



Oeko-Bureau

Ecologie / Aménagement du territoire
Didactique de l'Environnement

Étude d'Impact sur l'Environnement

Rapport

LUXTRAM

Tram tronçon Route d'Arlon

-TRADUCTION FRANÇAISE RÉALISÉE PAR SCHROEDER & ASSOCIÉS-

Pour le compte de



LUXTRAM

Version du 28.10.2024

Client

LUXTRAM S.A.

61, Circuit de la Foire Internationale

B.P. 834

L-2018 Luxembourg

Tel.: (+352) 27 20 39 25



Groupement Momentané Conjoint

INGEROP, Schroeder & Associés, SGI et FOLIA



Entreprise chargée de l'étude

Oeko-Bureau s.à r.l.

8, Rue Neuve

L-6759 Grevenmacher

Tel.: (+352) 56 20 20



Traitement

Nils Struck, MSc.

Karsten Ulrich, Dipl.- Ing.

Contrôle

Sebastian Behrensmeyer, Dipl. Geogr.

La première version du document a été réalisée en langue allemande puis traduite en langue française par Schroeder & Associés S.A. Les mises à jour et les compléments ont été effectués en concertation avec Oeko-Bureau, Luxtram et Schroeder & Associés S.A..

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	12
1.1. Motif et objectif	12
1.2. Bases légales et exigences en matière de contenu	14
1.3. Démarche et méthodologie	16
1.4. Analyse des conflits et prévision des effets	17
1.5. Déroulement de la procédure jusqu'à présent	19
1.6. Données de base	20
2. CADRE LÉGAL DE LA PLANIFICATION	23
2.1. Aménagement du territoire	23
2.2. Plan d'aménagement général (PAG)	26
2.2.1. PAG de la Ville de Luxembourg	26
2.2.2. PAG Commune de Strassen	27
2.3. Études environnementales (EES/EIE)	29
2.3.1. EES PST	29
2.3.2. EES PAG Ville de Luxembourg	31
2.3.3. EES MoPo PAG VDL Place de l'étoile 2021	31
2.3.4. Vérification préliminaire de l'EIE (Screening) Projet d'aménagement urbain PAP « Place de l'Etoile »	32
2.3.5. Vérification préliminaire de l'EIE (Screening) « Nouveau bâtiment centre - Centre Hospitalier de Luxembourg »	33
3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	34
3.1. Situation et tracé	34
3.2. Périmètre d'étude	40
3.3. Infrastructures dans l'environnement	41
3.4. Autres projets dans les environs	41
4. APERÇU DU PROJET	45
4.1. Description du projet	45
4.1.1. Concept de transport Place de l'étoile	59
4.2. Phase de construction	60
4.3. Phase d'installation	72
4.3.1. Voie de circulation	73
4.3.2. Tranchée couverte	73
4.3.3. Plateforme	76
4.3.4. Concept de drainage	76
4.3.5. Précautions techniques contre les vibrations	76

4.3.6.	Alimentation électrique	77
4.3.7.	Station	78
4.3.8.	Matériel roulant	79
4.4.	Phase d'exploitation	82
4.4.1.	Schéma d'exploitation à l'horizon 2028	83
4.4.2.	Vitesse commerciale	86
4.4.3.	Besoin en énergie	86
4.4.4.	Consommation en eau	87
4.4.5.	Concept de sécurité	87
4.5.	Arrêt de l'exploitation & démontage	88
5.	JUSTIFICATION DU PROJET ET VARIANTE ZÉRO	89
5.1.	Justification du projet	89
5.2.	Variante zéro	90
5.3.	Examen des alternatives	91
6.	PRÉSENTATION DU CADRE DE L'ÉTUDE	93
6.1.	Patrimoine à protéger : population et santé humaine	93
6.1.1.	Déclarations du document de screening/scoping	93
6.1.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	93
6.2.	Patrimoine à protéger : plantes, animaux et biodiversité	94
6.2.1.	Déclarations du document de screening/scoping	94
6.2.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	94
6.3.	Bien à protéger : eau	94
6.3.1.	Déclarations du document de screening/scoping	94
6.3.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	94
6.4.	Bien à protéger : le sol	95
6.4.1.	Déclarations du document de screening/scoping	95
6.4.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	95
6.5.	Bien à protéger : le paysage	95
6.5.1.	Déclarations du document de screening/scoping	95
6.5.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	95
6.6.	Bien à protéger : L'air et le climat	96
6.6.1.	Déclarations du document de screening/scoping	96
6.6.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	96
6.7.	Patrimoine culturel et matériel à protéger	96
6.7.1.	Déclarations du document de screening/scoping	96
6.7.2.	Avis des autorités sur le document de screening/scoping	97
7.	ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT	98

7.1.	Bien à protéger : population et santé humaine	99
7.1.1.	Description de la situation existante	99
7.1.2.	Prévision de l'impact	106
7.1.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	115
7.2.	Bien à protéger : plantes, animaux et biodiversité	118
7.2.1.	Description de la situation existante	118
7.2.2.	Prévision des impacts	125
7.2.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	130
7.3.	Bien à protéger : l'eau	131
7.3.1.	Description de la situation existante	131
7.3.2.	Prévision des impacts	133
7.3.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	136
7.4.	Bien à protéger : le sol	137
7.4.1.	Description de la situation existante	137
7.4.2.	Prévision des impacts	139
7.4.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	144
7.5.	Bien à protéger : paysage	145
7.5.1.	Description de la situation existante	145
7.5.2.	Prévision de l'impact	145
7.5.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	145
7.6.	Bien à protéger : le climat et l'air	146
7.6.1.	Description de la situation existante	146
7.6.2.	Prévision de l'impact	149
7.6.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	151
7.7.	Bien à protéger : Patrimoine culturel et matériel	152
7.7.1.	Description de la situation existante	152
7.7.2.	Prévision de l'impact	154
7.7.3.	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation	154
8.	PROCESSUS D'ACTION CUMULATIFS	155
9.	RÉSUMÉ DES MESURES	156
10.	SUIVI	160
11.	RÉSUMÉ ET CONCLUSION	163
12.	ANNEXES	168

Table des figures

Figure 1 : Tracé de la première ligne de tramway entre Stade, Cloche d'Or et l'Aéroport Findel, Source : www.luxtram.lu 12

Figure 2 : Lignes de tramway planifiées avec les lignes existantes selon le Plan directeur sectoriel Transports. En noir le périmètre d'étude du projet objet de ce rapport EIE. Source : www.geoportail.lu	25
Figure 3 : Variante mixte, extension de la zone d'intervention au sud de la Route d'Arlon avec les zones PAG. Source : www.geoportail.lu , propre représentation	27
Figure 4 : Zone d'intervention dans la commune de Strassen avec les zones PAG. Source : www.geoportail.lu , propre représentation.....	28
Figure 5 : Schéma directeur Batiself. Source : https://www.strassen.lu/urbanisme/pag	29
Figure 6 : Plan de situation du projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018	29
Figure 7 : Évaluation des biens à protéger dans le projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018.....	30
Figure 8 : Évaluation globale du projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018	30
Figure 9 : Fiche descriptive de la zone BEL 3 issue de la phase 2 de l'EES du PAG de la Ville de Luxembourg. Source : Oeko-Bureau.....	31
Figure 10 : Concept du projet Place de l'Etoile. Source : EIE screening, Energie et Environnement	32
Figure 11 : Modèle volumétrique et plan de situation du projet d'extension du CHL. Source : Dossier Screening, bureau Best	33
Figure 12 : Plan de situation avec tracé de la variante mixte	34
Figure 13 : Plan de situation avec le périmètre d'étude de la variante mixte	40
Figure 14 : Ligne de tramway existante (en orange) ainsi que lignes ferroviaires CFL et gares (en rose) situées à proximité du projet du tronçon Route d'Arlon (en noir). Source : www.geoportail.lu	41
Figure 15 : Projets en périphérie de la Route d'Arlon. Source : APS -Volume A Synthèse.....	42
Figure 16 : Vue du projet Upside. Source : APS -Volume C L'aménagement urbain	43
Figure 17 : Vue du projet Upside, Source : www.upside.lu	43
Figure 18 : Concept Wunnquartier Stade. Source : Plans reçus de l'équipe projet Wunnquartier Stade	44
Figure 19 : Extrait de la conférence de presse - 27.09.2024. Source : Luxtram 2024.....	45
Figure 20 : Zone de planification (en rouge) du secteur Route d'Arlon avec les emplacements des stations prévues (cercles en jaune) avec les sept sections sur l'orthophoto 2023. Source : www.geoportail.lu , propre représentation	46
Figure 21 : Coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans.....	46
Figure 22 : Raccordement au réseau de tramway existant au niveau de la Place de l'Etoile. Source : APS – Plans.....	47
Figure 23 : Aménagement urbain séquence Place de l'étoile et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans	48
Figure 24 : Perspective de la Route d'Arlon vue du carrefour après la Place de l'Etoile. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain	48
Figure 25 : Aménagement urbain séquence UPSIDE et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans	49
Figure 26 : 3D de l'aménagement urbain séquence Stade. Source : APS – volume D	50
Figure 27 : Aménagement urbain séquence Stade. Source : APS – Plans.....	50
Figure 28 : Coupe d'aménagement et de voirie séquence Stade. Source : APS – Plans	51
Figure 29 : Aménagement urbain séquence Rue d'Ostende. Source : APS – Plans.....	52
Figure 30 : Aménagement urbain séquence Rue des Foyer-CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans	53
Figure 31 : 3D de l'aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – volume D	54
Figure 32 : Aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – Plans.....	54
Figure 33 : Coupe d'aménagement et de voirie séquence CHL. Source : APS – Plans	55
Figure 34 : 3D de l'aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – volume D	55
Figure 35 : Aménagement urbain séquence CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans	56
Figure 36 : Aménagement urbain séquence PE-CHL. Source : APS – Plans	57
Figure 37 : Aménagement urbain séquence PE-CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans	58
Figure 38 : Extrait du concept de mobilité pour le réseau de tramway du PAP "Place de l'Etoile". Source : Schroeder & associés 2021	59
Figure 39 : Extrait du concept de mobilité du PAP "Place de l'Etoile" pour le transport par bus. Les lignes en pointillés représentent les tronçons de lignes souterraines. Source : Schroeder & associés 2021	60
Figure 40 : Extrait de la conférence de presse - 27.09.2024. Source : Luxtram 2024.....	61
Figure 41 : Coupe type de la tranchée couverte en section courante. Source : APS – Volume D, 2024	63
Figure 42 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 1.....	64
Figure 43 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 2.....	65
Figure 44 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 3.....	66

Figure 45 : Schéma des sections en insertion en tunnel du tram	67
Figure 46 : Coupe transversale schématique de la tranchée couverte de la route d'Arlon. Source : APS Groupement 2024	73
Figure 47 : Coupe longitudinale avec concept de drainage du tunnel couvert de la route d'Arlon. Source : APS Volume D2024	75
Figure 48 : Coupe transversale schématique de la voirie et plateforme tram sur la route d'Arlon. Source : APS - Plans, 2024.	76
Figure 49 : Principe du PAC avec son fil de contact.....	77
Figure 50 : Exemple de représentation d'abris double face pour les stations avec quai central. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain.....	78
Figure 51 : Exemple d'abris unilatéraux pour les stations de surface avec quais latérales. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain.....	78
Figure 52 : Exemple de plan d'une station avec des quais latéraux. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain	78
Figure 53 : Exemple de plan d'une station avec un quai central. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain	79
Figure 54 : Représentation schématique du matériel roulant, composé de sept modules (CAF-Réf. Q.00.206.00.001). Source : APD-Vol. B1.3, Charges sur ouvrages d'art - Tous tronçons	81
Figure 55 : Design extérieur du tramway. Source : LUXTRAM S.A. 2017	81
Figure 56 : Design intérieur du tramway. Source : LUXTRAM S.A. 2017	82
Figure 57 : Intégration dans le réseau de tramways existant. Source : APS Volume E	82
Figure 58 : Schéma d'exploitation du tram à Luxembourg-Ville à l'horizon 2032. Source : Luxtram 2024	83
Figure 59 : Fréquence et horaires de la ligne de tramway décrite dans les différents EIE. Source : Luxtram 2022.....	84
Figure 60 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes sur la ligne de tramway aux heures de pointes. Source : Luxtram 2022.....	84
Figure 61 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon K2A. Source : Luxtram, 2022.....	84
Figure 62 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A). Source : Luxtram, 2022	85
Figure 63 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon Route d'Arlon (CHL), Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A). Source : Luxtram, 2022	85
Figure 64 : Temps de parcourt du tronçon Arlon. Source : APS, Volume B	86
Figure 65 : Consommation d'électricité par kilomètre parcouru par le tram entre 2018 et 2024. Source : LUXTRAM 2021	87
Figure 66 : Variantes alternatives de tracé Allée Léopold Goebel et Val Ste Croix. Source : étude de faisabilité Transamo 2021	91
Figure 67 : Extrait du plan du réseau AVL, septembre 2022. Source : www.vdl.lu	100
Figure 68 : Extrait du plan de réseau RGTR, janvier 2020. Source : transports.public.lu	101
Figure 69 : Pistes cyclables nationales (en vert) et régionales (en rouge) à proximité de la zone d'étude (en noir). Source : www.geoportail.lu.....	102
Figure 70 : Immissions sonores le long des grands axes routiers : valeur 24 h / Lden 2021. Source : www.geoportail.lu.....	103
Figure 71 : Immissions de bruit le long des grands axes routiers : valeur nocturne/LNGT 2021. Source : www.geoportail.lu.....	103
Figure 72 : Exploitations présentant un potentiel de risque accru, en bleu les sites à risque faible et en rouge les sites avec un risque élevé. Source : www.geoportail.lu.....	105
Figure 73 : Exploitations présentant un potentiel de risque accru selon la directive SEVESO. Source : www.geoportail.lu	105
Figure 74 : Installations de téléphonie mobile (en rouge) dans la zone d'étude (en noir). Source : www.geoportail.lu,2024. .	106
Figure 75 : Valeurs de bruit prévisionnelles aux points d'immission 2, 51, 59. Source : Atech, 2024.....	111
Figure 76 : Les préconisations préliminaires. Source : Atech, 2024.....	114
Figure 77 : Tilleuls à la hauteur du Stade Josy Barthel. Source : Oeko-Bureau 2022	119
Figure 78 : Tilleuls à la hauteur du Stade Josy Barthel. Source : Oeko-Bureau 2022	119
Figure 79 : Haies de roses situées derrière les rangées de tilleuls. Source : Oeko-Bureau 2022	120
Figure 80 : Zone d'étude MILVUS pour la rue d'Ostende, Source : Etude MILVUS 2023.....	121
Figure 81 : Rue d'Ostende intégrée dans le projet, étude MILVUS en cours, situation actuelle, Source : propre représentation	121
Figure 82 : Rangées d'arbres au Sud du CHL. Source : Oeko-Bureau 2022.....	122
Figure 83 : Capture d'écran de Street View (état août 2021) du groupe d'arbres à l'Ouest du CHL. Les arbres à arracher sont indiqués par des lignes rouges. Perspective depuis la rue Pierre Federspiel. Source : maps.google.com	122

Figure 84 : Capture d'écran de Street View (état août 2021) du groupe d'arbres à l'Ouest du CHL. Les arbres à arracher sont indiqués par des lignes rouges. Perspective depuis la rue des Primeurs. Source : maps.google.com	123
Figure 85 : Extrait de l'outil d'écopoints avec l'emplacement des arbres situés dans la zone de planification à l'Ouest du CHL. Source : www.ecopoints.lu	123
Figure 86 : Zone d'étude de l'étude faunistique réalisée pour le screening de l'EIE "Luxtram Tronçon CHL & Pafendall". Source : Biotopie Environnement 2021	124
Figure 87 : Surfaces d'habitat de l'art. 17 au Sud du CHL. Source : MILVUS GmbH 2021.....	127
Figure 88 : Réduction de l'emprise sur les structures de buissons et haies par la variante mixte (bleu) par rapport à la variante en surface (rouge) à l'ouest de la rue d'Ostende (partie sud de la route d'Arlon), source : propre représentation	128
Figure 89 : Surface de Compensation U1, Source : Etude MILVUS 2023	129
Figure 90 : Surface possible de compensation en rouge, Source : OekoBureau 2024.....	129
Figure 91 : Données pertinentes sur le thème de l'eau (zones de protection de l'eau potable : vert/orange, zone inondable : bleu, zone d'étude : noir). Source : www.geoportail.lu ; mars 2024.....	131
Figure 92 : Risque de fortes pluies dans le secteur de la Route d'Arlon, Source : www.geoportail.lu.....	132
Figure 93 : Important risque de fortes pluies dans la partie comprise entre le Stade et la place de l'Etoile, source : www.geoportail.lu.....	134
Figure 94 : Plan de situation des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21	137
Figure 95 : Coupe des couches géologiques dans la zone des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21	138
Figure 96 : Résumé sous forme de tableau de la structure géologique des couches dans la zone des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21	138
Figure 97 : Secteur concerné par la démolition, rue Batiself, source : représentation propre d'après www.geoportail.lu	141
Figure 98 : Voie ferrée dans le secteur du Glacis. Source : www.wort.lu, édition du 25.06.2018	143
Figure 99 : Exemple d'une coupe type d'une pose de voie avec un revêtement perméable. Source : Groupement - APS Plans	143
Figure 100 : Émissions de gaz à effet de serre en 2018 (en équivalents CO2) par habitant en comparaison avec l'UE. Source : http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer , consulté le 04.11.2020	146
Figure 101 : Extrait de la carte des fonctions climatiques. Source : LIST&Geo-Net, 2021.....	147
Figure 102 : Immissions d'oxydes d'azote 2010. Source : Administration d'environnement (AEV) 2011.....	149
Figure 103 : Carte archéologique (ZOA). Source : INRA / geoportail 2024	152
Figure 104 : Extrait du PAG de la Ville de Luxembourg avec la zone de planification du secteur Arlon (en jaune). Les zones protégées "Secteur protégé d'intérêt communal, environnement construit - C" sont indiquées par des polygones en pointillés et un "C". Source : www.geoportail.lu	153
Figure 105 : Extrait du PAP-QE de la Ville de Luxembourg. Les zones protégées (SPR-es et SPR-es•arl) sont indiquées en pointillés turquoises. Source : Zeyen+Baumann 2021	154

Table des tableaux

Tableau 1 : Effets liés à la construction, aux installations et à l'exploitation	17
Tableau 2 : Listing des données de base ayant servi à l'élaboration du présent dossier	20
Tableau 3 : Indication des volumes de terres terrassés.....	70
Tableau 4 : Volume total de terres à évacuer.....	72
Tableau 5 : Données relatives au dimensionnement du tram (Source : LUXTRAM S.A.).	81
Tableau 6 : Nombre de bus dans la zone du projet, Source : Plan interactif www.vdl.lu	100
Tableau 7 : Nombre de bus dans la zone du projet, Source : Carte interactive du nouveau réseau RGTR planifié au 17.07.2022	100
Tableau 8 : Exploitations présentant un potentiel de risque.....	104
Tableau 9 : Tableau de suivi des mesures selon les biens à protéger	160

Liste des abréviations

AEV	Administration de l'environnement
AGE	Administration de la Gestion de l'Eau
ANF	Administration de la Nature et des Forêts
APD	Avant Projet Détaillée
APS	Avant Projet Sommaire
BEP	Zone(s) de bâtiments et équipements publics
CEF-Maßnahme(n)	Mesure(s) de continuité écologique (Continuous Ecological Functionality measure(s))
EES	Évaluation environnementale stratégique (directive 2001/42/CE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement (Strategische Umweltprüfung))
EIE	Évaluation des incidences sur l'environnement (85/337/CEE Directive concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement (UmweltVerträglichkeitsPrüfung))
GLO	Gabarit Limite d'Obstacle
HAB-1	Zone(s) d'habitation 1
INRA	Institut National de Recherches Archéologiques
IVL	Politique intégrée de transports et d'aménagement du territoire luxembourgeois (Integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept für Luxemburg)
LAC	Ligne Aérienne de Contact
Lden	Le niveau de bruit jour-soirée-nuit (Level, day, evening , night)
LNGT	Cartographie du niveau de bruit concernant les routes principales
LPN (NaturSchutzGesetz)	Loi sur la Protection de la Nature et des ressources naturelles - loi modifiée du 18 juillet 2018
MDDI	Ministère du Développement durable et des Infrastructures
MECB	Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité
Mesures VMA	Mesures d'évitement, de réduction et de compensation (Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen)
MIX-r	Zone(s) mixte rurale
MIX-v	Zone(s) mixte villageoise
MLAT	Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire
MoDu	Mobilité Durable
MoPo	Modification Ponctuelle PAG
P&R	Park and Ride : Parc de stationnement réalisé à proximité d'une station de transports collectifs et conçu pour inciter les automobilistes à utiliser les transports collectifs.
PAC	Profilé Aérien de Contact
PAG	Plan d'Aménagement Général
PAP	Plan d'Aménagement Particulier
PAP-NQ	Zone(s) soumise à un Plan d'Aménagement Particulier „Nouveau Quartier“

PAP-QE	Zone(s) soumise à un Plan d'Aménagement Particulier „Quartier Existant“
PARC	Zone(s) de parc public
PDAT	Programme Directeur d'Aménagement du Territoire
P(D)ST	Plan (directeur) Sectoriel „Transport“
PNDD	Plan National pour un Développement Durable
SSMN	Service des Sites et Monuments Nationaux (http://www.ssmn.public.lu/)
SUP-P1	SUP - Phase 1 (= UEP)
SUP-P2	SUP - Phase 2 (= UB)
TIM	Transport Individuel Motorisé (Motorisierter Individualverkehr)
TPU	Transports publics urbains (Öffentlicher Personen Nah Verkehr : ÖPNV)
UB	Rapport environnemental (UmweltBericht)
UEP	Évaluation de l'importance environnementale, phase 1 de l'EES (UmwelterheblichkeitsPrüfung)

Les autres extensions prévues à plus long termes sont les suivantes :

- A l'horizon 2027 : le réseau sera prolongé de Pafendall-RoutBréck jusqu'au Langfur.
- A l'horizon 2028, le réseau sera prolongé :
 - De Gare Centrale au pôle d'échange Hollerich
 - De la Cloche d'Or et CRM SUD à Leudelange
- A l'horizon 2030, le réseau sera prolongé :
 - De Place de l'Etoile au pôle d'échange Hollerich en 2030
 - De Leudelange à Foetz
- A l'horizon 2031, le réseau sera prolongé :
 - Du pôle d'échange Hollerich au Stade en 2031
- A l'horizon 2032, le réseau sera prolongé :
 - De Place de l'Etoile au Pôle d'échange CHL
 - De Foetz au nouveau quartier de Metzschmelz à l'entrée d'Esch/Alzette
- A l'horizon 2033, le réseau sera prolongé :
 - Du pôle d'échange CHL au P+R West
 - De Langfur à Luxexpo
 - Du Pôle d'échange Hollerich au nouveau quartier Porte d'Hollerich
- A l'horizon 2035, le réseau sera prolongé :
 - Du quartier de Metzschmelz au terminus de Belvaux Mairie.

L'objet de la présente Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) porte sur un tronçon de 2,14 km entre la Place de l'Etoile, à l'Ouest du Centre-Ville de Luxembourg et le pôle d'échange CHL dans la commune de Strassen par la route d'Arlon.

Le présent rapport d'EIE s'appuie sur l'Avant-Projet Sommaire (APS) et les contenus qui sont en partie élaborés ou adaptés en parallèle afin de pouvoir prendre en compte suffisamment tôt les potentiels impacts environnementaux importants et de les réintégrer dans la conception du projet (voir également le chapitre 1.6).

Le tronçon à examiner, appelé « route d'Arlon », long de 2,14 km, part de la Place de l'Etoile où il se raccorde à la ligne existante et parcourt la Route d'Arlon, longe le Centre Hospitalier (CHL) en passant par la rue Pierre Federspiel et arrive à l'emplacement du futur pôle d'échange à Strassen. Sur ce tronçon, 4 stations sont prévues. Le projet d'aménagement est de façade à façade, cela signifie que les limites du périmètre d'étude sont au niveau des façades permettant un réaménagement des modes de transport et un aménagement qualitatif des espaces.

Deux variantes ont été étudiées en phase APS sur le secteur de la route d'Arlon, à savoir une variante avec une insertion du tramway en surface (appelée variante en surface) et une variante en souterrain (appelée variante en tunnel). Les deux variantes ont fait l'objet d'études APS. A la suite de ces études, une variante mixte a été retenue, qui combine les avantages d'un tracé souterrain et d'un tracé en surface. Cette variante fait donc l'objet du présent dossier EIE. Dans le cadre de la discussion sur les

alternatives, les impacts environnementaux de la variante mixte sont comparés à ceux des variantes en tunnel et en surface.

L'Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE) permet de décrire et d'évaluer les effets directs et indirects du projet sur les différents biens à protéger, à savoir la santé humaine et la population, les plantes, les animaux et la biodiversité, le sol, l'eau, le climat et l'air, le paysage ainsi que le patrimoine culturel et matériel, y compris les interactions potentielles. Afin de définir le cadre d'étude d'une EIE, un scoping EIE a été réalisé conformément à l'article 6 de la loi sur l'EIE. Le scoping de l'EIE définit le cadre d'étude pour l'EIE, décrit comment l'étude du projet a lieu et indique le contenu prévu du rapport d'impact sur l'environnement.

Le présent document contient le Rapport d'Impact sur l'Environnement (RIE) relatif à l'Evaluation des Incidences sur l'Environnement (EIE) dans le cadre de la réalisation du Tronçon Route d'Arlon.

Le présent document soumet l'EIE à l'approbation des autorités concernées.

1.2. Bases légales et exigences en matière de contenu

La directive 85/337/CEE du 27 juin 1985 (modifiée par la directive 2003/35/CE le 25 juin 2003) concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement (directive EIE) stipule que l'autorisation d'un projet ayant un impact physique sur l'environnement est soumise à une évaluation de la part de l'autorité compétente.

Le projet de construction d'une ligne de tramway relève de l'**annexe II** du *Règlement grand-ducal du 15 mai 2018* établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement au **Point 7** : *tramways, métros aériens et souterrains, lignes suspendues ou lignes analogues de type particulier servant exclusivement ou principalement au transport des personnes*. La procédure d'EIE est obligatoire pour les lignes dont la longueur dépasse 1 km à l'intérieur ou 2,5 km à l'extérieur des zones habitées. En raison de la situation de la ligne de tramway prévue partant du centre et traversant les zones d'habitation périphériques de la ville de Luxembourg, la valeur limite de 1 km s'applique. Avec une longueur totale de 2,14 km, cette valeur limite est dépassée. Par conséquent, la réalisation de la procédure d'EIE est inévitable et un examen préliminaire de l'obligation d'EIE (screening) n'est plus nécessaire.

Actuellement, l'EIE est régie dans la législation luxembourgeoise par la *Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement*, modifiée par la *Loi du 31 mai 2021 modifiant la Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement*. Dans l'EIE, l'évaluation des effets d'un projet sur l'environnement se fait par une analyse des facteurs (biens à protéger) mentionnés à l'article 3 de la loi sur l'EIE en tant qu'indicateurs de l'évaluation des incidences sur l'environnement. Les effets sur les facteurs (biens à protéger) suivants doivent être identifiés, décrits et évalués de manière appropriée :

- Bien à protéger : Population et santé humaine
- Bien à protéger : Plantes, animaux et diversité biologique

- Bien à protéger : Sol
- Bien à protéger : Eau
- Bien à protéger : Climat et air
- Bien à protéger : Paysage
- Bien à protéger : Culture et biens matériels
- Effets cumulatifs entre les biens à protéger susmentionnés.

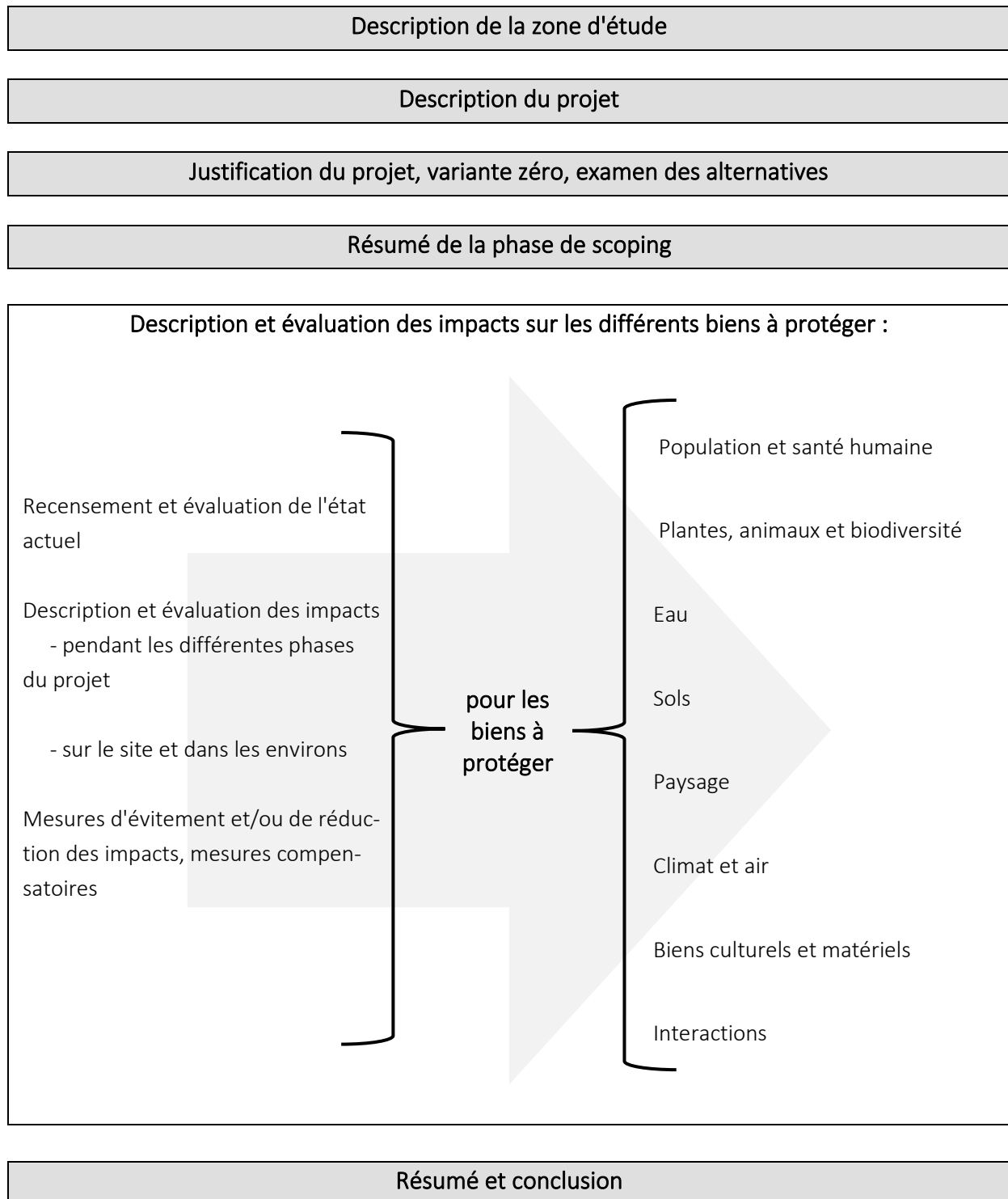
Conformément à l'article 5 de la loi sur l'EIE, les autorités compétentes définissent, sur la base de données suffisantes, le champ d'application et le niveau de détail du contenu du rapport d'EIE requis. Il s'agit de ce que l'on appelle le scoping de l'EIE. L'avis de scoping émis par l'autorité compétente fixe le champ d'application et le niveau de détail du contenu du rapport d'EIE requis. L'article 6 précise le contenu du rapport d'EIE qui suit le scoping et qui est nécessaire à la procédure d'EIE :

- une description du projet comportant des informations relatives au site, à la conception, aux dimensions et aux autres caractéristiques pertinentes du projet ;
- une description des incidences notables probables du projet sur l'environnement ;
- une description des caractéristiques du projet et/ou des mesures envisagées pour éviter, prévenir ou réduire et, si possible, compenser les incidences négatives notables probables sur l'environnement ;
- une description des solutions alternatives pertinentes qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, eu égard aux incidences du projet sur l'environnement ;
- un résumé non technique des éléments susmentionnés ;
- toute information supplémentaire précisée à l'annexe III, en fonction des caractéristiques spécifiques d'un projet ou d'un type de projets particulier et des éléments de l'environnement sur lesquels une incidence pourrait se produire.

Le présent document est le rapport d'Evaluation des Incidences sur l'Environnement EIE décrit à l'article 6 de la *Loi du 15 mai 2018* relative à l'EIE.

1.3. Démarche et méthodologie

La procédure générale ainsi que le contenu d'un rapport d'EIE sont définis à l'annexe III de la loi sur l'EIE. La structure de la présente étude est illustrée par le schéma suivant :



1.4. Analyse des conflits et prévision des effets

Lors de l'évaluation des effets potentiels du projet et de l'étendue de l'étude nécessaire, il convient de faire la distinction entre les effets directs (immédiats) du projet et les effets indirects.

La procédure d'évaluation détermine le degré d'importance des effets du projet à l'aide de trois paramètres : le degré de changement, la durée de l'effet et l'étendue géographique de l'effet.

Partant de la description du projet, l'analyse des risques écologiques comprend un pronostic des impacts liés à la construction, aux installations et à l'utilisation (exploitation) du projet. Cette analyse est basée sur l'état actuel de la planification, et décrit l'ampleur de l'impact du projet sur l'environnement.

Lors de l'analyse des conflits, les facteurs d'impact du projet sur l'environnement (intensités de charge) sont combinés avec les résultats de l'analyse de l'état actuel. L'ampleur ou le risque des atteintes aux facteurs (biens à protéger) et donc les effets potentiels du projet sur l'environnement sont déterminés (prévus), décrits et si possible quantifiés. L'analyse des conflits s'effectue en tenant compte des causes individuelles, des chaînes de causes ou des effets complexes des causes avec :

- la probabilité d'occurrence des effets ;
- la durée ou à la fréquence des effets ;
- l'étendue spatiale des effets ;
- l'intensité de l'occurrence (degré de changement).

Les études comprennent également l'évaluation des conséquences d'un état de fonctionnement non prévu. On peut imaginer ici, par exemple, un incendie ou la libération de substances dangereuses pour l'environnement.

Effets du projet (liés à la construction, aux installations et à l'exploitation)

Tableau 1 : Effets liés à la construction, aux installations et à l'exploitation

Effets liés à la construction			
Impact potentiel sur l'environnement	Biens à protéger concernés	Conséquences	Autres effets
Emissions pendant la période de construction	Population humaine	Effets perturbateurs temporaires dus au bruit et aux vibrations de la construction ainsi qu'à la présence de véhicules de chantier.	Atteinte à l'environnement résidentiel et à la fonction récréative
	Faune	Effet perturbateur temporaire dû au bruit et à la poussière de construction ainsi qu'à la présence de personnes et de machines liée à la construction	Abandon d'habitat d'espèces importantes en raison des perturbations, dégradation de l'état de conservation d'espèces importantes en raison des perturbations, impact sur la population d'espèces protégées particulièrement ou d'oiseaux migrateurs en raison des perturbations.
	Sol/Eau	Risque potentiel d'infiltration de polluants	
	Climat/Air	Augmentation des émissions de polluants à court terme	

Production de déchets	Sol	Capacités de stockage des matériaux d'excavation et des déchets	Formation de poussière lors de l'évacuation
Modification des flux de trafic	Population humaine	Déviations, fermetures	
Risque d'accident	Population humaine	Blessure, mort	
Effets liés à l'installation			
Impact potentiel sur l'environnement	Biens à protéger concernés	Conséquences	Autres effets
Imperméabilisation des sols (durable)	Flore/Faune	Elimination et modification de biotopes, perte directe d'habitat, destruction de sites de reproduction potentiels	Perte d'habitat par effet de déplacement ou comportement d'évitement
	Surface/Sol	Perte de matériau du sol, compactage du sol, destruction de la structure du sol.	Destruction de l'habitat des organismes du sol
	Eau	Modification du comportement d'écoulement, réduction de la recharge et du stockage des eaux souterraines	
	Climat/Air	Effets de réchauffement à petite échelle	
Le tramway en tant que construction	Population humaine	Effet de séparation, risque d'accident par les rails/engravures	Atteinte au cadre de vie et à la fonction récréative
	Faune	Perte directe de sites de reproduction et d'habitats par réduction de surfaces	Perte de sites de reproduction potentiels et d'espace vital par des effets de déplacement ou des comportements d'évitement
	Paysage/ Site	Atteinte par les structures techniques	
Effets liés à l'exploitation			
Impact potentiel sur l'environnement	Biens à protéger concernés	Conséquences	Autres effets
Émissions pendant le fonctionnement	Population humaine	Bruit, vibrations, champs électriques/magnétiques	Atteinte à l'environnement résidentiel et à la fonction récréative
Risque d'accident	Population humaine	Blessure, mort	
Changement d'apparence	Paysage	Atteinte par des structures techniques extérieures	Perte de la spécificité et de la beauté du paysage
Libération de substances potentiellement dangereuses pour la santé	Population humaine/Eau/ Sol/ Climat et air	Huiles, usure des roues	

1.5. Déroulement de la procédure jusqu'à présent

Le 12 décembre 2021, le document d'EIE screening/scoping établi par LUXPLAN (LUXPLAN, 2021, Annexe 1) a été transmis aux autorités. Dans le cadre de cette enquête, le projet a été dénommé "Tronçon CHL & Pafendall". Ce document reprend deux tronçons : le tronçon Centre-Ville allant du Rond-Point Schuman et se raccordant à la ligne existante sur le boulevard Royal en passant par l'avenue Porte Neuve et le tronçon Route d'Arlon. Seul le tronçon Route d'Arlon fait l'objet de ce présent dossier EIE. Ce screening EIE correspond aux informations techniques requises par l'article 5 de la loi EIE, qui doivent être soumises au ministère de l'Environnement comme données de base pour la phase de scoping suivante.

Étude de faisabilité

Une étude de faisabilité a été réalisée en novembre 2021 par Transamo S.A. pour le secteur Route d'Arlon où plusieurs scénarios et itinéraires ont été étudiés et ils ont fait l'objet d'une analyse multicritères (voir annexe 1 EIE-Screening, dans les annexes le secteur de la Route d'Arlon est appelé CHL).

Avis de scoping

Les avis émis par le ministère de l'Environnement et d'autres autorités compétentes ou concernées ont été rassemblés le 14 mars 2022 dans un avis de scoping (N/Réf : 101407, annexe 2). Le champ d'application requis par l'article 5 de la loi sur l'EIE et le niveau de détail requis pour le rapport d'EIE qui s'en suivra y ont été définis.

Le présent document correspond au rapport d'EIE défini à l'article 6 de la loi sur l'EIE pour l'évaluation des impacts environnementaux possibles sur les biens à protéger mentionnés dans la loi sur l'EIE et la compatibilité environnementale du tracé du tronçon route d'Arlon qui en découle.

Élaboration de l'avant-projet d'EIE et des variantes APS

Les dossiers APS et le rapport d'EIE ont été élaborés en partie en parallèle.

Sur la route d'Arlon, deux variantes ont été étudiées en phase APS, il s'agit la variante en tunnel et la variante en surface. A la suite de ces études, une variante mixte a été retenue, qui combine les avantages d'un tracé souterrain et d'un tracé en surface (voir chapitre 5.3). Cette variante fait donc l'objet du présent dossier EIE. Dans le cadre de la discussion sur les alternatives, les impacts environnementaux de la variante mixte sont comparés à ceux des variantes en tunnel et en surface.

1.6. Données de base

Tableau 2 : Listing des données de base ayant servi à l'élaboration du présent dossier

Base de données	Source
Avis Scoping (N/Réf: 101407)	MECDD 14 mars 2022
EIE Screening Scoping Luxtram Tronçon CHL & Pafendall	LUXPLAN S.A. 2021
PAG de la Ville de Luxembourg	VDL, version approuvée du 19 mars 2021
PAG Strassen	AC Strassen, mars 2021
EES au PDST	Oeko-Bureau 2018
EES au PAG de la Ville de Luxembourg (Surface d'essai Belair 03)	Oeko-Bureau 2016
EES Phase 1 Modification ponctuelle PAG VDL Place de L'Etoile (Belair)	Oeko-Bureau 2021
EIE Screening PAP „Place de l'étoile“	Energie et environnement S.A. 2021
EIE Screening PAP „Nouveau bâtiment CHL“	BEST ingénieurs-conseils s.à r.l. 2021
PAP QE	VDL / Zeyen+Baumann, version approuvée d'octobre 2021
PDAT	Ministère de l'Intérieur 2003
IVL	Ministère de l'Intérieur 2004
PNDD	MECDD 2021
Mobilitätsplan der Stadt Luxemburg	VDL, März 2024
MoDu 2.0	Ministère de la Mobilité et des Travaux publics 2018
PST	MEA 02.2021
Avant-Projet Sommaire (APS) pour la variante Mixte	
APS Volume B - Le système de transport	Groupeement Momentané INGÉROP, SCHROEDER & ASSOCIÉS, SGI, FOLIA, octobre 2024
APS Volume C - L'aménagement urbain	Groupeement Momentané INGÉROP, SCHROEDER & ASSOCIÉS, SGI, FOLIA, octobre 2024
APS Volume D - Ouvrages d'art	Groupeement Momentané INGÉROP, SCHROEDER & ASSOCIÉS, SGI, FOLIA, octobre 2024

APS Volume E - Plannings, phasage et méthodologie de construction	Groupement Momentané INGÉROP, SCHROEDER & ASSOCIÉS, SGI, FOLIA, octobre 2024
APS Volume J - Etude des incidences acoustiques et vibratoires sur l'environnement	Acoustic Technologies srl, 30 septembre 2024
Étude géotechnique pour la construction d'une tranchée couverte sur la route d'Arlon Rapport n° PR.LUGT.21.0210 – 001	Fondasol indice B – 17/03/2022
Plan d'action contre le bruit pour l'agglomération de la Ville de Luxembourg	AEV 2021
Plan de qualité de l'air pour l'agglomération de la Ville de Luxembourg	AEV 2011
Présentation sur la consommation d'énergie des tramways au Luxembourg	Luxtram 2022
Analyse des risques dus aux champs électromagnétiques	SOCOTEC 21/11/2022
Cartes de la qualité des sols	ASTA 2017
Carte climatique du Luxembourg	List & Geonet, 2021
Zone d'observation archéologique	INRA, 2023
Liste des bâtiments et objets classés patrimoine culturel national ou inscrits à un inventaire supplémentaire	SSMN 2022
Directive FFH	Directive 92/43/EWG
Directive EIE	Directive 85/337/EWG modifiée par la directive 2003/35/EG
Portail de données des Musée Nationale d'Histoire Naturelle (MNHN)	https://mdata.mnhn.lu/ , dernière consultation le 25.03.2024
Informations de base	http://www.geoportail.lu
Visite sur place de la zone d'intervention du projet	2022, 2023, 2024 Oeko-Bureau

Il convient de noter que le présent rapport d'EIE se base sur l'Avant-Projet Sommaire (APS). L'Avant-Projet Détaillé (APD) n'est pas disponible à l'heure actuelle. Au moment du dépôt de l'EIE différents détails du projet sont en cours d'étude (début de l'étude APD). Les indications de temps concernant le phasage et le planning de réalisation sont soumis à certaines incertitudes (acquisitions foncières, planning des projets connexe, etc.).

Dans le cas d'incertitudes ayant un impact potentiel important sur l'environnement, celles-ci sont mentionnées en tant que mesures d'atténuations et dans le monitoring, de sorte qu'une évaluation des effets potentiels sur l'environnement peut être effectuée tout au long des phases de construction et d'exploitation.

2. CADRE LÉGAL DE LA PLANIFICATION

2.1. Aménagement du territoire

PDAT et IVL

Dans le PDAT (Programme Directeur d'Aménagement du Territoire), le programme d'aménagement du territoire au niveau national de 2003 qui donne le cadre d'orientation pour un développement territorial durable, le Luxembourg est divisé en six régions en plus de la division administrative. L'objectif est de renforcer la coopération au sein des régions afin de mieux cibler le développement régional. Administrativement, le Grand-Duché de Luxembourg est divisé en 12 cantons, la ville de Luxembourg faisant partie du canton du même nom. La ville de Luxembourg est située dans un espace appelé « espace urbain très dense », qui se caractérise par une très forte densité de population. La capitale, Luxembourg, est qualifiée de « centre de développement et d'attraction ». Compte tenu de la dynamique de croissance soutenue et de son impact sur le développement territorial, le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg a décidé en juillet 2019 de charger le ministre compétent en matière d'aménagement du territoire de réviser en profondeur le Programme Directeur d'Aménagement du Territoire (PDAT). Le projet de refonte du PDAT fait actuellement l'objet d'un processus participatif et n'a pas encore de caractère juridique. L'IVL (Integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept – Politique intégrée de transports et d'aménagement du territoire luxembourgeois) de 2004, élaborée sur la base du PDAT, formule des propositions concrètes pour le développement de l'habitat, des transports et du paysage au Luxembourg à l'aide d'objectifs de développement différenciés et de mesures de développement pour les différentes sous-régions. Sur la base d'une discussion de scénarios, au cours de laquelle plusieurs variantes d'un développement spatial futur ont été discutées, le modèle spatial de la « ville polycentrique dans l'espace paysager intégrée dans des régions fonctionnelles » a été élaboré en guise de synthèse.

La mobilité et le transport font partie des thèmes centraux de la politique nationale du Grand-Duché de Luxembourg, qui est en pleine croissance. La problématique des densités de trafic élevées sur les axes principaux autour de la ville de Luxembourg fait depuis longtemps l'objet de réflexions au niveau de l'aménagement du territoire. Le PDAT et l'IVL ont déjà désigné un système de train-tram multimodal comme objectif dans le cadre de l'aménagement du territoire national. L'objectif est d'intercepter le trafic individuel motorisé en direction du centre-ville dans les gares périphériques ou les P&R et de le rediriger vers les différents moyens de transport en commun (bus, train, tramway).

Compte tenu de la dynamique de croissance soutenue et de son impact sur le développement territorial, le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg a décidé en juillet 2019 de charger le ministre compétent en matière d'aménagement du territoire de réviser en profondeur le Programme Directeur d'Aménagement du Territoire (PDAT). Le nouveau PDAT a été adopté par le Conseil de gouvernement en juin 2023. En tant qu'instrument politique d'aménagement du territoire, le PDAT comprend une série d'objectifs et de mesures qui constituent un cadre d'orientation pour le développement du territoire national du Luxembourg. L'objectif fondamental du PDAT est de garantir des conditions de vie optimales pour tous les habitants par un développement durable des différentes régions et de leurs ressources respectives. Sur la base d'une analyse et d'un diagnostic détaillés de la situation actuelle au Luxembourg,

des tendances de développement qui ne sont ni durables, ni résilientes, ni socialement acceptables ont été identifiées. Pour contrer ces tendances de développement, le PDAT propose des idées directrices pour la mise en œuvre d'un développement durable dans tous les thèmes, à tous les niveaux et sur l'ensemble du territoire. Les principaux objectifs politiques du PDAT sont les suivants : 1. Réduire l'occupation des sols naturels, 2. Concentrer le développement sur les sites les plus appropriés, 3. Aménager le territoire de manière transfrontalière.

Le projet répond aux objectifs du PDAT et de l'IVL.

PNDD 2030

Le projet de construction et d'exploitation d'un tramway fait partie des objectifs du PNDD (Plan National pour un Développement Durable) 2030 en tant qu'élément stratégique pour les transports. Les principaux objectifs de l'aménagement du territoire pour lesquels le projet de tramway est important sont les suivants (PNDD 2030) :

- Densification et formes d'habitat innovantes,
- Promotion des transports publics pour améliorer la qualité de l'air,
- Mise en œuvre d'une stratégie de réduction du bruit,
- Protection du climat et adaptation au changement climatique.

Le projet répond aux objectifs du PNDD.

MoDu 2.0

La mise en œuvre d'un réseau de tramways fait partie de la stratégie de Mobilité Durable (MoDu), qui remonte à 2012 et a été actualisée en mai 2018 (MoDu 2.0). Selon le MoDu, il est prévu de passer à « un système en réseau », « capable de répondre au fort développement polycentrique de la ville ainsi qu'aux besoins croissants de mobilité des centres de développement dans leur zone suburbaine ».

Le projet répond aux objectifs du MoDu 2.0.

PNM 2035

Le Plan National de Mobilité 2035 (PNM 2035, 2022) propose une approche globale pour faire face à une augmentation de la mobilité de 40% par rapport à 2017. Il met en œuvre les approches préconisées par la Stratégie pour une mobilité durable (MODU 2.0, 2018) :

- Passer d'une logique de rattrapage à une logique d'anticipation de la demande de mobilité future,
- Déterminer le nombre de personnes devant se rendre à un endroit donné, puis développer les moyens de transport les plus adaptés au contexte,
- Mobiliser les quatre acteurs de la mobilité (État, commune, employeur, citoyen).

L'extension et l'optimisation du réseau de tramway sont intégrées comme objectifs dans le PNM2035.

PST

Le Plan directeur Sectoriel Transports (PST) de 2018 donne un cadre juridique au MoDu. Le tracé prévu fait également partie du Plan directeur Sectoriel Transports (PST), à l'exception du secteur CHL/Rue Federspiel/Batiself. Le projet y porte la dénomination 2.5 – Ligne de tram entre la place de l'étoile et l'intersection Route d'Arlon-Boulevard de Merl.

La carte montre que le projet à l'étude (en jaune clair) est intégré dans le réseau global du tramway. Les écarts résultent des adaptations nécessaires dans la réalisation du projet après le PST (voir aussi chapitre 5).

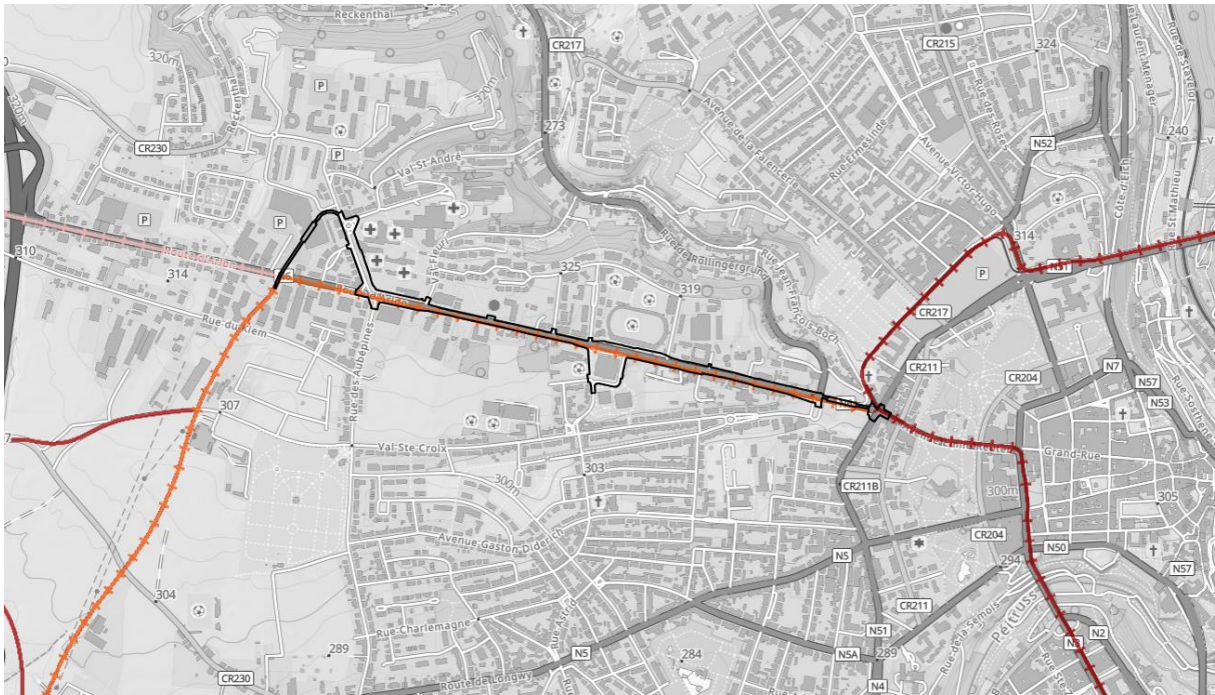


Figure 2 : Lignes de tramway planifiées avec les lignes existantes selon le Plan directeur sectoriel Transports. En noir le périmètre d'étude du projet objet de ce rapport EIE. Source : www.geoportail.lu

Le projet répond aux objectifs du PST.

Plan de mobilité de la Ville de Luxembourg

En raison de la croissance constante et de l'importance centrale du transport et de la mobilité dans l'agglomération de la Ville de Luxembourg, le collège échevinal a décidé d'élaborer une stratégie de mobilité communale cohérente pour l'agglomération, en accord avec les directives du PNM2035. Les transports en commun sont d'ores et déjà le mode de transport le plus performant sur le territoire de la ville.

L'extension conséquente du réseau de tramway et une optimisation de la liaison cyclable le long de la route d'Arlon répondent aux objectifs du plan de mobilité. Le plan de mobilité de la Ville de Luxembourg indique clairement qu'une offre améliorée et plus performante de transports en commun et de pistes cyclables est indispensable pour garantir la fonctionnalité du système de transport global de la Ville de Luxembourg (VDL, 2024).

Plan d'action contre le bruit

Le plan d'action contre le bruit établi par l'Administration de l'Environnement (AEV, juin 2021) vise à réduire le bruit ambiant dans des parties limitées de l'espace urbain, par exemple par des mesures techniques ou de construction. Une des actions mentionnées est l'extension du réseau de tramway à l'intérieur de l'agglomération de Luxembourg (Mesure 17 – Mise en place d'un réseau de tramway sur le territoire de l'agglomération de Luxembourg).

Le projet répond aux objectifs du plan d'action contre le bruit.

Plan de qualité de l'air

La Ville de Luxembourg a élaboré un plan de la qualité de l'air en collaboration avec le Ministère du Développement durable et des Infrastructures. Ce plan détermine les principales sources d'émissions d'azote et de particules fines et définit un plan d'action pour lutter contre la pollution atmosphérique. Le plan de qualité de l'air pour l'agglomération de la ville de Luxembourg (AEV, 2011) fixe comme objectif la planification et l'extension d'un réseau de tramways.

Le projet répond aux objectifs du plan de qualité de l'air.

2.2. Plan d'aménagement général (PAG)

2.2.1. PAG de la Ville de Luxembourg

Le tracé de la ligne de tramway prévue passe en grande partie sur le réseau routier identifié dans le PAG de la Ville de Luxembourg en vigueur. Le projet prévoit ainsi également une revalorisation de l'ensemble de l'espace routier, des voies piétonnes et cyclables ainsi que de l'espace public de façade à façade.

Comme la zone d'intervention du projet ne se limite pas à la zone purement tramway, différentes zones PAG se superposent à plusieurs endroits dans les zones périphériques. Dans la partie située sur le terrain de la commune de Strassen, la ligne de tramway est prévue dans le PAG de la commune de Strassen via le projet du pôle d'échange CHL.

Les types d'utilisation adjacents à la zone de planification ainsi que les délimitations du PAG en vigueur sur les parcelles utilisées varient sur le parcours du tracé. Ils sont brièvement décrits ci-dessous. Les classifications ont été reprises dans l'étude acoustique afin de définir les différents seuils acceptés le long du tracé.

Secteur Route d'Arlon

Sur le secteur de la Route d'Arlon, ce sont surtout des zones MIX-u qui sont contiguës en périphérie. Dans le secteur Place de l'étoile, il s'agit d'une zone Mix-c, dans le secteur Stade d'une zone BEP (au Nord) et d'une zone Mix-u (au Sud), dans le secteur CHL d'une zone BEP. Pour la variante en surface sur la Route d'Arlon, le projet intègre la rue d'Ostende. En effet, il est prévu de déplacer la rue d'Ostende dans la continuité de la rue des Foyers et d'apaiser la rue actuelle afin d'améliorer la circulation, concentrer les flux sur un seul carrefour (1 seul carrefour proposé par rapport aux 2 intersections existants)

mais également améliorer l'aménagement urbain et conserver l'alignement d'arbres de grandes tailles sur la Route d'Arlon (piste cyclable continue, augmentation du nombre d'arbres plantés). Au niveau de la rue d'Ostende, il s'agit de zones Mix-u et des zones BEP, au Sud notamment. Dans tous les types de zones mentionnés, les usages publics sont autorisés.

En raison de la largeur limitée de l'espace public actuel, des acquisitions foncières sont nécessaires. C'est ainsi que l'on peut voir des chevauchements avec les zones de construction (voir la représentation ci-dessous). Ces derniers ne sont nécessaires que dans une faible mesure et ils sont compatibles et autorisés en matière de construction. Dans la représentation ci-dessous, les chevauchements les plus importants sont identifiés en jaune. Ces chevauchements sont intégrés dans des projets connexes : CHL, Wunnquartier Stade et Place de l'Etoile.

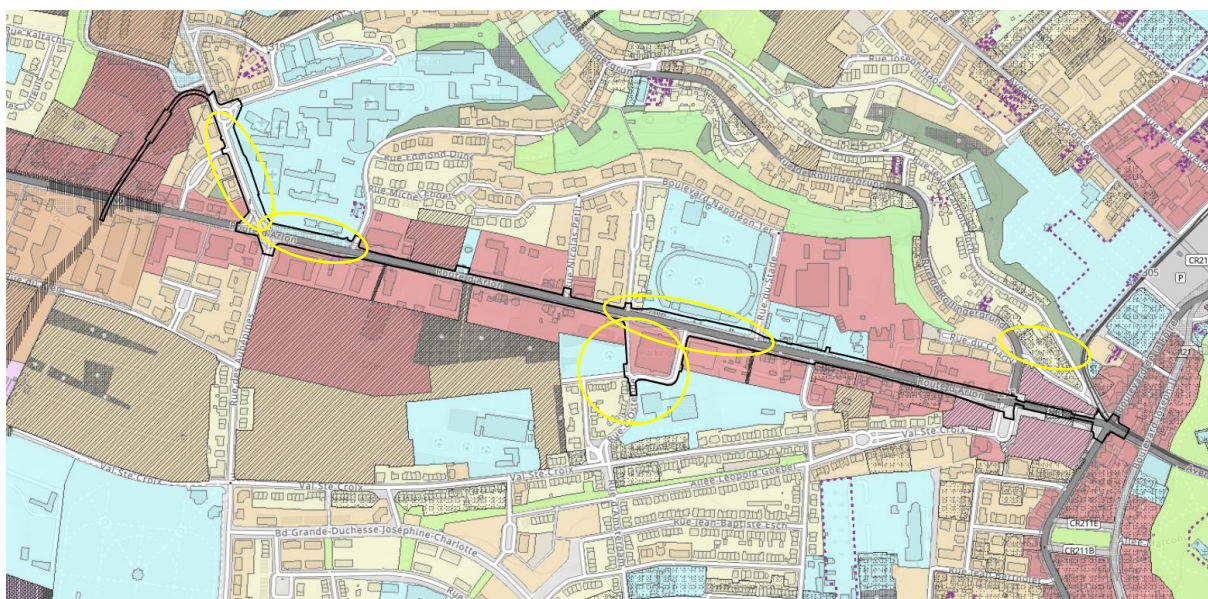


Figure 3 : Variante mixte, extension de la zone d'intervention au sud de la Route d'Arlon avec les zones PAG. Source : www.geoportail.lu, propre représentation

2.2.2. PAG Commune de Strassen

Secteur Batiself Strassen (futur pôle d'échange)

Sur le territoire de la commune de Strassen, la Route d'Arlon est traversée sur une courte distance. La plus grande partie de ce secteur se trouve toutefois à l'intérieur de zones constructibles (MIX-u et HAB-2), en partie avec des bâtiments existants (magasin de bricolage). Des études pour l'aménagement du futur pôle d'échange sont en cours menées par la Maîtrise d'Ouvrage Ponts et Chaussées. Dans ce secteur un corridor est prévu pour garantir l'insertion du tram et d'une station. Les surfaces doivent être redéveloppées via un PAP-NQ. L'axe du tram prévu doit être pris en compte dans le PAP.

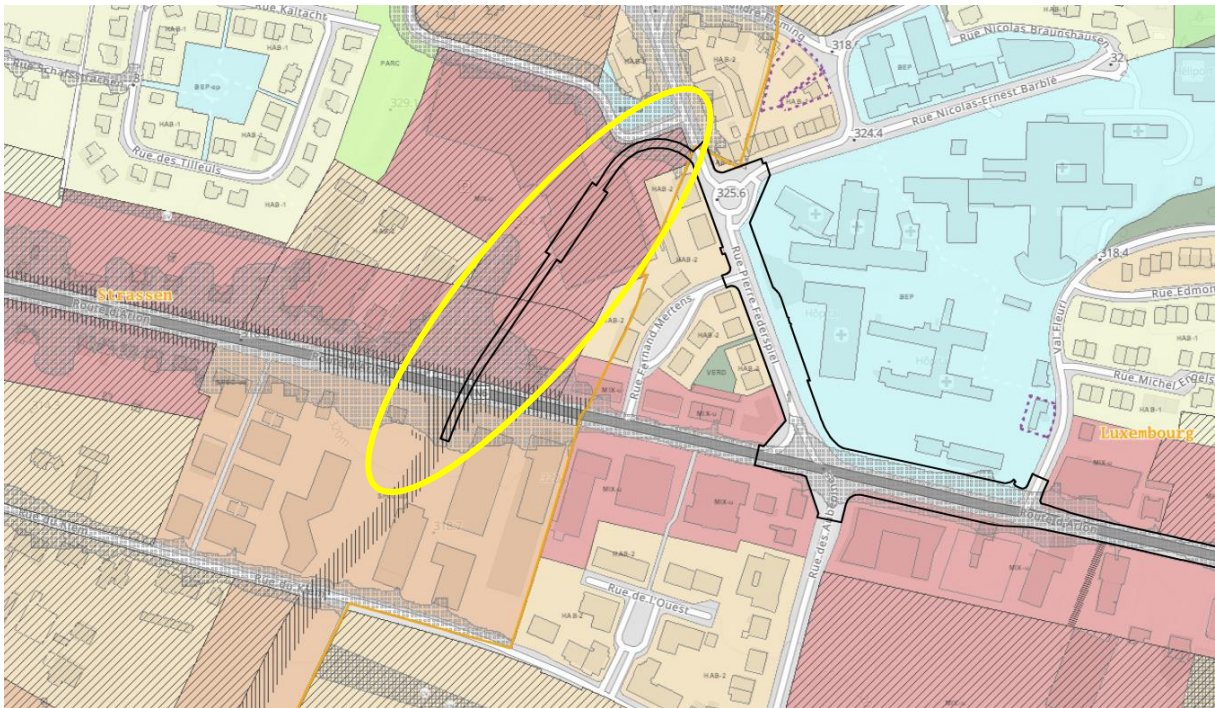


Figure 4 : Zone d'intervention dans la commune de Strassen avec les zones PAG. Source : www.geoportail.lu, propre représentation

Schéma directeur Batiself

Dans le secteur concerné, le Schéma directeur prévoit "la création d'une mixité urbaine de logements, de commerces et de services, ainsi qu'une meilleure desserte de la zone de bureaux voisine au Nord". Lors de l'élaboration du schéma directeur, le principe que le tramway se poursuivrait le long de la route d'Arlon avait été considéré.

Un corridor correspondant est également prévu à cet endroit, qui doit être préservé de toute construction : « pour les planifications futures dans le cadre de l'extension des transports en commun (ligne de tram ». L'objectif est entre autres de « créer un terminus du Bd de Merl adapté à la structure urbaine ».

Une traversée diagonale de la zone d'aménagement par le tram de la rue Pierre Federspiel à la route d'Arlon n'était pas spécifiée dans le concept. Actuellement, des concertations ont lieu afin d'harmoniser les plans de la commune de Strassen, de la ville de Luxembourg ainsi que des Ponts et Chaussées (projet Pôle d'échange CHL) et de Luxtram dans ce secteur.

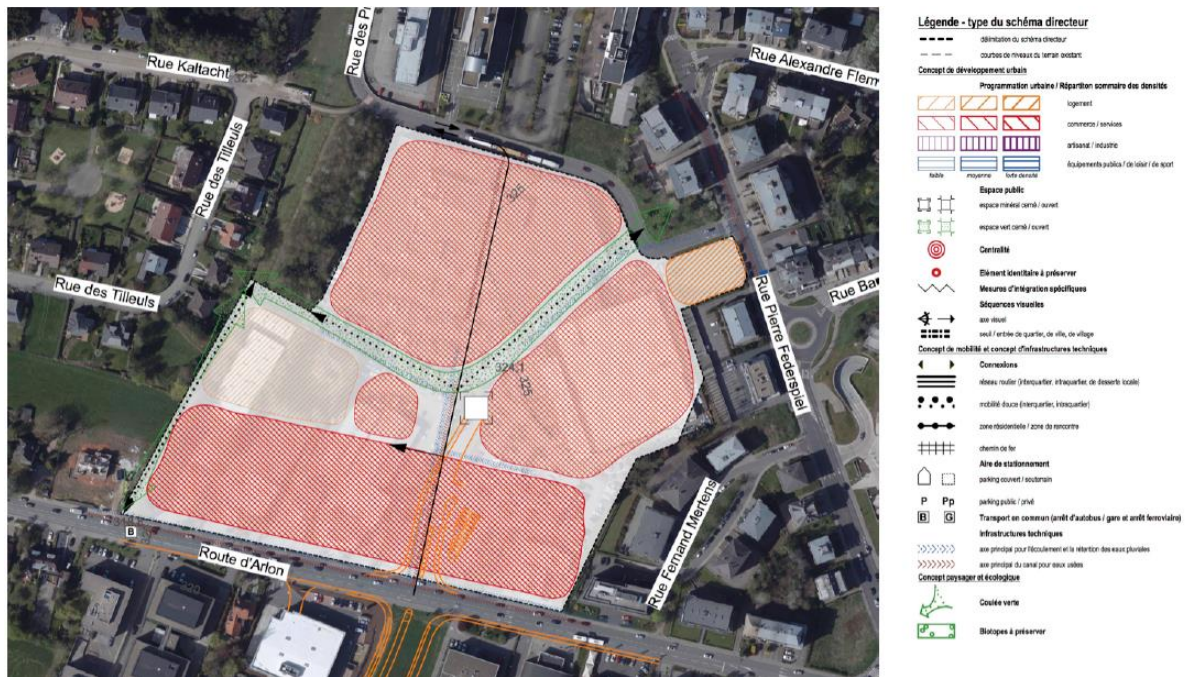


Figure 5 : Schéma directeur Batiself. Source : <https://www.strassen.lu/urbanisme/pag>

2.3. Études environnementales (EES/EIE)

2.3.1. EES PST

Une partie du tracé à examiner a été étudiée dans le cadre de l'évaluation environnementale stratégique pour le Plan Sectoriel directeur Transports (PST) (Oeko-Bureau, avril 2018).

Plan sectoriel Transport	2.5 Ligne de tram entre la place de l'Etoile et l'intersection Route d'Arlon-Boulevard de Merl
	<p>Gemeinde(n): Strassen, Stadt Luxemburg</p> <p>Zuordnung innerhalb PS: Projets d'infrastructures de transport collectif</p> <p>Relation zu 2014: Bereits im Plan sectoriel von 2014 enthalten</p>

Figure 6 : Plan de situation du projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018

Schutzgutspezifische Bewertung			
Schutzgut	Erläuterung der voraussichtlichen Umweltauswirkungen	Empfehlungen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich negativer Umweltauswirkungen	Bewertung*
Mensch	Steigerung der Attraktivität des ÖV, Verbesserung des Modal Split, Verringerung der Emissionsbelastung	-	+
Pflanzen, Tiere, biologische Vielfalt	Am Rand der Trasse liegen mehrere Art. 17-Biotop (Schnitthecken, Einzelbäume, Baumgruppen, Baumreihen, Sukzessionslaubwald). Im Zuge der Impactstudie wird das Projekt artenschutzrechtlich überprüft. Schutzgebiete sind nicht betroffen. Es sind keine erheblichen Beeinträchtigungen zu erwarten.	• Kompensation der unvermeidlichen Biotopverluste	0
Boden	Der Bodenverlust ist vernachlässigbar, da es sich um eine bereits bebaute Fläche handelt.	• Die Versiegelung ist auf das erforderliche Minimum zu beschränken.	0
Wasser	Es sind weder Wasserschutzgebiete noch Überschwemmungsgebiete noch Oberflächengewässer betroffen.	-	0
Klima und Luft	Verringerung der CO ₂ -Belastung durch Reduzierung des Individualverkehrs	-	+
Landschaft	Da die geplante Trasse weitgehend im besiedelten Raum liegt, sind keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild zu erwarten.	-	0
Kultur- und Sachgüter	Detaillierte Informationen zur Archäologie fehlen.	• CNRA kontaktieren	

Figure 7 : Évaluation des biens à protéger dans le projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018

Le tracé ne comprenait que le secteur situé au niveau de la route d'Arlon. L'extrémité Ouest du projet, de la rue Federspiel et Batiself n'a pas fait l'objet de l'évaluation (voir également le chapitre 5).

Pour ce projet, l'EES a conclu que la réalisation ne devrait pas avoir d'impact environnemental significatif.

Zusammenfassende Gesamtbewertung der Umweltprüfung
Bei Umsetzung der Planung können erhebliche negative Auswirkungen auf die Schutzgüter ausgeschlossen werden.

Figure 8 : Évaluation globale du projet 2.5. dans l'EES du PST. Source : Oeko-Bureau 2018

2.3.2. EES PAG Ville de Luxembourg


Steckbrief zur Abschätzung der Umweltauswirkungen		
Bezeichnung: Belair 3		
Geplante Nutzung: MIX-u		
Zeichenschlüssel		
I - nicht betroffen		
II - geringe Auswirkung		
III - mittlere Auswirkung		
IV - hohe Auswirkung		
V - sehr hohe Auswirkung		
		
Detailbewertung Schutzgüter und Landschaftsfunktionen		
	Umweltauswirkungen	Erläuterung der wichtigsten Indikatoren und Auswirkungen
Schutzgut Bevölkerung und Gesundheit des Menschen		mehrere Altlastenverdachtsflächen, laut Lärmkarte Werte über 70 dB(A) = für Wohnnutzung Beeinträchtigung
Schutzgut Pflanzen, Tiere, biologische Vielfalt		FFH-Gebietsschutz: keine Betroffenheit Artenschutz: keine besondere Bedeutung für geschützte Tierarten Art. 17: keine Art.17-Biotop
Schutzgut Boden		mehrere Altlastenverdachtsflächen
Schutzgut Wasser		geringe Beeinträchtigung
Schutzgut Klima und Luft		geringe Beeinträchtigung
Schutzgut Landschaft		geringe Beeinträchtigung
Schutzgut Kultur- und Sachgüter		terrain avec des vestiges archéologiques connus
Sonstige		
Vermeidung und Minderung nachteiliger Umweltauswirkungen		
<ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der Altlastenverdachtsflächen bei Bebauung - Aufstellung eines Lärmaktionsplanes - Berücksichtigung der archäologischen Fundstellen, Koordinierung mit CNRA 		
Gesamtbewertung mit Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen		
Unter der Voraussetzung, dass die vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt werden, kann eine Bebauung der Fläche realisiert werden.		

Figure 9 : Fiche descriptive de la zone BEL 3 issue de la phase 2 de l'EES du PAG de la Ville de Luxembourg. Source : Oeko-Bureau

Dans le cadre de l'élaboration du PAG de la Ville de Luxembourg, une Évaluation Environnementale Stratégique (EES) a été réalisée en 2015 par Oeko-Bureau. Parmi les surfaces analysées dans le cadre de l'EES, une seule se trouve dans la zone de planification du présent tronçon de tramway. La zone BEL 3, d'une superficie d'environ 3,5 ha, est classée en zone MIX-u comprenant la partie Ouest de la Place de l'Etoile ainsi qu'une partie de la route d'Arlon et des espaces verts environnants.

L'évaluation de la zone s'est concentrée sur le bien à protéger, "l'homme". Des nuisances dues à des sites contaminés et à des niveaux de bruit élevés ont été pronostiquées. Cette évaluation prend en compte les informations disponibles en 2015, le projet tram n'était pas encore pris en compte.

2.3.3. EES MoPo PAG VDL Place de l'étoile 2021

En raison d'une modification ponctuelle du PAG de la Ville de Luxembourg (MoPo), Oeko-Bureau a examiné en mars 2021 une surface à la Place de l'Etoile qui correspond en grande partie à la surface Bel 3 de l'EES du PAG global de 2015.

La raison de cette phase 1 de l'EES était une modification ponctuelle (MoPo) du PAG de la Ville de Luxembourg visant à transformer la zone MIX-u qui s'y trouve en zone MIX-c. Cette modification prend en compte le tracé du tramway avec l'intégration d'un couloir de transport.

L'étude a conclu que des impacts moyens sont attendus sur le bien à protéger "sol", le bien à protéger "santé humaine et population" et le bien à protéger "plantes, animaux et biodiversité".

Les mesures suivantes, adressées à la Ville de Luxembourg, sont nécessaires pour n'avoir aucun impact significatif sur l'environnement :

- Mise en œuvre du concept d'assainissement des sites contaminés en amont d'un projet de construction.
- Mise en œuvre des mesures du plan d'action contre le bruit (réalisation de l'extension du réseau tramway).
- Mise en œuvre des recommandations de l'expertise sur le bruit (modération du trafic routier à 30 km/h, utilisation de revêtements de chaussée réduisant le bruit).
- Mise en œuvre de mesures techniques supplémentaires sur les bâtiments eux-mêmes pour réduire les nuisances sonores.

En ce qui concerne le projet de tramway sur le secteur Place de l'Etoile, le périmètre se limite à la plateforme du tram (GLO) et les quais de stations. Tous les aménagements urbains autour et les bâtiments sont réalisés par le projet connexe Place de l'Etoile.

2.3.4. Vérification préliminaire de l'EIE (Screening) Projet d'aménagement urbain PAP « Place de l'Etoile »

Dans le secteur Route d'Arlon, la réalisation d'un projet de construction important est prévue (voir aussi chapitre 2.3.3). Il s'agit d'un projet urbanistique qui relève de la catégorie N°65 (Chantiers et travaux d'aménagement urbain - Construction de centres commerciaux et de parkings dont la surface de scellement du sol est comprise entre 20.000 m² et 100.000 m²) de l'Annexe IV du RGD du 15 mai 2018.

Un dossier screening EIE a été réalisé par le bureau Energie et Environnement et déposé le 25 mars 2021 (N° de dossier 98738). Le ministère de l'Environnement a décidé (avis du 28/06/2021) qu'aucune EIE n'était nécessaire.

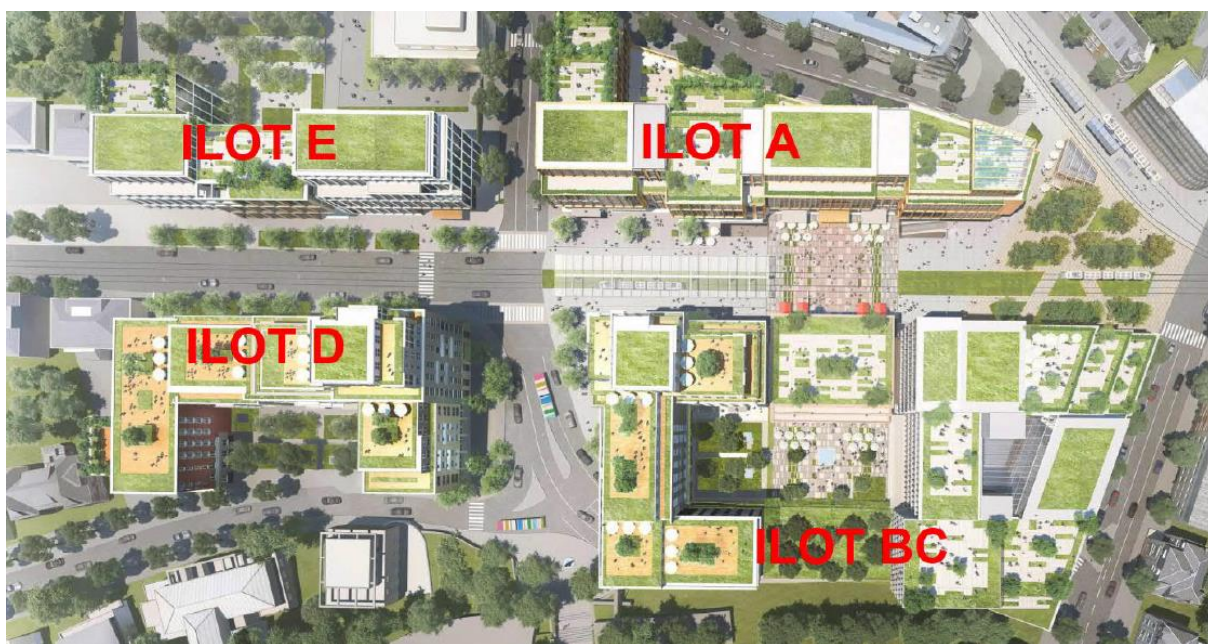


Figure 10 : Concept du projet Place de l'Etoile. Source : EIE screening, Energie et Environnement

Dans la description du projet, l'importance de la station de tramway est soulignée à plusieurs reprises et celle-ci est considérée comme une contribution positive au développement global du quartier. Il est question d'une "zone multimodale entre les îlots A et BC traversée par un tronçon de la ligne de tramway et comprenant une gare de bus souterraine". Il s'agit de créer une liaison entre le bus et le tram.

2.3.5. Vérification préliminaire de l'EIE (Screening) « Nouveau bâtiment centre - Centre Hospitalier de Luxembourg »

Une nouvelle construction/extension est prévue dans le secteur du Centre Hospitalier de la Route d'Arlon (CHL). Le projet comprend entre autres des possibilités de parking pour environ 425 véhicules et des locaux pour le stockage de matières radioactives. Le projet de construction relève donc des points suivants, conformément à l'annexe IV (Liste des projets soumis au cas par cas à une évaluation des incidences) du RGD du 15 mai 2018 :

- N° 64 " Installations pour la collecte et le traitement de déchets radioactifs ".
- N° 65 " Construction de centres commerciaux et de parkings ".

Un dossier de screening EIE a été réalisé par le bureau Best et déposé le 21/10/2021 (N° de dossier 100952). Le ministère de l'Environnement a décidé (avis du 24.02.2022) qu'aucun rapport d'EIE n'était nécessaire.



Figure 11 : Modèle volumétrique et plan de situation du projet d'extension du CHL. Source : Dossier Screening, bureau Best

Dans le document de screening, la construction de la ligne de tram et de la station est décrite comme un effet positif. Il est dit qu'en raison de l'amélioration de la desserte, on peut s'attendre à ce que les visiteurs utilisent davantage les transports publics.

3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

En résumé et en complément des explications fournies dans le document de screening/scoping de l'EIE (LUXPLAN, 2021), les caractéristiques suivantes de la zone d'étude doivent être prises en compte.

3.1. Situation et tracé

Le tracé prévu pour le tramway, dénommé Tronçon Route d'Arlon, part de la Place de l'Etoile et parcourt la Route d'Arlon jusqu'à la limite Ouest de la ville sur le territoire de la commune de Strassen (secteur Batiself, rue Pierre Federspiel).

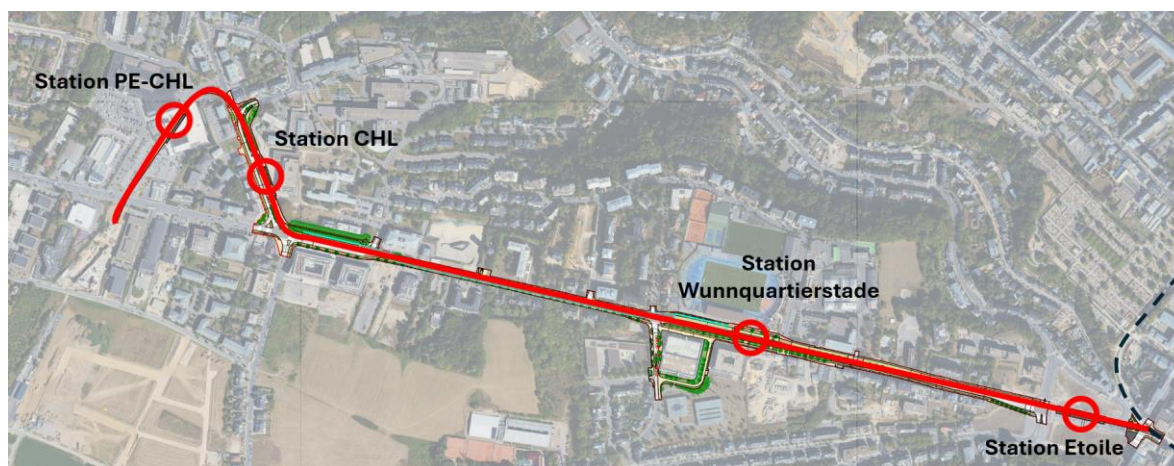


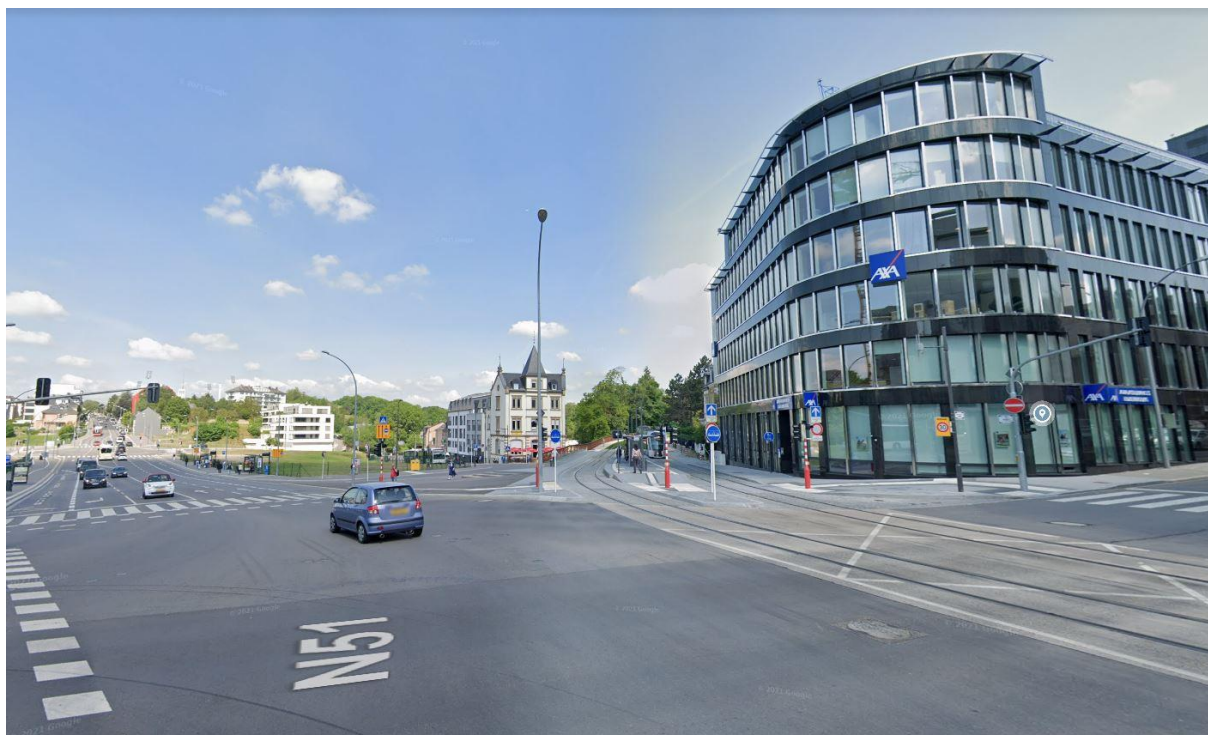
Figure 12 : Plan de situation avec tracé de la variante mixte

Le secteur Route d'Arlon commence au carrefour du Boulevard de la Foire et de l'Avenue Emile Reuter et suit la Route d'Arlon vers l'Ouest en passant par la Place de l'Etoile jusqu'au carrefour de la Rue des Aubépines. Au niveau de la Place de l'Etoile, le projet de Luxtram comporte seulement la plateforme du tram et les quais de station. Les aménagements hors GLO sont traités par le projet « Silver Etoile ». Après la Place de l'Etoile, le tramway parcourt la Route d'Arlon jusqu'à la Rue Pierre Federspiel où il tourne en passant devant le Centre Hospitalier de Luxembourg. Un peu au Nord du rond-point de la rue Pierre Federspiel, il tourne vers le Sud-Ouest sur le terrain de la commune de Strassen et traverse le terrain du magasin de bricolage Batiself secteur du futur pôle d'échange.

L'aménagement de façade à façade réalisé dans le dossier APS s'arrête au niveau du rond-point de la rue Pierre Federspiel. Pour la suite du tracé, le projet de Luxtram ne concerne que la plateforme du tram et la station PE-CHL. Le tronçon près de Batiself est un projet à part entière appelé Pôle d'échange CHL. Le porteur de ce projet, situé sur le territoire de la commune de Strassen, est l'administration des Ponts et Chaussées. Les plans détaillés ne sont pas disponibles à l'heure actuelle. Des discussions sont en cours entre Luxtram, la commune de Strassen et les Ponts et Chaussées afin de concrétiser le projet.

Sur les quelques 2,14 km au total, 300 m se trouvent sur le territoire de la commune de Strassen et 1,8 km sur le territoire de la Ville de Luxembourg.

Le tracé est présenté ci-dessous à l'aide de photos (voir également le document EIE-Screening/Scoping, LUXPLAN, 2021 ainsi que les dossiers APS, 2024 en annexes).



Ligne de tramway existante dans la zone du futur débranchement au niveau de la Place de l'étoile



Route d'Arlon dans le secteur de la Place de l'Etoile, vue de l'Ouest

Un projet d'urbanisme plus important nommé « Place de l'Etoile » est en cours de planification des deux côtés de la rue, dans lequel le tramway sera intégré, y compris une station.



Route d'Arlon à la hauteur de la maison n° 26, vue Ouest



Route d'Arlon à la hauteur du stade Josy Barthel (à droite sur la photo), vue vers l'Ouest

Un arrêt est prévu à cet endroit du côté de l'ancien stade. A partir de la station, le tram passe en tranchée couverte sous le niveau de la rue afin de réduire l'espace nécessaire et de garantir la fluidité du trafic.



Rue d'Ostende actuelle prit de la Route d'Arlon, vue vers le Sud



Rue d'Ostende actuelle, vue vers le Ouest

Le projet prévoit une zone de circulation mixte permettant de garder les accès aux différents parkings tout en favorisant les modes de transports doux (piétons et vélos).



Future rue d'Ostende en continuité avec la rue des foyers depuis la Route d'Arlon, vue vers le Sud



Route d'Arlon à la hauteur du Centre hospitalier (CHL), vue vers l'Ouest

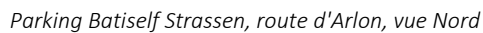
Le tramway revient en surface en parallèle de la rangée d'arbre.



Rue Pierre Federspiel, vue Nord, à droite CHL



Rond-point de la rue Pierre Federspiel, vue Nord



La zone d'étude est de façade à façade, celle-ci comprend en particulier l'espace routier et les trottoirs actuels qui sont directement concernés ainsi que les zones périphériques adjacentes jusqu'aux façades. Si nécessaire, la zone d'étude est élargie en fonction des exigences spécifiques aux biens à protéger.

Figure 13 : Plan de situation avec le périmètre d'étude de la variante mixte

Les surfaces de stockage supplémentaires seront développées en phase APD.

3.3. Infrastructures dans l'environnement

L'extension du tramway sur la Route d'Arlon est reliée à la ligne de tramway existante au niveau de la Place de l'Etoile. Ce débranchement est ainsi connecté à une infrastructure de transport existante.

Par ailleurs, la ville de Luxembourg est desservie par plusieurs lignes de train. La ligne de train la plus proche est la ligne 10 "Troisvierges-Gouvy", dont le tracé passe sous le pont Grande-Duchesse Charlotte et la gare "Pfaffenthal-Kirchberg" se trouve à environ 1000 m de la zone d'aménagement.

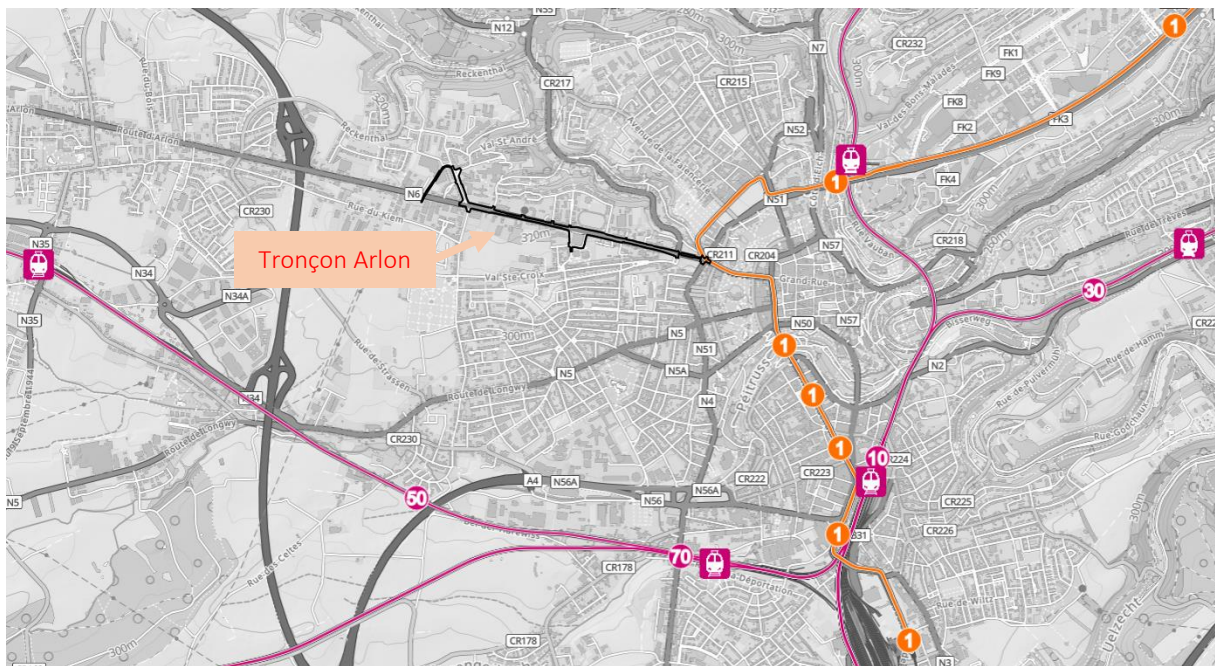
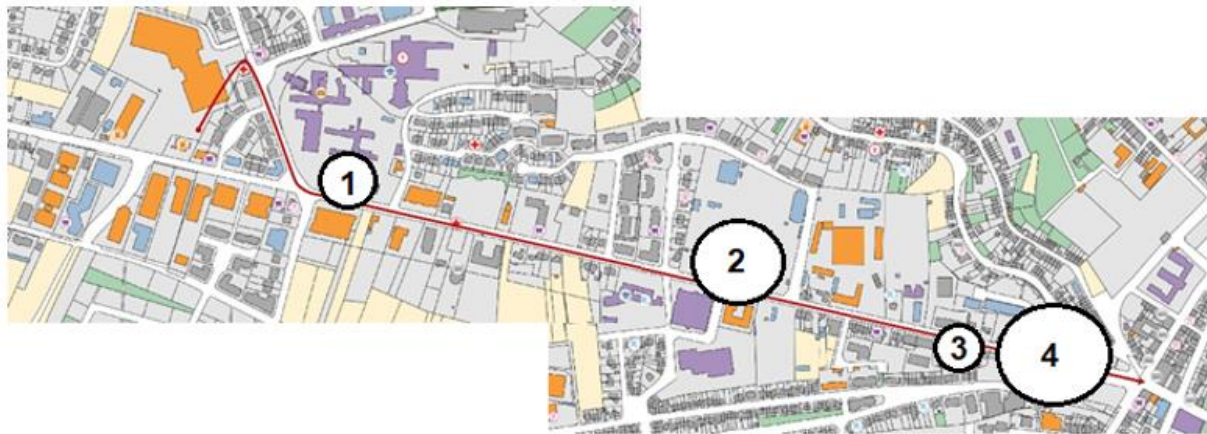


Figure 14 : Ligne de tramway existante (en orange) ainsi que lignes ferroviaires CFL et gares (en rose) situées à proximité du projet du tronçon Route d'Arlon (en noir). Source : www.geoportail.lu

3.4. Autres projets dans les environs

En périphérie de la zone d'étude, d'autres projets existent et sont directement concernés par la ligne de tramway envisagée. Le projet APS prend en compte ces projets qui se situent exclusivement le long de la Route d'Arlon. Ils se trouvent à différents stades de développement et doivent être pris en compte tout au long de la concrétisation du projet et de la phase de réalisation du tram, en étroite collaboration entre les différents acteurs.



1- Projet connexe « CHL »



2- Projet connexe « Wunnquartier »



3- Projet connexe « Upside »



4- Projet connexe « SilverEtoile »

Figure 15 : Projets en périphérie de la Route d'Arlon. Source : APS -Volume A Synthèse

Outre les projets limitrophes de la zone d'étude déjà présentés au chapitre 2.3, deux autres projets de construction sont pris en compte pour le présent projet. Il s'agit des projets de construction Upside sur le côté Sud de la route d'Arlon et du projet urbanistique Wunnquartier Stade sur le côté Nord de la route d'Arlon dans le secteur de l'ancien stade de football "Josy Barthel".

3.4.1. Projet Upside

Le projet Upside est un projet de transformation et d'extension directement en limite du projet de tramway dans le secteur des bâtiments Route d'Arlon 53-59, qui sont classés monuments historiques communaux dans le PAG de la Ville de Luxembourg. Les façades classées seront partiellement conservées. Au total, 25 appartements et deux unités de bureaux seront construits sur cinq étages, ainsi qu'une toiture utilisée en commun. A cela s'ajoutent 26 places de parking.



Figure 16 : Vue du projet Upside. Source : APS -Volume C L'aménagement urbain



Figure 17 : Vue du projet Upside, Source : www.upside.lu

3.4.2. Projet Wunnquartier Stade

Le quartier prévu, d'une superficie totale de 10 hectares, comprend le stade Josy Barthel ainsi que d'autres installations sportives et des surfaces pour des logements. L'objectif du projet est de transformer le site en un quartier résidentiel. Il prévoit également des commerces de proximité, des espaces de loisirs, des aires de jeux, des crèches, un centre de rencontre, des équipements sportifs ainsi que des infrastructures et des services pour les futurs habitants. Les travaux ne commenceront pas avant 2029.



Figure 18 : Concept Wunnquartier Stade. Source : Plans reçus de l'équipe projet Wunnquartier Stade

4. APERÇU DU PROJET

Une description détaillée du projet se trouve dans le dossier APS pour la variante mixte (voir annexe 10).

4.1. Description du projet

La présente EIE a pour objet l'évaluation d'impact environnemental de la construction et l'exploitation d'une infrastructure de tramway entre le raccordement avec la ligne existante à la Place de l'Etoile et le terminus provisoire dans le futur pôle d'échange à Strassen.

Le projet ne se limite pas à la seule installation des infrastructures du tramway et des travaux de déviations de réseaux nécessaires, mais comprend également une revalorisation globale de l'ensemble de l'aménagement urbain de façade à façade, avec des cheminements piétons et des pistes cyclables ainsi que des espaces verts et de détente.

Le projet comprend également le système d'alimentation électrique avec les lignes aériennes de contact (LAC), les installations techniques et d'entretien, les stations et leurs équipements, l'aménagement des surfaces (revêtements) et l'adaptation de la circulation. Les différents éléments sont décrits au chapitre 4 ; les détails se trouvent en annexe (Dossier APS, annexe 10).

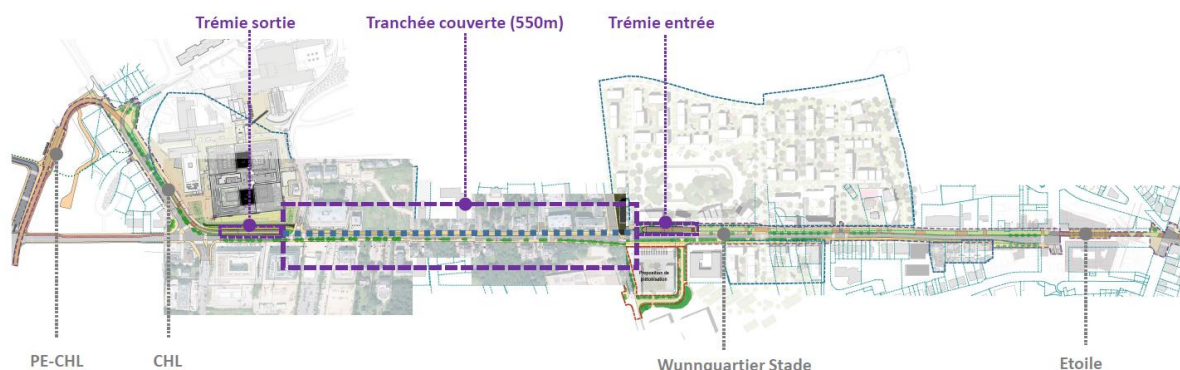


Figure 19 : Extrait de la conférence de presse - 27.09.2024. Source : Luxtram 2024

Le projet peut être divisé en sept sections : séquence Place de l'étoile, séquence UPSIDE, séquence Stade, séquence Rue d'Ostende, séquence rue des Foyer-CHL, séquence CHL et séquence PE-CHL.

Le projet est relié à son extrémité Est au réseau de tramway existant via la Place de l'Etoile. Le tracé longe principalement la Route d'Arlon. Le tronçon entre la Place de l'Etoile et l'intersection avec la rue Val Fleuri est en souterrain ce qui permet de réduire l'emprise au sol. En optant pour une réduction de l'impact en surface grâce à l'enfouissement du passage du tramway en sous-sol, il devient possible de réaménager l'espace public de façade à façade de manière harmonieuse. Cette configuration permet de libérer des zones généreuses dédiées aux piétons, agrémentées de larges espaces végétalisés et d'un alignement soigné d'arbres. Le parcours ainsi créé, longeant la rue, offre un cheminement ombragé et agréable, favorisant une circulation douce tout en renforçant le cadre paysager et la qualité de vie urbaine. Quatre stations sont prévues.



Les figures ci-dessous montrent l'aménagement de la variante mixte entre la Place de l'Etoile et le Pôle d'Échange CHL.

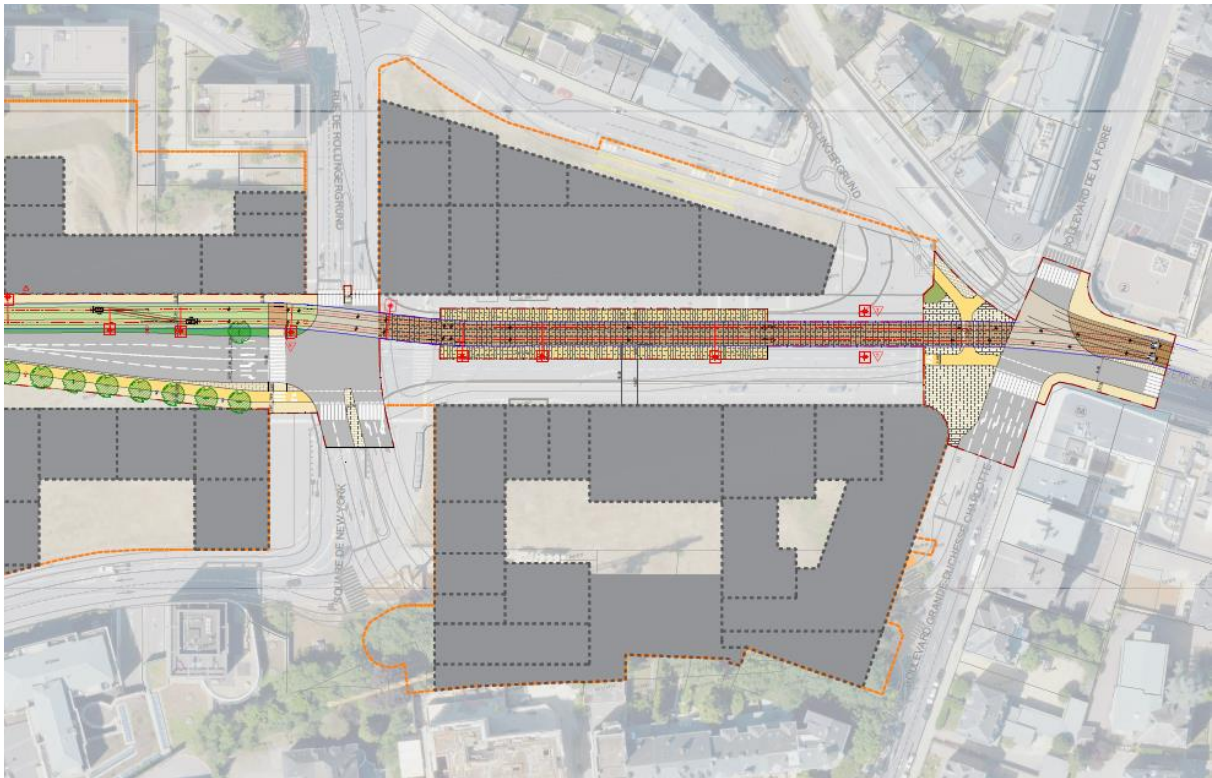
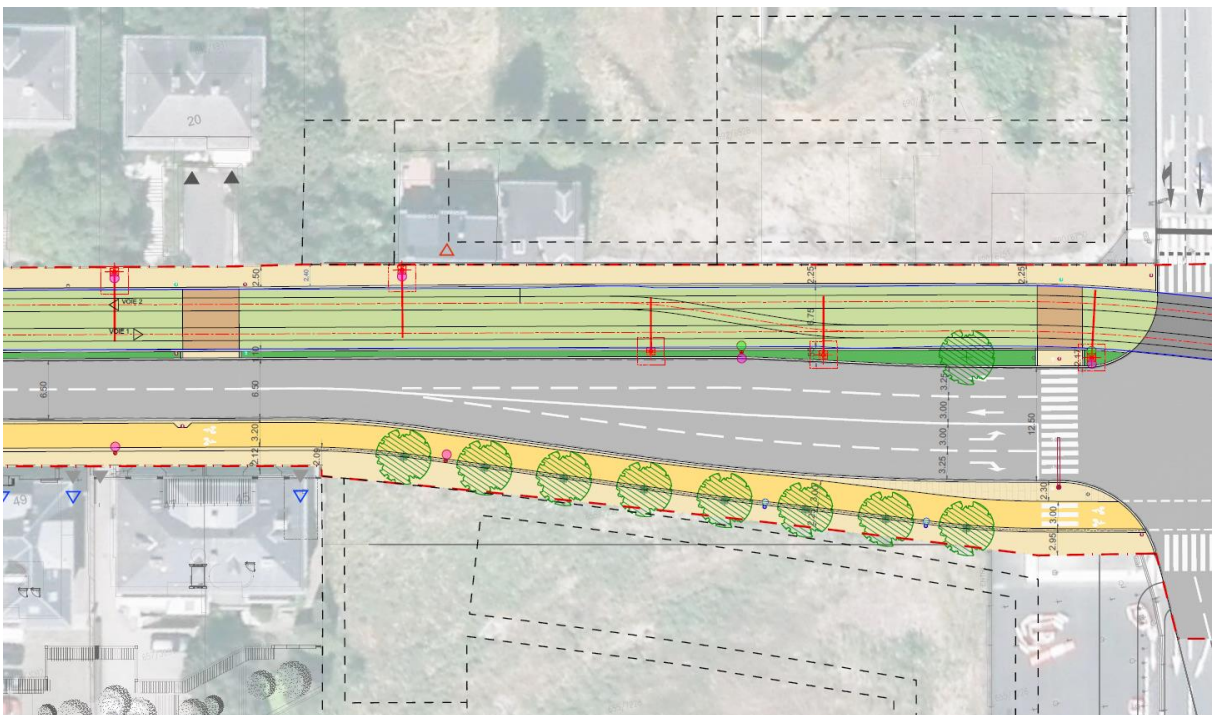


Figure 22 : Raccordement au réseau de tramway existant au niveau de la Place de l'Etoile. Source : APS – Plans

La seconde est traitée de façade à façade et marque le début de la route d'Arlon.

Sur l'ensemble de la place de l'étoile, une coordination avec les équipes de maîtrise d'œuvre du projet Silver Etoile a été menée pour avoir des aménagements cohérents sur l'ensemble du périmètre. Cette coordination est à poursuivre lors des phases d'étude suivantes pour garantir une cohérence de nivellement et de revêtement.



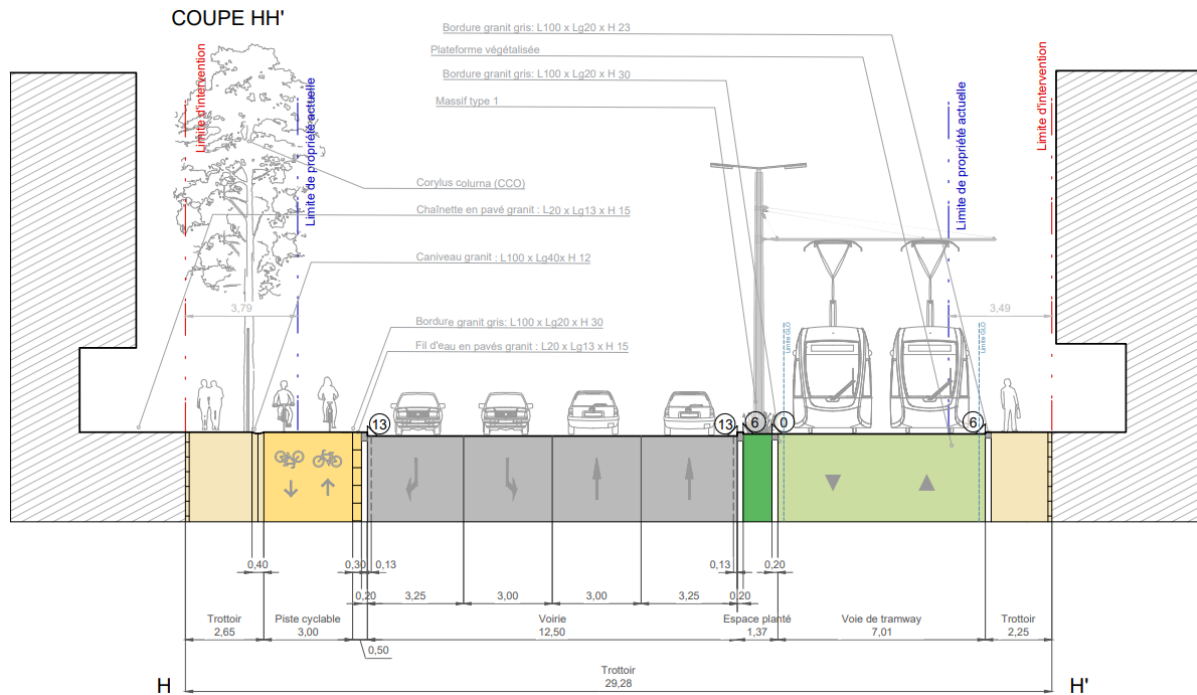


Figure 23 : Aménagement urbain séquence Place de l'étoile et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans



Figure 24 : Perspective de la Route d'Arlon vue du carrefour après la Place de l'Etoile. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain

Séquence UPSIDE :

Le projet d'aménagement de la route d'Arlon a pour objectif d'offrir un chemin de promenade agréable et apaisée pour les piétons jusqu'au centre-ville. Au nord, la plateforme majoritairement végétalisée et les surlargeurs plantés permettent d'offrir un espace public apaisé en retrait de la circulation. Au sud, un axe mode actifs composé d'une piste cyclable bidirectionnelle et d'un trottoir favorise les liaisons douces entre le centre-ville et les quartiers ouest.

Sur le secteur UPSIDE, les largeurs ont été définies pour respecter le plus possible les limites privées existantes. Dès l'entrée dans le périmètre Wunnquartierstade, les aménagements s'élargissent pour proposer des espaces publics plus généreux.

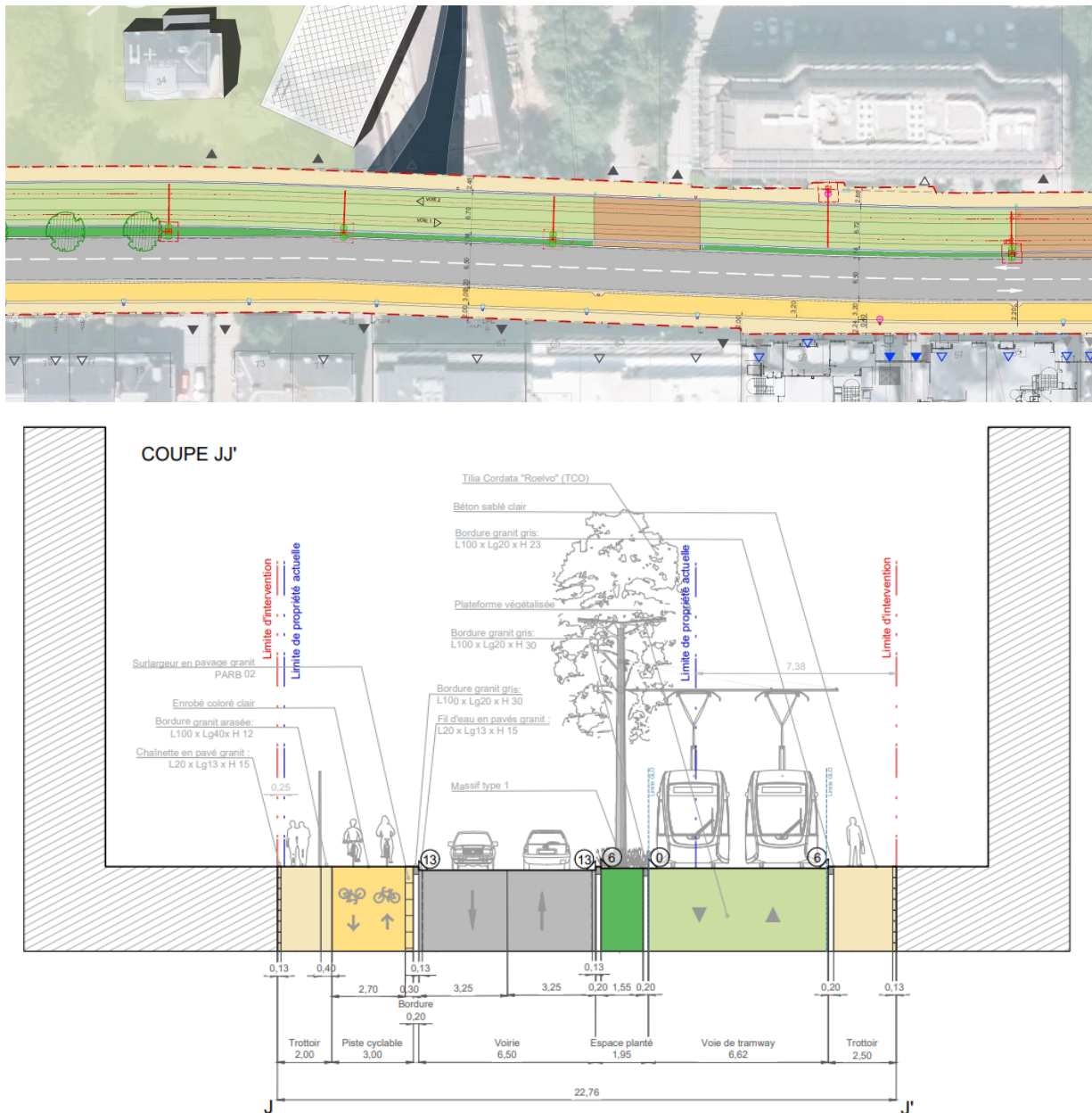


Figure 25 : Aménagement urbain séquence UPSIDE et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans

Séquence Stade :

Autour du stade, le projet prévoit la création d'un véritable espace public avec des espaces plantés généreux permettant le développement d'îlots de fraîcheur et d'espaces apaisés en lien avec le futur quartier.



Figure 26 : 3D de l'aménagement urbain séquence Stade. Source : APS – volume D

L'emprise au sol des bâtiments du projet Wunnquartier a été prise en compte et une coordination étroite est en place pour assurer une cohérence dans l'aménagement de l'espace public. Cette collaboration permet de garantir une intégration harmonieuse entre les projets. Dans cette optique, il serait préférable de décaler l'aménagement plus au nord afin de préserver l'alignement d'arbres existant au sud, garantissant ainsi une meilleure intégration paysagère et une continuité végétale.

La séquence est partagée en deux parties : la première intègre la station Stade, tandis que la seconde concerne la trémie d'entrée de l'ouvrage, traitée de façade à façade. Dès la sortie de la station, le tramway commence à s'insérer en sous-sol via une trémie. Le projet paysager se déploie autour de l'alignement d'arbre existants devant le stade auxquels s'ajoutent des nouveaux alignements d'arbres côté Wunnquartier. Les arbres formeront une accroche paysagère visible depuis la route d'Arlon et le Wunnquartier, étant un repère urbain autour de la station. Les grands arbres existants permettront d'avoir une forte présence paysagère dès les premières années du projet.

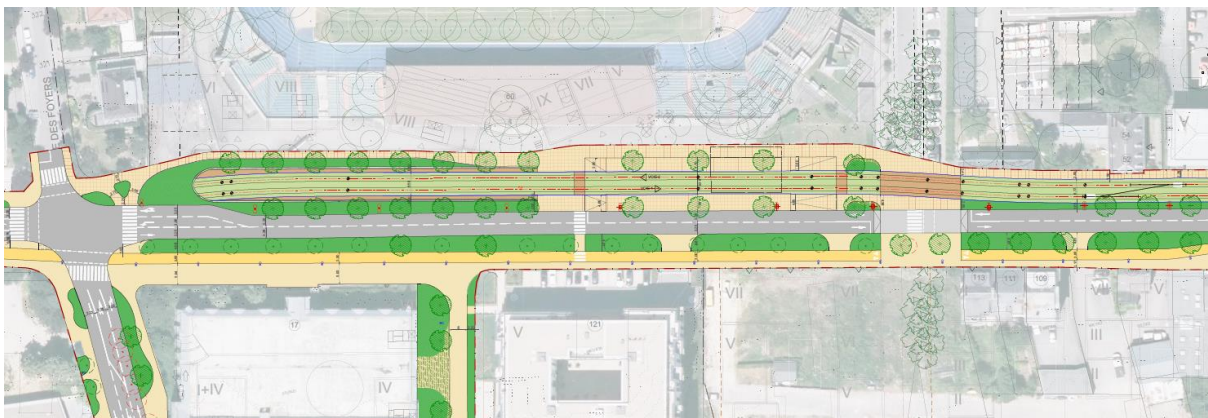


Figure 27 : Aménagement urbain séquence Stade. Source : APS – Plans

La station Stade est aménagée en station trottoir dans la continuité des espaces publics du projet Wunnquartier. Les espaces publics du projet Wunnquartier et les aménagements du tramway forment s'associent pour former une nouvelle place publique majeure.

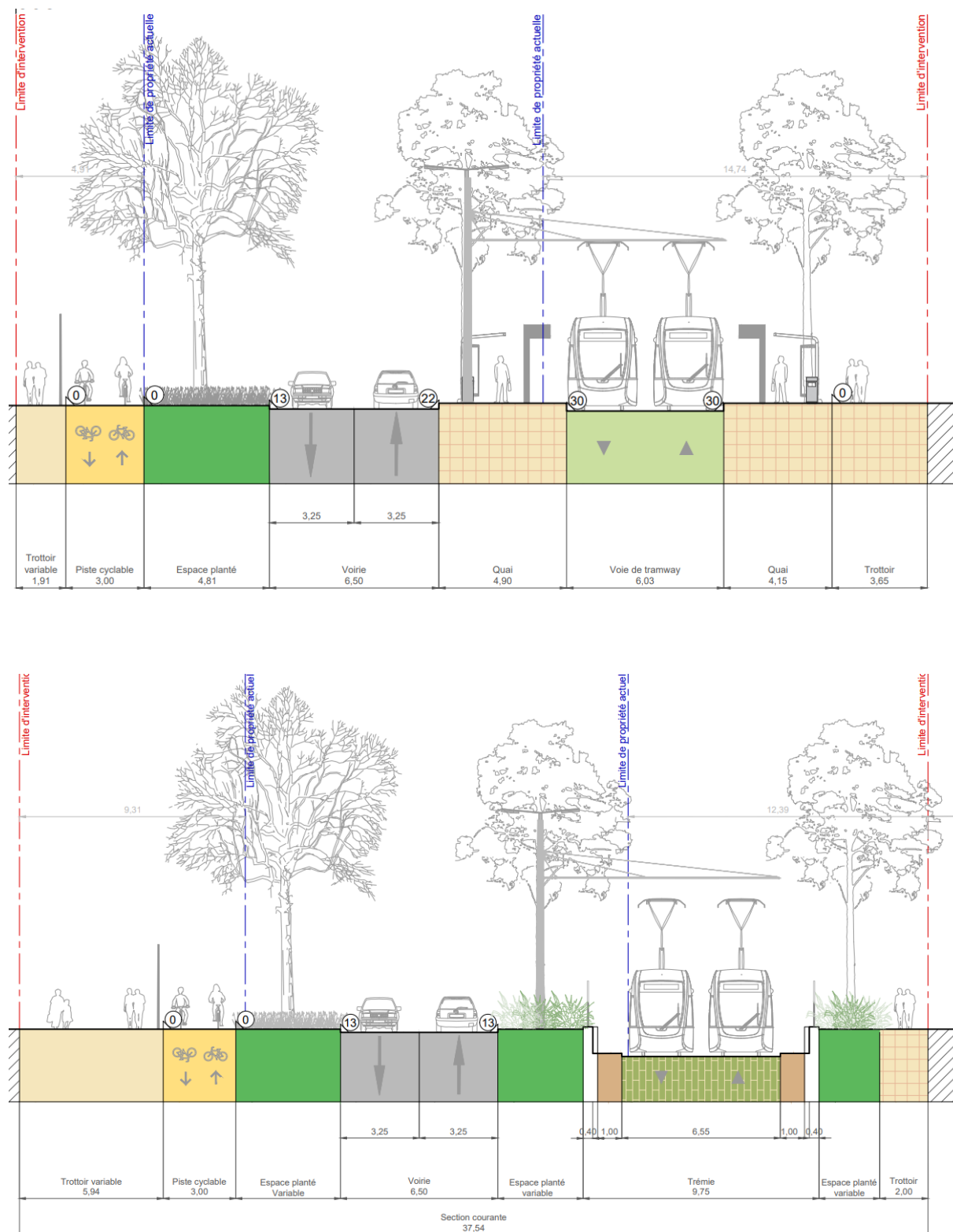


Figure 28 : Coupe d'aménagement et de voirie séquence Stade. Source : APS – Plans

Séquence Rue d'Ostende :

Dans le secteur de la rue d'Ostende, un déplacement vers l'Ouest de la rue d'Ostende est planifié. Afin de limiter les carrefours sur le secteur, il est prévu de piétoniser la Rue d'Ostende actuelle et de reporter la circulation dans la continuité de la rue des Foyers. Cela permet d'apaiser la route d'Arlon en limitant les intersections entre la voie modes doux et la circulation et en intégrant des voies de présélections sur la route d'Arlon. Par ailleurs, cela permet de conserver l'ensemble des arbres existants le long du stade.

Les aménagements ont été conçus pour être compatibles avec le fonctionnement actuel du parking : les accès aux entrées/sortie sont accessibles si les aménagements du tramway sont finalisés avant la construction du nouveau bâtiment projeté dans le cadre du concours Wunnquartier stade.

A long terme, l'accès du futur parking est prévu depuis la nouvelle rue d'Ostende pour faciliter la gestion du carrefour et fluidifier la circulation sur la route d'Arlon.

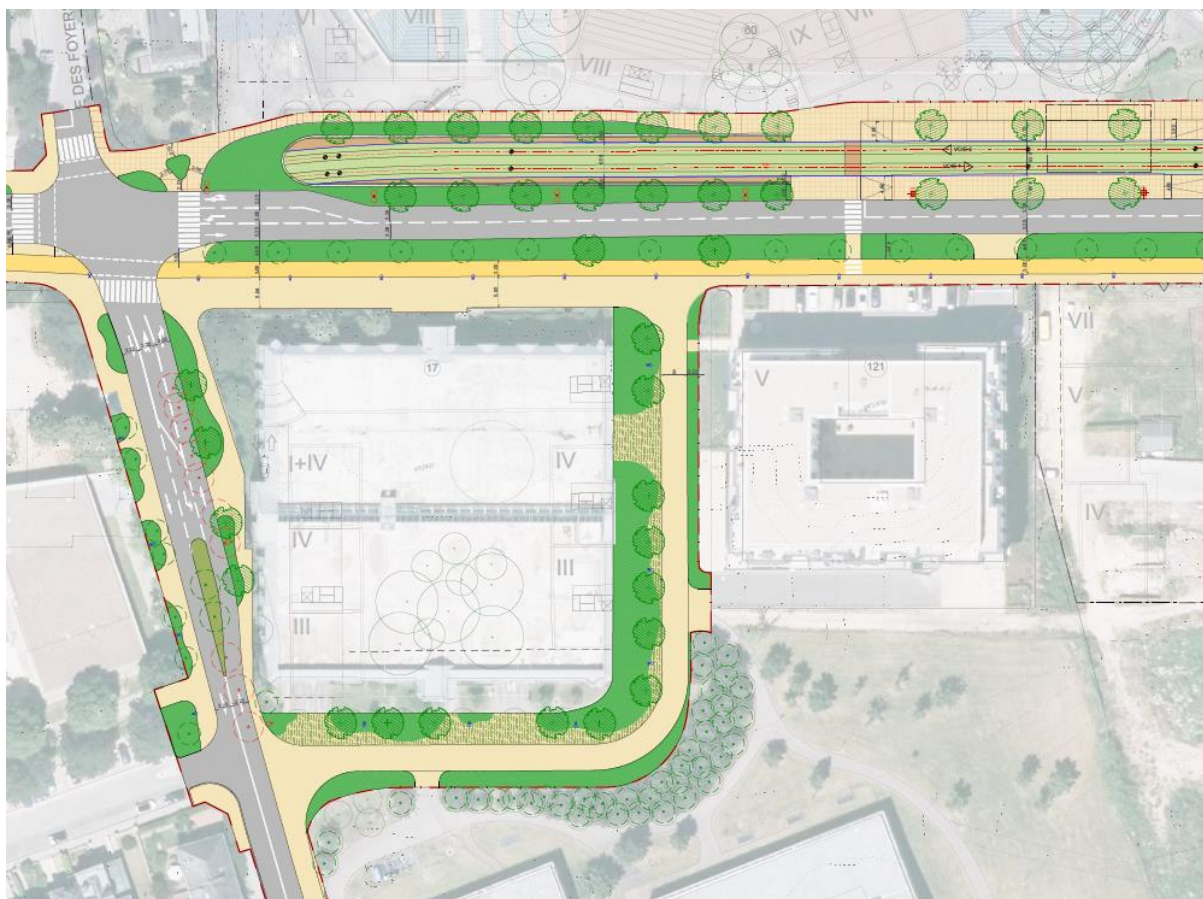


Figure 29 : Aménagement urbain séquence Rue d'Ostende. Source : APS – Plans

Séquence Rue des Foyer-CHL :

Le tracé du tramway après la station Stade adopte une configuration souterraine entre la rue des Foyers et le Val Fleuri. Ce choix a pour objectif de créer un aménagement de qualité, de façade à façade, sans empiéter sur les parcelles privées adjacentes.

Cette solution dégage de vastes zones piétonnes agrémentées de grands espaces verts et de deux alignements harmonieux d'arbres. Le parcours le long de la rue offre ainsi un chemin ombragé et agréable,

propice à une circulation douce, tout en valorisant le paysage urbain. Au sud de la voirie, une piste cyclable bidirectionnelle est intégrée entre le trottoir et la voirie.

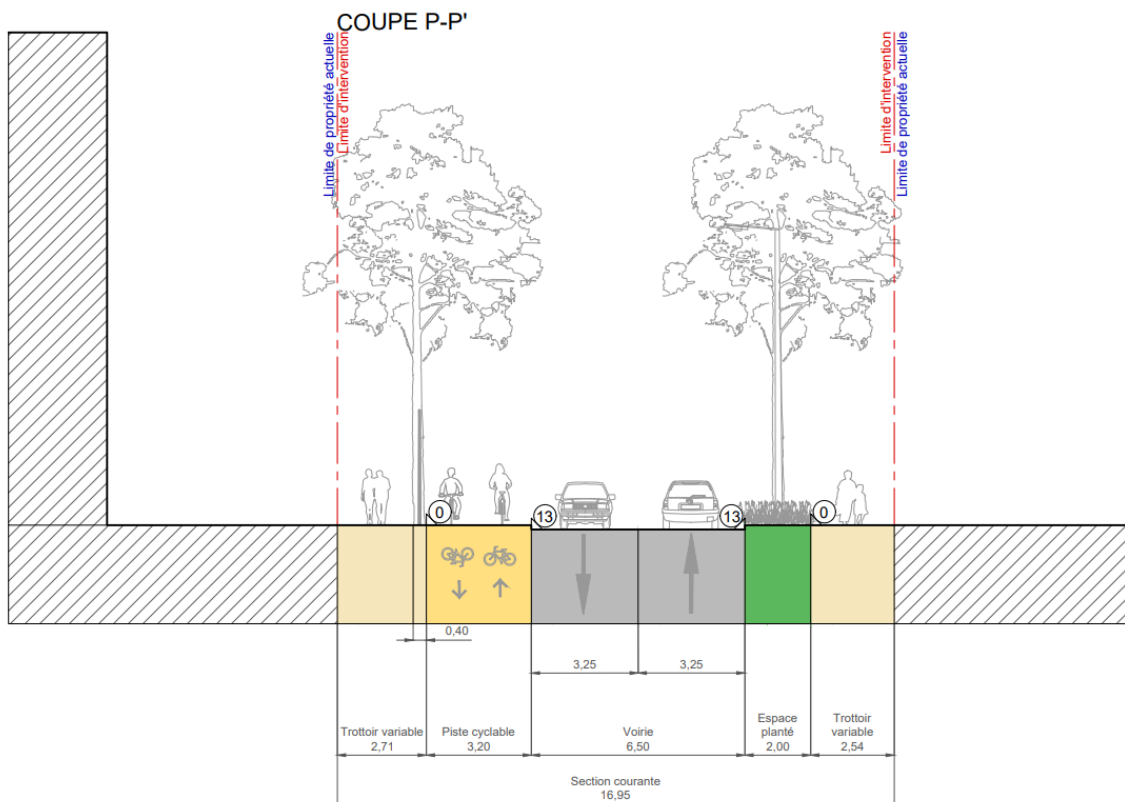
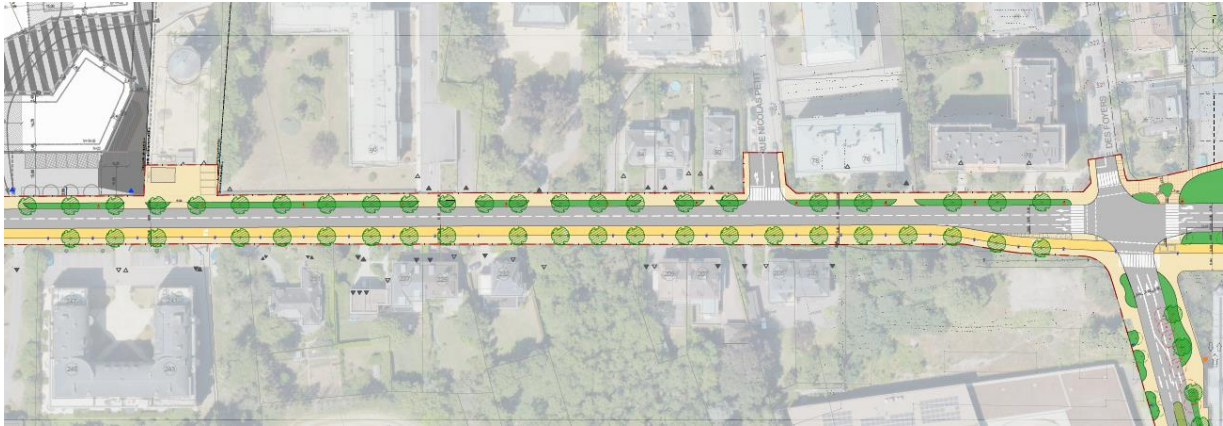


Figure 30 : Aménagement urbain séquence Rue des Foyer-CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans

Séquence CHL :

À l'approche du carrefour Val Fleuri, le tramway revient en surface au niveau de la trémie CHL. L'aménagement de cette séquence a pour ambition de conserver le caractère arboré du lieu, en maximisant l'éloignement de la trémie par rapport aux arbres existants.

L'objectif est de préserver l'espace de cheminement prévu entre les deux alignements d'arbres, qui servira d'accès principal pour les piétons. Des espaces verts viendront séparer la trémie des zones piétonnes, créant ainsi une surlargeur de sécurité.



Figure 31 : 3D de l'aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – volume D

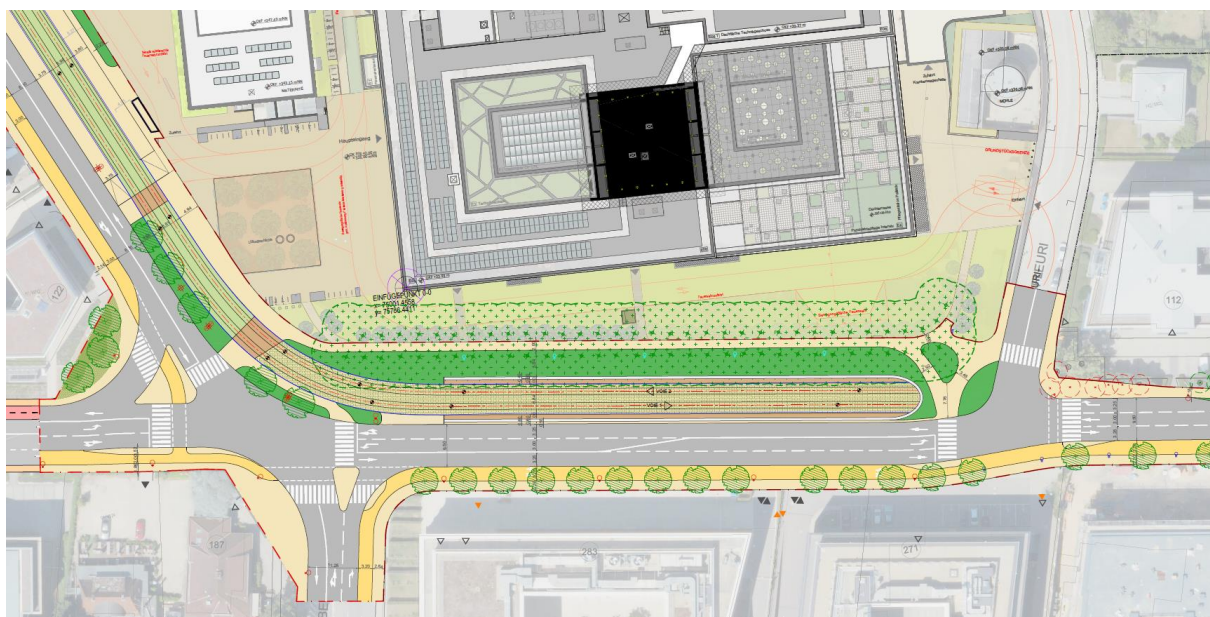


Figure 32 : Aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – Plans

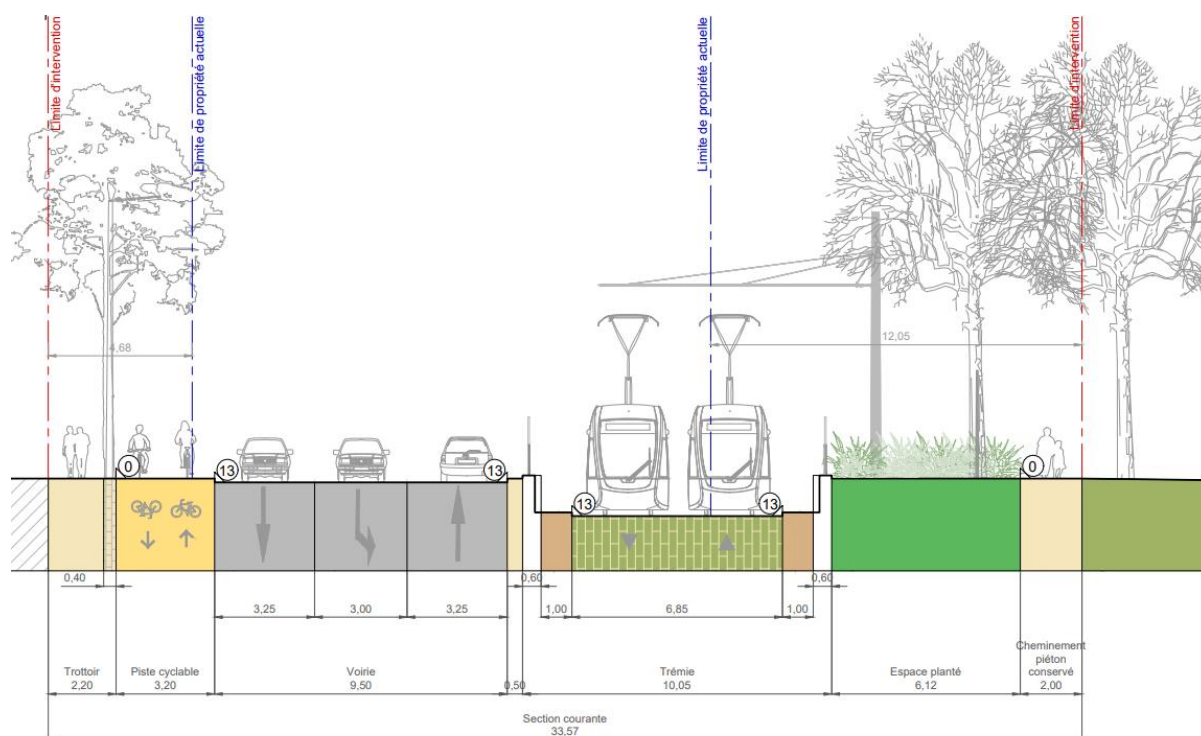


Figure 33 : Coupe d'aménagement et de voirie séquence CHL. Source : APS – Plans

En sortie de trémie, le tramway rejoint la station située devant le CHL.



Figure 34 : 3D de l'aménagement urbain séquence CHL. Source : APS – volume D

L'insertion de la station de tramway devant le CHL représente une opportunité significative pour améliorer l'accessibilité de l'établissement. La station CHL va permettre de renforcer l'identification du centre hospitalier et de la connexion avec le reste du territoire en apportant une meilleure desserte pour les modes actifs et les transports publics. L'implantation de la station a été étudiée pour l'intégrer

devant le CHL sur la Rue Federspiel. Un quai trottoir est prévu afin de préserver les continuités piétonnes et d'avoir un aménagement compatible avec les aménagements extérieurs du centre hospitalier.

Pour insérer la station et garantir un aménagement qualitatif des quais, le projet prévoit le décalage d'un des accès piétons au parking sous-terrain. L'emplacement exact de cet accès piétons au parking souterrain ainsi que les aménagements extérieurs devant le CHL sont en cours d'étude afin de garantir une compatibilité entre l'insertion du tramway et les aménagements du nouveau bâtiment.

Un travail de coordination avec le CHL est en cours afin de consolider une solution qui prenne en compte l'ensemble des contraintes du site. Les échanges avec le ministère de la mobilité ont fait apparaître le besoin d'intégrer des itinéraires cyclables sur la rue Federspiel. Une piste cyclable bidirectionnelle a été intégrée sur le trottoir sud dans la continuité des aménagements de la route d'Arlon.

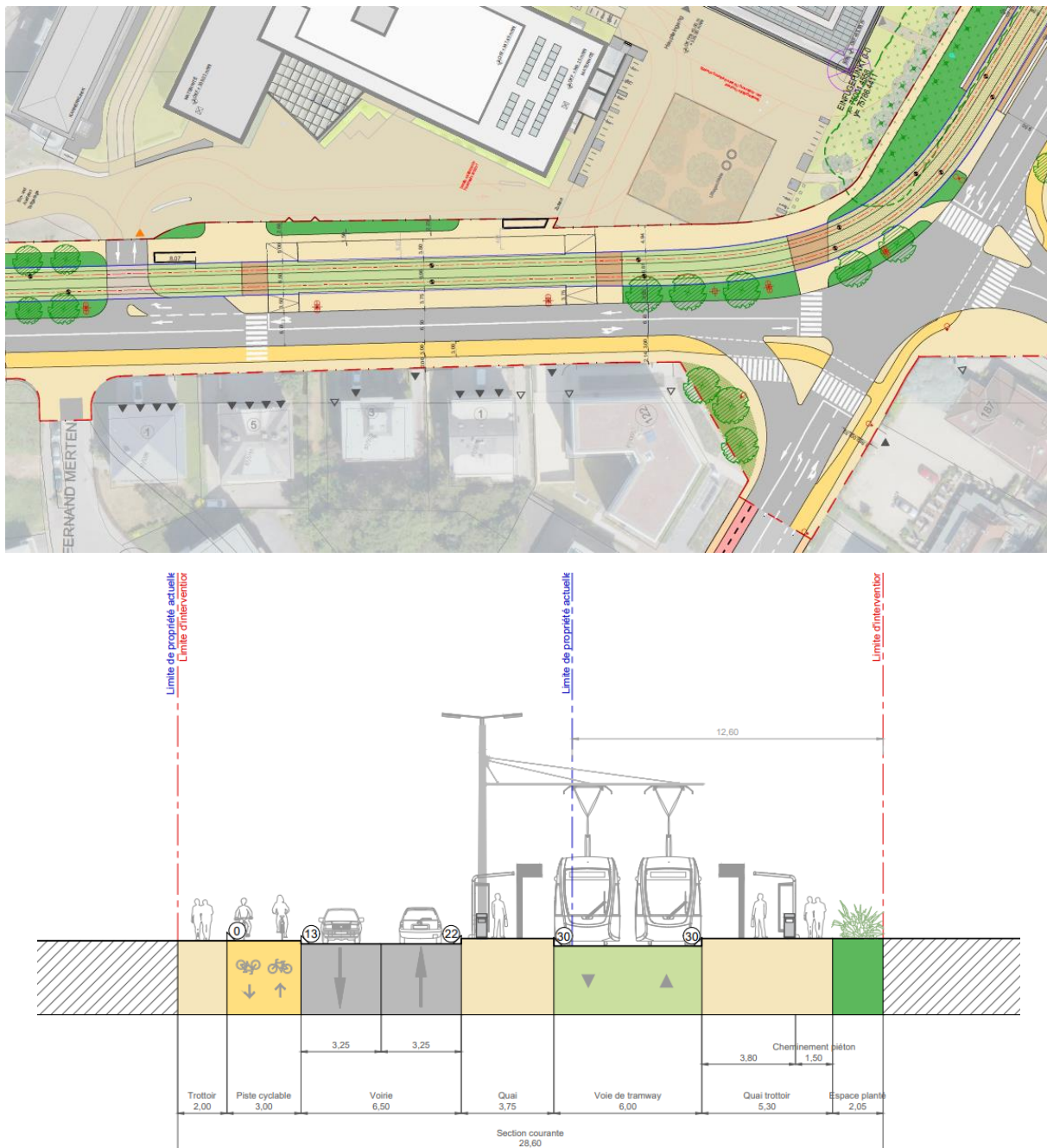


Figure 35 : Aménagement urbain séquence CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans

Séquence PE-CHL :

L'entrée vers le pôle d'échange est marquée par l'aménagement d'une place piétonne traversée par la plateforme tramway. Cet espace est conçu comme un espace partagé qui fait le lien entre la rue Federspiel et les nouveaux espaces publics qui seront réalisés dans le cadre du projet d'aménagement du pôle d'échange.

Les surlargeurs ponctuelles du trottoir permettent d'accueillir des terrasses devant les commerces existants et des espaces de repos ombragées en marge des cheminements piétons.

Les itinéraires cyclables seront à coordonner avec le pôle d'échange et avec les éventuels projets d'intégration d'un itinéraire cyclable sur la rue Ernest Barblé.

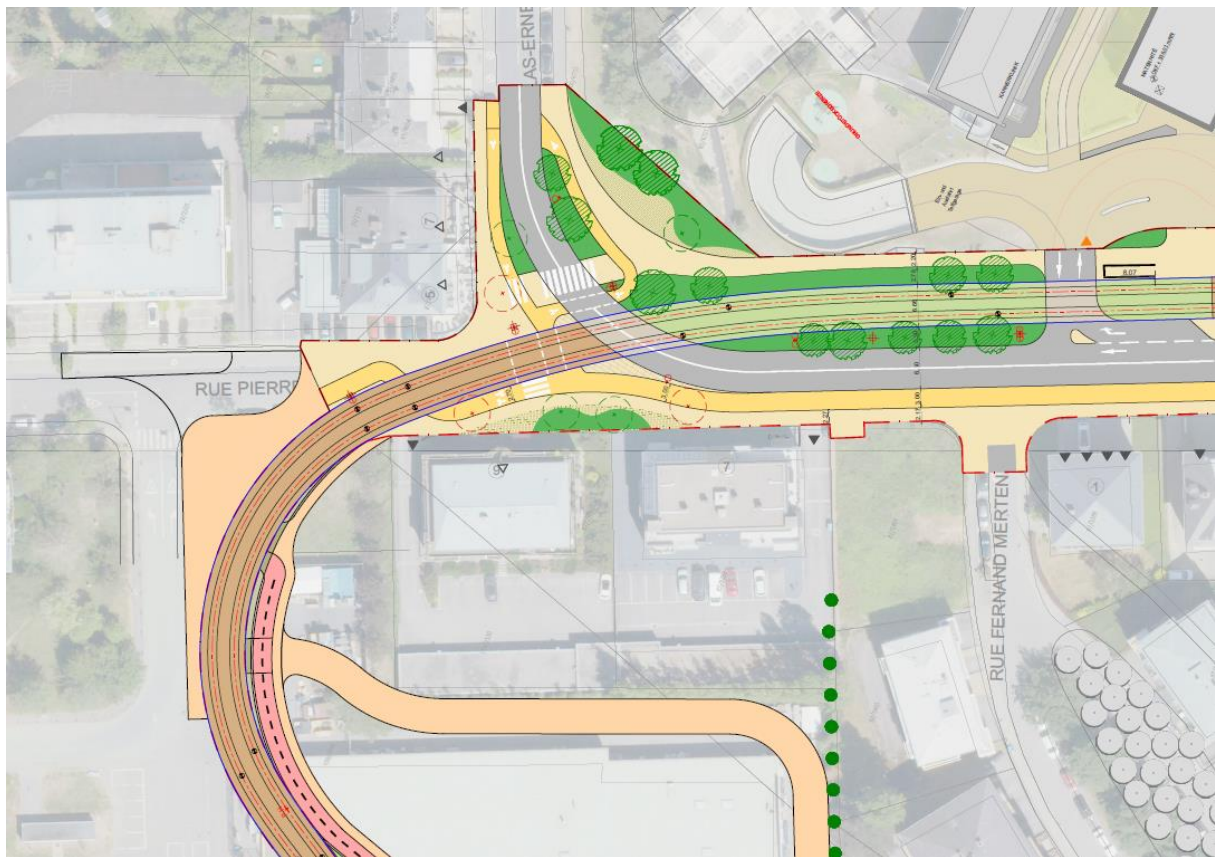


Figure 36 : Aménagement urbain séquence PE-CHL. Source : APS – Plans

Sur cette séquence, l'aménagement est limité au GLO et à la station. Pour prendre en compte les contraintes liées au terminus provisoire de la ligne et aux usages importants autour du futur pôle d'échange, la plateforme est entièrement minéralisée.

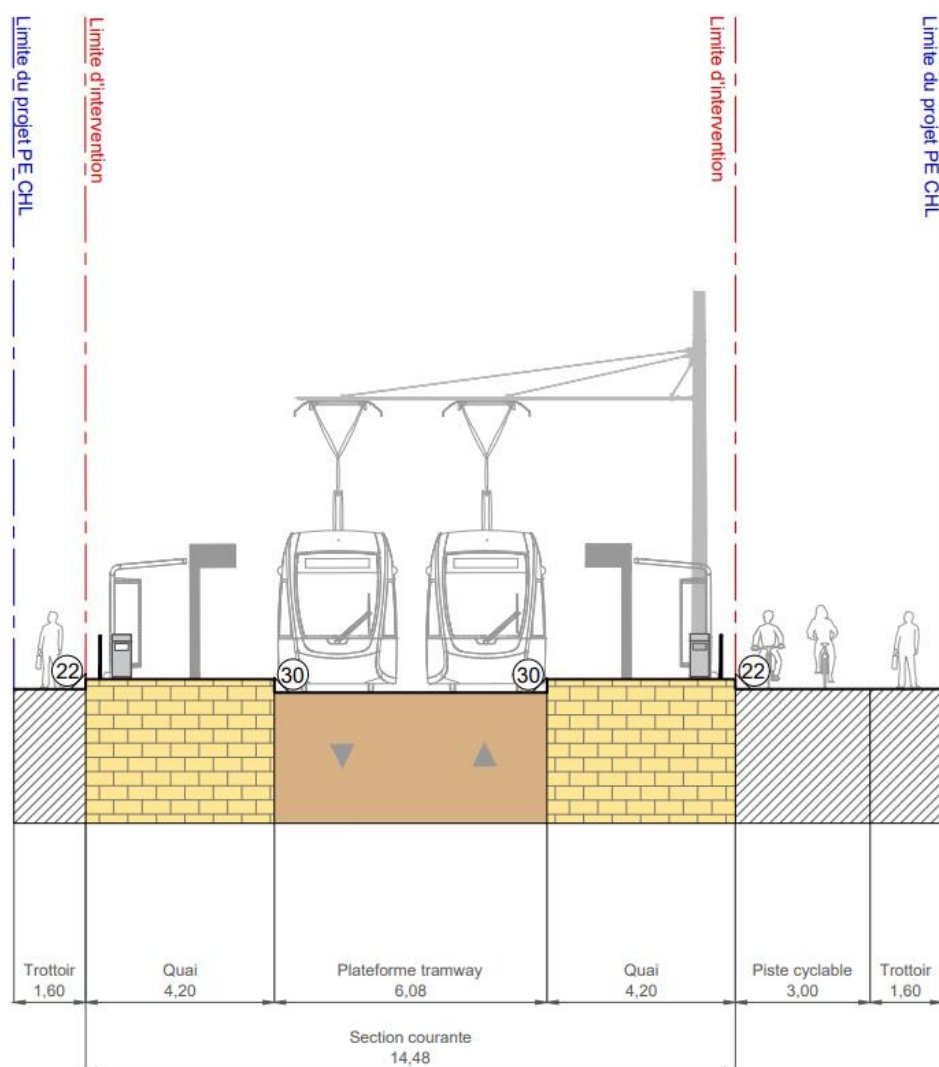
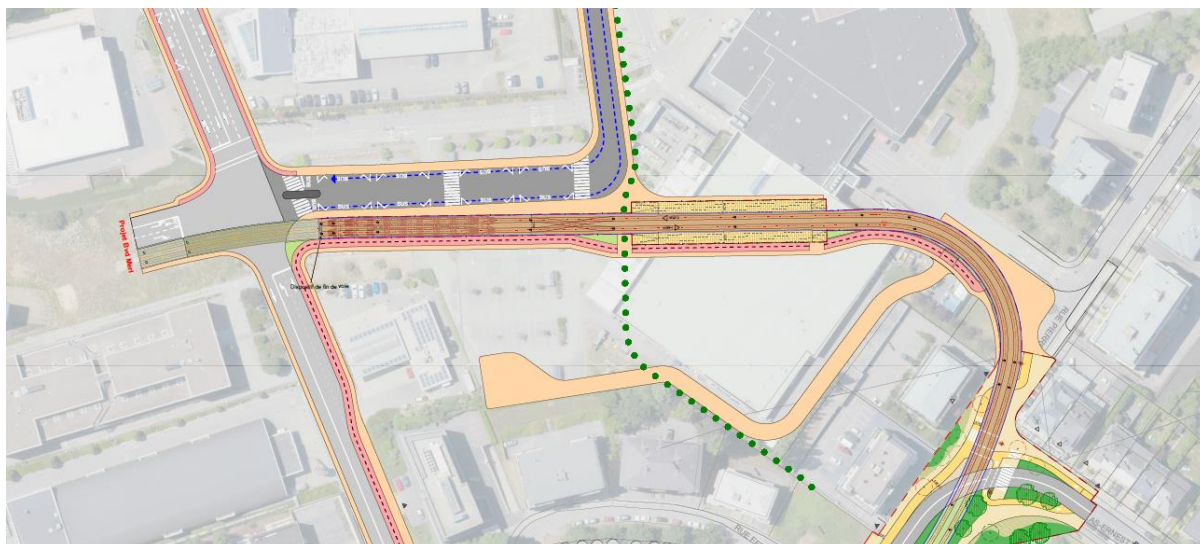


Figure 37 : Aménagement urbain séquence PE-CHL et coupe d'aménagement et de voirie. Source : APS – Plans

4.1.1. Concept de transport Place de l'étoile

Au niveau de la Place de l'Etoile, outre la présente ligne de tram, la construction d'unités résidentielles et commerciales est prévue dans le cadre du PAP "Place de l'Etoile". Dans ce cadre, un concept de mobilité a été élaboré par le projet Silver Etoile, qui intègre l'extension tramway sur la Route d'Arlon. Une zone piétonne a été prévue entre la rue de Rollingergrund et le carrefour de la Place de l'Etoile, qui doit être traversée par la présente ligne de tramway. En outre, une station de tram est prévue dans cette zone piétonne. Le trafic individuel sera dévié vers le Sud par un nouveau tunnel parallèle à la route d'Arlon. Une gare routière souterraine, qui sera aménagée sous la zone piétonne, sera reliée à la rue de Rollingergrund.

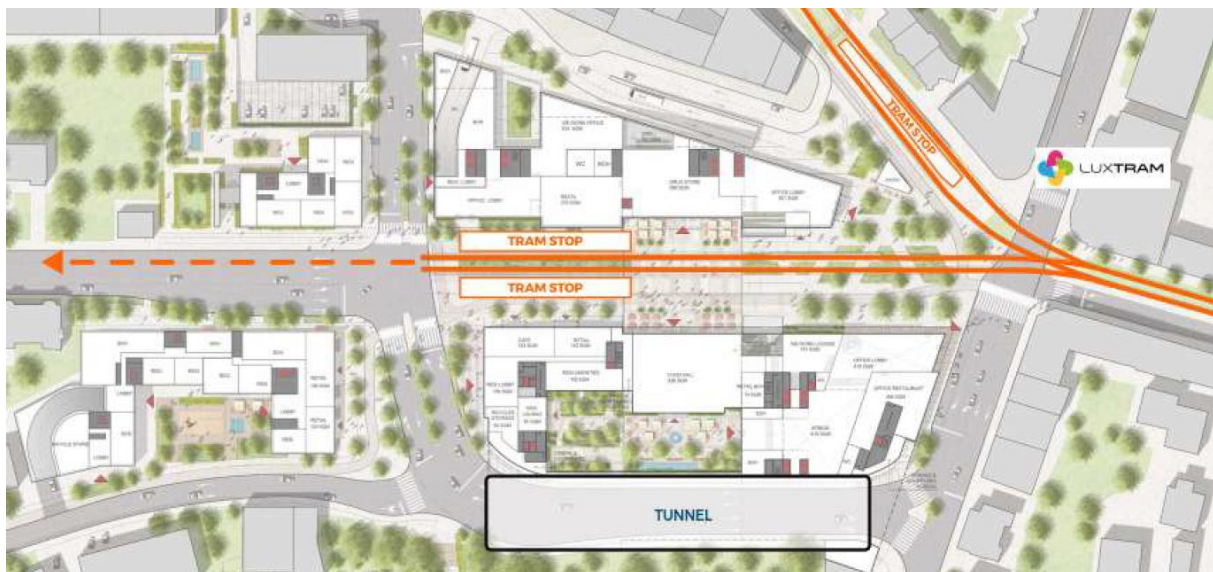


Figure 38 : Extrait du concept de mobilité pour le réseau de tramway du PAP "Place de l'Etoile". Source : Schroeder & associés 2021

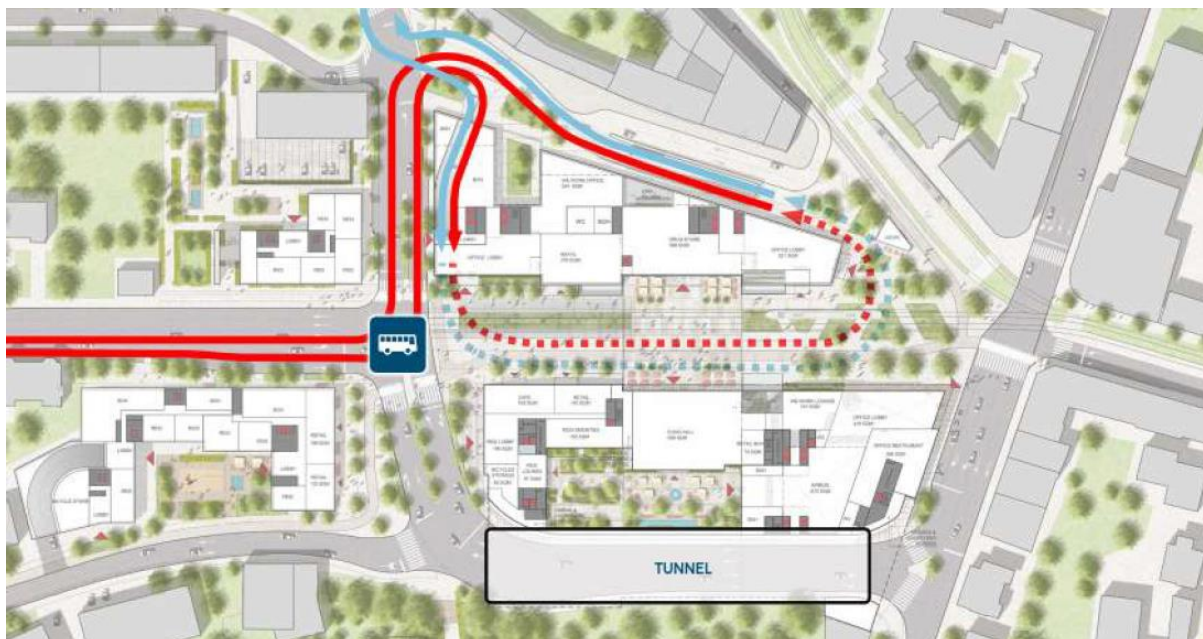


Figure 39 : Extrait du concept de mobilité du PAP "Place de l'Etoile" pour le transport par bus. Les lignes en pointillés représentent les tronçons de lignes souterraines. Source : Schroeder & associés 2021

4.2. Phase de construction

La réalisation du tronçon route d'Arlon d'une longueur totale d'environ 2,14 km, ainsi que les quatre stations, est prévue pour une durée de 56 mois achèvement en 2032 selon les hypothèses de l'APS. Les travaux critiques tels que le raccordement à la ligne existante à l'Est de la Place de l'Etoile, ces travaux sont considérés travaillés durant les congés collectifs. Ces hypothèses restent à confirmer en APD avec les concertations des acteurs concernés.

La mise à disposition de la zone au milieu de la Place de l'Etoile et du Pôle d'Echange CHL sont des points critiques du planning. Ces zones des projets connexes de Place de l'Etoile et du Pôle d'Echange CHL devront être mise à disposition pour le démarrage des travaux du projet tram respectivement 27 mois et 20 mois avant la mise en service de l'extension et ainsi garantir une mise en service du tronçon entre Place de l'Etoile et PE-CHL.

ROUTE D'ARLON



Insertion du tramway dans la tranchée couverte :

- Mise en place de la déviation des réseaux sur les 2 côtés de la chaussée
- Mise en service de la déviation des réseaux sur l'ensemble de la zone en tranchée couverte
- Réalisation des pieux et du blindage
- Terrassement pour la réalisation de la dalle supérieure
- Réalisation de la dalle supérieure (armatures, bétonnage, complexe étanchéité)
- Remblais, mise en place des réseaux définitifs et travaux de voirie
- Terrassement en taupe de chaque extrémité de la tranchée
- Réalisation de la dalle inférieure
- Réalisation des infrastructures, équipements de la tranchée couverte
- Pose des voies, de la PAC et le reste des systèmes.

- Déviations des réseaux et terrassement
- Travaux d'infrastructure et de local technique souterrain ponctuel
- Remblais
- Pose de voies, plateforme et station
- Aménagement urbain
- Travaux de la LAC

Le planning et le phasage seront étudiés plus en détail lors de la phase d'étude APD (Avant-Projet Détaillé) du projet en concertation avec les différents acteurs concernés : Ponts et Chaussées, Ville de Luxembourg, service exploitation Luxtram. Les travaux sont effectués en parallèle à plusieurs endroits afin de réduire le temps total d'intervention. Les travaux le samedi doivent être limités au minimum en cas de nécessité afin que l'entreprise respecte les délais. Il est prévu d'effectuer les travaux particulièrement bruyants le plus possible entre 7h00 et 17h00. En raison de l'importance du trafic, notamment sur la route d'Arlon, il peut s'avérer nécessaire, de manière ponctuelle et temporairement limitée, d'effectuer des travaux entre 17h00 et 22h00 en dehors des heures de pointe. En règle générale, les travaux de nuit ne sont pas prévus. Certaines phases de travaux, comme le raccordement au réseau tramway existant en exploitation, doivent être réalisées en dehors des heures d'exploitation du tramway et d'une forte affluence donc pendant la phase nocturne. Ces étapes de travail sont limitées dans le temps et dans l'espace.

Pour le secteur Batiself sur le territoire de la commune de Strassen, la démolition d'un bâtiment existant est prévue. La démolition du bâtiment ne fait pas partie du projet Luxtram, mais sera traitée dans le cadre du projet Pôle d'Échange des Ponts et Chaussées. A l'heure actuelle, nous ne disposons pas encore d'informations détaillées sur la date et la procédure de démolition. Celles-ci pourront être prises en compte dans le cadre de la planification de l'APD. Actuellement, des concertations ont déjà lieu entre l'administration Ponts et Chaussées, la commune de Strassen et Luxtram.

Pour la tranchée couverte, une largeur de travail d'environ 15 m est nécessaire.

La tranchée couverte à réaliser pour permettre un passage en souterrain d'une longueur totale de 576 m, comportant une trémie d'accès à chacune de ses extrémités localisées respectivement au droit du futur projet immobilier « Wunnquartier Stade » côté Est et devant le CHL côté Ouest. Aucun arrêt n'est prévu sur le tronçon de tramway en tranchée couverte.

Les déblais seront réutilisés au maximum directement. Afin de réduire l'impact sur les riverains et la circulation, la zone de construction doit être minimisée à l'intérieur de l'espace urbain dense le long de la route d'Arlon. Les terres excavées doivent donc être évacuées, stockées temporairement et, si possible, réutilisées sur les chantiers voisins. La tranchée couverte sera réalisée de la manière suivante : réalisation des parois de pieux forés, puis terrassement pour réalisation de la dalle supérieure et par la suite terrassement en taupe à savoir terrassement sous la dalle supérieure pour la réalisation de la dalle inférieure. Dans le cas le plus défavorable, avec un recouvrement d'environ 2,30 m pour la section du tunnel, les pieux forés ont une longueur d'environ 16,85 m à partir d'environ 3,30 m sous le niveau du sol.

La tranchée couverte est positionnée à l'intérieur des limites cadastrales du domaine public, de manière à permettre la mise en place de deux conduites d'assainissement de part et d'autre de celle-ci.

Au droit des trémies d'accès et de la station « Wunnquartier Stade », c'est toutefois l'aménagement urbain qui conditionne de manière prioritaire l'implantation des ouvrages. Au droit de ces trois zones, l'intégration du tram est ainsi privilégiée au Nord de la Route d'Arlon.

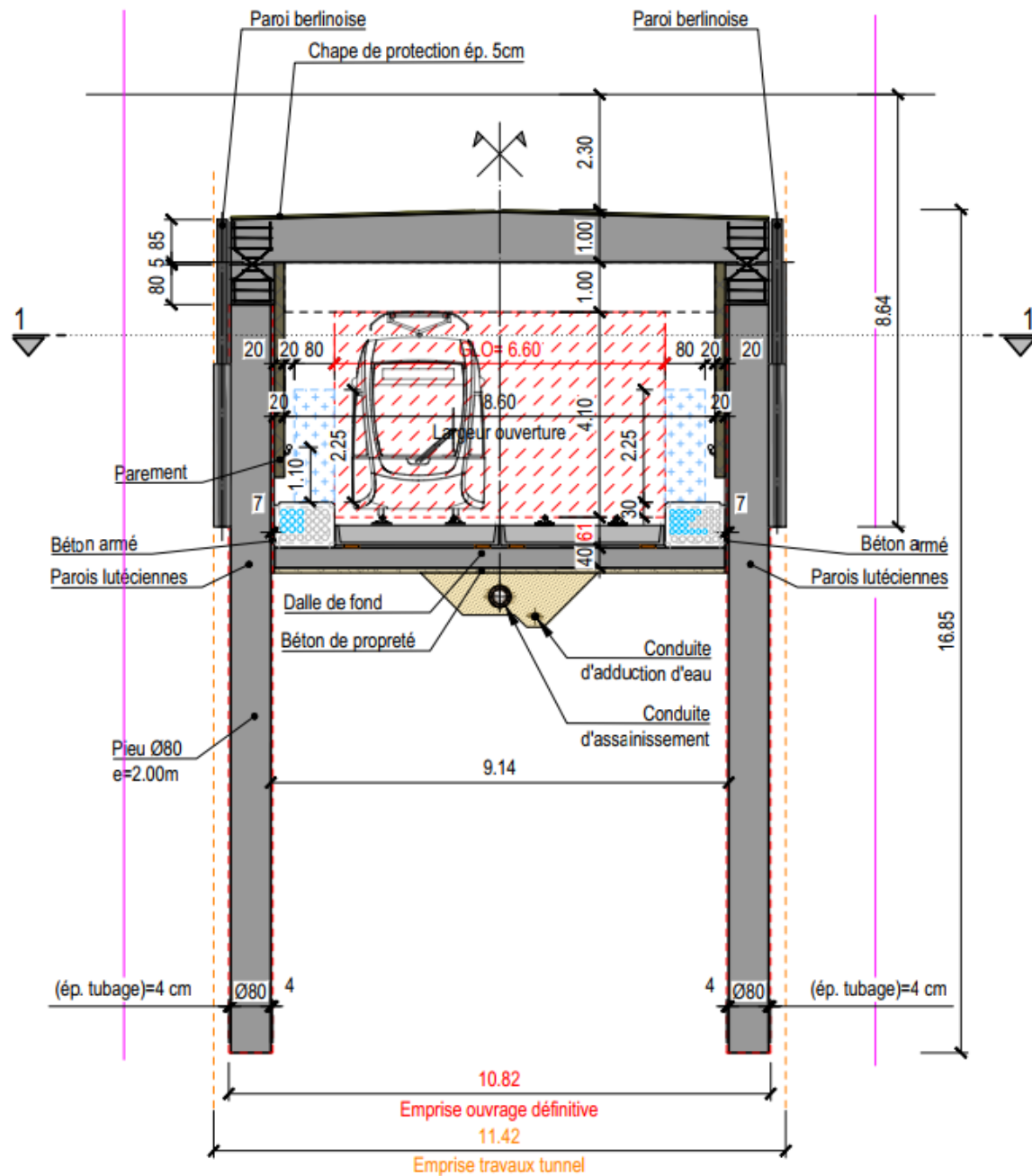


Figure 41 : Coupe type de la tranchée couverte en section courante. Source : APS – Volume D, 2024

Les plans des réseaux existants sont disponibles et sont pris en compte dans la planification de l'APS. Une étroite concertation a lieu ici avec les différents concessionnaires.

Le phasage du chantier et le déroulement prévu des travaux sont résumés ci-dessous.

Pour la partie en tranchée couverte le long de la route d'Arlon, les travaux se font à partir de l'extrémité Ouest (hauteur CHL) et de l'extrémité Est (projet Wunnquartier) et se rejoignent au milieu de la tranchée couverte.

Ensuite, 4 machines de forage sont utilisées simultanément sur l'ensemble du projet, conformément à l'étude acoustique.

Un tronçon de 100m en phase chantier de génie civil pour limiter les impacts sur les réseaux a été défini. Une ouverture de 100m permet de mieux apprivoiser les problématiques d'accès aux habitations pour les riverains ou les services d'urgences. L'accès pour les habitants sera garanti par des chemins d'accès provisoires qui évolueront suivant l'avancement du chantier. Un phasage plus fin des accès sera réalisé en APD.

Le phasage pour l'insertion du tramway en surface s'effectue comme suit :

Phase 1 :

- Barrage de la partie Nord sur toute la section.
- 2 voies de la route existante ainsi que le trottoir restent en service.
- L'accès pour les habitants du côté Nord (le long de la zone des travaux) sera garanti par des chemins d'accès provisoires qui évolueront suivant l'avancement du chantier. Un phasage plus fin des accès sera réalisé en APD.
- Les travaux dans la zone travaux pendant la phase 1 sont :
 - Travaux de déviation des réseaux
 - Travaux de pose de nouveaux réseaux
 - Travaux de raccords particuliers (réseaux)
 - Travaux d'aménagement d'une voirie provisoire et d'un trottoir provisoire (déviations de la route d'Arlon du côté nord en phase 2)

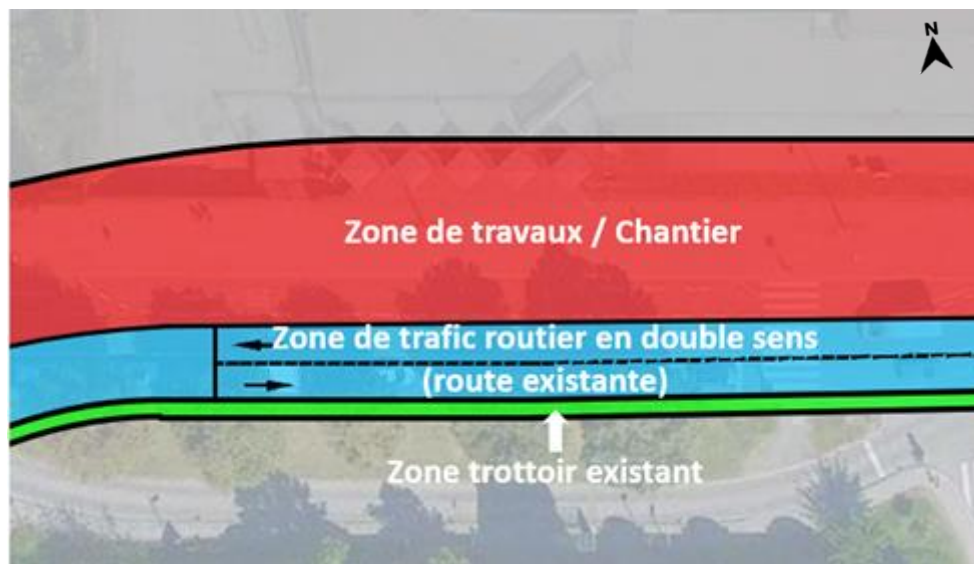


Figure 42 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 1

Phase 2 :

- Barrage de la partie sud de la route sur toute la section.
- 2 voies de la route provisoire réalisée à la fin de la phase 1 seront mises en service avec 1 trottoir.

- L'accès pour les habitants du côté Sud (le long de la zone des travaux) sera garanti par des chemins d'accès provisoires qui évolueront suivant l'avancement du chantier. Un phasage plus fin des accès sera réalisé en APD.
- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Travaux de déviation des réseaux
 - Travaux de pose de nouveaux réseaux
 - Travaux de raccords particuliers (réseaux)
 - Travaux d'aménagement du trottoir côté sud, de la piste cyclable avec les adaptations définitives et des 2 voies routiers provisoires en sens unique
- **Après cette phase, les travaux de trottoir et de piste cyclable côté sud sont achevés.**

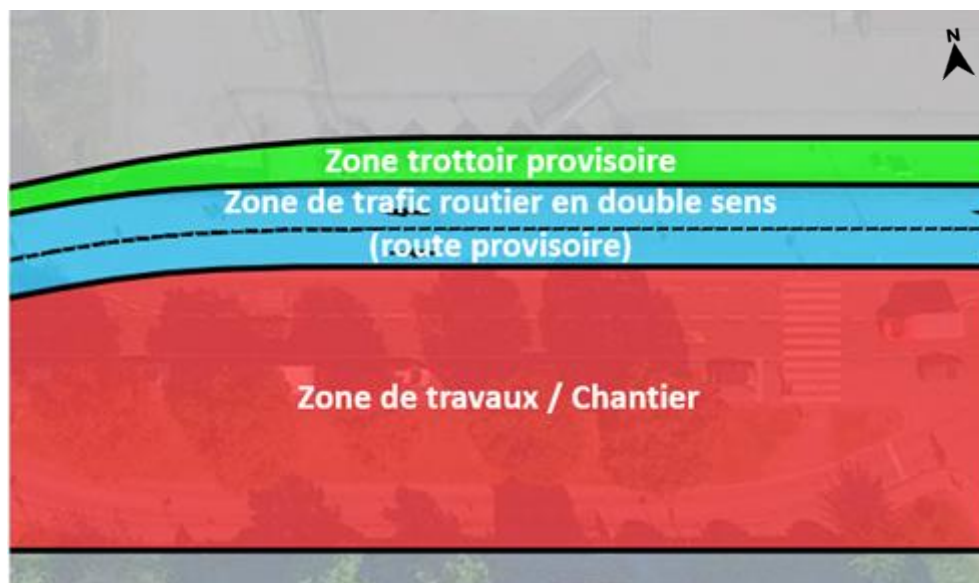


Figure 43 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 2

Phase 3 :

- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Travaux du trottoir définitif côté Nord
 - Travaux plateforme
 - Travaux de pose de voies (une piste de chantier n'est pas disponible dans toutes les zones, la présence de piste de chantier est précisée dans chaque section. Dans les autres zones, la pose de voies se fait en tunnel.)
 - Travaux de voirie définitive
 - Travaux de la LAC
 - Mise en service du réseaux Tram et des essais de circulation

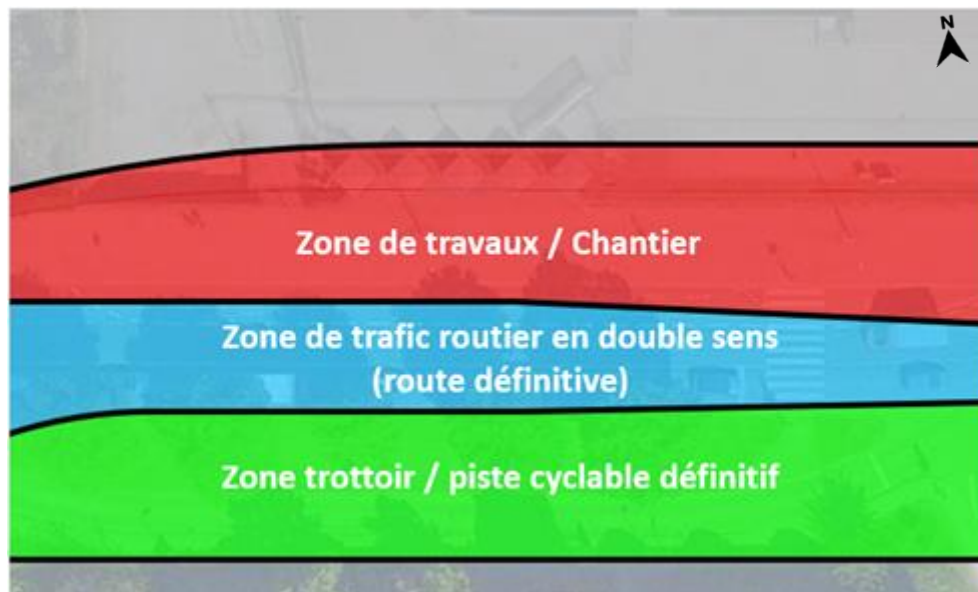


Figure 44 : Schéma de phasage insertion en surface du tram : phase 3

Sur base du phasage des travaux, le planning de déroulement des travaux a été établi en estimant pour chaque phase la durée nécessaire. Le planning est repris en annexe.

Sur base des compléments d'étude qui seront menés en APD, le phasage des travaux est susceptible d'être adapté (principalement en fonction des informations attendues pour les renforcements des réseaux).

Les travaux en section tranchée couverte sont les suivants :

La tranchée couverte de la route d'Arlon est découpée en tronçons d'environ 100m et 150m au niveau des trémies (entrées/sorties) de la tranchée couverte. Des tronçons de 100m ont été défini en phase chantier de génie civil pour limiter les impacts sur les réseaux. Une ouverture de 100m permet de mieux apprivoiser les problématiques d'accès aux habitations pour les riverains ou les services d'urgences. Les accès au cas par cas seront étudiés en APD.



Figure 45 : Schéma des sections en insertion en tunnel du tram

Phase 1 :

- Découpage de la route en une première moitié puis 2^{ème} moitié en garantissant trottoirs et 1 voie de circulation dans chaque sens.
- L'accès pour les habitants du côté Nord (le long de la zone des travaux) sera garanti par des chemins d'accès provisoires qui évolueront suivant l'avancement du chantier. Un phasage plus fin des accès sera réalisé en APD.
- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Décapage de l'enrobé
 - Mise en place de réseaux définitifs en profondeur
 - Mise en place des réseaux provisoires
 - Mise en service des réseaux définitifs ou provisoires en coordination avec les différents concessionnaires
 - Réalisation d'une voirie provisoire

Phase 2 :

- Réalisation en partant des extrémités en 2 fronts en simultanée
- Lors des phases 2 et 3 l'encombrement des moyens de réalisation des travaux ne permet pas de garantir 1 voie de circulation dans chaque sens. Des déviations d'itinéraires seront proposées au service Circulation de la Ville de Luxembourg ainsi que les Ponts et Chaussées pour discussion.

- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Réalisation des pieux forés et du blindage en parois berlinoise à l'aide de 4 machines de forage considérés ici dans le planning

Phase 3 :

- Réalisation en partant des extrémités en 2 fronts en simultanée à la suite des pieux et blindage.
- Lors des phases 2 et 3 l'encombrement des moyens de réalisation des travaux ne permet pas de garantir 1 voie de circulation dans chaque sens. Des déviations d'itinéraires seront proposées au service Circulation de la Ville de Luxembourg ainsi que les Ponts et Chaussées pour discussion.
- L'accès pour les habitants du côté Nord (le long de la zone des travaux) sera garanti par des chemins d'accès provisoires qui évolueront suivant l'avancement du chantier. Un phasage plus fin des accès sera réalisé en APD.
- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Terrassement jusqu'au niveau dessous de dalle supérieure
 - Recépage des pieux
 - Réalisation de la dalle supérieure : ferrailage, bétonnage, étanchéité
 - Remblais comprenant la pose des réseaux définitifs

Phase 4 : Réalisation en partant des extrémités en 2 fronts en simultanée

- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Terrassement en taupe dès la réalisation de la dalle supérieure

Phase 5 : En une seule fois

- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Réalisation de la voirie définitive : réalisation de l'asphalte

Phase 6 : Travaux dans la tranchée couverte

- Les travaux dans la zone travaux sont :
 - Réalisation de la dalle amortie, multis Tram et CREOS
 - Pose de la voie ferrée
 - Pose des équipements de sécurité tunnel
 - Pose des ancrages PAC
 - Travaux des différents systèmes tram
 - Déroulage de la PAC et mise en tension
 - Mise en service du réseaux Tram et des essais de circulation

Dans un premier temps, le planning commence à la date de remise du dossier d'autorisation d'Évaluation des Incidences sur l'Environnement (EIE) fin octobre 2024 s'en suit l'ensemble de la procédure avec l'enquête publique et la conclusion motivée attendue pour août 2025. Durant ce temps, le dossier final APD est remis pour avril 2025, en prenant en compte les premiers retours des administrations sur le dossier EIE. Les acquisitions foncières sont entamées une fois le projet de loi voté.

Un nouveau marché de maîtrise d'œuvre est lancé pour reprise des études et du dossier APD. Lors de cette période, un point sur les acquisitions foncières doit être réalisé pour définir le cadre du projet. Le dossier APD est repris durant 4 mois puis la maîtrise d'œuvre prépare les différentes soumissions des marchés travaux durant 4 mois. La phase de soumission se déroule pendant 3 mois.

En amont, l'autorisation ANF doit être déposée évitant tout blocage des travaux car l'abattage d'arbre se fait seulement durant la période hivernale. Il est nécessaire de le faire avant tout travaux.

Au cours de la préparation des soumissions, les autorisations sont déposées à savoir la permission de voirie de Ponts et Chaussées pour la réalisation de sondages en premier lieu permettant de confirmer les hypothèses et de les intégrer dans les études. Les autorisations de voirie Ponts et Chaussées et Ville de Luxembourg pour les accès de chantier, travaux de réseaux et ouvrages sont réalisés en amont de la tâche travaux concernée. Les autorisations de bâtir, le dossier de Sécurité Transport et l'AGE sont également déposés.

La mise à disposition de la zone au milieu de la Place de l'Etoile et du Pôle d'Echange CHL sont des points critiques du planning. Ces zones des projets connexes de Place de l'Etoile et du Pôle d'Echange CHL devront être mise à disposition pour le démarrage des travaux du projet tram respectivement 27 mois et 20 mois avant la mise en service de l'extension et ainsi garantir la mise en service du tronçon entre Place de l'Etoile et PE-CHL.

La durée des travaux est estimée **à 56 mois soit 4,7 ans.**

Les autres grands projets actuellement connus dans le secteur de la Route d'Arlon (Place de l'étoile, Upside, Wunnquartier Stade et extension CHL) sont pris en compte dans la planification du projet, car ils sont directement concernés par le projet de Luxtram via l'aménagement de l'espace routier, des accès et des stations.

Pour les projets Upside, Wunnquartier Stade et Pôle d'échange CHL, il n'y a pas d'informations sur la durée de construction annoncée ou sur les phases de construction prévues.

Suite aux différentes concertations déjà réalisées avec le projet Silver Etoile, la mise à disposition de la zone au milieu de la place de l'Etoile sera à disposition suivant les informations actuelles mi-2030.

Selon le document de screening du projet d'extension du CHL, les travaux du nouveau bâtiment, qui longe directement le tracé du tram au Nord, ont commencé en 2022 et s'achèvent en avril 2028.

Suivant les projets connexes, des chevauchements temporels avec le projet de tram ne sont donc pas à exclure et sont pris en compte dans la planification des études.

Les concertations avec les différents services de la Ville de Luxembourg, servent d'interface pour la coordination du projet de construction. Ces interfaces permettent de garantir une harmonisation des

déroulements des travaux (fermetures, gestion de la circulation). Les phasages des travaux sont coordonnés de manière à garantir en particulier l'accès à l'hôpital dans le secteur du CHL, et aux autres installations (maisons d'habitation).

L'accès à l'hôpital CHL doit toujours être possible en voiture. La planification des travaux se fait en concertation avec les autorités compétentes du CHL afin que les différentes voies d'accès à l'hôpital soient connues à chaque moment des travaux. Cette coordination se fera sous forme de plans présentant les accès en fonction des différentes phases de construction (planning réalisé en phase APD). L'accès aux habitations doit également être garanti et est bien intégré dans le planning et phasage des études prévues.

Lors de 2 phases de construction dans le secteur de la rte. d'Arlon, l'encombrement des moyens de réalisation des travaux ne permet pas de garantir 1 voie de circulation dans chaque sens. Des déviations d'itinéraires seront proposées au service Circulation de la Ville de Luxembourg ainsi que les Ponts et Chaussées pour discussion.

Recyclage et stockage

Lors de la phase de construction, les déblais de terre meuble seront réutilisés le plus possible directement dans la zone d'aménagement afin de réduire l'évacuation des matériaux. Actuellement, des réflexions sont toujours en cours que la roche retrouvée (grès) pouvait être concassée dans un endroit aux alentours et réutilisée en remblai.

Excavation de matériaux

Tableau 3 : Indication des volumes de terres terrassés

Secteur Etoile-Wunnquartier (Partie en surface)	
<u>Hypothèses :</u>	
Longueur	800 m
Largeur	22 m
Profondeur	2,3 m
Volume à terrasser	40480 m3
dont :	
Volume d'asphalte et coffre routier	14080 m3
Volume sol meuble	26400 m3
Volume roche	0 m3
Remblai	38720 m3

Secteur Wunnquartier-CHL (Partie en tranchée couverte)

Hypothèses :

Longueur	800 m
Largeur voirie	6 m
Largeur tranchée	11 m
Profondeur voirie	2,3 m
Recouvrement tranchée	2,3 m
Profondeur tranchée	11 m

Volume à terrasser	107840 m ³
--------------------	-----------------------

dont :

Volume d'asphalte et coffre routier	10880 m ³
Volume sol meuble	35360 m ³
Volume roche	61600 m ³
Remblai	29920 m ³

Secteur CHL - PECHL (Partie en surface)

Hypothèses :

Longueur	310 m
Largeur	26 m
Profondeur	2,3 m

Volume à terrasser	18538 m ³
--------------------	----------------------

dont :

Volume d'asphalte et coffre routier	6448 m ³
Volume sol meuble	12090 m ³
Volume roche	0 m ³
Remblai	17732 m ³

Secteur PECHL (Partie en surface GLO seulement)	
<u>Hypothèses :</u>	
Longueur	320 m
Largeur	8 m
Profondeur	2,3 m
Volume à terrasser	5888 m3
dont :	
Volume d'asphalte et coffre routier	2048 m3
Volume sol meuble	3840 m3
Volume roche	0 m3
Remblai	5632 m3

Volume total de terre à mettre en décharge pour l'ensemble du projet

Tableau 4 : Volume total de terres à évacuer

Variantes	Variante Mixte
Volumes de terres à évacuer	111 146 m ³
Volume de terres à recycler	61 600 m ³
Volume de matériaux d'ap- port	30 404 m ³

La quantité de terre excavée à évacuer dans l'ensemble du projet peut être estimée à 111.146 m³. Ces masses de terre doivent être évacuées ou réutilisées sur des chantiers proches si cela s'avère approprié. Il faut tenir compte du fait que les valeurs représentent une estimation.

4.3. Phase d'installation

Les études APS et le rapport d'EIE ont été rédigés en partie en parallèle. Deux variantes ont été étudiées en phase APS : une variante en surface et une variante avec une section en tunnel sur la route d'Arlon. A la suite de ces études, une variante mixte a vu le jour en combinant les avantages d'un tracé souterrain et d'un tracé en surface. Cette variante fait donc l'objet du présent dossier EIE. Dans le cadre de la discussion sur les alternatives, les impacts environnementaux de la variante mixte sont comparés à ceux des variantes en tunnel et en surface.

4.3.1. Voie de circulation

Les aménagements de voirie en surface correspondent aux aménagements déjà réalisés sur les tronçons de tramways existants.

4.3.2. Tranchée couverte

La tranchée couverte prévue a une largeur d'environ 9 mètres et une hauteur d'environ 6 mètres. La tranchée couverte sera réalisée de la manière suivante : réalisation des parois de pieux forés, puis terrassement pour réalisation de la dalle supérieure et par la suite terrassement en taupe à savoir terrassement sous la dalle supérieure pour la réalisation de la dalle inférieure. Dans le cas le plus défavorable, avec un recouvrement d'environ 2,30 m pour la section du tunnel, les pieux forés ont une longueur d'environ 16,85 m à partir d'environ 3,30 m sous le niveau du sol. Les conduites existantes passent sur le côté et au-dessus du tunnel. Les conduites d'eaux usées existantes (système mixte) sont disposées latéralement, de sorte que les raccordements des maisons sur les parcelles voisines peuvent être conservés. Des canalisations supplémentaires sont installées au-dessus de la couverture du tunnel pour un futur système séparatif. L'évacuation des eaux de surface se fera également à cet endroit.

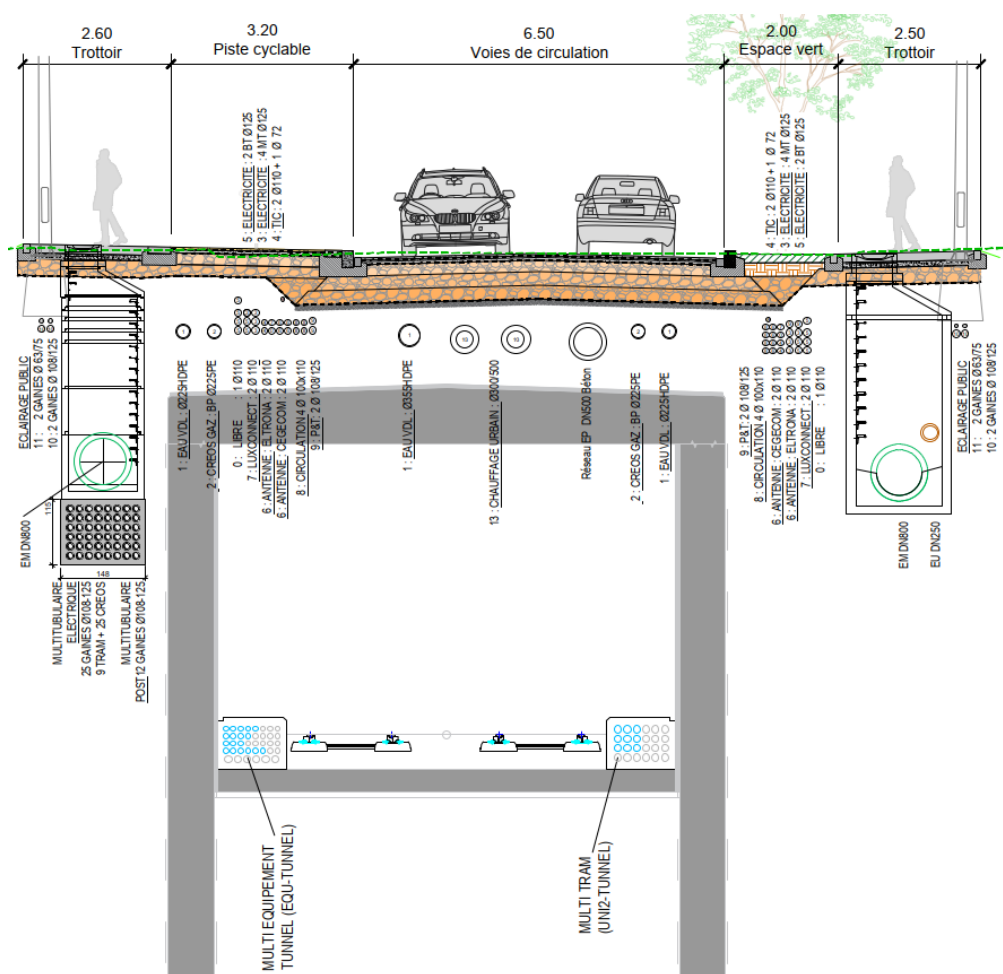


Figure 46 : Coupe transversale schématique de la tranchée couverte de la route d'Arlon. Source : APS Groupement 2024

Le tunnel est construit sous la forme d'une tranchée couverte en béton. La couverture du tunnel est dotée d'une double pente sur sa face supérieure afin de limiter l'accumulation d'eau de pluie. De plus,

une membrane d'étanchéité et une chape de protection en asphalte coulé sont posées sur la dalle de couverture.

Les eaux d'infiltration, les eaux pluviales au droit des ouvertures, ainsi que les eaux utilisées en cas de lutte incendie sont recoltées comme schématisé ci-dessous. L'ouvrage comporte en effet deux points bas à proximité des trémies d'accès exposées aux intempéries. Un unique point de relevage est prévu, comportant deux pompes de relevage intégrées dans un local technique, et permettant le rejet des eaux dans le réseau d'assainissement présent en voirie. Dans les trémies exposées aux intempéries ainsi qu'au point bas, des caniveaux transversaux sont prévus pour récolter les eaux, et connectés à une conduite d'assainissement sous la plateforme. Une contrepente sera donc réalisée dans le tronçon de conduite d'assainissement provenant du point bas 'CHL', permettant de ramener les eaux vers le regard de pompage 'Stade'. Des regards sont également prévus tous les 50m.

L'assainissement est dimensionné de manière à permettre l'évacuation des eaux utilisées par les services de secours en cas d'incendie. Suivant la STI Tunnel n°1303/2014, le débit est 800L/min pendant 2h, ce qui correspond à un débit de 13,3 L/s, aisément évacuer pour la conduite d'assainissement qui peut reprendre 97,8 L/s (pour une pente de 1%).

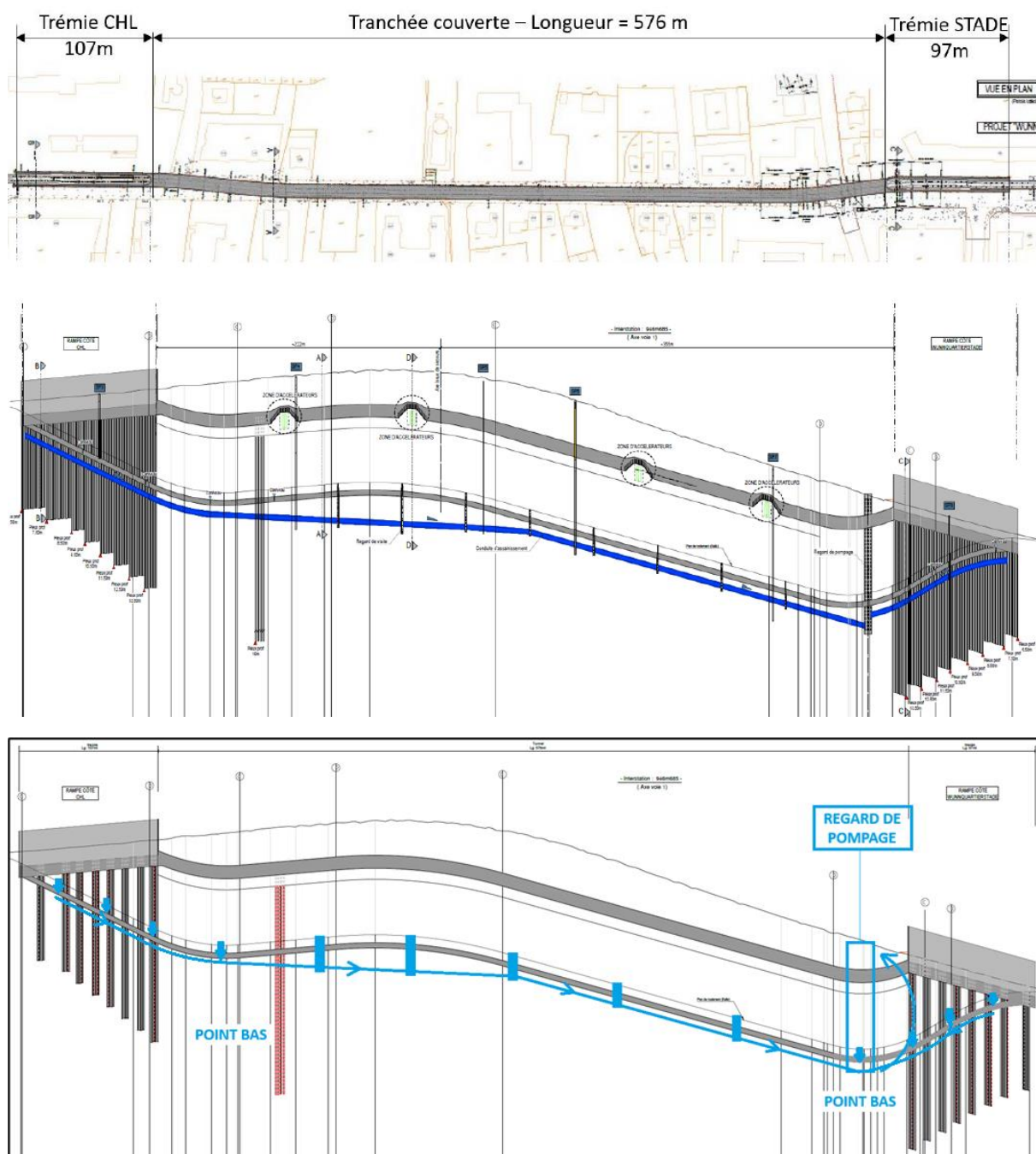


Figure 47 : Coupe longitudinale avec concept de drainage du tunnel couvert de la route d'Arlon. Source : APS Volume D2024

Une sortie de secours est aménagée en zone centrale du tunnel, à 222 mètres de la trémie 'CHL' et à 355 mètres de la trémie 'Stade'.

4.3.3. Plateforme

La plateforme de tramway en surface est similaire aux plateformes existantes, déjà réalisées sur l'infrastructure actuelle.

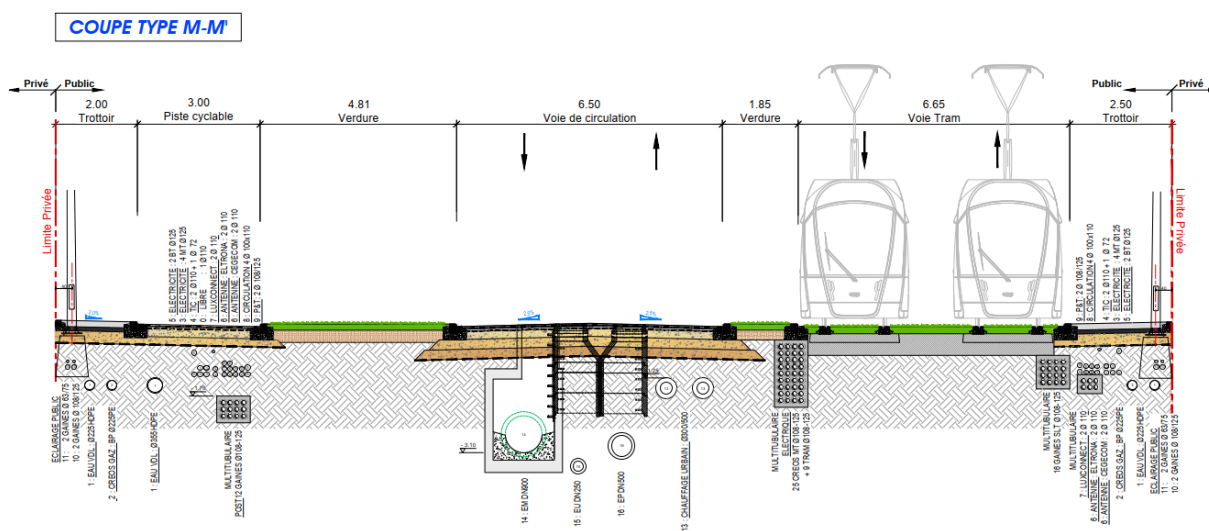


Figure 48 : Coupe transversale schématique de la voirie et plateforme tram sur la route d'Arlon. Source : APS - Plans, 2024

4.3.4. Concept de drainage

Le concept de drainage est équivalent à celui présent actuellement sur le réseau tramway en exploitation. L'évacuation des eaux d'infiltration (pluie) ainsi que des eaux de surface est un facteur essentiel au maintien en bon état de la voie et des revêtements dans le temps. Le drainage est assuré en voie courante (hors appareils de voie) tous les 40m environ et systématiquement en point bas du profil en long, au droit des carrefours et des stations tramway. Il est également prévu pour protéger les traversées piétonnes en fonction de la pente du profil en long, afin d'éviter de renvoyer une surface à assainir sur les personnes empruntant ces passages.

Les eaux d'infiltration, les eaux pluviales au droit des ouvertures, ainsi que les eaux utilisées en cas de lutte incendie sont recoltées. Dans les trémies exposées aux intempéries ainsi qu'au point bas, des caniveaux transversaux sont prévus pour récolter les eaux, et connectés à une conduite d'assainissement sous la plateforme. Une contrepente sera donc réalisée dans le tronçon de conduite d'assainissement provenant du point bas 'CHL', permettant de ramener les eaux vers le regard de pompage 'Stade'. Des regards sont également prévus tous les 50m.

4.3.5. Précautions techniques contre les vibrations

Les vibrations générées par le tram en marche sont prises en compte dans l'étude. Afin de réduire les vibrations selon l'environnement proche, la voie est installée sur des dalles avec si nécessaire un amortissement plus ou moins important ou même sur une dalle flottante suivant les sections. Cette mesure permet d'obtenir une atténuation des vibrations allant de – 8 dB à – 20 dB (Atech, 2024).

Le type de pose de voie antivibratoire est décrit dans le cadre des études APS et sera précisé dans la phase APD suivant les différentes zones.

4.3.6. Alimentation électrique

L'alimentation électrique du tram est assurée par une ligne aérienne de contact sur le secteur route d'Arlon. Selon la zone de pose, différentes formes de fixation sont utilisées pour les lignes aériennes de contact. Ici, les lignes aériennes de contact sont posées sur des poteaux parallèles au tracé. Il n'est pas prévu d'installer des lignes aériennes de contact avec un ancrage en façade sur les bâtiments existants. Dans la zone de la ligne de tramway existante dans le centre-ville, l'alimentation électriques du tram se fait par le système SCIE et non par LAC, ce qui permet de réduire l'emprise nécessaire du tram notamment dans les sections de l'hypercentre, et d'éviter d'installer une ligne aérienne sur ces zones. Il s'agit d'un système de rechargement en station appelé SCIE : Système de Captage Inférieur d'Energie. Le système SCIE n'est pas compatible avec la pente élevée de la route d'Arlon c'est pourquoi l'alimentation par LAC est présente.

Dans la partie tunnel, le système de Profilé Aérien de Contact (PAC) est proposé. Il consiste en un profilé aluminium qui pince, par élasticité, un fil de contact rainuré en cuivre. Ce profilé aluminium est découpé en barres de longueur variable, assemblées entre elles par des plaques de liaison boulonnées (éclisses).

Contrairement à la LAC, le fil de contact du Profil Aérien de Contact n'est pas tendu ; le système PAC est donc simplement soumis à son propre poids, il n'est pas soumis à des efforts de tension mécanique et ne nécessite pas de régularisation par appareils tendeurs.

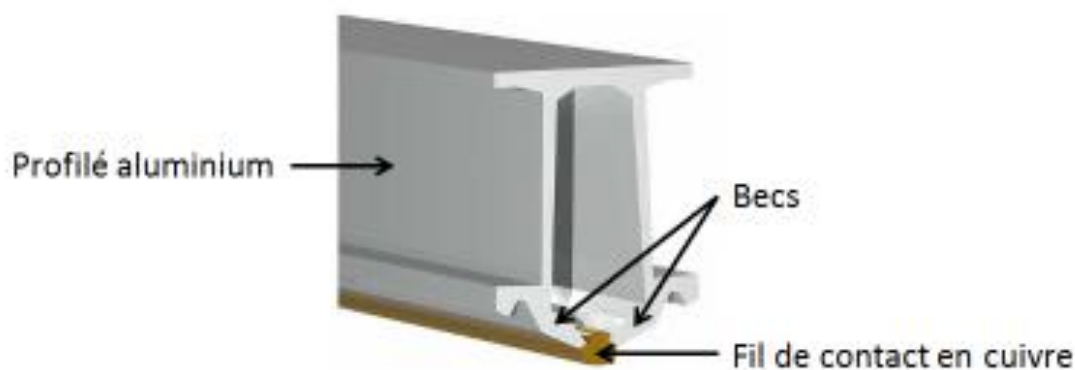


Figure 49 : Principe du PAC avec son fil de contact

Le PAC est maintenu par des suspensions métalliques fixées en voûte du tunnel et distribuées selon des portées en fonction de la vitesse de circulation de la ligne et des contraintes du tunnel. Ces suspensions sont composées d'une chaise et d'un armement, offrant diverses possibilités de réglage (réglage en hauteur, réglage en inclinaison pour suivre le dévers de la voie, réglage latéral pour le désaxement).

Pour la production d'énergie de traction des rames de tram : la technologie choisie doit être la plus robuste et disponible, pour permettre la transformation de la Moyenne Tension (20kV alternatif) en courant de traction en 750 V continu. Ces installations de transformation sont abritées dans des Sous-

Stations de Transformation/redressage (appelées SST) situés à proximité du tracé. Pour les besoins du projet, il est prévu de construire une nouvelle sous-station d'énergie à proximité de la station PE-CHL.

4.3.7. Station

Pour l'équipement des stations en surface, il est prévu d'utiliser les mêmes éléments que ceux déjà utilisés le long de la ligne de tramway existante dans la ville de Luxembourg. Selon la position de l'axe de circulation, des abris à un ou deux côtés avec des fenêtres en verre sont prévus.

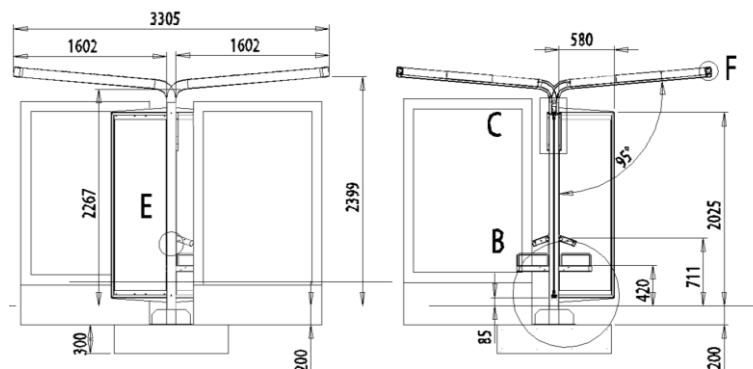


Figure 50 : Exemple de représentation d'abris double face pour les stations avec quai central. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain

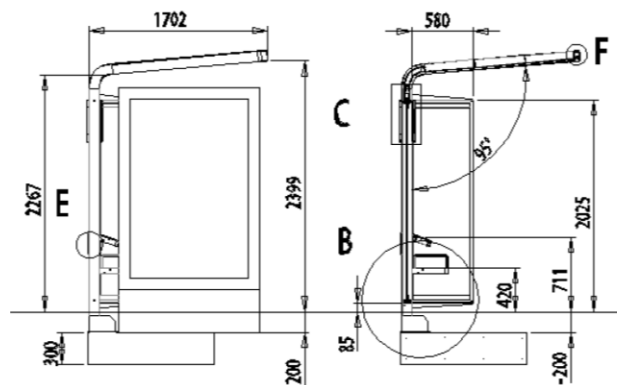


Figure 51 : Exemple d'abris unilatéraux pour les stations de surface avec quais latéraux. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain

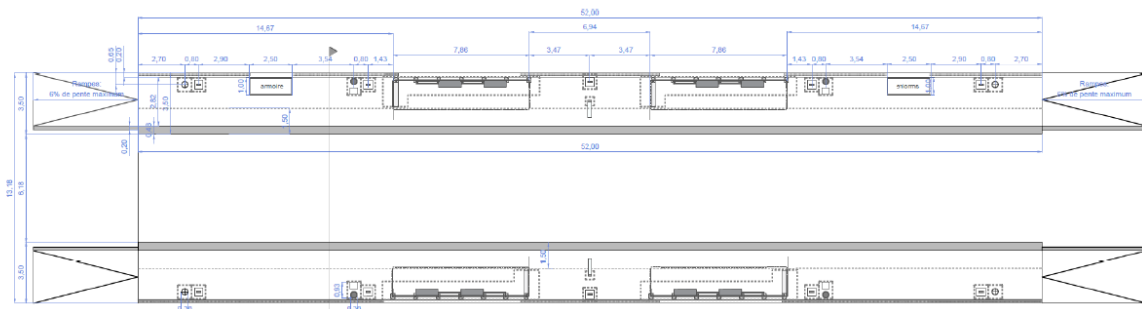


Figure 52 : Exemple de plan d'une station avec des quais latéraux. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain

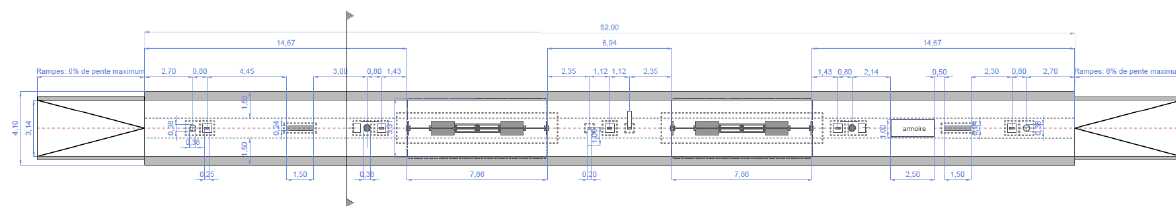


Figure 53 : Exemple de plan d'une station avec un quai central. Source : APS Volume C - L'Aménagement urbain

Les stations de la Place de l'Etoile et du Pôle d'échange CHL font parties intégrantes du concept d'aménagement (voir chapitre EIE PAP Place de l'étoile 2.3.4.).

4.3.8. Matériel roulant

L'utilisation du même matériel roulant est prévue pour l'ensemble du réseau de tramways (y compris les futures installations). La description du matériel roulant ci-dessous correspond au libellé du chapitre 3.2 de l'Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE) réalisée en 2017 par LUXPLAN pour les tronçons C et D du tramway.

Le modèle de matériel roulant sélectionné est le système URBOS® entièrement électrique de la société CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, Beasáin, Espagne), qui a remporté l'appel d'offres public européen en mai 2015 pour la fourniture des matériels roulants. La troisième génération de la série modulaire URBOS® est considérée comme un matériel roulant ferroviaire très moderne, qui se distingue notamment par sa bonne accessibilité (plancher bas) et son efficacité énergétique. L'alimentation électrique est généralement assurée par une ligne aérienne (Vcc 750), mais le concept permet également d'accueillir une automotrice à accumulateur (système ACR, Accumulador de Carga Rápida), ce qui permet de renoncer à l'installation de lignes aériennes sur les 3,6 km du centre-ville entre le Pont Rouge et la gare centrale. Ici, les véhicules de tramway sont rechargés à chaque station par un contact de recharge situé entre les rails. Les processus de chargement ont lieu pendant la montée et la descente des passagers aux stations. Les convertisseurs de traction du système de stockage d'énergie Greentech utilisent la technologie IGBT et permettent ainsi une récupération d'énergie par l'utilisation de l'énergie de freinage (récupération d'énergie). Le véhicule de tramway est relié à la ligne aérienne par des pantographes. En raison du contact des baguettes de frottement/bascules avec le fil de contact, cela peut entraîner une abrasion. Afin de permettre le démarrage du véhicule, une batterie Ni-Cd 24Vcc qui se trouve sur le toit est placée dans un réservoir avec un bac de fond pour des raisons de sécurité (par ex. en cas de perte de liquide ou de surchauffe). Seuls les réservoirs de lave-glace (capacité de 8,3 l) présentent des volumes plus importants de liquides transportés. Afin de réduire l'usure des roues et des rails ainsi que le bruit, un système de graisseur des rails est installé sur la ligne avant les courbes. Ce système permet de lubrifier le rail et les roues avec des lubrifiants biodégradables. En fonction de l'état de la voie, des épandeurs de sable sont également utilisés pour augmenter la friction entre les roues et les rails (par exemple, en cas d'humidité, le rapport de friction est réduit et le besoin en épandage de sable est augmenté). Des systèmes de graisseurs au sol sont aussi prévus en amont des courbes afin de limiter le crissement. D'autres informations techniques générales peuvent être consultées sur le site web de CAF (CAF 2015).

Selon les indications du constructeur, les matériels roulants livrés pour le tramway sur le territoire de la Ville de Luxembourg se composent de sept modules, ce qui donne à un tramway une longueur totale

de 45,41 m (). En raison de la largeur de l'habitacle de 2,65 m, le nombre maximal de passagers pouvant être transportés indiqué par le constructeur est de 422. A plus long terme sur différentes lignes, le tramway sera rallongé par deux modules supplémentaires et atteindre ainsi 56 m, ce qui permet d'augmenter la capacité du nombre de passagers à transporter. La majeure partie de la carrosserie est constituée d'alliages d'aluminium légers sur des sections extrudées, complétées par des sections en acier inoxydable à haute résistance (modules C, M et R) et des éléments en matériaux composites (module S). Selon LUXTRAM S.A., le véhicule répond à la norme ISO 2631:1985 et présente des valeurs de bruit très faibles. L'acier utilisé dans le projet pour les rails est de dureté R200, qui est réputée pour son faible niveau d'usure.

La vitesse maximale du tram est indiquée comme étant de 70 km/h, LUXTRAM S.A. estimant que la vitesse moyenne sur l'ensemble du trajet (calculé depuis Pont Rouge et y compris les arrêts aux stations) est d'environ 18 km/h). Avec huit portes doubles de chaque côté et un plancher bas intégral, l'embarquement est très rapide et facile, de sorte que le tram peut transporter jusqu'à 10.000 passagers par heure et par sens de circulation, avec des fréquences comprises entre trois et six minutes.

Le fabricant indique en outre que la variante d'équipement prévue offre un confort particulièrement élevé aux passagers en raison de processus d'accélération et de freinage progressifs, d'une forte stabilité latérale, de grandes surfaces vitrées, de systèmes modernes d'information des passagers, d'une surveillance vidéo et de systèmes d'assistance d'urgence.

4.3.9. Tram rapide

Une fois la première ligne de tramway réalisée, Luxtram prévoit la construction d'une ligne de tram entre Esch-sur-Alzette et Luxembourg Ville avec l'utilisation d'un tram rapide. Celui-ci permettra d'offrir une liaison performante entre ces deux-villes et d'intégrer le trafic projeté pour 2030/2035.

Il est à noter que le matériel roulant utilisé pour cette liaison spécifique, à savoir l'exploitation du tram rapide, sera compatible avec le réseau existant de la capitale. Il n'y aura pas de différence importante entre le tramway urbain et le tramway rapide, que ce soit au niveau des dimensions standardisées et des équipements (longueur et largeur des rames, accessibilité aux personnes à mobilité réduite, etc.) ou des caractéristiques techniques (charge maximale par essieu de 12 tonnes en raison du franchissement d'ouvrages techniques, alimentation électrique par une caténaire, mais aussi dispositif de conduite autonome pour les tronçons en centre-ville, etc.).

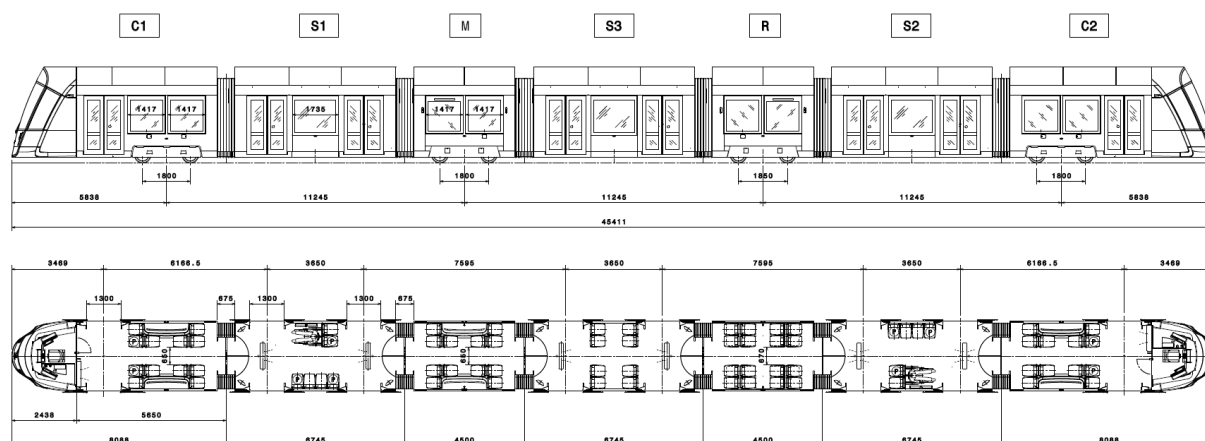


Figure 54 : Représentation schématique du matériel roulant, composé de sept modules (CAF-Réf. Q.00.206.00.001). Source : APD-Vol. B1.3, Charges sur ouvrages d'art - Tous tronçons

Tableau 5 : Données relatives au dimensionnement du tram (Source : LUXTRAM S.A.).

Description	Indication de taille [mm]
Longueur totale de l'unité	45 411
Longueur du module C	8 088
Longueur du module S	6 745
Longueur du module R	4 500
Longueur du module M	4 500
Entraxe du bogie moteur	1 800
Entraxe du bogie de la remorque	1 850
Largeur maximale de l'unité (carrosserie, à l'exception des seuils de porte)	2 650
Hauteur (du rail de guidage au pantographe abaissé)	3 675
Hauteur du sol	350
Hauteur intérieure	2 191



Figure 55 : Design extérieur du tramway. Source : LUXTRAM S.A. 2017



Figure 56 : Design intérieur du tramway. Source : LUXTRAM S.A. 2017

4.4. Phase d'exploitation

L'exploitation du tronçon supplémentaire se fait en liaison avec le réseau de tramway existant. En effet, il y a un raccordement à la ligne existante prévu. La cadence et la fréquentation sont harmonisées avec le tracé existant. Le concept global permet une fréquence élevée.

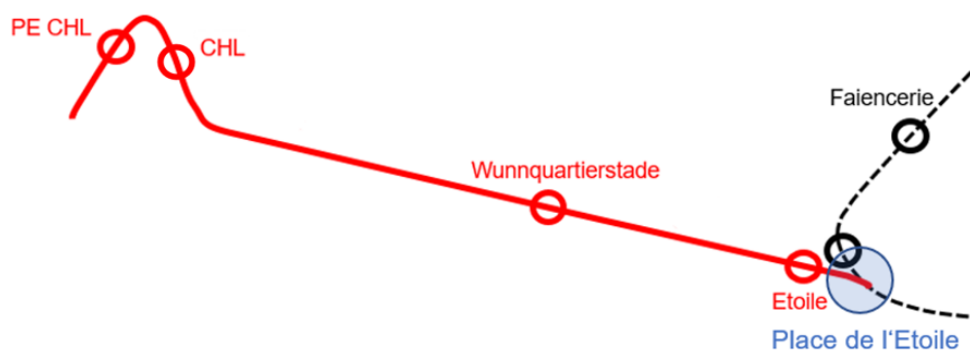


Figure 57 : Intégration dans le réseau de tramways existant. Source : APS Volume E

4.4.1. Schéma d'exploitation à l'horizon 2028

Comme précisé dans le point 1.10 de l'avis scoping (réf. 101407, en annexe 2), il convient de vérifier si le fonctionnement de la ligne de Cloche d'or à Findel (appelée ligne existante) est impacté par la mise en place des extensions prévues. Ce chapitre présente donc le fonctionnement actuel de la ligne de tramway allant de la Cloche d'or au Findel et le fonctionnement du réseau tram avec la mise en service des différentes extensions prévues à l'horizon 2028, à savoir la section 1 de la ligne K2 au Kirchberg (K2A), la section 1 de Hollerich (HOA) et en particulier l'extension située entre Place de l'étoile et le CHL.

Pour cela, Luxtram a élaboré la stratégie d'exploitation du réseau tramway à l'horizon 2028. Il est pris comme hypothèse de phasage que la mise en service de chacune des extensions peut se faire de manière indépendante.

Priorités Réseau Tramway

Ligne 1

Cloche d'Or -
Aéroport/Findel

Extensions

Kirchberg

K2

Hollerich

Rte d'Esch

Rte d'Arlon

Tram rapide

Tramsschapp

Cloche d'Or

Station Tram

Pôle d'échange

P+R

Lignes CFL

Gare CFL /Luxtram

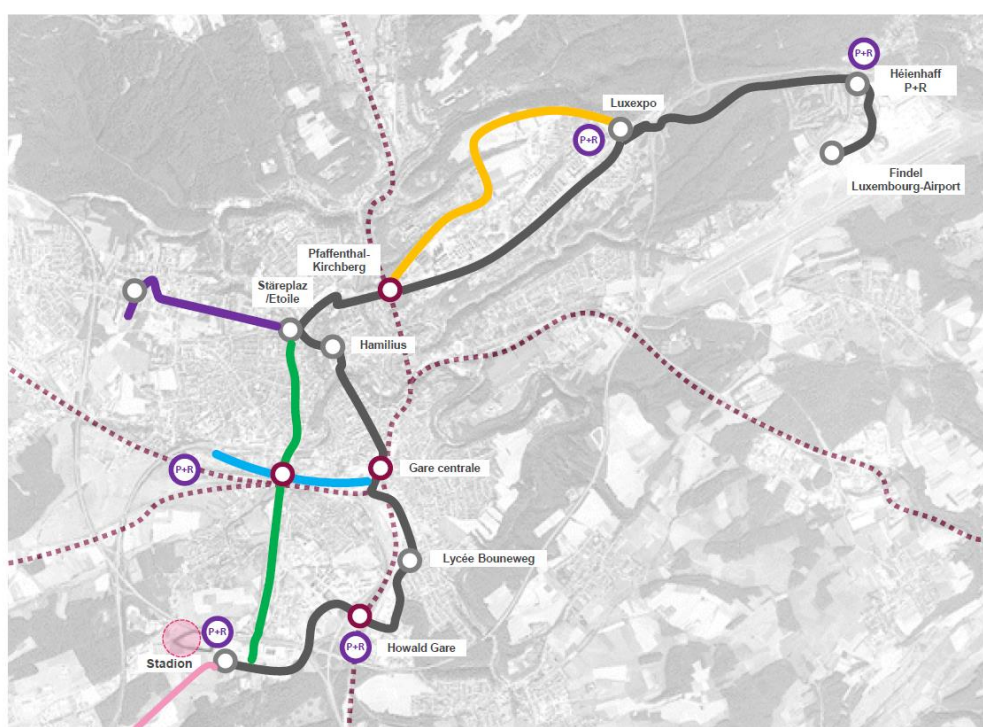


Figure 58 : Schéma d'exploitation du tram à Luxembourg-Ville à l'horizon 2032. Source : Luxtram 2024

Pour la ligne existante, les horaires et les fréquences visibles ci-dessous ont été définies et utilisées comme base dans les EIE relative à cette ligne. En jour ouvré, la fréquence moyenne est de 3 minutes sur le tronç commun (Bonnevoie - Luxexpo) et de 6 minutes aux extrémités.

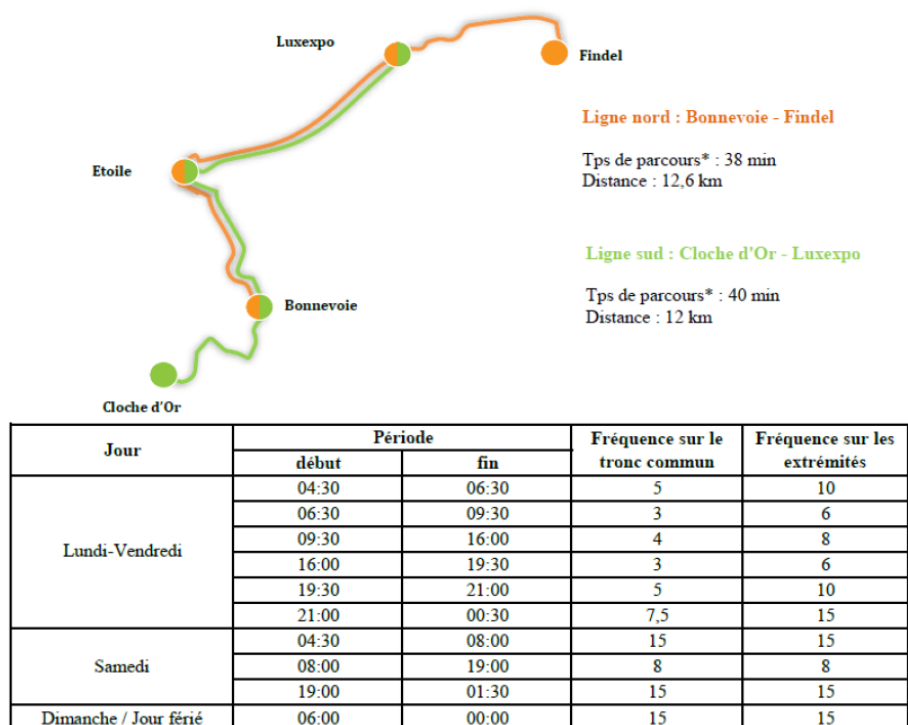


Figure 59 : Fréquence et horaires de la ligne de tramway décrite dans les différents EIE. Source : Luxtram 2022

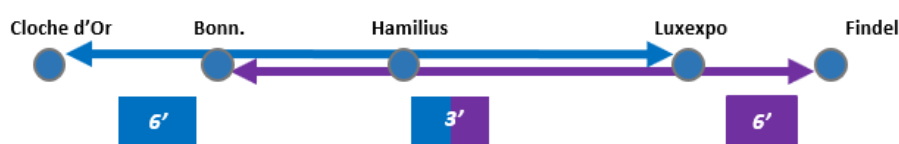


Figure 60 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes sur la ligne de tramway aux heures de pointes. Source : Luxtram 2022

Pour la suite, les schémas illustrent la cadence des tramways avec la mise en service progressive et indépendante des extensions à l'horizon 2028.

Les schémas suivants représentent les cas où chacune des extensions est mise en service avant les autres. La fréquence des rames est en moyenne de 3 minutes sur le tronc commun et de 6 minutes sur les extrémités pour l'ensemble des extensions.

- Mise en service du tronçon K2A avec la ligne de tramway

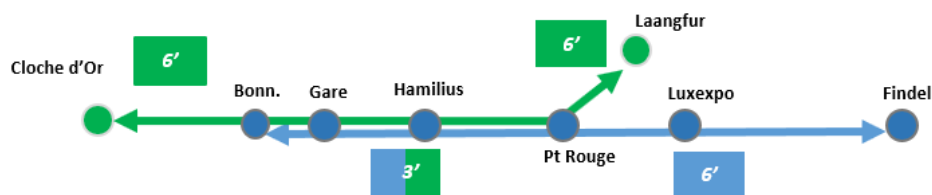


Figure 61 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon K2A. Source : Luxtram, 2022

Les différentes extensions projetées sont maintenant superposées afin d'évaluer l'impact sur la ligne de tramway (Cloche d'Or – Findel).

Lors de la superposition des extensions vers Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A), la fréquence de passage du tramway reste inchangée à savoir 3 minutes sur le tronc commun et 6 minutes sur les extrémités.

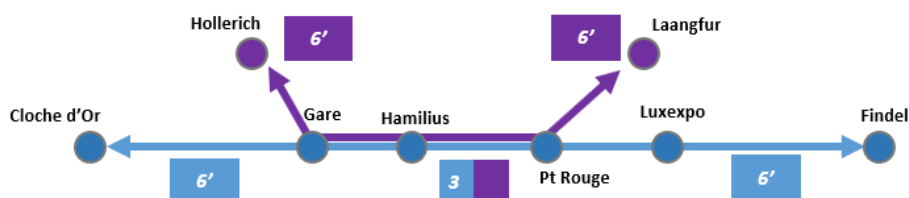


Figure 62 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A). Source : Luxtram, 2022

Pour la superposition des 3 extensions c'est-à-dire CHL, Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A), la fréquence du tramway est à 3 minutes sur le tronc commun et entre 6 et 8 minutes aux différentes extrémités. L'exploitation de l'extension route d'Arlon, avec une fréquence de 4 minutes, superpose deux lignes, l'une en direction de Cloche d'Or via le Centre-Ville et la ligne 1, l'autre en effectuant des retournements sur la Route d'Arlon avec un terminus à Etoile.

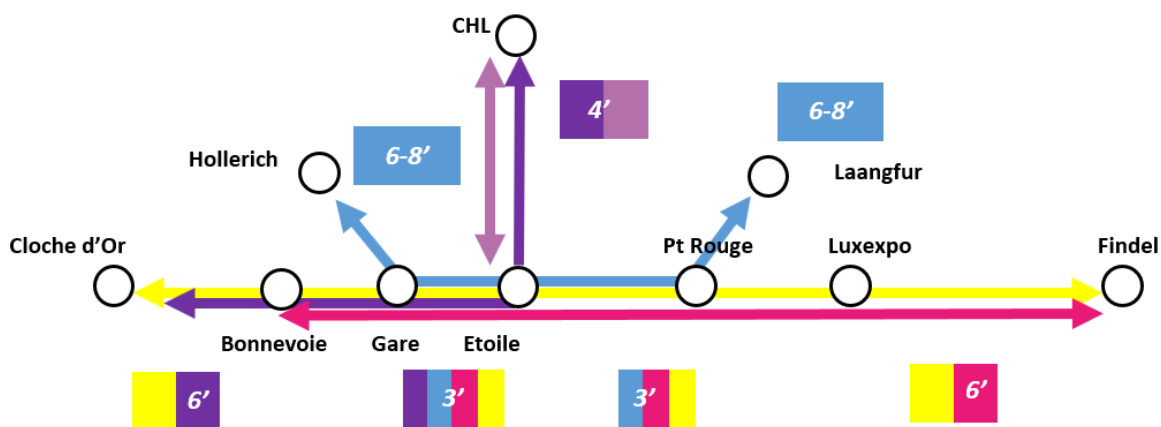


Figure 63 : Fréquence de passage du tramway aux heures de pointes de la ligne de tramway avec la mise en service du tronçon Route d'Arlon (CHL), Hollerich (HOA) et Laangfur (K2A). Source : Luxtram, 2022

Ainsi l'extension vers le CHL, tronçon Route d'Arlon, n'aura que peu d'impact sur la fréquence de passage du tramway sur la ligne existante, même avec les différentes extensions projetées pour 2028. En ce qui concerne la vitesse des tramways, celle-ci ne varie pas suivant les différentes mises en service des extensions. La vitesse est définie et réglementée en amont et dépend de la distance interstation et du temps de chargement et de déchargement des voyageurs défini.

L'intégration de l'extension tramway dans la route d'Esch entre le Stade et Place de l'Etoile dans le schéma d'exploitation des lignes est en cours d'étude.

4.4.2. Vitesse commerciale

La vitesse maximale du tram est généralement de 50 km/h, mais le tram en tunnel va jusqu'à 70 km/h. La vitesse est limitée à 30 km/h aux croisements et aux stations.

Les différents temps de parcours sont prévus comme suit :

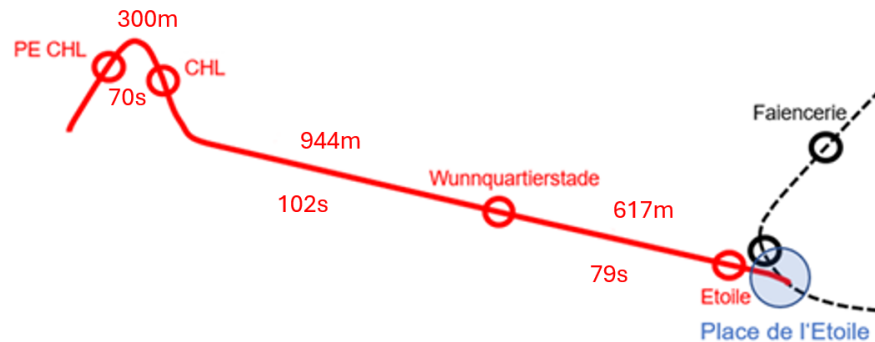


Figure 64 : Temps de parcours du tronçon Arlon. Source : APS, Volume B

4.4.3. Besoin en énergie

La consommation moyenne d'électricité du tram est d'environ 10 kWh par km de 2018 à 2024. La consommation totale résulte de la somme des km parcourus. La part d'énergie renouvelable dans la consommation d'électricité n'est pas connue et dépend du mix électrique du fournisseur. Il est possible de choisir des tarifs avec 100% d'électricité naturelle issue de l'énergie hydraulique ou avec une part supplémentaire de 50% d'électricité verte produite dans la région.

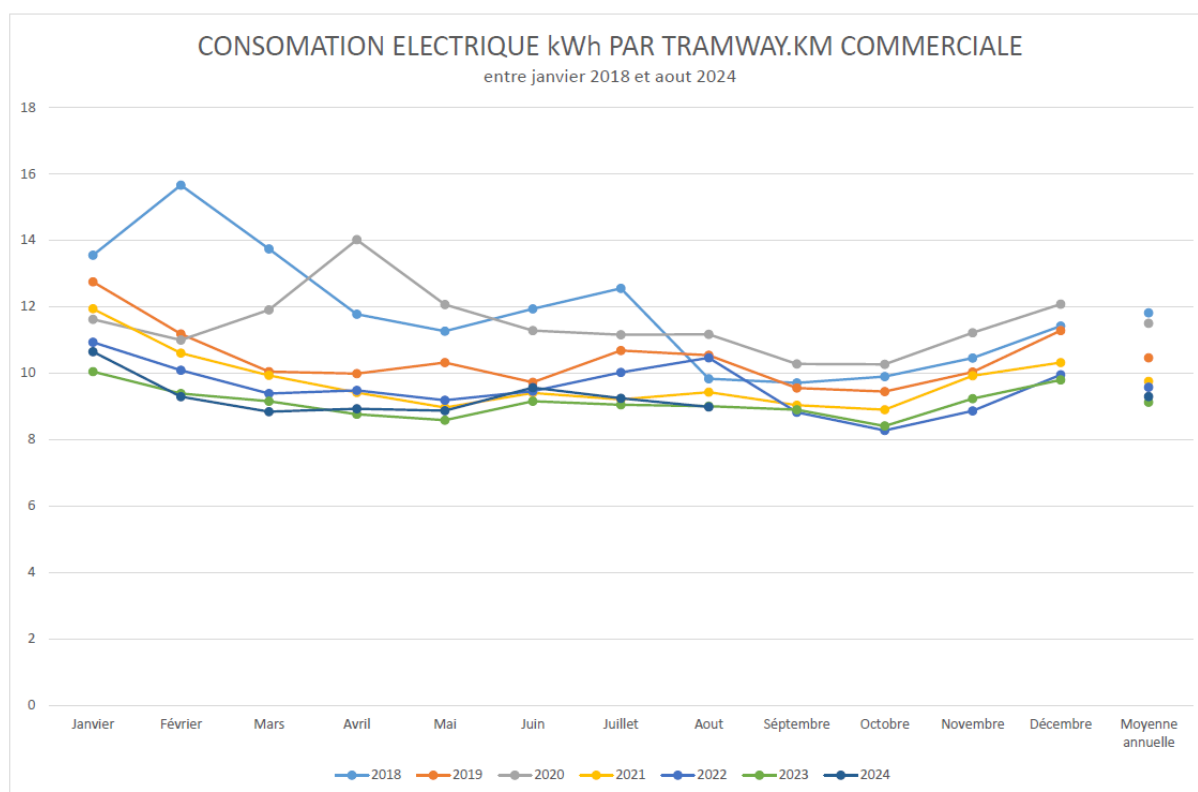


Figure 65 : Consommation d'électricité par kilomètre parcouru par le tram entre 2018 et 2024. Source : LUXTRAM 2021

4.4.4. Consommation en eau

Le projet ne prévoit pas d'arroser les espaces verts. Il n'est pas prévu d'utiliser de l'eau significative pour les travaux de nettoyage. La ligne existante de l'eau est utilisée pour nettoyer les stations (quais et mobilier) et certaines sections de la plateforme en revêtement minéralisé avec l'utilisation véhicule balaieuse.

4.4.5. Concept de sécurité

Le concept de sécurité pour l'exploitation est identique au concept de sécurité présent actuellement sur le réseau de tramway. Le dossier de sécurité, Dossier de Pré-Engagement (DPE) propre au tronçon sera élaboré durant les études APD et le Dossier Technique (DT) élaboré pendant la phase de réalisation seront soumis à l'Administration des Chemins de Fer (ACF) conformément à la Loi du 13 juin 2017 ayant pour objet la sécurité du tramway.

Une sortie de secours est aménagée en zone centrale du tunnel, à 222m de la trémie 'CHL' et à 355m de la trémie 'Stade'. Cette sortie permet l'évacuation des personnes jusqu'à la surface, par l'intermédiaire de 4 rampes d'escaliers et d'un SAS intermédiaire. Ce SAS a une double fonction de permettre la prise en charge des PMR par les services de secours lors de l'intervention et d'accueillir les équipements de sécurité et de lutte incendie nécessaire au CGDIS en cas d'intervention. D'éventuels autres équipements seront à prévoir en fonction des concertations avec CGDIS / ITM.

Diverses exigences liées au risque d'incendie sont à respecter en ce qui concerne les matériaux employés, les équipements et d'autres dispositions de conception. Le but étant de pouvoir évacuer et mettre en sécurité tous les passagers et membres du personnel, que ce soit dans un premier temps par l'auto-sauvetage et ensuite à l'aide de l'intervention des services de secours.

À l'égard de la réaction au feu, les différents matériaux utilisés doivent satisfaire les exigences liées à une classe spécifique, conformément à la décision 2000/147/CE de la Commission.

4.5. Arrêt de l'exploitation & démontage

Le document de screening/évaluation des incidences sur l'environnement (LUXPLAN, 2021) présente de manière détaillée le plan d'élimination des modules de tramway ainsi que les impacts environnementaux de la fermeture de la ligne de tramway. Les impacts des travaux de construction en cours pendant la fermeture ont été assimilés à ceux de la phase de construction pour l'achèvement du présent projet.

5. JUSTIFICATION DU PROJET ET VARIANTE ZÉRO

5.1. Justification du projet

Le passage du transport individuel motorisé (TIM) au transport public est un point de départ central pour la réduction des émissions de CO₂ et la promotion des transports en commun, qui sont nécessaires en raison de la croissance rapide du trafic au Grand-Duché. Outre les bus et les trains, le tramway joue un rôle important dans ce contexte. Il doit s'établir dans l'agglomération autour de la capitale et y jouer un rôle clé dans le transport des personnes.

Le réseau de tram doit être développé par étapes. Après l'achèvement du tronçon entre Luxexpo sur le Kirchberg et la Gare centrale en 2021, le réseau doit s'étendre successivement en direction des axes principaux.

Le tracé du tronçon qui va du centre-ville au Centre Hospitalier en passant par la route d'Arlon, puis qui repart en arc de cercle vers le Sud-Ouest, est un autre élément du concept d'extension.

La mise en œuvre d'un réseau de tram fait partie intégrante de la stratégie de Mobilité Durable (MoDu), qui remonte à 2012 et a été actualisée en mai 2018. Selon la MoDu, il est prévu de passer à "un système en réseau", "capable de répondre au fort développement polycentrique de la ville ainsi qu'aux besoins croissants de mobilité des centres de développement dans leur zone suburbaine".

Le Plan national de mobilité 2035 (PNM 2035, 2022) propose une approche globale pour faire face à une augmentation de la mobilité de 40% par rapport à 2017. Il met en œuvre les approches recommandées dans la stratégie pour une mobilité durable (MODU 2.0, 2018). L'extension du réseau de tram prévues dans le présent projet sont intégrées dans le PNM2035 en tant qu'objectifs.

Le Plan directeur Sectoriel Transports (PST) de 2018 donne un cadre juridique au MoDu. Le projet de tramway à examiner ici fait en grande partie, partie du PST et y figure en tant que projet 2.5 Ligne de tram entre la place de l'Etoile et l'intersection Route d'Arlon-Boulevard de Merl.

Pour le Plan de mobilité de la Ville de Luxembourg, le collège échevinal de la Ville de Luxembourg a décidé d'élaborer une stratégie de mobilité communale cohérente pour l'agglomération, en accord avec les directives du PNM2035. Les transports en commun sont d'ores et déjà le mode de transport le plus performant sur le territoire de la ville et l'extension du réseau de tramway ainsi qu'une optimisation de la liaison cyclable le long de la route d'Arlon répondent aux objectifs du plan de mobilité.

L'aménagement du présent tronçon contribuera en outre à améliorer la desserte des projets de densification adjacents en zone urbaine. Le CHL, la Place de l'étoile et le quartier résidentiel du stade bénéficient d'arrêts directs et d'un maillage de transports en commun à l'échelle de l'agglomération.

5.2. Variante zéro

Le terme "variante zéro" désigne la variante qui renonce totalement à la réalisation du projet, c'est-à-dire qui maintient le statu quo.

Le projet à examiner ici fait partie d'une planification globale plus vaste et cohérente. En théorie, il y aurait deux scénarios pour une variante zéro. D'une part, on peut considérer l'abandon total de la construction du réseau de tram comme une "grande" variante zéro, d'autre part, on peut se référer à l'abandon de la mise en œuvre du tronçon à examiner concrètement ici.

En raison du fait qu'une partie non négligeable du réseau de tramway est déjà réalisée et en service, seule la deuxième option d'une variante zéro est considérée ici.

En cas de non-réalisation du tronçon d'Arlon, l'objectif central de la planification globale, poursuivi par la mise en place du tram, ne serait pas atteint, du moins en partie. Le concept d'interception du trafic individuel motorisé dans les gares périphériques et les P&R ne pourrait pas être entièrement mis en œuvre.

Le fait de renoncer aux tronçons supplémentaires réduit la qualité de la desserte sur l'ensemble du réseau et donc l'attractivité du tram comme moyen de transport. Les effets négatifs liés à l'augmentation du trafic prévue dans l'agglomération (réduction de l'augmentation des niveaux de pollution de l'air, du bruit et des vibrations) ne pourraient pas être réduits dans la mesure souhaitée.

La réalisation des objectifs nationaux de la planification régionale et communale sera plus difficile :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre de 55% d'ici 2030 (base : 2005).
- Réduire la pollution liée aux transports en diminuant la répartition modale pour les trajets domicile-travail : TIM (conducteur seul) -46% ; TIM (plusieurs conducteurs) -19% ; TP -22%, vélo -4%, marche -9% (PNDD 2019 et MODU 2.0 2018) des émissions de gaz à effet de serre,
- Atteindre et garantir un niveau de qualité de l'air de haut niveau,
- Mieux coordonner le développement urbain et la mobilité durable

5.3. Examen des alternatives

5.3.1. Alternatives spatiales

La réalisation du tronçon Arlon fait partie intégrante du concept d'extension du réseau pour le tram. Le tracé est défini par le point de départ ou de correspondance, les destinations/arrêts que l'on souhaite desservir (zones à fort potentiel d'usagers) et le point d'arrivée. Dans les zones urbaines, on est tributaire des corridors existants. Ici, ce sont les rues les plus larges, et non les petites rues secondaires, qui sont susceptibles d'accueillir un tracé de tramway. Pour la desserte des arrêts, il n'existe pas d'alternatives spatiales. Les arrêts ont été optimisés en fonction des projets voisins, des points de croisement existants, de la fréquentation locale et de l'espace disponible, de sorte qu'aucun emplacement d'arrêt mieux adapté n'est attendu.

Etude de faisabilité sur le secteur Route d'Arlon

Dans le cadre de l'étude de faisabilité (Transamo), des variantes plus au Sud ont également été examinées. Celle-ci a été privilégiée en raison des exigences du PAG en matière de planification (protection des monuments historiques, interdiction de supprimer les structures vertes existantes) et du potentiel de la Route d'Arlon. De plus, l'étude a souligné le fort potentiel de densification de la Route d'Arlon, favorisé par la présence du tramway.

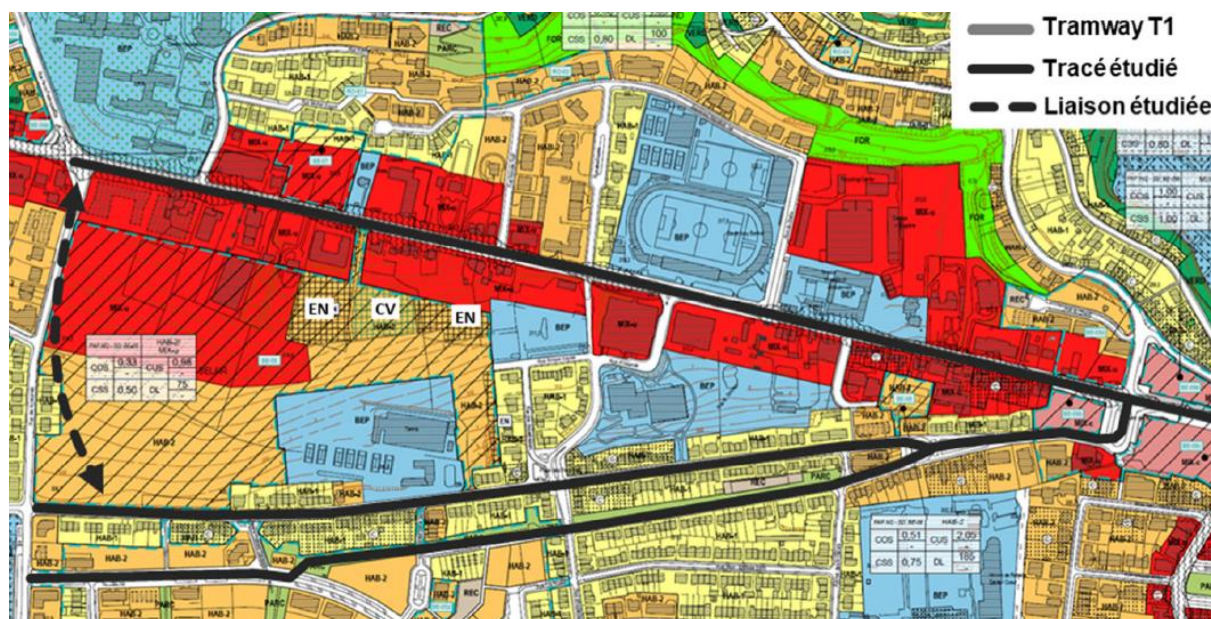


Figure 66 : Variantes alternatives de tracé Allée Léopold Goebel et Val Ste Croix. Source : étude de faisabilité Transamo 2021

La variante mixte, qui prévoit le passage du tramway en sous-sol, constitue une approche judicieuse pour atténuer l'impact sur l'état actuel de la route tout en préservant l'intégrité d'une majorité de parcelles résidentielles privées. Cette solution permet également de maintenir un alignement d'arbres des deux côtés de la rue et de créer un espace public cohérent et fonctionnel de façade à façade.

Dans ce cadre, les aménagements prévus offriront des espaces de circulation optimisés pour tous les usagers, avec des trottoirs larges et accessibles, ainsi qu'une piste cyclable bidirectionnelle continue. En mettant l'accent sur la mobilité douce, cette variante favorisera un changement vers des modes de transport alternatifs, réduisant ainsi la dépendance à l'égard des véhicules motorisés.

En créant un environnement attrayant et sûr, cette approche incitera les citoyens à adopter des modes de déplacement doux. Non seulement cela leur permettra de réaliser des trajets plus rapides et agréables, mais cela contribuera également à la réduction des impacts environnementaux liés aux transports traditionnels. Ce projet représente ainsi une avancée significative vers une ville plus durable

5.3.2. Alternatives techniques

L'étude de faisabilité de Transamo a fait ressortir qu'un tracé en souterrain serait à privilégier sur la route d'Arlon en raison de la largeur disponible d'espace public. Cependant à la suite de l'étude de faisabilité, des études d'avant-projet sommaire (APS) ont été réalisées dans un premier temps avec la variante en tranchée couverte (tunnel) sur la route d'Arlon puis une deuxième étude APS a été réalisée avec la variante entièrement en surface.

La variante mixte, qui prévoit le passage du tramway en sous-sol, constitue une approche judicieuse pour atténuer l'impact sur l'état actuel de la route tout en préservant l'intégrité d'une majorité de parcelles résidentielles privées. Cette solution permet également de maintenir un alignement d'arbres des deux côtés de la rue et de créer un espace public cohérent et fonctionnel de façade à façade.

Dans ce cadre, les aménagements prévus offriront des espaces de circulation optimisés pour tous les usagers, avec des trottoirs larges et accessibles, ainsi qu'une piste cyclable bidirectionnelle continue. En mettant l'accent sur la mobilité douce, cette variante favorisera un changement vers des modes de transport alternatifs, réduisant ainsi la dépendance à l'égard des véhicules motorisés.

En créant un environnement attrayant et sûr, cette approche incitera les citoyens à adopter des modes de déplacement doux. Non seulement cela leur permettra de réaliser des trajets plus rapides et agréables, mais cela contribuera également à la réduction des impacts environnementaux liés aux transports traditionnels. Ce projet représente ainsi une avancée significative vers une ville plus durable

Ainsi la variante appelé variante mixte, présentée dans ce rapport, allie les avantages des 2 première variantes étudiées.

6. PRÉSENTATION DU CADRE DE L'ÉTUDE

Les principaux messages du dossier de screening/scoping (LUXPLAN, 2021) ainsi que l'avis correspondant du MECDD et des autres autorités sont repris ci-dessous. Les avis ont été envoyés à Luxtram le 14 mars 2022 (voir annexe 2). Il est à noter que le dossier screening/scoping ainsi que les avis repris ci-dessous reprenaient la réalisation de deux tronçons : tronçon Centre-Ville (Avenue Porte Neuve – Boulevard Royal) et le tronçon Route d'Arlon avec la variante tunnel. Le présent dossier EIE ne traite que le secteur Route d'Arlon avec une partie d'insertion du tramway en surface et une partie d'insertion du tramway en souterrain.

Outre des déclarations générales, les remarques suivantes ont été formulées pour les différents biens à protéger :

6.1. Patrimoine à protéger : population et santé humaine

6.1.1. Déclarations du document de screening/scoping

Le document de screening indiquait qu'il fallait s'attendre à des effets significatifs sur le bien protégé, mais qu'il n'était pas possible d'évaluer le projet de manière définitive en raison du manque d'informations.

⇒ Atteinte significative attendue sur le bien protégé « Homme »

Aucune évaluation précise ne peut être faite actuellement car aucune étude vibratoire, acoustique et de trafic ne sont disponibles. Les travaux d'aménagement pourront avoir un impact sur le trafic et entraîner des nuisances sonores de manière ponctuelle

Il a été recommandé de réaliser des études techniques sur les vibrations, le bruit et la circulation. En outre, il a été noté que la phase de construction peut également entraîner des perturbations du trafic et des nuisances sonores ponctuelles.

6.1.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

La demande d'études sur le bruit, les vibrations et le trafic a été confirmée par les différents avis. La Ville de Luxembourg a fait remarquer que le conseiller en environnement de la Ville devrait être impliqué dans ce processus. Le ministère de la Santé et le MECDD demandent également une étude sur le bruit et les vibrations. Le MECDD demande une étude de circulation.

En outre, tant la ville que le MECDD exigent un concept d'éclairage contenant entre autres des mesures de réduction de la pollution lumineuse. Le conseiller municipal en matière d'environnement doit être impliqué dans ce processus.

6.2. Patrimoine à protéger : plantes, animaux et biodiversité

6.2.1. Déclarations du document de screening/scoping

Le document de screening indique qu'il faut s'attendre à des impacts significatifs sur le patrimoine protégé et qu'une analyse du cycle de vie doit être réalisée (soit au cours de l'EIE, soit lors de la demande d'autorisation de protection de la nature) afin d'évaluer l'impact sur la flore, la faune et la biodiversité, et qu'en cas d'abattage d'arbres, ceux-ci doivent être examinés afin de déterminer s'ils peuvent servir de gîte pour les chauves-souris.

En résumé, il est nécessaire de réaliser un bilan écologique sommaire dans le rapport EIE afin d'estimer l'impact sur la faune, flore et la biodiversité. Si ces aspects sont traités, l'impact du tramway devrait être moindre.

⇒ **Atteinte significative attendue sur le bien protégé « Plantes, animaux, biodiversité »**

Nécessité de réaliser bilan écologique sommaire (rapport EIE ou demande d'autorisation nature) et d'identifier si les arbres impactés sont occupés par des chauves-souris. Si cet aspect est traité, impact du tramway atténué.

6.2.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

L'exigence d'une analyse du cycle de vie est confirmée par la Ville de Luxembourg, l'ANF et le MECDD. La Ville de Luxembourg indique qu'elle ne souhaite pas prendre en charge les compensations.

L'examen des arbres potentiellement gîtes pour la présence de chauves-souris est également mentionné à plusieurs reprises. ANF veut en plus un plan de situation précis avec tous les arbres à abattre.

Le MECDD demande que les mesures CEF (art. 21) éventuellement nécessaires soient décrites qualitativement et quantitativement et que leur emplacement et leur faisabilité soient étudiés.

6.3. Bien à protéger : eau

6.3.1. Déclarations du document de screening/scoping

Selon le screening, le bien à protéger Eau ne devrait pas être affecté de manière significative.

→ **Aucune atteinte significative du bien protégé « eau » n'est attendue**

Pas d'impact significatif si toutes les mesures préventives sont prises.

6.3.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

L'AGE exige un concept de drainage, une étude géotechnique, la preuve que le niveau de la nappe phréatique se situe à 40 m comme décrit dans le screening, une représentation schématique du drainage du tracé ferroviaire, une représentation schématique du raccordement à la canalisation, des coupes avec indication de la profondeur et la preuve de l'utilisation d'huiles biodégradables.

Le MECDD demande également des informations sur la consommation d'eau pour le nettoyage et l'arrosage. La Ville de Luxembourg souhaite s'assurer que l'irrigation fonctionne via le réseau d'eau existant, sans qu'il soit nécessaire de poser de nouvelles conduites d'eau.

Le MECDD demande une description de la sensibilité du projet aux fortes pluies.

6.4. Bien à protéger : le sol

6.4.1. Déclarations du document de screening/scoping

Le document de screening indique qu'il faut s'attendre à des effets significatifs sur le sol, en particulier pendant la phase de construction. Des mesures préventives doivent être prévues.

⇒ **Atteinte significative sur le bien protégé « sol »**

Impact prévisible sur le bien protégé, notamment en phase chantier (tranchées couvertes). Nécessité de mettre en place des mesures préventive matérielles et organisationnelles.

En outre, il est prévu de fournir des informations supplémentaires sur les déblais, la nécessité de disposer de surfaces de stockage dans la zone de chantier, l'impact sur les sites contaminés ou suspectés de l'être, ainsi que sur la désimperméabilisation et la réimperméabilisation, et d'évaluer ces informations dans l'EIE.

6.4.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

Des informations supplémentaires sur les terres excavées et les autres déchets sont demandées par le MECDD et par l'AEV et la ville de Luxembourg. La Ville de Luxembourg fait remarquer qu'il faut éviter de disperser des restes de plantes invasives. AGE demande une étude géotechnique (voir également le bien à protéger : Eau).

6.5. Bien à protéger : le paysage

6.5.1. Déclarations du document de screening/scoping

Selon le screening, aucun impact significatif n'est attendu sur le bien à protéger qu'est le paysage.

➔ **Aucun impact significatif sur le paysage**

Impact neutre sur le paysage.

L'EIE n'aborde pas de thèmes supplémentaires concernant le bien à protéger qu'est le paysage.

6.5.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

L'avis du MECDD demande un concept d'intégration paysagère avec des illustrations et des coupes. Il est également demandé un concept de végétalisation avec un maximum de haies indigènes et d'arbres

adaptés au site. Pour le secteur du CHL, des solutions de remplacement doivent être présentées, avec moins d'arbres et de haies à détruire.

6.6. Bien à protéger : L'air et le climat

6.6.1. Déclarations du document de screening/scoping

En ce qui concerne le climat et l'air, le screening prévoit un léger impact sur le climat local et un effet positif sur le climat global.

→ **Aucune atteinte significative attendue**

Faible impact prévisible sur le climat local. Impact positif sur le climat global.

L'EIE doit décrire dans quelle mesure l'extension du tramway, en tant que mesure du PST et du plan de qualité de l'air, et la promotion des transports en commun, tout en réduisant le trafic motorisé individuel, ont des effets positifs à long terme sur le climat.

Parallèlement, il s'agit de mettre en évidence les éventuelles dégradations de la qualité de l'air dues aux changements de circulation et/ou aux embouteillages pendant la phase de construction et/ou d'exploitation.

6.6.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

Le MECB demande que le rapport d'EIE aborde la question de la sensibilité du projet au changement climatique : fortes pluies, vagues de chaleur et tempêtes. En ce qui concerne la compatibilité climatique, des informations détaillées sur les besoins énergétiques doivent également être fournies et il est recommandé d'utiliser de préférence des énergies renouvelables. Le rapport d'EIE doit également mettre en évidence les avantages d'un tracé végétalisé et apporter des mesures supplémentaires pour contribuer au climat de la ville.

6.7. Patrimoine culturel et matériel à protéger

6.7.1. Déclarations du document de screening/scoping

Le screening demande de se coordonner avec le CNRA afin d'éviter les atteintes au bien protégé.

→ **Atteinte significative potentielle sur les biens culturels et matériels**

Le CNRA doit être contacté afin d'évaluer l'impact sur le patrimoine archéologique.

Une concertation avec le CNRA a déjà eu lieu. En outre, il est prévu de déterminer dans l'EIE si des bâtiments et des ensembles classés monuments historiques sont éventuellement concernés et d'obtenir des informations sur la stabilité des bâtiments éventuellement concernés à partir de l'étude des vibrations.

6.7.2. Avis des autorités sur le document de screening/scoping

Un avis séparé du CNRA ne faisait pas partie de l'avis du 14.03.22. Le CNRA a toutefois émis des avis séparés au cours de la procédure de screening/scoping et lors d'autres réunions (voir annexe 3).

7. ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT

Comme le prévoit la loi sur l'EIE, on procède d'abord à une analyse de l'état des lieux dans la zone d'étude pour chaque bien à protéger, sur la base de laquelle on établit un pronostic des effets du projet à examiner en termes d'atteintes possibles aux différents biens à protéger (voir chapitre 1.3 Méthodologie).

Les exigences relatives au contenu et à la méthodologie de l'EIE sont régies par la loi sur l'EIE (*Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2003* relatif à l'évaluation des incidences sur l'environnement de certains projets publics et privés). La méthodologie utilisée dans le rapport d'EIE s'inspire de ce texte.

Tout d'abord, afin d'évaluer les effets directs et indirects du projet, l'état actuel de chaque bien à protéger dans la zone d'étude est décrit. Ensuite, les effets potentiels du projet sur les différents biens à protéger sont évalués. Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation prévues doivent également être prises en compte.

En principe, tous les changements négatifs peuvent être considérés comme des atteintes à l'environnement. L'évaluation doit toutefois se baser sur des critères permettant de déterminer si l'impact est effectivement "significatif" ou non.

On distingue en principe les atteintes très faibles (également neutres ou positives), faibles, moyennes, élevées et très élevées. Les impacts très faibles, faibles et moyens sont considérés comme non significatifs, les impacts élevés et très élevés sont considérés comme significatifs.

Chaque modification du bien protégé liée au projet peut être décrite par le degré de changement de valeur (intensité), la durée de l'impact (temps) et l'étendue spatiale (espace).

Un impact est important lorsqu'il est d'une intensité au moins élevée, par exemple lorsque les valeurs limites légales sont dépassées. Une distinction est également faite entre les effets limités dans le temps, par exemple les nuisances dues à la construction, qui ne se produisent que pendant la phase de construction, sont plutôt considérées comme non significatives, alors que les effets permanents, comme les gaz d'échappement d'une usine liés à la production, peuvent être significatifs. De même, dans les cas où l'effet n'est que ponctuel, il peut être considéré comme non significatif, alors qu'une modification de même intensité affectant un grand espace est significative.

L'objectif de l'EIE n'est pas seulement de fournir une évaluation pure et simple du projet à évaluer, mais aussi de mettre en évidence les mesures qui contribuent à réduire les impacts, de manière à obtenir une compatibilité relative du projet avec l'environnement. En outre, il est possible de définir d'autres mesures qui contribuent à améliorer le projet du point de vue environnemental, c'est-à-dire à le rendre plus acceptable. De plus, le présent rapport d'EIE est utilisé pour comparer les impacts environnementaux attendus des différentes variantes du projet, ce qui constitue une base de décision pour les organes et autorités compétents.

7.1. Bien à protéger : population et santé humaine

Pour ce bien à protéger, la santé et le bien-être de l'homme sont au premier plan. Les effets d'un projet à évaluer peuvent être directs ou indirects. Dans le cadre de l'EIE, les effets suivants du projet doivent être analysés et évalués en priorité en ce qui concerne le bien à protéger "homme" :

- effets sociaux et naturels, par ex. sur l'environnement résidentiel et la qualité des loisirs de proximité, augmentation et diminution du trafic
- effets physiques, par ex. champs électriques et magnétiques, bruit, vibrations
- effets chimiques, par ex. émissions/polluants dans le sol, l'eau, l'air
- accidents et risques

7.1.1. Description de la situation existante

7.1.1.1. Situation existante

Le long du tracé, il existe un éventail très varié de fonctions (voir également le chapitre 2.2 PAG). Sont notamment concernés une maison de retraite (CIPA am Park Elisabeth), des établissements de santé (clinique CHL) et des cabinets médicaux, des administrations et autres établissements administratifs, des banques et des bureaux, des commerces de détail et d'alimentation (Delhaize, Batiself Strassen), des établissements scolaires et sportifs (Stade Josy Barthel).

Dans de nombreux bâtiments à plusieurs étages, les étages supérieurs servent souvent d'habitation. Le long de la route d'Arlon, on trouve également plusieurs bâtiments exclusivement résidentiels.

7.1.1.2. Charge de trafic

Le tracé du tramway traverse en partie des zones densément peuplées dans l'espace urbain, où la charge de base est déjà élevée, surtout en raison du trafic routier. Dans la zone plus large de l'agglomération, il y a une forte charge de trafic où, surtout aux heures de pointe le matin et le soir, il y a des goulots d'étranglement de capacité et des niveaux de charge élevés sur les routes principales d'entrée (IVL 2004).

Selon l'IVL (2004), près de la moitié (41 %) de tous les trajets de personnes (y compris le trafic trans-frontalier) commence ou se termine à Luxembourg-Ville. Ces chiffres ne sont guère surprenants étant donné que 44 % de tous les emplois, mais seulement 18 % de la population sont enregistrés à Luxembourg-Ville (IVL 2004). Aux heures de pointe, environ 16.000 véhicules ont afflué vers le centre-ville en 2014 (cf. PAG projet VdL 2016).

Les voitures constituent une grande partie du trafic routier à Luxembourg-Ville (59 %). La part des piétons dans la répartition modale (25 %) est plus élevée que celle des transports en commun (16 %) (IVL 2004). Cette répartition reflète également le choix du mode de transport dans l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg.

Outre la part importante de la voiture dans le trafic routier de la Ville de Luxembourg, les lignes de bus intra-urbaines (AVL) et régionales (RGTR) contribuent également au volume de trafic.

En ce qui concerne le réseau AVL, différents bus sont présents le long du tracé sur la route d'Arlon. On retrouve la liste suivante :

Tableau 6 : Nombre de bus dans la zone du projet, Source : Plan interactif www.vdl.lu

Secteur	Nombre de lignes	Numéro des lignes
Place de l'Etoile	7 lignes	8, 11, 12, 16, 21, 22, 31
Route d'Arlon	3 lignes	11, 16, 22
Rue Pierre Federspiel	3 lignes	13, 22, 24

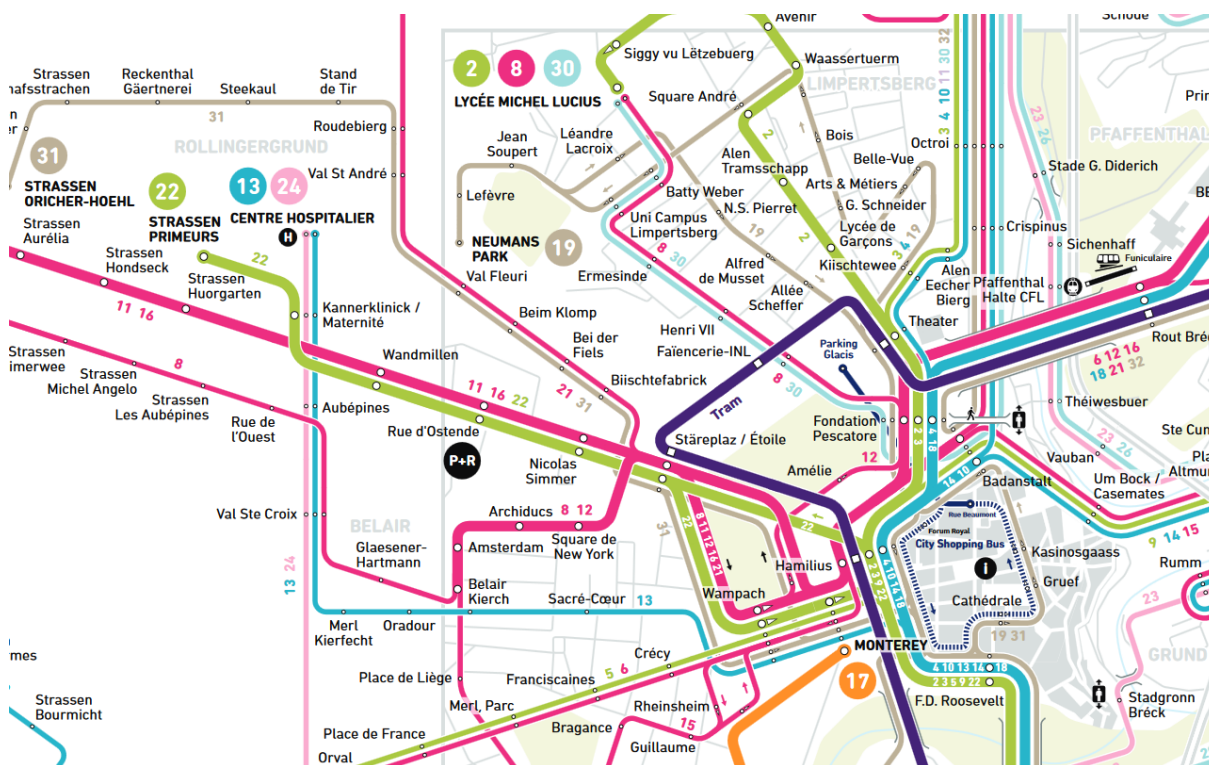


Figure 67 : Extrait du plan du réseau AVL, septembre 2022. Source : www.vdl.lu

Tableau 7 : Nombre de bus dans la zone du projet, Source : Carte interactive du nouveau réseau RGTR planifié au 17.07.2022

Secteur	Nombre de lignes	Numéro des lignes
Place de l'Etoile	14 lignes	801, 802, 811, 812, 821, 822, 823, 824, 901, 902, 903, 904, 911, 921
Route d'Arlon	9 lignes	801, 802, 811, 812, 821, 822, 823, 824, 904
Rue Pierre Federspiel	0 ligne	/



Le potentiel de desserte a été examiné lors de l'étude de faisabilité menée par TRANSAMO (2021). En projetant les données à l'horizon 2035, on retrouve un potentiel de desserte élevé pour les habitants et employés situés dans un rayon de 300m autour des stations. En effet, sur la Route d'Arlon, la perspective pour les stations Wunnquartier Stade et PE CHL est de 4 590 habitants et emplois pour 2035.

101

7.1.1.3. Réseau de pistes cyclables

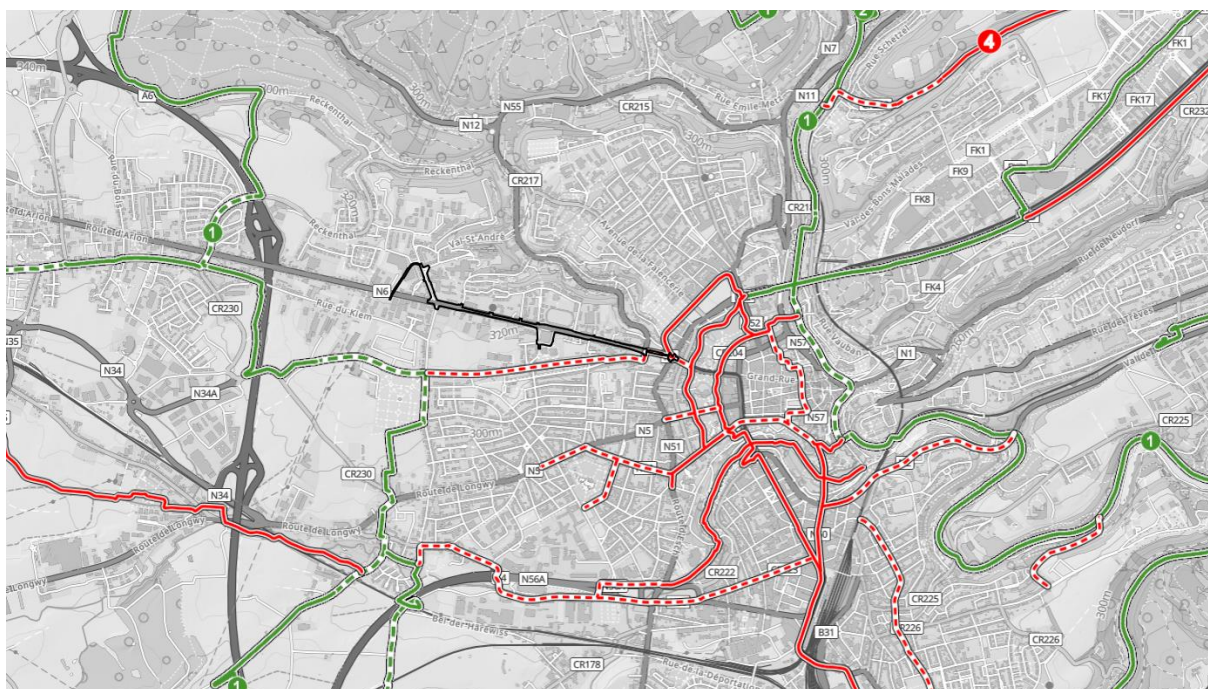


Figure 69. Pistes cyclables nationales (en vert) et régionales (en rouge) à proximité de la zone d'étude (en noir). Source : www.geoportal.lu

Le réseau de pistes cyclables sur le territoire de la Ville de Luxembourg se concentre sur la zone le long de l'Alzette ainsi que sur les zones périphériques aux passages vers les zones forestières utilisées pour les loisirs et la détente, c'est-à-dire au Nord-est du Kirchberg en direction du Grünwald, au Nord-Ouest en direction de Bambësch et Strassen et au Sud en direction de Kockelscheuer et de là vers Bettembourg (en projet). Les liaisons transversales à grande échelle à l'intérieur de la commune dans le sens Est-Ouest font défaut. La planification du projet prend en compte le développement du trafic cycliste le long de la Route d'Arlon, ainsi cette situation projetée améliore la situation existante.

7.1.1.4. Nuisances sonores

Le bruit est l'un des principaux facteurs de pollution de l'environnement liés à la civilisation et réduit considérablement la qualité de vie de l'homme. Outre les entreprises industrielles et commerciales, le principal responsable du bruit est le bruit de la circulation. Les véhicules à moteur, les chemins de fer et les avions contribuent à la production de bruit. Des niveaux de bruit élevés ne provoquent pas seulement des perturbations et des nuisances directes, ils peuvent aussi favoriser indirectement des risques pour la santé (troubles du sommeil, maux de tête, manque de plaisir, problèmes cardio-vasculaires, agressivité ainsi que diminution des performances physiques et mentales, etc.)

Les plans d'action contre le bruit et les cartes de bruit pour les routes, les voies ferrées et le trafic aérien au Luxembourg, établis dans le cadre de la directive sur le bruit ambiant (ULR), sont disponibles sous forme numérique (<http://www.geoportail.lu>). A l'aide de différents indicateurs comparables au niveau international, des valeurs limites et cibles ainsi que des catégories d'exposition au bruit y sont localisées, dans lesquelles l'exposition au bruit est forte, moyenne ou faible. Les zones ainsi identifiées doivent à leur tour être prises en compte dans la planification des types d'utilisation compatibles et des mesures

de réduction du bruit éventuellement nécessaires pour protéger la santé des habitants et garantir une qualité de vie élevée.

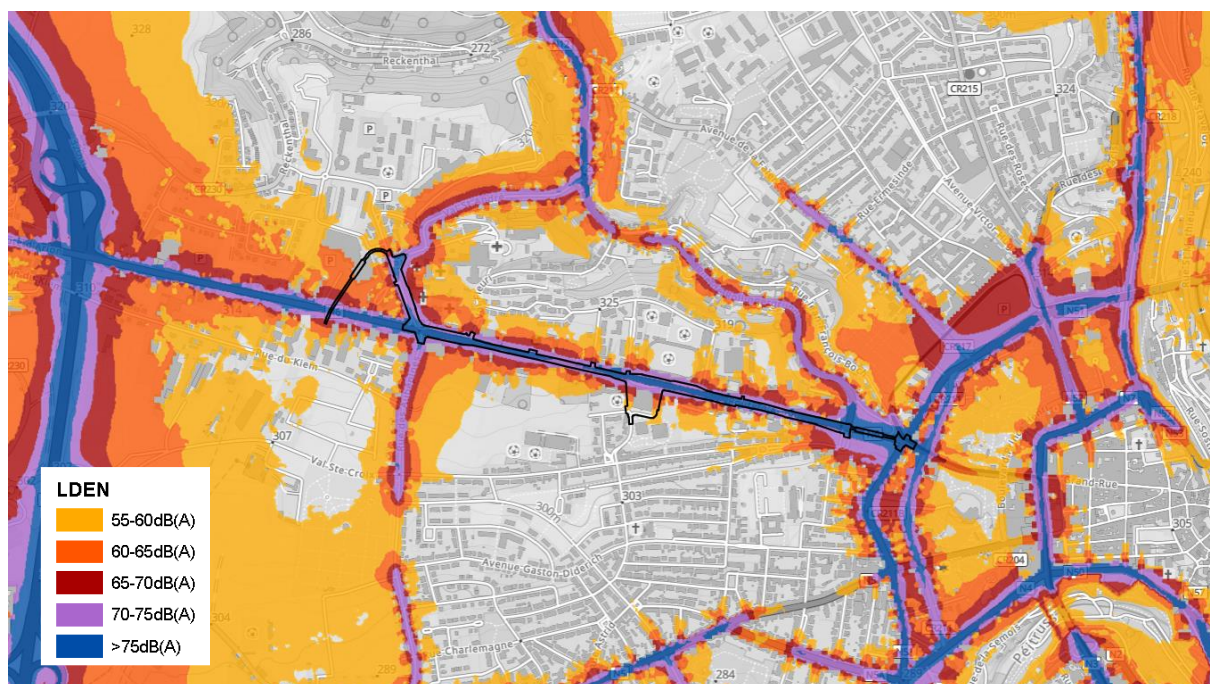


Figure 70 : Immissions sonores le long des grands axes routiers : valeur 24 h / Lden 2021. Source : www.geoportail.lu

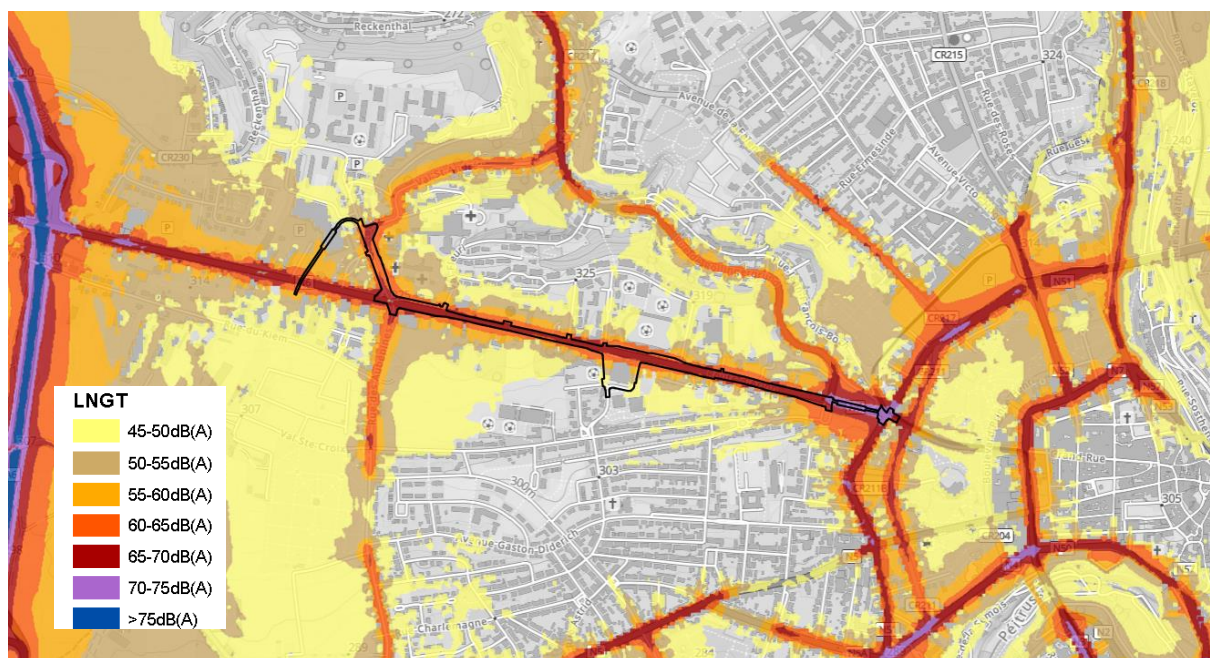


Figure 71 : Immissions de bruit le long des grands axes routiers : valeur nocturne/LNGT 2021. Source : www.geoportail.lu

Le jour, des valeurs sonores de plus de 75 dB(A) sont atteintes le long du tracé prévu pour le tram, et la nuit, elles dépassent encore parfois 65 dB(A).

7.1.1.5. Munitions de la Seconde Guerre mondiale dans la zone d'étude

Il n'existe pas d'informations détaillées sur la présence de munitions de la Seconde Guerre mondiale dans la zone d'étude. Avant de commencer les travaux de construction, il convient de se renseigner auprès du Service de Déminage de l'Armée Luxembourgeoise (SEDAL). En règle générale, les mesures de précaution suivantes sont recommandées pour éviter les risques :

Avant le début des travaux, les collaborateurs des entreprises chargées de la construction devraient être formés par un expert du SEDAL à la reconnaissance et à la manipulation correcte des munitions explosives (par exemple dans le cadre d'une réunion de sécurité). Après avoir retiré les couches supérieures (asphalte, béton), les experts SEDAL devraient examiner des zones par sections. Si des engins explosifs sont découverts à cette occasion, ils seront désamorçés et éliminés par SEDAL.

7.1.1.6. Entreprises à risque potentiel élevé (entreprises SEVESO)

La directive SEVESO (du nom de la ville italienne de Seveso, où un accident de dioxine a eu lieu en 1976), identifie les établissements présentant des risques particuliers liés à certaines activités industrielles dangereuses et impose des mesures pour gérer ces risques.

Plusieurs établissements présentant un potentiel de risque accru, appelés établissements SEVESO, se trouvent à une distance de 1,8 à 2 km du projet. Il s'agit de dépôts de carburant de différentes entreprises.

Tableau 8 : Exploitations présentant un potentiel de risque

Exploitant	Adresse	Classification des risques
EG Retail (Luxembourg) S.A R.L	bei der Härewiss, L-1141 Luxembourg	faible
Esso Luxembourg S.A R.L.	rue de l'Industrie, L-8069 Bertrange	faible
Kuwait Petroleum (Luxembourg) S.A.	rue de l'Industrie, L-8069 Bertrange	haut
Shell Luxembourgeoise S.A R.L.	rue de l'Industrie, L-8069 Bertrange	haut



Figure 72: Exploitations présentant un potentiel de risque accru, en bleu les sites à risque faible et en rouge les sites avec un risque élevé. Source : www.geoportail.lu

7.1.1.7. Installations IED

Il s'agit d'établissements à émissions industrielles (IED) qui ont un impact potentiel sur l'environnement. Ces établissements sont soumis à la directive européenne sur les émissions industrielles (IE-RL 2010/75/UE) et doivent obtenir une autorisation spéciale.

La seule installation classée IED se trouvant dans un rayon de 5 km autour de la zone du projet est située à environ 2,6 km du tracé. Il s'agit des installations d'incinération de Luxenergie S.A. au 23 avenue J.F. Kennedy à Kirchberg.

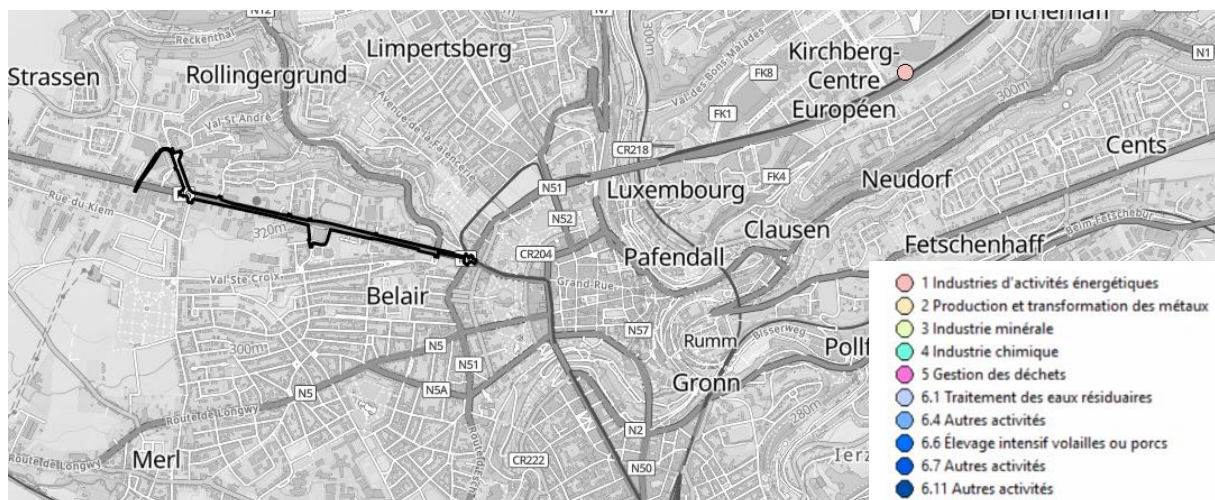


Figure 73 : Exploitations présentant un potentiel de risque accru selon la directive SEVESO. Source : www.geoportail.lu

7.1.1.8. Champs électriques et magnétiques

Les champs électriques et magnétiques sont générés par des charges électriques ou par leur déplacement à travers un conducteur. Dans l'environnement direct de l'homme, ce sont le plus souvent les appareils électriques quotidiens, ménagers et de communication qui émettent des champs électriques et magnétiques. Les lignes à haute tension, qui se trouvent généralement à une distance suffisante des habitations, et les stations de téléphonie mobile, qui présentent une forte densité dans la zone urbaine de Luxembourg, constituent d'autres sources.

L'intensité des champs électromagnétiques diminue à chaque mètre de distance par rapport à la station de téléphonie mobile, mais ils représentent néanmoins une certaine nuisance existante par rapport au projet de tramway à examiner ici. L'illustration suivante montre les installations de téléphonie mobile existantes dans la zone d'étude du projet de tramway.

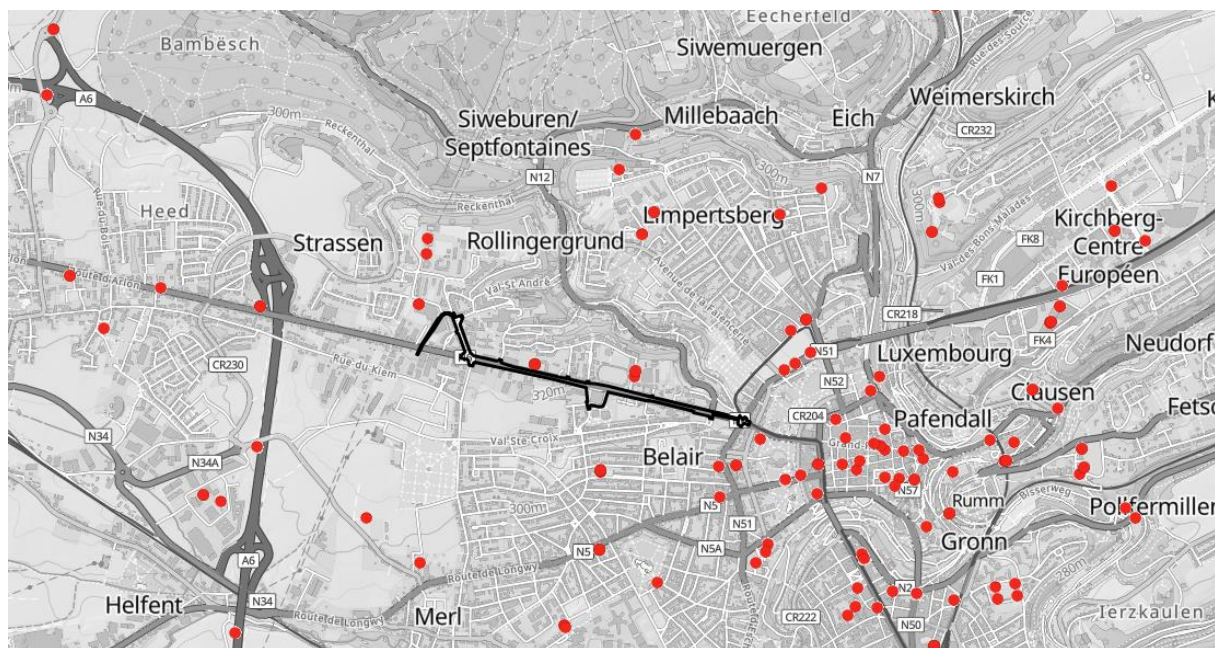


Figure 74: Installations de téléphonie mobile (en rouge) dans la zone d'étude (en noir). Source : www.geoportail.lu, 2024.

7.1.1.9. Entreprises/établissements classés selon Commodo/Incommodo

Certains équipements, installations et établissements peuvent être considérés comme dangereux pour l'environnement et les personnes en raison de leurs caractéristiques et de leurs activités.

Ces établissements dits "classés" comprennent les établissements susceptibles de provoquer des pollutions, d'incommoder ou de nuire gravement à leur environnement/voisinage et au public, ou de porter atteinte à la sécurité du public, du voisinage ou du personnel des établissements et/ou à la santé et à la sécurité des travailleurs sur le lieu de travail.

Ces établissements doivent disposer d'une autorisation d'exploitation définissant des conditions d'exploitation fixées spécifiquement pour cet établissement par l'administration de l'environnement et l'ITM, notamment en ce qui concerne les risques d'incendie et d'explosion, la pollution atmosphérique, le bruit et les odeurs.

La plupart des établissements classés susceptibles de présenter un risque pour l'environnement et les personnes sont situés dans des zones industrielles. Les zones adjacentes à la route d'Arlon sont principalement caractérisées par une utilisation mixte, où l'habitat, le commerce et les services prédominent. Les établissements classés à risque potentiel ne se retrouvent pas à proximité de l'extension tramway.

7.1.2. Prévision de l'impact

Pour le bien à protéger qu'est l'homme, on distingue les effets liés à la construction, aux installations et à l'exploitation. Sont traités comme impacts liés à la construction les impacts qui sont terminés après la fin de la phase de construction. Les impacts liés aux installations et aux exploitations sont considérés ensemble.

7.1.2.1. Effets liés à la construction

Pendant la phase de construction, les engins de chantier peuvent générer du bruit et des vibrations, mais aussi des émissions de poussière, d'odeurs et de lumière. En outre, certains risques d'accident liés à la proximité de la route, régulièrement utilisée par des personnes, nécessitent une sécurisation du chantier. En outre, il faut s'attendre à des restrictions d'utilisation, par exemple, pendant la phase de construction, la circulation fluide et les possibilités de traverser pour les piétons et les cyclistes peuvent être perturbées. La phase de construction est toutefois limitée dans le temps et les perturbations qui en découlent ne sont donc que temporaires.

Bruit de chantier et vibrations

Les machines et les opérations utilisées sur les chantiers peuvent générer du bruit et des vibrations. De telles émissions se produisent presque toujours, indépendamment du type de chantier, par exemple aussi lors de la construction d'une maison ou d'autres travaux sur la route, par exemple la construction d'un canal. Un chantier ne peut pas se dérouler entièrement sans ces effets secondaires indésirables. Le bruit des travaux peut, surtout s'il dure longtemps, nuire à la qualité de vie des riverains. Les effets nocifs sur l'environnement qui peuvent être évités selon l'état de la technique doivent toutefois être empêchés et les effets nocifs inévitables sur l'environnement doivent être limités au maximum. Les entreprises de construction mandatées ne doivent utiliser que des machines qui respectent les valeurs de bruit prescrites.

Les travaux seront effectués en parallèle à plusieurs endroits. Les travaux le samedi doivent être réduits au minimum, uniquement en cas de besoin. Il est prévu d'effectuer les travaux particulièrement bruyants le plus possible entre 7h00 et 17h00 et de rester en générale dans le cadre légal des travaux de jour entre 7h00 et 22h00. En raison de l'importance du trafic, notamment dans la route d'Arlon, il peut s'avérer nécessaire, de manière ponctuelle et temporairement limitée, d'effectuer des travaux en dehors des heures de pointe, entre 17h00 et 22h00.

En règle générale, les travaux de nuit ne sont pas prévus hormis certaines étapes de travaux, comme le raccordement au réseau ferroviaire à la ligne tramway existante, qui doivent être réalisées en dehors des heures de fonctionnement du tramway et d'une forte affluence et donc pendant la phase nocturne, c'est-à-dire entre 22h00 et 07h00. Ces phases de travaux sont limitées dans le temps et dans l'espace.

Le phasage des travaux permet de limiter les nuisances à des tronçons limités dans le temps.

Une étude sur le bruit et les vibrations (voir annexe 5) a été réalisée par le bureau A-tech pour les phases de construction et d'exploitation du projet. L'étude a conclu que des nuisances sonores importantes ne pouvaient être exclues pour l'environnement direct pendant la phase de construction.

En exploitant au mieux toutes les possibilités techniques, comme par exemple l'utilisation de machines très peu bruyantes, et en adaptant en outre les heures d'utilisation des machines les plus bruyantes, en particulier les machines utilisées pour les forages, la protection des zones de travail pour les forages par des écrans antibruit mobiles ayant un effet de réduction d'au moins 25 dB(A). On peut partir du principe, selon cette étude, que le niveau de bruit respecte les valeurs indicatives légales.

Si les délais de construction sont respectés et s'il est garanti qu'une preuve de l'admissibilité des machines utilisées en ce qui concerne le bruit et les vibrations est disponible, aucun impact significatif n'est à prévoir pendant la phase de construction.

En tenant compte des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu en raison du bruit de la construction.

L'étude a en outre conclu que des nuisances importantes dues aux vibrations pouvaient survenir dans l'environnement direct pendant la phase de construction. Comme les engins de chantier utilisés pour l'exécution des travaux ne peuvent pas travailler sans fortes vibrations, un dépassement des valeurs indicatives légales de 1mm/sec ne peut pas être exclu. Dans l'étude, il existe une série de mesures (voir chapitre 7.1.3) qui permettent de surveiller et de réduire dans une certaine mesure les nuisances, ainsi que des mesures visant à améliorer l'acceptation. Compte tenu de ces mesures, ainsi que des effets temporaires et des phases de construction, aucun impact significatif n'est attendu dans l'ensemble.

Émissions de poussières

Le terme "poussière" n'a pas de définition scientifique précise ; il désigne généralement des substances solides réduites en poudre ou en fines particules. La dangerosité des poussières dépend d'une part du type de poussière et d'autre part de la taille des particules. En général, les poussières les plus dangereuses sont celles qui contiennent de très petites particules invisibles à l'œil nu. Ces types de particules sont si petites qu'elles peuvent être inhalées, mais en même temps si grandes qu'elles restent enfermées dans les tissus pulmonaires et ne peuvent pas être expirées.

Les poussières produites lors des travaux de terrassement ne sont généralement pas nocives pour la santé, mais elles constituent néanmoins une gêne pour les riverains et les passants.

La production de poussière peut être largement contenue par des mesures telles que le mouillage des sols très secs en été, de sorte qu'aucune nuisance importante n'est à prévoir pendant la phase de construction. En outre, il est prévu de phaser les travaux de construction afin de limiter les nuisances à des tronçons échelonnés dans le temps.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

Sécurité

Pour garantir la sécurité sur les chantiers, il existe des dispositions légales qui doivent être respectées. Ces réglementations comprennent la protection du travail, que l'employeur doit respecter vis-à-vis de ses employés, les prescriptions relatives à l'utilisation des machines, qui s'adressent aux employés, ainsi que les réglementations particulières qui découlent des exigences spécifiques du chantier.

Les propriétaires d'entreprises, c'est-à-dire les employeurs, sont responsables du respect des règles de sécurité et de santé au travail de leurs employés. Sur le chantier lui-même, les ingénieurs, le chef de chantier, le maître d'ouvrage, le coordinateur ainsi que les entrepreneurs et leurs spécialistes de la sécurité sont responsables de la sécurité au travail. La surveillance des chantiers et le respect des règles légales incombent à l'Inspection du Travail et des Mines (ITM).

Un plan général de sécurité et de protection de la santé doit être établi et présenté à l'ITM dès la phase de planification de l'autorisation d'exécution du projet de construction. Ce plan doit être pris en compte par toutes les entreprises concernées et doit être présent sur le chantier pendant toute la durée des travaux. Il doit être adapté en permanence aux nouvelles circonstances au fur et à mesure de l'évolution du projet de construction.

Pour surveiller toutes les dispositions légales, l'entreprise de construction peut désigner un coordinateur de sécurité ou faire appel à une entreprise externe qui se chargera de cette tâche. Un responsable de la sécurité externe et indépendant a l'avantage de pouvoir mieux coordonner les questions de sécurité entre les différentes entreprises impliquées dans les travaux.

Les tâches d'un tel responsable de la sécurité comprennent également la surveillance de la sécurité des chantiers vers l'extérieur, c'est-à-dire les barrières, les restrictions d'accès, etc. Il est ainsi possible d'éviter en grande partie les accidents impliquant des tiers non concernés ou du moins de les réduire à un niveau correspondant au risque général de la vie.

Si toutes les prescriptions légales relatives à la sécurité des chantiers sont respectées, il ne faut pas s'attendre à des conséquences importantes pendant la phase de construction.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

Atteintes aux usages (circulation, loisirs de proximité)

Les travaux de construction peuvent également entraîner des nuisances qui ne résultent pas des émissions susmentionnées, mais d'une modification de l'utilisation actuelle de l'espace. Les utilisations existantes sur la surface ou dans les environs ne peuvent plus se faire de la manière habituelle ou les activités de construction entraînent des perturbations qui ont un effet gênant sur l'environnement.

Cela concerne d'une part l'espace routier, d'autre part les utilisations concernées à proximité du ou des chantiers. De plus, un phasage des travaux est prévu, limitant les nuisances à des tranches partielles échelonnées dans le temps, et les travaux se limitent en règle générale aux jours de semaine entre 7h00 et 17h00.

Lors des chantiers sur la voie publique, il faut toujours garantir l'accessibilité, par exemple aux ambulances et aux pompiers, ou aux installations importantes, comme ici l'hôpital. Cependant, il peut arriver que des liaisons habituelles soient temporairement restreintes et que l'on doive faire des détours. Cela concerne tous les usagers de la route, y compris les piétons et les cyclistes. Des feux de signalisation adaptés aux heures de pointe et la mise en place de déviations permettront d'assurer au mieux le déroulement du trafic. Comme plusieurs phases de travaux sont prévues ainsi qu'un échelonnement dans le temps, le tronçon concerné et la période pendant laquelle les perturbations peuvent survenir sont limités. Des possibilités de traversée suffisantes pour les piétons et les cyclistes doivent être garanties.

En outre, il faut tenir compte des contournements prévus du chantier pour la circulation, précisément dans certaines phases de la section du tunnel. En particulier, les riverains des rues servant de déviations seront exposés à des nuisances sonores considérables pendant une période prolongée en raison de la déviation prévue du trafic. On s'attend toutefois à ce que les nuisances importantes se limitent aux heures de pointe où le trafic est plus dense. Les déviations seront vues en phase APD avec les services de la Ville de Luxembourg et des Ponts et Chaussées.

Le projet concerne la construction d'infrastructures d'utilité publique. Les riverains ou autres personnes concernées doivent donc accepter que des restrictions soient imposées pendant une certaine période dans une zone délimitée. Le phasage, la limitation des heures de travail prévues, la réduction au minimum des travaux de nuit et la mise en place de feux de signalisation adaptés aux heures de pointe, de déviations et de possibilités de traverser suffisantes garantissent que la durée et la zone d'impact sont

suffisamment réduites pour que l'on ne s'attende pas à des perturbations importantes pendant la phase de construction.

En tenant compte des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

7.1.2.2. Effets liés aux installations et à l'exploitation

Champs électriques et magnétiques

Une ligne de tramway peut générer des champs électriques et magnétiques provenant de la Ligne Aérienne de Contact (LAC), cependant ce champ électromagnétique est généré seulement lors du passage d'un tramway. En effet, le courant est soutiré de la ligne seulement lorsque le tramway circule.

Il faut distinguer trois types de fréquences :

- champs statiques (0 hertz), par ex. le champ magnétique de la terre. Effet : actuellement inconnu,
- champs électriques et magnétiques basse fréquence (jusqu'à 100 kHz), par ex. appareils électriques dans la maison. Effet : conduction des champs et des courants électriques dans les tissus biologiques,
- champs électriques et magnétiques haute fréquence (à partir de 100 kHz), par ex. téléphonie mobile, WLAN. Effet : possibilité d'échauffement des tissus biologiques

On ne peut s'attendre à des effets néfastes sur la santé des personnes que si l'on se trouve à une faible distance ou directement sous la ligne pendant une longue période et si les fréquences des champs dépassent une certaine valeur. Aucune de ces conditions n'est remplie dans le cas du projet de tramway.

Les champs qui apparaissent sur les tracés de tram sont des champs dits continus ainsi que des champs alternatifs à basse fréquence avec des fréquences de 50, 300 et 600 Hz. Il n'y a pas de "champs à haute fréquence avec des intensités de champ notables" qui laissent présager un risque pour la santé des personnes. De plus, la zone d'étude est déjà soumise à une pollution existante due à l'emplacement des antennes de téléphonie mobile. Le projet de tramway ne contribue pas de manière déterminante à une détérioration de la situation existante.

Il n'est pas prévu d'installer des lignes électriques avec un ancrage sur des bâtiments existants ou très près de ceux-ci. Il ne peut donc pas y avoir d'exposition permanente dangereuse pour la santé.

Dans l'ensemble, le projet de tramway ne devrait pas avoir d'effets néfastes sur la santé en raison des champs électriques et magnétiques durant les phases d'installation et d'exploitation. Des mesures d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans son avis, le ministère de la Santé a indiqué que les champs électriques et magnétiques pouvaient également avoir une influence sur les appareils techniques très sensibles utilisés au CHL. Un contact a déjà eu lieu avec CHL pour les champs électromagnétiques, les concertations sont en cours.

Par ailleurs, Luxtram a réalisé des mesures de champs électromagnétiques sur différents points spécifiques le long de la ligne de tramway existante en exploitation afin de vérifier les différents impacts. L'étude se trouve en annexe 6. L'analyse des risques a pu confirmer que, compte tenu des distances

minimales prescrites et des indications du fabricant, toutes les zones de travail respectent les niveaux de référence définis pour les champs électro-magnétiques du RGD du 17 mai 2017.

Emissions sonores

L'exploitation du tramway peut générer des émissions sonores susceptibles de nuire à la santé et au bien-être des personnes. Actuellement, les rues concernées sont déjà très exposées au bruit. Conformément aux objectifs du plan d'action contre le bruit (AEV, juin 2021), le tramway doit permettre de réduire le trafic individuel motorisé et donc les nuisances sonores existantes. Le plan d'action contre le bruit a déjà permis de constater une réduction du bruit pour certaines parties du réseau de tramway existant.

Cette estimation n'a cependant pas pu être confirmée dans le cadre d'une étude de bruit élaborée dans le cadre de la procédure d'EES pour la modification ponctuelle du PAG dans le secteur de la Place de l'Etoile. Là, aucune réduction du niveau de bruit n'a été pronostiquée, même en intégrant le projet de tramway et la modification de la circulation qui en découle.

Une étude sur le bruit et les vibrations (voir annexe 5) a été réalisée par le bureau A-tech pour les phases de construction et d'exploitation du projet.

Niveaux spécifiques induits uniquement par les trams [dB(A) réf.20µPa]								
Situation		N°	Actuelle		Référence		Projetée	
Critère			Ligne T1				Ligne T1 + projet	
Tag	Nacht		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
64	54	2	19	11	20	13	63	57
64	54	51	58	50	59	52	62	55
64	54	52	57	49	58	51	62	55

Projetée		
N°	Dépassement du critère [dB(A) réf.20µPa]	
	Tag	Nacht
	Tag	Nacht
2		3
51		1
52		1

Niveaux globaux (route + tram) [dB(A) réf.20µPa]								
Situation		N°	Actuelle		Référence		Projetée	
Critère			Route + Tram (Ligne T1)				Route + Tram (Ligne T1 + projet)	
Tag	Nacht		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
64	54	2	55	46	55	46	64	57
64	54	51	71	62	71	63	75	66
64	54	52	71	63	71	63	73	64

Projetée		
N°	Incidences induites par le projet (projet-référence) [dB(A) réf.20µPa]	
	Tag	Nacht
	Tag	Nacht
2		11
51		3
52	2	1

Figure 75 : Valeurs de bruit prévisionnelles aux points d'immission 2, 51, 59. Source : Atech, 2024

Du point de vue des nuisances acoustiques dans le cadre de l'exploitation de la nouvelle ligne de Tram, l'étude a démontré que l'insertion du tram dans le contexte urbain telle qu'elle a été étudiée aura une incidence imperceptible sur l'ensemble du site. Seul le fond de la Rue Pierre-Federspiel va être exposé à des niveaux de bruit supérieurs aux niveaux actuels, tout en y restant raisonnables ; des aménagements spécifiques tels que des écrans de faible hauteur pourraient y être envisagés. S'il y a encore des dépassements après la mise en service du tram, des mesures spécifiques additionnelles pourraient y être appliqués.

Une attention particulière doit toutefois être portée aux extrémités du tunnel (trémie 'STADE' & trémie 'CHL') : Prévoir des parements acoustiquement absorbants contre les murs latéraux et le plafond, sur une distance d'environ 30 mètres. Ces parements acoustiquement absorbants devront avoir une performance selon la norme EN1793-1 de $DL\alpha \geq 12$ dB.

Les dépassements au point N°2 seront toujours à considérer, alors qu'aux points 51 et 52, le projet sera toujours masqué par le bruit ambiant hors projet. Enfin, ces conclusions sont basées sur des hypothèses de trafics routiers et de bus inchangées par rapport à la situation actuelle telle que modélisée semble cependant évident que ces trafics vont diminuer à la suite de la mise en service du tram, ce qui pourrait, encore une fois, amener à des réductions de bruit significatives sur ces trafics (route et bus) et, vraisemblablement, à un impact global du projet positif.

En tenant compte des mesures d'atténuations, aucun impact négatif important n'est attendu du point de vue de l'exploitation et des installations.

Conflits de circulation potentiels

L'installation de la ligne de tramway nécessite une réorganisation de la gestion du trafic. Pour donner au tram l'espace nécessaire à son bon fonctionnement, les autres modes de transport doivent parfois se subordonner. En particulier dans les zones de croisement, il peut y avoir des conflits avec d'autres formes de mobilité. Afin d'identifier et d'éviter les points de conflit, une étude des carrefours sur la route d'Arlon, qui est sujet à de nombreux carrefours, a été réalisée à l'aide d'un modèle de trafic et d'une estimation du volume de trafic après modification de l'organisation du trafic (étude réalisée par TRAMP, 12.2022). L'analyse de carrefours a été faite. Il y a eu des modifications suite cette analyse. Durant la phase APD, les conflits de circulation sont gérés avec une conception adéquate de la géométrie des carrefours et du système de Signalisation Lumineuse de Trafic (SLT) prenant en compte l'étude des carrefours réalisée par TRAMP.

Dans l'ensemble, il n'y a pas lieu de s'attendre à des perturbations importantes durant les phases d'installation et d'exploitation. L'impact sur le concept global de transport urbain est jugé positif.

Atteintes dues aux vibrations

Les vibrations résultent de l'action mécanique de forces extérieures sur des structures solides. Une vibration est un processus dynamique qui se caractérise par l'ampleur de la déviation (amplitude) et par la fréquence du changement de la direction du mouvement. Les termes "oscillations", "secousses" et "vibrations" sont souvent utilisés comme synonymes.

Dans le domaine de la protection contre les nuisances, les oscillations de corps solides dans une plage de fréquence de 1 hertz à 80 hertz sont appelées vibrations. En fonction de l'amplitude des vibrations et de la composition de la fréquence, les vibrations peuvent incommoder les personnes, mais aussi nuire à leur santé, perturber des installations sensibles ou endommager des bâtiments. Les vibrations sont considérées comme des effets nocifs sur l'environnement si, de par leur nature, leur ampleur et leur durée, elles sont susceptibles de présenter des dangers, des inconvénients majeurs ou des nuisances importantes pour la collectivité ou le voisinage.

La sensibilité aux vibrations dépend de l'utilisation des zones concernées. Les hôpitaux ou les maisons de retraite sont considérés comme des usages particulièrement sensibles (bien à protéger : l'homme). Parmi les zones potentiellement sensibles, on compte les parcs ainsi que d'autres lieux publics où les gens séjournent pendant une longue période et se détendent.

Les bâtiments classés monuments historiques ou plus anciens en général peuvent être considérés comme sensibles aux vibrations du point de vue de la construction (bien à protéger : patrimoine culturel et matériel). Dans ce cas, une charge permanente peut entraîner des dommages au bâtiment.

Pour les installations sensibles aux vibrations, cela peut entraîner des pertes d'exploitation et donc des frais courants très élevés. Il s'agit notamment des installations informatiques, des équipements de cliniques et de laboratoires, mais aussi des installations de production précises dans les entreprises industrielles.

En ce qui concerne l'être humain, il existe un lien étroit avec l'effet de gêne provoqué par le bruit. Les résultats d'études montrent que les riverains de voies ferrées qui subissent à la fois des vibrations et des nuisances sonores sont nettement plus gênés.

Une étude sur le bruit et les vibrations (voir annexe 5) a été réalisée par le bureau A-tech pour les phases de construction et d'exploitation du projet. Les calculs ont mis en évidence dans certaines zones un comportement de sol de type moyen à dur, ce qui représente un comportement défavorable pour le comportement vibratoire (forte transmissibilité des vibrations).

Concernant les sections en surface à l'Est du tronçon, pour le futur quartier sur la parcelle du stade actuelle, le type de pose de voie est à déterminer en fonction de la distance des bâtiments à la future voie. Dans une première approche, les règles usuelles de pré-dimensionnement du type de pose pour une circulation en surface peuvent être utilisées (pose de -8dB en dessous de 12m, -20dB en dessous de 9m). En cas de distance proche des limites, au vu de la configuration des sols dans la zone, la pose anti-vibratile est à privilégier. Les mesures et calculs en phase APS/APD permettront de vérifier cette première approche.

A l'Ouest du tronçon, avec des bâtiments notamment d'hôpitaux situés à moins de 30m, une pose à minima -8dB doit être envisagée. La pré-étude indique une pose 0dB pour les bâtiments situés à plus de 12m. Toutefois, les précédentes études, la nature du sol sur ce tronçon et la présence d'un bâtiment de type hôpital (avec des équipements potentiellement sensibles) tendent à préconiser une pose anti-vibratile. Les calculs en phase APS / APD permettront de vérifier si la pose -20dB du tunnel doit être prolongée en sortie de tunnel devant l'hôpital ou si la pose -8dB est suffisante.

En l'absence d'informations concernant d'éventuels équipements sensibles dans l'hôpital, la comparaison des niveaux obtenus avec les différentes poses de voies aux critères VC (base de données de critères applicables à des équipements sensibles) pourra être fournie. Sur le tronçon rue Pierre Federspiel, la présence de l'arrêt au niveau de l'angle du bâtiment de l'hôpital le plus proche (maternité Grande Duchesse Charlotte située à 15m) permet d'avoir une vitesse des rames faible aux alentours du point critique. Le bâtiment sensible reste toutefois proche et une pose à minima -8dB est à envisager. Les mesures complémentaires dans la zone ainsi que les calculs permettront de vérifier si la pose -20dB est nécessaire pour protéger ce coin approché de la maternité.



Figure 76 : Les préconisations préliminaires. Source : Atech, 2024

Du point de vue des nuisances vibratoires, le contexte géotechnique dans lequel s'insère la tranchée couverte est relativement défavorable. Les parois latérales en pieux étant réalisées jusqu'à ancrage dans la roche, une transmission directe des vibrations est à craindre entre l'ouvrage, la roche et les constructions avoisinantes. La pose des voies dans toute la section en tranchée devra ainsi faire l'objet de dispositifs antivibratiles. A ce stade du projet, une pose de voie sur 'dalle flottante' est envisagée. Cette solution consiste à poser les voies en fixation directe sur deux bacs en béton armé, eux-mêmes placés sur des bandes résilientes destinées à absorber les vibrations engendrées par le matériel roulant. L'ensemble du système est ainsi suspendu et isolé de son environnement rocheux. La masse du système flottant (poids propre des dalles) joue en rôle important dans la qualité du système antivibratoire, et devra donc faire l'objet d'un calcul plus détaillé dans le cadre des études APD.

A noter également que le contexte géotechnique pouvant être très hétérogène, seules des mesures vibratoires réalisées en cours de chantier, après terrassement de la tranchée couverte, permettront de

déterminer préciser le degré d'amortissement nécessaire. Le type de bande résiliente pourra alors être ajusté/optimisé à ce stade des travaux, sans impact sur le reste de la structure.

En tenant compte des mesures d'atténuations à savoir une pose de voie adaptée suivant les secteurs, aucun effet négatif important n'est attendu du point de vue de l'exploitation et de l'installation.

Amélioration fonctionnelle - effets positifs

La mise en place du tramway contribue à améliorer la liaison entre les différentes fonctions mentionnées dans l'analyse de l'existant, qui ont toutes une importance pour les habitants. Le fait de pouvoir accéder à certains services en tram plutôt qu'en voiture permet de gagner du temps, par exemple pour trouver des places de parking. Cela représente une amélioration de la qualité de vie et de la valeur résidentielle des quartiers desservis par le tram. De plus, un réseau de tramway bien développé permet d'intercepter les flux de circulation en amont de l'agglomération.

Comme le projet du tramway prévoit également la réalisation d'une piste cyclable, il est fort probable que des effets positifs se produisent pour le trafic non-motorisé. Une offre améliorée de pistes cyclables augmente d'une part la sécurité sur la voie publique et peut contribuer à une amélioration supplémentaire de la répartition modale, au-delà de l'effet direct du tramway. Un réseau de tramway permet d'intercepter les flux de circulation en périphérie de l'agglomération, réduisant ainsi la congestion urbaine. L'aménagement d'une piste cyclable bidirectionnelle sous un espace vert ombragé présente des avantages significatifs en termes de mobilité et de qualité de vie urbaine. Cette configuration permet d'offrir un parcours confortable et sécurisé pour les cyclistes, tout en intégrant des éléments de paysage qui améliorent l'attractivité de l'infrastructure. L'ombrage naturel des arbres contribue à atténuer les effets des conditions climatiques, notamment en période estivale, ce qui renforce l'usage de la piste tout au long de l'année. En outre, cet aménagement favorise une meilleure répartition de l'espace public, en optimisant la cohabitation entre les modes de transport doux et l'environnement paysager, tout en répondant aux objectifs de durabilité urbaine. Il participe également à la réduction de l'empreinte écologique en offrant une alternative fonctionnelle et agréable aux déplacements motorisés.

7.1.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- L'installation d'un monitoring permanent pendant le chantier
- Procéder à des validations de procédés avant toute phase de chantier à risque afin de prévenir les possibles incidences plutôt que de les constater pendant le chantier lui-même, avec les risques de ralentir le chantier, voire de l'arrêter.
- Eviter dans la mesure du possible, le recours aux marteaux pneumatiques / brises roches / Montaberts très impactants au niveau vibratoire et aussi très bruyants : préférer une méthodologie de travail comprenant un sciage adéquat permettant l'utilisation de pinces pneumatiques avec éventuellement, si nécessaire, recours à des petits marteaux pneumatiques.
- Etablir un planning réaliste des travaux afin de pouvoir bien le respecter et ainsi assurer une communication transparente vis-à-vis des riverains (un riverain averti, tant sur la planification /

durée, que sur le type des travaux qu'il va avoir en face de chez lui, y sera nettement moins sensible).

- Enfin, il apparaît malgré tout que les niveaux instantanés à proximité des engins pourront être importants (pouvant dépasser 80 à 85dB(A) en pointes) : il est logique de protéger l'environnement proche du chantier à l'aide d'écrans amovibles
- Respect des horaires de construction prévus en semaine entre 7h00 et 22h00 et réduire au minimum le bruit entre 17h00 et 22h00. Certaines étapes de travaux, comme le raccordement à la ligne tramway existante, doivent être réalisées en dehors des heures de fonctionnement du tramway et d'une forte affluence et donc pendant la phase nocturne, c'est-à-dire entre 22h00 et 07h00. Ces phases de travaux sont à limiter dans le temps et dans l'espace.
- Utilisation d'appareils de forage à émission sonore fortement réduite.
- Mettre des écrans « fixes » pendant toute la durée des chantiers respectifs pour protéger les zones d'accès au tunnel côtés Ouest (CHL) et Est (STADE) qui subiront le charroi des engins pendant toute la construction de la tranchée couverte. Ces deux zones sont en effet pressenties comme points d'accès au chantier.
- Lors des travaux de forage des parois latérales en pieux, entourer les engins de forage par des écrans de chantier « amovibles » acoustiquement isolants [>25 dB(A)] et absorbants [$\alpha_s > 0.7$] placés autour de la zone de forage sur une hauteur de 4 m de haut. Prendre en compte les nuisances sonores pour les riverains lors du phasage des travaux et de la planification des tronçons.
- Utilisation d'engins de chantier peu bruyants et modulation des horaires d'utilisation des engins de chantier.
- Réalisation d'un monitoring permanent de l'exposition aux vibrations aux points particulièrement sensibles pendant la construction (possibilité de surveiller également l'exposition au bruit).
- Éviter autant que possible l'utilisation de marteaux pneumatiques et autres outils de démolition de la roche, les combiner avec des pinces pneumatiques et des outils de sciage de la roche.
- Communication transparente du déroulement prévu des travaux (surtout le timing) avec les riverains concernés, afin d'obtenir une meilleure acceptation.
- En période sèche, arrosage du sol pour réduire la formation de poussière.
- Sécurisation des accès et mise en place de possibilités de traversée suffisantes vers les équipements publics de proximité et de loisirs pendant la phase de construction.
- Assurer les possibilités de traverser les routes concernées et éviter les bouchons aux heures de pointe grâce à une gestion intelligente des feux de chantier.
- Mesures de sécurité et concept de sécurité (clôtures, signalisation, balisage, régulation des feux de signalisation) lors de l'installation du chantier pour protéger les ouvriers, les passants et les autres usagers de la route.
- Mesures du bruit et des vibrations accompagnant la phase de construction afin de déterminer la charge réelle et d'installer les mesures de réduction correspondantes.
- Harmonisation et coordination des mesures de construction avec les autres projets de la Route d'Arlon (Place de l'Etoile, Wunnquartier Stade, extension CHL).
- Concertation avec le service circulation de la Ville de Luxembourg pour le phasage des travaux.
- Coordination avec CHL en ce qui concerne les champs électriques et magnétiques.

- Utilisation de graisseurs de voies pour les courbes dont le rayon est inférieur à 100m.
- Planification de type de pose de voie adapté suivant la situation : Pose amortie des voies ou sur dalle flottante de -8 dB à -20 dB dans les sections sensibles du tracé.
- Avant le début des travaux, les employés des entreprises de construction devraient être formés par un expert SEDAL à la reconnaissance et à la manipulation correcte des munitions explosives (par exemple dans le cadre d'une réunion de sécurité). Après l'enlèvement des couches supérieures (asphalte, béton), les experts SEDAL devraient inspecter les zones par sections. Si des engins explosifs sont découverts, ils seront désamorçés et éliminés par SEDAL.

7.2. Bien à protéger : plantes, animaux et biodiversité

7.2.1. Description de la situation existante

7.2.1.1. Impact sur la zone verte

La zone de projet se situe à l'intérieur des agglomérations de la ville de Luxembourg et de la commune de Strassen. Aucune zone verte n'est touchée.

7.2.1.2. Zones protégées nationales et internationales (art. 32 LPN)

Le document de screening/scoping (LUXPLAN, 2021) a déjà permis d'exclure l'impact sur les zones protégées nationales et internationales.

7.2.1.3. Biotopes et habitats protégés (art. 17 LPN)

La destruction ou la dégradation des habitats visés à l'annexe 1 de la Loi de Protection de la Nature (LPN) ainsi que des habitats des espèces d'intérêt communautaire visées aux annexes 2, 3, 4 et 5 de la LPN, dont l'état de conservation est jugé insuffisant selon le "RGD du 1er août 2018 établissant l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire et des espèces d'intérêt communautaire", est interdite sur l'ensemble du territoire par l'article 17 de la LPN.

Conformément au "RGD du 1er août 2018 établissant les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire et les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquels l'état de conservation a été évalué non favorable, et précisant les mesures de réduction, de destruction ou de détérioration y relatives", une compensation pour les espèces mentionnées doit être effectuée en cas de destruction si les habitats sont régulièrement utilisés par l'espèce concernée et s'il existe un lien fonctionnel direct entre l'habitat et les individus de l'espèce (sites de reproduction, habitats d'alimentation, zones de repos, corridors de transfert).

Outre la protection des habitats, l'article 17 de la LPN régit également la protection des biotopes. Dans le "Règlement grand-ducal du 1er août 2018 établissant les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire et les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquels l'état de conservation a été évalué non favorable, et précisant les mesures de réduction, de destruction ou de détérioration y relatives" énumère et décrit les biotopes protégés et mentionne les dispositions de protection correspondantes. L'article 17 de la LPN protège différents groupes et rangées d'arbres, des buissons et des structures boisées, des biotopes forestiers, des biotopes ouverts, des biotopes humides et aquatiques ainsi que des complexes rocheux et des grottes.

Plusieurs biotopes protégés selon l'art. 17 sont connus dans la zone de planification du tracé du tronçon Route d'Arlon. L'étude de faisabilité réalisée par Transamo S.A. dans le cadre du screening de l'EIE avait déjà permis d'identifier des biotopes et des habitats protégés. Des structures de biotopes et d'habitats protégés sont mentionnées dans le document de screening et de scoping de l'EIE (LUXPLAN, 2021).

Une identification des biotopes et des habitats ainsi qu'un bilan d'écopoints ont été réalisés (Oeko-Bureau, 03.2024). Les principales structures de biotopes protégés sont présentées ci-dessous :

BK18 - Groupe et alignement d'arbres indigènes adaptés au site (Code écopoints 4.4.1.)

Ces groupes d'arbres se trouvent à la hauteur du Stade Josy Barthel. Il s'agit d'essences indigènes adaptées au site. Le plan de projet APS prévoit la conservation de cette rangée d'arbres marquante et la plantation de nouveaux arbres dans les espaces vides.



Figure 77 : Tilleuls à la hauteur du Stade Josy Barthel. Source : Oeko-Bureau 2022



Figure 78 : Tilleuls à la hauteur du Stade Josy Barthel. Source : Oeko-Bureau 2022

BK17 - Buissons et arbustes ruraux et riches en azote (Code écopoints 4.1.8.)

Dans le secteur du Stade Josy Barthel, deux zones plantées de haies et d'arbustes indigènes se trouvent en bordure du trottoir. Il s'agit de roses des chiens (*Rosa canina*), une espèce typique des sites riches en nutriments. Ces structures ne peuvent pas être conservées. Dans le secteur de la rue d'Ostende, des structures arborées doivent être supprimées pour le nouveau carrefour. On peut déduire du projet APS qu'un maximum d'arbres existants seront conservés et que les pertes d'arbres seront compensées par de nombreuses nouvelles plantations.



Figure 79 : Haies de roses situées derrière les rangées de tilleuls. Source : Oeko-Bureau 2022

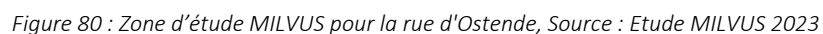
Secteur rue d'Ostende :

La rue d'Ostende est bordée d'un chemin piétonnier asphalté avec des structures vertes. Dans la zone périphérique sud, il existe des haies et des arbustes à protéger. Au nord, une surface de végétation avec des structures émergentes en bordure. La surface peut être qualifiée en grande partie d'espace vert, sur lequel poussent des arbres, des haies et des arbustes bordant partiellement les bords du chemin.

En raison des nombreux arbres, haies et arbustes, la surface offre un habitat potentiel aux espèces des milieux naturels structurés. Il faut donc partir du principe que la surface est régulièrement utilisée par des espèces dont l'état de conservation est défavorable au niveau national et qu'une compensation intégrale doit être réalisée conformément à l'article 17 (facteur U1) de la loi luxembourgeoise sur la protection de la nature. Lors de la visite des lieux, la Fauvette grisette a été identifiée dans une rangée de haies sur le terrain.

En outre, le secteur de la rue d'Ostende présente une aptitude à l'habitat du muscardin. L'utilisation de la surface par le muscardin devrait être déterminée avant le dégagement de la zone de construction.

Le présent tracé de la variante mixte conduit à une réduction de l'emprise du projet en bordure nord, notamment sur les parcelles 678/3430, 678/3431, 678/1960, 682/3776, 682/3777 et 683/6866. Ainsi, les haies et les buissons qui présentent une aptitude à servir d'habitat au muscardin et aux espèces d'oiseaux nicheurs ne seront pas touchés par le projet. La perte de biotope et d'habitat potentiel au sens de l'article 17 de la loi sur la protection de la nature se limite aux abords immédiats de la rue d'Ostende ainsi qu'à la liaison piétonne et cycliste qui y existe et doit être compensée de manière insitu par la plantation d'arbres et de haies dans cette partie du projet.



BK18 - Groupe et alignement d'arbres indigènes adaptés au site (Code écopoints 4.4.1.)

Au Sud du CHL, deux rangées d'arbres s'étendent parallèlement à la route d'Arlon. Il s'agit d'essences indigènes adaptées au site. Le projet APS prévoit de conserver ces arbres existants le long d'un chemin piétonnier.



Figure 82 : Rangées d'arbres au Sud du CHL. Source : Oeko-Bureau 2022

BK18 - Groupe et alignement d'arbres indigènes adaptés au site (Code écopoints 4.4.1.)

A l'Ouest du CHL, un jeune groupe d'arbres composé de 5 individus au total se trouve dans une prairie de la rue Pierre Federspiel. Ce groupe est composé d'essences indigènes adaptées au site. Il n'est pas prévu de conserver ces structures. En compensation, de nombreuses plantations d'arbres sont prévues dans les environs immédiats.



Figure 83 : Capture d'écran de Street View (état août 2021) du groupe d'arbres à l'Ouest du CHL. Les arbres à arracher sont indiqués par des lignes rouges. Perspective depuis la rue Pierre Federspiel. Source : maps.google.com



Figure 84 : Capture d'écran de Street View (état août 2021) du groupe d'arbres à l'Ouest du CHL. Les arbres à arracher sont indiqués par des lignes rouges. Perspective depuis la rue des Primeurs. Source : maps.google.com



Figure 85 : Extrait de l'outil d'écopoints avec l'emplacement des arbres situés dans la zone de planification à l'Ouest du CHL. Source : www.ecopoints.lu

Par ailleurs, des habitats protégés au titre de l'article 17 de la loi sur la protection de la nature ont été examinés dans le cadre du screening de l'EIE "Luxtram Tronçon CHL & Pafendall". Aucune espèce d'oiseau protégée (car dans un état de conservation défavorable) ni aucune espèce de chauve-souris protégée (car dans un état de conservation défavorable) n'ont été identifiées dans les environs du CHL.

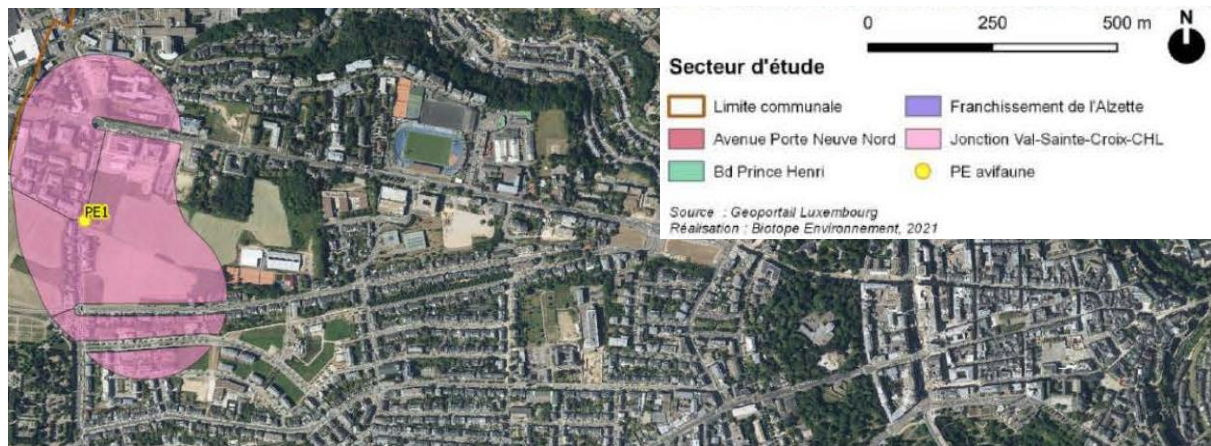


Figure 86 : Zone d'étude de l'étude faunistique réalisée pour le screening de l'EIE "Luxtram Tronçon CHL & Pafendall". Source : Biotopie Environnement 2021

Le screening faunistique (Milvus, 2023) pour le tronçon de la rue d'Ostende n'a pas permis d'exclure la présence d'habitats potentiellement utilisés régulièrement au sens de l'article 17 de la LPN.

7.2.1.4. Espèces protégées (art. 21 LPN)

En plus de la conservation des habitats naturels et des habitats d'espèces par la mise en place du réseau Natura2000, le deuxième pilier de la directive FFH sert à la protection indépendante des sites des espèces animales et végétales particulièrement menacées. Ces espèces d'intérêt communautaire à protéger strictement sont énumérées à l'annexe IV de la directive FFH. Les espèces pertinentes pour le Luxembourg sont énumérées dans les annexes de la LPN.

Ces dispositions relatives à la protection des espèces concernent aussi bien la protection physique des animaux que la protection de leurs sites de reproduction et de leurs aires de repos. Outre l'interdiction de tuer, de capturer et de ramasser des animaux, il est également interdit de les déranger pendant la période de reproduction et d'élevage, ainsi que d'endommager ou de détruire leurs sites de reproduction et leurs aires de repos (p. ex. arbres-gîtes, nids, cavités d'arbres, mares à amphibiens). Ces interdictions s'appliquent à l'ensemble du territoire et incluent également les zones d'habitation. L'article 21 de la LPN transpose ces dispositions européennes dans le droit national.

En raison de la situation prédominante de la zone de planification dans l'espace routier scellé ainsi que de la conservation prévue d'une grande partie des arbres, aucun impact significatif sur la protection des espèces n'est attendu.

Pour le secteur de la rue d'Ostende, qui a été intégré a posteriori dans les plans pendant le développement et l'optimisation du projet, le bureau MILVUS GmbH a réalisé au printemps 2023 un screening faunistique (oiseaux, chauves-souris, muscardins). En raison de la présence d'arbres, de haies et de buissons, le screening considère la zone d'étude comme un habitat potentiel pour les espèces d'oiseaux des

espaces ouverts structurés (p. ex. fauvette grisette, fauvette à tête rousse, chardonneret) ou de la forêt (p. ex. pic vert).

Le présent tracé de la variante mixte conduit à une réduction de l'emprise du projet sur la zone périphérique nord par rapport au screening de Milvus. Ainsi, une grande partie des haies et des buissons qui présentent une aptitude à servir d'habitat pour le muscardin et les espèces d'oiseaux nicheurs ne seront plus touchés par le projet. La perte de biotope et d'habitat potentiel se limite à l'environnement direct de la rue d'Ostende ainsi qu'à la liaison piétonne et cycliste existante et doit être compensée de manière insitu par des plantations d'arbres et de haies correspondantes dans ce tronçon. En raison de la réduction de la surface, de l'impact préalable et de la prise en compte des mesures d'atténuation prévues par la législation sur la protection des espèces, il n'est plus prévu d'affecter directement les sites de repos et de reproduction au sens de l'article 21 de la LPN.

Pour l'éclairage de la rue d'Ostende actuel, il faut impérativement utiliser des sources lumineuses adaptées aux chauves-souris. Il faut éviter d'éclairer l'espace toute la nuit afin de protéger les espèces de chauves-souris vivant en forêt dans les petits bois avoisinants à l'ouest.

7.2.2. Prévision des impacts

7.2.2.1. Effets liés à la construction

Affectation sur la zone verte

La zone de projet se situe à l'intérieur des agglomérations de la ville de Luxembourg et de la commune de Strassen. Aucune zone verte n'est touchée. Le projet n'a pas d'impact sur les zones vertes. Des mesures de d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation de zones protégées nationales et internationales (art. 32 LPN)

Le projet ne devrait pas avoir d'impact sur les zones protégées nationales et internationales. Des mesures d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation de biotopes et d'habitats protégés (art. 17 LPN)

Les biotopes et habitats protégés ne devraient pas être affectés par les installations de chantier, les surfaces de la couche, la mise en décharge des déblais et des gravats. Le projet ne devrait pas avoir d'impact sur les biotopes et les habitats protégés au titre de l'article 17 de la LPN. Des mesures de d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation d'espèces protégées (art. 21 LPN)

Les installations de chantier, les aires de stockage, le dépôt des déblais et des gravats ne devraient pas affecter les espèces protégées. Le projet ne devrait pas avoir d'impact sur les espèces protégées au titre de l'article 21 de la LPN. Des mesures de d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

7.2.2.2. Effets liés aux installations et à l'exploitation***Zone verte***

La zone de projet se situe à l'intérieur des agglomérations de la ville de Luxembourg et de la commune de Strassen. Aucune zone verte n'est touchée. Le projet n'a pas d'impact sur les zones vertes du fait de l'exploitation et des installations. Des mesures d'atténuations ne sont pas nécessaires

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation de zones protégées nationales et internationales (art. 32 LPN)

Le projet ne devrait pas avoir d'impact sur les zones protégées nationales et internationales du fait de l'exploitation et des installations. Des mesures d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation de biotopes et d'habitats protégés (art. 17 LPN)

Pour la rue d'Ostende, il faut tenir compte d'un impact sur des biotopes et des habitats protégés conformément à l'article 17 de la LPN.

Les 13 tilleuls à la hauteur du Stade Josy Barthel sont conservés dans le tracé de la chaussée prévu à cet endroit. Il est prévu de conserver également les deux rangées d'arbres au Sud du CHL, mais les haies taillées qui longent le trottoir au Sud et à l'Ouest du CHL devront être supprimées.

Dans le cadre du screening de l'EIE pour la construction du nouveau bâtiment central du CHL, une étude faunistique détaillée a été réalisée par MILVUS en 2021. Cette étude a démontré que le Serin cini (*Serinus serinus*) et le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) utilisent régulièrement les arbres et les structures vertes environnantes. En cas de destruction, ces oiseaux doivent donc être compensés par le facteur de correction correspondant.

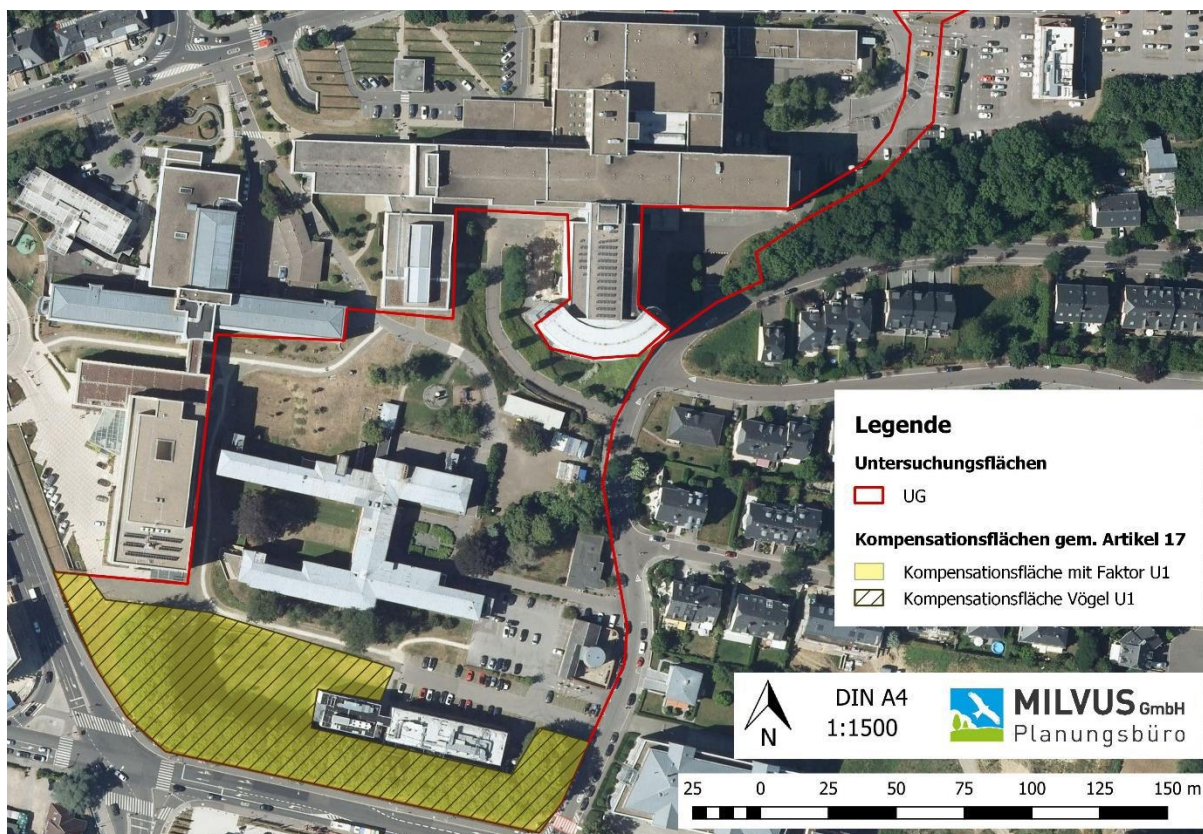


Figure 87 : Surfaces d'habitat de l'art. 17 au Sud du CHL. Source : MILVUS GmbH 2021

Le projet APS prévoit la plantation de nombreux arbres et la végétalisation des surfaces périphériques. Afin de déterminer l'impact sur les biotopes et les habitats protégés (art.17 NatSchG), une évaluation des biotopes et des habitats a été effectuée pour ce projet.

Le secteur de la Route d'Arlon est concerné par des groupes et des rangées d'arbres protégés par l'article 17 de la NatSchG. La planification du projet prévoit ici aussi la conservation maximale des arbres existants ainsi que la compensation par de nombreuses nouvelles plantations.

En l'état actuel du projet APS, il est prévu de replanter environ 160 arbres au total. Cela se traduit par un excédent de valeur de biotope dans le bilan écopoints. Dans la section avec la tranchée couverte on permet de planter plus d'arbres dans l'espace public que dans la variante en surface (environ 80 arbres).

Dans la suite de la concrétisation du projet, d'autres vieux arbres doivent être conservés dans la mesure du possible.

De plus, le long de l'ensemble du tracé, il est prévu d'aménager plusieurs espaces verts et de planter des arbres dans les îlots de circulation, qui pourraient être comptabilisés comme compensation in situ.

Sur présentation d'un concept de plantation et du tracé final et du plan des arrêts, les plantations pourront être intégrées comme compensation in situ dans le bilan d'écopoints du projet.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

Affectation des espèces animales protégées (art. 21 LPN)

Comme le projet est principalement mis en œuvre à l'intérieur de l'espace routier imperméabilisé, il n'y a pas d'intervention à grande échelle sur les sites de repos et de reproduction ainsi que sur les habitats essentiels des espèces protégées.

Si, dans le cadre d'un examen des quartiers des arbres existants, des sites de repos et de reproduction sont identifiés avant le défrichement, des mesures de compensation sont nécessaires.

Avec le présent tracé de la variante mixte et la réduction de l'emprise du projet dans le secteur de la rue d'Ostende qui en résulte, on ne s'attend pas à ce que le projet affecte directement des sites de repos et de reproduction ainsi que des habitats essentiels, compte tenu des mesures d'atténuation prévues par la législation sur la protection des espèces.



Figure 88 : Réduction de l'emprise sur les structures de buissons et haies par la variante mixte (bleu) par rapport à la variante en surface (rouge) à l'ouest de la rue d'Ostende (partie sud de la route d'Arlon), source : propre représentation

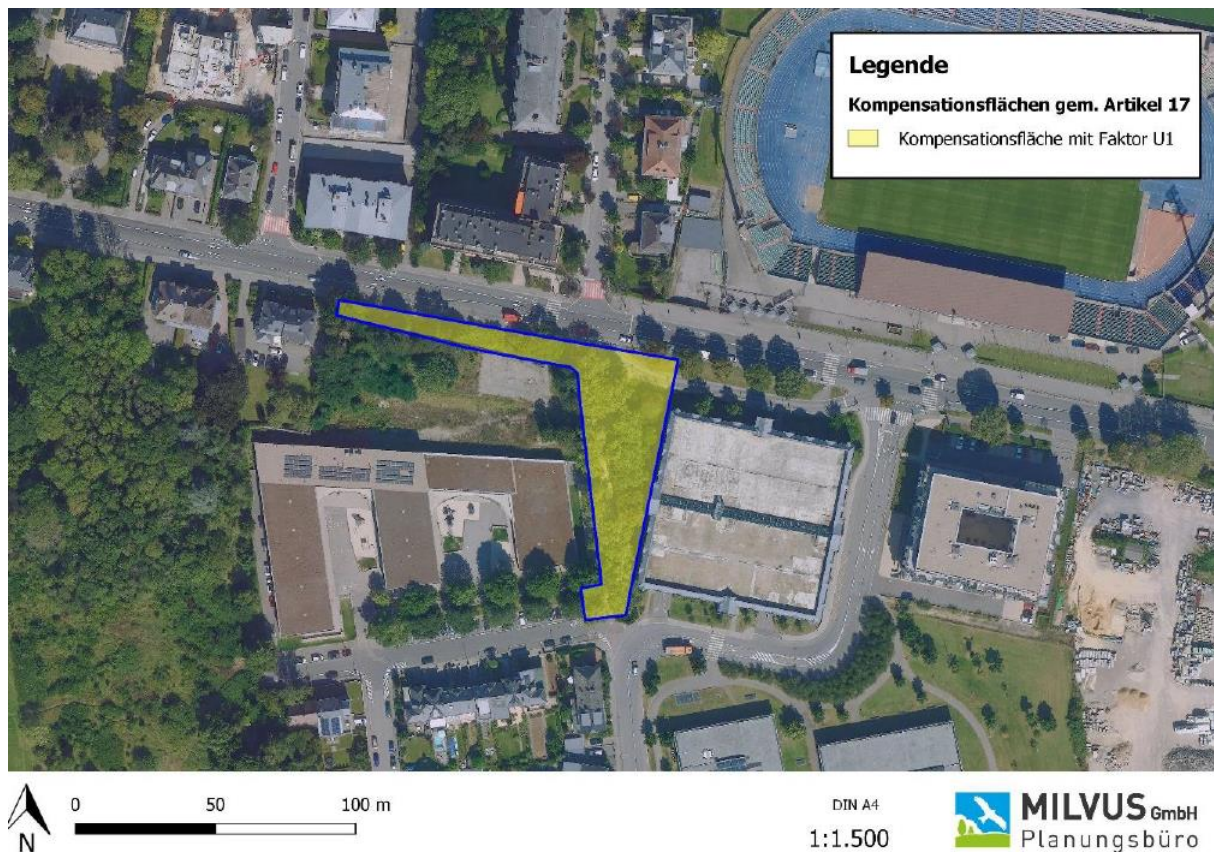


Figure 89 : Surface de Compensation U1, Source : Etude MILVUS 2023

Si un défrichage de la bordure du talus s'avère néanmoins nécessaire, une surface appropriée pour la mise en œuvre des mesures de compensation de la protection des espèces pour la fauvette grisette se trouve à proximité immédiate de la surface d'intervention dans le secteur de la rue d'Ostende. L'aménagement au nord du Centre sportif Belair (au nord de la bande boisée de bouleaux) crée une bande végétalisée où il est prévu de planter des arbustes, des plantes vivaces et des graminées. La mesure de compensation pourrait également être mise en œuvre sur l'espace vert situé en bordure nord-est du Centre sportif Belair (parcelle 675/6580).

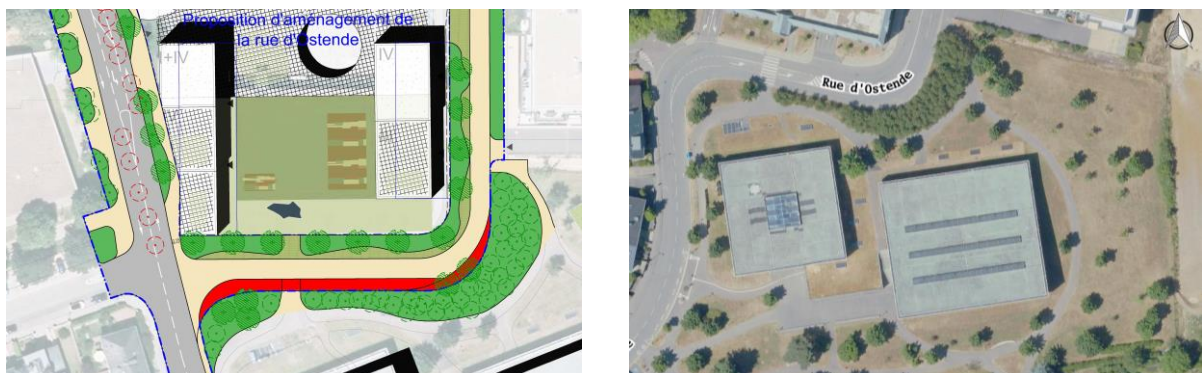


Figure 90 : Surface possible de compensation en rouge, Source : OekoBureau 2024

Dans le cadre du screening de l'EIE pour la construction du nouveau bâtiment central du CHL, une étude faunistique détaillée a été réalisée par MILVUS en 2021. Elle a permis de mettre en évidence, dans les

rangées d'arbres au Sud du CHL, des habitats de nidification essentiels pour le Serin cini (*Serinus serinus*) et le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), espèces protégées au titre de l'art. 21. En raison de la conservation prévue des rangées d'arbres, on ne s'attend pas à une destruction de ces habitats et à une violation de l'article 21 LPN qui en découlerait. Par ailleurs, aucune utilisation essentielle ni aucun potentiel de gîte particulier des alignements d'arbres ou des espaces verts environnants au Sud du CHL n'ont été identifiés pour les espèces de chauves-souris protégées.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

7.2.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

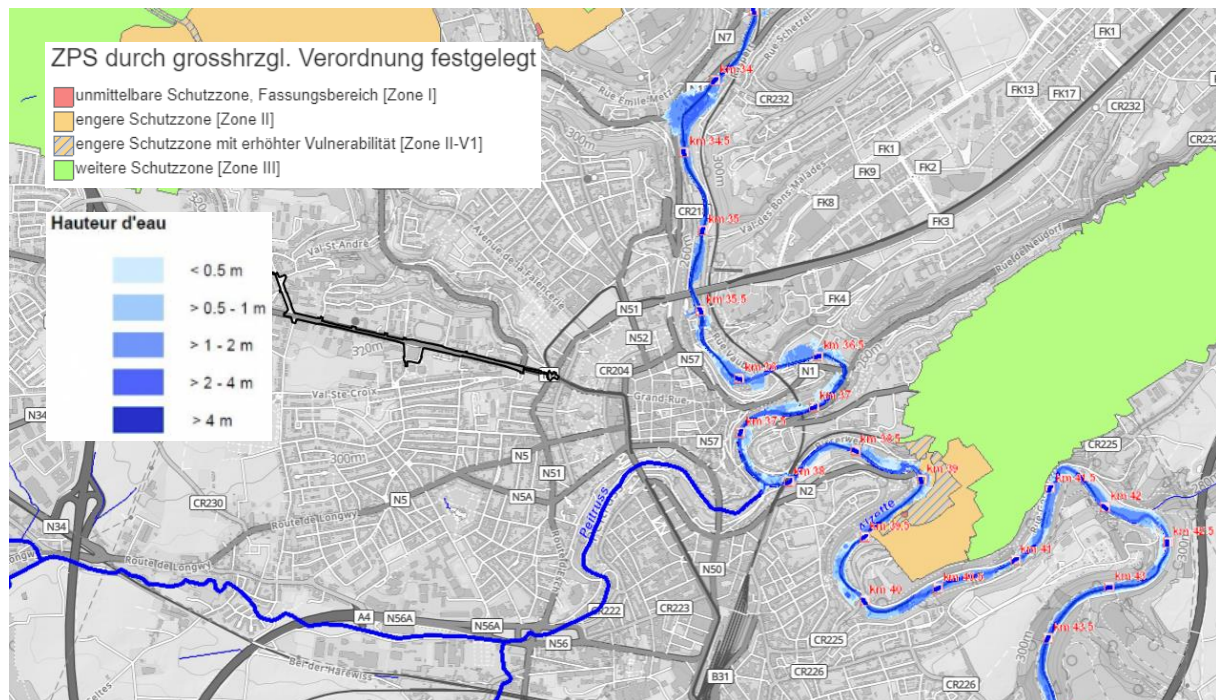
- ▶ Afin d'éviter toute violation de l'article 21 de la LPN, les travaux de défrichage et d'abattage doivent être effectués durant le semestre d'hiver (début octobre à fin février). Les arbres d'une circonférence de plus de 50 cm de diamètre au niveau du tronc concernés devront avoir une vérification préalable des quartiers et un contrôle du peuplement des arbres par un expert en faune. Sur la base de l'examen des quartiers et du contrôle de la présence d'arbres, des mesures supplémentaires de protection des espèces et de compensation peuvent être prises.
- ▶ Sur la base du bilan d'écopoints actuel, on s'attend à ce que le présent projet génère un excédent de valeur de biotope en raison de la conservation de nombreux arbres existants et de l'intégration de plus de 160 plantations d'arbres. Le bilan d'écopoints existant doit être actualisé lorsque les arbres à arracher, à conserver et à replanter peuvent être localisés de manière définitive sur la base du projet APD. Les arbres de bord de route existants doivent être conservés autant que possible et intégrés dans le projet.
- ▶ Les arbres de bord de route à conserver doivent être protégés par des mesures de protection des racines et des troncs pendant la phase de construction.
- ▶ Pour compenser la perte de valeur du biotope due à l'intervention sur les arbres du bord de la route, des plantations d'arbres et de haies indigènes devraient être réalisées dans la zone du projet.
- ▶ Pour l'éclairage du futur terrain de la rue d'Ostende, il est indispensable d'utiliser des sources lumineuses adaptées aux chauves-souris. Il faut éviter d'éclairer l'espace toute la nuit afin de protéger les espèces de chauves-souris vivant en forêt dans les petits bois avoisinants à l'ouest.

7.3. Bien à protéger : l'eau

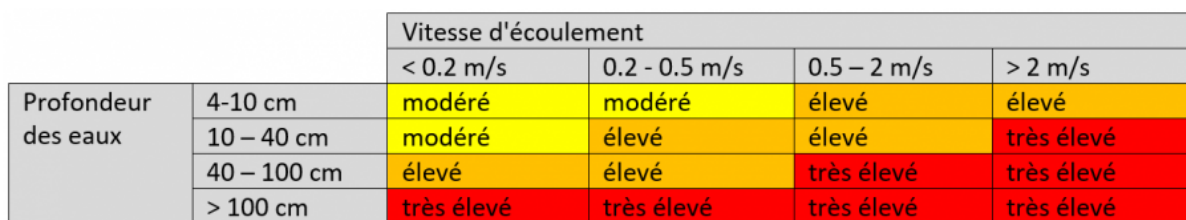
7.3.1. Description de la situation existante

7.3.1.1. Eaux de surface, zones de protection de l'eau potable et crues

Il n'y a pas d'eaux de surface, de zones de protection de l'eau potable ou de zones inondables dans la zone d'étude. Il n'y a pas non plus de réservoirs d'eau potable.



Pour le Luxembourg, des cartes sont disponibles sur le géoportail, à partir desquelles on peut déduire le risque de fortes pluies.



Adapté de LUBW (2019): Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Anhang 6

Dans le tracé du tronçon Route d'Arlon, c'est surtout la zone entre le stade et la Place de l'Etoile qui est concernée.

7.3.2. Prévision des impacts

7.3.2.1. Effets liés à la construction

Pollution

Comme il y a une intervention dans le sol pendant la phase de construction, il existe un potentiel de risque pour le bien à protéger "eau", comme pour le bien à protéger "sol". L'eau est utilisée dans certains processus de travail et/ou pour le nettoyage des outils, des éléments de construction et des machines de chantier. Avec les eaux usées, des substances nocives pour l'environnement peuvent ainsi s'infiltrer dans la nappe phréatique.

C'est pourquoi il est particulièrement important de gérer les eaux usées des chantiers de manière ordonnée. Les substances dangereuses pour l'eau telles que le carburant, l'huile ou les produits chimiques doivent être placées dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts. Seules des citernes agréées avec des bacs de rétention appropriés peuvent être utilisées. Les matériaux contaminés doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches plastiques. Les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement doivent être signalés. En règle générale, les entreprises de construction sont tenues de respecter les mesures de sécurité, de sorte que le risque de pollution peut être considéré comme faible.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

Risque de fortes pluies

En raison de la forte imperméabilisation et de la pente de la Route d'Arlon, la route dans ce secteur conduit l'eau de surface accumulée de manière croissante le long de la zone du plan en cas de fortes pluies. L'eau de pluie est dirigée à grande vitesse vers l'Est jusqu'à la Place de l'Etoile et de là vers le Nord en direction du Rollingergrund. Comme il est prévu d'enterrer le tracé du tramway du CHL au projet Wunnquartier stade, cet effet peut perturber le fonctionnement du chantier en cas de précipitations soudaines. Des mesures de sécurité suffisantes doivent être prévues.

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

7.3.2.2. Effets liés aux installations et à l'exploitation

Apports de substances par l'abrasion et les lubrifiants (voir également le bien à protéger : sol).

L'exploitation du tramway présente un risque potentiel de pollution de l'eau par des polluants organiques et inorganiques.

En raison des faibles rayons de courbure, l'exploitation des tramways entraîne une abrasion importante des rails, ce qui libère en partie des métaux lourds qui peuvent s'infiltrer dans l'eau.

De même, il existe un risque que les lubrifiants utilisés lors de l'exploitation du tramway soient lessivés et se retrouvent dans l'eau. Les lubrifiants utilisés sont toutefois biodégradables, de sorte que l'on ne s'attend pas à ce qu'ils présentent un risque pour les eaux de surface et les eaux souterraines.

Comme les eaux de surface sont correctement déversées dans les égouts, on peut supposer qu'une neutralisation des polluants a lieu dans la station d'épuration.

En tenant compte des mesures d'atténuations, on ne s'attend pas à ce que les apports de substances aient un impact significatif sur le bien à protéger qu'est l'eau pendant les phases d'installation et d'exploitation.

Niveau de la nappe phréatique

La partie souterraine nécessite le creusement d'une tranchée de 15m de large et d'une profondeur d'environ 11m. En supposant un recouvrement d'environ 2,30m dans la zone du tunnel, les pieux forés ont une longueur d'environ 16,50m à partir d'environ 4,00m sous le niveau du sol. Il est prévu d'atteindre en moyenne 2 mètres de profondeur, voir 3 mètres pour les travaux de réseaux et ponctuellement une profondeur de maximum 8 mètres pour la réalisation des locaux enterrés.

Les forages effectués lors de l'étude géotechnique ont atteint une profondeur de 12m. A la profondeur de forage susmentionnée, le niveau de la nappe phréatique n'a pas pu être atteint. Le niveau de la nappe phréatique dans le secteur de la ville de Luxembourg est d'environ 40m, l'Alzette se trouve à environ 50m en dessous du site d'étude. Dans l'ensemble, aucun impact significatif sur les eaux souterraines n'est attendu.

Risque de fortes pluies



		Vitesse d'écoulement			
		< 0.2 m/s	0.2 - 0.5 m/s	0.5 – 2 m/s	> 2 m/s
Profondeur des eaux	4-10 cm	modéré	modéré	élevé	élevé
	10 – 40 cm	modéré	élevé	élevé	très élevé
	40 – 100 cm	élevé	élevé	très élevé	très élevé
	> 100 cm	très élevé	très élevé	très élevé	très élevé

Surfaces en eaux

Adapté de LUBW (2019): Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Anhang 6

Figure 93 : Important risque de fortes pluies dans la partie comprise entre le Stade et la place de l'Etoile, source : www.geoportail.lu

En raison de la forte imperméabilisation et de la pente de la Route d'Arlon, la route dans ce secteur conduit l'eau de surface accumulée de manière accrue le long de la zone en cas de fortes pluies. L'eau de pluie est dirigée à grande vitesse vers l'Est jusqu'à la Place de l'Etoile et de là vers le Nord en direction du Rollingergrund.

Les appareils de voies s'assainiront de façon identique dans tous les sites, associés à tous les types de revêtements. Le principe proposé se compose d'un caniveau entre rail au droit de l'assainissement des talons d'aiguille, d'un drainage du caisson moteur en pointe d'aiguille et d'un drainage en amont de chaque appareil. Les exutoires sont reliés chacun par une canalisation PVC qui assure la liaison aux regards en rive, puis les regards eux-mêmes au collecteur principal. L'évacuation des eaux d'infiltration (pluie) ainsi que des eaux de surface est un facteur essentiel au maintien en bon état de la voie et des revêtements dans le temps. Le drainage est assuré en voie courante (hors appareils de voie) tous les 40m environ et systématiquement en point bas du profil en long, au droit des carrefours et des stations tramway. Il est également prévu pour protéger les traversées piétonnes en fonction de la pente du profil en long, afin d'éviter de renvoyer une surface à assainir sur les personnes empruntant ces passages.

Le drainage de la plate-forme, l'évacuation des eaux en surface de la plate-forme, l'évacuation des eaux de la gorge du rail et l'assainissement transversal récupérant les eaux venant de la gorge du rail ainsi que les eaux d'infiltration peut ainsi être garanti un drainage ordonné même en tenant compte des fortes pluies. Un concept d'étanchéité, assainissement et drainage existe pour la partie tunnel. L'étanchéité a pour but de limiter la pénétration de l'eau à l'intérieur de la structure en dressant une barrière étanche continue et non-contournable. La tranchée couverte est réalisée en béton qui est un matériau poreux et est donc perméable à l'eau. Bien qu'aucune nappe phréatique n'ait été détectée lors de l'étude géotechnique, il faut cependant veiller à limiter l'infiltration des eaux pluviales dans la galerie. Ainsi, plusieurs dispositions peuvent être mise en place de façon à diminuer la perméabilité du béton telles que le recours à certains adjuvants permettant de diminuer la quantité d'eau (et donc diminuer le rapport E/C) sans pénaliser la maniabilité du béton lors de sa mise en oeuvre. Les eaux résiduelles percolantes seront recueillies à l'intérieur en pied de la paroi, au niveau des pistes et seront évacuées dans le réseau d'assainissement. Dans le cas de la dalle de couverture, celle-ci présentera une double pente en surface supérieure de façon à limiter la stagnation des eaux pluviales. En complément, une membrane d'étanchéité et une chape de protection en asphalte coulé sera mise en oeuvre sur la dalle de couverture, celle-ci étant circulaire pour la suite des travaux de déviation des réseaux et de remblaiement.

Les eaux d'infiltration, les eaux pluviales au droit des ouvertures, ainsi que les eaux utilisées en cas de lutte incendie sont recueillies. Dans les trémies exposées aux intempéries ainsi qu'au point bas, des caniveaux transversaux sont prévus pour récolter les eaux, et connectés à une conduite d'assainissement sous la plateforme. Une contrepente sera donc réalisée dans le tronçon de conduite d'assainissement provenant du point bas 'CHL', permettant de ramener les eaux vers le regard de pompage 'Stade'. Des regards sont également prévus tous les 50m.

L'assainissement est dimensionné de manière à permettre l'évacuation des eaux utilisées par les services de secours en cas d'incendie. Suivant la STI Tunnel n°1303/2014, le débit est 800L/min pendant 2h, ce qui correspond à un débit de 13,3 L/s, aisément évacuer pour la conduite d'assainissement qui peut reprendre 97,8 L/s (pour une pente de 1%).

Dans l'ensemble, les capacités et les techniques de drainage prévues pour la zone tunnel sont suffisantes pour garantir l'évacuation des eaux de surface en cas de fortes pluies.

En tenant compte des mesures d'atténuations, on ne s'attend pas à ce que le projet de construction subisse des perturbations dues aux fortes pluies pendant les phases d'installation et d'exploitation.

7.3.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- Éviter les pollutions par les engins de chantier.
- Stockage de substances dangereuses pour l'eau comme le carburant, les huiles ou les produits chimiques uniquement dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts, uniquement des citernes agréées avec des bacs de rétention appropriés.
- Les matériaux pollués doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches.
- Signaler immédiatement les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement.
- Pour l'exploitation du tram, des lubrifiants biodégradables doivent être utilisés conformément aux plans de LUXTRAM.
- Les eaux de surface doivent être évacuées correctement dans les canalisations.
- En ce qui concerne la construction, l'exploitation et les installations, il convient de prévoir, en accord avec l'AGE, des mesures de sécurité suffisantes ainsi que la garantie des écoulements en cas de fortes pluies, notamment sur le tronçon Route d'Arlon / Place de l'Etoile.
- Utilisation de variétés de plantes résistant à la sécheresse pour la végétalisation du tracé.

7.4. Bien à protéger : le sol

7.4.1. Description de la situation existante

7.4.1.1. Sols précieux

Dans l'optique d'un développement territorial ménageant le plus possible les sols, il convient de préserver en priorité les sols agricoles de valeur lors de l'utilisation de surfaces à des fins de construction. Pour cela, il est nécessaire de disposer de bases de données suffisantes et fiables afin d'identifier les sols de grande valeur agricole, d'intégrer ces informations dans les planifications et, le cas échéant, de les préserver. Des cartes de qualité des sols sont disponibles pour une grande partie du pays.

Dans le cas présent, il s'agit de surfaces presque entièrement imperméabilisées, dans l'espace routier, à l'intérieur de quartiers urbains densément construits. Les sols de valeur agricole ne sont pas concernés.

Structure géologique

Une étude géotechnique (voir annexe 4) a été réalisée par le bureau Fondasol en mars 2021 dans le secteur de la route d'Arlon. Sur base de cette étude géotechnique, les points suivants ont été définis et doivent être pris en compte lors de la planification des travaux pour la zone du tunnel :

- On rencontre parfois des sols rocheux (marnes ou grès) qui nécessitent l'utilisation d'engins de terrassement (marteau hydraulique, fraise) et/ou de forage adaptés.
- La zone du projet est bordée de bâtiments sur ses côtés nord et sud, ce qui nécessite de limiter les vibrations pendant les travaux de terrassement, de forage et de compactage.
- Jusqu'à une profondeur de plus de 5 m, on rencontre du grès très tendre qui doit être considéré comme un remblai et qui nécessite la construction de murs de soutènement avant les travaux de construction dans la zone du tunnel.
- La faible présence d'eau permet de prévoir des structures techniques qui ne sont pas totalement étanches dans la zone du tunnel.



Figure 94 : Plan de situation des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21

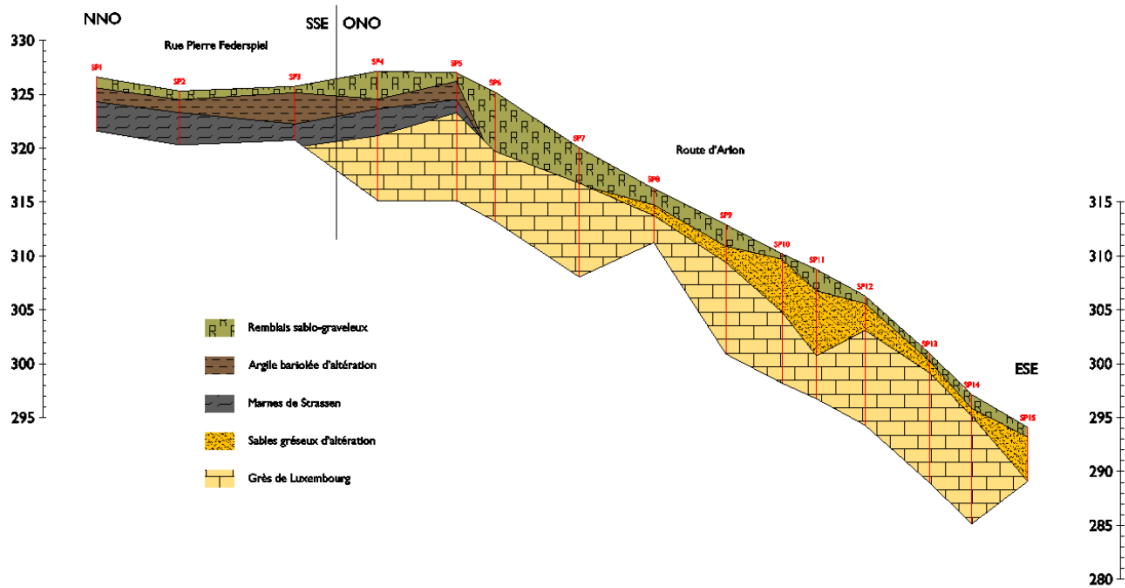


Figure 95 : Coupe des couches géologiques dans la zone des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21

Sondages	Zone	Enrobé/pavé	Terre végétale	Limon argileux	Remblais sablo-graveleux	Argile	Sable gréseux	Marne calcaire	Grès	Toit du grès
		Epaisseur (m)			Rencontré(e)s jusqu'à (m)					
SP1	1- ouverte	-	0.2	0.8	-	2.3	-	<5.0	-	-
SP2		0.12	-	-	0.8	2.0	-	<5.0	-	-
SP3		0.03	-	-	0.6	3.5	-	<5.0	-	-
SP4	2- couverte	0.09	-	-	0.7	3.5	-	6.0	<12.0	321.15
SP5		0.1	-	-	0.8	2.5	-	3.7	<12.0	323.3
SP6		0.15 (pavé)	-	-	5.5	-	-	10.0	<12.0	315.2
SP7		0.2 (pavé)	-	-	3.3	-	-	-	<12.0	316.75
SP8		0.1	-	-	0.7	2.5	-	-	<5.0	313.75
SP9		0.1	-	-	0.8	1.1	3.5	-	<12.0	309.4
SP10		0.09	-	2.0	0.5	-	5.4	-	<12.0	304.8
SP11		0.05	-	-	2.0	-	8.0	-	<12.0	300.75
SP12		0.06	-	-	0.7	-	3.2	-	<12.0	303.1
SP13		0.06	-	-	0.7	-	1.8	-	<12.0	299.15
SP14	3- ouverte	0.13	-	-	1.3	-	-	-	<12.0	295.85
SP15		0.15	-	-	0.9	-	<5.0	-	-	-
SC1	2- couverte	0.15 (pavé)	-	-	4.6	-	-	-	<12.0	320.6
SC2		0.09	-	-	0.5	-	5.4	-	<12.0	304.8

Figure 96 : Résumé sous forme de tableau de la structure géologique des couches dans la zone des points de forage. Source : étude géotechnique. Fondasol 03/21

7.4.1.2. Sites pollués

Le cadastre des sites pollués et des surfaces suspectes du Luxembourg répertorie toutes les surfaces connues dans le pays pour lesquelles une contamination du sol ou des eaux souterraines ne peut être exclue en raison des activités qui s'y déroulent ou s'y sont déroulées.

Le fait qu'une surface soit répertoriée dans ce cadastre ne signifie pas que cette surface représente un danger direct pour l'homme et l'environnement. Les cadastres des surfaces suspectes potentiellement contaminées (CASIPO) sont situés en annexe 7.

La réalisation d'études appropriées (forage d'essai et, le cas échéant, assainissement), en concertation avec les autorités compétentes, est nécessaire avant toute construction. C'est la seule façon de garantir la compatibilité environnementale de l'aménagement d'une surface concernée. Des sondages géotechniques supplémentaires ont été réalisés avec des analyses de pollution de sol et une estimation des volumes des terres polluées. Ces données seront prises en compte dans l'APD.

Le tracé se situe en grande partie en dehors des surfaces contaminées ou suspectées de l'être. Des sites contaminés ou suspectés de l'être sont ponctuellement touchés aux abords de la route d'Arlon. Dans de tels cas, les surfaces suspectées d'être contaminées doivent généralement être examinées en concertation avec l'autorité compétente (AEV) et, le cas échéant, assainies ou isolées avant toute construction prévue.

7.4.2. Prévision des impacts

7.4.2.1. Effets liés à la construction

Pertes de sols précieux

Il n'y a pas lieu de s'attendre à des atteintes significatives dues à la perte de sols précieux. Des mesures de d'atténuations ne sont pas nécessaires.

Dans l'ensemble, aucun impact significatif n'est attendu.

Contraintes géologiques et hydrogéologiques

Sur la base d'étude géotechnique des restrictions ont été formulées et prises en compte dans l'élaboration de l'APS. L'absence de la nappe phréatique permet d'envisager des structures pour la tranchée couverte qui ne sont pas totalement étanches.

Il faut cependant tenir compte du fait que d'eau ont été relevées en cours et en fin de forage mais seulement dans certains sondages principalement localisés en zone I. Ces niveaux d'eau correspondent à des circulations d'eau d'infiltration dans les fissures des bancs marno-calcaires ainsi que dans les sables gréseux, dont le débit et la profondeur dépendent essentiellement des conditions météorologiques. Toutefois, des arrivées d'eau de type sources peuvent être rencontrées également dans les fissures des grès en profondeur.

La méthodologie de réalisation de la tranchée couverte ne change pas la situation actuelle hydrogéologique, comme elle n'est pas située dans la nappe phréatique. Il n'y a pas de risque lié à un besoin de rabattement de nappe phréatique, qui aurait pu engendrer des tassements par assèchement du sol.

Compte tenu des résultats de l'étude géotechnique et de l'adaptation de l'approche du APS, aucun impact potentiel significatif géologiques ou hydrogéologiques n'est prévu pour le moment. Dans le cadre de la procédure de consultation, la construction doit être coordonnée avec l'AGE.

Apports de polluants par les travaux de construction

Comme il y a une intervention dans le sol pendant la phase de construction, il existe un certain potentiel de risque pour le bien à protéger qu'est le sol, comme pour le bien à protéger qu'est l'eau. L'eau est utilisée dans certains processus de travail et/ou pour le nettoyage des outils et des éléments de construction. Avec les eaux usées, des substances nocives pour l'environnement peuvent ainsi s'infiltrer dans le sol.

C'est pourquoi il est particulièrement important de gérer les eaux usées de chantier de manière ordonnée. Les substances dangereuses pour l'eau telles que le carburant, l'huile ou les produits chimiques doivent être placées dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts. Seuls des réservoirs homologués avec des bacs de rétention appropriés peuvent être utilisés. Les matériaux contaminés doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches plastiques. Les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement doivent être signalés.

En tenant compte des mesures d'atténuations, il ne faut pas s'attendre à des effets néfastes importants dus à l'apport de substances pendant la phase de construction.

Démolition de bâtiments et gravats

A l'extrémité Ouest du projet se trouve un bâtiment, le Batiself, qui est directement concerné par le projet. Le tracé du tram traverse le bâtiment existant. La mise en œuvre du projet implique sa démolition. La démolition du bâtiment génère des déchets et il faut s'attendre à d'autres nuisances pendant les travaux de démolition. Toutefois la démolition n'est pas réalisée dans le cadre du projet de Tramway mais dans celui du Pôle d'échange.

A l'heure actuelle, aucune information n'est disponible sur la date et la procédure de démolition. L'extension du tracé du tramway dans la zone concernée se situe, d'un point de vue temporel, dans la phase tardive de la réalisation du projet. La question des déchets pourra être abordée ultérieurement, lors de l'obtention du permis de démolir ou, dans certaines circonstances, dans le cadre d'une procédure de commodo et incommodo.

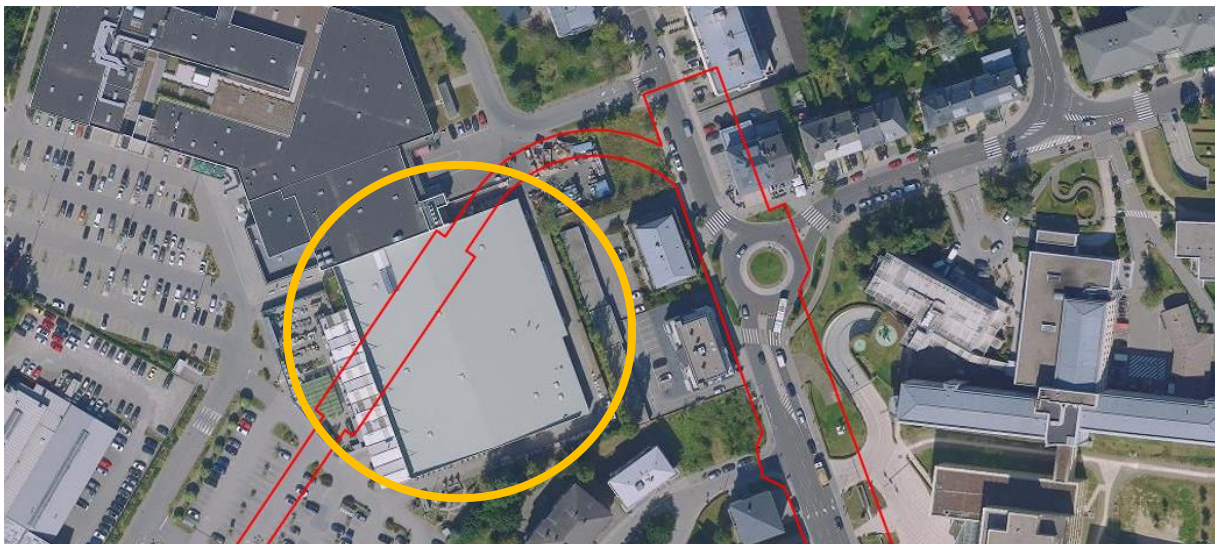


Figure 97 : Secteur concerné par la démolition, rue Batiself, source : représentation propre d'après www.geoportail.lu

En tenant compte des mesures d'atténuations, il ne faut pas s'attendre à des nuisances importantes dues à l'apport de substances pendant la phase de construction.

Stabilité Expertise géotechnique

Une étude géotechnique a été réalisée pour tenir compte des conditions géologiques (voir annexe 4, fondasol, 11.03.2022). L'expertise donne des indications sur la nature et les dimensions (diamètres et profondeurs) des fondations dans la zone du tunnel.

Les forages de reconnaissance ont atteint une profondeur de 12 mètres. Des infiltrations d'eau ont été constatées à plusieurs endroits. Il ne s'agissait cependant pas d'eau souterraine, mais d'eau de surface qui s'infiltrait. Les informations ne suffisent pas pour tirer des conclusions sur les conditions hydrogéologiques. A la profondeur de forage susmentionnée, le niveau de la nappe phréatique n'a pas pu être atteint. Le niveau de la nappe phréatique dans le secteur de la ville de Luxembourg est d'environ 40m, l'Alzette se trouve à environ 50m en dessous du site d'étude.

Les conditions géotechniques pour la réalisation du projet sont réunies. En tenant compte des contraintes techniques, il ne faut pas s'attendre à des perturbations importantes du point de vue de la sécurité du site. Aucune atteinte à la nappe phréatique n'est attendue (voir également le bien à protéger : l'eau).

Traitement des sites contaminés

Lors de travaux de terrassement en milieu urbain, il ne peut en principe pas être exclu que l'on touche à des matériaux de sol pollués. Si, au cours des travaux d'excavation du sol, des matériaux suspects apparaissent, il faut procéder à un contrôle de la contamination. Le cas échéant, il faudra alors prendre des mesures appropriées pour le stockage, la réutilisation ou l'élimination. Il convient également d'éviter toute contamination préalable des matériaux de remblayage.

Les sites existants contaminés ou suspectés de l'être doivent être évalués en concertation avec l'AEV et être assainis, éliminés ou scellés de manière appropriée.

En tenant compte des mesures d'atténuations, il ne faut pas s'attendre à des nuisances importantes dues à l'apport de substances pendant la phase de construction.

Excavation du sol, recyclage et stockage

Les capacités de mise en décharge étant limitées au Luxembourg, il convient de s'efforcer de réduire les terres excavées lors de tous les travaux de construction. Cette exigence est indépendante du fait qu'il s'agisse de matériaux de sol pollués ou non. Même les matériaux dits inertes, qui ne présentent aucun risque pour l'environnement, consomment des capacités de stockage. Des volumes importants, produits sur de courtes périodes, peuvent perturber le déroulement des travaux en raison de goulots d'étranglement dans les décharges.

Dans le cadre du présent projet, on s'efforce de limiter les quantités d'excavation et de les réutiliser au maximum. Les masses d'excavation et les matériaux attendus sont chiffrés par le Groupement, les ordres de grandeur sont les suivantes (voir également le chapitre 4.2) :

Les quantités de déblais suivantes doivent être traitées :

Volume d'asphalte et coffre routier : 33.456m³

Volume sol meuble : 77.690m³

Volume roche : 61.600m³

Volume total à mettre en décharge : 111.146m³

La quantité de terre excavée à évacuer dans l'ensemble du projet peut être estimée à 111.146 m³. Ces masses de terre doivent être évacuées ou réutilisées sur des chantiers proches si cela s'avère approprié. Il faut tenir compte du fait que les valeurs représentent une estimation.

Luxtram a l'intention d'utiliser la plus grande partie possible des matériaux d'excavation sur les chantiers d'autres projets de tramway ainsi que sur le chantier existant comme matériau de remblayage et de remplissage, afin de réduire l'évacuation des matériaux et d'éviter un stockage intermédiaire. Ce faisant, on s'assure que les masses utilisées ne présentent pas d'impuretés non autorisées.

En tenant compte de cette procédure ainsi que des mesures d'atténuations mentionnées, aucun impact significatif n'est attendu pour le bien à protéger qu'est le sol.

7.4.2.2. Effets liés aux installations et à l'exploitation

Pertes de sol

Comme le projet se limite en grande partie à des surfaces déjà imperméabilisées, il n'y aura qu'une faible imperméabilisation par rapport à la taille totale du projet et il s'agit en grande partie d'espaces verts de circulation et de friches.

Des revêtements végétalisés et en partie perméables sont prévus sur le long du tracé dès que possible :



Figure 98 : Voie ferrée dans le secteur du Glacis. Source : www.wort.lu, édition du 25.06.2018

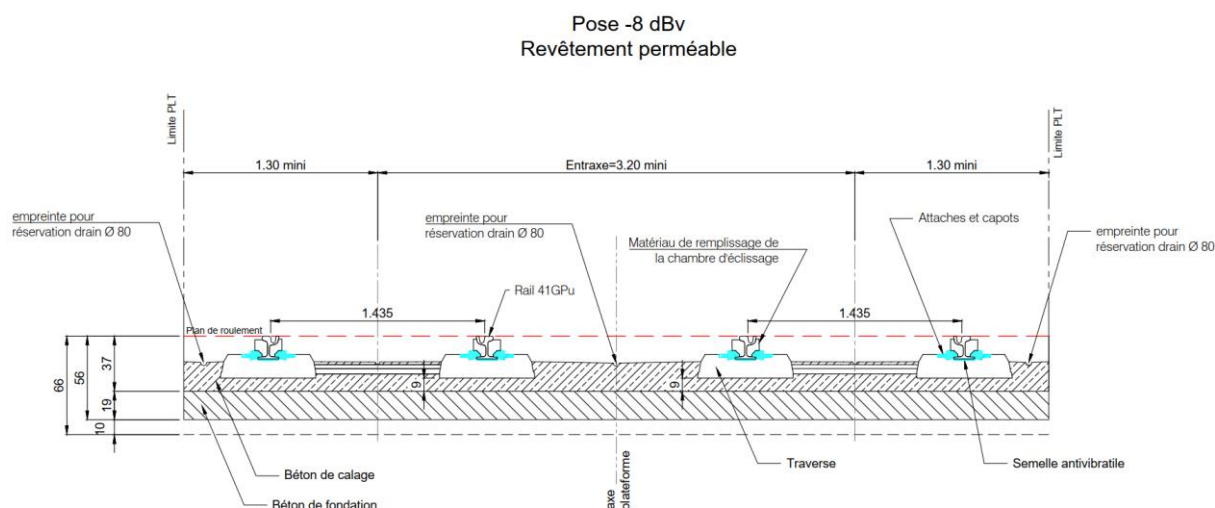


Figure 99 : Exemple d'une coupe type d'une pose de voie avec un revêtement perméable. Source : Groupement - APS Plans

En raison de la faible réimperméabilisation des sols et de la désimperméabilisation partielle, aucun impact significatif n'est à prévoir en phase d'installation et d'exploitation pour le bien à protéger "sol" en raison des pertes de sol. La présence de la tranchée couverte n'influence pas la quantité d'eau captée par rapport à la situation actuelle (voir chapitre 7.3). Cette insertion favorise en surface la capacité d'absorption grâce aux zones perméables plus importantes. Dans l'ensemble, la capacité d'absorption de l'eau peut être améliorée à l'intérieur de la zone du projet par rapport à l'espace routier imperméabilisé. En tenant compte des mesures d'atténuations, aucun impact significatif n'est attendu.

Apports dus à l'abrasion et aux lubrifiants (voir aussi Eau)

L'exploitation du tramway présente un risque potentiel de contamination du sol par des polluants organiques et inorganiques.

En raison du faible rayon de courbure, l'exploitation des tramways entraîne une abrasion accrue des pneus, ce qui libère en partie des métaux lourds. Comme il n'y a pas de sols ouverts dans les zones concernées, ce risque est considéré comme faible. De plus, les matériaux utilisés pour la construction du tramway correspondent toujours à l'état actuel de la technique. De plus, les lubrifiants utilisés sont biodégradables.

Dans l'ensemble, il ne faut pas s'attendre à des atteintes importantes dues à l'apport de substances pour le bien à protéger qu'est le sol pendant la phase d'installation et d'exploitation.

7.4.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- Les substances dangereuses pour l'eau et donc pour le sol, comme le carburant, l'huile ou les produits chimiques, doivent être placées dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts. Seules des citernes agréées avec des bacs de rétention appropriés peuvent être utilisées. Les matériaux contaminés doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches en plastique. Les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement doivent être signalés.
- Les sites contaminés ou suspectés de l'être doivent être pris en compte en consultation avec l'AEV.
- Maximiser le nombre d'arbres existants à conserver.
- Utiliser des arbres et des haies locaux et adaptés au site pour les plantations le long du tracé.
- Minimiser l'imperméabilisation et maximiser la désimperméabilisation nécessaires en périphérie.
- Les déblais produits doivent être réutilisés au maximum dans la zone du projet ainsi que sur les autres chantiers du tramway en tant que matériau de remblai et de remplissage.
- Respect des prescriptions de l'expertise géotechnique.

7.5. Bien à protéger : paysage

7.5.1. Description de la situation existante

La zone d'aménagement est située au centre de l'agglomération de Luxembourg-Ville, dans le quartier de Belair. Il ne s'agit pas d'une zone naturelle non construite en rase campagne.

Le paysage, ou plus précisément le paysage urbain dans la zone d'intervention, est fortement dominé par les bâtiments environnants et principalement par les installations de transport.

7.5.2. Prévision de l'impact

7.5.2.1. Effets liés à la construction, aux installations et à l'exploitation

La construction de la ligne de tramway dans l'espace routier existant n'entraîne aucune modification négative du paysage ou du site.

Il ne faut pas non plus s'attendre à des effets négatifs sur le paysage urbain.

La mise en œuvre du projet, qui accorde une grande importance aux mesures de végétalisation de l'espace public (plus de 160 arbres plantés, pistes cyclables, espaces verts), entraîne une revalorisation du paysage urbain, notamment dans le secteur de la route d'Arlon.

En optant pour une réduction de l'impact en surface grâce à l'enfouissement du passage du tramway en sous-sol, il devient possible de réaménager l'espace public de façade à façade de manière harmonieuse. Cette configuration permet de libérer des zones généreuses dédiées aux piétons, agrémentées de larges espaces végétalisés et d'un alignement soigné d'arbres. Le parcours ainsi créé, longeant la rue, offre un cheminement ombragé et agréable, favorisant une circulation douce tout en renforçant le cadre paysager et la qualité de vie urbaine.

Pour le bien à protéger qu'est le paysage, il ne faut pas s'attendre à des atteintes importantes dues à la construction, aux installations et à l'exploitation. Dans l'ensemble, on peut s'attendre à des effets positifs sur le paysage ou l'image de la ville.

7.5.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- Pour une meilleure intégration des arrêts de tram dans les zones périphériques, il est recommandé de conserver autant que possible les structures d'arbres existants. De plus, des plantations d'arbres et de haies indigènes devraient être réalisées sur les espaces libres prévus dans la zone des arrêts et le long du tracé. Une végétalisation de la voie ferrée contribue également à la rétention d'eau, à la régulation de la température et à l'intégration harmonieuse dans le paysage urbain.

7.6. Bien à protéger : le climat et l'air

7.6.1. Description de la situation existante

7.6.1.1. Gaz à effet de serre

La gestion des effets du changement climatique est l'un des plus grands défis du XXI^e siècle. Le réchauffement de la planète au cours des 50 dernières années est en grande partie dû à l'homme et aux activités humaines (PNDD, 2019). Au Grand-Duché de Luxembourg, les émissions de gaz à effet de serre ont diminué entre 1990 et 1998, suite aux changements structurels de l'économie (restructuration de l'industrie sidérurgique). Au cours des sept années suivantes, la valeur des émissions de GES a de nouveau augmenté pour atteindre un niveau similaire à celui de 1990, en raison de l'augmentation du trafic. Avec 17,3 tonnes d'équivalent CO₂ par habitant (AEE, 2018), le Luxembourg est considéré comme le plus gros émetteur de l'UE. Depuis 2006, date à laquelle le premier plan d'action pour la protection du climat est entré en vigueur, ce chiffre a pu être réduit de manière constante. Après le deuxième plan d'action pour la protection du climat de 2013, le gouvernement luxembourgeois a décidé de présenter un troisième plan national de protection du climat suite à la signature de l'Accord de Paris sur le climat et du règlement au niveau de l'UE fixant des objectifs annuels contraignants de réduction des émissions de gaz à effet de serre. 1

Les principaux gaz à effet de serre sont le CO₂ (transport, chauffage, production d'électricité ou émissions industrielles), le méthane (stations d'épuration, décharges et agriculture) et le N₂O (élevage et utilisation d'engrais). Au Luxembourg, les deux tiers des émissions sont dus au secteur des transports.

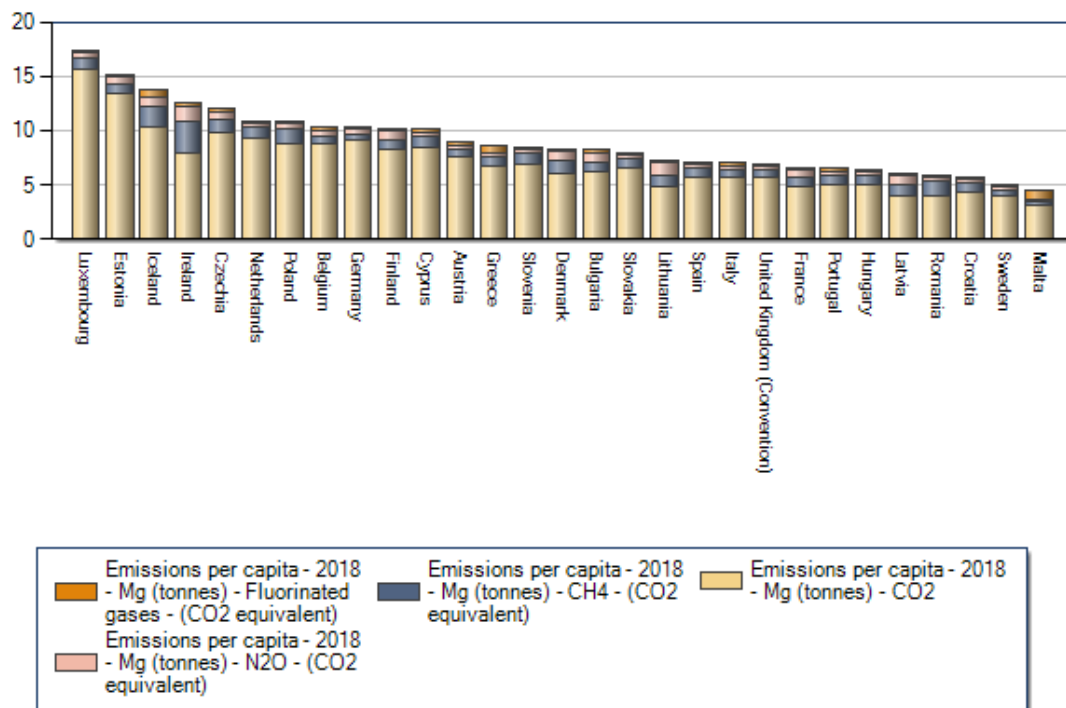


Figure 100 : Émissions de gaz à effet de serre en 2018 (en équivalents CO₂) par habitant en comparaison avec l'UE. Source : <http://www.eea.eu-ropa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>, consulté le 04.11.2020

Dans l'environnement spatial du territoire de projet, les effets locaux et les événements extrêmes dus au changement climatique tels que la chaleur (>sécheresse, risque d'incendie de forêt, stress thermique), les fortes pluies (>inondations, érosion des sols, glissements de terrain) ou les vents violents (>dommages dus aux tempêtes) sont particulièrement importants, de même que la fréquence potentiellement croissante de ces événements extrêmes et les espaces dans lesquels une vulnérabilité et la nécessité d'une adaptation ou de la création de structures résistantes apparaissent.

7.6.1.2. Climat urbain

Conformément à la carte des fonctions climatiques (List&Geo-net, 2021), aucun espace vert ou libre ayant une fonction de compensation bioclimatique pertinente n'est concerné par la zone d'aménagement. Il s'agit presque exclusivement de zones d'habitation et de circulation présentant une situation bioclimatique moyenne à défavorable. Les surfaces majoritairement imperméables sont à classer comme des zones de chaleur qui se réchauffent fortement en été, mais qui ne se refroidissent que difficilement. En théorie, les alignements de rues peuvent avoir un effet positif sur l'apport d'air frais. Mais cela ne fonctionne que s'ils constituent un lien avec les zones où l'air frais est produit, par exemple les forêts ou les espaces ouverts. La zone du projet n'a donc pas d'importance pour le climat urbain en termes de fonction de compensation ou pour les voies d'air froid et l'apport d'air frais.

Les structures vertes compensatoires ne sont que peu présentes. A une courte distance, le cimetière et les espaces verts adjacents sur le Limpertsberg constituent des surfaces de compensation climatique plus importantes et pertinentes pour la zone planifiée.

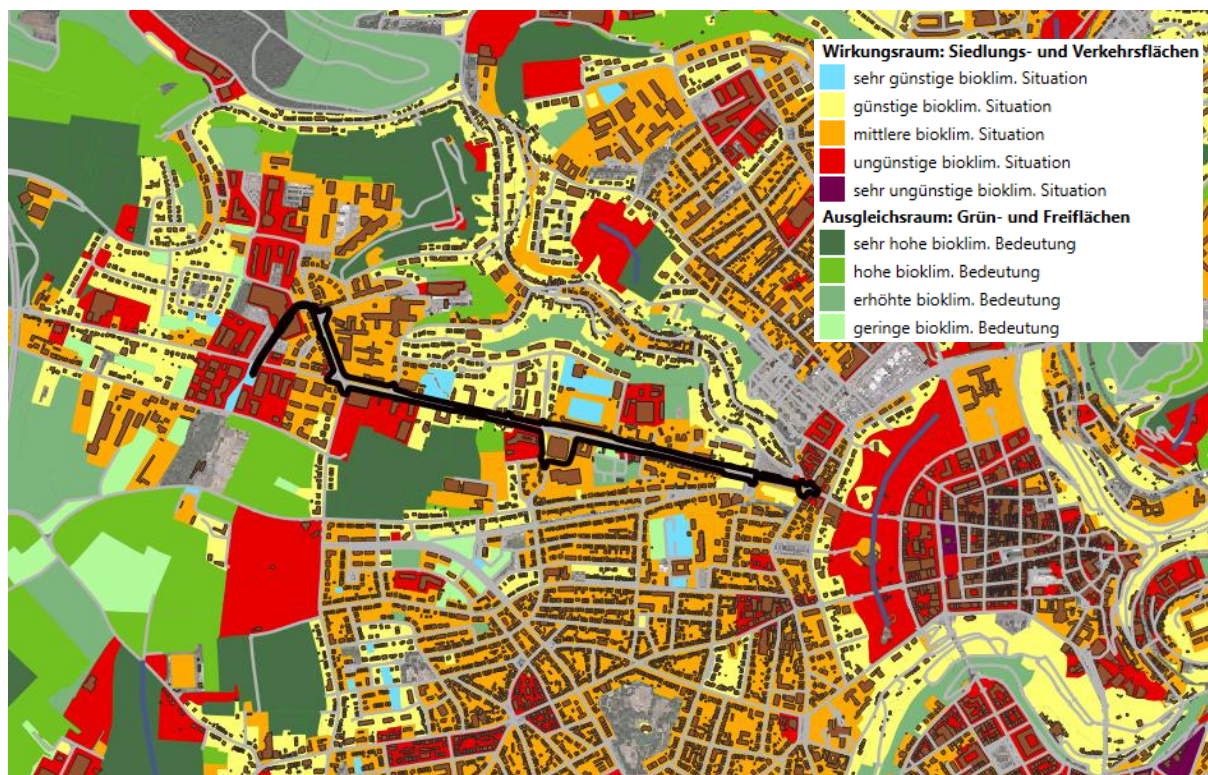


Figure 101 : Extrait de la carte des fonctions climatiques. Source : LIST&Geo-Net, 2021

7.6.1.3. Pollution par les particules fines

Un trafic élevé ne s'accompagne pas seulement d'une pollution sonore importante, mais aussi d'une pollution par les gaz d'échappement, notamment par les oxydes d'azote (NO₂), considérés comme particulièrement dangereux, émis par les moteurs à combustion.

En 2005, des valeurs limites ont été fixées pour la moyenne sur 24 heures des émissions de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules fines (PM₁₀). Ces valeurs limites étaient respectivement de 50µg/m³ (NO₂) et de 40µg/m³ (PM₁₀). Les mesures effectuées par l'administration de l'environnement montrent que les valeurs limites pour le NO₂ et les PM₁₀ sont dépassées aux grands carrefours routiers, en particulier à Luxembourg-Ville.

En 2010, la valeur limite pour la moyenne sur 24 heures de NO₂ a été abaissée à 40µg/m³. Le trafic est considéré comme le principal responsable des émissions de NO₂ et de PM₁₀. Pour pouvoir réduire ces émissions, des mesures ciblées sont nécessaires. Celles-ci devraient porter sur le comportement en matière de circulation de la population résidente et active (PNDD, 2019). Outre la limitation des dégâts, le développement et l'augmentation de l'attractivité des transports publics ont une grande importance pour la réduction de la pollution aux particules fines.

Dans la zone concernée par le projet, la valeur limite de 40 µg/m³ était déjà dépassée en 2010 dans la plupart des secteurs. Ce n'est que dans la partie la plus à l'Ouest (zone CHL) que les valeurs mesurées étaient juste en dessous du seuil de 40 µg/m³.

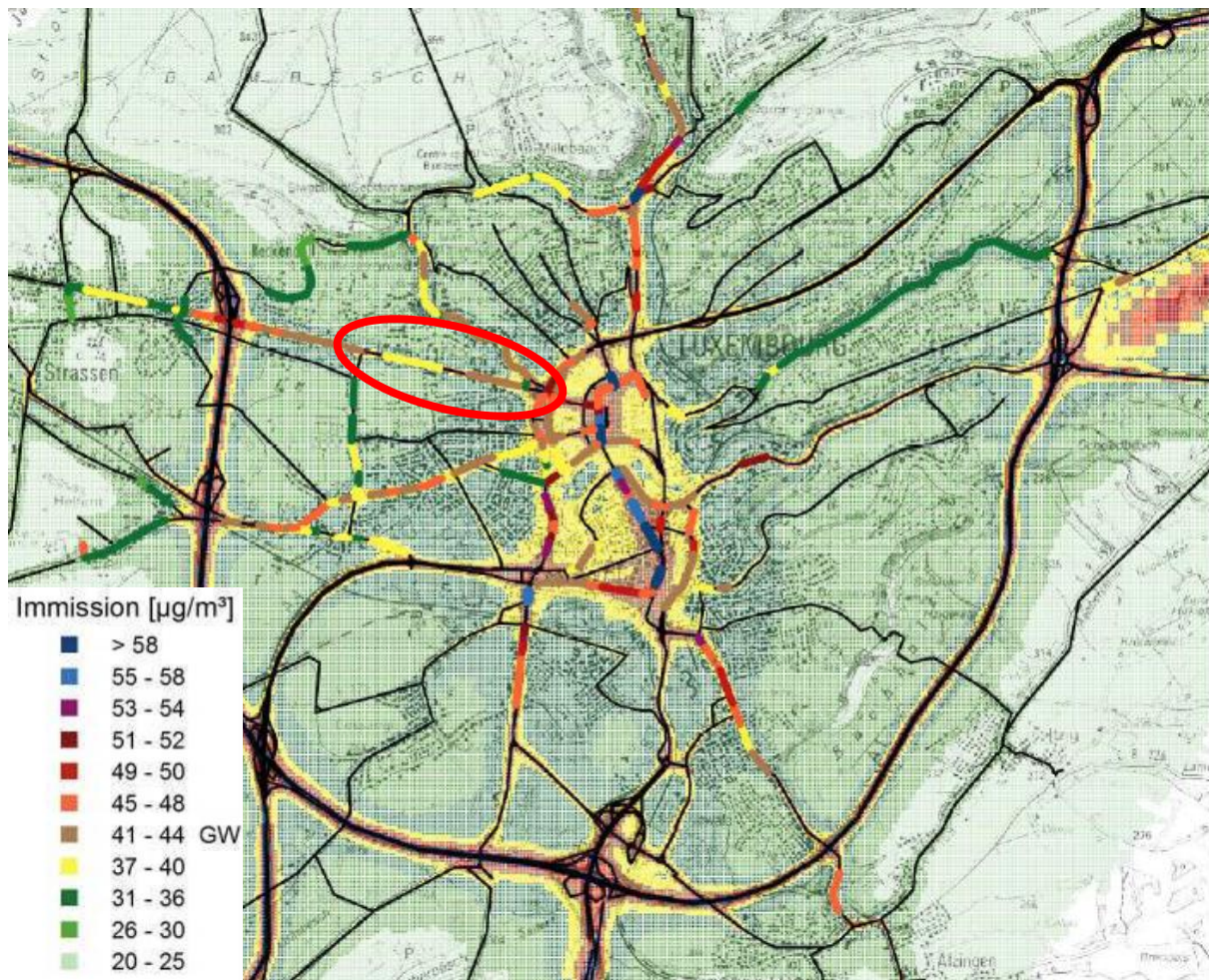


Figure 102 : Immissions d'oxydes d'azote 2010. Source : Administration d'environnement (AEV) 2011

7.6.2. Prévision de l'impact

7.6.2.1. Effets liés à la construction

Pouss re/ missions

Pendant la phase de construction, il faut s'attendre à des nuisances supplémentaires dues à la pouss re et   d'autres émissions provenant des véhicules de chantier. Le cas échéant, celles-ci s'ajoutent à la pollution locale (poussières fines) due au trafic routier, de sorte qu'il faut s'attendre temporairement à des effets accrus. Les nuisances sont toutefois caractérisées par des temps d'action courts. En outre, les mesures d'atténuations permettent de réduire suffisamment les effets.

La problématique des poussières générées par les travaux de terrassement a déjà été abordée dans le cadre du bien à protéger "population et santé humaine". Ces nuisances peuvent être réduites en grande partie par le mouillage ou l'arrosage des fouilles en période sèche.

Le phasage des travaux de construction contribue également à réduire les impacts potentiels.

En tenant compte des mesures d'atténuations, il ne faut pas s'attendre à des nuisances importantes dues à la pouss re et aux émissions pendant la phase de construction pour le bien à protéger "climat et air".

7.6.2.2. Effets liés aux installations et à l'exploitation

Effet de barrière

Les structures linéaires telles que les voies de circulation peuvent avoir un effet de barrière et nuire à l'échange d'air régional. La ligne de tramway est principalement construite à proximité de l'espace routier existant. De plus, le tramway se situe au même niveau que la route. Les superstructures (arrêts, poteaux) n'offrent également qu'une faible résistance spatiale aux flux d'air.

Dans l'ensemble, il ne faut pas s'attendre, pour les biens à protéger : le climat et l'air, à des atteintes importantes liées aux installations et à l'exploitation, par rapport aux effets de barrière des voies de guidage de l'air ou des flux d'air.

Qualité de l'air

Le plan de qualité de l'air pour l'agglomération de la ville de Luxembourg préconise une réduction de la part des transports individuels au profit des transports en commun et de la mobilité douce. Le tramway contribue à atteindre l'objectif de la politique climatique de réduire le trafic individuel en ville.

Le tramway fonctionne sans gaz d'échappement, qui ont un impact négatif sur la qualité de l'air. Le rejet de particules dues à l'abrasion des roues et des freins (voir également les biens à protéger que sont le sol et l'eau) ne peut pas être totalement évité. Ces nuisances sont toutefois relativement faibles par rapport à celles des voitures individuelles qui peuvent être économisées en cas de déplacement de la répartition du trafic vers le tramway.

Du point de vue de l'installation et de l'exploitation, il ne faut pas s'attendre à des effets importants sur les biens à protéger que sont le climat et l'air en raison des gaz d'échappement nocifs. La réalisation du tronçon de tramway devrait avoir des effets globalement positifs sur la qualité de l'air.

Végétalisation du tracé

Dans les bandes vertes le long du tracé, il est prévu de planter des 160 arbres indigènes et adaptés au site.

Le projet prévoit de planter différentes strates arborées en fonction des ambiances végétale souhaitées. La palette végétale des espaces plantés sera composée de différentes espèces herbacées nécessitant peu d'entretien pour favoriser l'accueil des petites faunes. Différents échanges ont eu lieu avec le service Parc de la Ville de Luxembourg et le service entretien des arbres des Ponts et Chaussées afin d'intégrer leur retour d'expérience et de confirmer la durabilité des différentes essences prévues. Les détails concernant la plantation de haies et le semis des espaces verts sont encore en cours de finalisation à l'heure actuelle.

Une plantation d'arbres et de haies a un effet positif sur les biens à protéger que sont le climat et l'air, mais aussi sur d'autres biens à protéger (homme ; plantes, animaux, diversité biologique ; paysage).

Besoin en énergie

La consommation moyenne d'électricité du tram est d'environ 10 kWh par km de 2018 à 2024. La consommation totale résulte de la somme des km parcourus. La part d'énergie renouvelable dans la consommation d'électricité n'est pas connue et dépend du mix électrique du fournisseur. Il est possible de choisir des tarifs avec 100% d'électricité naturelle issue de l'énergie hydraulique ou avec une part supplémentaire de 50% d'électricité verte produite dans la région.

Après la mise en service de la ligne de tramway, il est prévu que les utilisateurs passent du transport individuel au transport public. La consommation totale d'énergie devrait donc diminuer, ce qui entraînera également une amélioration du bilan CO₂.

L'exploitation du tram a donc un effet positif sur le bilan CO₂. Cela correspond également aux objectifs des plans et programmes supérieurs qui mentionnent le développement du tram comme mesure.

7.6.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- Mise en place d'un système d'arrosage en période de sécheresse pendant la phase de construction afin d'éviter l'augmentation des émissions de poussière.
- Phasage des étapes de construction pour réduire les impacts potentiels.
- Végétalisation du tracé avec des arbres et des haies indigènes et adaptés au site.
- Minimisation de l'imperméabilisation et de la désimperméabilisation nécessaires dans la zone périphérique et entre les voies.
- Entretien et maintenance réguliers du matériel roulant (roues, freins).
- Utilisation d'électricité verte pour faire fonctionner le tram.

7.7. Bien à protéger : Patrimoine culturel et matériel

7.7.1. Description de la situation existante

7.7.1.1. Surfaces archéologiques concernées

Le tracé traverse des zones d'importance archéologique sur les deux tronçons.

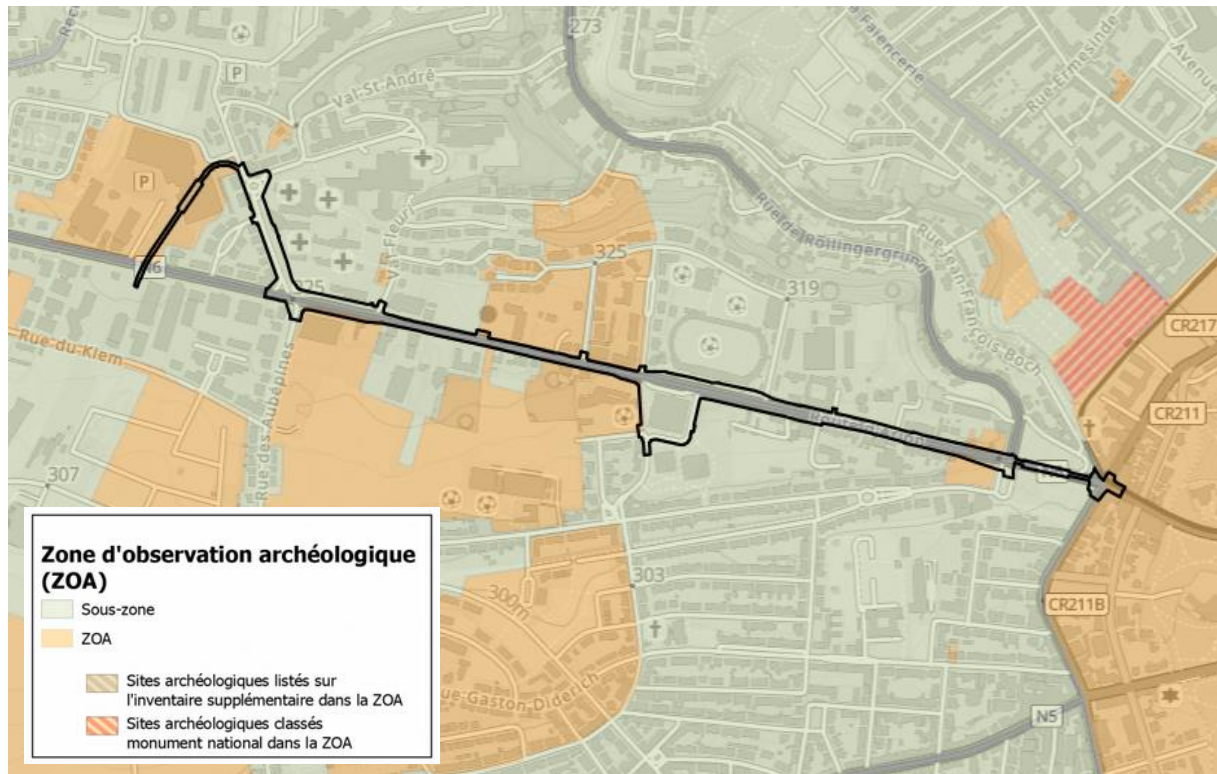


Figure 103 : Carte archéologique (ZOA). Source : INRA / geoportail 2024

Le projet se situe à la fois dans une sous-zone d'observation archéologique (ZOA) et dans la ZOA de l'INRA.

Un avis de l'INRA a été rendu.

L'étude géotechnique a aussi permis de détecter la présence possible d'anciens vestiges issus des anciennes fortifications de la ville de Luxembourg sur de fortes épaisseurs. Toutefois, ces vestiges sont localisés à proximité de l'extrémité Est de la Route d'Arlon et n'est pas concerné par la tranchée couverte.

Hormis ces vestiges et les réseaux, aucun ouvrage existant particulier n'a été identifié dans ce secteur lors de la phase de collecte des données.

7.7.1.2. Protection d'objets et d'ensembles au titre de la législation sur les monuments historiques

Dans la zone de planification directe du secteur Route d'Arlon, il n'y a pas d'objets ou d'ensembles protégés. Aucun monument ou bâtiment protégé au niveau national ne se trouve dans la zone de planification du tronçon Arlon. Deux secteurs protégés au niveau communal se trouvent à proximité immédiate de la route d'Arlon, près de la place de l'Etoile, un groupe de maison du 75 au 91 Route d'Arlon datées d'avant 1950 et un ensemble d'immeuble des années 1950 (du 49 au 57). Il s'agit d'un secteur protégé d'ensembles sensibles (SPR-es) à l'Ouest et d'un secteur protégé d'ensembles sensibles Route d'Arlon (SPR-es-arl) à l'Est (cf. figure 99 du PAP-QE). Le secteur protégé à l'Ouest est le projet Upside où les façades sont conservées. Le projet du tram étant de façade à façade, la limite du projet en jaune s'arrête ainsi devant la façade. Pour les objets situés à l'intérieur du SPR-es, des restrictions particulières s'appliquent, qui concernent également en partie la zone à l'extérieur des bâtiments. Selon le PAP-QE de la Ville de Luxembourg, les SPR situées à l'intérieur d'une zone MIX-u ne sont soumises à aucune directive ou restriction pertinente pour leurs zones extérieures.



Figure 104 : Extrait du PAG de la Ville de Luxembourg avec la zone de planification du secteur Arlon (en jaune). Les zones protégées "Secteur protégé d'intérêt communal, environnement construit - C" sont indiquées par des polygones en pointillés et un "C". Source : www.geoportail.lu

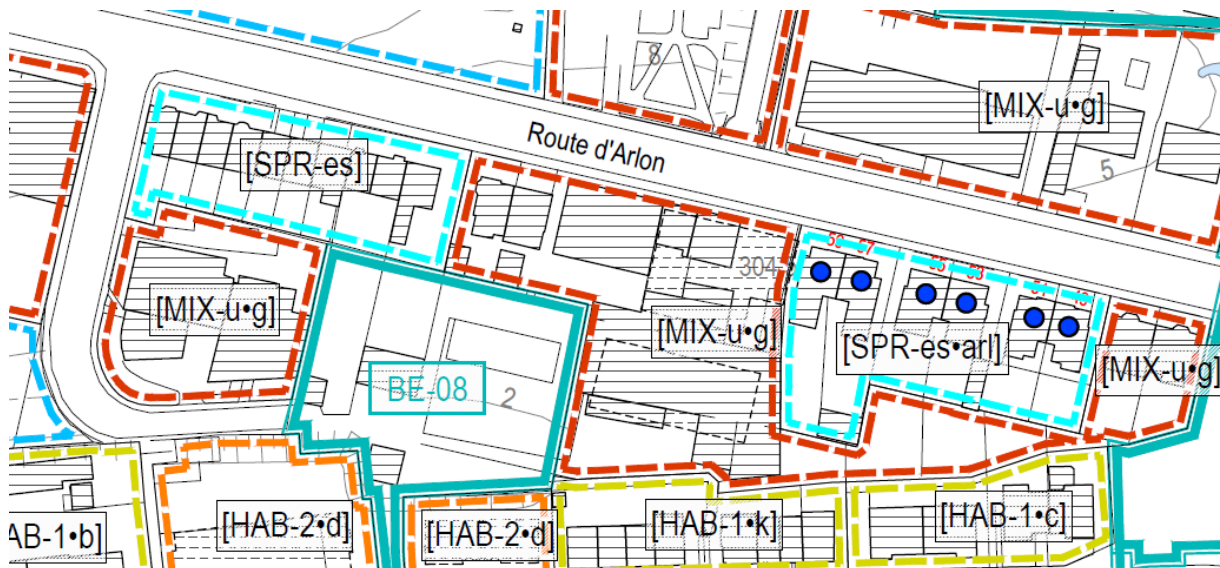


Figure 105 : Extrait du PAP-QE de la Ville de Luxembourg. Les zones protégées (SPR-es et SPR-es•arl) sont indiquées en pointillés turquoise. Source : Zeyen+Baumann 2021

7.7.2. Prédiction de l'impact

7.7.2.1. Effets liés à la construction

7.7.2.1.1. Surfaces d'intérêt archéologique

Conformément aux prescriptions réf CNRA : 0304-V/21.4168, le tronçon route d'Arlon est concerné par la zone B anciens hospices. Dans le plan d'aménagement, il faut prévoir d'enlever le revêtement de la route 4 semaines avant le début des travaux dans la zone marquée et de procéder à un sondage archéologique du terrain.

7.7.2.1.2. Protection des objets et des ensembles au titre de la législation sur les monuments historiques

La zone de planification du tronçon Arlon traverse le SPR-es•arl à l'Ouest de la place de l'Etoile, sur la route d'Arlon, à hauteur des numéros 49-59.

Comme il n'y a pas de prescriptions pour l'avant des bâtiments à cet endroit, aucun effet n'est attendu sur les objets qui s'y trouvent ainsi que sur le paysage urbain qu'ils caractérisent.

7.7.3. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation

- Concertation avec le INRA en amont de la phase de travaux et pendant la phase de travaux, conformément aux prescriptions de l'Avis INRA Réf : 3L04-PS/17.1247 du 24.02.2022. Conformément aux prescriptions réf CNRA : 0304-V/21.4168, le tronçon route d'Arlon est concerné par la zone B anciens hospices. Dans le plan d'aménagement, il faut prévoir d'enlever le revêtement de la route 4 semaines avant le début des travaux dans la zone marquée et de procéder à un sondage archéologique du terrain.

8. PROCESSUS D'ACTION CUMULATIFS

Les effets cumulatifs peuvent résulter du fait que plusieurs projets déploient leurs effets dans le même espace et/ou au même moment. De plus, des effets cumulatifs peuvent résulter d'interactions et d'effets cumulés entre les biens à protéger. Ces effets sont pris en compte de manière spécifique aux biens à protéger ainsi que par des renvois entre les biens à protéger.

Dans le cas présent, il existe dans l'environnement direct du projet de tramway, concrètement sur la route d'Arlon, trois autres grands projets d'urbanisme actuellement connus. Il s'agit des projets de construction Place de l'Etoile et Wunnquartier Stade qui sont actuellement encore en phase de planification et l'Extension CHL qui est en cours de réalisation pour une mise en service fin 2028 (voir chapitre 2.3).

Comme tous les projets sont situés le long du tracé prévu pour le tram, l'aspect de la circulation et du bruit est particulièrement important du point de vue de la construction et de l'exploitation. En tant que moyen de transport alternatif, le tram constitue ici un élément de liaison dont les trois projets profitent. Le tram contribue à ce que l'augmentation du trafic attendue en raison de l'augmentation des densités de construction et d'utilisation soit amortie par une meilleure offre de transports en commun. La revalorisation de l'image globale de la ville qui résulte de la mise en œuvre des 4 projets au total et qui donne un nouveau visage à la Route d'Arlon est également un point positif.

D'autre part, des effets négatifs potentiels liés au cumul des projets dans leur phase de construction ne peuvent être exclus. Les nuisances liées à la construction (bruit, vibrations, poussières, circulation sur les chantiers et autres restrictions d'usage) que subissent les riverains et les usagers du secteur concernés de la route d'Arlon lors du cumul des projets et qui sont à prévoir sur une période de 3 ans environs suivant l'avancement des projets, peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de vie.

Pour les projets de construction soumis à l'EIE, il existe des avis ministériels qui, compte tenu des mesures d'atténuations formulées dans les screenings respectifs de l'EIE, ne prévoient pas d'impact environnemental significatif (voir chapitre 2.3).

Luxtram prévoit pour le projet du tronçon Route d'Arlon des mesures qui contribuent à réduire les nuisances en phase de construction (adaptation des horaires de travail, réduction d'un chantier nocturne, réutilisation des déblais, phasage des phases de construction, etc.). En outre, les expertises réalisées sur le bruit et les vibrations formulent des mesures de réduction dans le sens d'une compatibilité entre les phases de construction et d'exploitation (utilisation d'engins de chantier appropriés, matériaux réduisant les vibrations, etc.). D'autres mesures contribuant à la compatibilité du projet dans sa phase de construction et d'exploitation sont formulées dans le présent rapport d'EIE (voir chapitre 9).

Compte tenu des mesures d'atténuations, aucun impact environnemental cumulé significatif n'est attendu.

9. RÉSUMÉ DES MESURES

Bien à protéger : santé humaine et population

- L'installation d'un monitoring permanent pendant le chantier
- Procéder à des validations de procédés avant toute phase de chantier à risque afin de prévenir les possibles incidences plutôt que de les constater pendant le chantier lui-même, avec les risques de ralentir le chantier, voire de l'arrêter.
- Eviter dans la mesure du possible, le recours aux marteaux pneumatiques / brises roches / Montaberts très impactants au niveau vibratoire et aussi très bruyants : préférer une méthodologie de travail comprenant un sciage adéquat permettant l'utilisation de pinces pneumatiques avec éventuellement, si nécessaire, recours à des petits marteaux pneumatiques.
- Etablir un planning réaliste des travaux afin de pouvoir bien le respecter et ainsi assurer une communication transparente vis-à-vis des riverains (un riverain averti, tant sur la planification / durée, que sur le type des travaux qu'il va avoir en face de chez lui, y sera nettement moins sensible).
- Enfin, il apparaît malgré tout que les niveaux instantanés à proximité des engins pourront être importants (pouvant dépasser 80 à 85dB(A) en pointes) : il est logique de protéger l'environnement proche du chantier à l'aide d'écrans amovibles
- Respect des horaires de construction prévus en semaine entre 7h00 et 22h00 et réduire au minimum le bruit entre 17h00 et 22h00. Certaines étapes de travaux, comme le raccordement à la ligne tramway existante, doivent être réalisées en dehors des heures de fonctionnement du tramway et d'une forte affluence et donc pendant la phase nocturne, c'est-à-dire entre 22h00 et 07h00. Ces phases de travaux sont à limiter dans le temps et dans l'espace.
- Utilisation d'appareils de forage à émission sonore fortement réduite.
- Mettre des écrans « fixes » pendant toute la durée des chantiers respectifs pour protéger les zones d'accès au tunnel côtés Ouest (CHL) et Est (STADE) qui subiront le charroi des engins pendant toute la construction de la tranchée couverte. Ces deux zones sont en effet pressenties comme points d'accès au chantier.
- Lors des travaux de forage des parois latérales en pieux, entourer les engins de forage par des écrans de chantier « amovibles » acoustiquement isolants [>25 dB(A)] et absorbants [$\alpha_s > 0.7$] placés autour de la zone de forage sur une hauteur de 4 m de haut. Prendre en compte les nuisances sonores pour les riverains lors du phasage des travaux et de la planification des tronçons.
- Utilisation d'engins de chantier peu bruyants et modulation des horaires d'utilisation des engins de chantier.
- Réalisation d'un monitoring permanent de l'exposition aux vibrations aux points particulièrement sensibles pendant la construction (possibilité de surveiller également l'exposition au bruit).
- Éviter autant que possible l'utilisation de marteaux pneumatiques et autres outils de démolition de la roche, les combiner avec des pinces pneumatiques et des outils de sciage de la roche.
- Communication transparente du déroulement prévu des travaux (surtout le timing) avec les riverains concernés, afin d'obtenir une meilleure acceptation.

- En période sèche, arrosage du sol pour réduire la formation de poussière.
- Sécurisation des accès et mise en place de possibilités de traversée suffisantes vers les équipements publics de proximité et de loisirs pendant la phase de construction.
- Assurer les possibilités de traverser les routes concernées et éviter les bouchons aux heures de pointe grâce à une gestion intelligente des feux de chantier.
- Mesures de sécurité et concept de sécurité (clôtures, signalisation, balisage, régulation des feux de signalisation) lors de l'installation du chantier pour protéger les ouvriers, les passants et les autres usagers de la route.
- Mesures du bruit et des vibrations accompagnant la phase de construction afin de déterminer la charge réelle et d'installer les mesures de réduction correspondantes.
- Harmonisation et coordination des mesures de construction avec les autres projets de la Route d'Arlon (Place de l'Etoile, Wunnquartier Stade, extension CHL).
- Concertation avec le service circulation de la Ville de Luxembourg pour le phasage des travaux.
- Coordination avec CHL en ce qui concerne les champs électriques et magnétiques.
- Utilisation de graisseurs de voies pour les courbes dont le rayon est inférieur à 100m.
- Planification de type de pose de voie adapté suivant la situation : Pose amortie des voies ou sur dalle flottante de -8 dB à -20 dB dans les sections sensibles du tracé.
- Avant le début des travaux, les employés des entreprises de construction devraient être formés par un expert SEDAL à la reconnaissance et à la manipulation correcte des munitions explosives (par exemple dans le cadre d'une réunion de sécurité). Après l'enlèvement des couches supérieures (asphalte, béton), les experts SEDAL devraient inspecter les zones par sections. Si des engins explosifs sont découverts, ils seront désamorcés et éliminés par SEDAL.

Bien à protéger flore, faune et biodiversité

- Afin d'éviter toute violation de l'article 21 de la LPN, les travaux de défrichage et d'abattage doivent être effectués durant le semestre d'hiver (début octobre à fin février). Les arbres d'une circonférence de plus de 50 cm de diamètre au niveau du tronc concernés devront avoir une vérification préalable des quartiers et un contrôle du peuplement des arbres par un expert en faune. Sur la base de l'examen des quartiers et du contrôle de la présence d'arbres, des mesures supplémentaires de protection des espèces et de compensation peuvent être prises.
- Sur la base du bilan d'écopoints actuel, on s'attend à ce que le présent projet génère un excédent de valeur de biotope en raison de la conservation de nombreux arbres existants et de l'intégration de plus de 160 plantations d'arbres. Le bilan d'écopoints existant doit être actualisé lorsque les arbres à arracher, à conserver et à replanter peuvent être localisés de manière définitive sur la base du projet APD. Les arbres de bord de route existants doivent être conservés autant que possible et intégrés dans le projet.
- Les arbres de bord de route à conserver doivent être protégés par des mesures de protection des racines et des troncs pendant la phase de construction.
- Pour compenser la perte de valeur du biotope due à l'intervention sur les arbres du bord de la route, des plantations d'arbres et de haies indigènes devraient être réalisées dans la zone du projet.

- Pour l'éclairage du futur terrain de la rue d'Ostende, il est indispensable d'utiliser des sources lumineuses adaptées aux chauves-souris. Il faut éviter d'éclairer l'espace toute la nuit afin de protéger les espèces de chauves-souris vivant en forêt dans les petits bois avoisinants à l'ouest.

Bien à protéger : l'eau

- Éviter les pollutions par les engins de chantier.
- Stockage de substances dangereuses pour l'eau comme le carburant, les huiles ou les produits chimiques uniquement dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts, uniquement des citernes agréées avec des bacs de rétention appropriés.
- Les matériaux pollués doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches.
- Signaler immédiatement les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement.
- Pour l'exploitation du tram, des lubrifiants biodégradables doivent être utilisés conformément aux plans de LUXTRAM.
- Les eaux de surface doivent être évacuées correctement dans les canalisations.
- En ce qui concerne la construction, l'exploitation et les installations, il convient de prévoir, en accord avec l'AGE, des mesures de sécurité suffisantes ainsi que la garantie des écoulements en cas de fortes pluies, notamment sur le tronçon Route d'Arlon / Place de l'Etoile.
- Utilisation de variétés de plantes résistant à la sécheresse pour la végétalisation du tracé.

Bien à protéger : le sol

- Les substances dangereuses pour l'eau et donc pour le sol, comme le carburant, l'huile ou les produits chimiques, doivent être placées dans des bacs de rétention étanches, résistants et couverts. Seules des citernes agréées avec des bacs de rétention appropriés peuvent être utilisées. Les matériaux contaminés doivent être stockés temporairement dans des bacs de rétention, des bennes ou sur des bâches en plastique. Les pollutions et les accidents impliquant des substances dangereuses pour l'environnement doivent être signalés.
- Les sites contaminés ou suspectés de l'être doivent être pris en compte en consultation avec l'AEV.
- Maximiser le nombre d'arbres existants à conserver.
- Utiliser des arbres et des haies locaux et adaptés au site pour les plantations le long du tracé.
- Minimiser l'imperméabilisation et maximiser la désimperméabilisation nécessaires en périphérie.
- Les déblais produits doivent être réutilisés au maximum dans la zone du projet ainsi que sur les autres chantiers du tramway en tant que matériau de remblai et de remplissage.
- Respect des prescriptions de l'expertise géotechnique.

Bien à protéger : le paysage

- Pour une meilleure intégration des arrêts de tram dans les zones périphériques, il est recommandé de conserver autant que possible les structures d'arbres existants. De plus, des plantations d'arbres et de haies indigènes devraient être réalisées sur les espaces libres prévus dans la zone des arrêts et le long du tracé. Une végétalisation de la voie ferrée contribue également à la rétention d'eau, à la régulation de la température et à l'intégration harmonieuse dans le paysage urbain.

Bien à protéger : le climat et l'air

- Mise en place d'un système d'arrosage en période de sécheresse pendant la phase de construction afin d'éviter l'augmentation des émissions de poussière.
- Phasage des étapes de construction pour réduire les impacts potentiels.
- Végétalisation du tracé avec des arbres et des haies indigènes et adaptés au site.
- Minimisation de l'imperméabilisation et de la désimperméabilisation nécessaires dans la zone périphérique et entre les voies.
- Entretien et maintenance réguliers du matériel roulant (roues, freins).
- Utilisation d'électricité verte pour faire fonctionner le tram.

Bien à protéger : patrimoine culturel et matériel

- Concertation avec le INRA en amont de la phase de travaux et pendant la phase de travaux, conformément aux prescriptions de l'Avis INRA Réf : 3L04-PS/17.1247 du 24.02.2022. Conformément aux prescriptions réf CNRA : 0304-V/21.4168, le tronçon route d'Arlon est concerné par la zone B anciens hospices. Dans le plan d'aménagement, il faut prévoir d'enlever le revêtement de la route 4 semaines avant le début des travaux dans la zone marquée et de procéder à un sondage archéologique du terrain.

10. SUIVI

Par suivi, on entend généralement la surveillance des processus. En ce qui concerne le projet Luxtram, il s'agit de vérifier, à intervalles appropriés, si les mesures recommandées dans le cadre de l'EIE sont efficaces ou si les hypothèses formulées correspondent aux effets environnementaux qui se produisent effectivement. Si le suivi révèle des effets négatifs imprévus sur l'environnement, des mesures correctives appropriées doivent être prises.

Les résultats de l'EIE ont permis d'identifier les principales zones de conflit présentées dans le tableau ci-dessous. Les mesures de suivi du plan présentées à cet égard doivent être prises en compte.

Tableau 9 : Tableau de suivi des mesures selon les biens à protéger

Bien à protéger	Zone de conflit	Cadre d'évaluation et suivi	Mesure de surveillance	Date du contrôle	Responsabilité
Population et santé humaine	Bruit et vibrations	<u>Avant le début de la construction :</u> Consultation du bureau d'études <u>Pendant la phase de construction :</u> Mesures du bruit et des vibrations <u>En phase d'exploitation :</u> Mesures du bruit et des vibrations	Mesures de bruit et de vibrations pour déterminer l'exposition réelle et mettre en place les mesures de réduction correspondantes. Obligation pour Luxtram de mettre en œuvre des mesures de protection contre le bruit et les vibrations.	Procédure d'approbation Surveillance des travaux	Bureau d'études Ville de Luxembourg Luxtram
	Sécurité	<u>Avant le début des travaux :</u> Mesures de sécurité et concept de sécurité lors de l'installation du chantier pour la protection des ouvriers, des passants et des autres usagers de la route. <u>Pendant la phase de construction :</u> Sécurisation des accès/aménagement de possibilités de traversée suffisantes vers les équipements publics de proximité et de loisirs. Assurer les possibilités de traverser les rues concernées et éviter les bouchons aux heures de pointe grâce à une gestion intelligente des feux de chantier. <u>En phase d'exploitation :</u> Sécurisation durable des terrassements.	Obligations imposées à Luxtram pour la mise en œuvre de mesures de sécurité	Procédure d'approbation Surveillance des travaux	ITM PCh Ville de Luxembourg Luxtram
	Délais de construction règlement	<u>En phase de construction :</u> Respecter au maximum les horaires de construction prévus en semaine et réduire le travail de nuit.	Obligations à Luxtram	Procédure d'approbation Surveillance des travaux	Ville de Luxembourg Luxtram
	Formation de poussière	<u>En phase de construction :</u> Mouiller le sol pendant les phases sèches (par exemple en installant un système d'arrosage) pour réduire la formation de poussière pendant les périodes sèches.	Obligations à Luxtram	Procédure d'approbation Surveillance des travaux	Ville de Luxembourg Luxtram

Bien à protéger	Zone de conflit	Cadre d'évaluation et suivi	Mesure de surveillance	Date du contrôle	Responsabilité
Plantes, animaux et biodiversité	Affectation de biotopes et/ou d'habitats de l'art. 17/21	<p><u>Avant le début des travaux :</u></p> <p>Approbation du droit de la protection de la nature avant toute destruction/construction (le cas échéant, préservation de la structure ou mesures de compensation).</p> <p>Détermination des besoins de compensation (écopoints) pour la destruction de biotopes et/ou d'habitats</p> <p>Le cas échéant, élaboration de mesures anticipées de protection des espèces nécessaires</p> <p><u>Pendant la phase de construction :</u></p> <p>Protection des racines et des troncs des arbres de bord de route</p>	<p>Contrôle du permis de construire et des travaux de construction</p> <p>En cas de potentiel de gîtes dans les structures/bâtiments, démolition uniquement en plein hiver et après contrôle des gîtes.</p> <p>Si nécessaire, réalisation d'un examen relatif à la protection des espèces</p> <p>Examen de la mise en œuvre de mesures anticipées de protection des espèces.</p> <p>Versements reçus dans le cadre des écopoints</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation (autorisation de protection de la nature)</p> <p>Suivi écologique de la construction</p>	<p>Bureau d'études Ville de Luxembourg Luxtram</p> <p>MECB</p> <p>ANF</p>
L' eau	Hydrogéologie Dérivation des eaux de surface/débits en cas de fortes pluies Pollutions potentielles	<p><u>En phase de construction :</u></p> <p>Prévention de la pollution</p> <p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <p>Exploitation du tram avec des lubrifiants biodégradables</p> <p><u>En phase de construction et d'exploitation :</u></p> <p>Déversement correct des eaux de surface dans les égouts.</p> <p>Mesures de sécurité et garantie des écoulements en cas de fortes pluies (notamment sur le secteur Route d'Arlon/Place de l'Étoile).</p>		<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation</p>	<p>Bureau d'études Ville de Luxembourg Luxtram</p> <p>AGE</p>
Le sol	Zones présentant des sites contaminés ou suspectés de l'être	<p><u>Avant le début de la construction :</u></p> <p>Consulter l'AEV</p>	<p>Conditions imposées à Luxtram pour la réalisation de travaux d'assainissement</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation</p>	<p>AEV</p> <p>Ville de Luxembourg Luxtram</p>
Le paysage	Conservation de paysages urbains et ruraux intacts (îlot paysager)	<p><u>En phase de construction :</u></p> <p>Prise en compte</p>	<p>Obligations à Luxtram</p> <p>Avis SSMN</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation</p>	<p>Ville de Luxembourg Luxtram</p>
Le climat et l' air	Végétalisation	<p><u>En phase de construction :</u></p> <p>Végétalisation du tracé avec des plantations d'arbres et de haies indigènes et adaptées au site</p>	<p>Obligations à Luxtram</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation</p> <p>Suivi écologique de la construction</p>	<p>ANF</p> <p>Ville de Luxembourg Luxtram</p>
	Matériel roulant	<p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <p>Entretien et maintenance réguliers du matériel roulant (roues, freins)</p>	<p>Obligations à Luxtram</p>	<p>Dans le cadre de la procédure d'autorisation</p>	<p>Luxtram</p>

Bien à protéger	Zone de conflit	Cadre d'évaluation et suivi	Mesure de surveillance	Date du contrôle	Responsabilité
Patrimoine culturel et matériel	Menaces sur les sites archéologiques (zone orange/zone rouge) et sur les bâtiments/maçonneries protégés	<p><u>Avant le début des travaux :</u></p> <p>Prise en compte des directives réf 0304-V/21.4168</p> <p><u>En phase de construction :</u></p> <p>Prise en compte des directives réf 0304-V/21.4168</p>	Obligation pour le porteur de projet de se mettre d'accord avec le INRA/SSMN	Dans le cadre de la procédure d'autorisation	INRA/SSMN Ville de Luxembourg Luxtram

11. RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Le développement démographique et économique du Luxembourg, ainsi que l'augmentation de la population et du nombre de frontaliers qui en découle, entraînent depuis les dernières décennies une augmentation constante de la charge de trafic dans l'agglomération de la Ville de Luxembourg. Il s'agit là du principal défi de la politique des transports au Luxembourg, et également au niveau de l'aménagement du territoire. En transférant de plus en plus les nuisances du transport individuel vers les transports en commun, le désengorgement des principaux axes de circulation doit non seulement favoriser la qualité de vie de la population locale et des frontaliers, mais aussi protéger leur santé ainsi que la faune et la flore grâce à une meilleure qualité de l'air et à des solutions respectueuses du climat. Parmi ces solutions, on trouve notamment la promotion du transport ferroviaire, en particulier le réseau de tramways de la ville de Luxembourg. Après la construction de la première ligne de tram entre le Kirchberg et le Lycée Bouneweg, il s'agit maintenant de poursuivre l'extension du réseau ferroviaire dans l'agglomération de la Ville de Luxembourg conformément au PST. Il s'agit notamment de la ligne de tram prévue entre la place de l'Etoile et le futur boulevard de Merl. Ce tronçon de ligne de tramway doit contribuer à renforcer le tramway en tant que future épine dorsale des transports en commun urbains et périphériques.

Le présent projet de construction d'un tronçon de la ligne de tramway dans la partie Ouest de la ville de Luxembourg relève du point 7 de l'annexe II du Règlement Grand-Ducal du 29 mai 2009, qui énumère les types de projets soumis à l'obligation d'EIE. Il est donc nécessaire de réaliser un rapport d'EIE complet conformément à la loi sur l'EIE. La procédure correspondante a été lancée par le biais d'un document de screening/évaluation des incidences sur l'environnement déposé par LUXPLAN S.A. en décembre 2021. Les exigences en matière de contenu ainsi que le degré de détail exact du rapport EIE à réaliser sur cette base ont été concrétisés par les autorités compétentes dans l'avis de scoping (N/Réf : 101407) du 14 mars 2022. Le présent document contient le rapport d'EIE commandé par Luxtram S.A., qui détermine la compatibilité du projet avec l'environnement en ce qui concerne les biens à protéger mentionnés à l'article 3 de la loi sur l'EIE.

Le chapitre 7 présente une analyse de l'état des lieux et une prévision des effets ainsi que la désignation des mesures nécessaires pour éviter, réduire ou compenser les incidences potentiellement importantes sur l'environnement. Les principaux résultats du processus d'EIE sont présentés ci-dessous :

- En ce qui concerne le **bien à protéger "population et santé humaine"**, les effets liés au projet sur le bruit et les vibrations, la poussière, la sécurité ainsi que les restrictions d'utilisation concernant le trafic et les loisirs de proximité ont été étudiés pour la phase de construction. Les champs électriques et magnétiques, les pertes de surface, les émissions sonores, les conflits de circulation et les vibrations liés aux installations et à l'exploitation font l'objet d'une attention particulière. Des mesures d'atténuations adéquates permettent de réduire considérablement l'impact environnemental du projet sur les aspects mentionnés précédemment. Ainsi, pendant la phase de construction, il est nécessaire de limiter les temps de travaux, d'arroser pour réduire la poussière, de sécuriser les traversées, de prendre des mesures de sécurité pour la circulation et le chantier et de trouver des solutions pour la gestion du trafic. Pendant la phase d'installation et d'exploitation, il est fait mention de mesures du bruit et des vibrations pendant la construction ainsi que de mesures d'atténuation basées sur ces mesures. D'une manière générale, on

peut affirmer que les mesures d'atténuations énumérées permettent de réduire considérablement les effets négatifs potentiels sur ce bien à protéger. Cependant, il convient de noter que tous les impacts survenant pendant la phase de construction sont temporaires et disparaissent une fois les travaux terminés. De plus, l'analyse met en évidence les effets environnementaux positifs sur le bien à protéger en ce qui concerne la connexion au réseau de transport, le bruit, les particules fines et les gaz d'échappement ainsi que l'optimisation de la charge de trafic. Sur la base de ces éléments et en combinaison avec les mesures d'atténuations présentées, il est conclu qu'il n'y a pas d'impact environnemental prévu pour le bien à protéger Population et santé humaine et qu'une évolution positive est attendue pour les aspects environnementaux pertinents.

- Pour les **biens à protéger que sont les plantes, les animaux et la biodiversité**, aucun impact lié à la construction n'a été constaté. Les impacts liés à l'installation et à l'exploitation concernent principalement des sujets liés à la protection de la nature, tels que l'affectation de biotopes et d'habitats protégés conformément à l'article 17 de la LPN et d'espèces protégées conformément à l'article 21 de la LPN. L'impact sur les zones protégées européennes ou nationales a pu être exclu. Pour réduire les effets négatifs susmentionnés, il est déjà prévu de conserver une grande partie des biotopes existants dans la zone d'intervention. En outre, plus de 160 plantations d'arbres sont prévues et le projet entraîne un excédent d'écopoints. Pour le secteur de la rue d'Ostende, des mesures d'atténuation et/ou des études détaillées sont nécessaires avant le défrichement. De plus, les effets positifs sur la pollution sonore, les particules fines et les gaz d'échappement, mentionnés dans le bien à protéger "Population et santé humaine", peuvent également entraîner une amélioration qualitative des habitats protégés. En conclusion, le respect des mesures décrites permet de pronostiquer une compatibilité du projet avec l'environnement pour les biens à protéger que sont les plantes, les animaux et la biodiversité.
- Pour le **bien à protéger qu'est l'eau**, les effets dus aux pollutions potentielles et aux apports de substances nocives ont été examinés à toutes les phases. Dans la phase de construction, l'accent a été mis sur la pollution par l'huile, le carburant et les produits chimiques, tandis que dans la phase d'installation et d'exploitation, l'accent a été mis sur l'abrasion et les lubrifiants du matériel roulant. Des mesures de sécurité adéquates pendant les travaux de construction ainsi que l'utilisation de substances biodégradables pendant l'exploitation du tramway permettent d'éviter des risques importants de pollution de la nappe phréatique du Grès de Luxembourg. En raison de la distance suffisante par rapport aux eaux de surface, ces risques s'appliquent en premier lieu aux masses d'eau souterraines. Pour toutes les phases du projet, les risques de fortes pluies ont également été étudiés. En accord avec l'AGE, ces risques peuvent être suffisamment atténués par des systèmes d'évacuation adéquats sur le chantier. De manière générale, la prise en compte des mesures d'atténuations susmentionnées ne devrait pas avoir d'impact significatif sur le bien à protéger qu'est l'eau.
- En ce qui concerne le **bien à protéger qu'est le sol**, les études menées pour la phase de construction se sont concentrées sur les pollutions dues aux apports de substances nocives, aux déchets de construction, aux sites contaminés, à l'imperméabilisation et à l'excavation des sols. Les pertes de sol et les pollutions dues à l'abrasion et aux lubrifiants ont été considérées comme des impacts liés aux installations et à l'exploitation. En ce qui concerne les risques potentiels de

pollution, les mêmes structures d'impact s'appliquent à toutes les phases que pour les eaux souterraines traitées dans le bien à protéger Eau. Par conséquent, les mesures de sécurité adéquates pendant la phase de construction et les lubrifiants biodégradables ont été présentés comme des mesures d'atténuations. Parmi les mesures, une exigence a été formulée pour une nouvelle imperméabilisation minimale ainsi qu'une désimperméabilisation maximale (surtout au niveau des routes). Des mesures d'assainissement, de recyclage et d'élimination ont été présentées pour les sites contaminés et les volumes de terre mis au jour par les travaux de construction. La quantité de terre excavée et évacuer dans l'ensemble du projet peut être estimée à 111.146 m³. Luxtram a l'intention d'utiliser la plus grande partie possible des matériaux d'excavation sur les chantiers d'autres projets de tramway ainsi que sur le chantier existant. Même si les terres excavées ont un effet négatif sur le bien à protéger qu'est le sol, en optant pour une réduction de l'impact en surface grâce à l'enfouissement du passage du tramway en sous-sol, il devient possible de réaménager l'espace public de façade à façade de manière harmonieuse. Cette configuration permet de libérer des zones généreuses dédiées aux piétons, agrémentées de larges espaces végétalisés et d'un alignement soigné d'arbres. Le parcours ainsi créé, longeant la rue, offre un cheminement ombragé et agréable, favorisant une circulation douce tout en renforçant le cadre paysager et la qualité de vie urbaine

- ▶ En ce qui concerne **le bien à protéger : le paysage**, aucun impact potentiel important sur l'environnement n'a été identifié suite à la construction du tronçon Route d'Arlon. La légère installation d'infrastructures verticales (poteaux LAC, arrêts, etc.) ainsi que le matériel roulant ne modifieront pas de manière significative le paysage urbain, comme on peut s'y attendre.
- ▶ En ce qui concerne **les biens à protéger : le climat et l'air**, les émissions de poussières pendant la phase de construction ont été analysées et prises en compte dans leur structure d'impact. En conséquence, une installation d'arrosage pendant les périodes de sécheresse a été listée comme mesure d'atténuations. Pendant la phase d'exploitation, la réalisation de la ligne de tramway présente également des aspects positifs pour le bien à protéger. Comme l'objectif principal de la construction du réseau de tramway est de réduire la densité du transport individuel motorisé sur les axes de circulation principaux, une amélioration de l'état de l'environnement est prévue pour la qualité de l'air grâce à une réduction des émissions de poussières fines et de gaz d'échappement. L'aménagement de nouvelles pistes cyclables le long de la Route d'Arlon y contribue également. De plus, de nouveaux espaces verts seront créés le long du tracé, notamment à proximité des voies et des arrêts, ce qui contribuera à améliorer les conditions microclimatiques dans l'espace urbain. Les émissions de particules dues à l'abrasion des roues et des freins pourraient avoir un effet négatif sur le bien à protéger. Les effets positifs sur l'environnement mentionnés ci-dessus ont une importance quantitative et qualitative bien plus grande que les effets négatifs très limités ou temporaires (pendant la phase de construction). Malgré cela, le présent rapport d'EIE a exigé, pour la phase d'exploitation, une imperméabilisation minimale ainsi qu'une maintenance et un entretien réguliers du matériel roulant (roues, freins) en tant que mesures d'atténuations. En principe, la réalisation de la ligne de tramway (et notamment du tronçon Route d'Arlon) peut être considérée comme un projet positif pour le climat et l'air.

- Pour le **patrimoine culturel et matériel**, il existe un avis de l'INRA réf. réf 0304-V/21.4168 dont il faut tenir compte. L'impact sur la route d'Arlon se limite à une petite partie à l'ouest de la rue d'Ostende. Le tracé ne traverse que légèrement un secteur classé au niveau de la route d'Arlon. Toutefois, étant donné qu'aucun bâtiment n'est concerné par les travaux dans ce secteur, aucun impact significatif n'est attendu. De manière générale, les mesures d'atténuations prévues en collaboration avec le INRA permettent d'éviter les effets négatifs sur le bien culturel et matériel protégé.

De manière cumulative, il faut tenir compte du fait que trois autres grands projets d'urbanisme sont connus dans l'environnement direct du projet de tram, concrètement sur la route d'Arlon. Il s'agit des projets de construction du CHL, Place de l'Etoile et Wunnquartier Stade. Les projets d'aménagement soumis à l'EIE ont fait l'objet d'avis ministériels qui ne prévoient pas d'impact environnemental significatif compte tenu des mesures d'atténuations formulées dans les screenings respectifs de l'EIE. Luxtram prévoit pour le projet du Tronçon Route d'Arlon des mesures qui contribuent à réduire les nuisances en phase de construction (adaptation des horaires de travail, réduction des chantiers de nuit, réutilisation des déblais, phasage des travaux de construction, etc.). En outre, les expertises réalisées sur le bruit et les vibrations formulent des mesures de réduction dans le sens d'une compatibilité entre les phases de construction et d'exploitation (utilisation d'engins de chantier appropriés, matériaux réduisant les vibrations, etc.). D'autres mesures contribuant à la compatibilité du projet dans sa phase de construction et d'exploitation sont formulées dans le présent rapport d'EIE.

Dans le cadre de la réalisation du projet, des conditions d'exploitation non prévues ne résultent que de rejets incontrôlés de substances nocives ou d'accidents (par ex. collisions). Ces scénarios sont traités sous les biens de protection "population et santé humaine", "eau" et "sol". De plus, on part généralement du principe que le risque environnemental est faible même en cas d'accidents ou d'incidents inattendus, même s'ils ne peuvent pas être exclus.

En résumé, on peut retenir que la réalisation du tronçon Route d'Arlon en tant qu'élément du réseau de tramway étendu de l'agglomération de la Ville de Luxembourg, après pondération des différents effets sur les différents aspects environnementaux et biens à protéger, permet non seulement de garantir une compatibilité avec l'environnement, mais qu'il existe également des effets positifs sur l'environnement.

La variante mixte, qui prévoit le passage du tramway en sous-sol, constitue une approche judicieuse pour atténuer l'impact sur l'état actuel de la route tout en préservant l'intégrité d'une majorité de parcelles résidentielles privées. Cette solution permet également de maintenir un alignement d'arbres des deux côtés de la rue et de créer un espace public cohérent et fonctionnel de façade à façade.

Dans ce cadre, les aménagements prévus offriront des espaces de circulation optimisés pour tous les usagers, avec des trottoirs larges et accessibles, ainsi qu'une piste cyclable bidirectionnelle continue. En mettant l'accent sur la mobilité douce, cette variante favorisera un changement vers des modes de transport alternatifs, réduisant ainsi la dépendance à l'égard des véhicules motorisés.

En créant un environnement attrayant et sûr, cette approche incitera les citoyens à adopter des modes de déplacement doux. Non seulement cela leur permettra de réaliser des trajets plus rapides et agréables, mais cela contribuera également à la réduction des impacts environnementaux liés aux transports traditionnels. Ce projet représente ainsi une avancée significative vers une ville plus durable

12. ANNEXES

Annexe 1: Screening-Scoping de l'EIE Luxtram Tronçon CHL & Pafendall

Document : 20211979-LP-ENV_EIE-SCR_TRONCON_CHL_V1

Annexe 2: Avis Scoping N/Réf: 101407

Document : 20220314_AVIS_EIESCOP_MECDD_CHL_PAFENDALL_101407

Annexe 3: Complément avis du scoping du ministre de la culture INRA, Avis INRA Réf: 3L04-PS/17.1247

Documents : 204_EIE_diagnostics_21.4168 ; Cahier_des_charges_scientifiques_sondages_pour_21.4168 ; Info_SUPP_CCS_21.4168 ; Operateurs_archeologiques_agrees_pour_21.4168

Annexe 4: Études géotechniques réalisées sur la route d'Arlon

Documents : Luxtram - Route d Arlon - Mission G2AVP ; Luxtram - Route d Arlon - Mission G2AVP - Etude de pollution

Annexe 5: Étude des incidences acoustiques et vibratoires sur l'environnement réalisé par ATech

Document : APS_2335A_ARB_GEN_C2100_NOT_200000_A

Annexe 6 : Etudes électromagnétiques, Luxtram 2023

Documents : LUXTRAM RESEAU ASBL Rapport mesures 2022 ASBL ; Rapport pour les analyses générales LUXTRAM ASBL ; LUXTRAM Repérage mesures électromagnétiques

Annexe 7: Cadastre des surfaces suspectes potentiellement contaminées (CASIPO)

Documents : Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 1 SCA ; Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 1 SPC ; Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 2 SCA ; Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 2 SPC ; Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 3 SCA ; Boden Luxtram Troncon Arlon-F Partie 3 SPC

Annexe 8: Écobilan et screening MILVUS de la rue d'Ostende

Documents : Ecobilan LUXTRAM Route d'Arlon_28102024 ; SCREENING MILVUS Luxembourg_Tram-Rte_d_Arlon

Annexe 9: Agrément EIE Oeko-Bureau

Document : AGRÉMENT_EIE_OEKO-BUREAU

Annexe 10: APS :

Volume B : Système de transport

Volume C : Aménagements urbains

Volume D : Ouvrages d'Art

Volume E : Planning, phasage et méthodologie de construction

Plans pdf APS

Liste des documents : Luxtram Arlon - Liste des documents APS