



Ligne : BUL-PAL

Commune Semsales

Adaptation Gares(LHand)
Etude préliminaire Semsales

Km : 5.83 - 6.57

**Rapport de vérification statique du
Pont sur la Mortivue km 6.472**

Transports publics fribourgeois
Infrastructure (TPF INFRA) SA

Emch+Berger SA Berne
Schlösslistrasse 23 | Case Postale | CH-3001 Bern
Tél. +41 31 385 61 11 | info@emchberger.ch | www.emchberger.ch



.....
Giovanni Quaranta
Chef de projet

.....
Song Guo
Ingénieur de projet

.....
R. Thürler
Resp. domaine ponts

Version	Date	Auteur	Contrôlé par	Indication de la modification
1.0	09.12.2020	guso	rt	Version originale

Mentions légales

N° d'affaire	BE.N.15183
Mandant	Transports Publics Fribourgeois TPF
Date	09 Dez. 2020
Version	1.0
Versions précédentes	
Auteur(s)	Song Guo (song.guo@emchberger.ch)
Approbation	Richard Thürler (richard.thuerler@emchberger.ch)
Distribution	Jean Slavik (jean.slavik@tpf.ch)
Fichier	\\ebgvfiler025\data_ebbe\$\Fachbereiche\F_NLFR\INF_200037_TPF_Gare Semsales_compléments étude préliminaire\4_PLAN\41_VORST\Ing\04_Statischer Überprüfung der Brücke\2020001209_Überprüfungsbericht Pont sur la Mortivue Km 6472.docx
Nombre de pages	17
Copyright	© Emch+Berger SA Berne

Table des matières

Table des matières	i
1 Raison et objectif de cette vérification	A-1
1.1 Généralité	A-1
2 Bases	A-1
2.1 Bases législatives	A-1
2.2 Normes	A-1
2.3 Bases spécifiques au projet	A-1
3 Géométrie	A-2
3.1 Situation du pont sur la Mortivue	A-2
3.2 Géométrie du pont la Mortivue	A-2
4 Matériaux	A-3
4.1.1 Béton/Armatures	A-3
5 Concept structurel	A-3
6 Démarche	A-4
7 Charges	A-4
7.1 Charges permanentes	A-4
7.2 Charges variables	A-4
7.3 Charges accidentelles	A-5
7.4 Autres cas de charges	A-5
7.5 Risques acceptés	A-5
8 Etats limites	A-6
9 Aptitude au service et durabilité	A-6
10 Vérification	A-6
10.1 Principe de vérification	A-6
10.2 Liste des charges (valeurs caractéristiques)	A-7
10.3 Remarque	A-8
10.4 Résultats (valeurs de dimensionnement)	A-8
11 Résumé	A-8

1 Raison et objectif de cette vérification

1.1 Généralité

Dans le cadre du projet « Gare Semsales_compléments étude préliminaires » de l'entreprise Transports Publics Fribourgeois (TPF), une nouvelle ligne à la gare doit être réalisée. Suite à l'assainissement de l'infrastructure, la couche de ballast sera renouvelée et la hauteur des voies adaptée. Sur le tronçon entre Bulle et Fribourg se trouve le Pont sur la Mortivue concerné par l'élévation des voies.

Dans le présent rapport, la sécurité structurale du pont après l'élévation des voies sera vérifiée de manière qualitative.

2 Bases

2.1 Bases législatives

- | | | |
|-----|--------|-------------------------------------|
| [1] | AB-EBV | Dispositions d'exécution pour l'EBV |
| [2] | LCdF | Loi fédérale sur les chemins de fer |

2.2 Normes

- | | | | |
|-----|---------|--------|--|
| [3] | SIA 160 | (1970) | Norme pour les hypothèses de charges, la mise en exploitation et la surveillance des ouvrages |
| [4] | SIA 160 | (1989) | Actions sur les structures porteuses |
| [5] | SIA 260 | (2013) | Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses |
| [6] | SIA 261 | (2020) | Actions sur les structures porteuses |
| [7] | SIA 162 | (1972) | Norme pour le calcul, la construction et l'exécution de structures en béton, béton armé et béton pré-contraint |
| [8] | SIA 269 | (2011) | Bases pour la maintenance des structures porteuses |

2.3 Bases spécifiques au projet

- | | | | |
|-----|--|--|--|
| [9] | Statische Berechnung, "Pont sur la Mortivue, calcul statique", Ingénieurs civils associés S.A, Fribourg 10.09.1976 | | |
|-----|--|--|--|

3 Géométrie

3.1 Situation du pont sur la Mortivue

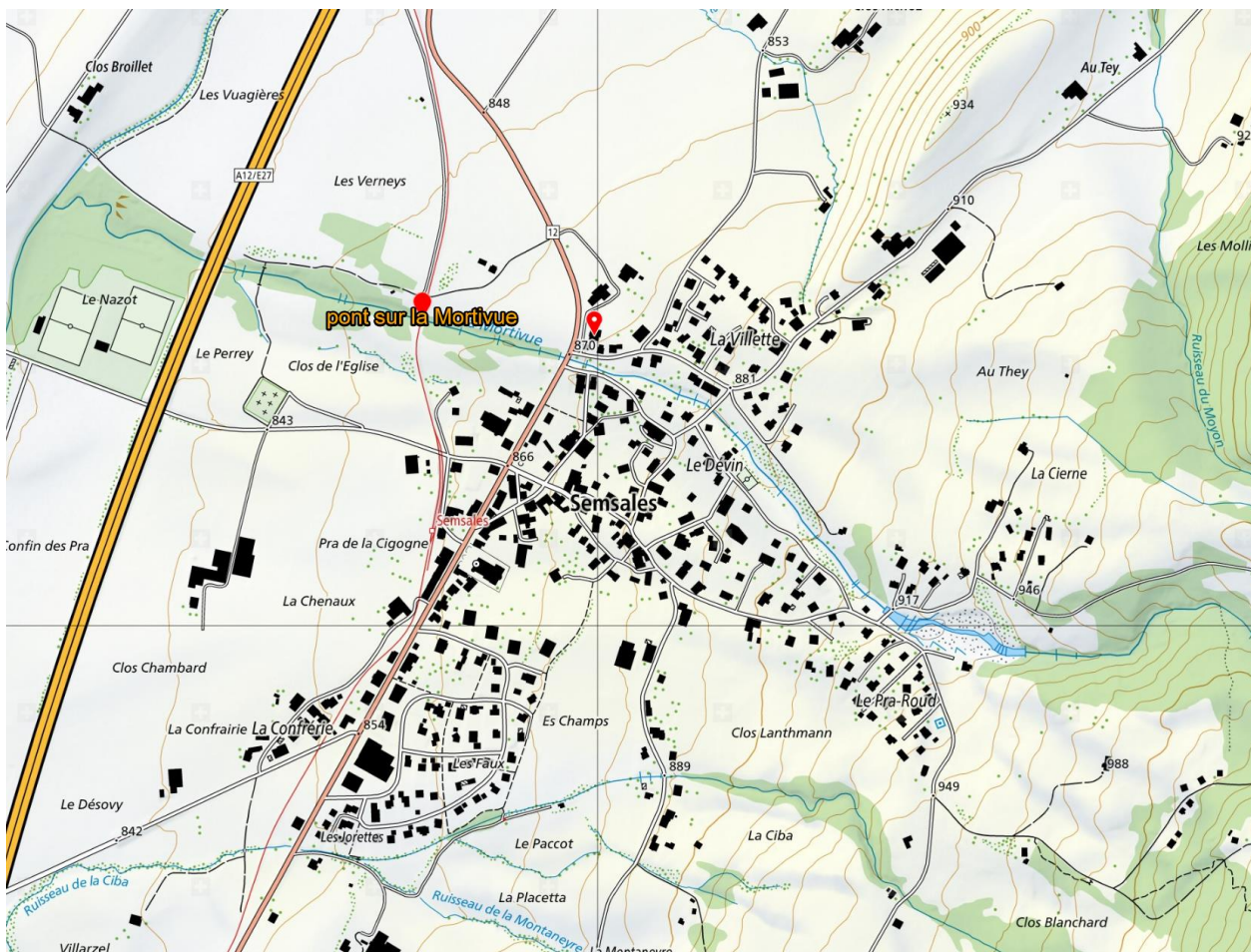


Figure 1 : Situation (source : www.geo.admin.ch)

3.2 Géométrie du pont la Mortivue

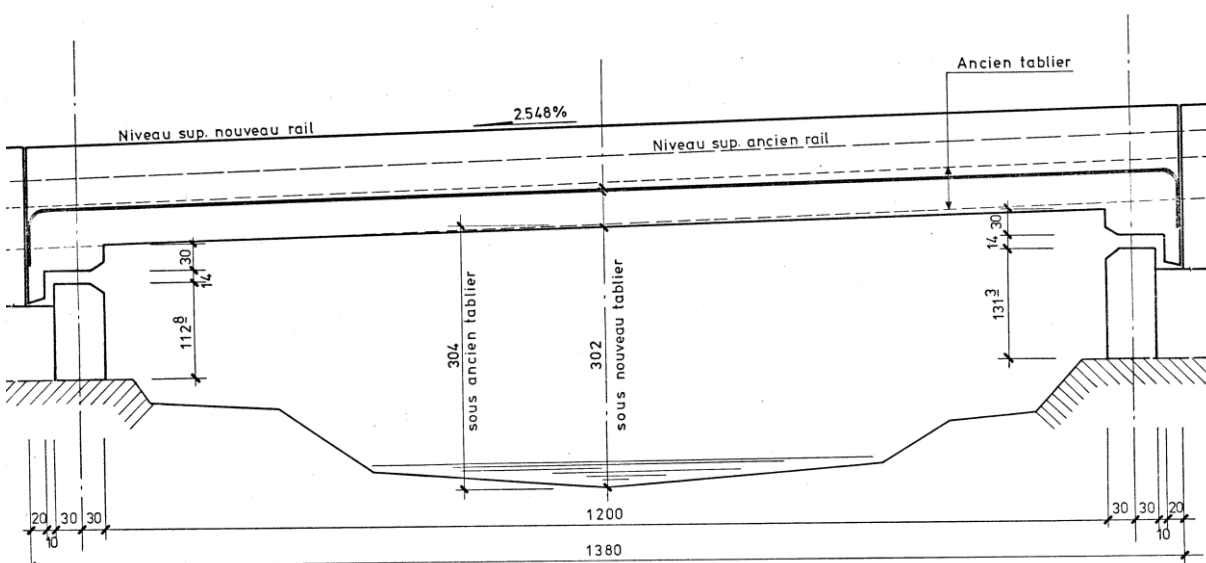


Figure 2: Coupe longitudinale

COUPE A L'AXE DU RUISSEAU

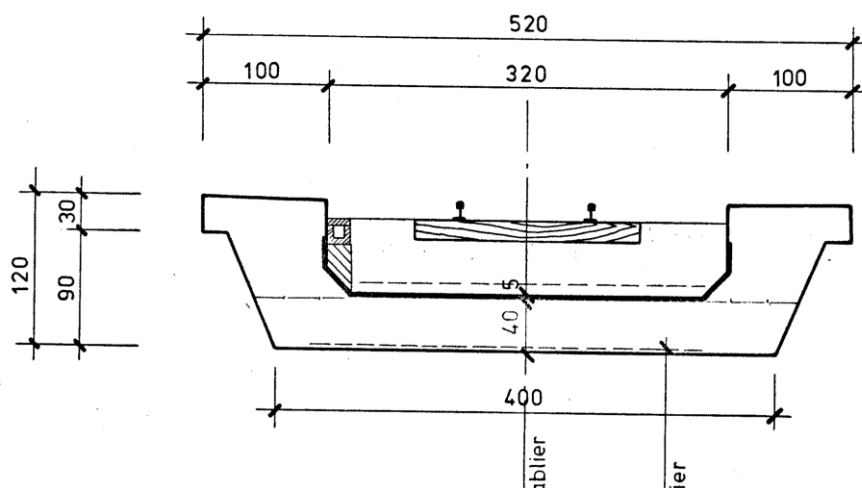


Figure 3 : Section

4 Matériaux

4.1.1 Béton/Armatures

Etant donné qu'il n'existe aucune actualisation des propriétés des matériaux d'après des essais en laboratoire respectivement d'inspection, les valeurs des matériaux sont tirées du rapport "Pont sur la Mortivue km 6.472 Calcul statique". Finalement, selon SIA 269-2 Anhang A Tabellen 7 & 8, les valeurs statiques concernées sont listées dans la présente vérification.

Tableau 1 : Béton/Armatures

Elément	Type	f_{cd} N/mm ²	τ_{cd} N/mm ²
Béton	BH 300	12.8	0.88

Tableau 2 : Armatures¹

Elément	Type	f_{sd} N/mm ²	ε_{ud} N/mm ²
Armatures	Tor 50	435	-

5 Concept structurel

Le pont est porté sur 12.6m par en poutre simple. Ces poutres sont posées aux bords sur les culées. Dans le modèle statique, les charges linéaires sont appliquées avec une largeur de 30cm. Dans le sens longitudinal, le pont est tenu par les culées. Il n'est pas clair selon les documentations existantes comment le pont est tenu dans le sens transversal.

¹ Aus "Weisung für die Überprüfung von Kunstbauten 2016" Tiefbauamt Graubünden/ Abteilung Kunstbauten

La structure du pont est composée d'un caisson en forme de U. Le tablier de 40cm a été dimensionnée pour le sens transversal. La portée mesure 3.6m entre les deux poutres latérales en béton. Les poutres latérales en béton sont considérées porteuses. Sur la surface de circulation, les bordures ne sont pas considérées porteuses.

6 Démarche

Dans le chapitre suivant, les nouvelles charges qui surviennent sur le projet existant seront analysées. Il en résulte finalement au chapitre 7 une comparaison qualitative et quantitative des résistances actualisées. Le principe de vérification est plus exactement décrit dans le chapitre 7.1.

7 Charges

7.1 Charges permanentes

Les charges permanentes sont actualisées. A cause de l'élévation des voies, il y a plus de charge permanente au niveau caractéristique (plus grande charge de ballast). Le coefficient de charge 1.2 est appliqué pour l'actualisation des charges au niveau de dimensionnement selon SIA 269/1 car un contrôle de la géométrie a été réalisée.

Le calcul statique a été fait selon [3] pour le calcul de [9]. A l'époque, il n'y a pas eu de coefficient de charge lors de la vérification à la sécurité structurelle. Toutes les charges avec des valeurs caractéristiques sont directement comparées avec une contrainte normalisée qui est considérablement plus faible que la résistance. Pour exemple, la contrainte admissible du béton BH 300 ($f_{td}^{28}=300\text{kg/cm}^2$) à l'état de service sous charges principales est de 120kg/cm^2 (selon [7]) où la sécurité globale est de 2.50.

Il n'est pas directement donné comment les coefficients de charge se différencient du facteur de sécurité globale. Il est admis que les concepts de dimensionnement entre deux générations de normes ne changent pas de manière significative. Selon [4], le coefficient de charge 1.3 est appliqué dans le présent rapport pour les charges permanentes.

Les élévations de voies ont pour conséquence une augmentation des charges au niveau caractéristique mais pas forcément au niveau de dimensionnement (coefficient de charge plus faible). Dans le chapitre « Vérification », les charges de toutes les structures ont été actualisées selon cette démarche.

Tableau 3 : Charges permanentes

Charges	Valeurs caractéristiques
Poids propre porteur	Béton armé $\gamma = 25\text{kN/m}^3$
Poids propre non porteur	Traverses, revêtements, ballast et autres charges permanentes

7.2 Charges variables

Sur le tronçon des Transports Publics Fribourgeois TPF, la circulation ferroviaire est caractérisée par un profil de dégagement B (Lichtraumprofil B) qui peut être représenté par les modèles de charges 6 et 7 (dans [6]). Ce type de circulation ferroviaire n'est pas influencé par la déviation des voies.

Dans le cadre du projet actuel, les charges variables n'ont pas de modifications négatives. Selon [6] Art. 11.3, le coefficient dynamique est déterminé de la manière suivante :

$$\Phi = 1.44 / (\sqrt{l_0} - 0.2) + 0.82 = 1.25, \text{ où } l_0 \text{ vaut } 12.6\text{m}.$$

Dans [9], une valeur de 1.48 respectivement 1.314 ont été appliquées pour les coefficients dynamiques pour les cas sous charges principales respectivement charges supplémentaires.

<u>3.2. Surcharge et coefficient dynamique</u>	
Art. 5	normes S.I.A. 11: 160 = 6 essieux de 16 t ²
Majoration dynamique	
Φ	$0.9 \cdot 7 \cdot \frac{100 + L}{10 + L} =$
pour tablier	$0.9 \cdot 7 \cdot \frac{100 + 3.60}{10 + 3.60} = 48 \%$
pour poutre latérale	$0.9 \cdot 7 \cdot \frac{100 + 18.60}{10 + 18.60} = 31.4 \%$
Art. 18.4. Charge horizontale perpendiculaire à la voie = 5.0 t ³	
<u>4.3. Surcharges</u>	
P. par essieu	$= 1.48 \cdot 16.0 = 23.68 \text{ t}$

Ci-dessous figurent les valeurs caractéristiques des charges variables :

Tableau 4 : Comparaison des charges ferroviaires (valeurs caractéristiques)

Normes	SIA 160(1970)	SIA 260(2020) LM6	SIA 260(2020) LM7
Charges ferroviaires [kN]	$6 \times 160 \text{ kN} \times \Phi_1^2 = 1'421$	$(4 \times 160 \text{ kN} + 6.2 \text{ m} \times 70 \text{ kN/m}) \times \Phi_2^3 = 1'343$	$4 \times 200 \text{ kN} \times \Phi_2 = 1'000 \text{ kN}$

En considérant les charges dynamiques, les hypothèses de charges dans [9] sont suffisantes en comparaison à la norme. Une vérification complémentaire des charges variables ne sera pas faite.

Les coefficients de charges entre les générations de normes 1970 (analog [4]) et 2003 ont même été réduite (1.50 à 1.45). Ceci peut être considéré pour des ouvrages anciens.

7.3 Charges accidentelles

Les charges accidentelles liées à l'élévation des voies ne sont pas pertinentes.

7.4 Autres cas de charges

D'autres cas de charges ne sont pas déterminants.

7.5 Risques acceptés

Pour les risques suivants, aucune mesure technique, constructive ou organisationnelle n'est envisagée et seront acceptés par le maître d'ouvrage comme risques particuliers :

² $\Phi = 1.48$

³ $\Phi = 1.25$

Phase d'exécution

- Explosion
- Sabotage
- Impacts environnementaux imprévisibles

Phase d'exploitation

- Explosion
- Sabotage
- Impacts environnementaux imprévisibles

8 Etats limites

Etat limite Typ 2 selon SIA Norm 269 (Résistance des structures)

Situation de risque	Circulation ferrovaire
Charges permanentes	
- Poids propre porteur et non porteur	1.20/0.90
Charges variables	
- LM 7	1.45

Etat limite Typ 2 selon SIA Norm 261 (Résistance des structures)

Situation de risque	Circulation ferrovaire
Charges permanentes	
- Poids propre porteur et non porteur	1.35/0.80
Charges variables	
- LM 7	1.45

Etat limite Typ 2 selon SIA Norm 160 (analog [4]) (Résistance des structures)

Situation de risque	Circulation ferrovaire
Charges permanentes	
- Poids propre porteur et non porteur	1.30/0.80
Charges variables	
- LM 6	1.50

9 Aptitude au service et durabilité

Les charges permanentes sont légèrement augmentées à cause de l'élévation des voies. Comme le relevé de l'état actuel ne présentent pas de dégâts pertinents (fissures, déformations, etc), la vérification du présent rapport ne se porte qu'au niveau de la sécurité structurale.

10 Vérification

10.1 Principe de vérification

Comme montré au chapitre 4, uniquement l'augmentation du poids propre non porteur est pertinente pour la vérification étant donné que les charges variables n'ont pas été modifiées.

- I. Les poids propres non porteurs des structures existantes ont été déterminées pour l'état avant et après l'élévation des voies (niveau caractéristique).
- II. Les charges déterminées en [I] sont à combiner avec les coefficients de charges [Kapitel.8] (niveau dimensionnement).
- III. Après la comparaison des charges au niveau de dimensionnement, les charges du projet 2023 sont plus faibles que les charges initialement considérées.
- IV. La vérification est terminée

10.2 Liste des charges (valeurs caractéristiques)

Dans le tableau suivant figurent uniquement les charges de la superstructure du " Pont sur la Mortivue "

Tableau 5 : Comparaison des charges permanentes (valeurs caractéristiques)

Poids propre Béton Appliqué dans [9] [kN/m']	Poids propre Béton (2023) [kN/m']	Poids Ballast appliqué dans [9] [kN/m']	Poids Ballast (2023) [kN/m']	Poids rails + traverses appliqué dans [9] [kN/m']	Poids rails + traverses (2023) [kN/m']	Poids total appliqué dans [9] [kN/m']	Charges permanentes total (2023) [kN/m']
78.00 ⁴	77.75 ⁵	36.5	34.6 ⁶	2.10	4.15 ⁷	116.6	116.5

Afin de comprendre le calcul pour déterminer les charges (2023), une esquisse est mise à disposition ci-dessous.

⁴ Dans le poids propre du béton est aussi compris celui de l'isolation

⁵ $3.11\text{m}^2 \cdot 25\text{kN/m}^3 = 77.75\text{ kN/m'}$, dans le poids propre du béton est aussi compris celui de l'isolation

⁶ $(1.91\text{ m}^2 - (0.6 - 0.585)\text{ m} \cdot 3.2\text{m}) \cdot 18\text{kN/m}^3 = 33.52\text{ kN/m'}$, élément supplémentaire : $0.6\text{m} \times 0.1\text{m} \cdot 18\text{kN/m}^3 / 2 \cdot 2 = 1.08\text{kN/m'}$

⁷ Traverse $194\text{kg} / 0.6\text{m Distance} = 323\text{kg/m'}$; Rail: 46.17kg/m' par rail $\rightarrow 2\text{ rails} = 92.34\text{kg/m'}$

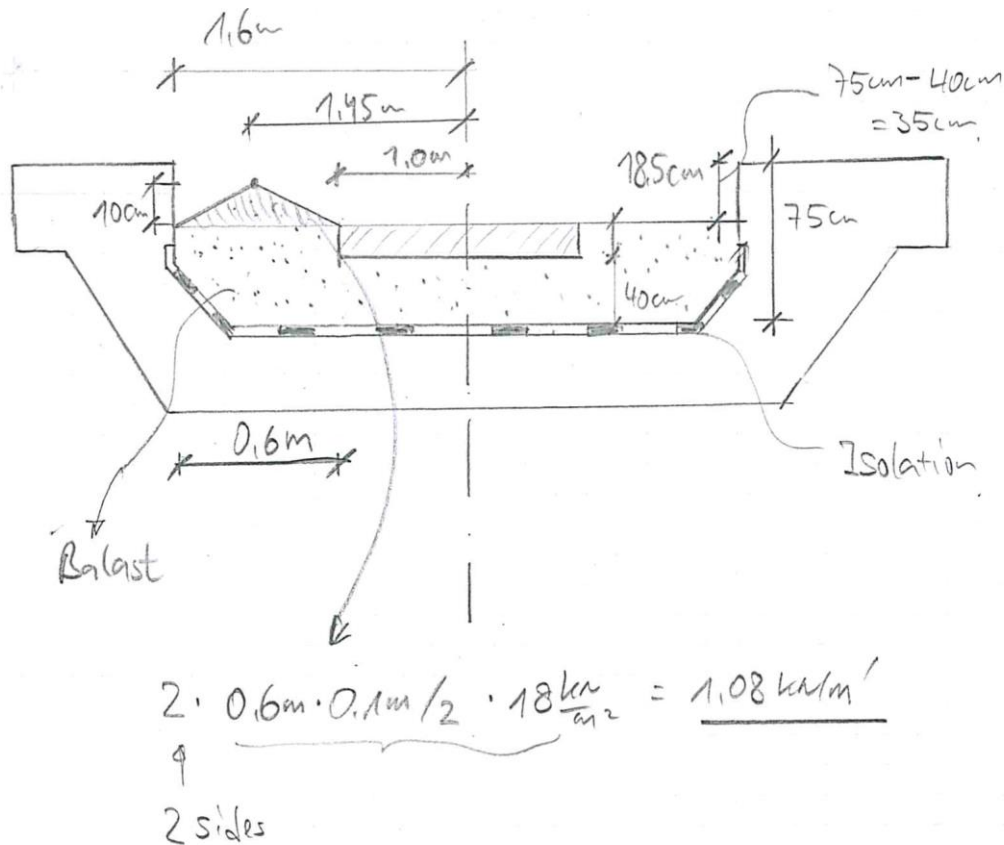


Abbildung 1: Section de la ligne ferroviaire projetée 2023

10.3 Remarque

Si une nouvelle isolation ou revêtement devait être réalisé sur le pont, le poids de l'isolation ou du mortier de $25\text{kN/m}^3 \times 5\text{cm} = 1.25\text{kN/m}^2$ ne doit pas être dépassé lequel dans la statique (1970) a déjà été considéré. En général, un revêtement de PBD de 5mm et un mortier de protection de 5mm représentent la charge suivante : $24\text{kN/m}^3 \times 0.005\text{m} + 22\text{kN/m}^3 \times 0.005\text{m} = 0.23\text{kN/m}^2$.

10.4 Résultats (valeurs de dimensionnement)

Charges permanentes état 1976: $q_{Ed}: q_{ek} \cdot \gamma_m = 116.6 \text{ kN/m} \cdot 1.3 = \mathbf{151.6 \text{ kN/m}}$

Charges permanentes état 2023: $q_{Ed} = q_{ek} \cdot \gamma_m = 116.5 \text{ kN/m} \cdot 1.2 = \mathbf{139.8 \text{ kN/m}}$

11 Résumé et conclusions

La résistance structurelle nécessaire du Pont sur la Mortivue a pu être vérifiée de manière qualitative.

Selon les rapports d'inspection, la surface en béton de la superstructure du pont, les culées, etc. doivent être réparées localement. Il n'y a pas de corrosion des armatures ni de fissurations importantes.

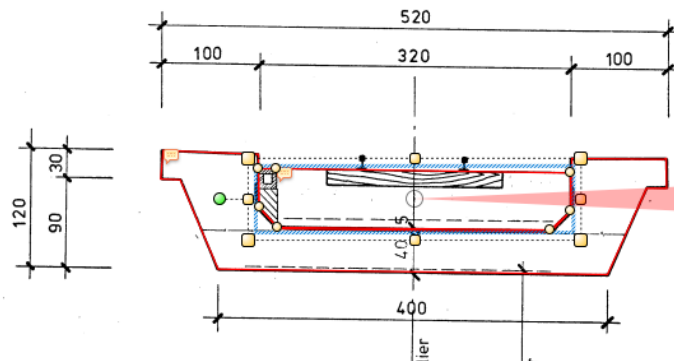
Les travaux d'assainissement nécessaires sont les suivants :

- Réparation de la surface du béton et traitement des éventuelles fissures.
- Rénovation de l'étanchéité du pont
- Vérification des appuis des culées et éventuel changement des appuis.
- Contrôle du drainage des eaux d'infiltration.
- Eventuel remplacement du garde-corps.

Annexe A Extrait de [9]

A.1 Surface de section caisson béton / ballast (profondeur 0.6m)

COUPE A L'AXE DU RUISSEAU



Fläche - [Gu., 10/12/2020, 09:58:40] ✕
3.11 m²

Fläche - [Gu., 10/12/2020, 10:05:16] ✕
1.91 m²

A.2 Charges poids propre non porteur

3. CHARGES ET SURCHARGES

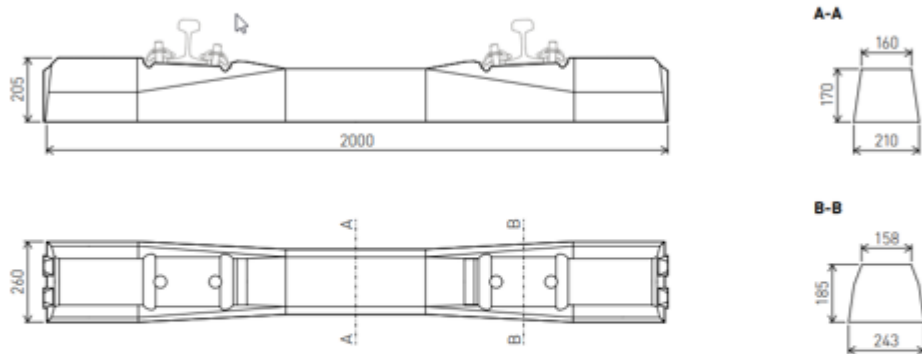
3.1 Charges mortes

Beeton + isolation	$5.20 \times 1.20 = 6.24$	
1. $2 \times 0.90 \times 0.90 = -0.36$		
1. $2 \times \frac{0.40}{2} \times 0.90 = -0.36$		
1. $3.20 \times 0.75 = -2.40$		
	$3.12 \times 2.5 =$	7.80 t/m'
Ballast	$0.60 \times 3.20 \times 1.90 =$	3.65 t/m'
Rails + traverses		0.21 t/m'
		11.66 t/m'

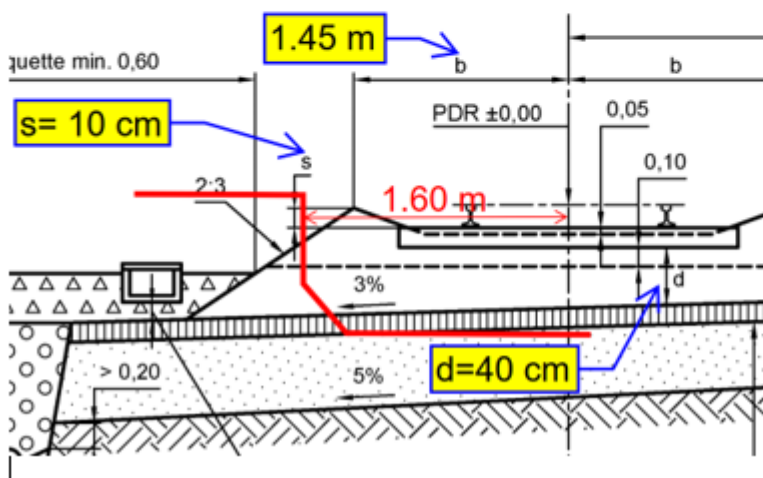
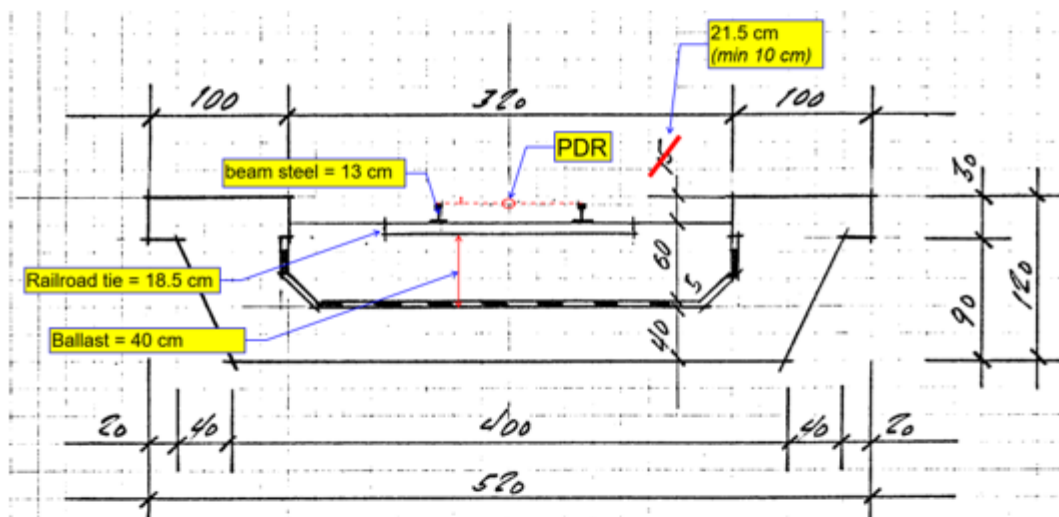
Annexe B Données de la ligne ferroviaire projetée (2023)

3) Situation after renewal of the railway superstructure (futur ~2023)

- Kind of steel beams → rail CFF I (46 E1), R 350 HT (mass 46.17kg/m)
- Railroad tie thickness → https://www.vigier-rail.ch/sites/default/files/2020-04/5.2.1_VoeV-E_Franzoesisch_09.2018.pdf (194kg)



- Kind of Ballast → **qualité 1**
- Ballast thickness → **40 cm under the railroad tie**



Annexe C Extraits SIA Norme 160(1989)

3 22 Eigenlasten des Tragwerks

- 3 22 1 Der Bemessungswert der Eigenlasten des Tragwerks wird bestimmt zu:

$$G_d = \gamma_G \cdot G_m$$

γ_G : Lastfaktor für Eigenlasten des Tragwerks

G_m : Mittelwert der Eigenlasten des Tragwerks

- 3 22 2 Der Mittelwert der Eigenlasten des Tragwerks wird definiert als Produkt der mittleren Raumlasten gemäss Tabelle 34 im Anhang A1 und der plangemässen Abmessungen.

- 3 22 3 Der Lastfaktor für Eigenlasten des Tragwerks beträgt:

$$\gamma_G = 1.3$$

- 3 22 4 Wenn die Tragsicherheit durch die Eigenlasten des Tragwerks günstig beeinflusst wird, muss sie auch mit einem Minimalwert dieser Eigenlasten nachgewiesen werden:

$$\gamma_{G, \min} = 0.8$$

- 3 22 5 Es darf angenommen werden, dass die Streuung der Raumlasten und die Abweichungen der tatsächlichen von den plangemässen Abmessungen innerhalb des Tragwerks sich nicht ändern. Die Eigenlasten des Tragwerks sind somit nicht nach Einflusszonen anzuordnen.

3 23 Leiteinwirkung

- 3 23 1 Als Leiteinwirkung kann jede Einwirkung auftreten. Die Leiteinwirkung wird in extremer Form und Grösse in Rechnung gestellt.

- 3 23 2 Der Bemessungswert der Leiteinwirkung wird bestimmt zu:

$$Q_d = \gamma_Q \cdot Q_r$$

γ_Q : Lastfaktor für die Leiteinwirkung gemäss Tabelle 1

Q_r : Kennwert der Einwirkung gemäss Ziffer 4 01 bis 4 14

- 3 23 3 Eigenlasten des Tragwerks sind nur ausnahmsweise Leiteinwirkung. In einem solchen Fall, wie z.B. beim Freivorbau, sind Massnahmen gemäss Ziffer 2 23 vorzusehen und die Lastfaktoren entsprechend festzulegen.

- 3 23 4 Der Bemessungswert der Leiteinwirkung im Falle einer aussergewöhnlichen Einwirkung wird bestimmt zu:

$$Q_d = Q_{acc}$$

Q_{acc} : Kennwert der aussergewöhnlichen Einwirkung gemäss Ziffer 4 15 bis 4 19

Ziffer	Leiteinwirkung	γ_Q
4 01 bis 4 14	NORMALFALL	1.5
4 02 4 03	AUSNAHMEN: Einwirkungen aus dem Baugrund Vorspannung als äussere Einwirkung - globale Wirkung - lokale Wirkung	siehe Ziffer 4 02 1.2 1.5
4 10	Bahnlasten für Normalspur, Lastmodell 2	1.2
4 11	Bahnlasten für Schmalspur, Lastmodell 3	1.2

Tabelle 1 Lastfaktoren für die Leiteinwirkung

3 24 Begleiteinwirkungen

- 3 24 1 Als Begleiteinwirkung kann jede ständige und veränderliche Einwirkung auftreten. Form und Grösse der Begleiteinwirkung werden durch die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens mit der Leiteinwirkung bestimmt.

- 3 24 2 Die Begleiteinwirkung wird bestimmt zu:

$$Q_a = \psi \cdot Q_r$$

ψ : Lastfaktor für die Begleiteinwirkung gemäss Tabelle 2

Q_r : Kennwert der Einwirkung gemäss Ziffer 4 01 bis 4 14

- 3 24 3 Die Begleiteinwirkung zu einer aussergewöhnlichen Leiteinwirkung wird bestimmt zu:

$$Q_{a, acc} = \psi_{acc} \cdot Q_r$$

ψ_{acc} : Lastfaktor für die Begleiteinwirkung gemäss Tabelle 2

Ziffer	Begleiteinwirkung	ψ	ψ_{acc}
4 01	Auflasten	1.3	1.0
4 02	Einwirkungen aus dem Baugrund	siehe Ziffer 4 02	
4 03	Vorspannung als äussere Einwirkung – globale Wirkung	1.0	1.0
4 04	Nutzlasten in Gebäuden		
	– Kat. A, B, F <i>volle Nutzlast</i>	0.5	0.3
	– Kat. C, E <i>offen. Versammlung</i>	0.8	0.8
	– Kat. D, Lager- und Fabrikationsflächen	1.0	1.0
4 05	Schnee <i>volle Nutzlast</i>	0.8	$\left(1 - \frac{1000}{h}\right)$
4 06	Wind	0.8	0
4 07	Temperatur	0.8	0
4 08	Nutzlasten auf Bauwerken für Fussgänger und Radfahrer	0.8	0
4 09	Strassenlasten		
	– Lastmodell 1	0.8	0.5
	– Lastmodell 2 und 4	0	0
	– Lastmodell 3	0.8	0
	– Bremskräfte	0.8	0
4 10	Bahnlasten für Normalspur	0.8	0
	– Ausnahme: Lastmodell 2	0	0
4 11	Bahnlasten für Schmalspur	0.8	0
4 12	Kranbahnlasten	0.8	0
4 13	Reibungs- und Rückstellkräfte von Lagern	0.8	0
4 14	Kräfte auf Abschränkungen	0	0

Tabelle 2 Lastfaktoren für Begleiteinwirkungen

3 25 Bemessungswert der Beanspruchung

- 3 25 1 Der Bemessungswert der Beanspruchung ist abhängig von der Leiteinwirkung. Es werden zwei Fälle unterschieden:

Fall 1: Die Leiteinwirkung ist entweder eine ständige oder eine veränderliche Einwirkung.

Fall 2: Die Leiteinwirkung ist eine aussergewöhnliche Einwirkung.

- 3 25 2 Der Bemessungswert der Beanspruchung im Fall 1 beträgt:

$$S_d = S(\gamma_G \cdot G_m, \gamma_Q \cdot Q_r, \sum \psi \cdot Q_r)$$

Als Summe der Begleiteinwirkungen sind alle ständigen sowie in der Regel eine veränderliche Einwirkung zu berücksichtigen.

Tableau 1: Facteurs de charge pour la vérification de la sécurité structurale

Actions	γ_F	État-limite		
		Type 1	Type 2	Type 3
Actions permanentes				
– avec effet défavorable	$\gamma_{G,sup}$	1,10 ¹⁾	1,35 ¹⁾	1,00
– avec effet favorable	$\gamma_{G,inf}$	0,90 ¹⁾	0,80 ¹⁾	1,00
Actions variables				
– en général	γ_Q	1,50	1,50	1,30
– charges dues au trafic routier	γ_Q	1,50	1,50	1,30
– charges dues au trafic ferroviaire				
– modèles de charge 1, 2, 4 à 7	γ_Q	1,45	1,45	1,25
– modèle de charge 3	γ_Q	1,45	1,20	1,25
Actions du terrain de fondation				
Charges de terre				
– avec effet défavorable	$\gamma_{G,sup}$	1,10	1,35 ^{2) 3)}	1,00
– avec effet favorable	$\gamma_{G,inf}$	0,90	0,80	1,00
Poussée des terres				
– avec effet défavorable	$\gamma_{G,Q,sup}$	1,35	1,35	1,00
– avec effet favorable ⁴⁾	$\gamma_{G,Q,inf}$	0,80	0,70	1,00
Pression hydraulique				
– avec effet défavorable	$\gamma_{G,Q,sup}$	1,05	1,20 ³⁾	1,00
– avec effet favorable	$\gamma_{G,Q,inf}$	0,95	0,90	1,00
¹⁾ G est multiplié par $\gamma_{G,sup}$ ou par $\gamma_{G,inf}$, selon que l'effet d'ensemble de l'action est défavorable ou favorable. ²⁾ Pour des hauteurs de remblai de 2 à 6 m, $\gamma_{G,sup}$ peut être réduit linéairement de 1,35 à 1,20. ³⁾ Lors de l'application de la méthode observationnelle, des valeurs réduites sont admises dans certains cas, selon la norme SIA 267. ⁴⁾ Pour la butée des terres exerçant une action favorable, on a $F_d = R_d$, selon la norme SIA 267.				

Figure 4 : SIA 260 2013 4.4.3.3

Tableau 2: Coefficients de réduction pour les bâtiments

Actions	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges utiles dans les bâtiments			
– Catégorie A Locaux habitables	0,7	0,5	0,3
– Catégorie B Locaux administratifs	0,7	0,5	0,3
– Catégorie C Locaux de réunion	0,7	0,7	0,6
– Catégorie D Locaux de vente	0,7	0,7	0,6
– Catégorie E Entrepôts	1,0	0,9	0,8
Charges dues au trafic dans les bâtiments			
– Catégorie F Véhicules en dessous de 3,5 t	0,7	0,7	0,6
– Catégorie G Véhicules de 3,5 t à 16 t	0,7	0,5	0,3
– Catégorie H Toits	0	0	0
Charges de neige	$1 - 60/h_0$	$1 - 250/h_0$	$1 - 1000/h_0$
Forces dues au vent	0,6	0,5	0
Effets de la température	0,6	0,5	0
Actions du terrain de fondation			
– Poussée des terres	0,7	0,7	0,7
– Pression hydraulique	0,7	0,7	0,7

Figure 5 : SIA 260 2013 Annexe A Bâtiment Tableau 2