

Extensions projetées dans le cadre du Plan National de Mobilité 2035

**Marché relatif au tronçon « Route d'Esch »
ETUDES D'AVANT PROJET SOMMAIRE – APS**

VOLUME D – OUVRAGES D'ART



Groupeement Momentanée

Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur
M.SCHOUBRENNER / T.JACQMIN	G.DUBOIS/T.JACQMIN	G.BRELLE MONDESERT

Indice	Date	Modification
A	28.03.2025	Version initiale
B	28.04.2025	Modifications suite aux remarques Luxtram

1	NOTE GENERALE DE PRESENTATION	4
2	MURS DE SOUTÈNEMENT	4
2.1	Méthodologie d'identification	4
2.2	Identification des murs de soutènement projeté – REB	5
2.2.1	Zone Technopolis Gasperich – extension Tram vers l'Ouest.....	5
2.2.2	Zone Technopolis Gasperich – extension Tram vers l'Est	6
2.2.3	Limite projet Botanica	7
2.2.4	Limite centrale cogénération	8
2.2.5	Coté Est route d'Esch de croisement Bvd Raiffeisen à croisement Rue Christophe Plantin9	
2.2.6	Limite 159 route d'Esch et 31 rue Jean Gaspard de Cicignon	13
2.3	Identification des murs de soutènement existant – REB	16
3	OUVRAGES EXISTANTS	18
3.1	Charges d'exploitation dues à la circulation du tramway.....	18
3.1.1	Charges verticales	18
3.1.2	Charges horizontales.....	19
3.1.3	Modèle de charges de fatigues.....	20
3.1.4	Déraillement.....	21
3.1.5	Combinaisons des actions	22
3.2	OA774.....	23
3.2.1	Présentation de l'ouvrage existant.....	23
3.2.2	Situation projetée.....	23
3.3	OA 1063.....	25
3.3.1	Présentation de l'ouvrage existant et coordination avec l'administration des P&Ch .	25
3.3.1.1	Vérification de l'ouvrage et coordination avec l'administration des P&CH	25
3.3.1.2	Présentation de l'ouvrage	25
3.3.2	Situation projetée.....	25
3.3.3	Spécificités charges d'exploitations et accidentelles sur OA1063.....	26
3.3.4	Réseaux.....	26
3.3.5	LAC (Ligne Aérienne de Contact).....	27
3.3.6	Points d'attention : réalisation de la plateforme Tram sur l'ouvrage.....	27
3.4	OA 790.....	28
3.4.1	Présentation de l'ouvrage existant.....	28
3.4.2	Vérification	28

1 NOTE GENERALE DE PRESENTATION

Ce volume s'inscrit dans le cadre des études d'avant-projet sommaire relatives à l'extension du réseau tramway sur 4,3km le long de la route d'Esch entre le stade de Luxembourg et la place de l'Etoile.

Ce volume traite des ouvrages à réaliser dans le cadre de cette extension, dont notamment, les murs de soutènement en lien avec l'insertion du tramway. Il traite également le sujet des ouvrages existants et des contrôles nécessaires à réaliser.

2 MURS DE SOUTÈNEMENT

2.1 Méthodologie d'identification

L'hypothèse initiale est de considérer, suivant le profil en long de la voie ferrée, que le niveau du Tram conserve le niveau existant de la voirie. Ainsi pour identifier les zones où un mur de soutènement est nécessaire, nous superposons les limites d'insertion du Tram dans sa globalité (plateforme Tram, aménagement et voirie) sur le levé topographique existant et nous contrôlons si celles-ci s'insèrent dans des talus ou alors vont au-delà de soutènement existant dans le cas où elles dépasseraient les limites parcellaires actuelles.

2.2 Identification des murs de soutènement projeté – REB

2.2.1 Zone Technopolis Gasperich – extension Tram vers l'Ouest

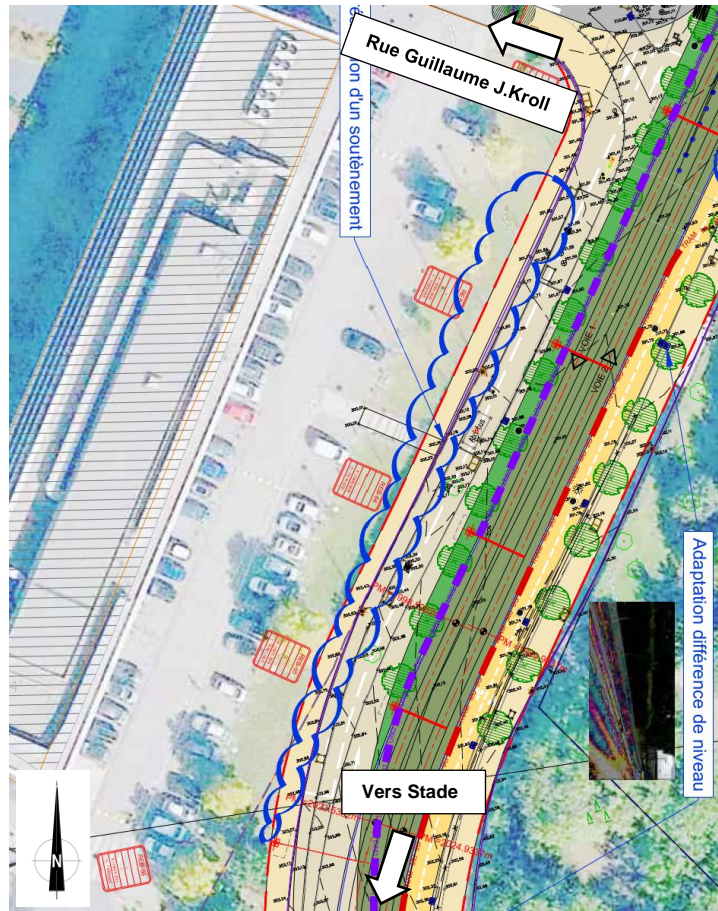


Figure 1: Insertion Tram en direction de Technopolis Gasperich

L'insertion du tram implique un élargissement de la voirie vers l'Ouest en direction de Technopolis à Gasperich. En conséquence si une reprise du talus existant ne pouvait s'avérer possible la réalisation d'un mur de soutènement serait nécessaire. La reprise de l'escalier existant est également indispensable afin de maintenir l'accès direct des piétons vers la route d'Esch.



Figure 2: Escalier d'accès en direction de Technopolis Gasperich

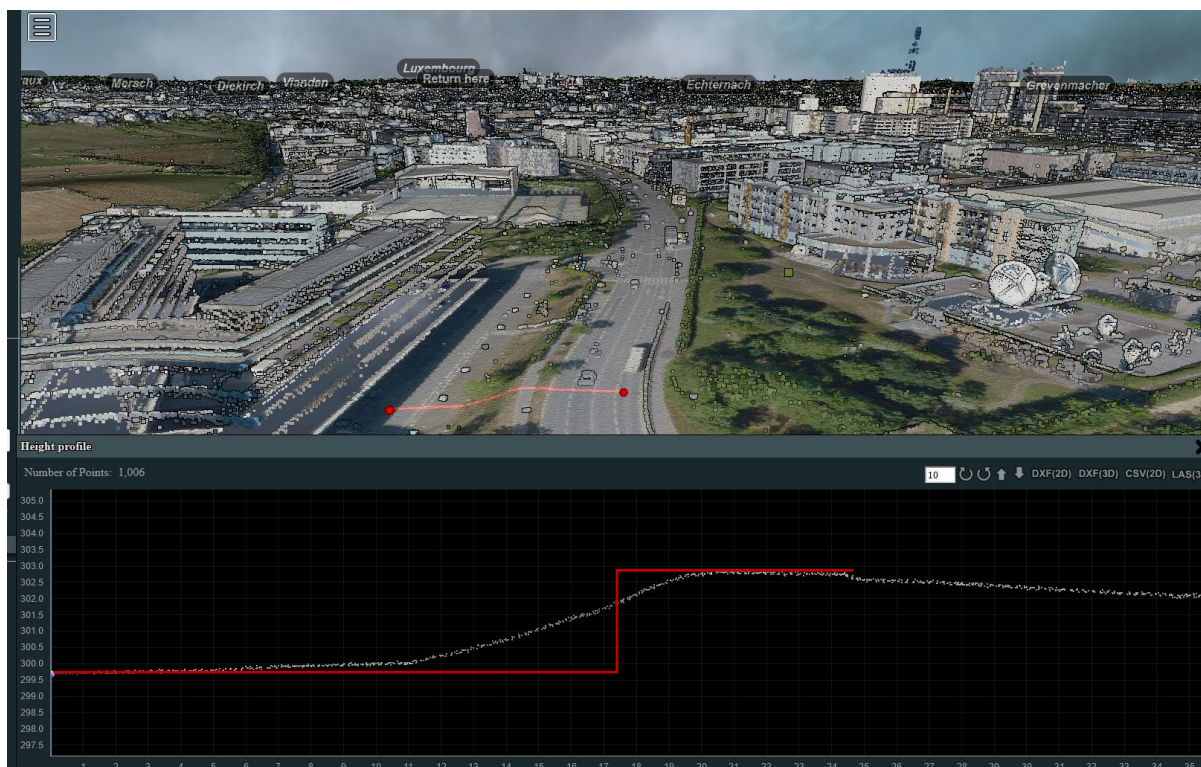


Figure 3: Coupe Lidar – Soutènement Zone Technopolis / Tram coté Ouest

En première analyse, un soutènement d'une longueur de 85m avec une hauteur maximale de 2,5m sera nécessaire. Celui-ci sera du type mur de soutènement en L « classique » et ne nécessitera pas de blindage pour sa mise en œuvre. Un terrassement en talus est à priori possible mais devra être coordonné avec les réseaux existants et projetés.

2.2.2 Zone Technopolis Gasperich – extension Tram vers l'Est

Au même niveau que précédemment, mais du côté Est, il existe actuellement un soutènement d'une soixantaine de centimètre au maximum. Celui-ci permet le rehaussement du chemin mixte vis-à-vis de la voirie.



Figure 4: Coupe type et photo soutènement rehaussement chemin mixte zone Technopolis

En raison de la mise à niveau généralisée actuellement projeté ce soutènement devrait être décalé vers l'Est en limite d'implantation du Tram.

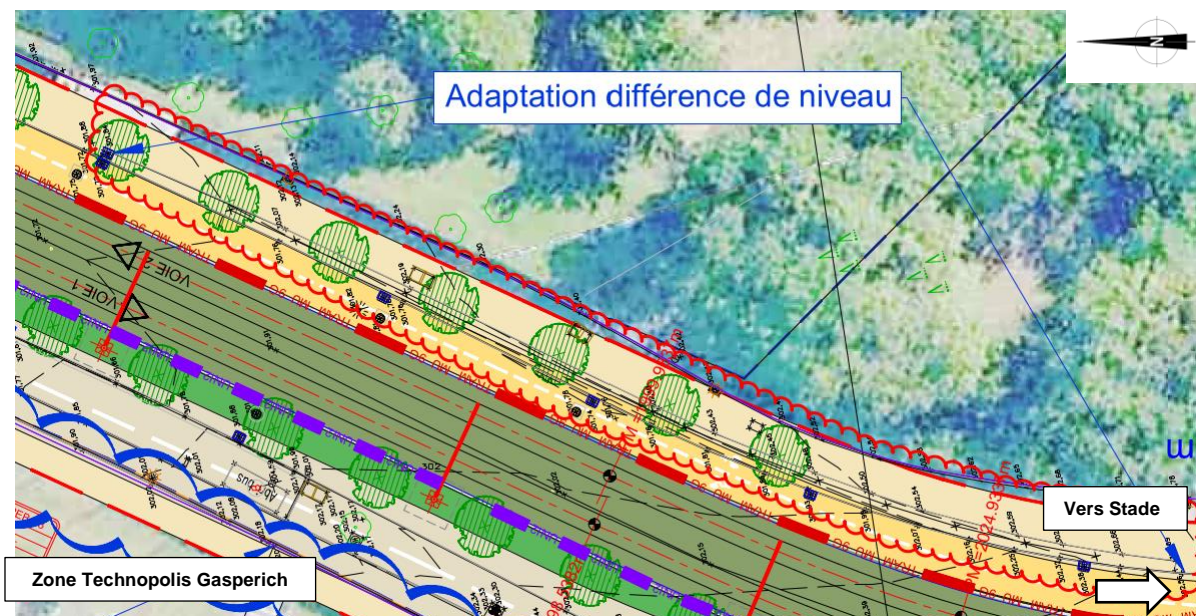


Figure 5: Insertion Tram à l'Est de la zone Technopolis Gasperich

2.2.3 Limite projet Botanica

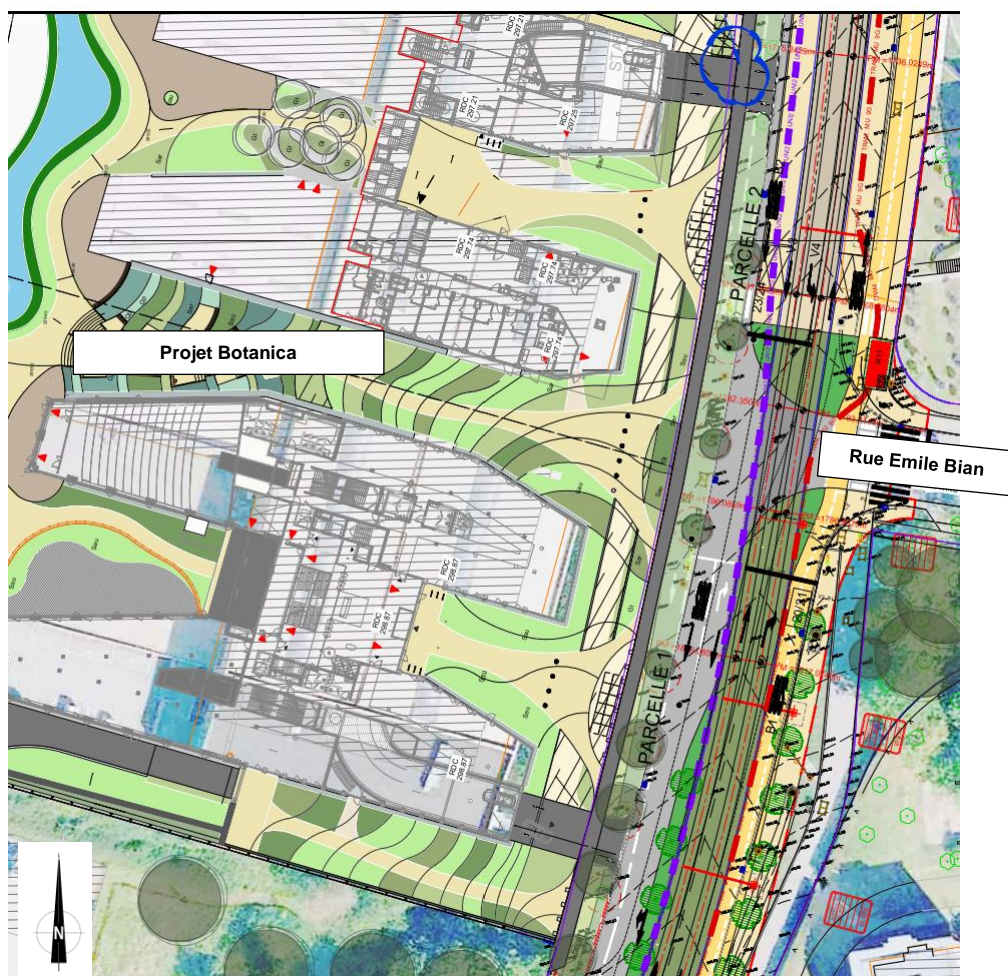


Figure 6: Insertion Tram vers projet Botanica

L'insertion du tram implique un élargissement de la voirie en direction du projet Botanica. Celui-ci est en cours de développement et de réalisation. Cependant les plans du projet reçus indiquent une adaptation du niveau du terrain actuel avec une mise à niveau par rapport à la route d'Esch. De fait, il n'apparaît pas nécessaire de projeter un mur de soutènement.

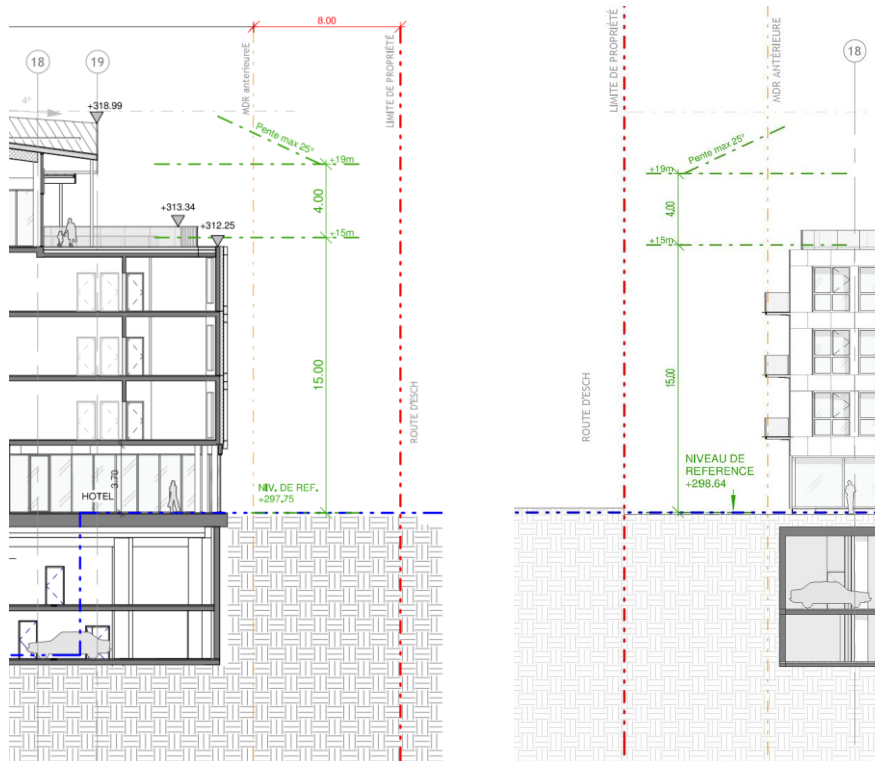


Figure 7: Coupes bâtiments Botanica / Route d'Esch

2.2.4 Limite centrale cogénération

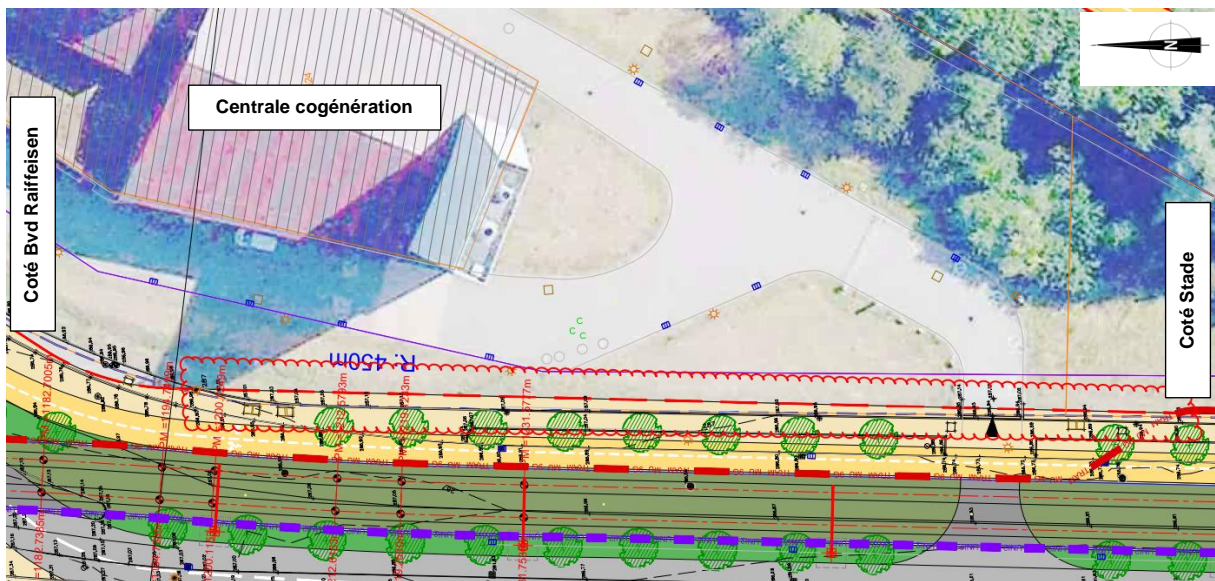


Figure 8: Insertion Tram vers centrale cogénération – vue 1

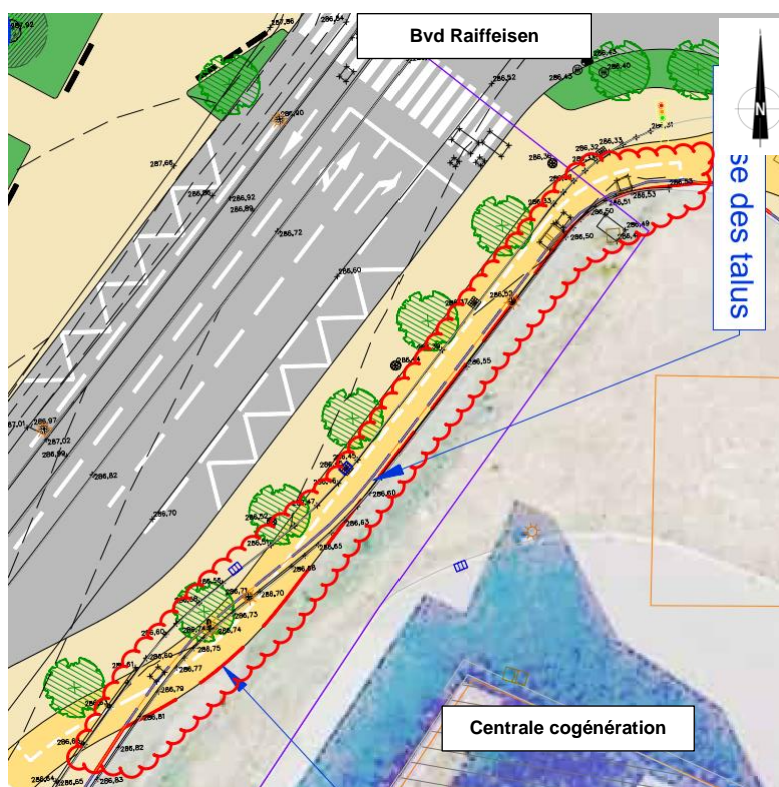


Figure 9: Insertion Tram vers centrale cogénération - vue 2

L'insertion du tram implique un élargissement de la voirie en direction de la centrale cogénération située à l'angle de la route d'Esch et du boulevard Raiffeisen. Cependant au regard de la différence d'altimétrie relativement faible qui est de l'ordre de 1m au maximum, mais aussi du fait de la nature élatique du terrain il est privilégié la réalisation d'un talutage dans les zones identifiées ci-dessus.

2.2.5 Coté Est route d'Esch de croisement Bvd Raiffeisen à croisement Rue Christophe Plantin

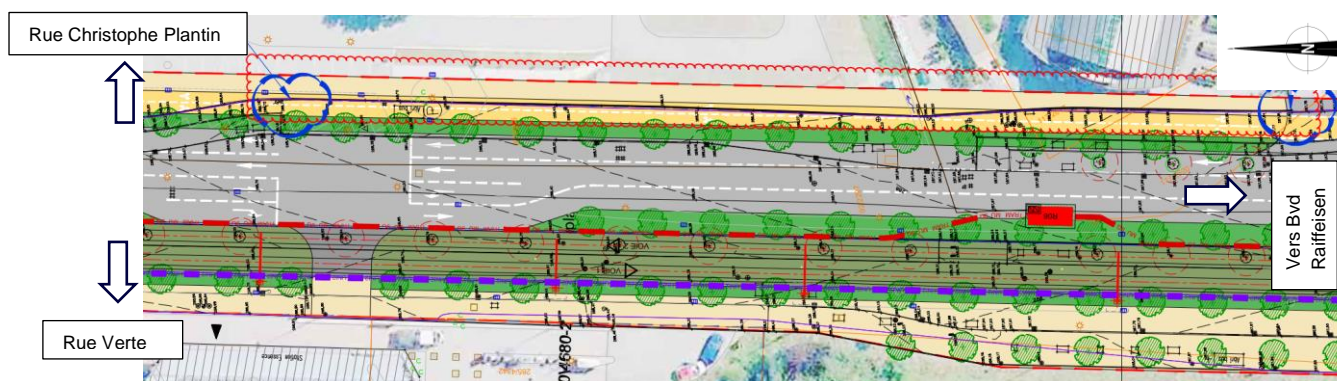


Figure 10: Insertion Tram coté Est route d'Esch

L'insertion du tram implique un élargissement de la voirie du coté Est de la route d'Esch, et cela entre le croisement avec le boulevard Raiffeisen et la rue Christophe Plantin. De fait, il est nécessaire de « déplacer » le soutènement existant afin de permettre cette extension.

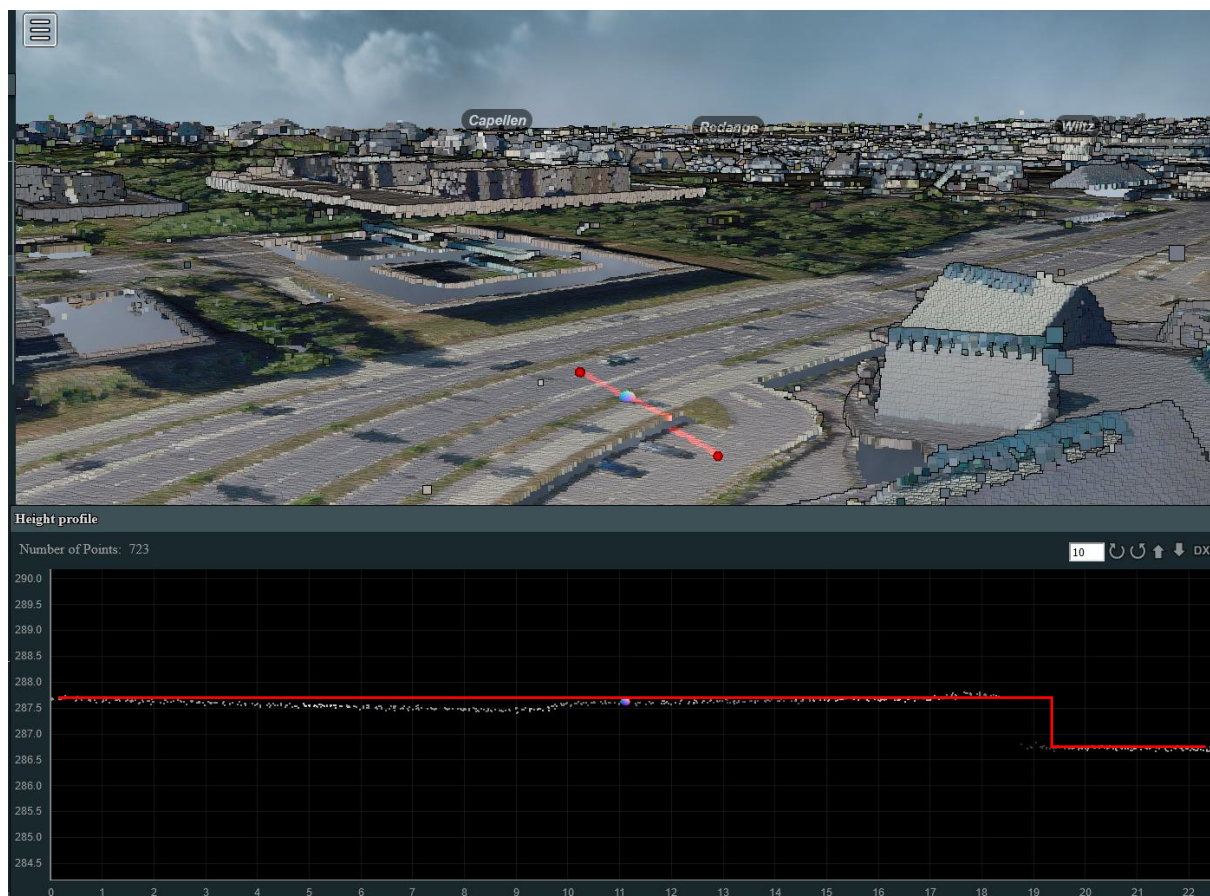


Figure 11: Coupe Lidar - soutènement coupe 1 coté Est route d'Esch

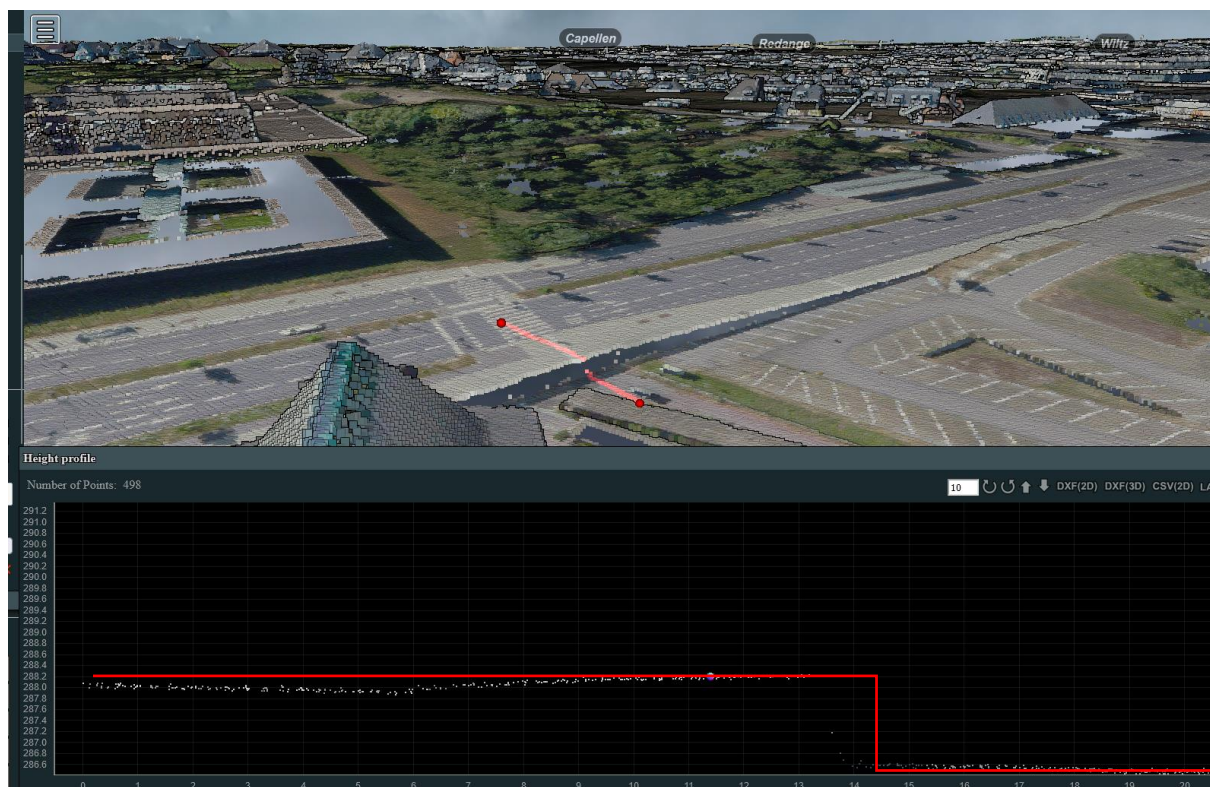


Figure 12: Coupe Lidar - soutènement coupe 2 coté Est route d'Esch



Figure 13: Coupe Lidar - soutènement coupe 3 coté Est route d'Esch

En première analyse un soutènement d'une longueur de 260m avec une hauteur variant entre 50cm et 2,0m sera nécessaire. Celui-ci sera de type mur de soutènement en L « classique » et ne nécessitera pas de blindage pour sa réalisation. Un terrassement en talus est possible mais sera à coordonner avec les réseaux existants et projetés. Il sera également nécessaire de démolir les murs de soutènement existants identifiés ci-dessus, ainsi qu'une partie des murets de soutènement existants au niveau de la rampe de parking d'accès à l'ancien magasin Gamm Vert.



Figure 14: Photo mur de soutènement rampe d'accès parking ancien Gamm Vert

En l'état actuel des données topographiques dont nous disposons, il n'est pas possible de définir précisément les différentes sections de murs. Cependant depuis le Géoportail Luxembourgeois et le Lidar nous pouvons définir approximativement les sections de soutènement à réaliser. Elles sont présentées ci-dessous :

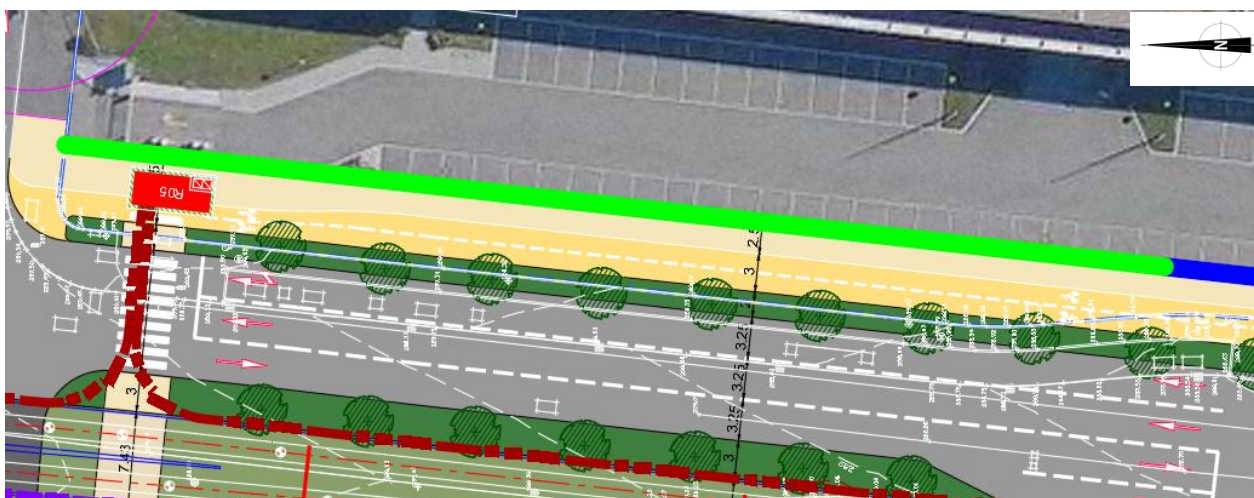
- Section 1 : longueur 110m / hauteur 2m



- Section 2 : longueur 70m / hauteur 1,20m



- Section 3 : longueur 80m / hauteur 50cm



2.2.6 Limite 159 route d'Esch et 31 rue Jean Gaspard de Cicignon



Figure 15: Insertion Tram au 159 route d'Esch et 31 rue Jean Gaspard de Cicignon

L'insertion du tram implique un élargissement de la voirie en direction des parcelles privées situées au 159 route d'Esch et au 31 rue Jean Gaspard de Cicignon. De fait, il est nécessaire de « déplacer » le soutènement existant afin de permettre cette extension.

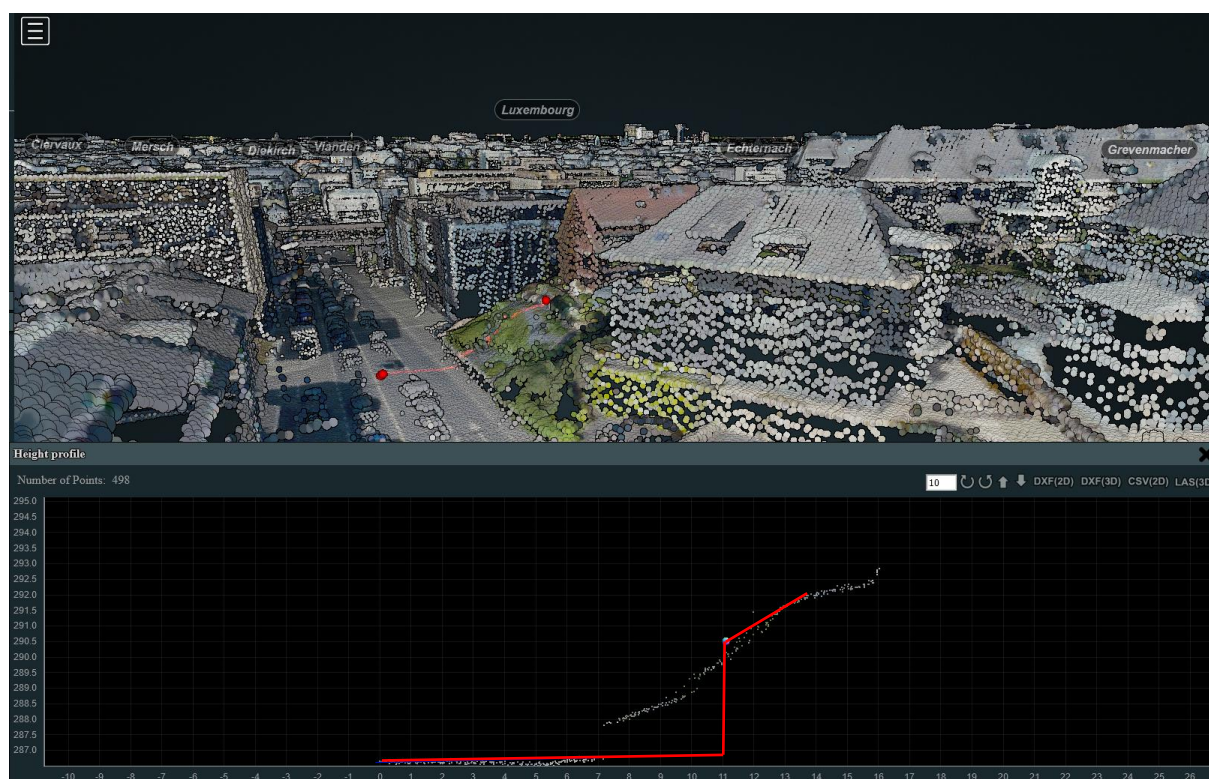


Figure 16: Coupe Lidar - soutènement au 159 route d'Esch

Au regard de la topologie et afin de limiter les terrassements futurs, il nous paraît judicieux de réaliser ici un soutènement en paroi de pieux sécants auto stable. Celui-ci permettra de stabiliser le talus et ainsi permettre le terrassement pour l'insertion du Tram. La longueur du soutènement sera de l'ordre de 30m pour une hauteur d'approximativement 3m. Cette insertion implique de redéfinir les deux escaliers d'accès existants. A savoir l'un pour le 159 route d'Esch et le second pour l'accès à la rue Jean Gaspard de Cicignon. Il sera également nécessaire de démolir le muret de soutènement existant après la réalisation du soutènement en pieux sécants.



Figure 17: Zone mur de soutènement au 159 route d'Esch / 31 rue Jean Gaspard de Cicignon - escalier actuel
accès au 159 route d'Esch - muret de soutènement existant



Figure 18: Zone mur de soutènement au 159 route d'Esch / 31 rue Jean Gaspard de Cicignon - escalier actuel
accès au 31 rue Jean Gaspard de Cicignon - muret de soutènement existant

2.3 Identification des murs de soutènement existant – REB

Dans la zone d'insertion REB du projet Tram, il a été identifié plusieurs murs de soutènement existants qui seront en théorie conservés. C'est le cas notamment à l'Est de son insertion entre les rues Emile Bian et Jean Piret

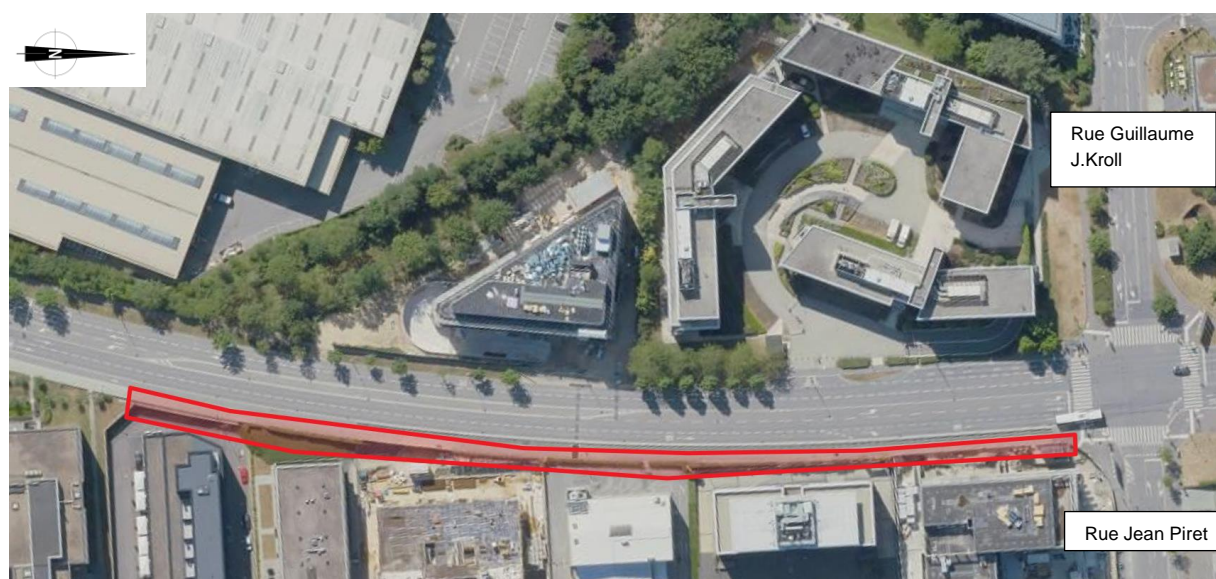


Figure 19: Orthophoto - zone mur de soutènement existant

Actuellement les charges routières s'appliquant sur ces murs de soutènement sont situées à 5m environ, et c'est un chemin mixte qui est situé directement derrière le mur. En projeté, il est prévu un trottoir puis une piste cyclable derrière ces murs. La plateforme Tram vient ensuite et est distante d'au minimum 6,5m des murs de soutènement.

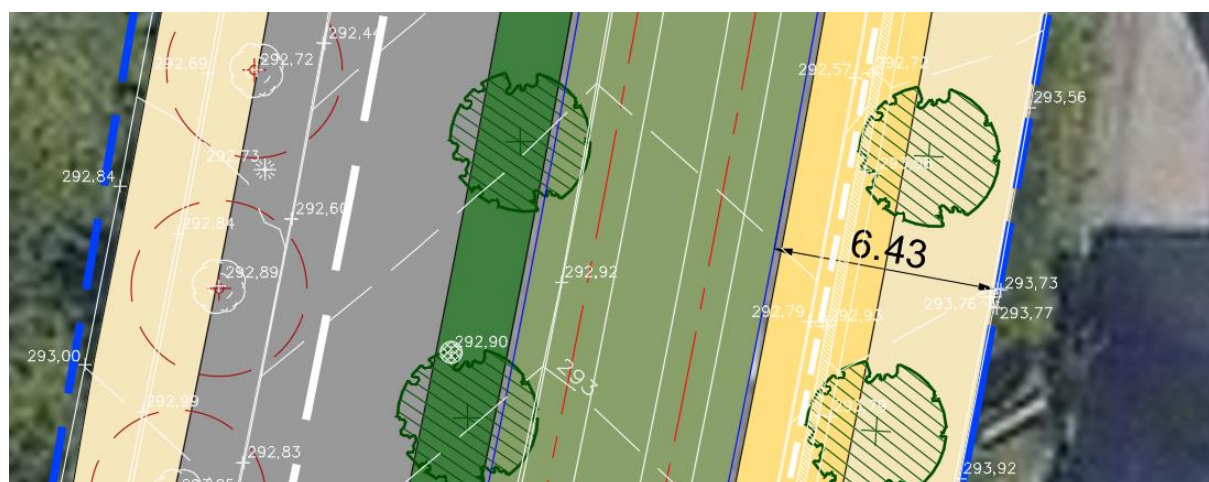


Figure 20: Distance tram par rapport au mur de soutènement

La hauteur maximale de ces murs de soutènement est estimée à 4m. De fait, au regard de la distance où se situe la plateforme Tram, l'impact des charges de Tram sur les murs de soutènement sera relativement faible. Aussi, elles sont plus éloignées que les charges routières actuelles. En première analyse, nous pouvons donc estimer que le risque de déstabiliser ces ouvrages est faible. Cependant il sera nécessaire de vérifier leur stabilité lorsque l'étude de sol sera connue. Pour ce faire, il sera nécessaire de récupérer les plans As-built de ces murs de soutènement.



Figure 21: Coupe Lidar - ouvrage de soutènement existant

3 OUVRAGES EXISTANTS

3.1 Charges d'exploitation dues à la circulation du tramway

3.1.1 Charges verticales

Convois de charges réels :

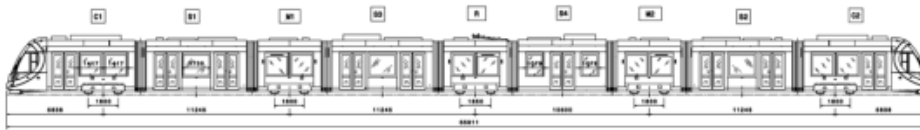
Source des données : Plan de Gestion des Masses – Q.54.93.020 Edition A du 15/09/2015 de CAF

Les poids des véhicules en fonction de leur charge sont donnés dans le tableau suivant :

C'est la rame de 9 wagons et 56m qui sera mise en exploitation.

Nature de charge	Poids (t) rame 7 modules	Poids (t) rame 9 modules
Poids en condition de tare	63,787	79,332
Poids en condition de tare + tous les sièges occupés	68,827	85,746
CCN Poids en condition de tare + tous les sièges occupés + 4 passagers/m ²	85,184	106,802
CCM Poids en condition de tare + tous les sièges occupés + 6 passagers/m ²	93,363	117,326
CCE Poids en condition de tare + tous les sièges occupés + 8 passagers/m ²	101,541	127,850

RAME 9 MODULES CAF URBOS 100



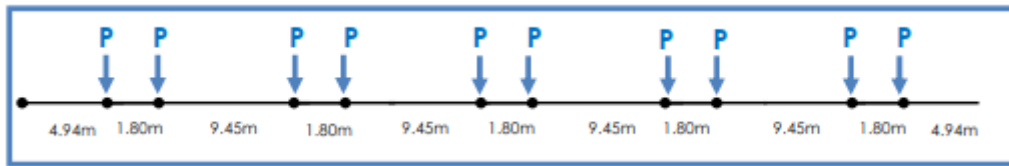
Charge à l'essieu (kg)	Bogie C1	Bogie M1	Bogie R	Bogie M2	Bogie C2
Tare	8681	7773	6758	7773	8681
Tare + sièges occupés Tare	9185	8459	7585	8459	9185
Tare + assis + 4p/m ²	10926	10808	9933	10808	10926
Tare + assis + 6p/m ²	11796	11982	11107	11982	11796
Tare + assis + 8p/m ²	12666	13156	12281	13156	12666

Modèle de charges de calcul :

- Longueur 56m – convoi rallongé
- Nombre d'essieu n=10
- Ecartement des rails e=1,435m
- Entre-axes des essieux = 1,80m
- Charge d'un essieu P=120kN correspondant à un tram avec une occupation de 6 personnes/m²
- Coefficient dynamique 1 : Cp=1,3

Ce coefficient tient compte de l'incidence des masses suspendues et non suspendues, ainsi que des irrégularités du profil de roue et de l'état de surface du rail, du contact roue/rail.

- Coefficient dynamique 2 : Φ_2 [§8.4.5.2 EN1991-2]



Le coefficient dynamique à prendre en compte est la multiplication du coefficient dynamique 1 et du coefficient dynamique 2, soit $1,3 \Phi_2$.

Coefficient dynamique pour les charges verticales :

Compte tenu de la vitesse maximale de 50km/h, seule une analyse statique est requise. Le coefficient Φ_2 qui augmente les effets de la charge statique sera défini par :

$$\Phi_2 = \frac{1.44}{\sqrt{L_\Phi - 0.2}} + 0.82$$

Avec : $1.00 \leq \Phi_2 \leq 1.67$ et L_Φ donné au tableau 6.2 de l'EN1991-2.

Excentricité des charges verticales :

EN1991-2 : 6.3.5, L'effet du déplacement latéral des charges verticales doit être pris en considération en limitant le rapport des charges de roues d'un même essieu à 1.25/1.00. L'excentricité e de la charge verticale qui en résulte est alors de maximum $r/18$ (avec r , l'entre axe des rails = 1.435m)

3.1.2 Charges horizontales

Les charges horizontales (freinage, accélération, forces centrifuges et de lacet) ne sont pas à multiplier par le coefficient dynamique Φ .

Accélération et freinage :

Les charges horizontales d'accélération et de freinage sont issues du modèle de charge 71 de l'EN1991-2 (6.5.3). Ces forces agissent au niveau supérieur des rails dans le sens longitudinal de la voie et doivent être considérées comme des charges linéaires uniformes sur la longueur d'influence $L_{a,b}$ de leurs effets. Les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

- Force d'accélération : $Q_{lak} = \alpha_a \cdot 33 \left[\frac{kN}{m} \right] \cdot L_{a,b} [m] \leq 250kN$
- Force de freinage : $Q_{lbk} = \alpha_f \cdot 20 \left[\frac{kN}{m} \right] \cdot L_{a,b} [m] \leq 528kN$

La longueur d'influence $L_{a,b}$ est considérée comme la longueur de l'ouvrage dans le cas où ce dernier est plus court que le tramway, sinon c'est la longueur de tramway qui est considérée.

Tableau 4 : Effets des forces horizontales en fonction de la longueur L

Coefficients α_a et α_f		
Force d'accélération	$L_{a,b} \leq 70m$	$70m \leq L_{a,b} \leq 360m$
	$\alpha_a = 0,194 + 0,0008 L_{a,b}$	$\alpha_a = 0,25$
Force de freinage	$0 \leq L_{a,b} \leq 40m$	$40m \leq L_{a,b} \leq 200m$
	$\alpha_f = 0,76 - 0,008 L_{a,b}$	$\alpha_f = 0,51 - 0,0017 L_{a,b}$
		$200m \leq L_{a,b} \leq 360m$
		$\alpha_f = 0,23 - 0,0003 L_{a,b}$

La direction des forces d'accélération et de freinage doivent tenir compte du sens de déplacement autorisé sur chaque voie. Les charges de freinage sur une voie s'additionnent aux charges d'accélération de l'autre voie.

$$Q_{ik} = Q_{iak} + Q_{ibk}$$

Force centrifuge :

Les forces centrifuges sont issues du modèle de charge 71, EN1991-2 (6.5.1). Elles agissent vers l'extérieur de la courbure à une hauteur de 1.8 m au-dessus du plan de roulement. La valeur caractéristique est la suivante :

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot f \cdot q_{vk} ; Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot f \cdot Q_{vk}$$

- v, la vitesse maximale en m/s
- g, l'accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²
- r, le rayon de courbure en m
- f = 1 (v = 50km/h < 120km/h)

Q_{vk} et q_{vk} , les valeurs caractéristiques des charges verticales (hors majoration pour effets dynamiques).

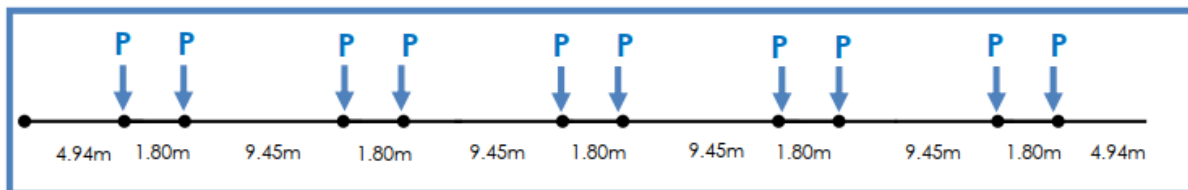
3.1.3 Modèle de charges de fatigues

Le convoi de fatigue est constitué par la charge (Qtram 4 pers/m²). Une seule unité simple circule par sens sur l'ouvrage. Le nombre de passage annuel par voie est évalué à 91 500 passages. Les deux voies peuvent être chargées simultanément par une rame sur chaque voie. Dans ce cas, le pourcentage de croisement est égal à 10%.

Modèle de charges :

- Longueur 56m – convoi rallongé
- Nombre d'essieu n=10
- Ecartement des rails e=1,435m
- Entre-axes des essieux = 1,80m
- Charge d'un essieu P=110kN

- Coefficient dynamique 1 : $C_p=1,3$
- Coefficient dynamique 2 : Φ_2 [§8.4.5.2 EN1991-2]



Le coefficient dynamique à prendre en compte est la multiplication du coefficient dynamique 1 et du coefficient dynamique 2, soit $1,3 \Phi_2$.

3.1.4 Déraillement

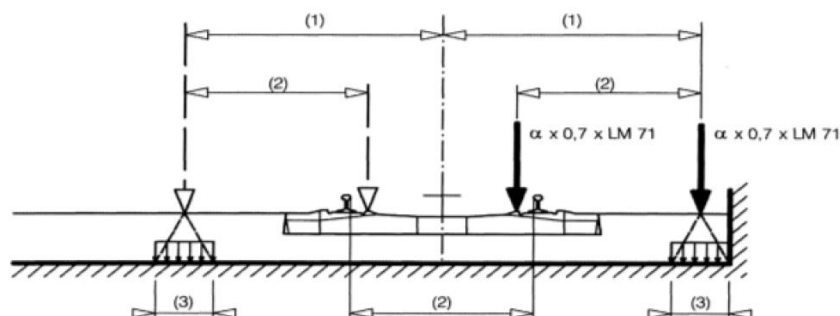
Les situations sont issues du modèle de charge 71 de l'EN 1991-2 (6.7.1). Le déraillement sera considéré comme une situation accidentelle. Les deux situations suivantes sont considérées :

Situation de projet 1 :

Déraillement de véhicules demeurant dans l'emprise des voies sur le tablier de pont avec des véhicules retenus par le rail contigu ou le bord relevé de la dalle.

Dans cette situation on doit éviter la ruine d'éléments principaux de la structure mais on tolère des dommages localisés. Les parties de structures doivent être dimensionnées pour les charges de calculs ci-après, définies pour la situation de projet accidentelle :

$\alpha Q_{A1d} = 1.4 \times Q_k$ (avec la charge verticale Q_k définie ci-dessus) parallèlement à la voie, dans la position la plus défavorable à l'intérieur d'une surface dont la largeur vaut 1.5 fois l'écartement des rails, de part et d'autre de l'axe de la voie.

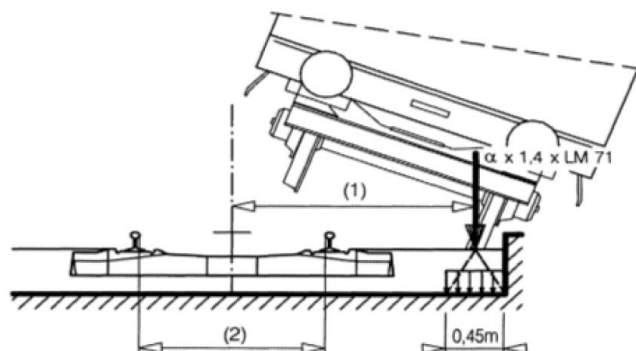


Légende

- (1) max. 1,5s ou moins si au contact du bord relevé de la dalle
- (2) Écartement des rails s
- (3) Dans le cas des tabliers ballastés, on peut admettre que les forces ponctuelles sont réparties sur un carré de 450 mm de côté à la surface du tablier.

Situation de projet 2 :

Dans la situation de projet 2, il convient d'éviter l'effondrement et le renversement du pont. Pour ce faire, on doit considérer une charge verticale uniforme s'exerçant sur le bord de la structure sur une longueur totale maximale de 20m, et égale à q_{A2d} (avec la charge verticale q_k définie ci-dessus).

**Légende**

- (1) Charge s'exerçant sur le bord de la structure
 (2) Écartement des rails s

Mise en place après déraillement :

Une charge localisée de 120 kN / essieu sera considérée pour la mise en place du Tram après déraillement.

3.1.5 Combinaisons des actions**Groupes de charges pour le trafic ferroviaire :**

La simultanéité des systèmes de chargement pour le trafic des trams peut être prise en compte en considérant les groupes de charges définis par le tableau 6.11 de l'EN1991-2 :

Tableau 6.11 — Détermination des groupes de charges de trafic ferroviaire
 (valeurs caractéristiques de l'action à composantes multiples)

Nombre de voies sur l'ouvrage			Groupes de charges			Forces verticales			Forces horizontales			Remarques
			Référence EN 1991-2			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	≥ 3	Nombre de voies chargées	Groupe de charge ⁽⁸⁾	Voie chargée	LM 71 ⁽¹⁾ SW/0 ^{(1), (2)} HSLM ^{(6), (7)}	SW/2 ^{(1), (3)}	Train à vide	Accélération, freinage ⁽¹⁾	Force centrifuge ⁽¹⁾	Effort de lacet ⁽¹⁾	
			1	gr 11	T ₁	1			1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 et max. longitudinal
			1	gr 12	T ₁	1			0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 et max. transversal
			1	gr 13	T ₁	1 ⁽⁴⁾			1	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal
			1	gr 14	T ₁	1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾	1	1	Max. latéral
		1	gr 15	T ₁			1		1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Stabilité latérale avec train à vide	
		1	gr 16	T ₁			1		1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 et max. longitudinal
		1	gr 17	T ₁			1		0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	SW/2 et max. transversal
			2	gr 21	T ₁ T ₂	1 1			1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. vertical 1 et max. longitudinal
			2	gr 22	T ₁ T ₂	1 1			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	Max. vertical 2 et max. transversal
			2	gr 23	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			1 1	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	Max. longitudinal
			2	gr 24	T ₁ T ₂	1 ⁽⁴⁾ 1 ⁽⁴⁾			0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 1	1 1	Max. latéral
			2	gr 26	T ₁ T ₂		1		1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	SW/2 et max. longitudinal
			2	gr 27	T ₁ T ₂		1		0,5 ⁽⁵⁾ 0,5 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾ 1 ⁽⁵⁾	SW/2 et max. transversal
			≥ 3	gr 31	T ₁		0,75			0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾	0,75 ⁽⁵⁾

Les groupes de charges avec le modèle SW2 ne sont pas d'application.

Coefficient ψ et γ :

Les coefficients ψ et γ donnés respectivement aux tableaux A2.3 et A2.4 (EN1990/A1) sont d'application. L'établissement des combinaisons se fait selon les prescriptions de l'Eurocode.

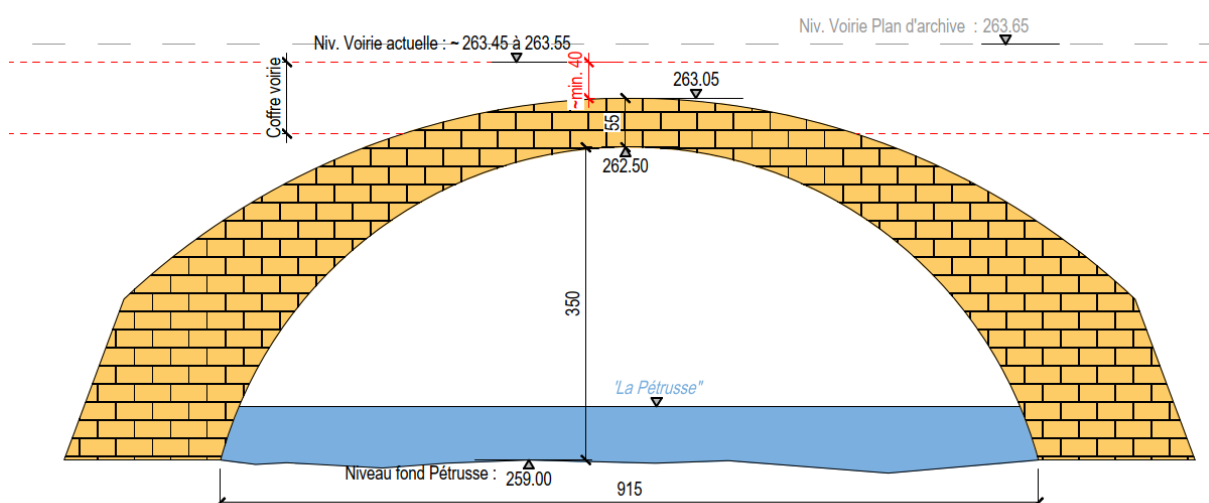
3.2 OA774

3.2.1 Présentation de l'ouvrage existant

L'ouvrage est un pont voûte en maçonnerie permettant actuellement le franchissement de la Pétrusse par la Route d'Esch. Il présente une portée de ~9m en pied d'arc, pour une hauteur libre de l'ordre de 3,5m à la clef de voûte. La largeur totale de l'ouvrage est de l'ordre de 16 mètres, et supporte actuellement trois voies de circulation, deux trottoirs et deux parapets en maçonnerie.

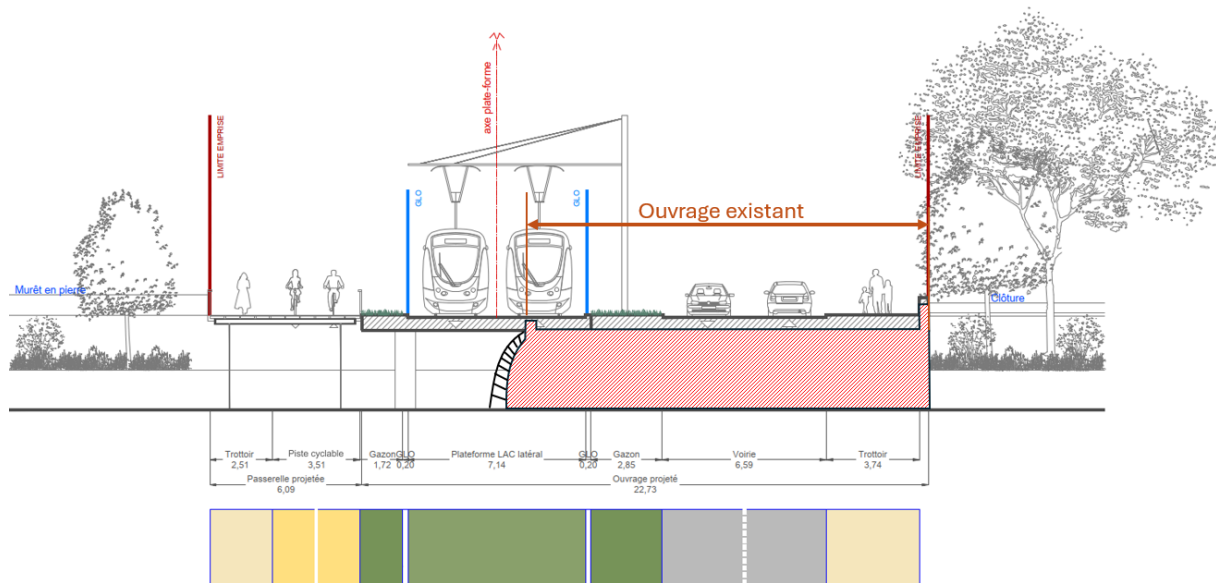


Ci-dessous est reprise la comparaison entre les plans d'archive et le levé topo de la voirie existante, qui laisse supposer qu'une épaisseur d'environ 40cm est actuellement disponible pour le coffre de chaussée.



3.2.2 Situation projetée

Dans le cadre du projet d'insertion du tramway et de réaménagement de la Route d'Esch, l'ouvrage existant présente une largeur insuffisante (16 mètres) pour accueillir l'ensemble des nouvelles fonctionnalités, à savoir la plateforme tramway, la voirie à deux voies, les trottoirs et la piste cyclable, pour une largeur totale de l'ordre de 29 mètres. Par ailleurs, les éléments actuellement disponibles ne permettent pas de confirmer la capacité portante résiduelle de l'ouvrage existant, en lien avec un éventuel rehaussement du niveau de la plateforme pour permettre la mise en place de la structure de voie ferrée.



Par ailleurs, un projet de renaturation de la Pétrusse est actuellement en cours d'étude par la Ville de Luxembourg, avec également la possibilité d'un besoin d'augmentation/modification de la section hydraulique de l'ouvrage.

Les modalités d'élargissement/renforcement et/ou de remplacement de l'ouvrage existant seront ainsi traitées dans la suite des études, en interface avec les Administrations concernées. En fonction de l'ouvrage projeté, des murs de soutènement côté Ouest, dans les zones d'approche de la Pétrusse, devront également être intégrés.

3.3 OA 1063

3.3.1 Présentation de l'ouvrage existant et coordination avec l'administration des P&Ch

3.3.1.1 Vérification de l'ouvrage et coordination avec l'administration des P&CH

La gestion de l'ouvrage OA1063 est assurée par la Division des Ouvrages d'Art (DOA) de l'administration des Ponts et Chaussées (P&CH). Il a donc été présenté le mardi 25 mars 2025 à P&CH - DOA l'analyse faite, sur la base des plans mis à disposition, de l'ouvrage actuellement en place en corrélation avec l'insertion du Tram projeté.

P&CH - DOA indique que la vérification du pont sous la charge tram et LM1 en plateforme partagée a été faite et est concluante. Cependant ils précisent que le recalcul de justification de l'ouvrage est à mandater par Luxtram avec également une mission de contrôle de cette vérification par un bureau de contrôle externe. Le recalcul et la justification de l'ouvrage sera à réaliser dès le début de la phase APD.

La DOA indique également quelques points d'attention pour la réalisation de la plateforme Tram sur l'ouvrage. Ces points sont repris au point 3.3.6 Points d'attention : Réalisation de la plateforme Tram sur l'ouvrage.

3.3.1.2 Présentation de l'ouvrage

L'ouvrage est un pont de type bowstring constitué de deux arcs métalliques, de deux tirants/longrines en béton précontraint et d'un tablier en béton précontraint dans les deux directions. L'ouvrage a une dimension de 50,6m en longueur, de 18,36m en largeur et de 9,65m en hauteur.



Figure 22: Photos OA1063

3.3.2 Situation projetée

L'insertion du projet implique la mise en œuvre d'une plateforme mutualisée Tram/Bus sur l'ouvrage ainsi que celle d'une piste cyclable bidirectionnelle. Celle-ci devra être protégée de la plateforme Tram/Bus. Si actuellement deux butes roues, non structureaux, sont présents entre la voirie et les trottoirs, il sera possible de supprimer le bute roue entre la piste cyclable et le trottoir projeté.

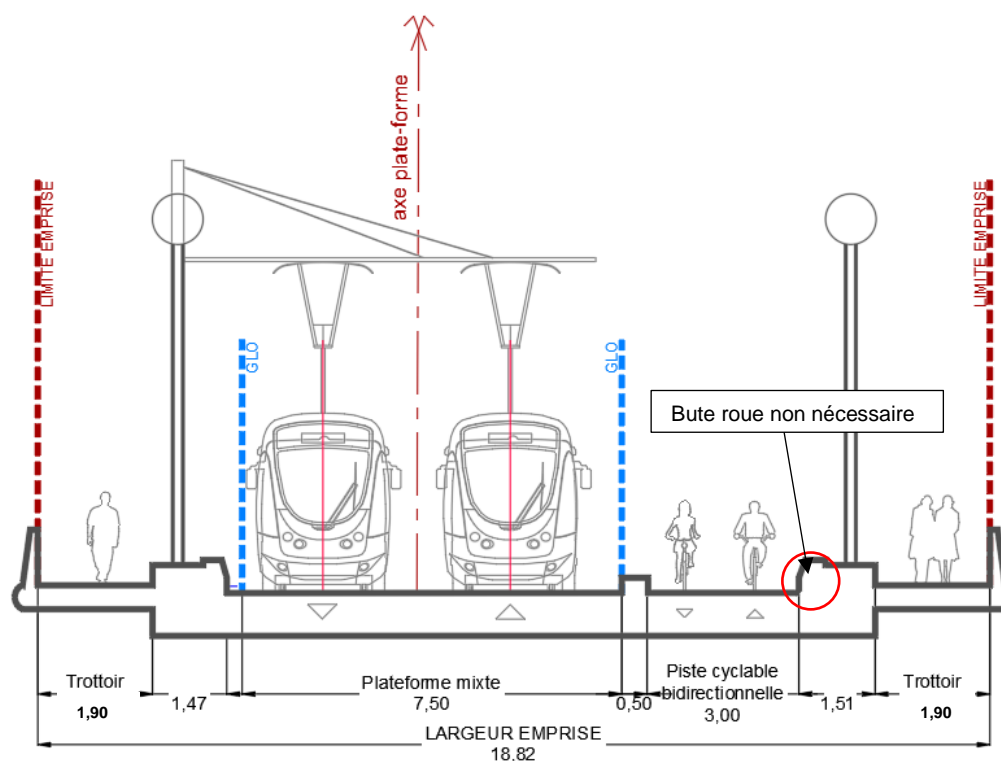


Figure 23: Coupe type insertion Tram sur OA1063

Au regard de ces premières informations il est impératif de ne réaliser aucuns ancrages de quelques natures qu'elles soient sur le tablier. De fait, aucun ancrage de massif LAC sur le tablier et de pose de voie nécessitant des forages sont planifiés.

3.3.3 Spécificités charges d'exploitations et accidentelles sur OA1063

Il y a lieu de considérer la piste cyclable comme circulaire pour engins d'entretien mais également suite à la demande de l'administration des Ponts et Chaussées division DOA de considérer une charge LM1 pour le cas où dans le futur l'affectation des voies serait modifiée.

Le poids du Tram est à confirmer en début de phase APD. Actuellement il est considéré un Tram 9 modules. A contrôler si le tram rapide implique des charges plus contraignantes qui seront alors à considérer.

Le cas de charge accidentel « situation de projet 1 » est à priori couvert par le chargement LM1 de la piste cyclable. En revanche dans le cas de déraillement avec basculement « situation de projet 2 » la conformité selon RPS2009 n'est pas possible en raison de la géométrie qui ne permet pas de garantir les distances suffisantes. A la demande de l'administration des Ponts et Chaussées division DOA une protection de type Superrail devra être mis en œuvre afin d'éviter l'impact du Tram sur les suspentes de l'ouvrage.

3.3.4 Réseaux

Il est nécessaire de faire passer les réseaux Multi Creos/Tram (9+16 gaines) sur l'ouvrage. Dans le cas où cela ne saurait être possible un fonçage devrait alors être réalisé. Le passage des réseaux en dessous des encorbellements n'est pas envisageable car il n'est pas possible de réaliser des percements dans le tablier. Cependant, au stade actuel des études, il est envisagé de faire passer les réseaux dans la piste cyclable en considérant un sur-élévation par rapport à la plateforme mixte. Il est également envisagé de placer des réseaux dans la séparation entre la piste cyclable et la plateforme.

3.3.5 LAC (Ligne Aérienne de Contact)

Actuellement il est envisagé de suspendre les LAC aux traverses de stabilisation des arcs de l'ouvrage, avec un transfert de charge uniquement verticale sur celles-ci. L'administration des Ponts et Chaussées division DOA confirme que dans le principe cela est acceptable si aucuns efforts horizontaux n'est transmis. Il sera nécessaire de transmettre à l'administration des Ponts et Chaussées division DOA, le calcul des efforts dans la LAC en phase APD ainsi que les détails techniques de suspension. Il sera également nécessaire de considérer l'isolation contre les courants vagabonds mais également une protection de la peinture de la traverse contre les frottements.

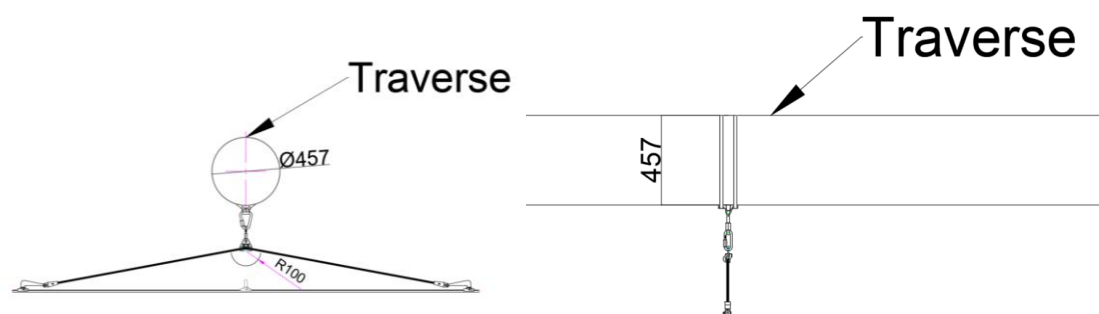


Figure 24: Principe suspente LAC sur OA1063

3.3.6 Points d'attention : réalisation de la plateforme Tram sur l'ouvrage

L'administration des Ponts et Chaussées division DOA a formulé les recommandations suivantes :

- Décapage de l'enrobé jusqu'à l'étanchéité, avec réfection de celle-ci.
- Réalisation d'une dalle flottante avec butée pour reprise des efforts horizontaux.
- Considérer le salage de la plateforme étant donné qu'elle sera mutualisée.
- Considérer la phase transitoire où seuls les véhicules routiers circulent. Dalle de fond sans dalle pour la plateforme pour éviter son endommagement.
- Prévoir le remplacement des joints en identifiant le point fixe de l'ouvrage ainsi que la reprise des murs garde-grèves.
- Une attention particulière est également à porter sur l'assainissement. Des avaloirs sont présents de part et d'autre de l'ouvrage.

3.4 OA 790

3.4.1 Présentation de l'ouvrage existant

Les informations reçues de la part de l'administration des Ponts et Chaussées indiquent que l'ouvrage est un tube en béton armé.

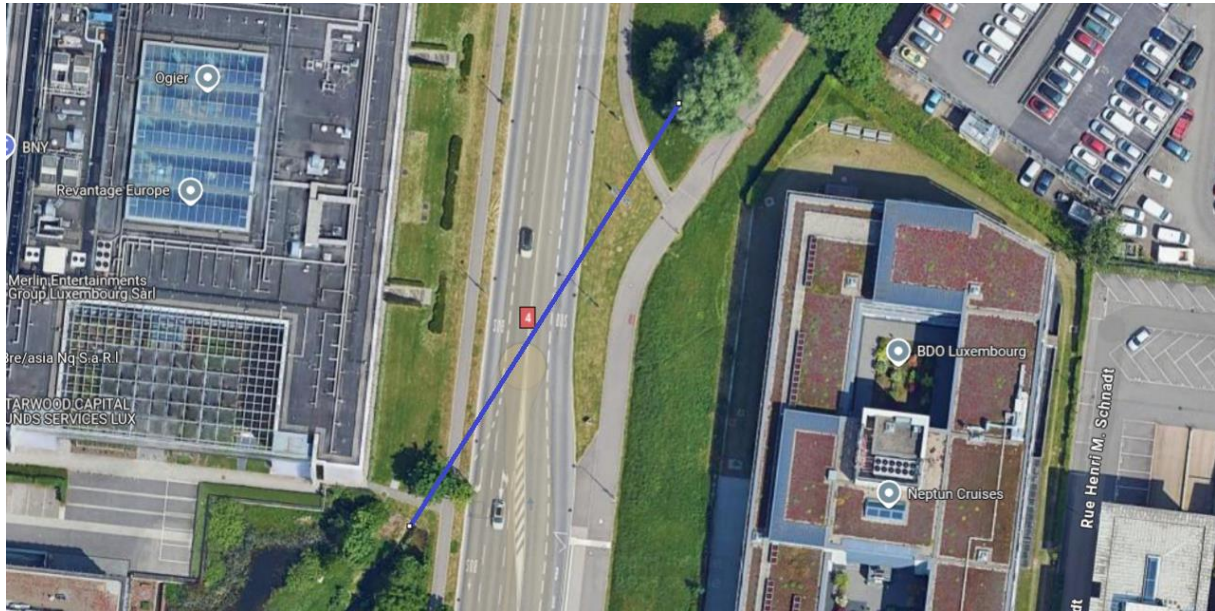


Figure 25: Implantation OA790

3.4.2 Vérification

Le projet prévoit la vérification géométrique et statique du passage sous la route d'Esch pour le Drosbach et sa compatibilité avec le projet tramway. Les données d'entrée nécessaires (épaisseur des tubes, classe de résistance) doivent être confirmées pour pouvoir vérifier la stabilité de l'ouvrage et déterminer les interfaces avec l'administration des Ponts & Chaussées. Ces vérifications seront produites en phase APD.