberland Bernois (MOB), immédiatement à l'amont de la gare MOB des Avants et de la gare inférieure du funiculaire Les Avants – Sonloup.

Il concerne le tronçon du km 10.946 au km 11.098,73 du chainage général de la ligne MOB et présente les caractéristiques générales suivantes :

- Tunnel monotube à simple voie (écartement métrique).
- Longueur : 153 m.
- Faible profondeur.

Sa reconstruction vise les objectifs principaux suivants :

- Mise aux normes en matière de sécurité pour les voyageurs et pour le personnel d'entretien,
- Mise aux normes en matière de gabarit véhicule (élargissement au gabarit A).

Aucune augmentation significative de vitesse de circulation des trains n'est prévue puisque le tracé de la voie n'est pas modifié par le projet.

2. Fonctions attendues du tunnel rénové

Les principales fonctions de l'ouvrage prises en compte pour sa conception sont :

- Garantir la sécurité du trafic voyageur selon les normes en vigueur.
- Garantir de bonnes conditions d'exploitation, même en période hivernale (gel).
- Permettre en tout temps l'évacuation aisée des voyageurs et l'acheminement des secours en situation de train immobilisé dans le tunnel.
- Permettre la circulation des trains sans restriction de dimensions dans le limite du gabarit A selon DE-OCF.
- Assurer la protection de la voie aux têtes contre d'éventuelles chutes de promeneurs.
- Assurer le drainage du tunnel et rejeter les eaux dans le réseau existant à la gare des Avants.
- Permettre le passage de câbles électriques, de fibres optiques et de gaines de réservation.

3. Durée d'utilisation

Le Maître d'Ouvrage accorde la plus grande importance à la durabilité de l'ouvrage. Il s'agit de réduire au maximum les travaux d'entretien et de maintenance eu égard aux contraintes d'exploitation et de coût.

Les durées d'utilisation suivantes sont considérées :

- Structure B.A : 100 ans.
- Etanchéité de la dalle : 80 ans.
- Canalisations et drainage : 50 ans.

4. Bases de conception

4.1 Normes et directives

Les directives, règlements, normes et/ou recommandations suivantes ont été considérés comme base de conception et de dimensionnement du projet.

Directives et règlements :

- Loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF).
- Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF).
- Disposition d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer : DE-OCF (édition 2013).
- Loi fédérale sur les installations électriques (LIE).
- Ordonnance sur les installations électriques à courant fort.
- Ordonnance sur les lignes électriques (OLEI).
- Ordonnance sur les installations électriques des chemins de fer (OIEC).
- Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les installations électriques des chemins de fer (DE-OIEC).
- Directives sur la procédure d'approbation des plans pour les installations ferroviaires (OPAPIF) du 01.12.2013.
- Directives OFT et OFEV pour la gestion des déchets de chantier.
- Directives OFEV sur la protection de l'air.
- Directives OFEV sur la protection des eaux.
- Directives OFEV sur la protection contre le bruit: édition 2006.
- Directives pour la protection contre la corrosion provoquée par les courants vagabonds d'installation à courant continu : C3 f (édition 2011).
- Les règlements R RTE 20012 de l'union des transports publics "Profil d'espace libre -voie normale et voie métrique".

Normes ou recommandations :

- SIA 118 édition 2013: constructions générales pour l'exécution des travaux de construction.
- SIA 118/198 édition 2007: constructions générales pour constructions souterraines.
- SIA 190.018 édition 2005: canalisations.
- SIA 193.102 édition 2001: exécution des travaux géotechniques spéciaux – pieux.
- SIA 193.131 édition 2000: exécution des travaux géotechniques spéciaux – tirant d'ancrage.
- SIA 197 édition 2004: projets de tunnels – bases générales.
- SIA 198 édition 2004: constructions souterraines – exécution.
- SIA 199 édition 1998: étude du massif encaissant pour les travaux souterrains.
- SIA 260 édition 2013: bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses.
- SIA 261/1 édition 2003: actions sur les structures porteuses.
- SIA 262 édition 2013: construction en béton.
- SIA 262/1 édition 2013: spécifications complémentaires.
- SIA 263 édition 2013: construction en acier.
- SIA 263/1 édition 2013: construction en acier - spécifications complémentaires.
- SIA 265 édition 2012: construction en bois.
- SIA 265/1 édition 2009: construction en bois - spécifications complémentaires.
- SIA 267 édition 2003: géotechnique.
- SIA 267/1 édition 2003: géotechnique - spécifications complémentaires.

4.2 Etudes antérieures et bases documentaires

Les études antérieures et/ou bases documentaires suivantes en rapport avec le projet ont été considérées :

- Réhabilitation du tunnel des Avants - Etude d'Avant Projet – réf. BG 7006.01-RN002a du 14 février 2009.
- Tunnel des Avants - Inspection principale du 6 juillet 2007 - réf. BG 6645.01-RN004a.
- Coupe en travers au km 10.962 au 1: 50 du bureau d'ingénieurs Daniel Willi SA. N° 2157-140a du 23 janvier 2008.
- Plan de la paroi clouée du portail aval du bureau de géotechnique Karakas et Français N° 4513A-201 du 24 juin 2008.
- Relevés des dégradations principales du 9 août 2001 du tunnel des Avants, N° BG 6097-PG007.

4.3 Données topographiques et cadastrales

Les données topographiques et cadastrales disponibles à ce jour pour le secteur d'étude sont :

- Le plan cadastral de la commune.
- Un levé topographique de SWISSTOPO avec équidistance des courbes de niveau de 0,2 m.

Il est à noter ici des incohérences manifestes entre le plan topographique et la réalité dans les zones de portail, cette situation s'expliquant par le fait que les courbes de niveau fournies ont été calculées automatiquement (programme de krijage) à partir d'un semis de points.

La réalisation de levés topographiques spécifiques aux zones de portail ainsi que de quelques sections transversales sera nécessaire pour le projet définitif.

4.4 Géométrie du tunnel - réseaux souterrains

Les données relatives à la géométrie du tunnel sont :

- La situation du tracé ferroviaire (donnée du MOB),
- Le scan (numérisation) de l'intrados de la voûte du tunnel (données SPACETEC),
- Huit sondages horizontaux carottés à 1,5 m de hauteur dans les parements du tunnel.

Les données relatives au cadastre souterrain disponibles ont été pour le secteur d'étude :

- La situation des collecteurs eaux clairs et eaux usées; plan au 1:500 daté du 19-02-2009 de la commune de Montreux.
- La situation du réseau d'eau potable; plan au 1:1000 daté du 19-02-2009 de la commune de Montreux.
- Des extraits de plan SWISSCOM (base au 1:500) datés du 20-02-2009.
- Des extraits de plan Romande Energie datés du 20-02-2009.
- L'extrait (feuille 13) du plan de situation de la conduite métallique DN650 des eaux du pays d'Enhaut (ancien plan de la "Société Electrique Vevey – Montreux").

4.5 Données géotechniques

Les données géologiques / géotechniques disponibles au début de l'étude étaient :

- La carte géologique au 1 : 7 500.
- Les valeurs de calcul retenues par le bureau d'études *Karakas & Français* pour le dimensionnement des parois clouées construites en 2008 entre la gare des Avants et le portail aval du tunnel.

Ces deux références font état de la présence d'alluvions en surface, à proximité du portail aval du tunnel, et de moraine compacte plus en profondeur. La deuxième référence indique une profondeur d'alluvions de 1.50m au niveau du mur droit situé immédiatement avant le portail aval du tunnel (sens du chaînage MOB).

Les valeurs retenues par *Karakas & Français* pour les moraines sont :

- $\Phi_i' = 31^\circ$.
- $c' = 5 \text{ kN/m}^2$.

Tunnel des Avants - Projet d'enquête - Base de projet et convention d'utilisation

8

- Masse spécifique = 21 kN/m³.

Une reconnaissance géotechnique par sondages carottés a été réalisée fin 2011 – début 2012¹. Elle a permis permettre d'affiner le projet sur ses composantes suivantes :

- Le soutènement des talus provisoires, avec notamment les caractéristiques du boulonnage et des ancrages provisoires localement nécessaires,
- L'armature des éléments de structure B.A. (pieux forés et dalle),
- L'épaisseur de la voûte maçonnée existante du tunnel.

Deux sondages complémentaires ont été réalisés en janvier 2016 afin de mesurer la portance de la plateforme. Il en ressort l'information principale suivante :

- Une portance du terrain suffisante au niveau de la future assise de la plateforme ferroviaire (80 cm environ sous le PDR), le module de déformation minimal mesuré en sondage étant d'environ 30 MN/m².

C'est sur cette base que le projet en objet a été dimensionné.

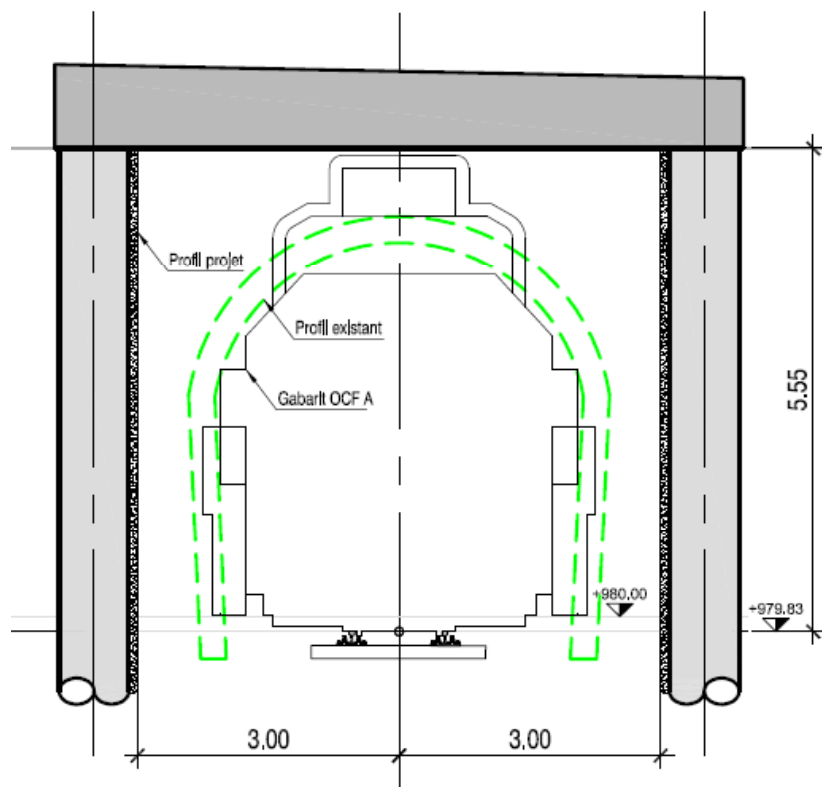
5. Description du projet

5.1 Aperçu général

Le projet consiste pour l'essentiel à remplacer le tunnel existant en voûte maçonnée par un ouvrage cadre en béton armé (galerie) constitué par une dalle et deux parois de pieux forés réalisés à l'extérieur du périmètre de la voûte existante.

La section type correspondante est donnée ci-après, le figuré du revêtement en vert étant donné ici à titre indicatif seulement :

¹ L'adjudication des travaux a été faite en janvier 2010. Sa réalisation, prévue initialement pour avril 2010, n'a pas pu commencer avant fin 2011 du fait de l'opposition d'un propriétaire.



L'ouvrage, d'une longueur totale de 152,73 m, est réalisé selon une technique dite "en taupe", ce qui permet de limiter au strict minimum :

- L'interruption de l'exploitation de la ligne pendant les travaux.
- L'emprise du chantier en surface.
- La gêne aux riverains.

Il comporte 8 niches de sécurité et correspond au gabarit d'espace libre A pour une hauteur de caténaire selon les directives DE-OCF.

Le projet est décrit plus en détail dans le rapport technique (pièce 2 du dossier).

5.2 Système structural

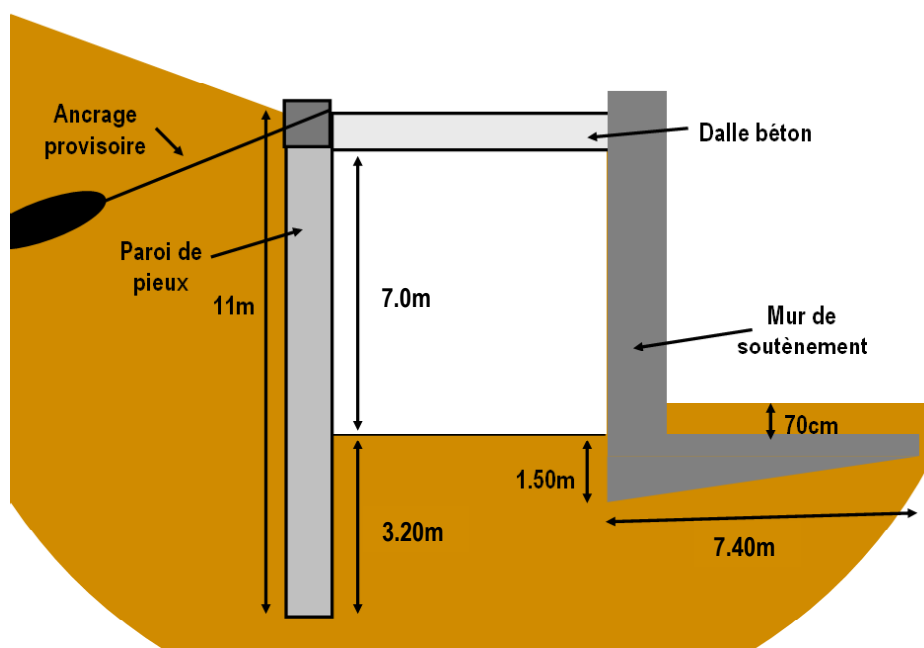
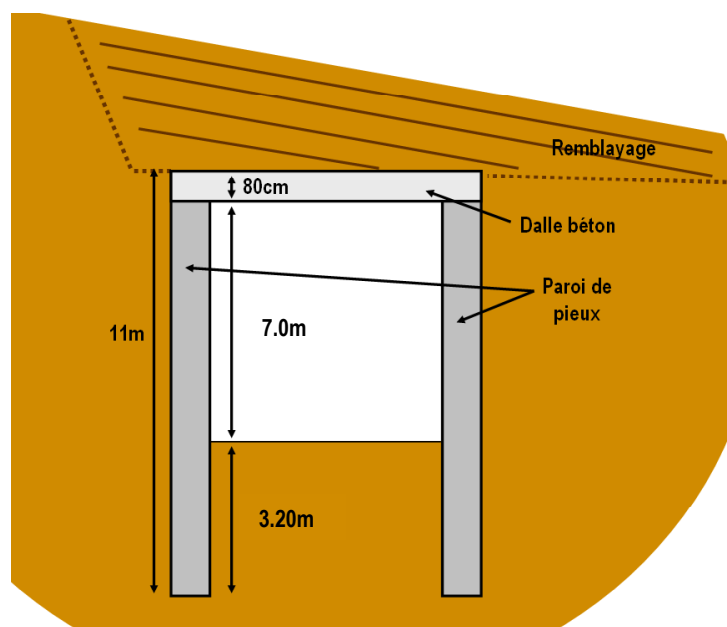
Du PK 0 au PK 140, le terrain recouvre entièrement la section du tunnel. Sur ce tronçon, appelé pour la suite section courante, deux parois de pieux forés (pieux Φ 100 cm tous les 1.80 m, fiche de 3,2 m) seront réalisées de part et d'autre du tunnel existant. Une dalle d'épaisseur minimale 80 cm appuyée sur ces pieux constituera la couverture du nouveau tunnel et assurera le butonnage en tête de ces mêmes pieux.

Le tronçon du PK 140 au PK 152,73 constitue le portail amont du tunnel. Le terrain ne recouvre pas le tunnel du côté Sud sur ce secteur. La paroi en pieux forés sera alors réalisée uniquement du côté Nord, alors que du côté Sud, un mur de soutènement sera réalisé afin de reprendre les efforts transmis par la paroi de pieux à la dalle de couverture. En phase chantier, les pieux seront ancrés en tête afin d'assurer leur stabilité.

Tunnel des Avants - Projet d'enquête - Base de projet et convention d'utilisation

10

Les dimensions principales des éléments structuraux sont représentées sur les schémas suivants, successivement pour la section courante du tunnel et le portail amont :



Ces éléments structuraux ont été dimensionnés avec les logiciels RIDO (équilibre et efforts de la paroi de pieux au stade final), TALREN (stabilité de pentes et du rideau de pieux en phase chantier) et LARIX (stabilité du mur de soutènement côté Sud au portail amont).

5.3 Dispositions générales de conception

Les dispositions générales de conception considérées pour le projet sont les suivantes :

- Casquettes et barrières de protection vis-à-vis des promeneurs aux têtes;

Tunnel des Avants - Projet d'enquête - Base de projet et convention d'utilisation

11

- Chemin de la Rampe et chemin de la Pinte conservés dans leur implantation actuelle en dehors de la période des travaux;
- Limitation stricte des tassements à proximité des constructions existantes;
- Dimensionnement structural des parties d'ouvrage provisoires et définitives basées sur :
 - l'utilisation de bétons de type étanche au sens des normes SIA et répondant aux spécifications de résistance C20/25 pour les pieux et C25/30 pour la dalle,
 - la réalisation d'une dalle en béton armé reposant sur des pieux et localement en partie sur un mur de soutènement avec des armatures répondant aux spécifications S235 au minimum,
- Etanchéité de la face supérieure de la dalle par lés bitumineux et protection de cette étanchéité vis à vis du remblai sus-jacent;
- Drainage des eaux entre les pieux derrière les parements latéraux en béton projeté armé et épaisseur suffisante de ces parements en tant que protection contre le gel;
- Drainage de la voie.

5.4 Dispositions particulières pour la phase travaux

Les dispositions particulières considérées pour la phase travaux du tunnel sont :

- Suivre "en temps réel" pendant l'essentiel des travaux réalisés à ciel ouvert les déformations de la voûte en maçonnerie du tunnel existant.
- Permettre sans perturbation la circulation des trains en journée sur l'essentiel de la durée des travaux.
- Limiter les travaux de nuit (zone urbanisée).
- Limiter au strict minimum et contrôler pendant les travaux les tassements à proximité des constructions existantes à conserver.
- Réaliser les terrassements à ciel ouvert en dehors des périodes de forte activité des abeilles (sécurité des ouvriers par rapport à la présence d'un rucher "en dur" à proximité du chantier).

À cette liste s'ajoutent les exigences indiquées aux chapitres 7.1 et 7.2 relatives au MOB et aux tiers.

6. Dimensionnement

6.1 Bases de dimensionnement

6.1.1 Actions principales en phase d'exploitation

- Pour les pieux : poids propre de l'ouvrage, remblai sur la dalle, véhicules agricoles, véhicules sur les chemins de la Rampe et de la Pinte, neige et gel;
- Pour la dalle : poids propre de l'ouvrage, remblai sur la dalle, véhicules agricoles, véhicules sur les chemins de la Rampe et de la Pinte, neige et gel;
- Pour les canalisations : la présence d'eau éventuellement chargée en minéraux (dépôts); les canalisations d'eaux claires et usées recoupant transversalement le tracé au-dessus du tunnel.

Toutes ces actions sont considérées dans les calculs de prédimensionnement et/ou par des dispositions de conception.

Il est à noter que l'action de l'eau n'est pas considérée dans les calculs étant donné que le tunnel rénové est de type drainant, comme l'ouvrage actuel.

6.1.2 Risque particuliers en phase d'exploitation

- Evacuation des voyageurs en cas d'arrêt du train dans le tunnel :

L'évacuation des voyageurs en cas d'arrêt du train dans le tunnel sera facilitée par la présence d'un trottoir et d'une main courante.

- Sécurité du personnel pour les opérations d'entretien courant :

Pour le personnel d'entretien de la ligne, des niches de sécurité sont prévues tous les 25 m environ. Elles sont positionnées alternativement de chaque côté de la voie, sauf dans les zones de têtes où deux niches se font face.

- Déraillement :

Aucune disposition spécifique autre que celles qui découlent de l'application des directives DE-OCF n'est considérée dans le projet vis-à-vis du risque de déraillement.

- Incendie d'un train dans le tunnel.

Les dispositions particulières de protection considérées ici vis-à-vis du risque incendie sont :

- Un trottoir et une main courante pour l'évacuation des voyageurs dans le tunnel.
- L'utilisation de béton armé pour la structure avec un enrobage mini. de 40 mm.

6.1.3 Actions principales en phase chantier

Les principales actions en phase chantier et leur mode de prise en compte dans le dimensionnement de l'ouvrage sont indiqués sous forme synthétique dans le tableau suivant :

Environnement immédiat du chantier	Situation de risque	Mesures	Hypothèses pour l'analyse structurale et le dimensionnement.
Constructions proches du chantier	Déformations lors de la réalisation de la plateforme de travail	Excavation par étapes Dimensionnement du soutènement Suivi déformations pendant travaux (inclinomètres dans 3 sondages)	Calcul statique avec limitation des déplacements admissibles
	Tassement du fait du drainage du terrain	Conservation du caractère drainant de l'ouvrage Suivi déformations pendant travaux (inclinomètres dans 3 sondages)	Tunnel drainant
Terrain dans et à proximité du chantier	Glissement lors de la réalisation de la plateforme de travail	Excavation par étapes Dimensionnement du soutènement Suivi déformations pendant l'excavation (inclinomètres dans 3 sondages)	Calcul statique à l'état limite 2 avec $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 31^\circ$, $c = 5 \text{ kPa}$
Voûte maçonnée du tunnel existant	<p>Domage au revêtement maçonné lors de la foration des pieux</p> <p>Domages sous poids des engins de chantier (foreuse des pieux en particulier)</p>	<p>Sondages horizontaux complémentaires vers 1 m au dessus du plan de roulement pour préciser l'épaisseur de la voûte</p> <p>Dalle de roulement en béton armé et couche d'assise au dessus de la voûte du tunnel pour la circulation des engins lourds</p> <p>Vérification par calcul des sollicitations de la voûte</p> <p>Suivi "en temps réel" des déformations et des dommages éventuels de la voûte pendant les travaux</p> <p>Définition de seuils de vigilance particulière et d'alerte pour les déformations de la voûte (à définir au projet définitif)</p> <p>Application d'une procédure de sécurité en cas de dépassement des seuils (à définir au projet définitif)</p>	Calcul statique pour le poids de la foreuse des pieux (75 to)

6.2 Vérification de la sécurité structurale des parties d'ouvrage

6.2.1 Actions permanentes

Situation de risque	Mesures	Traitement	Hypothèses pour l'analyse structurale et le dimensionnement
Poids propre des structures de l'ouvrage et des constructions à proximité	Dimensionnement	Calcul statique	Charges volumiques : <ul style="list-style-type: none"> béton : $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$, acier : $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$, bois : $\gamma_b = 7 \text{ kN/m}^3$.
Poids remblai sur l'ouvrage	Dimensionnement	Calcul statique	Charge volumique : $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
Poussée des terres	Dimensionnement	Calcul statique	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$; $\varphi = 31^\circ$, $c = 5 \text{ kPa}$
Poussée hydrostatique	Drainage	Aucun	Tunnel drainant

6.2.2 Actions variables

Situation de risque	Mesures	Traitement	Hypothèses pour l'analyse structurale et le dimensionnement
Neige	Dimensionnement	Calcul statique	Selon norme SIA 261 Charge surfacique ($h_o = 1\ 190\text{ m}$): $s_k = 5.1\text{ kN/m}^2$ avec: $c_e = 1.0$; $c_i = 1.0$; $\mu_{Li} = 0.8$ $q_k = 4.1\text{ kN/m}^2$
Poids engins de chantier (phase travaux)	Spécification pour l'appel d'offres aux entreprises Dimensionnement	Prescription pour les travaux de limitation du poids des engins selon phase de chantier Calcul statique Dalle de roulement en béton armé et couche d'assise au dessus de la voûte Prescription pour les travaux d'un positionnement centré de la foreuse sur l'axe du tunnel existant	Foreuse de pieux de 75 tonnes Dalle de roulement de 0,2 m en béton armé et couche d'assise terrain meuble de 2 m comptés à partir de l'intrados
Véhicule sur le remblai de la dalle, trafic routier sur les chemins de la Rampe et de la Pinte	Dimensionnement	Calcul statique	Selon norme SIA 261 2 essieux Charge par essieu: $Q_{k1} = 300\text{ kN}$ Charge répartie: $q_{k1} = 9.0\text{ kN/m}^2$
Vibrations en phase chantier (foreuse)	Spécification pour l'appel d'offres aux entreprises	Prescription pour les travaux de vitesses maximales de vibrations (fonction de la fréquence) Enregistrement des vibrations perçues dans murs / fondations des constructions sensibles	Aucune
Vibrations dues au trafic ferroviaire	Aucune		Aucune
Colmatage canalisations des eaux du tunnel	Plan de maintenance	Suivi entartage de la canalisation Curage	Aucune
Gel	Etanchéité des parements Isolation des circulations d'eau par une épaisseur de béton ou de terrain suffisante Armature du béton Spécification pour l'appel d'offres aux entreprises	Etanchéité multicouche bitume sur dalle de couverture du tunnel Epaisseur minimale de béton de 20 cm devant le lès d'étanchéité + drainage en extrados des piedroits du tunnel Béton armé Prescription de matériaux résistants aux cycles de gel/dégel (béton notamment)	Aucune

6.2.3 Actions accidentelles

Situation de risque	Mesures	Traitement	Hypothèses pour l'analyse structurale et le dimensionnement
Déraillement, choc d'un train	Respect du gabarit ferroviaire Voir DE-OCF 2013	Prescription de respect du gabarit ferroviaire pendant les travaux	Aucune
Séisme	Aucuns (ouvrages souterrains peu sensibles aux séismes)	Aucun	Aucune
Chutes d'un véhicule ou de pierres aux portails	Protection	Casquette aux portails	Directive OFR – CFF " Actions sur les galeries de protection contre les chutes de blocs"

6.3 Aptitude au service

En plus des prescriptions générales des normes SIA relatives aux matériaux de construction (bétons, armatures, lés d'étanchéité, etc....), les exigences considérées pour l'aptitude au service du tunnel des Avants sont les suivantes :

- Garantie du gabarit ferroviaire;
- Stabilité de la voie ballastée;
- Garantie d'un ballast propre et sec;
- Distance de sécurité suffisante par rapport à la ligne de contact;
- Etanchéité de la dalle et étanchéité partielle des parements;
- Géométrie des gaines de réservation en conformité avec les spécifications des câbles qu'elles contiendront;
- Trottoir latéral de sécurité.

Les principales dispositions y relatives sont les suivantes :

- Gabarit :
 - respect des gabarits ferroviaires prescrits (y compris surlargeur en courbe),
 - géométrie des câbles et gaines de réservation selon spécifications du service électrique du MOB.
- sécurité des voyageurs :
 - trottoir sur le bord gauche de la voie,
- sécurité des promeneurs :
 - casquettes de protection en amont et en aval du tunnel,
 - barrières de protection en amont et en aval du tunnel,
- durabilité, étanchéité :
 - béton armé compact et étanche au sens de la norme SIA 262,
 - enrobage des armatures statiquement nécessaire : 40 mm,
 - armature minimale de fissuration selon la norme SIA 262,
 - mise à terre ouvrage des armatures vis-à-vis des courants vagabonds (liaison électrique des armatures par points de soudure et équerre de mise à terre),
 - étanchéité de la dalle par lés bitumineux,
 - drainage et évacuation des eaux :
 - en piédroits par collecteur curable,
- esthétique :
 - "signature" esthétique des portails,
 - utilisation de coffrage de classe 2 au minimum.

7. Contexte et exigences pendant les travaux

7.1 Exigence du MOB

7.1.1 Travaux réalisés en journée

- Respect des directives MOB pour les travaux à proximité des voies.
- Présence obligatoire d'un protecteur lors des travaux réalisés à proximité de la voie.
- Suivi "en temps réel" du comportement de la voûte du tunnel existant pendant les travaux.
- Application d'une procédure de sécurité des circulations voyageurs en cas de dépassement des seuils prescrits pour la déformation de la voûte du tunnel existant (seuils de vigilance particulière et seuils d'alerte).
- Protection des installations ferroviaires et du ballast.
- Dispositif de freinage automatique pour tous les engins et matériels sur rails.

7.1.2 Travaux réalisés de nuit

- Déclanchement de la ligne chaque soir (gare des Avants), suivie par la pose d'une perche de mise à terre de la ligne avant toute pénétration dans le tunnel et/ou sur la voie.
- Protection des installations ferroviaires et du ballast.
- Dispositif de freinage automatique pour tous les engins et matériels sur rails.

7.2 Exigence de tiers

Les travaux anticipés de déviation de la conduite forcée de Romande Energie S.A devraient concerner une durée de 2 mois environ, la période de leur réalisation restant à préciser par Romande Energie S.A.

Pour le reste, c'est à dire pour les travaux relatifs au tunnel proprement dit, ils se dérouleront sur une période de 3 ans environ, dont 2,5 an de jour pour la partie réalisée principalement à ciel ouvert et 1,5 an de jour et/ou de nuit pour la partie réalisée essentiellement depuis l'intérieur du tunnel.

Les travaux à ciel ouverts concentreront l'essentiel de la gêne aux riverains.

Pour l'essentiel, les surfaces impactées par le projet sont restituées à l'identique après travaux. Il en est de même pour 3 garages situés dans l'emprise du projet.

La concertation conduite avec les principaux riverains impactés par les travaux a conduit à retenir les dispositions particulières suivantes pour le chantier :

- Des talus pentés à 5/1 plutôt que 1/1 pour les principaux terrassements en surface (réduction emprise des terrassements).
- Une passerelle de remplacement provisoire du chemin de la Pinte et les accès correspondants conçus pour des personnes à mobilité réduite (des rampes au lieu d'escaliers).
- Des boxes préfabriqués en remplacement provisoire des 3 garages situés dans l'emprise du projet.

7.3 Constats avant le début des travaux

La réalisation des constats suivants est prévue avant le début des travaux.

7.3.1 Constat de l'état de bâtiments et constructions

Des constats contradictoires seront réalisés par le MOB et les propriétaires concernés pour les bâtiments et constructions suivants :

- Les trois garages de Mme Fabrice Mattia qui, sauf arrangement ultérieur, devront être reconstruits à l'identique après les travaux du tunnel.
- Les deux maisons et le double garage de la famille Haari (Patrick et Mirko) concernés par le projet.
- Le rucher de Mme et M. Tedeschi.
- Les aménagements extérieurs correspondants (barrières, éclairages, pavages).

Il est prévu d'équiper les fissures préexistantes jugées les plus significatives par des fissuromètres et/ou par l'application d'un mortier témoin.

7.3.2 Constat de l'état des terrains et des voiries

Des constats contradictoires seront réalisés par le MOB et les propriétaires concernés pour les terrains et voiries suivants :

- Les chemins de la Pinte et de la Rampe.
- L'aire de dépôt / stationnement près du portail amont du tunnel, qui recevra les installations de chantier pour la durée des travaux.
- Les terrains dans et à proximité immédiate de l'emprise du chantier, avec notamment les arbres et arbustes concernés par le projet (ceux qu'il est prévu de détruire et ceux qu'il faut conserver), ainsi que les clôtures attenantes.

7.4 Contrôles pendant les travaux

Les contrôles suivants sont prévus pendant les travaux :

Objet	Risques encourus	Contrôles
Voûte du tunnel existant	<ul style="list-style-type: none"> • Dommages / ruptures dans le revêtement 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi "en temps réel" des déformations de la voûte avec procédure ad hoc en cas de dépassement des seuils de vigilance particulière et d'alerte
Maisons et garage double de la famille Haari à l'extrémité du chemin de la Pinte	<ul style="list-style-type: none"> • Fissures pendant et après les terrassements 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des déformations du terrain par inclinomètre dans sondage SC2 • Suivi des témoins de fissure (fissuromètres, mortiers témoins) • Contrôle visuel périodique de l'état des murs et dalles
Mur de soutènement existant en sortie du portail amont du tunnel	<ul style="list-style-type: none"> • Déformations, dommages / ruptures 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des déformations du terrain par inclinomètre dans sondage SC5
Voie ferrée dans le tunnel	<ul style="list-style-type: none"> • Tassement d'un rail 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle périodique du dévers de la voie
Pieux, murs de liaison dalle	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation incorrecte des structures et/ou des armatures • Tassement de la voie 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'implantation avant excavation et bétonnage • Contrôle périodique du dévers de la voie
Gaines de réservation dans le trottoir	<ul style="list-style-type: none"> • Implantation incorrecte 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de l'implantation avant bétonnage
Canalisations	<ul style="list-style-type: none"> • Colmatage 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la pente de la canalisation • Contrôle du diamètre de la canalisation • Contrôle visuel de l'écoulement
Ligne de contact	<ul style="list-style-type: none"> • Salissures, coudes, protection abîmée, fixation défectueuse • Positionnement incorrect 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel et mesure du positionnement
Appareils de voie	<ul style="list-style-type: none"> • Dommages 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel
Ballast	<ul style="list-style-type: none"> • Pollution 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel

8. Entretien et maintenance de l'ouvrage

Pour la durée d'exploitation de l'ouvrage, l'aptitude au service de ses différentes parties devra être contrôlée comme suit :

Objet	Risques encourus	Contrôles
Pieux, murs de liaison, dalle	<ul style="list-style-type: none"> • Séisme • Véhicules • Formation de glace en hiver 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel apparition de fissures • Contrôle visuel apparition de fissures • Contrôle visuel percolations d'eau
Canalisations	<ul style="list-style-type: none"> • Colmatage 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel de l'écoulement
Partie supérieure de la dalle aux portails	<ul style="list-style-type: none"> • Remplissage du fait de chutes de pierres / branches d'arbres • Pousse d'arbres 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle visuel développement de la végétation et du remplissage sur la dalle

9. Dérogation aux directives OCF

9.1 Pour le tracé

Le projet de rénovation du tunnel des Avants ne modifie pas le tracé de la voie existante. Il en ressort que la pente existante dans le tunnel (60 ‰ environ) et le rayon en entrée de tunnel côté gare des Avants (R = 49 m environ) restent inchangés par rapport à la situation actuelle.

S'agissant cependant d'une rénovation lourde du tunnel, **les caractéristiques ci-avant du tracé** nécessitent de la part de l'Office Fédéral des Transports **une dérogation aux directives DE-OCF** pour:

- Le rayon minimum en entrée de tunnel (prescription de Rmin 130 m en cas normal selon l'article 17 feuille 3 M.2.8.1 - DE-OCF);
- La pente maximale (prescription de i maxi 40 ‰ en cas normal selon l'article 17 feuille 6 M.6.7 - DE-OCF).



10. Signatures

Le Maître de l'Ouvrage : Date :

L'auteur du projet : Date :