

## DOSSIER D'APPROBATION DES PLANS

### GARE DE LA TINE ET VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

Projet partiel : GARE DE LA TINE

Référence projet :

Objet(s) :

MZ 12.54

**MZ 25.030-MU-G-AV – Bâtiment technique**  
**Base de projet**

**Pièce n°**  
**12.4.5**

Référence : Mur de soutènement MZ 25.030-MU-G-AV + Bâtiment technique



Ligne : Montreux - Zweisimmen

PK : Km 24.405 à 26.606

Commune : Rossinière (VD)

Echelle :

-

Format :

A4

Statut :

**VERSION FINALE**

Auteur du plan

**MONOD-PIGUET + Associés**

**Ingénieurs Conseils SA**

Avenue de Cour 32  
1007 Lausanne



**STRATA ARCHITECTURE**

Route de Saint-Julien 40  
1227 Carouge Genève



**COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER  
MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA**

Rue de la Gare 22 – CP 1426  
1820 Montreux 1

Service :



**Furrer+Frey AG**

Thunstrasse 35  
3000 Bern 6



**GESTE ENGINEERING SA**

Rue de la Gare de Triage 5  
1020 Renens



Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	01.07.2022	ABe/MGi	NSi	Version initiale V0
A	29.04.2024	DPI/FP	NSi	Mise à jour selon examen exhaustivité du 06.12.2023

Maître de l'ouvrage :

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA

Yves Pittet

Resp. Domaine Infrastructure .....

Alain Morand

Resp. Département Projets .....

Jennifer Desponds

Cheffe de projet .....

Auteur du projet :

Nicolas Simon

Chef de projet .....

Date :

Montreux, le .....

**Gare de la Tine et voie de garage au Lanciau**

**Base de projet Mur aval gauche km 25.030 – Bâtiment technique**

---

<b>Impressum</b>				
Auteur		MONOD-PIGUET + ASSOCIES IC S.A.		
<b>Diffusion</b>				
		Compagnie du chemin de fer Montreux Oberland Bernois		
<b>Interne</b>				
N° interne		20114-G003-Tine-MZ 25.030-MU-G-AV + Bat tech_v3.docx		
<b>Révisions</b>				
<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Auteur</b>	<b>Visa</b>	<b>Concerne</b>
-	01.07.2022	ABE/MGi	NSI	Version initiale V0
A	29.04.2024	DPi/FP	NSI	Mise à jour selon examen exhaustivité du 06.12.2023

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>Bases</b> .....	<b>4</b>
1.1.	Bases générales .....	4
1.2.	Bases spécifiques du projet .....	4
<b>2</b>	<b>Généralités</b> .....	<b>5</b>
1.3.	Préambule .....	5
1.4.	Description du projet .....	5
1.5.	Délimitations .....	5
1.6.	Durée d'utilisation .....	5
1.7.	Procédés de construction .....	5
<b>3</b>	<b>Conditions géotechniques et Modèle de sol de fondation</b> .....	<b>6</b>
3.1	Conditions géotechniques .....	6
3.2	Modèle des éléments existants .....	7
<b>4</b>	<b>Concept de la structure</b> .....	<b>9</b>
4.1	Système statique .....	9
4.2	Modèle de dimensionnement .....	9
4.3	Matérialisation .....	10
4.4	Produits et thèmes .....	12
<b>5</b>	<b>Actions</b> .....	<b>13</b>
5.1	Actions permanentes .....	13
5.2	Actions variables (selon SIA 261) .....	16
5.3	Actions accidentelles .....	21
<b>6</b>	<b>Sécurité structurale</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Aptitude au service</b> .....	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Durabilité</b> .....	<b>27</b>
8.1	Produits et systèmes .....	27
<b>9</b>	<b>Risques acceptés</b> .....	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Autres conditions déterminantes du projet</b> .....	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>Signatures</b> .....	<b>31</b>

## 1 Bases

### 1.1. Bases générales

#### **Bases légales**

Voir pièce 12.4.6 Convention d'utilisation

#### **Directives et règlements**

Voir pièce 12.4.6 Convention d'utilisation

#### **Normes**

Voir pièce 12.4.6 Convention d'utilisation

### 1.2. Bases spécifiques du projet

#### **Rapports**

Voir pièce 12.4.6 Convention d'utilisation

#### **Plans**

Voir pièce 12.4.6 Convention d'utilisation

## 2 Généralités

### 1.3. Préambule

La base du projet repose sur la convention d'utilisation du 04.03.2022.

La Convention d'utilisation fixe les objectifs généraux d'utilisation et de protection du MO, ainsi que ses exigences et prescriptions particulières.

La base du projet constitue l'interprétation technique que le mandataire fait de la commande du Maître d'Ouvrage explicitée dans la Convention d'utilisation. Cette interprétation technique comprend une description et une justification des concepts de structures adoptés ainsi qu'une description détaillée de l'analyse structurale prévue pour couvrir les exigences de la sécurité structurale et de l'aptitude au service.

### 1.4. Description du projet

Le projet est décrit dans la pièce 12.4.6 Convention d'utilisation.

### 1.5. Délimitations

Les délimitations sont fixées dans la pièce 12.4.6 Convention d'utilisation.

### 1.6. Durée d'utilisation

Les durées d'utilisation sont fixées dans la pièce 12.4.6 Convention d'utilisation.

### 1.7. Procédés de construction

Le nouvel ouvrage se situe entre la route du Revers et les voies existantes. Pour sa réalisation, une excavation importante proche des voies doit être réalisée. Sur la zone où ceci est nécessaire, approximativement entre le km 25.050 et km 25.102, une paroi berlinoise provisoire est prévue. Pour la zone restante, km 25.030 à km 25.050, une excavation talutée est prévue.

Afin de garantir le passage des véhicules sur la route du Revers, elle sera provisoirement décalée à l'aval du futur ouvrage. Cette déviation est de l'ordre de 1 à 2 m (direction Nord-Est). Ceci sur la longueur d'emprise du nouvel ouvrage.

### 3 Conditions géotechniques et Modèle de sol de fondation

#### 3.1 Conditions géotechniques

Les conditions géotechniques ont été appliquées selon l'étude géotechnique de Karakas & Français du 09.04.2021 qui donne des informations détaillées sur la nature des sols en place.

La position des sondages et coupe géologique spécifiques à l'ouvrage sont présentés en Figure 1 et Figure 2 ci-dessous.

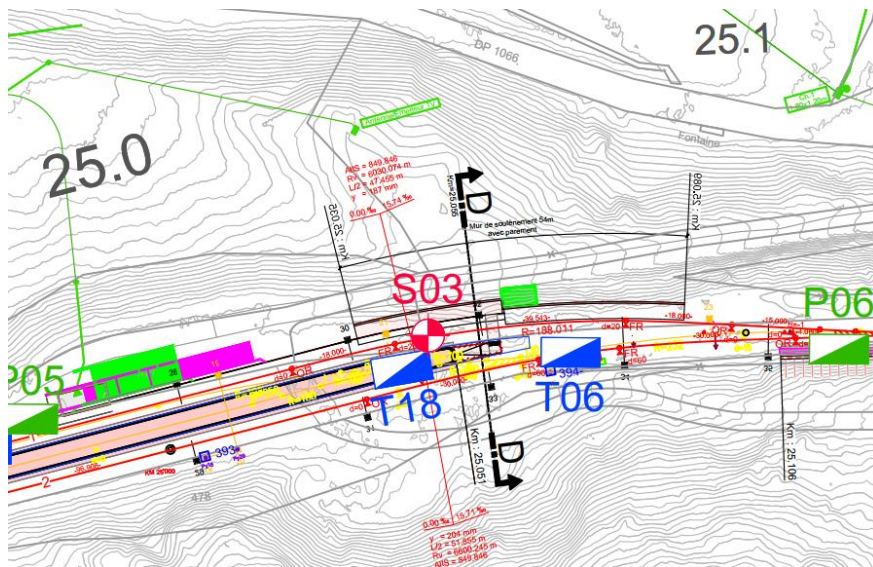


Figure 1 : Position des sondages à proximité de l'ouvrage projeté

**LEGENDE :**

-  Ballast
-  Infrastructure
-  Remblais
-  Ancien sol ?
-  Eboulis de pente

Profil géologique D - D' 1:100  
km. 25.055

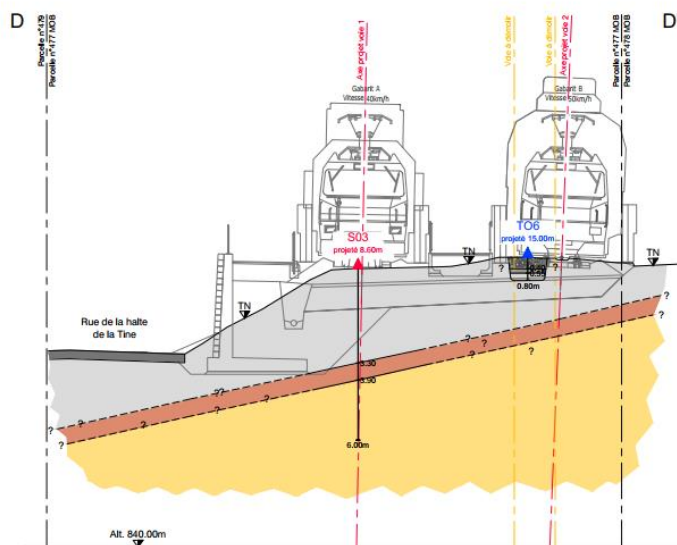


Figure 2 : Coupe géologique au droit de l'ouvrage projeté

### 3.2 Modèle des éléments existants

La description des couches du sol et des eaux souterraines est basée sur l'étude géologique du bureau KARAKAS & FRANÇAIS SA. Le tableau ci-dessous décrit les caractéristiques géomécaniques du sol appliquées lors de l'étude.

Les hypothèses présentées ci-après devront être confirmées lors des travaux d'excavation.

Si une couche d'ancien sol est rencontrée au niveau des fondations, elle sera substituée par des matériaux d'apport gravelo-sableux.

Couche du sol	Epaisseur [m]	Valeurs caractéristiques du sol de fondation	
Remblais	~3.30 m	$\phi'_k = 35 - 37^\circ$ $\gamma_\phi = \tan(\phi'_k)/1.2$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_c = 1.5$	$\gamma_k = 20 - 21 \text{ kN/m}^3$ $E = 20 - 30 \text{ MN/m}^2$ $Q_{\text{serv}} \text{ Pente } 0^\circ = 310 \text{ kN/m}^2$ $Q_{\text{serv}} \text{ Pente } 25^\circ = 100 \text{ kN/m}^2$
Ancien sol	~0.60 m	$\phi'_k = 30 - 33^\circ$ $\gamma_\phi = \tan(\phi'_k)/1.2$ $c'_k = 2 - 4 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_c = 1.5$	$\gamma_k = 19.5 - 20.5 \text{ kN/m}^3$ $E = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$ $q_{\text{serv}} = 105 \text{ kN/m}^2$
Eboulis de pente	Inconnue	$\phi'_k = 35 - 37^\circ$ $\gamma_\phi = \tan(\phi'_k)/1.2$ $c'_k = 2 - 4 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_c = 1.5$	$\gamma_k = 22 - 23 \text{ kN/m}^3$ $E = 20 - 30 \text{ MN/m}^2$

Tableau 1: Propriétés mécaniques des sols

### 3.2.1 Choix du coefficient de poussée des terres

Le tableau ci-dessous présente le coefficient de poussée des terres appliqué conformément à la DE-OCF pour un mur supportant des voies ferroviaires.

Ouvrage ou partie d'ouvrage	Justificatif de la stabilité ELU 1+3	Justificatif de la sécurité structurale ELU 2	Justificatif de l'aptitude au service
Bâtiment technique	Renversement et glissement : Poussée des terres au repos.	Poussée des terres au repos	Poussée des terres au repos
Murs de soutènement	Renversement et glissement : Poussée des terres active majorée.	Poussée des terres active majorée.	Poussée des terres au repos

Tableau 2 : Coefficient de poussée des terres

Le coefficient de poussée des terres active majorée correspond à la moyenne entre la celui de poussée active et celui de poussée au repos.

Pour la partie « bâtiment » de l'ouvrage, le choix a été fait de considérer le coefficient de poussée au repos pour toutes les vérifications. Ce choix est justifié par le fait que cette « boîte » est considérée indéformable au vu de sa rigidité (les murs transversaux rigidifient le tout).

Pour les zones de l'ouvrage avec mur en L, le coefficient de poussée active majorée est utilisé. Contrairement au bâtiment, l'hypothèse d'une légère déformation de ces murs est réaliste.

### 3.2.2 Hydrologie

Le projet est situé dans un secteur de protection des eaux Au.

Les murs seront drainés. Aucune pression d'eau n'est appliquée sur les murs

Un piézomètre a été mis en place en septembre 2021, un écoulement a été relevé à des altitudes de ~843.00 et 843.60 msm. Des mesures de drainage sont mises en place pour éviter de perturber les écoulements et éviter la mise en charge du mur.

Concernant la paroi clouée, des barbacanes sont mises en place pour permettre la dissipation de la pression d'eau derrière le parement. Un dispositif d'épuisement des eaux sera prévu en cas de venues d'eau. Les hauteurs/longueurs d'étapes de terrassement seront également adaptées en fonction des conditions rencontrées.



## 4 Concept de la structure

### 4.1 Système statique

#### 4.1.1 Mur de soutènement

Le système statique est un mur « L » en béton armé avec face visible hors-sol en béton avec parement en pierres.

#### 4.1.2 Bâtiment technique

Le bâtiment technique est un ouvrage enterré constitué par 2 radiers de niveaux différents, une dalle de toiture et des murs périphériques en béton armé.

Le système statique appliqué pour le dimensionnement de l'ouvrage est une structure de largeur libre de 5 m (largeur maximale de l'ouvrage) et de hauteur libre de 6 m. La structure de la construction se compose de radiers/semelles, murs et dalles en béton armé. Les murs transversaux permettant de rigidifier l'ensemble de la structure et permettant de créer un appui au niveau de la dalle.

#### 4.1.3 Abri voyageurs

La structure de l'abri voyageurs est composée d'un radier en béton et d'une charpente bois.

### 4.2 Modèle de dimensionnement

Le dimensionnement de l'ouvrage est effectué à l'aide de différents modèles 2D ou 3D réalisés grâce à différentes coupes représentatives.

Les logiciels de calcul utilisés sont :

- Bâtiment technique : Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021
- Mur de soutènement : Larix-8

Le dimensionnement sera ensuite vérifié selon les cas de charges précisé ci-après.

ELU Type 1 :

- Renversement
- Glissement

ELU Type 2 :

- Sécurité structurale

ELU Type 3

- Terrain de fondation

ELS quasi-permanent

- Déformations et fissuration

Les actions et coefficient de charge utilisés pour chaque cas sont explicités dans les notes de calcul de l'ouvrage correspondant.

## **Gare de la Tine et voie de garage au Lanciau**

### **Base de projet Mur aval gauche km 25.030 – Bâtiment technique**

---

Les parois provisoires ont été dimensionnées à l'aide du logiciel KREA et LARIX 8 (Cubus) pour la coupe de calcul la plus critique (hauteur maximale).

Le dimensionnement a été vérifié selon les cas de charges précisé ci-après.

ELU Type 2 :

- Vérification du défaut de butée (paroi berlinoise)
- Vérification de la stabilité du massif d'ancrage (paroi berlinoise)
- Vérification des efforts internes dans la paroi (parois berlinoise et clouée)
- Vérification de la résistance externe et interne des ancrages

ELU Type 3 :

- Stabilité globale des ouvrages (parois berlinoise et clouée)

### **4.3 Matériaux**

Les valeurs caractéristiques et de dimensionnement des composants de l'ouvrage projeté appliquées au calcul sont présentées dans le tableau ci-dessous.

## Gare de la Tine et voie de garage au Lanciau

### Base de projet Mur aval gauche km 25.030 – Bâtiment technique

Matériau de construction Désignation	Composant	Valeurs de dimensionnement	Valeurs caractéristiques	Remarques
<b>Béton</b>				
Selon NPK G Béton C30/37 XC4(CH)/XD3(CH)/XF4(CH) Dmax 32 CI 0.10 AAR-P2	Murs Dalle Radiers Semelle	$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$ $T_{cd} = 1.1 \text{ MPa}$ $E_{cd} = 32 \text{ GPa}$	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ $E_{ck} = 32 \text{ GPa}$ $\gamma_{ck} = 25 \text{ kN/m}^3$	D'après SIA 262.
Béton C25/30 XC4 (CH)/ XF1 (CH) Dmax 8 CI 0.20	Paroi gunitée clouée et berlinoise	$f_{cd} = 16.6 \text{ MPa}$ $T_{cd} = 1.0 \text{ MPa}$ $E_{cd} = 32 \text{ GPa}$	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$ $E_{ck} = 32 \text{ GPa}$ $\gamma_{ck} = 25 \text{ kN/m}^3$	D'après SIA 262
<b>Acier d'armature passive</b>				
Acier B500B	Armatures du béton	$f_{sd} = 435 \text{ MPa}$ $E_s = 205 \text{ GPa}$ $k_s = 1.08$ $\epsilon_{ud} = 45 \text{ ‰}$	$f_{sk} = 500 \text{ MPa}$ $k_s = 1.08$ $\gamma_{sk} = 78.5 \text{ kN/m}^3$ $\epsilon_{uk} = 50 \text{ ‰}$	D'après SIA 262.
<b>Acier de construction</b>				
S 355 J0 $t < 40 \text{ mm}$ (berlinoise)	HEB 180 $\varnothing_{\text{forage}} = 300 \text{ mm}$	$E = 210 \text{ GPa}$ $G = 81 \text{ GPa}$ $f_u = 510 \text{ MPa}$ $f_y = 355 \text{ MPa}$		
Acier 950/1050 (berlinoise)	Dywidag $\varnothing 32 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{forage}} = 152 \text{ mm}$	$F_{yd} = 844 \text{ kN}$ $R_{ad} = 63 \text{ kN/m}^1 \text{ de scellement}$ $q_{sk} = 120 \text{ kN/m}^2 \text{ (injection IGU)}$		
Acier B500S (paroi clouée)	Clous Swiss Gewi $\varnothing 28 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{forage}} = 115 \text{ mm}$	$F_{yd} = 323 \text{ kN}$ $R_{ad} = 40 \text{ à } 48 \text{ kN/m}^1 \text{ de scellement}$ $q_{sk} = 100 \text{ à } 120 \text{ kN/m}^2 \text{ (injection IGU)}$		
<b>Remblais</b>				
Grave 0/45 (matériaux d'apports)	-	$\varphi'_k = 30^\circ$ $\gamma_\phi = 1.2$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_c = 1.5$ $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$		
<b>Bois</b>				
Bois massif C24	Pannes Chevrons	$F_{md} = 16.0 \text{ MPa}$ $F_{td} = 12.8 \text{ MPa}$		D'après SIA 265

Tableau 3: Matériaux de construction

#### 4.4 Produits et systèmes

Les produits appliqués à l'ouvrage projeté sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Produits/ systèmes	Composant	Spécifications
Étanchéité	<p><u>Radier</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couche de fond à base d'enduit d'accrochage à base de résine epoxydique</li> <li>- Couche d'égalisation à base de résine epoxydique</li> <li>- Etanchéité type LBP type EP5</li> <li>- MA asphalte coulé</li> <li>- Mortier de protection</li> </ul> <p><u>Murs contre terre</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couche d'accrochage à base de bitume</li> <li>- Etanchéité LBP type EP5</li> <li>- Mortier de protection</li> <li>- Plaques filtrantes</li> </ul>	- Pente transversale de la dalle min 1.5%
Protection anticorrosion (parties métalliques exposées) – Garde-corps	- Galvanisation à chaud selon EN ISO 1461	PEQ CFF Protection anti-corrosion des ponts métalliques
Drainage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Géotextile type SYTEC HF 180 ou équivalent</li> <li>- Tube HDPE DN 200 SDR33</li> <li>- Masque drainant ép. 20 cm</li> </ul>	-
Remblais	<p>Matériaux en dépôt latéral : uniquement remblais et éboulis de pente</p> <p>Matériaux d'apport : Grave non gélive 0/45 ou matériaux graveleux exempt de limon et d'argile</p>	<p>Matériaux en dépôt latéral : les matériaux doivent être mis en dépôt et protégés par du plastique contre la pluie et remblayés par temps sec</p> <p>-</p>

Tableau 4: Produits et systèmes

## 5 Actions

Les actions sont considérées pour :

- Phase de construction (bâtiment technique + parois provisoires)
- Phase d'utilisation définitive (bâtiment technique)

### 5.1 Actions permanentes

#### 5.1.1 Mur de soutènement

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Poids propre</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Béton</li> <li>• Remblais (matériaux d'apport)</li> <li>• Traverses, rails, garde-corps</li> </ul>	$\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$ Mise en place de nouveaux remblais $\gamma_e = 20 \text{ kN/m}^3$ Le terrain à l'amont du mur est considéré comme homogène jusqu'au niveau sur traverse  Le poids propre des éléments secondaires est négligé car il est non relevant par rapport aux poussées des terres.
<b>Poids propre des éléments non porteurs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garde-corps, étanchéité, ...</li> </ul>	Le poids propre des éléments non porteurs est négligé car il est non relevant par rapport aux poussées des terres.
<b>Poussée des terres contre le mur</b>	Valeurs concernant le sol de fondation selon rapport géotechnique. $K_0 = \frac{(1 - \sin \varphi'_k) \cdot (1 + \sin \beta)}{\cos \beta}$ $K_a = \text{Selon Coulomb – Abaques Kah Annexe B – SIA 261}$ Poussée des terres majorée : $0.5 \times (k_0 + k_a)$ Répartition en triangle à partir du niveau de la banquette jusqu'au niveau supérieur de la fondation.
<b>Butée des terres contre le mur</b>	Non prise en compte
<b>Pression hydraulique</b>	Non prise en compte, pas de pression d'eau car le mur est drainé
<b>Ligne de contact</b>	Non prise en compte (pas de mât connecté à l'ouvrage)

Tableau 5: Actions permanentes – Mur de soutènement

## 5.1.2 Bâtiment technique

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Poids propre</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Béton</li> <li>• Remblais (matériaux d'apport)</li> </ul>	$\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$ Mise en place de nouveaux remblais $\gamma_e = 20 \text{ kN/m}^3$ Le terrain à l'amont du mur est considéré comme homogène jusqu'au niveau sur traverse  Le poids propre des éléments secondaires est négligé car il est non relevant par rapport aux poussées des terres.
<b>Poids propre des éléments non porteurs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garde-corps, étanchéité, ...</li> <li>• Abri voyageurs</li> </ul>	Le poids propre des éléments non porteurs est négligé car il est non relevant par rapport aux poussées des terres.  $\gamma_G = 50 \text{ kN}$ (yc. Équipements)
<b>Poussée des terres contre la structure (peu déformable)</b>	Valeurs concernant le sol de fondation selon rapport géotechnique. $K_0 = \frac{(1 - \sin\varphi'_k) \cdot (1 + \sin\beta)}{\cos\beta}$ Répartition en triangle à partir du niveau de la banquette jusqu'au niveau supérieur de la fondation.
<b>Butée des terres contre le mur</b>	Non prise en compte
<b>Pression hydraulique</b>	Non prise en compte, pas de pression d'eau car le mur est drainé
<b>Ligne de contact</b>	Non prise en compte (pas de mât connecté à l'ouvrage)

Figure 3 Actions permanentes – Bâtiment technique

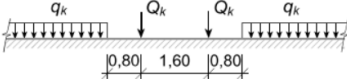
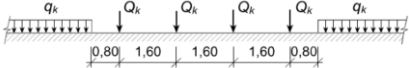
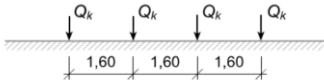
## 5.1.3 Abri voyageurs

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Poids propre</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Béton</li> <li>• Structure bois</li> <li>• Toiture</li> </ul>	$\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_G = 5 \text{ kN/m}^3$ (Bois résineux) $\gamma_G = 1 \text{ kN/m}^2$ . À confirmer ultérieurement selon les détails de construction
<b>Poids propre des éléments non porteurs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garde-corps, étanchéité, vitrages ...</li> </ul>	Le poids propre des éléments non porteurs est négligé car il est très petit par rapport aux poussées des terres.
<b>Poussée des terres contre le mur</b>	Non prise en compte
<b>Butée des terres contre le mur</b>	Non prise en compte
<b>Pression hydraulique</b>	Non prise en compte
<b>Ligne de contact</b>	Non prise en compte

Figure 4 Actions permanentes – Abri voyageurs

5.2 Actions variables (selon SIA 261)

5.2.1 Mur de soutènement

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
Neige	Localité : La Tine Altitude de référence : 850 + 200 = 1050 m $C_e = 1.0$ , $C_T = 1.0$ , $\mu_i = 1$ (modèle de charge 1) $q_k = 4 \text{ kN/m}^3$ équivalent à 2 m de neige tassée
Vent	Action négligée sur les murs de soutènement
Température	L'action thermique est négligeable (les éventuelles fissures sont gérées avec une armature minimale)
Trafic motorisé	Action négligée
Trafic Non motorisé	Action négligée
Trafic ferroviaire à voie étroite Charges dues au trafic ferroviaire	Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$  $Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 50 \text{ kN/m}$ Modèle de charge 6 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$  $Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 70 \text{ kN/m}$ Modèle de charge 7 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$  $Q_k = 200 \text{ kN}$
Trafic ferroviaire à voie étroite Forces dues au démarrage et au freinage	Ouvrage parallèle à la voie, forces négligeables



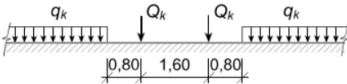
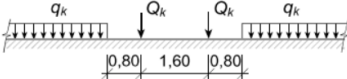
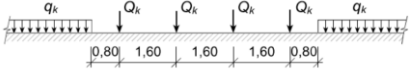
Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Forces de lacet</b>	Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $QS_k = 60 \text{ kN}$  Modèle de charge 6 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $QS_k = 80 \text{ kN}$  Modèle de charge 7 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $QS_k = 80 \text{ kN}$
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Forces centrifuge</b>	Ouvrage situé côté intérieur des rayons de la voie ferrée, force négligée
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Fatigue</b>	Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 $\Phi = 1.0 ; \alpha = 1.0$  $Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 50 \text{ kN/m}$
<b>Dépôt de matériel</b>	Action négligée (pas de dépôt)
<b>Garde-corps</b>	Zone accessible au public $q_k = 0.80 \text{ kN/m}$ (appliquée à +1 m sur couronnement)

Tableau 6: Actions variables, phase d'utilisation définitive – Mur de soutènement

## 5.2.2 Bâtiment technique

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
Neige	Localité : La Tine Altitude de référence : 850 +200 = 1050 m $C_e = 1.0^\circ$ , $C_T = 1.0$ , $\mu_i = 1$ (modèle de charge 1) $q_k = 4 \text{ kN/m}^3$ équivalent à 2 m de neige tassée
Vent	Action négligée
Température	L'ouvrage peut se dilater librement, l'action thermique est négligeable (les éventuelles fissures sont gérées avec une armature minimale)
Exploitation du bâtiment	Locaux techniques : Catégorie E : 5 kN/m <sup>2</sup> Local d'entretien : Catégorie A1 : 2 kN/m <sup>2</sup> Dalle de couverture : Catégorie C3 : 5 kN/m <sup>2</sup>
Trafic motorisé	Action négligée
Trafic Non motorisé	Action négligée
Trafic ferroviaire à voie étroite Charges dues au trafic ferroviaire	Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$  $Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 50 \text{ kN/m}$ Modèle de charge 6 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$  $Q_k = 160 \text{ kN}$ $q_k = 70 \text{ kN/m}$ Modèle de charge 7 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$
Trafic ferroviaire à voie étroite Forces dues au démarrage et au freinage	Ouvrage parallèle à la voie, forces négligeables

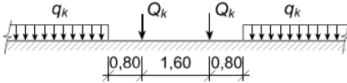
Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<p><b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Forces de lacet</b></p>	<p>Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math> <math>QS_k = 60 \text{ kN}</math></p> <p>Modèle de charge 6 <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math> <math>QS_k = 80 \text{ kN}</math></p> <p>Modèle de charge 7 <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math> <math>QS_k = 80 \text{ kN}</math></p>
<p><b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Forces centrifuge</b></p>	<p>Selon SIA 261 chiffre 12.2.4. Modèle de charge 6 Vitesse <math>v = 40 \text{ km/h}</math></p>
<p><b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b> <b>Fatigue</b></p>	<p>Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge 5 <math>\Phi = 1.0 ; \alpha = 1.0</math></p>  <p><math>Q_k = 160 \text{ kN}</math> <math>q_k = 50 \text{ kN/m}</math></p>
<p><b>Dépôt de matériel</b></p>	<p>Action négligée (pas de dépôt)</p>

Tableau 7: Actions variables, phase d'utilisation définitive – Bâtiment technique

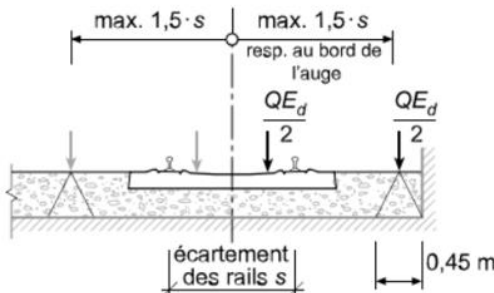
## 5.2.3 Abri voyageurs

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
Neige	Localité : La Tine Altitude de référence : 850 +200 = 1050 m $C_e = 1.0^\circ$ , $C_T = 1.0$ , $\mu_{zi} = 1$ (modèle de charge 1) $q_k = 4 \text{ kN/m}^3$ équivalent à 2 m de neige tassée
Vent	A définir ultérieurement selon les détails de charpente
Température	Action négligée
Exploitation du bâtiment	Catégorie D : 5 kN/m <sup>2</sup>
Dépôt de matériel	Action négligée (pas de dépôt)

Tableau 8: Actions variables, phase d'utilisation définitive- Abri voyageurs

5.3 Actions accidentelles

5.3.1 Mur de soutènement

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<p><b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b></p> <p><b>Choc</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Véhicules ferroviaires</li> </ul>	<p>L'ouvrage est situé à bonne distance des voies. Les chocs ferroviaires au sens de la SIA 261 sont des risques acceptés par le maître d'ouvrage, l'action est négligée</p>
<p><b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b></p> <p><b>Déraillement</b></p>	<p>Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge dues au déraillement 1</p> <p>Modèle de charge 5  <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math>  <math>qE_d = 70 \text{ kN/m}</math>  <math>QE_d = 220 \text{ kN}</math></p> <p>Modèle de charge 6  <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math>  <math>qE_d = 100 \text{ kN/m}</math>  <math>QE_d = 220 \text{ kN}</math></p> <p>Modèle de charge 7  <math>\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13</math>  <math>qE_d = - \text{kN/m}</math>  <math>QE_d = 280 \text{ kN}</math></p> 
<p><b>Trafic motorisé</b></p> <p><b>Choc</b></p>	<p>Aucun système de retenue entre la route et l'ouvrage Ouvrage à l'intérieur d'une localité Choc frontal : 750 kN Choc latéral : 300 kN Position</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verticale : entre 0.75 et 1.50 m sur chaussée</li> <li>• Surface d'application : 0.40 x 1.50 (hauteur x longueur)</li> </ul>

## Gare de la Tine et voie de garage au Lanciau

### Base de projet Mur aval gauche km 25.030 – Bâtiment technique

---

<b>Actions</b>	<b>Hypothèse pour le dimensionnement</b>
<b>Séisme</b>	Zone de séisme : Z3a Classe de sol de fondation : E Classe d'ouvrage : CO II
<b>Incendie, explosions, chutes de pierres, laves torrentielles</b>	Ces risques sont acceptés par le maître d'ouvrage
<b>Glissement de terrain profond</b>	Ce risque est accepté par le maître d'ouvrage

*Tableau 9 : Actions accidentelles, phase d'utilisation définitive- Mur de soutènement*

## 5.3.2 Bâtiment technique

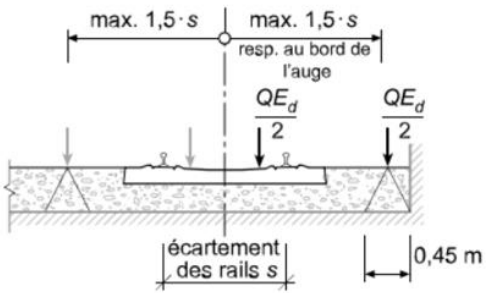
Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b>  <b>Choc</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Véhicules ferroviaires</li> </ul>	L'ouvrage est situé à bonne distance des voies. Les chocs ferroviaires au sens de la SIA 261 sont des risques acceptés par le maître d'ouvrage, l'action est négligée
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b>  <b>Déraillement</b>	Combinaison de charges la plus défavorable. Modèle de charge dues au déraillement 1 Modèle de charge 5 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $qE_d = 70 \text{ kN/m}$ $QE_d = 220 \text{ kN}$  Modèle de charge 6 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $qE_d = 100 \text{ kN/m}$ $QE_d = 220 \text{ kN}$  Modèle de charge 7 $\Phi = 1.0 - \alpha = 1.13$ $qE_d = - \text{kN/m}$ $QE_d = 280 \text{ kN}$  
<b>Trafic motorisé</b>  <b>Choc</b>	Aucun système de retenue entre la route et l'ouvrage Ouvrage à l'intérieur d'une localité Choc frontal : 750 kN Choc latéral : 300 kN Position <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verticale : entre 0.75 et 1.50 m sur chaussée</li> <li>• Surface d'application : 0.40 x 1.50 (hauteur x longueur)</li> </ul>
<b>Séisme</b>	Zone de séisme : Z3a Classe de sol de fondation : E Classe d'ouvrage : CO II
<b>Incendie, explosions, chutes de pierres, laves torrentielles</b>	Ces risques sont acceptés par le maître d'ouvrage
<b>Glissement de terrain profond</b>	Ce risque est accepté par le maître d'ouvrage

Tableau 10 : Actions accidentelles, phase d'utilisation définitive- Mur de soutènement

### 5.3.3 Abri voyageurs

Actions	Hypothèse pour le dimensionnement
<b>Trafic ferroviaire à voie étroite</b>  <b>Choc</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Véhicules ferroviaires</li> </ul>	L'ouvrage est situé à bonne distance des voies (à l'extérieur de la distance critique au sens de la DE-OCF) Les chocs ferroviaires au sens de la SIA 261 sont des risques acceptés par le maître d'ouvrage, l'action est négligée
<b>Séisme</b>	Zone de séisme : Z3a Classe de sol de fondation : E Classe d'ouvrage : CO II
<b>Incendie, explosions, chutes de pierres, laves torrentielles</b>	Ces risques sont acceptés par le maître d'ouvrage
<b>Glissement de terrain profond</b>	Ce risque est accepté par le maître d'ouvrage

*Tableau 11 : Actions accidentelles, phase d'utilisation définitive- Abri voyageurs*



## 6 Sécurité structurale

Facteurs de charge pour la vérification de la sécurité structurale aux états-limites :

Situation de dimensionnement		Etats-limites	Poids propres / Charges permanentes	Poussée des terres	Actions variables Générales	Action variables Charges dues au trafic ferroviaire
			$\gamma_{Gsup}/\gamma_{Ginf}$	$\gamma_{Gsup}/\gamma_{Ginf}$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$
Stabilité d'ensemble	A1 Durable	Type 1	1.1/0.9	1.35/0.8	1.5	1.45
Résistance ultime structure	B2 Durable	Type 2ext	1.35/0.80	1.35/0.70	1.5	1.45
	B2 Durable	Type 2int	1.35/0.80	1.35/0.70	1.5	1.45
Stabilité globale	C1 Durable	Type 3	1.00/1.00	1.00/1.00	1.3	1.25

Tableau 12 : Vérification de la sécurité structurale, situations de risques suivant la norme SIA

## 7 Aptitude au service

Phase d'utilisation provisoire

Les seuils usuels suivants sont admis pour les parois de soutènement provisoires :

Paroi clouée :

- Observation : 30 mm
- Alerte : 70 mm
- Refus : 100 mm

Paroi berlinoise :

- Observation : 10 mm
- Alerte : 25 mm
- Refus : 40 mm

Au droit direct de la voie en exploitation, la paroi de soutènement sera de type berlinoise avec des déformations prévisibles de l'ordre du centimètre. L'évolution des déformations des ouvrages de soutènement seront mesurées tout au long de la durée des travaux de terrassement et de construction, à l'aide d'inclinomètres et de cibles de mesures de précisions. Les ancrages seront détendus par étapes au fur et à mesure du remblayage.

Phase d'utilisation définitive

État-limite	Critère de dimensionnement Exigences	Hypothèse pour l'analyse structurale et le dimensionnement	Coefficient de réduction
Aspect Cas de charge : quasi-permanent	Déplacement horizontal Selon SIA 260, tableau 4 $u \leq H / 250$	Poids propre  Poussée des terres  Charges variables Charges dues au trafic ferroviaire  Neige $H_0 = 1050 \text{ m}$	$\gamma_G = 1.00$  $\gamma_G = 1.00$  $\Psi_2 = 0.00$ (non prise en compte)  $\Psi_2 = 1 - 1000/h_0 = 0.05$
Aptitude au fonctionnement Cas de charge : fréquent	Fissures - Voir chapitre 8.1 du présent document  Mise en place de cure	Poids propre  Poussée des terres  Charges variables Charges dues au trafic ferroviaire Charges utiles dans le bâtiment Catégorie A Catégorie E  Neige $H_0 = 1050 \text{ m}$	$\gamma_G = 1.00$  $\gamma_G = 1.00$  $\Psi_1 = 1.00$  $\gamma_2 = 0.3$ $\gamma_0 = 1.00$  $\Psi_2 = 1 - 250/h_0 = 0.80$

Tableau 9: Vérification de l'aptitude au service, états d'utilisation, phase d'utilisation définitive

## 8 Durabilité

### 8.1 Produits et systèmes

Pour atteindre les objectifs de durabilité maximale du béton il est prévu :

- Les exigences élevées sont prises en considération pour déterminer les armatures de flexion et les exigences accrues sont prises en considération pour déterminer les armatures de retrait.
- Des chanfreins 30 x 30 mm sur toutes les arrêtes du béton
- L'écartement souhaité pour les barres d'armature sera de 150 mm, un écartement localement inférieur à 150 mm est possible pour autant que la mise en place du béton reste assurée.
- Le diamètre maximal des armatures est limité à 34 mm, un diamètre maximal de 30 mm étant souhaité.
- L'enrobage sera défini selon la norme SIA 262, tab. 18. Un enrobage de 40 mm est choisi. Toutes les surfaces béton sont protégées des projections d'eau chargées en chlorure par les moellons de revêtement. Un enrobage pour classe XC4/XD1 de 40 mm est suffisant.
- L'armature minimale des parties de l'ouvrage en béton armé sera dimensionnée pour une ouverture de fissure égale à 0.2 mm sous sollicitations de flexion à l'état final (exigences élevées).
- Il ne sera pas prévu de joint de dilatation sur la largeur du mur

Les exigences des autres matériaux sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Exigences	Mesures	Traitement ultérieur
Étanchéité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Application d'une couche de fond et d'égalisation (dalle) ou d'accrochage (mur)</li> <li>- Application d'une étanchéité LBP type 5</li> <li>- Protection de l'étanchéité avec des couches de MA asphalte coulé (dalle) et de mortier</li> <li>- Plaque filtrante</li> <li>- Drain en pied de parement</li> <li>- Type de béton, contrôle de la fissuration (selon exigences ci-dessus)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept de mesures</li> <li>• Programme de contrôle</li> <li>• Contrôles d'exécution</li> </ul>
Drainage, évacuation des eaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de drainage, chambres de contrôle pouvant être curé / visité</li> <li>- Barbacanes</li> <li>- Pente minimale du drainage 2%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de surveillance et d'entretien</li> </ul>
Aspect de la surface en béton	Voir convention d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme de contrôle</li> <li>• Contrôles d'exécution</li> <li>• Plan de surveillance et d'entretien</li> </ul>

## Gare de la Tine et voie de garage au Lanciau

### Base de projet Mur aval gauche km 25.030 – Bâtiment technique

Exigences	Mesures	Traitement ultérieur
Résistance aux sels de déverglaçage et résistance au gel	Sorte de béton voir chapitre 4.3 du présent document	<ul style="list-style-type: none"><li>• Programme de contrôle</li><li>• Contrôles d'exécution</li></ul>
Garde-corps	Un garde-corps métallique est prévu sur la partie côté Montbovon de l'abri voyageur. Une clôture avec treillis simple torsion (h = 1 m) est prévue sur la partie côté Rossinière.	
Couronnement	- En pente pour éviter la stagnation des eaux	

Tableau 13 : Exigences et mesures de garantie de la durabilité

## **9 Risques acceptés**

Les risques acceptés par le Maître de l'Ouvrage sont décrits dans la pièce 12.4.6 Convention d'utilisation.

## 10 Autres conditions déterminantes du projet

Les conditions de sécurité en cours de chantier ne sont pas précisées dans ce document. Cet aspect sera réglé lors de l'élaboration des dispositifs de sécurité réalisés en collaboration avec les services du MOB.

## 11 Signatures

Auteur du projet :

Date

Signature

.....  
.....