Tronçon Tram rapide 1 (Cloche d'Or à Foetz)

Tracé optimisé

Rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement

- Selon la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement
- Et conformément à l'annexe II (point 7) du règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences pour lesquels les seuils et critères fixés sont atteints

design › shape › inspire

MAÎTRE D'OUVRAGE	BUREAU D'ETUDES
LUXTRAM S.A. 61, Circuit de la Foire Internationale B.P. 834 L-2018 LUXEMBOURG Tél. : (+352) 27 20 39 25	**LSC360** 4, rue Albert Simon L-5315 Contern Tél. : +352 26 390-1

N° de référence	LSC-20240872-NAT-EIE-Tram-rapide
Chemin	P:\LSC360\2024\20240872_ENV-ENV_EIE_Tram rapide 1_Luxtram\C_Documents\Docs_LSC-ENV\2_Rapport EIE

Suivi/Assurance qualité	Nom et qualité	Date
Rédigé par	Joséphine KLEIN Jean Marc BOURTON Tél. : +352 26390304	14/04/2025
Vérifié par	Dr. Markus QUACK Tél. : +352 26390332	14/04/2025

Résumé et modifications

Indice	Description	Date
V0	Version initiale sans résumé technique	21/03/2025
V1	Rapport complet	31/03/2025
V2	Intégration des remarques LUXTRAM	14/04/2025
V3	Intégration des remarques LUXTRAM	15/04/2025
V4	Ajout du tracé optimisé	20/09/2026

SOMMAIRE

1 CONTEXTE ET MISSION 19
Tracé initial 20
Tracé optimisé 21
2 LA PROCÉDURE DE L'ÉTUDE DES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT (EIE) 22
2.1 Cadre législatif 23
Tracé initial 23
Tracé optimisé 23
2.2 Exigences sur le contenu de l'évaluation des incidences sur l'environnement 24
2.3 Etapes procédurales de l'évaluation et de l'autorisation du projet 25
2.3.1 Dossier scoping 25
2.3.2 Avis Scoping 25
2.3.3 Rapport d'évaluation 26
Tracé initial 26
Tracé optimisé 27
2.3.4 Information et participation du public 27
2.3.5 Conclusion motivée 27
2.3.6 Décision sur la variante à réaliser et l'envergure des mesures compensatoires 27
2.3.7 Autorisation du projet 28
3 LE PROJET DE TRAM RAPIDE 1 31
3.1 Objectifs et historique du projet 32
3.2 Localisation et description du tronçon 36
3.2.1 Le périmètre géographique 36
Tracé initial 36
Tracé optimisé 45
3.2.2 Le périmètre fonctionnel 52
Tracé initial 52
Tracé optimisé 56
3.3 Délimitation de l'aire d'étude 61
3.4 Données techniques du projet 65
Tracé initial 65
Tracé optimisé 74
3.4.1 Planning et phasage des travaux 81
Tracé initial 81
Tracé optimisé 90
3.4.2 Acquisition foncière et déviation des réseaux 95
Tracé initial 95
Tracé optimisé 96
3.4.3 Installations 97
Tracé initial 97
Tracé optimisé 143
3.4.4 Exploitation 164
Tracé initial 164
Tracé optimisé 167
3.4.5 Phase de gestion en cas de désaffection 169
3.5 Schéma d'exploitation du futur réseau LUXTRAM 171
Tracé initial 171
Tracé optimisé 173
4 SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 177
5 EVALUATION DES ALTERNATIVES 180
Tracé initial 181
Tracé optimisé 184
6 CONFORMITÉ AVEC LES OBJECTIFS DE LA PLANIFICATION NATIONALE ET LOCALE 185
6.1 Programmes et plans nationaux 186

6.2 Les plans directeurs sectoriels 188
6.2.1 Plan Directeur Sectoriel « Transports » 188
6.2.2 Plan Directeur Sectoriel « Logement » 191
6.2.3 Plan Directeur Sectoriel « Paysages » 191
6.2.4 Plan Directeur Sectoriel « Zone d'activités économiques » 193
6.3 Plan d'aménagement général (PAG) 194
6.4 Evaluation environnementale stratégique (EES) 197
7 DESCRIPTION ET ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET 200
7.1 Méthodologie 201
7.2 Population et santé humaine 204
7.2.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 204
Tracé initial 205
Tracé optimisé 256
7.2.2 Description des incidences du projet sur la population et santé humaine 276
Tracé initial 276
Tracé optimisé 292
7.2.3 Synthèse 298
Tracé initial 299
Tracé optimisé 305
7.3 Biodiversité 308
7.3.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 308
Protection des zones protégées (inter-)nationales (Art. 32 de la loi PN) 308
Tracé initial 308
Tracé optimisé 310
Protection des biotopes et habitats d'intérêt communautaire (Art. 17 de la loi PN) 312
Tracé initial 312
Tracé optimisé 313
Protection des habitats d'espèces protégées (Art. 17 de la loi PN) 314
Tracé initial 314
Tracé optimisé 345
Protection des espèces (Art. 20 & 21 de la loi PN) 349
Tracé initial 349
Tracé optimisé 353
Protection des arbres d'alignement et forêts (Art. 13 & 14 de la loi PN) 368
Tracé initial 368
Tracé optimisé 369
7.3.2 Description des incidences du projet sur la biodiversité 371
Protection des zones protégées (inter-)nationales (Art. 32 de la loi PN) 371
Tracé initial 371
Tracé optimisé 372
Protection des biotopes et habitats d'intérêt communautaire (Art. 17 de la loi PN) 374
Tracé initial 374
Tracé optimisé 374
Protection des habitats d'espèces protégées (Art. 17 de la loi PN) 375
Tracé initial 375
Tracé optimisé 376
Protection des espèces (Art. 20 & 21 de la loi PN) 376
Tracé initial 376
Tracé optimisé 377
Protection des arbres d'alignement et forêts (Art. 13 &14 loi PN) 399
Tracé initial 399
Tracé optimisé 399
Connectivité écologique 402
7.3.3 Synthèse 406
Tracé initial 407
Tracé optimisé 410
7.4 Sol et terres 415

7.4.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 415
Tracé initial 415
Tracé optimisé 430
7.4.2 Description des incidences du projet sur le sol et les terres 436
Tracé initial 436
Tracé optimisé 439
7.4.3 Synthèse 441
Tracé initial 442
Tracé optimisé 443
7.5 Eau 445
7.5.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 445
Tracé initial 445
Tracé optimisé 476
7.5.2 Description des incidences du projet sur l'eau 491
Tracé initial 491
Tracé optimisé 494
7.5.3 Synthèse 497
Tracé initial 498
Tracé optimisé 500
7.6 Air et climat 503
7.6.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 503
Conditions climatiques locales 503
Tracé initial 503
Tracé optimisé 509
Besoins en énergie/Empreinte carbone 510
Vulnérabilité au changement climatique 511
7.6.2 Description des incidences du projet sur l'air et le climat 511
Conditions climatiques locales 511
Tracé initial 511
Tracé optimisé 512
Besoins en énergie/Empreinte carbone 512
Vulnérabilité au changement climatique 513
7.6.3 Synthèse 513
7.7 Paysage 516
7.7.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 516
Relief et végétation marquante 516
Tracé initial 516
Tracé optimisé 520
Intégration locale et paysagère 520
Tracé initial 520
Tracé optimisé 528
7.7.2 Description des incidences du projet sur le paysage 546
Relief et végétation marquante 546
Tracé initial 546
Tracé optimisé 546
Intégration locale et paysagère 547
Tracé initial 547
Tracé optimisé 565
7.7.3 Synthèse 569
Tracé initial 570
Tracé optimisé 572
7.8 Patrimoine culturel et biens matériels 575
7.8.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation 575
Archéologie 575
Tracé initial 575
Tracé optimisé 579
Monuments historiques 581
Tracé initial 581

Tracé optimisé 581
7.8.2 Description des incidences du projet sur le patrimoine culturel et biens matériels 581
Archéologie 581
Tracé initial 581
Tracé optimisé 582
Monuments historiques 582
Tracé initial 582
Tracé optimisé 582
7.8.3 Synthèse 583
7.9 Autres incidences 585
7.9.1 Occupation des terres 585
7.9.2 Influence transfrontalière du projet 585
7.9.3 Vulnérabilité du projet par rapport aux accidents majeurs ou aux catastrophes 586
7.9.4 Réversibilité 586
7.9.5 Effets liés à des évènements indésirables 586
8 DESCRIPTION ET ÉVALUATION DES INTERACTIONS ET EFFETS CUMULATIFS POSSIBLES 588
8.1 Interactions 589
8.2 Effets cumulés 590
9 MESURES DE PRÉVENTION, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION 600
9.1 Autres mesures d'évitement et de réduction 602
9.2 Bilan écologique sommaire 603
Tracé initial 603
Tracé optimisé 607
10 DIFFICULTÉS RENCONTRÉS LORS DE LA RÉDACTION DE L'EIE 613
11 RÉSUMÉ NON TECHNIQUE 615
Annexes

Liste des annexes

01 : LSC360 - Compte rendu de la réunion du 22/09/25 avec les autorités compétentes sur les compléments à apporter au rapport EIE - 25/09/2025

02 : LSC360 - Compte rendu de la réunion du 19/11/25 avec les autorités compétentes sur le tracé optimisé - 19/11/2025

03 : MECB - Avis scoping Réf. 108104 – 21/05/2024

04 : LSC360 - Compte-rendu de la réunion de concertation/scoping – 02/10/2024

05 : MECB - Schéma de la procédure EIE spécifique aux projets d'infrastructure – 2018

06 : LSC360 – Schéma du réseau LUXTRAM sur fond orthophoto – 21/03/2025

07 : AM Tram Rapide (MOE Ligne) – Avant-projet sommaire de la ligne, tracé optimisé – 24/08/2026

08 : Groupement NEY Partners, Paul Wurth GEPROLUX et TRACTEBEL – Avant-projet sommaire des ouvrages d'art, tracé optimisé – 10/09/2026

09 : AM Tram Rapide (MOE Ligne) – Plan d'accès des zones d'installation chantier – 19/05/2026

10 : MMTP - Lignes directrices techniques relatives au *Veloexpresswee* – 31/05/2024

11 : SEDAL- Courriel relatif aux risques de trouver des restes de guerre – 04/07/2023

12 : D2S - Etude acoustique du projet de tram rapide 1 tracé optimisé – 29/06/2026

13 : D2S - Etude vibratoire du projet de tram rapide 1 tracé optimisé – 29/06/2026

14 : LSC360 – Evaluation des incidences sur la zone Natura 2000 Région du Lias moyen – 20/09/2026

15 : LSC360 – Cartographie des biotopes de l'état initial – 17/07/2026

16 : MILVUS – Etude faunistique complète – 26/01/2022

17 : MILVUS – Prise de position concernant l'impact sur Natura 2000 et Alouette des champs --22/05/2026

18 : LSC360 – Plan d'abattage et de compensation – 12/08/2026

19 – ANF – courrier concernant la superficie de mesures CEF à réaliser – 30/10/2025

20 – FONDASOL – Etude géotechnique du tracé optimisé – 10/09/2026

21 – MECB et autorités compétentes – avis sur le rapport EIE – 09/07/2025

22 – LSC360 – Bilan écologique « destruction » 17/07/2026

23 – LSC360 – Bilan écologique des zones d'installation de chantier 12/08/2026

24 – LSC360 - Bilan écologique des mesures compensatoires 12/08/2026

25 – LSC360 – Cartographie des biotopes de la situation projetée – 17/07/2026

26 – Milvus - Pré diagnostic écologique – 29/04/2026

Illustrations

Fig. 1 : Schéma représentant la procédure d'évaluation et d'autorisation d'un projet d'infrastructure de transport. Suite dans Fig. 2. Version originale en annexe 03 (MECB, 2018) 29
Fig. 2 : Schéma représentant la procédure d'évaluation et d'autorisation d'un projet d'infrastructure de transport. Version originale en annexe 03 (MECB, 2018).....30
Fig. 3 : Ligne de tramway principale de Cloche d'Or à l'aéroport de Findel (en gris). En couleur : extensions prévues (Source: LUXTRAM S.A, 2025).....34
Fig. 4 : Tracé du réseau de tram existant et futur sur image aérienne 2022. Version originale en annexe 04 (LSC360, 2025). 35
Fig. 5 : Localisation des cinq sections considérées dans l'EIE : en rouge section TR1, en rouge foncé : section TR2, en orange : section TR3, en jaune : section TR4, en vert : section TR5 (Géoportail, 2025). 37
Fig. 6 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR1 / Cloche d'Or (Géoportail, 2025).....39
Fig. 7 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR2 Leudelange – entrée TR3 Forêt de Leudelange (Géoportail, 2025). 39
Fig. 8 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR3 Forêt de Leudelange / Début TR4 Pontpierre (Géoportail, 2025). 40
Fig. 9 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR4 Pontpierre / début TR5 (Géoportail, 2025). 40
Fig. 10 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR5 Foetz (Géoportail, 2025). 41
Fig. 11 : Portion Nord du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des stations (APS volume J - APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000001_C#VueEnPlanGenLigne, 2025).....42
Fig. 12 : Portion Sud du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des stations (APS volume J - APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000001_C#VueEnPlanGenLigne, 2025).....43
Fig. 13 : Localisation des différents ouvrages d'art prévus pour le tram rapide 1 (l'OA10 est situé hors emprise du tram rapide 1) (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 44
Fig. 14 : Localisation des cinq sections considérées dans l'EIE : en rouge section TR1, en rouge foncé : section TR2, en orange : section TR3, en jaune : section TR4, en vert : section TR5 (Géoportail, 2026). 46
Fig. 15 : Plan de localisation des ouvrages d'art prévus pour le tram rapide et le veloexpresswee (Ney Partners, 2026). 47
Fig. 16 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR1 / Cloche d'Or (Géoportail, 2026).....48
Fig. 17 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR2 Leudelange – entrée TR3 Forêt de Leudelange (Géoportail, 2026). 49
Fig. 18 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR3 Forêt de Leudelange / Début TR4 Pontpierre (Géoportail, 2026). 49
Fig. 19 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR4 Pontpierre / début TR5 (Géoportail, 2026). 50
Fig. 20 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR5 Foetz (Géoportail, 2026). 50
Fig. 21 : Portion Nord du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des ouvrages (APS volume J 1 - APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000001_B, 2026). 51
Fig. 22 : Portion Sud du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des ouvrages (APS volume J 1- APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000001_B, 2026). 51

Fig. 23 : Coupe type d'aménagement en section standard (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).....53
Fig. 24 : Coupe type d'aménagement en section restreinte (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).....54
Fig. 25 : Coupe type d'aménagement en section standard avec chemin agricole en pied de talus (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025). 55
Fig. 26 : Coupe type d'aménagement en section standard – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).....58
Fig. 27 : Coupe type d'aménagement en section restreinte – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).....59
Fig. 28 : Coupe type d'aménagement en section standard avec chemin agricole en pied de talus – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).....60
Fig. 29 : Aire d'étude pour l'analyse des incidences potentielles du projet sur le bien protégé Population et santé humaine (LSC360, 2025). 62
Fig. 30 : Aire d'étude pour l'analyse des incidences potentielles du projet sur les biens protégés Biodiversité, Sol, Eau et patrimoine culturel (LSC360, 2025). 63
Fig. 31 : Aire d'étude pour l'analyse des incidences potentielles du projet sur les biens protégés Air et Climat ainsi que Paysage (LSC360, 2025).....64
Fig. 32 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026). 78
Fig. 33 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026). 79
Fig. 34 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026). 80
Fig. 35 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie Nord du tracé (LSC360, 2025).....82
Fig. 36 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie centrale du tracé (LSC360, 2025)..83
Fig. 37 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie Sud du tracé (LSC360, 2025). 83
Fig. 38 : Illustration des mesures de génie civil et de la pose des rails au niveau du tronçon E (LSC360, 2024). 85
Fig. 39 : Raccordement du *Veloexpresswee* à la N13 et à la Rue de l'Europe à Pontpierre (APS ligne, Vol. C2-2b, APS_4469B_TR_INF_T3330_NOT_000005_B#RaccordementPisteExpress, 2025).....98
Fig. 40 : Représentation schématique du CAF Urbos 100 à 9 modules (55,9m de long). 99
Fig. 41 : Design extérieur du tram (LUXTRAM S.A., 2017).....100
Fig. 42 : Design intérieur du tram (LUXTRAM S.A., 2017).....101
Fig. 43 : Extrait du plan d'aménagement des stations voyageurs (APS Vol. J-11 / APS_4469C_TR_ARC_T5200_PDT_004203_A#Stations, 2025). 103
Fig. 44 : Extrait du plan d'aménagement des stations voyageurs à quai central (APS Vol. J-11 / APS_4469C_TR_ARC_T5200_PDT_004203_A#Stations, 2025). 104
Fig. 45 : Coupe type de la ligne Tram rapide 1 hors station voyageurs (APS ligne Vol. B / APS_4469B_TR_SYS_T6200_NOT_000001_A#LigneAerienneDeContact, 2025). 105
Fig. 46 : Coupe type de la ligne Tram rapide 1 au droit des stations voyageurs (APS ligne vol. B / APS_4469B_TR_SYS_T6200_NOT_000001_A#LigneAerienneDeContact, 2025). 106
Fig. 47 : Implantation de la SST de la station de Leudelange (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).....107
Fig. 48 : Implantation de la SST à proximité de la station-service Sud de Pontpierre (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025). 107
Fig. 49 : Implantation de la SST de la station de Foetz (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025). 108
Fig. 50 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 111
Fig. 51 : Visuel 3D de l'ouvrage OA1 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 112
Fig. 52 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA2 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 113
Fig. 53 : Visuel 3D de l'ouvrage OA2 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 114
Fig. 54 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA3 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 115
Fig. 55 : Visuel 3D de l'ouvrage OA3 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 116
Fig. 56 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA4 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 117
Fig. 57 : Visuel 3D de l'ouvrage OA4 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 118
Fig. 58 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA5 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 119
Fig. 59 : Visuel 3D de l'ouvrage OA5 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 120
Fig. 60 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA6 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 121
Fig. 61 : Visuel 3D de l'ouvrage OA6 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 122
Fig. 62 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA7 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 123
Fig. 63 : Visuel 3D de l'ouvrage OA7 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 124
Fig. 64 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA8 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 125
Fig. 65 : Visuel 3D de l'ouvrage OA8 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 126

Fig. 66 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA9 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 127
Fig. 67 : Visuel 3D de l'ouvrage OA9 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025). 128
Fig. 68 : Vue d'ensemble des différents revêtements de plateforme sur le tracé du tram rapide 1 (APS, Vol. C2-1/ APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi). 130
Fig. 69 : Exemple de plateforme végétale TYPE 1 : type prairial (graminée 80 % / vivaces à fleurs 30 %) (APS, Vol. C2-1/ APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi). 131
Fig. 70 : Exemple de plateforme végétale TYPE 2 : mélange terre/pierre avec colonisation spontanée de la végétation (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi). 131
Fig. 71 : Exemple de plateforme minérale TYPE 3 avec du gravier (gauche, proposition 1) ou du stabilisé renforcé/EcoParcLine (droite, proposition 2) (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025). 132
Fig. 72 : Exemple de plateforme végétalisé TYPE 4 avec du sédum (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)....132
Fig. 73 : Exemple de plateforme végétalisé TYPE 5 avec des vivaces (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)....133
Fig. 74 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (1/6) – plateforme végétale de type 1 prairial du début de la ligne jusqu'à la station Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)..136
Fig. 75 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (2/6) - plateforme végétale de type 1 prairial du début de la ligne jusqu'à la station Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)..136
Fig. 76 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (3/6) - plateforme végétale de type 1 prairial de la station Leudelange jusqu'à l'entrée de forêt de Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)....137
Fig. 77 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (4/6) – plateforme végétale de type 2 terre/pierre dans le secteur de la forêt (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025). 137
Fig. 78 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (5/6) – plateforme végétale de type 1 en sortie de forêt jusqu'à la station Pontpierre pour le tramway et de type 3 pour le *Veloexpresswee* (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025)....138
Fig. 79 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (6/6) – plateforme végétale de type 4 sedum entre OA8 et OA9 puis plateforme végétale type 1 prairial en sortie de Pontpierre jusqu'au château d'eau de Foetz puis de type 5 vivaces au niveau de la zone d'activités économiques de Foetz (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025). 138
Fig. 80 : Extrait de la coupe d'une pose sur longrine avec revêtement de type prairial – type de pose dominante sur l'ensemble du tracé (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025). 139
Fig. 81 : Extrait de la coupe d'une pose classique avec revêtement béton désactivé – uniquement au niveau des stations (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025). 139
Fig. 82 : Extrait de la coupe d'une pose classique avec revêtement sédum – en interface OA (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025). 139
Fig. 83 : Extrait de la coupe d'une pose -8dB – au niveau des secteurs définis dans l'étude vibratoire au chap. 7.2.1(APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025). 140
Fig. 84 : Extrait de la coupe d'une pose sur longrine avec revêtement EcoParc Lane – en interface OA (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025). 140
Fig. 85 : Concept d'éclairage en section normale (APS Vol. C2-3 / APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B#Eclairage, 2025) ...142
Fig. 86 : Concept d'éclairage en section restreinte (APS Vol. C2-3 / APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B#Eclairage, 2025) .143
Fig. 87 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1530 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 146
Fig. 88 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1530 (APS OA, APD_4468B_TRA_ARC_T4110_PGE_100001_A, 2026). 147
Fig. 89 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1531 et OA1532 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 148
Fig. 90 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1531 et OA1532 (APS OA, APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153101_A, 2026)....149
Fig. 91 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1533 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 150
Fig. 92 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1533 (APD_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153301_A, 2026). 151
Fig. 93 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1534 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 152
Fig. 94 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1534 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153401_A, 2026). 153
Fig. 95 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1535 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 154
Fig. 96 : : Plan d'implantation et coupes de l'OA1535 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153501_A, 2026)....155
Fig. 97 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1537 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 156
Fig. 98 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1537 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026). 157
Fig. 99 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1538 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 158
Fig. 100 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1538 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153801_A, 2026). 159
Fig. 101 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1541 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 160
Fig. 102 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1541 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154101_A, 2026) 161

Fig. 103 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1542 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A). 162
Fig. 104 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1542 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154201_A, 2026) 163
Fig. 105 : Horaires et amplitudes de service envisagés selon les périodes (LUXTRAM S.A., 2025). 164
Fig. 106 : Plan de voie de la phase 1 de mise en exploitation du tram rapide 1 (APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025)....165
Fig. 107 : Plan de voie de la phase 2 de mise en exploitation du tram rapide 1 (APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025)....165
Fig. 108 : Profil de vitesse de la ligne tram rapide 1 – la vitesse maximale de 80 km/h a été retenue (Groupement AM Tram rapide, 2025). 166
Fig. 109 : Résultats de la modélisation des temps de parcours et vitesses d'exploitation sur la ligne tram rapide 1 (source : APS , Vol. B / APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025)....166
Fig. 110 : Plan de voie de la mise en exploitation du tram rapide 1 (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026). 167
Fig. 111 : Profils de vitesse de la ligne tram rapide 1 (dans le sens stadion vers Foetz) pour 80 km/h et 100 km/h– la vitesse maximale de 100 km/h est considérée dans l'EIE (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026).168
Fig. 112 : Résultats de la modélisation des temps de parcours et vitesses d'exploitation sur la ligne tram rapide 1 (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026). 169
Fig. 113 : Future exploitation de l'ensemble de la ligne (APS vol. B, APS 4469A TR GEN S1000 NOT 000001 A). 172
Fig. 114 : Extrait du Plan national mobilité 2023 – le tram circulera de Belvaux à Findel (MMTP, 2022). 172
Fig. 115 : Tableau horaire figurant dans l'APD du tronçon CD et E (APS CD et E, 2021). 173
Fig. 116 : Future exploitation de l'ensemble de la ligne (APS vol. B, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_A#Principes_d_exploitation)....173
Fig. 117 : Scénario d'exploitation 2035-40 (LUXTRAM 2026)....174
Fig. 118 : Fréquences actuelles sur la ligne 1 (Luxtram, 2026)....175
Fig. 119 : Fréquences envisagées pour le tram rapide 1 avec l'ajout d'un scénario hypothétique de 5 min entre 6 et 20h du lundi au samedi (Luxtram, 2026)....175
Fig. 120 : Illustration approximative du tracé alternatif au nord de l'A4 qui n'a pas été retenu (rouge) (Géoportail, 2025). 183
Fig. 121 : Illustration approximative du tracé alternatif au nord de l'A4 qui n'a pas été retenu (rouge) (Géoportail, 2025). 184
Fig. 122 : Réseau de tramway post-2035 proposé dans le plan national de mobilité 2035 (MMTP, 2022). 187
Fig. 123 : Extrait du plan directeur sectoriel « Transports » (PST)- partie nord - Projets d'infrastructure dans la commune de Luxembourg et Leudelange en interaction avec la future ligne de tram (rouge ; NR. 2.8) et *Veloexpresswee* (bleu, Nr. 8.1) (Géoportail, 2025).189
Fig. 124 : Extrait du plan directeur sectoriel « Transports » (PST) – partie sud - Projets d'infrastructure dans la commune de Luxembourg et Leudelange en interaction avec la future ligne de tram (rouge ; NR. 2.8) et *Veloexpresswee* (bleu, Nr. 8.1) (Géoportail, 2025).190
Fig. 125 : Extrait du plan directeur sectoriel « Paysages » (PSP) – Zone verte interurbaine aux abords du projet (en rouge) (Géoportail, 2025). 192
Fig. 126 : Extrait du plan directeur sectoriel « Zone d'activités économiques » (ZAE) – ZAE existante (violet) et projeté (rose) aux abords du projet (en rouge) (Géoportail, 2025). 193
Fig. 127 : Extrait de la partie graphique du PAG en vigueur de la Ville de Luxembourg et de Leudelange – partie Nord, emprise projet (en rouge) (Géoportail, 2025). 195
Fig. 128 : Extrait de la partie graphique du PAG en vigueur de Leudelange et Mondercange, emprise projet (en rouge) (Géoportail, 2025). 196
Fig. 129 : Extrait de l'EES du PST pour le projet 2.8 Ligne de tram rapide. Légende : jaune : pas d'effet significatif sur l'environnement, vert : effet(s) positif(s) sur l'environnement, blanc : pas d'évaluation (Oeko-Bureau, 2018)....198
Fig. 130 : Extrait issue de l'EES de la carte récapitulative des effets possibles induits par la ligne de tram rapide. En rouge est représenté approximativement le tram rapide 1 (Oeko-Bureau, 2018). 199
Fig. 131 : Illustration des routes principales sur carte topographique (portion Nord du tracé). En orange : autoroute ; en jaune : route nationale et chemin repris. Le tram rapide 1 est représenté en rouge (Géoportail, 2025). 206
Fig. 132 : Illustration des routes principales sur carte topographique (portion Sud du tracé). En orange : autoroute ; en jaune : route nationale et chemin repris. Le tram rapide 1 est représenté en rouge (Géoportail, 2025). 207
Fig. 133 : Raccords vers le *Veloexpresswee* et liaisons nationales de la loi relative au réseau cyclable national (MMTP, 21/10/2020, modifié par LSC360)....209
Fig. 134 : Comptage du trafic journalier dans les deux sens au niveau du poste de comptage N° 442 de la Route d'Esch (Cloche d'Or). TJM = Trafic journalier moyen. Données du 01.01.2024 au 31.10.2024 (Administration des ponts et chaussées, 2025). 210
Fig. 135 : Habitants, emplois, hypothèse de rabattement et de visiteurs des commerces par arrêt (rayon 500m). Les habitants et emplois qui se situent à cheval sur deux arrêts sont répartis à part égales sur les zones communes (effectifs sans double compte) (MMTP, 21/10/2020)....211
Fig. 136 : Pollution sonore dans la journée (Lden) autour du projet (en blanc) due au trafic routier (Source données : AEV 2021 ; Source graphique : Géoportail 2025). 213
Fig. 137 : Pollution sonore de nuit (Lngt) autour du projet (en blanc) due au trafic routier (Source données : AEV 2021 ; Source graphique : Géoportail 2025)....214
Fig. 138 : Emissions de NOx en 2018 au Luxembourg (Réseaux de mesure de la qualité de l'air, AEV 2021)....224
Fig. 139 : Moyennes annuelles en NO_2 (µg/m3) à trois points de mesures : Leudelange (X 72815 / Y 69840), Pontpierre (X 69577 / Y 66605) et Foetz (X 68400 / Y 65366) (sources données : Géoportail, 2025). 226
Fig. 140 : Localisation des établissements classés (classe 1) présentant des activités dangereuses par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025)....228
Fig. 141 : Localisation du site SIDOR de Leudelange, classé IED, par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025). 229
Fig. 142 : Localisation du site MINETTKOMPOST de Mondercange, classé IED, par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025). 230
Fig. 143 : Localisation du site Chemolux de Foetz, classé Seveso (Géoportail, 2025). 231

Fig. 144 : Valeurs guides pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments (source : Etude vibratoire D2S International, 2025)....233
Fig. 145 : Valeurs guides pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments – valeurs en dB (source : Etude vibratoire D2S International, 2025)....233
Fig. 146 : localisation des 6 points de mesures vibratoires dans le cadre de l'état des lieux initial (D2S, 2025). 234
Fig. 147 : Point de mesures vibratoires P1 (D2S International, 2025). 235
Fig. 148 : Point de mesures vibratoires P2 (D2S International, 2025). 236
Fig. 149 : Point de mesures vibratoires P3 (D2S International, 2025). 236
Fig. 150 : Point de mesures vibratoires P4 (D2S International, 2025). 237
Fig. 151 : Point de mesures vibratoires P5 (D2S International, 2025). 238
Fig. 152 : Point de mesures vibratoires P6 (D2S International, 2025). 239
Fig. 153 : Spectre de densité d'effort à 50 km/h (D2S International, 2022). 240
Fig. 154 : localisation des 3 sections de mesures de la transmissibilité vibratoire des sols (D2S, 2025). 241
Fig. 155 : Section S1 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025)....242
Fig. 156 : Section S2 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025)....242
Fig. 157 : Section S3 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025)....243
Fig. 158 : Chaine de décision applicable dans le cas de l'études des vibrations selon la norme DIN 4150-2 (D2S, 2025). 244
Fig. 159 : Bâtiments impactés par la zone tampon soumise aux vibrations – Entrée Pontpierre. Il s'agit tous de bâtiments non pertinents : en vert : des cabanes de jardin et en bleu un hangar (D2S, 2025). 245
Fig. 160 : Bâtiments impactés par la zone tampon soumise aux vibrations (encerclés en vert) – Rue d'Esch à Pontpierre (D2S, 2025).245
Fig. 161 : Extrait cadastre GSM (portion Nord du tracé), stations de base des réseaux publics de radiocommunication mobile ≥ 50 Watt (points rouges) (Géoportail 2025)....252
Fig. 162 : Extrait cadastre GSM (portion Sud du tracé), stations de base des réseaux publics de radiocommunication mobile ≥ 50 Watt (points rouges) (Géoportail 2025)....253
Fig. 163 : Résultats de la modélisation acoustique du scénario 2.1.2 pour l'ouvrage OA1531 (D2S, 2026) 261
Fig. 164 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit de Leudelange (Géoportail et Google maps, 2026)....265
Fig. 165 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit de Foetz (Géoportail et Google maps, 2026) 266
Fig. 166 : Localisation et photographie des anciens écrans anti-bruit de Pontpierre (Géoportail et Google maps, 2026)....266
Fig. 167 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit existants de Pontpierre (Géoportail et Google maps, 2026) 266
Fig. 168 : Localisation des écrans et parements anti-bruit projetés à Pontpierre (Géoportail, 2026)....267
Fig. 169 : Représentations des écrans et parements anti-bruit projetés à Pontpierre (LSC360, 2026) 268
Fig. 170 : Seuils acoustiques à respecter selon la réglementation allemande « 16. BImSchV » (D2S, 2026) 268
Fig. 171 : Résultats du calcul de la distance minimale au droit de la station-service de Pontpierre pour une vitesse de 100 km/h (D2S, 2026) 269
Fig. 172 : Campagne de sensibilisation avant la mise en service du tram : Clôture de chantier équipée d'un panneau informatif (Wikipedia, 2017)....277
Fig. 173 : Affiche de sensibilisation concernant la sécurité aux abords du tramway (LUXTRAM, 2019). 278
Fig. 174 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2025). 280
Fig. 175 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2025). 280
Fig. 176 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2025). 281
Fig. 177 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2025). 281
Fig. 178 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2025). 282
Fig. 179 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2025). 282
Fig. 180 : Représentation des rayons thermiques du site Chemolux de Foetz, classé Seveso (ITM, 2024). 285
Fig. 181 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) à la station-service de Pontpierre (D2S, 2025). 288
Fig. 182 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) dans la rue de l'Europe à Pontpierre (D2S, 2025). 288
Fig. 183 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) dans la rue d'Esch à Pontpierre (D2S, 2025)....289
Fig. 184 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2026). 293
Fig. 185 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2026). 294
Fig. 186 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2026). 294
Fig. 187 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2026). 295
Fig. 188 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2026). 295
Fig. 189 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2026). 296
Fig. 190 : Zone de protection spéciale Région du Lias moyen (LU0002017) par rapport à l'emprise du projet (rouge) (Géoportail, 2025). 309
Fig. 191 : ZPIN en procédure réglementaire Leidelénger Bësch / Obeler Bësch N°42 (jaune) et ZPIN déclarée Leideléngerbësch / Goelle Weiher N°42 (vert) par rapport à l'emprise du projet (rouge) (Géoportail, 2025). 309
Fig. 192 : Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026). 310
Fig. 193 : Zoom partie nord - Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026). 311
Fig. 194 : Zoom partie sud - Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026). 311
Fig. 195 : Extrait de la cartographie des biotopes au niveau de l'emprise du projet (pointillés rouge et bleu) en guise d'exemple, plan section F. Pour des raisons de lisibilité et de longueur, l'ensemble de la cartographie est disponible uniquement en annexe 13 (LSC360, 2025)....313
Fig. 196 : Localisation des transects pour la détection des chauves-souris. Version agrandie en annexe 14 (Milvus GmbH, 2022). .315
Fig. 197 : Observations du milan royal. Version agrandie en annexe 14 (MILVUS GmbH, 2022). 319

Fig. 198 : Observations du milan noir. Version agrandie en annexe 14 (MILVUS GmbH, 2022). 320
Fig. 199 : Résultats des inventaires d'arbres ayant un potentiel de gites à chauves-souris (Milvus GmbH, 2022).....321
Fig. 200 : Résultats des enregistrements nocturnes avec les Batcorder avec l'activité des chauves-souris en secondes (grandeur du cercle) et distingué par espèce de chauve-souris (couleurs). Etude disponible en annexe 14 (Milvus GmbH, 2022). 325
Fig. 201 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 1. Localisation du site voir Fig. 200. (Milvus GmbH, 2022).326
Fig. 202 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 2. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022). 326
Fig. 203 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 3. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..327
Fig. 204 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 4. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..327
Fig. 205 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 5. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..328
Fig. 206 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 6. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..328
Fig. 207 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 7. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..328
Fig. 208 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 8. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..329
Fig. 209 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 9. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022)..329
Fig. 210 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 10. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).330
Fig. 211 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 11. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).330
Fig. 212 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 12. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).331
Fig. 213 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 13. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).331
Fig. 214 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 14. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).332
Fig. 215 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 15. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).332
Fig. 216 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 16. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).333
Fig. 217 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 17. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).333
Fig. 218 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 18. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).334
Fig. 219 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR1 – Cloche d'Or. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025). 336
Fig. 220 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR1 – Leudelange nord. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025). 337
Fig. 221 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR3 – forêt de Leudelange. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025). 337
Fig. 222 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR4 - entrée de Pontpierre. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025). 338
Fig. 223 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR5 – entrée de Foetz. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025). 338
Fig. 224 : Localisation du gite des Oreillards roux – extrait de l'étude disponible en annexe 14 (Milvus GmbH, 2022).....339
Fig. 225 : Localisation des « nest-tubes » occupés par des nids de muscardin. Le nombre indique le nombre de nids observés - extrait de l'étude disponible en annexe 14 (données : Milvus GmbH, 2022, projection : LSC360, 2025).....340
Fig. 226 : Résultats des inventaires de reptiles le long du tracé (les ronds sont une erreur de cartographie et n'ont aucune signification) - extrait de l'étude disponible en annexe 14 (Milvus GmbH, 2022). 341
Fig. 227 : Résultats des inventaires du cuivrée des marais (n=4) à proximité du projet. Les 5 autres se situent à proximité du tram rapide 2 (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).....342
Fig. 228 : Résultats des inventaires de l'écaille chinée (n=5) au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025). 343
Fig. 229 : Résultats des inventaires d'amphibiens au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).....344
Fig. 230 : Résultats des inventaires d'amphibiens au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).....344
Fig. 231 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Leudelange Nord et Kockelscheuer (LSC360 & Milvus, 2026). 346
Fig. 232 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Leudelange Sud (LSC360 & Milvus, 2026).....346
Fig. 233 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Pontpierre (LSC360 & Milvus, 2026). 347
Fig. 234 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Foetz (LSC360 & Milvus, 2026).....347
Fig. 235 : Identification des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des chauves-souris à hauteur de Leudelange (Milvus GmbH, 2026).....348
Fig. 236 : Identification des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des chauves-souris à hauteur de Pontpierre (Milvus GmbH, 2026). 349
Fig. 237 : Résultats des inventaires d'orchidées (Données : Milvus GmbH, 2022 ; projection : LSC360, 2025). 352
Fig. 238 : Résultats des inventaires d'orchidées (Données : Milvus GmbH, 2022 ; projection : LSC360, 2025). 353
Fig. 239 : Secteur Kockelscheuer /TR1- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). (LSC360, 2026). 354
Fig. 240 : Secteur Leudelange Nord/TR1 et TR2- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026). 355
Fig. 241 : Secteur Leudelange / TR2- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).....355
Fig. 242 : Secteur forêt de Leudelange / TR3 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).356

Fig. 243 : Secteur Pontpierre / TR4 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026). 356
Fig. 244 : Secteur sortie Pontpierre et entrée Foetz / TR5 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).....357
Fig. 245 : Secteur Foetz / TR5 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026). 357
Fig. 246 : Section TR 1 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026). 359
Fig. 247 : Section TR1 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).....359
Fig. 248 : Section TR 1 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026). 360
Fig. 249 : Section TR1 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).....360
Fig. 250 : Section TR 2 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026). 361
Fig. 251 : Section TR2 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).....361
Fig. 252 : Section TR 4 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026). 362
Fig. 253 : Section TR4 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).....362
Fig. 254 : Résultats des inventaires d'arbres ayant un potentiel de gites à chauves-souris – emprise en rouge du tracé optimisé (Milvus GmbH, 2022). 363
Fig. 255 : Résultats du pré-diagnostic écologique recensant les arbres présentant un potentiel de gîtes pour les chauves-souris. Le tracé représenté en bleu est indicatif et ne correspond pas au tracé de l'APS. En réalité, l'ensemble du bosquet situé au nord, dans lequel se trouvent les cinq arbres à potentiel de gîtes, sera impacté par le tracé du tracé optimisé. (Milvus GmbH, 2026). 364
Fig. 256 : Résultats du pré-diagnostic écologique recensant les arbres avec un potentiel de gite pour chiroptères (Milvus GmbH, 2026). 365
Fig. 257 : Localisation des individus de reptiles observés lors du pré-diagnostic écologique (Milvus GmbH, 2026).....366
Fig. 258 : Localisation des observations de l'écaille chinée (triangles roses) faites par Milvus GmbH en 2021, par rapport à l'emprise du tracé optimisé (ligne rouge) (LSC360, 2026).....367
Fig. 259 : Observations d'une quinzaine d'ophrys abeille (encadré bleu) au printemps 2026 (LSC360, 2026). 368
Fig. 260 : Localisation des 34 arbres d'alignements impactés par le projet de tram rapide. Voir annexe xx (LSC360 2026). 370
Fig. 261 : Localisation d'un jeune arbre d'alignement pouvant être impacté par la mise en place d'un passage à cycliste (APS ligne, 2026). 371
Fig. 262 : Exemple de configuration pour une haie favorable à la biodiversité (ARTHROPOLOGIA, 2021).....380
Fig. 263 : Exemple de tas de bois/branchages morts (LSC360, 2025). 380
Fig. 264 : Localisation des trois secteurs dans lesquels des terrains de compensation doivent être trouvés. Seuls les milieux ouverts en zone verte sont concernés (LSC360, 2026).....381
Fig. 265 : Extrait de l'inventaire des oiseaux au niveau de la section TR1 où une densité importante d'alouette des champs est observée (données : Milvus GmbH 2022 ; projection : LSC360, 2025).....382
Fig. 266 : Exemple de mise en œuvre de « fenêtres » pour l'alouette des champs (Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 2019). 383
Fig. 267 : Exemple de mise en œuvre de « fenêtres » pour l'alouette des champs (Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 2019). 383
Fig. 268 : Exemple de nichoirs pouvant être installés pour la mésange boréale (nistkasten-online.de). L'idéal étant d'installer un morceau de bois pourri (image de droite) protégée en son sommet par une plaque de métal, une planchette recouverte de papier goudronné ou tout autre matériau étanche (nichoirs.net). 386
Fig. 269 : Exemple de nichoir idéal : aspect naturel et rempli de sciure de bois (Ecovery). 386
Fig. 270 : Deux types de nichoirs adaptés au muscardin (Naturschutzbedarf Strobel, Haselmauskasten).....387
Fig. 271 : Localisation de zones pouvant être favorable à l'accueil de mesures CEF pour le muscardin (vert fluo). Les cercles bleu cyan correspondent aux zones avec la présence avérée du muscardin, en rouge l'emprise du tracé initial (LSC360, 2026).....388
Fig. 272 : Marquage et prélèvement des orchidées (LSC360, 2020 & 2021). 390
Fig. 273 : Proposition d'emplacement pour la délocalisation des orchidées (en jaune). Il s'agit d'un terrain d'environ 15 280 m^2 ayant également un potentiel pour les mesures CEF des oiseaux et/ou du muscardin (LSC360, 2026).....390
Fig. 274 : Exemples de nichoirs pour chauves-souris (Hasselfeldt, 2025). 391
Fig. 275 : Proposition d'emplacement (en jaune) où des nichoirs pour chauves-souris pourraient être installés en guise de compensation des gites du secteur de Leudelange (LSC360, 2026). 392
Fig. 276 : Proposition d'emplacement (en jaune) où des nichoirs pour chauves-souris pourraient être installés en guise de compensation du gite du secteur de Foetz (LSC360, 2026).....392
Fig. 277 : Vue en plan - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK13, en sortie du tunnel de Pontpierre (APS, vol C2-1, 2026). 400
Fig. 278 : Coupe - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK13, en sortie du tunnel de Pontpierre (APS, vol C2-1, 2026). 400
Fig. 279 : Vue en plan - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK15, en bordure de la zone Natura 2000 (APS, vol C2-1, 2026). 401
Fig. 280 : Coupe - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK15, en bordure de la zone Natura 2000 (APS, vol C2-1, 2026). 401
Fig. 281 : Corridor forestier au niveau de la forêt de Leudelange (vert) traversé par le projet (rouge) (LSC360, 2025). 403
Fig. 282 : Illustration des deux ouvrages de connectivité écologique, OA5 : pont écologique, O6 : crapauduc (APS OA, Vol. A APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 404

Fig. 283 : Les petits animaux terrestres peuvent utiliser les buses si des passerelles sèches sont prévues. A : ne convient pas aux animaux terrestres ; B : planche en bois au-dessus du niveau de l'eau des deux côtés, fixée aux murs ; C : passerelles préfabriquées en béton au-dessus du niveau de l'eau ; D : solution optimale pour les animaux terrestres (Source : Adapté de Luell *et al.,* 2003)....404
Fig. 284 : Position de la clôture. A : A éviter : Les accotements sont à l'intérieur d'une clôture qui ne conduit pas correctement les animaux vers l'ouvrage de franchissement ; B : Accotements inclus à l'intérieur de la clôture qui dirige correctement la faune vers l'ouvrage de franchissement ; C : Laisser les accotements extérieurs à la disposition de la faune et guider les animaux vers l'ouvrage de franchissement. La gestion des accotements peut se faire depuis l'extérieur (Source : Adapté du Cerema, 2021).....405
Fig. 285 : Différents types de clôtures pour animaux sauvages en fonction des besoins des espèces cibles. Les clôtures à mailles ne conviennent pas aux amphibiens et aux reptiles et peuvent même causer des dommages lorsqu'ils grimpent et se retrouvent piégés dans les mailles.....405
Fig. 286 : Clôtures opaques adéquates pour dissuader les amphibiens, les reptiles et d'autres espèces de la petite faune. A : Renforcement à la base d'une clôture pour grands mammifères ; B : Extérieur d'une clôture pour petite faune avec une surface lisse pour empêcher les amphibiens de grimper. C : Intérieur d'une clôture pour la petite faune permettant aux amphibiens de grimper et de s'échapper de la section clôturée (Photos par : Animex International).....405
Fig. 287 : Extrait de la Carte géologique du Luxembourg - Position du tracé tram rapide 1 (rouge) par rapport au substratum marneux (Géoportail, 2025).....416
Fig. 288 : Types de sol au droit du tracé - extrait de la carte des sols 1:100.000 ; Jaune = sols sableux, limono-sableux et sablo-limoneux ; Orange = sols sablo-limoneux et limoneux ; Pointillés = sols en pente (Géoportail, 2022).....417
Fig. 289 : Aptitude agricole des sols de la partie Nord du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025). 421
Fig. 290 : Aptitude agricole des sols de la partie centrale du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025). 422
Fig. 291 : Aptitude agricole des sols de la partie Sud du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025).....423
Fig. 292 : Localisation des Sites Contaminés ou Assainis (SCA) et des Sites Potentiellement Pollués (SPC) au droit du tracé du tram rapide 1 / portion Nord (Source image: Géoportail, 2025 ; Base de données AEV, 2025). 426
Fig. 293 : Localisation des Sites Contaminés ou Assainis (SCA) et des Sites Potentiellement Pollués (SPC) au droit du tracé du tram rapide 1 / portion Sud (Source image: Géoportail, 2025 ; Base de données AEV, 2025).....427
Fig. 294 : localisation de la zone d'impact du projet sur un affluent du Drosbech- l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).....446
Fig. 295 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Bibeschbaach - l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025). 447
Fig. 296 : le Bibeschbaach dans sa partie parallèle à l'autoroute A4 (Geprolux, 2025).....448
Fig. 297 : Propositions de réaménagements du Bibeschbaach au droit du projet (en jaune) selon le Plan de Gestion des Eaux 2021 (Géoportail, 2025).....449
Fig. 298 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).450
Fig. 299 : localisation de la zone d'impact du projet sur la Mess - l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025). ..451
Fig. 300 : la Mess au droit du franchissement de l'autoroute A4 (Géoportail, 2025).....452
Fig. 301 : Propositions de réaménagements de la Mess au droit du projet (en rouge) selon le Plan de Gestion des Eaux 2021 (Géoportail, 2025).....453
Fig. 302 : qualité hydromorphologique du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025). 455
Fig. 303 : qualité hydromorphologique de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025). 455
Fig. 304 : qualité écologique du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025). 456
Fig. 305 : qualité écologique de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025). 457
Fig. 306 : concept de connectivité du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).....458
Fig. 307 : concept de connectivité de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).....458
Fig. 308 : coupe de l'ouvrage de franchissement du Mierbech (APS OA Vol J-3 / APS-4468B-TRB-ARC-T4110-PGE-600001, 2025). .459
Fig. 309 : coupe de l'ouvrage de franchissement de la Mess (APS OA Vol J-3 / APS-4468B-TRB-ARC-T4110-PGE-800001, 2025). 460
Fig. 310 : critères pris en compte pour l'évaluation des crues subites et leurs seuils (LUBW, 2019). 461
Fig. 311 : Situation en cas de crue subite au droit du cours d'eau longeant la N4 / TR1– l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).....462
Fig. 312 : Situation en cas de crue subite au droit du Bibeschbaach / TR2 – l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).463
Fig. 313 : Situation en cas de crue subite au droit de la fôret de Leudelange et du Mierbech / TR3 – l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).....464
Fig. 314 : Situation en cas de crue subite au droit de l'échangeur de Pontpierre / TR4 et TR5 (Géoportail, 2025). 465
Fig. 315 : Graphique de répartition de la provenance de l'eau potable distribuée à Luxembourg-Ville en 2023 (Ville de Luxembourg, Service Eaux, rapport d'activités 2023). 466
Fig. 316 : Proposition de ZPS des forages-captages Tubishaff – l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2025). ...467
Fig. 317 : Emplacement de la noue d'infiltration dans une section standard d'aménagement du corridor multimodal (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025). 469
Fig. 318 : Emplacement de la noue d'infiltration dans une section restreinte d'aménagement du corridor multimodal (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025). 470
Fig. 319 : Représentation du principe d'assainissement sur base du combiné noue / massif d'infiltration (section standard) (norme DWA A138, 2005). 471
Fig. 320 : Représentation du principe d'assainissement sur base du massif d'infiltration (section restreinte) (norme DWA A138, 2005). 472
Fig. 321 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de l'échangeur de Pontpierre (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).....474
Fig. 322 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de la station de Leudelange (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).....474
Fig. 323 : Proposition d'implantation d'une noue d'infiltration des eaux pluviales au droit de la station de Foetz (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025). 475
Fig. 324 : Constations in situ de l'AGE relatives au tracé du Bibeschbaach (ancien tracé en rouge et nouveau tracé en bleu) (AGE, 2025) 476

Fig. 325 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet est représenté en jaune (Géoportail, 2026).477
Fig. 326 : Présentation de l'ouvrage de franchissement projeté au droit de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet Tram rapide 1 est représenté en violet (Géoportail, 2026). 478
Fig. 327 : Coupe représentant les ouvrages de franchissement projetés de l'autoroute et du Mierbech (APS Ouvrages - APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026). 478
Fig. 328 : Localisation de la zone d'impact du projet sur la Mess- l'emprise du projet est représenté en jaune (Géoportail, 2026). ..479
Fig. 329 : Présentation de l'ouvrage de franchissement projeté au droit de la zone d'impact du projet sur la Mess- l'emprise du projet Tram rapide 1 est représenté en violet (Géoportail, 2026). 480
Fig. 330 : coupe de l'ouvrage de franchissement du Mierbech (APS OA / APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026). 481
Fig. 331 : Coupe présentant le projet de tunnel à Pontpierre Est (APS Ouvrages, 2026) 482
Fig. 332 : Projet de tunnel à Pontpierre Est et niveaux d'eau relevés (APS Ouvrages, 2026) 482
Fig. 333 : Situation en cas de crue subite au droit du futur viaduc de Leudelange– l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026). 483
Fig. 334 : Situation en cas de crue subite au droit de l'échangeur de Pontpierre – l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026). 484
Fig. 335 : Situation en cas de crue subite au droit du futur viaduc de Foetz– l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026). 485
Fig. 336 : Localisation de l'écoulement de fond de thalweg à Pontpierre (APS Ligne, 2026) 487
Fig. 337 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit du franchissement de la Mess (APS Ligne, 2026). 489
Fig. 338 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de la SST de Pontpierre (APS Ligne, 2026). 490
Fig. 339 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (vert foncé) (GEONET & LIST, 2021). 505
Fig. 340 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du projet (vert foncé) (GEONET & LIST, 2021). 506
Fig. 341 : Extrait de la carte indicative de planification climatique au droit du projet (bleu). (GEONET & LIST, 2021). 507
Fig. 342 : Extrait de la carte indicative de planification climatique au droit du projet (bleu). (GEONET & LIST, 2021). 508
Fig. 343 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (noir) (Géoportail, 2026). 509
Fig. 344 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (noir) (Géoportail, 2026). 510
Fig. 345 : Modèle numérique de terrain avec des hauteurs LUREF, basé sur le survol Lidar de 2024 avec une résolution de 50cm. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2025). 517
Fig. 346 : Modèle numérique de terrain avec des hauteurs LUREF, basé sur le survol Lidar de 2024 avec une résolution de 50cm. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2025). 518
Fig. 347 : Pente (MNT) colorée basée sur le modèle numérique de terrain de 2024 avec une résolution au sol de 50cm (Géoportail, 2025). 519
Fig. 348 : Topographie au niveau du tram rapide 1 : la séquence 1 : la plaine agricole, séquence 2 : massif forestier de Leudelange, séquence 3 la plaine agricole habitée, séquence 4 la zone industrielle (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le vol. C2-1 de l'APS ligne en annexe 05). 521
Fig. 349 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction la Cloche d'Or avec le Stade en arrière-plan (Nord-Est) (LSC360, 2025). 523
Fig. 350 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 523
Fig. 351 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 524
Fig. 352 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 524
Fig. 353 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 525
Fig. 354 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 525
Fig. 355 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 526
Fig. 356 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 526
Fig. 357 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 527
Fig. 358 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 527
Fig. 359 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025). 528
Fig. 360 : Orthophoto été 2025 - Entrée Pontpierre à hauteur de la station-service. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026). 529
Fig. 361 : Orthophoto été 2025 – à hauteur du futur viaduc OA1541. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026). 529
Fig. 362 : Orthophoto été 2025 – à hauteur du GRIDX. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026). 530
Fig. 363 : Orthophoto été 2025 – à hauteur de l'échangeur de Pontierre et la future station. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026). 530
Fig. 364 : Localisation des écrans de verdure présents en bordure du tracé, le long de l'autoroute et de la route nationale. En vert : écrans de verdure préservés, en rouge : écrans de verdure défrichés dans le cadre du tram, en orange : écran de verdure probablement défrichés au cours des travaux P&Ch futurs (Géoportail, 2026). 533
Fig. 365 : Localisation des écrans de verdure présents en bordure du tracé, le long de l'autoroute et de la route nationale. En vert : écrans de verdure préservés, en rouge : écrans de verdure défrichés dans le cadre du tram, en orange : écran de verdure probablement défrichés au cours des travaux P&Ch futurs (Géoportail, 2026). 533
Fig. 366 : Illustration représentant de manière approximative les secteurs en remblai par rapport au terrain naturel (rouge) et en déblai par rapport au terrain naturel (jaune). Pour les données précises, se référer au profil en long présenté dans le volume J-2 de l'APS Ligne (Géoportail, 2026). 534
Fig. 367 : Prise de vue depuis l'accotement de la route d'Esch, sortie de la Cloche d'Or. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026). 537
Fig. 368 : Prise de vue depuis un chemin lieudit Schwaarzeweier sur l'OA1530. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026). 538
Fig. 369 : Prise de vue depuis l'emprise du projet sur l'OA1530. En haut : situation existante, en bas : situation projetée. Ici le plan de plantation prévoit une strate arbustive haute à moyenne en bas de talus (Ney Partners, 2026). 539

Fig. 370 : Prise de vue depuis un chemin en sortie de la forêt de Kockelscheuer. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026). 540
Fig. 371 : Prise de vue depuis un chemin en sortie de la forêt de Palsbësch. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026). 541
Fig. 372 : Prise de vue depuis le CR163. En haut : situation existante, en bas : situation projetée. Ici le plan de plantation prévoit finalement des arbres jusqu'au CR163 (Ney Partners, 2026). 542
Fig. 373 : Prise de vue depuis la Rue de Mondercange à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026)....543
Fig. 374 : Prise de vue depuis la Rue d'Esch à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026). 544
Fig. 375 : Prise de vue depuis la Rue de Schifflange à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026)....545
Fig. 376 : Coupe 3D du projet dans le secteur de la forêt de Leudelange (APS Vol. C2-1, 2026)....547
Fig. 377 : Coupe transversale sur la section TR1 : scénario préconisé. Un remblai d'une hauteur max. de 2 m est nécessaire. Des bosquets arbustifs sont prévus jusqu'à l'OA1 (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS en annexe 05). 549
Fig. 378 : Coupe transversale sur la section TR1 : scénario préconisé. Ici un remblai max. de 4,4 m est nécessaire. Des plantations sont prévues en limite d'emprise (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS en annexe 05). .550
Fig. 379 : Illustration de l'OA1 – Passerelle pour la piste cyclable au niveau de la section TR1 (APS OA, Vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A). 551
Fig. 380 : Coupe transversale sur la section TR1: scénario préconisé (à proximité du futur échangeur Leudelange). Un fort talus est nécessaire (env. 5,5 m). La voie agricole sera restituée et le talus sera reverdit avec de la végétation herbacée. La création d'une petite forêt en interface avec l'échangeur est envisagée (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 552
Fig. 381 : Coupe transversale sur la section TR2 (entrée forêt Leudelange): scénario préconisé (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 553
Fig. 382 : Coupe transversale sur la section TR3 (forêt Leudelange): scénario préconisé. Un talus imposant de 14,60 m de hauteur est nécessaire tout comme un mur de soutènement en interface de l'A4 (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05)....554
Fig. 383 : Coupe transversale sur la section TR3 (forêt Leudelange): scénario préconisé. Un talus imposant de 14,60 m de hauteur est nécessaire tout comme un mur de soutènement en interface de l'A4 (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05)....555
Fig. 384 : Coupe transversale sur la section TR4 (Pontpierre): scénario préconisé. Le *Veloexpresswee* passe par la rue de l'Europe (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 556
Fig. 385 : Coupe transversale sur la section TR4 (Pontpierre): scénario préconisé. Le *Veloexpresswee* passe par la rue de l'Europe (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 557
Fig. 386 : Coupe transversale sur la section TR5 (avant château d'eau à Foetz): scénario préconisé. Divers bosquets et talus fleuris sont prévus (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 558
Fig. 387 : Coupe transversale sur la section TR5 (zone industrielle Foetz): scénario préconisé. Un mur de soutènement est nécessaire d'environ 7,19 m (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05). 558
Fig. 388 : Synthèse de la conception paysagère du projet (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS ligne en annexe 05). 559
Fig. 389 : Récapitulatif de la solution privilégiée ou retenue par le Maître d'Ouvrage, ou recommandée par la Maîtrise d'œuvre (APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans le volume C-2-3 de l'APS en annexe 05). 563
Fig. 390 : Différentes possibilités de végétalisation d'ouvrages d'art. 568
Fig. 391 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (Géoportail, 2025). 577
Fig. 392 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (Géoportail, 2025). 578
Fig. 393 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (orange) (Géoportail, 2026)....580
Fig. 394 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (orange) (Géoportail, 2026)....580
Fig. 395 : Localisation des projets pouvant avoir des effets cumulés (délimités en bleu) avec le projet de tram rapide 1 (jaune) (Géoportail, 2025)....591
Fig. 396 : Extrait d'une conférence de presse du 19/04/2024 - Vue sur le futur CRM au niveau de la Cloche d'Or (LUXTRAM, 2024). 592
Fig. 397 : Extrait de la conférence de presse 21 octobre 2020 - Schéma du corridor multimodal prévu entre Luxembourg et Belvaux (MMTP, 2020)....595
Fig. 398 : Partie graphique du plan d'aménagement particulier « Am Hau » à Pontpierre (Jonas Architectes, 2023). 596
Fig. 399 : Vue sur le projet Gridx depuis le sud-ouest direction nord-est (Visuel GRIDX, Virgule.lu, 2025). 597
Fig. 400 : Extrait de « Luxembourg 2050 – A Guide on Repairing Commercial Zones – Report Phase 3 ». A gauche, la zone industrielle en 2021, au centre : en 2025, à droite en 2030 (Luxembourg in Transition, 2022)....599

Tableaux

Tab. 1 : Table des matières de l'APS ligne et intitulé des différents documents (APS ligne, 17/03/2025) 65
Tab. 2 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 17/03/2025) 68
Tab. 3 : Table des matières de l'APS ligne et intitulé des différents documents (APS ligne, 24/08/2026) 74
Tab. 4 : Informations sur le dimensionnement du tram à 9 modules (source : LUXTRAM S.A.). 100
Tab. 5 : Types de revêtements et leurs localisations (source : Groupement AM Tram rapide, 2025). 134
Tab. 6 : Modèle d'évaluation d'un projet sur les différents biens protégés 202
Tab. 7 : Définition du degré de changement prévu. 202
Tab. 8 : Définition de l'étendue spatiale de l'impact. 202
Tab. 9 : Définition de l'étendue temporelle de l'effet. 202
Tab. 10 : Présentation des points de mesure (D2S, 2025). 216
Tab. 11 : Résultats des mesures du bruit actuel L_{jour} et L_{nuit} (D2S, 2025). 216
Tab. 12 : Résultats des mesures du bruit actuel L_D, L_E, L_N et L_{DEN} (D2S, 2025). 217
Tab. 13 : Seuils recommandés suivant le milieu environnant (AEV, 2023) 218
Tab. 14 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (D2S, 2025). 221
Tab. 15 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux (D2S, 2025). 222
Tab. 16 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la troisième phase des travaux (D2S, 2025). 223
Tab. 17 : résultats des mesures vibratoires de l'état des lieux initial (D2S, 2025). 239
Tab. 18 : liste des engins et équipements considérés dans l'étude vibratoire du chantier (D2S, 2025). 246
Tab. 19 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (source : D2S, 2025). 248
Tab. 20 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux (source : D2S, 2025). 249
Tab. 21 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la troisième phase des travaux (source : D2S, 2025). 250
Tab. 22 : Antennes de téléphonie mobile implantées dans l'aire d'étude définie pour le bien protégé (Géoportail, 2025). 254
Tab. 23 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (D2S, 2026). 259
Tab. 24 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1531 (D2S, 2026). 260
Tab. 25 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1533 (D2S, 2026). 262
Tab. 26 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1541 (D2S, 2026). 263
Tab. 27 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1542 (D2S, 2026). 264
Tab. 28 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (source : D2S, 2026). 271
Tab. 29 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1531 (source : D2S, 2026). 272
Tab. 30 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1533 (source : D2S, 2026). 273
Tab. 31 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1541 (source : D2S, 2026). 273
Tab. 32 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1542 (source : D2S, 2026). 274
Tab. 33 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la population et la santé humaine. 299
Tab. 34 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la population et la santé humaine. 305
Tab. 35 : Récapitulatif de l'inventaire d'espèces d'oiseaux considérés comme pertinentes. Exemple pour l'Alouette des champs, 9 individus nicheurs et 3 individus s'alimentant sur site ont été détectés (Source : Milvus GmbH, 2021). 316
Tab. 36 : Récapitulatif des relevés de chiroptères avec la méthode des transects (Source : Milvus GmbH, 2021). 322
Tab. 37 : Détail des résultats des enregistrements de chiroptères selon les transects (Milvus GmbH, 2022). 323
Tab. 38 : Extrait et synthèse de l'inventaire via les enregistrements nocturnes – Moyenne de l'activité par site, classement de l'activité (activité très faible, faible, modérée, élevée, très élevée) et les espèces enregistrées régulièrement. En gras sont identifiés les sites où les occupations du sol sont régulièrement utilisé par une espèce ayant un statut de conservation défavorable (Milvus GmbH, 2022). 335
Tab. 39 : Récapitulatif des espèces d'oiseaux protégées ayant un site de reproduction au sein de l'emprise du projet (Milvus GmbH, 2022) 350
Tab. 40 : Récapitulatif des espèces d'oiseaux protégées ayant un site de reproduction au sein de l'emprise du projet – tracé optimisé (Milvus GmbH, 2022) 354
Tab. 41 : Synthèse des mesures CEF pour chaque espèce recensée sur base du guide CEF lié à la mise en œuvre du tracé optimisé (LSC360, 2026) 394
Tab. 42 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la biodiversité. 407
Tab. 43 : Synthèse des impacts potentiels du projet « tracé initial » sur la biodiversité. 410

Tab. 44 : Extrait des sites contaminés ou assainis au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2025). 428
Tab. 45 : Extrait des sites potentiellement pollués au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2025). 428
Tab. 46 : Extrait des sites contaminés ou assainis au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2026). 435
Tab. 47 : Extrait des sites potentiellement pollués au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2026). 435
Tab. 48 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur le sol et les terres. 442
Tab. 49 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur le sol et les terres. 444
Tab. 50 : Résultats des essais Matsuo réalisés le long du tracé (Source : Fondasol, 2024). 471
Tab. 51 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'eau. 498
Tab. 52 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'eau. 500
Tab. 53 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'air et le climat – valable à la fois pour le tracé initial et le tracé optimisé .514
Tab. 54 : Récapitulatif des six solutions d'éclairage étudiées par la maitrise d'œuvre, en recensant les avantages et inconvénients des systèmes (APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans le vol. C-2-3 de l'APS ligne en annexe 05). 561
Tab. 55 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé initial) sur le paysage. 570
Tab. 56 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé optimisé) sur le paysage. 572
Tab. 57 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé initial et tracé optimisé) sur le patrimoine culturel et biens matériels. ..584
Tab. 58 : Bilan écologique provisoire de la valeur des biotopes en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2025). 604
Tab. 59 : Bilan écologique provisoire de la valeur des habitats d'espèces protégées en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2025). 605
Tab. 60 : Nombre d'écopoints générés par les mesures CEF prévues (estimation) 608
Tab. 61 : Synthèse des bilans écologiques provisoires du projet 609
Tab. 62 : Bilan écologique provisoire de la valeur des biotopes en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2026). 610
Tab. 63 : Bilan écologique provisoire de la valeur des habitats d'espèces protégées (HEIC) en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2026). 611
Tab. 64 : Bilan écologique provisoire basé sur le plan de plantation du projet (volume J-4 de l'APS ligne) (LSC360 2026). 612

1 CONTEXTE ET MISSION

Tracé initial

La société LUXTRAM S.A. est chargé de la planification, de l'élaboration, de la réalisation et de l'exploitation des lignes de tramway sur le territoire de la Ville de Luxembourg et de ses communes avoisinantes. LUXTRAM S.A. prévoit ainsi la construction d'une nouvelle ligne de tram rapide entre la Cloche d'Or et Belvaux. Cette ligne sera accompagnée d'une piste cyclable, le *Veloexpresswee* qui longera la voie de tramway et sera également sous la maitrise d'œuvrage de LUXTRAM. Cette ligne est scindée en quatre sections :

• Cloche d'Or- Leudelange : 2,8 Km et 1 station ;

• Leudelange -Foetz : 7,3 Km et 2 stations ;

• Foetz- Metzeschmelz : 2,6 Km et 2 stations ;

• Metzeschmelz - Belvaux : 6 Km et 8 à 10 stations ;

Le projet global ainsi que chaque section précitée correspondent aux critères du règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement, annexe II (*Liste des projets soumis à une évaluation des incidences pour lesquels les seuils et critères fixés sont atteints*), point 7 (*les projets de ligne de tramway, de plus d'un kilomètre à l'intérieur d'un tissu urbanisé composé principalement de zones d'habitation et de zones mixtes et de 2,5 km en dehors*). Conformément à l'article 2, paragraphe 3, point a) de la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (« loi EIE »)[1], le projet est donc soumis à une évaluation des incidences environnementales (EIE), quel que soit les sections considérées.

C'est pourquoi, conformément à l'annexe II de la loi EIE, un dossier scoping a été soumis le 14 février 2024 par LSC360[2] au Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité (MECB). Pour des raisons de phasage, ce dossier portait uniquement sur les deux premières sections, de Cloche d'Or à Foetz (10,1 km). Ce dossier a servi de base à l'autorité compétente (MECB) et aux autres autorités consultées pour émettre un avis sur le champ d'application et le niveau de détail des informations à fournir dans le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (avis scoping). Cet avis scoping portant la référence 108104 a été transmis au maitre d'ouvrage le 21 mai 2024.

Le bureau d'études LSC360 a été chargé par LUXTRAM S.A. de préparer le présent rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement pour les deux premières sections, de Cloche d'Or à Foetz (conformément à l'article 6 de la loi EIE et sur base de l'avis scoping Réf. 108104). En conséquence, le présent dossier présente le contenu requis par l'annexe II de la loi EIE, évalue les incidences résultantes du projet susceptibles d'affecter de manière notable les facteurs mentionnés à l'article 3 de la loi EIE et présente les mesures d'évitement, de réduction et de compensation nécessaires.

Le rapport d'évaluation des incidences EIE a été introduit auprès du MECB à la date du 17/04/2025. Un avis sur le contenu du rapport d'évaluation a été établi le 09/07/2025 et a été suivi d'une réunion de concertation le 22/09/2025.

Les compléments demandés dans le cadre de cette procédure sont intégrés au présent rapport modifié.

---

[1] *Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement et portant modification :*
1° de la loi modifiée du 25 mai 1964 concernant le remembrement des biens ruraux ;
2° de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés ;
3° de la loi modifiée du 19 janvier 2004 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles ;
4° de la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau.

[2] *Introduction effectuée sous la bannière Luxplan S.A. avant son intégration à la société LSC360*

Tracé optimisé

Au cours d'une conférence de presse en date du 13/10/2025, le Ministère de la Mobilité et des Travaux Publics a présenté les améliorations envisagées du projet. Au droit des 3 pôles d'échange du tracé (zone d'activités Leudelange, Pontpierre/Wickrange et terminus provisoire à Foetz), ains que dans la zone Natura 2000, des modifications ont été apportées au projet en termes de tracé et d'ouvrages de génie civil. Cette nouvelle configuration du projet est désignée dans le présent rapport sous le terme de « tracé optimisé ».

Ces modifications ont nécessité la mise à jour et la réintroduction du rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE), initialement déposé le 16 avril 2025.

Le présent dossier constitue ainsi une version révisée du rapport initial, intégrant les compléments et adaptations liés au tracé optimisé du projet Tram Rapide 1.

Un avis relatif au rapport EIE du tracé initial a été émis le 09/07/2025. Une réunion a eu lieu le 22/09/2025 dont le compte rendu est disponible en annexe 01. Le présent rapport tient également compte des observations formulées dans cet avis, dans la mesure où celles-ci demeurent pertinentes au regard du tracé optimisé.

Le 19/11/2025, une réunion s'est tenue avec le MECB ainsi qu'avec les autorités compétentes ayant émis un avis dans le cadre de la procédure EIE, afin de clarifier la démarche à suivre compte tenu des évolutions apportées au projet. Le compte-rendu de cette réunion est présenté en annexe 02.

Lors de cette réunion, il a été convenu que la solution la plus appropriée consistait à reprendre le rapport EIE relatif au tracé initial et à y intégrer les modifications associées au tracé optimisé au moyen d'un système de code couleur clairement identifiable. Cette approche permet de préserver la traçabilité de l'évolution du projet, en maintenant les éléments du tracé initial tout en mettant en évidence les améliorations apportées par la nouvelle variante.

Il a notamment été jugé essentiel de conserver les plans et analyses du tracé initial afin de pouvoir comparer les deux configurations du projet et d'évaluer les bénéfices environnementaux des adaptations proposées.

Les modifications associées au tracé optimisé sont identifiées en bleu dans le présent document. Pour chaque paragraphe concerné, deux versions sont présentées : le tracé initial et le tracé optimisé. Les paragraphes ne faisant l'objet d'aucune modification demeurent inchangés par rapport à la version initiale. En l'absence de distinction entre les sections « Tracé initial » et « Tracé optimisé » au sein d'un chapitre, les informations présentées sont considérées comme valables pour les deux variantes du projet.

2 LA PROCEDURE DE L'ETUDE DES INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT (EIE)

2.1 Cadre législatif

Tracé initial

La directive du Conseil de l'Union européenne, adoptée en date du 27 juin 1985, a rendu obligatoire pour les États membres de l'UE la réalisation d'une évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) pour les projets publics et privés qui peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement[3].

Cette directive européenne a d'abord été transposée en droit national par la loi du 29 mai 2009[4] et a été fondamentalement révisée avec la loi EIE en 2018[5]. Le contenu de la directive modificative du 16 avril 2014[6] a également été pris en compte.

Le règlement grand-ducal (RGD) du 15 mai 2018[7], à fixer des critères permettant de définir si un projet est soumis ou non à une EIE.

Comme mentionné au chapitre 1, le présent projet d'infrastructure relève du point 7 de l'annexe II du RGD précité, ce qui le soumet d'office à une évaluation des incidences sur l'environnement.

La loi EIE prévoit dans sa section 2 un régime spécifique pour les projets d'infrastructures de transport. Cette démarche comprend non seulement la procédure d'évaluation EIE du projet, mais également, dans une deuxième phase, après la participation du public, la procédure d'autorisation sur base d'une décision du Gouvernement en Conseil sur la variante à réaliser.

La procédure d'évaluation EIE a débuté par l'introduction du dossier scoping auprès du MECB le 14/02/2024. Ce dernier a émis un avis sur le champ d'application et le niveau de détail du rapport d'évaluation des incidences environnementales (Réf. 108104, 21/05/2024 ; annexe 03). Il comporte également les avis des autres autorités avec des responsabilités spécifiques en matière environnementale.

Le présent document constitue donc la seconde phase, le rapport d'évaluation.

Tracé optimisé

En réponse à la remarque du MECB (notée 1.1 dans l'avis sur le contenu du rapport d'évaluation du 09/07/2025), l'historique relatif aux textes de lois européens et nationaux ayant définis les principes de l'évaluation des incidences environnementales des projets a été revu et le dernier paragraphe traitant de la procédure en cours reformulé.

La Directive 85/337/CEE du Conseil des Communautés européennes, adoptée le 27 juin 1985, constitue l'un des textes fondateurs de la politique environnementale européenne en matière d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE). Elle a instauré le principe selon lequel certains projets publics ou privés susceptibles d'avoir des effets notables sur l'environnement doivent faire l'objet d'une évaluation préalable avant l'octroi de leur autorisation.

Cette directive s'inscrit dans la volonté de la Communauté européenne d'intégrer les considérations environnementales dès les premières étapes de la planification et de la prise de décision. Son objectif principal était de prévenir les atteintes à l'environnement en identifiant, évaluant et prenant en compte les impacts

---

[3] Directive 85/337/CEE du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

[4] Loi du 29 mai 2009 portant (1) transposition en droit luxembourgeois en matière d'infrastructures de transport de la directive 97/11/CE du Conseil du 3 mars 1997 modifiant la directive 85/337/CEE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement…

[5] Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement

[6] Directive 2014/52/EU du Parlement Européen du 16 avril 2014 modifiant la directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

[7] Règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement.

potentiels des projets sur l'homme, la faune, la flore, les sols, l'eau, l'air, le climat, le paysage et le patrimoine culturel.

Au Luxembourg, la directive a conduit à une évolution progressive du cadre réglementaire relatif aux autorisations de projets et à la protection de l'environnement. Ses principes ont été intégrés dans la législation nationale au travers de diverses dispositions concernant les établissements classés, l'aménagement du territoire, les infrastructures de transport et les projets susceptibles d'affecter significativement l'environnement. Cette transposition a permis d'introduire de manière systématique la réalisation d'études d'impact environnemental pour les projets relevant des catégories définies par la directive.

La directive a ensuite été renforcée à plusieurs reprises, notamment par la Directive 97/11/CE du 3 mars 1997, qui a élargi le champ des projets soumis à évaluation environnementale, puis par la Directive 2003/35/CE, qui a renforcé la participation du public conformément aux principes de la Convention d'Aarhus. Elle a également été modifiée par la Directive 2009/31/CE relative au stockage géologique du dioxyde de carbone.

En 2011, l'ensemble des dispositions a été codifié dans la Directive 2011/92/UE, puis modernisé par la Directive 2014/52/UE, aujourd'hui en vigueur. Le Luxembourg a adapté son cadre législatif afin de se conformer à ces évolutions successives, consolidant ainsi l'intégration des enjeux environnementaux dans les procédures d'autorisation des projets.

Ainsi, la Directive 85/337/CEE représente le point de départ de l'évaluation environnementale moderne au Luxembourg et dans l'ensemble de l'Union européenne. Elle a profondément influencé les pratiques de planification et d'autorisation des projets en imposant une prise en compte précoce et structurée des enjeux environnementaux dans les processus décisionnels.

Comme mentionné au chapitre 1, le présent projet d'infrastructure relève du point 7 de l'annexe II du RGD précité, ce qui le soumet d'office à une évaluation des incidences sur l'environnement.

La loi EIE prévoit dans sa section 2 un régime spécifique pour les projets d'infrastructures de transport. Cette démarche d'évaluation EIE est suivie, après la participation du public, par la procédure d'autorisation sur base d'une décision du Gouvernement en Conseil sur la variante à réaliser.

La procédure d'évaluation EIE a débuté par l'introduction du dossier scoping auprès du MECB le 14/02/2024. Ce dernier a émis un avis sur le champ d'application et le niveau de détail du rapport d'évaluation des incidences environnementales (Réf. 108104, 21/05/2024 ; annexe 03). Il comporte également les avis des autres autorités avec des responsabilités spécifiques en matière environnementale.

Le présent document constitue donc la seconde phase de la procédure d'évaluation EIE du projet, le rapport d'évaluation.

2.2 Exigences sur le contenu de l'évaluation des incidences sur l'environnement

L'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE ou rapport EIE) identifie, décrit et évalue de manière appropriée, les incidences directes et indirectes résultantes d'un projet sur les facteurs suivants (ci-après dénommés les « **biens protégés** ») :

- Les facteurs biotiques, tels que la population et la santé humaine, la biodiversité,
- Les facteurs abiotiques, tels que le sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage,
- Le patrimoine culturel et les biens matériels

ainsi que les éventuelles interactions des facteurs susmentionnés et effets cumulatifs avec d'autres projets.

La modification de la directive européenne en 2014 a ajouté de nouveaux aspects (notamment la consommation des terres, la vulnérabilité aux catastrophes naturelles, la résilience au changement climatique) qui ont également dus être pris en compte lors de la transposition de la directive en droit national. Les exigences en matière de contenu d'une EIE au Luxembourg figurent à l'annexe III de la loi EIE.

2.3 Etapes procédurales de l'évaluation et de l'autorisation du projet

Conformément à l'article 5 de la loi EIE, le champ d'application et le niveau de détail du rapport EIE sont définis dans un avis (avis scoping) qui doit être délivré par l'autorité compétente, à savoir le membre du Gouvernement ayant l'Environnement dans ses attributions (actuellement le ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité, MECB).

À cette fin, le MECB doit recevoir des informations de base sur le projet ainsi qu'une première évaluation des effets éventuels du projet (dossier scoping).

Les principaux éléments issus de ces deux étapes, qui ont déjà été réalisées, sont décrits ci-dessous (Chap. 2.3.1 à 2.3.3). Les étapes à venir sont également décrites aux chapitres 2.3.4 à 2.3.7.

Les Fig. 1 et Fig. 2 ci-dessous résument les étapes énumérées dans le texte[8].

2.3.1 Dossier scoping

Le maître d'ouvrage a soumis à l'autorité compétente les informations conformément à l'annexe II de la loi EIE (projets visés à l'article 2, paragraphe 2 et paragraphe 3, lettre a)). Le dossier appelé dossier scoping ou screening-scoping en question a été élaboré par le bureau d'études LSC360 et soumis le 14 février 2024 au MECB.

Selon l'annexe II de la loi EIE, le contenu de ce document était le suivant :

- Une description du projet, y compris en particulier des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet,
- une description de la localisation du projet,
- une description des éléments de l'environnement susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet,
- une description de tous les effets notables susceptible d'avoir sur l'environnement.

Le dossier de vérification préliminaire EIE, y compris toutes les annexes, est accessible au public sur le site environnement.public.lu sous le numéro 108104[9].

2.3.2 Avis Scoping

L'avis scoping est un élément essentiel à la procédure EIE et à la préparation du rapport EIE. L'objectif du processus de scoping est de consulter les autorités et autres organismes publics afin qu'elles émettent, dans un délai déterminé, leurs avis sur la base du dossier scoping prémentionné. A cette fin, le dossier est transmis par la direction des évaluations des incidences sur l'environnement du MECB aux autorités et institutions concernées par le projet, conformément à l'article 7 de la loi EIE. L'implication précoce des autorités leur permettent

[8] En raison de l'entrée en vigueur de la Loi du 31 mai 2021 modifiant la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement, certaines incohérences peuvent être présentes dans le schéma datant probablement de 2018.
[9] https://environnement.public.lu/content/environnement/fr/emweltprozeduren/evaluation-incidences-eie/projets_eie/2024/108104-luxplan-tram-rapide-1.html

également de fournir des informations pouvant servir à l'élaboration du rapport EIE. Les autorités sont également amenées à préciser si des documents ou études supplémentaires doivent être réalisées ou non afin d'estimer les incidences potentielles du projet. Une fois les différents avis recueillis, l'autorité compétente peut ainsi émettre un avis quant au champ d'application et au niveau de détail du rapport d'évaluation conformément à l'article 5 de la loi EIE. Cet avis scoping a été rédigé le 21.05.24 et porte la référence 108104 (cf. Annexe 03).

Le maître d'ouvrage du projet peut demander un rendez-vous commun pour discuter des aspects pertinents du projet et pour discuter spécifiquement de toute question relative aux exigences des autorités compétentes. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une obligation, il est habituel et bénéfique d'exiger une telle réunion de concertation avec toutes les parties prenantes.

Dans le cadre de cette procédure, le MECB a invité les autorités compétentes ainsi que le maître d'ouvrage du projet et le bureau d'étude mandaté pour l'EIE à une réunion de concertation le 02 octobre 2024.

Le sujet de la réunion était les avis des autorités compétentes préparés sur base du dossier scoping. Les points des différents avis qui nécessitait clarification ont été présentés et discutés ensemble. Le compte-rendu de cette réunion est joint en annexe 04 du présent dossier. Le compte-rendu recense uniquement les points où des questions ou des compléments étaient attendus. Le compte-rendu n'est donc pas exhaustif. L'avis scoping est également disponible au public sur le site environnement.public.lu sous le numéro 108104[10].

2.3.3 Rapport d'évaluation

Tracé initial

Le rapport EIE (ou évaluation des incidences sur l'environnement) présenté ici est réalisé conformément à l'article 6 et 13 de la loi EIE.

En tenant compte des observations formulées par les autorités compétentes, les caractéristiques du projet sont présentées (cf. Chap. 3). Au chapitre 3.3 l'aire d'étude est définie et présentée brièvement.

Une analyse de la variante zéro (scénario de référence), c'est-à-dire l'environnement actuel de l'aire d'étude, est réalisée au chap. 4 ainsi qu'une analyse des variantes en termes de conception ou de localisation sont données au chap. 5.

Une vérification de la conformité avec les objectifs de planification nationale et communale est également effectuée (cf. Chap. 6).

En outre, une description et une évaluation des impacts du projet sur les différents biens protégés est réalisée (Chap. 7), en tenant compte des interactions et des effets cumulatifs (Chap.8).

Des mesures d'évitement, d'atténuation et de compensation sont définies, dont la mise en œuvre permet d'évaluer le projet comme étant respectueux de l'environnement (Chap. 9).

Enfin, au chapitre 10 sont mentionnés les problèmes rencontrés lors de la rédaction du rapport et un résumé non technique est présenté au chapitre 11.

De manière comparable à l'étape scoping, ce rapport EIE sera soumis au MECB pour vérification. Le MECB transmet également le rapport pour avis aux autorités ayant des responsabilités spécifiques relatives aux facteurs obligatoirement traités dans une EIE (article 3 de la loi EIE). Elles émettent leur avis endéans un délai de 90 jours. Le cas échéant, cet avis fera l'objet d'une réunion avec le maitre d'ouvrage. Il pourra y être convenu que des compléments sont à apporter au rapport d'évaluation afin de garantir un rapport EIE conforme aux attentes des autorités et aux obligations légales.

[10]https://environnement.public.lu/content/environnement/fr/emweltprozeduren/evaluation-incidences-eie/projets_eie/2024/108104-luxplan-tram-rapide-1.html

Tracé optimisé

Le rapport d'évaluation des incidences environnementales (rapport EIE) du tracé initial a été introduit auprès du MECB à la date du 17/04/2025. Un avis sur le contenu du rapport d'évaluation a été établi le 09/07/2025 et a été suivi d'une réunion de concertation le 22/09/2025. Le compte-rendu de cette réunion est en annexe xx du présent document.

Les compléments demandés dans le cadre de cette procédure sont intégrés au présent rapport modifié, dans la mesure où ceux-ci demeurent pertinents au regard du tracé optimisé.

2.3.4 Information et participation du public

Dès que le rapport EIE est considéré comme complet par l'autorité compétente, la phase de consultation du public peut être lancée (art. 14 de la loi EIE). Le maître d'ouvrage est responsable de l'organisation et de la coordination de celle-ci avec les communes concernées. Le cas échéant une consultation transfrontalière (art. 9 de la loi EIE) est organisée si le projet est susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement d'un autre Etat membre, ce qui n'est pas attendu pour le présent projet[11].

Après la mise à disposition du rapport d'évaluation dans les communes d'implantation du projet et expiration du délai de 30 jours, dans lequel des observations écrites peuvent être adressées au collège des bourgmestre et échevins, ce dernier procède encore à une enquête publique dans laquelle il entend tous les intéressés qui se présentent (30 jours).

Le collège des bourgmestres et échevins transmet le procès-verbal de l'enquête publique et son propre avis au maître d'ouvrage qui complète les informations par un résumé des observations reçus par le site électronique (https://enquetes.public.lu) à l'autorité compétente (MECB), au ministre ayant l'Aménagement du territoire dans ses attributions, au ministre ayant l'Intérieur dans ses attributions, au ministre ayant les Travaux publics dans ses attributions et au ministre ayant les Transports dans ses attributions.

2.3.5 Conclusion motivée

L'autorité compétente rédige sur base des informations issues de la phase de consultation et d'enquête public, la conclusion motivée (art. 15 de la loi EIE). Si nécessaire, l'autorité compétente est habilitée à demander au maître d'ouvrage des informations supplémentaires, conformément à l'annexe III, qui sont directement utiles à l'élaboration de la conclusion motivée sur les incidences notables du projet sur l'environnement.

2.3.6 Décision sur la variante à réaliser et l'envergure des mesures compensatoires

Le projet, ensemble avec la conclusion motivée et les résultats des consultations, est soumis au Gouvernement en conseil par le maître d'ouvrage qui prend une décision quant à la variante à réaliser et l'envergure des mesures compensatoires (art. 15). Le maître d'ouvrage met la décision ainsi que la conclusion motivée à la disposition du public moyennant affichage pendant 15 jours dans la commune concernée et sur le site internet prémentionné (https://enquetes.public.lu). En parallèle, le maitre d'ouvrage élabore l'APD comprenant également les données nécessaires pour que le ministre ayant l'environnement dans ses attributions puisse fixer dans un arrêté les

[11] Ce qui ne sera pas à exclure pour le tram rapide 2.

mesures compensatoires (art. 16 de la loi EIE) et les conditions d'aménagement et d'exploitation (art. 17 de la loi EIE). L'arrêté ministériel vaut autorisation définitive du projet.

2.3.7 Autorisation du projet

Le ministre ayant l'Environnement dans ses attributions prend sa décision dans les 180 jours à partir de la réception de l'APD et des informations nécessaires à formuler les mesures compensatoires et les conditions d'exploitation et d'aménagement. Dès la réception de ces informations, il est habilité pendant 90 jours à demander au maître d'ouvrage des informations supplémentaires afin de fixer les conditions d'aménagement et d'exploitation. Cette demande suspend le délai jusqu'à réception des informations supplémentaires.

Le maître d'ouvrage met ensuite à la disposition du public moyennant affichage pendant 30 jours dans la commune concernée ainsi que sur le site internet prémentionné, les informations sur les décisions (art. 18 de la loi EIE).

Les projets ainsi autorisés sont dispensés des autorisations exigées par loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles, la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain, la loi modifiée du 19 décembre 2008 relative à l'eau, la loi communale modifiée du 13 décembre 1988 et la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés. Ces dispenses se limitent aux éléments faisant partie intégrante de l'APD. Lorsque le projet d'APD ne comporte pas suffisamment de précisions concernant notamment la sous-station, LUXTRAM demande généralement une autorisation au titre de la législation relative aux établissements classés (« commodo/incommodo ») à l'Administration de l'environnement sur la base d'informations techniques plus précises relatives aux installations projetées.

Une permission de voirie peut également, le cas échéant, être nécessaire auprès de l'Administration des ponts et chaussées, notamment lorsque les travaux ou installations affectent le domaine routier relevant de sa compétence.

La réalisation des sondages archéologiques prescrits nécessite par ailleurs une autorisation ministérielle préalable au titre de la Loi du 25 février 2022 relative au patrimoine culturel. Cette autorisation est sollicitée par l'INRA ou par l'opérateur archéologique agréé retenu par le maître d'ouvrage.

Enfin, un avis préalable de chantier devra être transmis à l'Inspection du travail et des mines (ITM) par le coordinateur de sécurité et de santé, au moins 10 jours avant le début des travaux.

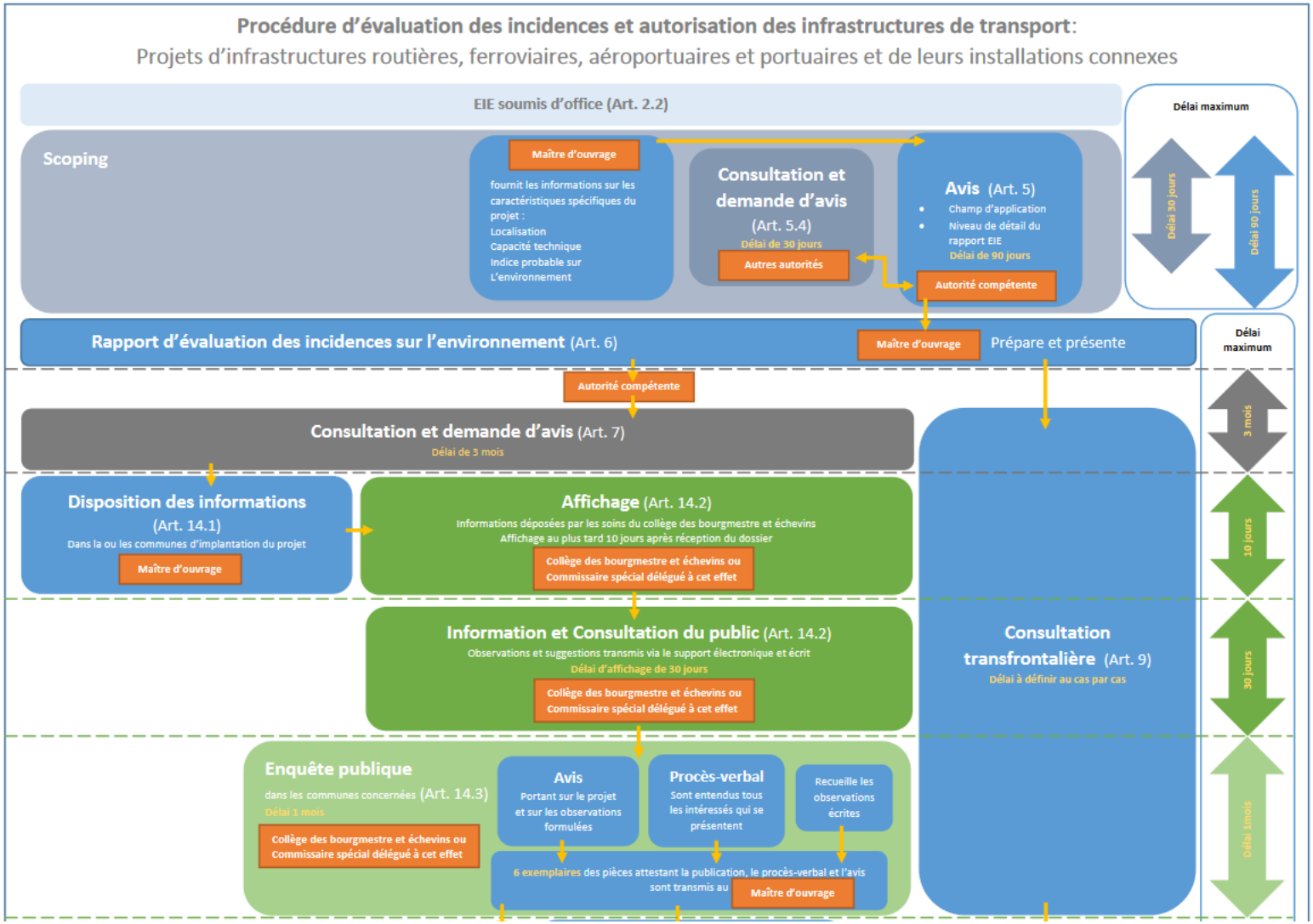


Fig. 1 : Schéma représentant la procédure d'évaluation et d'autorisation d'un projet d'infrastructure de transport. Suite dans Fig. 2. Version originale en annexe 05 (MECB, 2018)

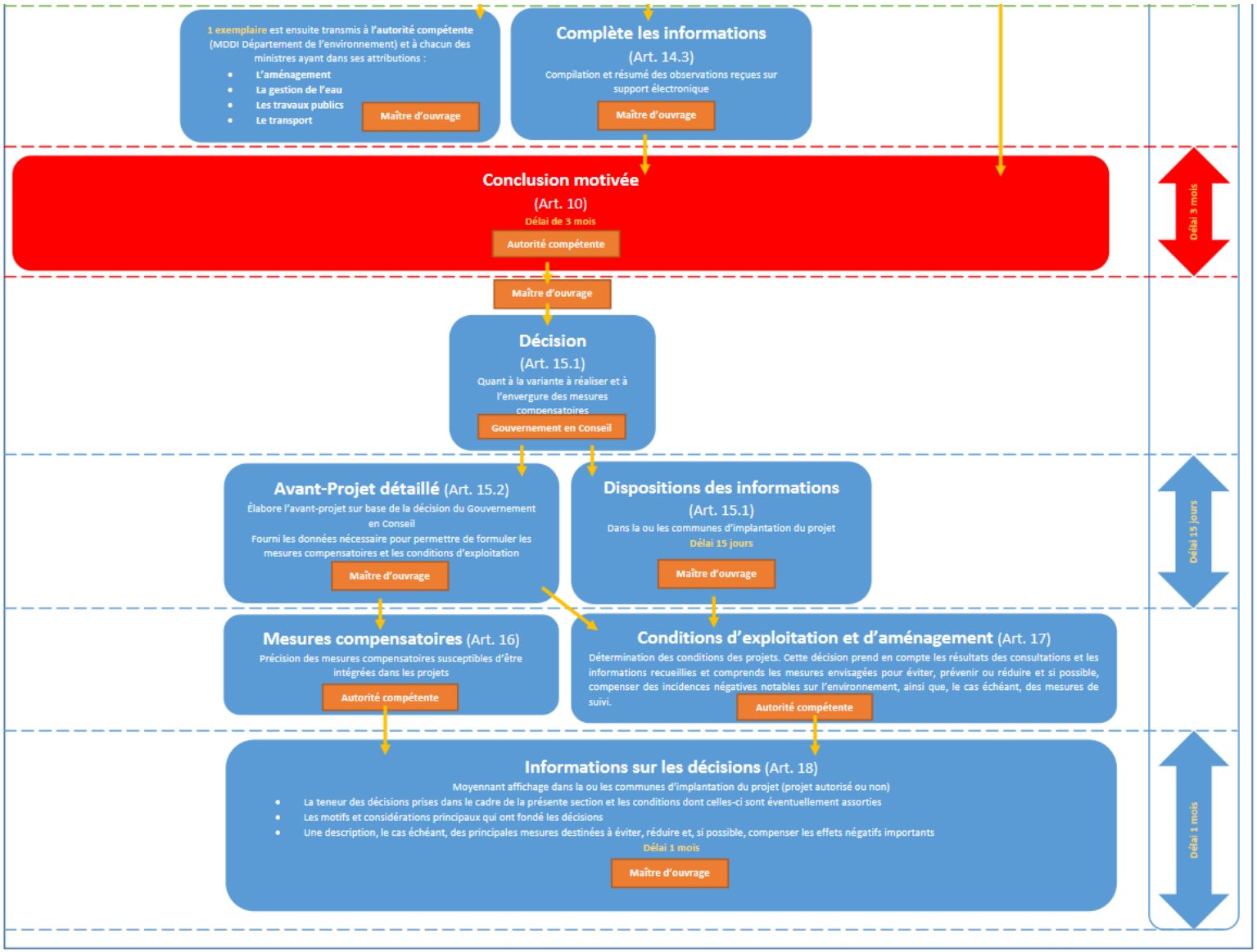


Fig. 2 : Schéma représentant la procédure d'évaluation et d'autorisation d'un projet d'infrastructure de transport. Version originale en annexe 05 (MECB, 2018).

3 LE PROJET DE TRAM RAPIDE 1

3.1 Objectifs et historique du projet

La congestion du trafic dans l'agglomération de la ville de Luxembourg fait l'objet de discussions controversées depuis de nombreuses années. Avec l'augmentation perpétuelle du nombre d'habitants au Luxembourg et de travailleurs frontaliers ces dernières et prochaines années, de nouveaux conflits de circulations y seront associés, que ce soit au niveau du centre-ville les communes aux alentours que sur les axes routiers en provenance des pays frontaliers.

En 2004, le développement d'une "ligne de train-tram" comme moyen de transférer durablement le trafic vers les transports publics a déjà été discuté dans le cadre du concept intégré des transports et du développement spatial pour le Luxembourg (Integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept für Luxemburg (IVL), 2004[12]). Dans son rapport final (mars 2006), le groupe de travail "*Ausbau des Schienennetzes in der Stadt Luxemburg*", constitué en 2005, présente le concept de tramway comme une solution aux problèmes de circulation actuels et futurs dans la ville de Luxembourg.

Le but est donc d'intercepter le trafic individuel motorisé en direction du centre-ville au niveau des gares périphériques ou P+R et de le diriger vers les différents moyens de transport public (bus, train, tram) (IVL 2004, ministère des Transports, 2012). Le trafic de l'autoroute A1 depuis Trèves ou de l'autoroute A7 du Nord peut être allégé avec un tram au niveau du Kirchberg ou à l'aéroport de Findel, qui permet l'accès au Quartier Kirchberg jusqu'au centre-ville ainsi que les quartiers Howald et Cloche d'Or. De même que le trafic en provenance du sud et de l'ouest peut être intercepté respectivement à la Cloche d'Or et au Howald et être distribué dans l'agglomération. Le service public de bus prendra en charge le transport vers et depuis les arrêts périphériques. Le transport individuel motorisé peut être ainsi réduit et le transport public par bus soulagé (cf. IVL 2004, MoDu 2.0 2018[13], PST 2021[14], PNM2035[15]).

Selon le MoDu, l'objectif principal et stratégique à atteindre en 2025, était donc de réduire la congestion aux heures de pointe, tout en transportant 20 % de personnes de plus qu'en 2017.

Les études préparatoires de faisabilité avaient ainsi débutées mi-2007 avec la création du groupement d'intérêt économique G.I.E. LUXTRAM. Différentes études d'avant-projet comme des études de bruit, vibrations, géotechniques et d'intégration paysagères avaient été réalisées. Des variantes ont également été discutées. Suite à l'adoption en 2014 du projet de loi permettant la construction du Tram, le G.I.E devient le G.I.E Tramway Luxembourg afin de libérer le nom pour la nouvelle société anonyme LUXTRAM.

LUXTRAM S.A. a pour mission la planification, l'élaboration, la réalisation et l'exploitation des lignes de tramway. Une première ligne de 16,2 km, découpée en plusieurs sous-sections (nommés Tronçons), entre la Cloche d'Or et l'aéroport de Findel a ainsi été planifiée. Le tronçon A reliant la station Luxexpo et la Stäreplaz / Place de l'Étoile a été inauguré le 10/12/2017. Un Centre de Remisage et Maintenance (CRM) au nord du Rondpoint Serra a également été construit durant cette première phase. Deux ans plus tard, le tronçon B, permettant de relier la station Stäreplaz à la Gare centrale, a également été finalisé. Le tronçon C jusqu'au lycée Bonnevoie a été inauguré en septembre 2022. Le tronçon D marquant son terminus au Stade de Luxembourg a été mis en service le 07 juillet 2024. Enfin, la liaison vers l'aéroport de Luxembourg est finalisée et sa mise en service est intervenue le 02 mars 2025 (tronçon E) (Fig. 3).

---

[12] Ministère de l'Intérieur - Direction de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbain (2004): Ein Integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept für Luxemburg (**IVL**). Ministère de l'Intérieur, Ministère des Transports, Ministère des Travaux publics / l'Administration des Ponts et Chaussées, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Economie, Ministère du Logement. Auftragnehmer: R+T - Topp, Skoupil, Kücheler und Partner; AS&P - Albert Speer & Partner GmbH; L.A.U.B. - Gesellschaft für Landschaftsanalyse und Umweltbewertung mbH. Luxemburg. 169 S.

[13] Ministère du Développement Durable et des Infrastructures (2018): Stratégie pour une mobilité durable (**MoDu 2.0**). Brochure. Luxembourg. 53 p.

[14] Ministère de l'Intérieur - Département de l'aménagement du territoire (2014): Plan Sectoriel Transports (**PST**). Luxembourg. 20 p.

[15] Ministère de la Mobilité et des Travaux publics (2022) : Plan national mobilité 2035 (**PNM2035**). Luxembourg. 103 p.

Enfin, à la suite de cette ligne principale, des nouvelles extensions sont d'ores et déjà planifiées pour l'horizon 2027/2035 ayant soit pour l'objectif de renforcer le réseau de la capitale ou de relier le sud du pays à la capitale (Fig. 4) :

- Ligne dite "K2" : Axe alternatif au Kirchberg, de Pafendall vers Luxexpo via le nouveau quartier Op Der Schleed (Kuebebierg et Laangfur);
- Ligne dite „Hollerich" : Extension Hollerich au départ de la Gare centrale vers Rue de Bouillon (passant par Quartier *Nei Hollerich* et Porte de Hollerich) ;
- Ligne dite "CHL" : Extension route d'Arlon au départ de la Stäreplaz vers le CHL ;
- Ligne "Route d'Esch" : Axe alternatif de la Place de l'Etoile à Leudelange, traversant diverses zones d'activités mixtes et résidentielles. Ce tracé est raccordé aux extensions CHL, Hollerich et à la ligne 1 à la Place de l'Etoile et au stade de la Cloche d'Or.
- **Ligne "Tram Rapide" : Axe de la Cloche d'Or vers Belvaux desservant Leudelange, Foetz et Esch-sur-Alzette. Le tram rapide permettra le lien direct entre le sud-ouest de la Ville de Luxembourg, bassin d'emplois et de population importante, et le sud du pays qui concentre de nombreux habitants à Esch-sur-Alzette, Belval et Belvaux, en assurant notamment la collecte de ces habitants et des frontaliers travaillant au Luxembourg (notamment dans les quartiers Cloche d'Or) et inversement, desserte de l'université de Belval pour les habitants de Luxembourg. Entre ces deux pôles, très peu d'habitants se trouvent sur l'axe du tram, ce qui justifie un tracé avec peu d'arrêts intermédiaires. Concernant Esch-sur-Alzette, le tracé du tram a notamment été pensé de façon à desservir un corridor distinct de la zone d'attractivité de la gare de manière à capter des populations de secteurs différents. A noter également qu'un très fort développement, majoritairement tertiaire, est prévu à Leudelange à horizon 2030 (doublement des offres), qui sera un lieu d'emploi potentiel aussi bien pour les habitants du sud du pays et frontaliers que pour ceux de la ville de Luxembourg. Un potentiel de fréquentation du tram dans les deux sens est donc identifié, justifiant un arrêt intermédiaire dans cette zone. Foetz a également été identifié comme présentant un intérêt pour y proposer un arrêt, en raison de la présence de commerces dans la zone d'activités.**
- Compte tenu de ces nouvelles lignes, une extension du Centre de Remisage et de Maintenance (CRM) actuel est prévue à proximité du terminus Cloche d'Or de la ligne principale.

Un sectionnement du dossier EIE en tram rapide 1 et tram rapide 2 a été choisie en concertation avec le MECB en raison du phasage de construction (précisions apportées au chap. 3.4.1) et des incertitudes sur le tracé du tram rapide 2.

Ce présent document constitue le rapport EIE pour la section 1 de la ligne tram rapide, allant de la Cloche d'Or depuis le futur CRM Sud jusqu'à Foetz. Cette section est nommée « tram rapide 1 » dans la suite du dossier.

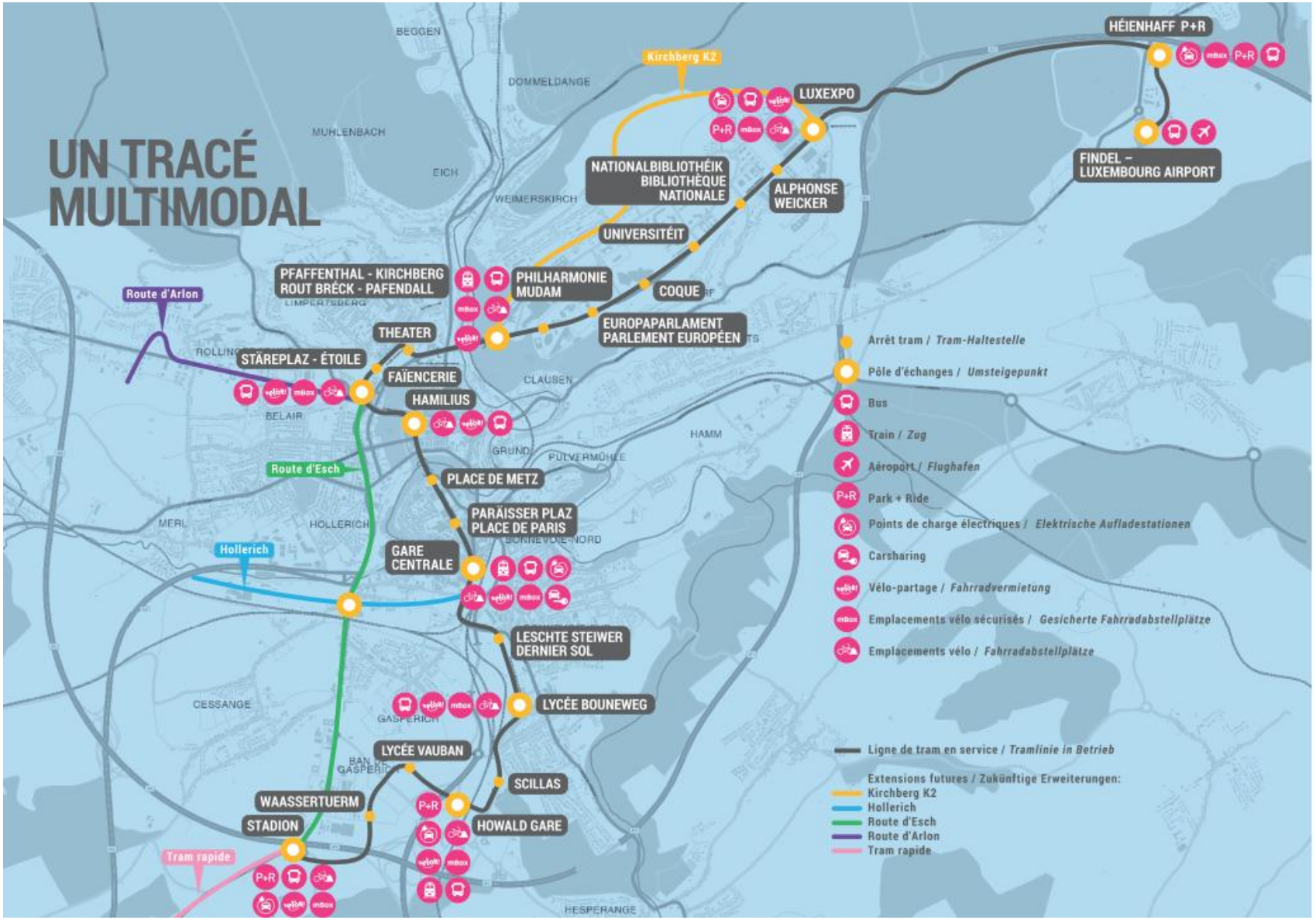


Fig. 3 : Ligne de tramway principale de Cloche d'Or à l'aéroport de Findel (en gris). En couleur : extensions prévues (Source: LUXTRAM S.A, 2025).

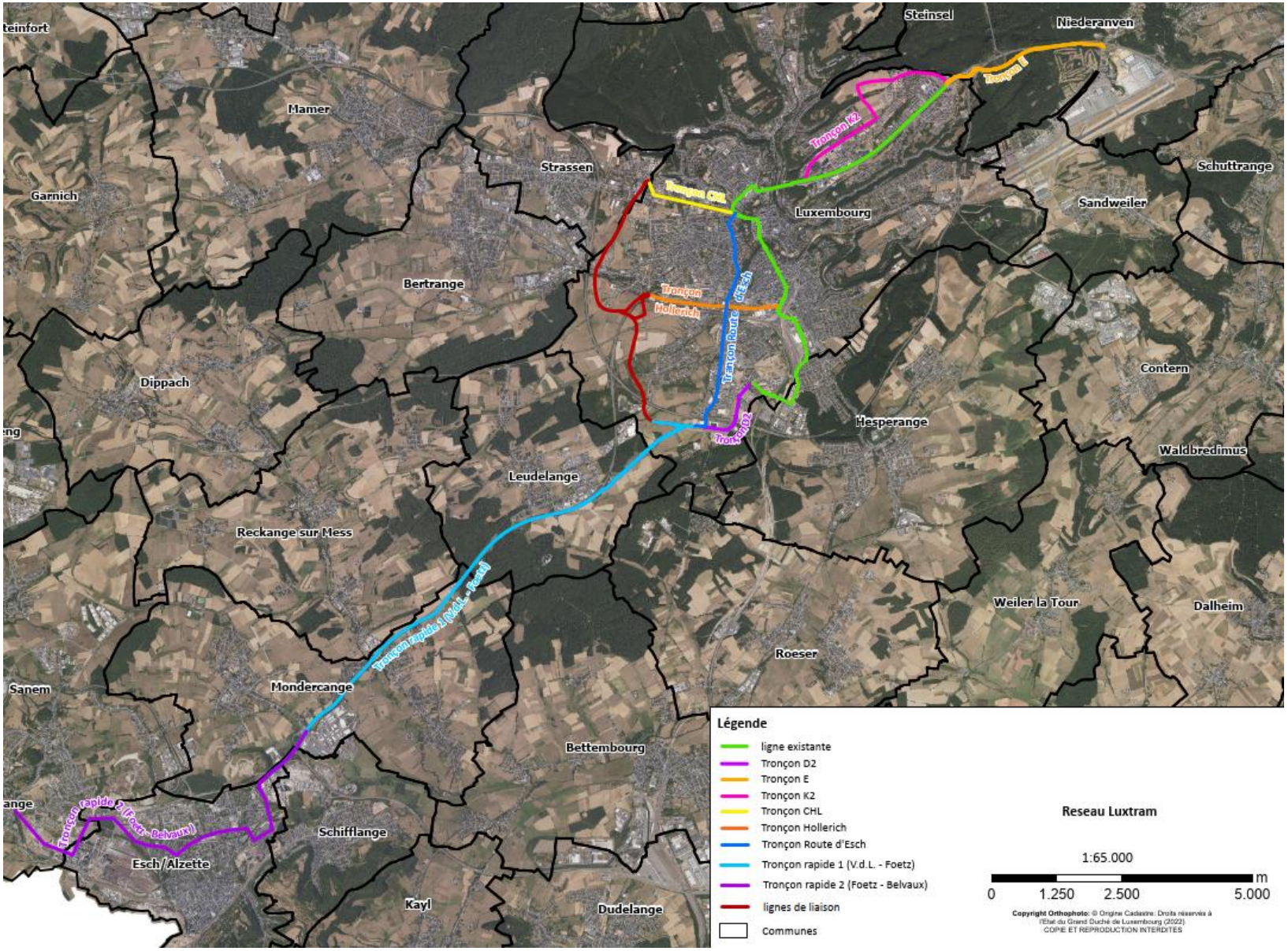


Fig. 4 : Tracé du réseau de tram existant et futur sur image aérienne 2022. Version originale en annexe 06 (LSC360, 2025).

3.2 Localisation et description du tronçon

3.2.1 Le périmètre géographique

Tracé initial

Le tronçon tram rapide 1 considéré dans le présent rapport s'étend entre le quartier de la Cloche d'Or à Luxembourg-Ville et la localité de Foetz (commune de Mondercange). Son tracé présente une longueur de 10,1 km et comprend 3 stations (Leudelange, Pontpierre et Foetz) (Fig. 11 et Fig. 12).

A la Cloche d'Or, il débute après la station Stadion, dans le prolongement de la ligne 1 (tronçon D2). Puis il se poursuit au Sud de la route d'Esch en longeant celle-ci jusqu'à l'échangeur de Leudelange. Il inclut également le tronçon de raccordement vers le futur CRM de la Cloche d'Or.

En suivant la bretelle de sortie de l'échangeur, le tracé se prolonge alors le long de l'autoroute A4 jusqu'au niveau de la localité de Foetz.

Au total, le tronçon porte sur un linéaire de 10,1 kilomètres qui sera segmenté en cinq sections dans le cadre de l'évaluation des incidences environnementales (Fig. 5) :

- **La section 1 « CLOCHE D'OR – STATION LEUDELANGE »**, d'une longueur d'environ 2,25 km entre le terminus de la ligne 1 à la Cloche d'Or (après la station Stadion) et celle projetée à Leudelange, au Sud de l'A4, à hauteur du magasin Steinhäuser. **Cette section, qui intègre également le raccordement vers le futur CRM (0,45 km), est nommée TR1.**
- **La section 2 « STATION LEUDELANGE – ENTREE FORET LEUDELANGE »**, d'une longueur de 1,75 km entre la station décrite précédemment et l'entrée de la forêt à l'aval de la rue de Bettembourg. **Cette section est nommée TR2.**
- **La section 3 « FORET LEUDELANGE »**, d'une longueur de 1,65 km entre l'entrée de la forêt à Leudelange et la sortie de la forêt à Mondercange (à l'Est de la station-service de Pontpierre). **Cette section est nommée TR3.**
- **La section 4 « SORTIE FORET LEUDELANGE - WICKRANGE »**, d'une longueur de 1,95 km entre la Sortie de la forêt à Mondercange et la Grand Rue à Pontpierre. **Cette section est nommée TR4.**
- **La section 5 « WICKRANGE – ZONE D'ACTIVITES FOETZ »**, d'une longueur de 2,05 km entre la Grand Rue à Pontpierre et le terminus provisoire projeté après la station Foetz. **Cette section est nommée TR5.**

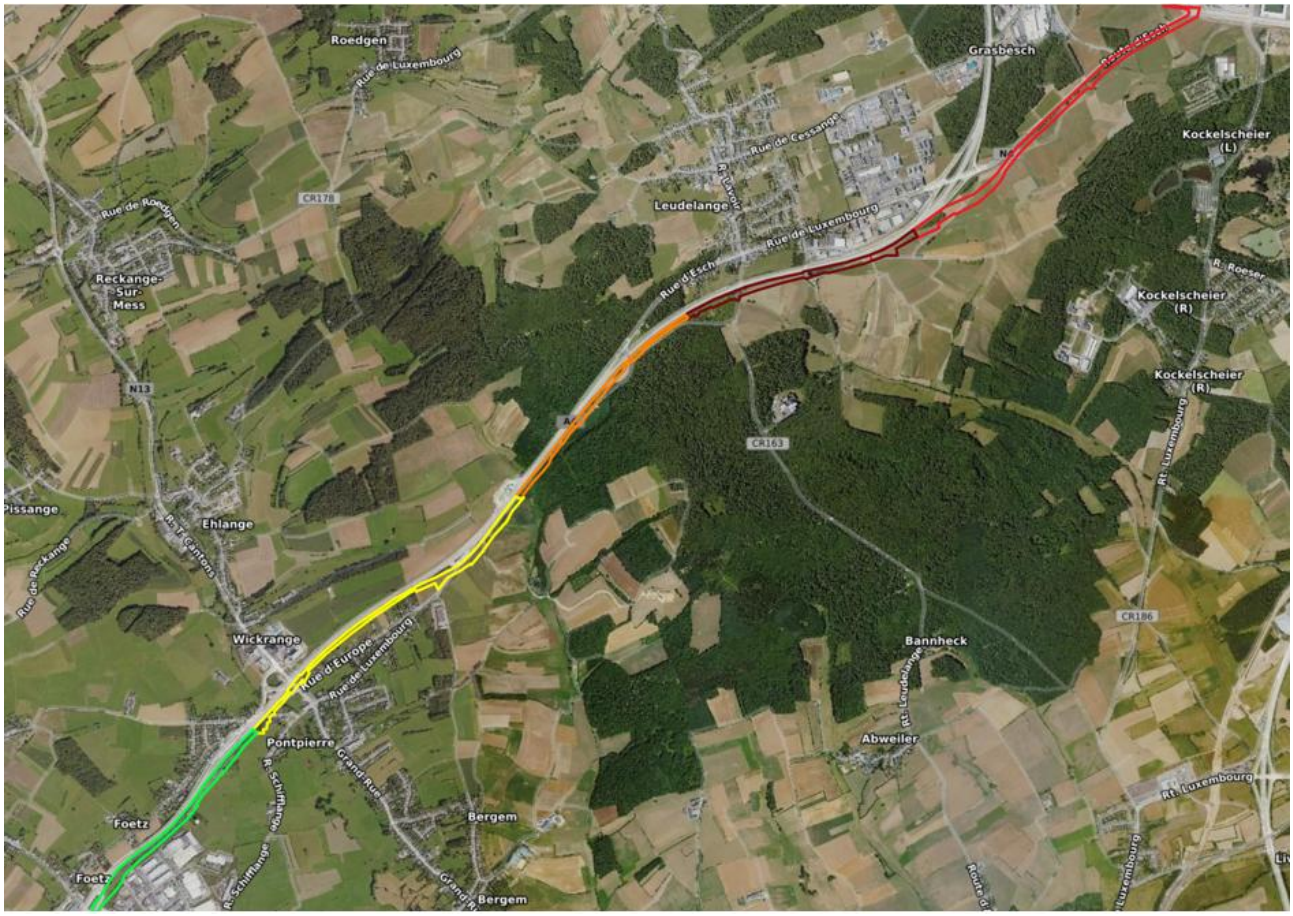


Fig. 5 : Localisation des cinq sections considérées dans l'EIE : en rouge section TR1, en rouge foncé : section TR2, en orange : section TR3, en jaune : section TR4, en vert : section TR5 (Géoportail, 2025).

A noter que 9 ouvrages d'art sont planifiés sur le tracé dans le but de franchir des voies existantes ou des cours d'eau (cf. Fig. 13) :

1. OA1 : cet ouvrage de type passerelle permet à la piste cyclable nationale PC1 de franchir la plateforme multimodale ainsi que la route d'Esch.
2. OA2 : cet ouvrage de type trémie permet à la plateforme multimodale de passer sous la rue Al Stroos.
3. OA3 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale d'enjamber la rue de Bettembourg.
4. OA4 : cet ouvrage de type trémie permet à la plateforme multimodale de passer sous l'échangeur Sud de Leudelange.
5. OA5 : cet ouvrage de type trémie couverte permet à la plateforme multimodale de passer sous le futur passage à gibiers.
6. OA6 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus du cours d'eau Mierbech et du crapauduc réalisé sous maitrise d'ouvrage de l'administration des Ponts & Chaussées.
7. OA7 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale d'enjamber la Grand Rue et les bretelles d'entrée et de sortie de l'A4 au niveau de l'échangeur de Pontpierre.
8. OA8 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus du cours d'eau la Mess.

9. OA9 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus de la piste cyclable située au bout de la rue d'Esch.

Le *Veloexpresswee* fait également partie du projet considéré dans cette présente EIE. Ce dernier longera la voie du tram rapide 1 sur l'ensemble du linéaire, hormis à Pontpierre, où il empruntera la rue de l'Europe pour diminuer l'emprise foncière du projet sur les jardins des habitations.

Le planning de réalisation du tram rapide 1 prévoit qu'une première phase (Cloche d'Or à Leudelange) soit opérationnelle à l'horizon 2028 (mise en exploitation de la section 1 avec un terminus provisoire au droit de la station de Leudelange) et la seconde phase à l'horizon 2030 (mise en exploitation des sections 2 à 5 avec un terminus provisoire au droit de la station Foetz).

Le planning prévisionnel des travaux est fourni dans l'APS ligne, volume E (APS_4469A_TR_GEN_D4550_PLG_000001_A#PlanningTramRapide), annexe 07.

Le présent rapport EIE porte sur les 5 sections décrites précédemment et formant le premier tronçon de la ligne du tram rapide. Le sectionnement de la ligne en deux tronçons a été décidé en concertation avec le MECB en raison du phasage de réalisation et des incertitudes sur le tracé du tronçon tram rapide 2 (Foetz à Belvaux).

L'aperçu des parcelles cadastrales concernées par le projet se trouve dans le Vol. C-1-1-1 de l'APS Ligne disponible en annexe 07.

Un aperçu de l'emprise du projet sur orthophoto 2023 est également disponible aux Fig. 6-Fig. 10 suivantes.



Fig. 6 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR1 / Cloche d'Or (Géoportail, 2025).



Fig. 7 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR2 Leudelange – entrée TR3 Forêt de Leudelange (Géoportail, 2025).



Fig. 8 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR3 Forêt de Leudelange / Début TR4 Pontpierre (Géoportail, 2025).



Fig. 9 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR4 Pontpierre / début TR5 (Géoportail, 2025).



Fig. 10 : Orthophoto 2023 – Localisation du projet (emprise représentée en jaune) au niveau de la section TR5 Foetz (Géoportail, 2025).

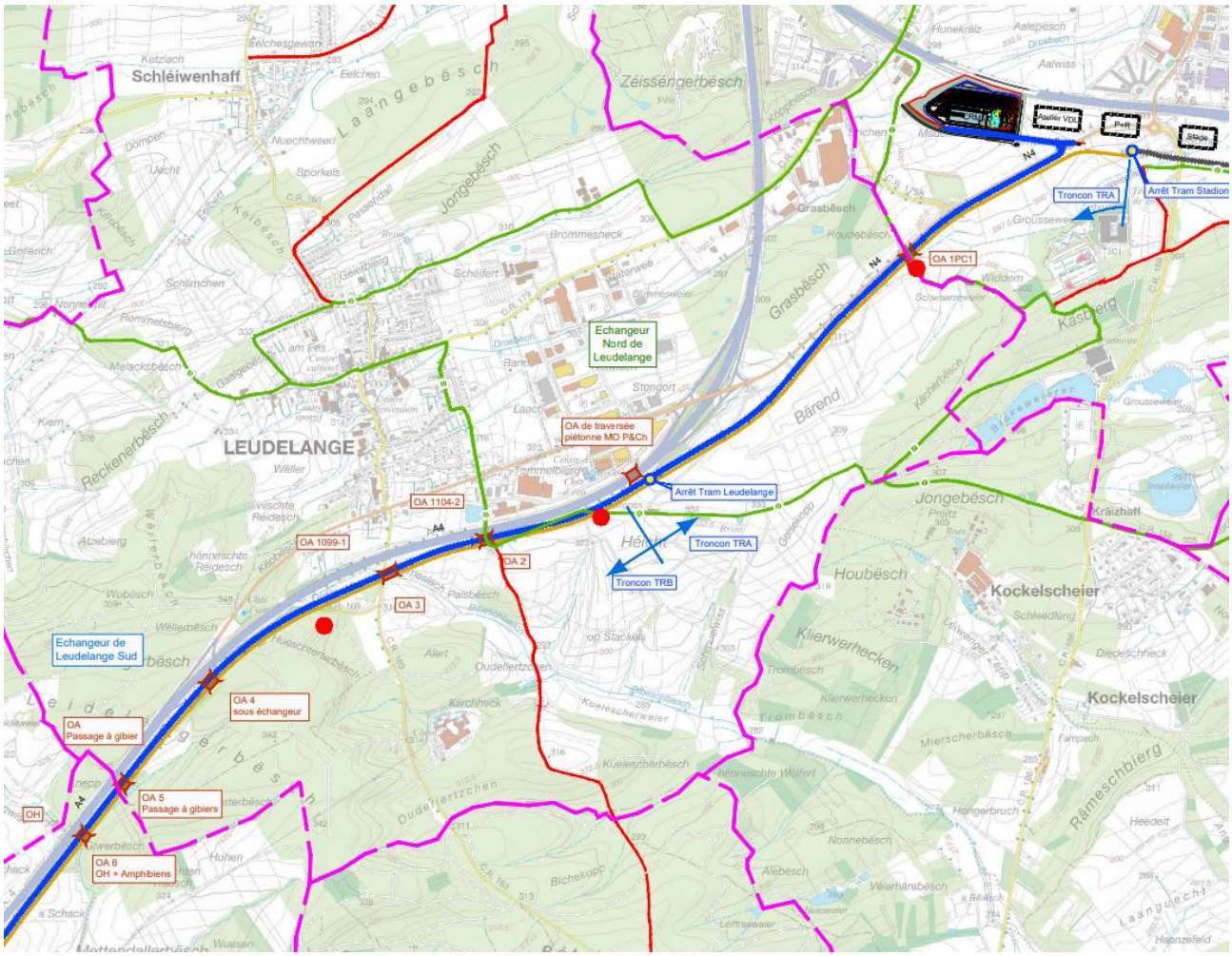


Fig. 11 : Portion Nord du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des stations (APS volume J - APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000001_C#VueEnPlanGenLigne, 2025).

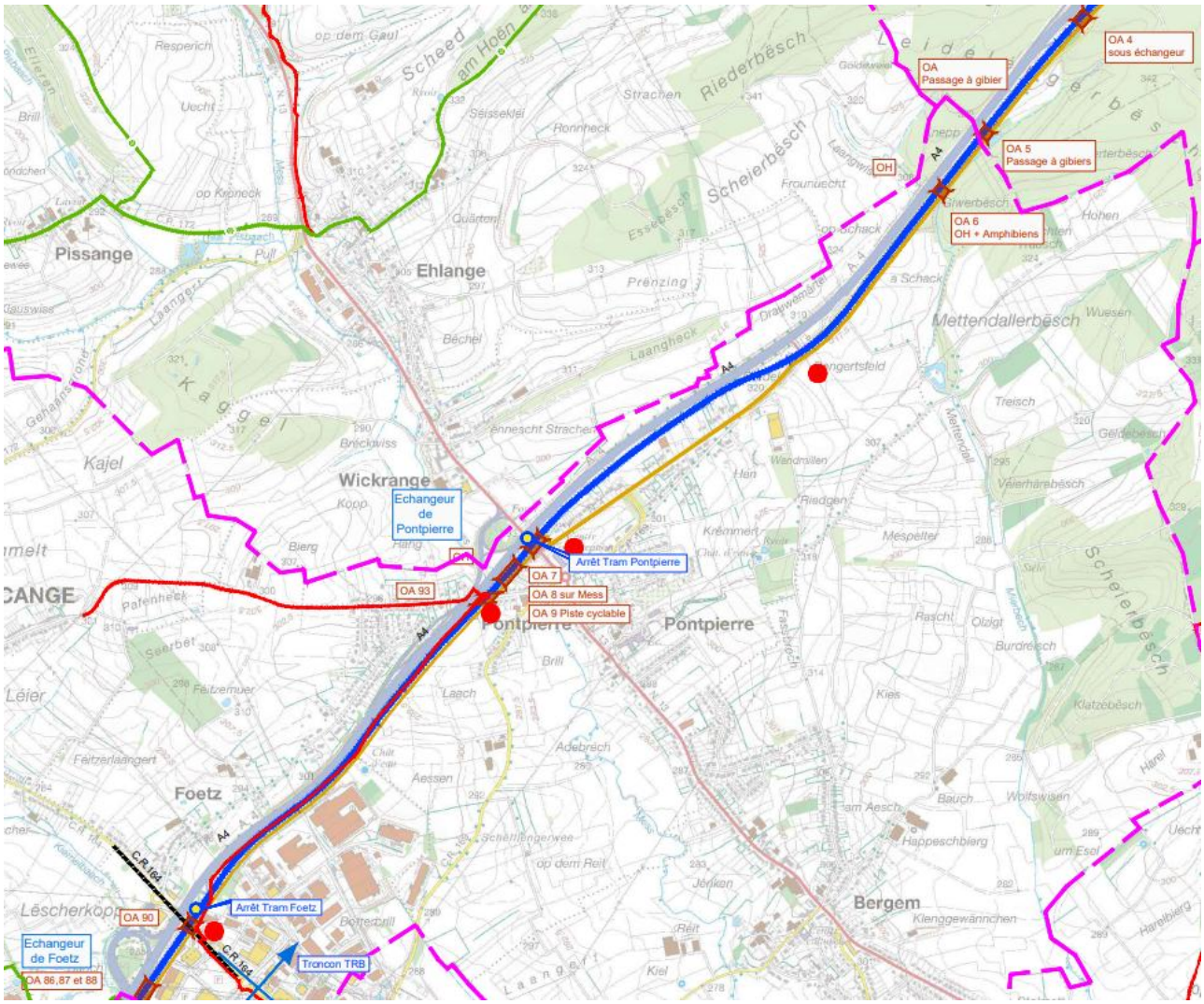


Fig. 12 : Portion Sud du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des stations (APS volume J - APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000001_C#VueEnPlanGenLigne, 2025).

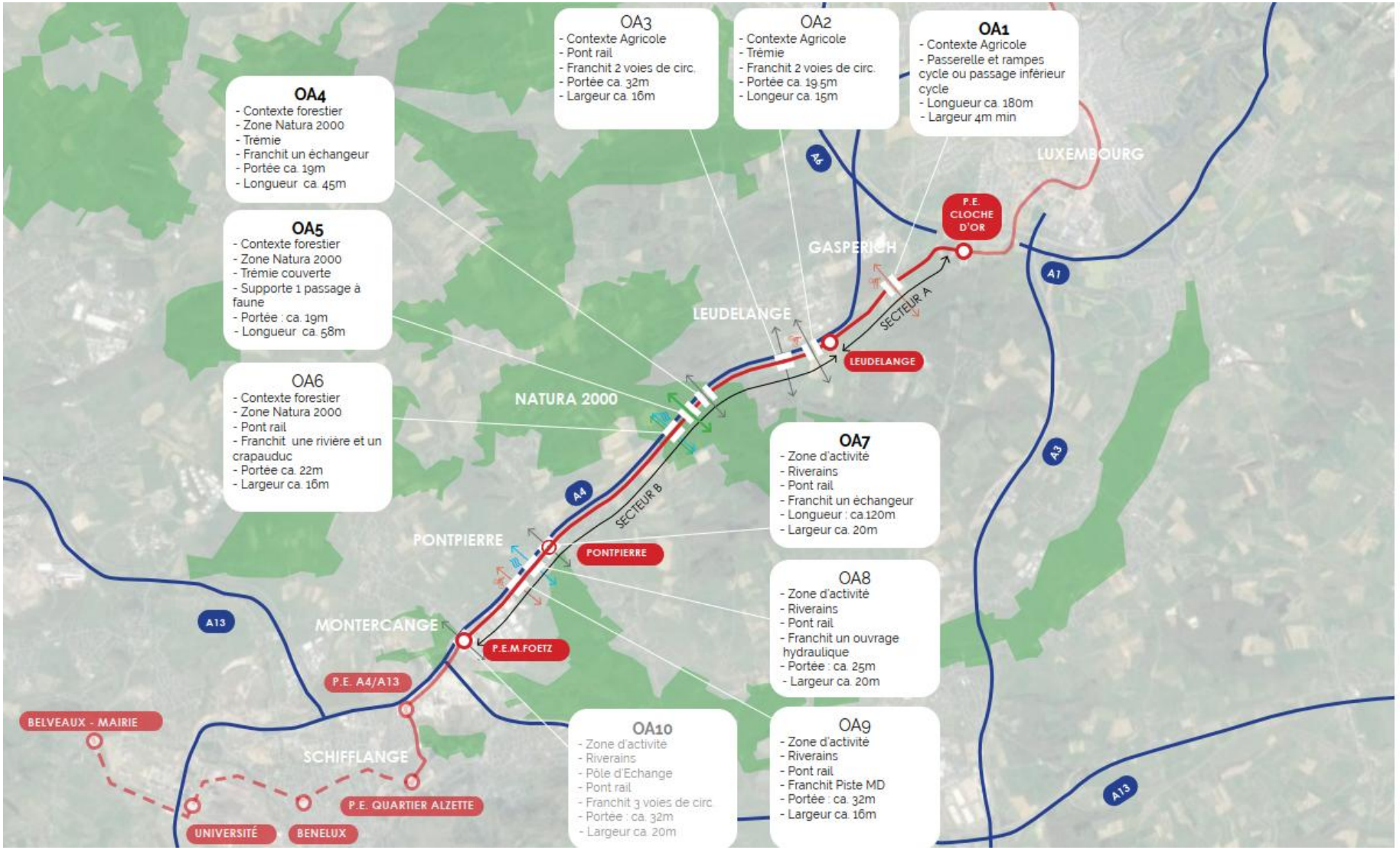


Fig. 13 : Localisation des différents ouvrages d'art prévus pour le tram rapide 1 (l'OA10 est situé hors emprise du tram rapide 1) (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

Tracé optimisé

Le tronçon tram rapide 1 considéré dans le présent rapport s'étend entre le quartier de la Cloche d'Or à Luxembourg-Ville et la localité de Foetz (commune de Mondercange). Suite aux modifications opérées à partir d'octobre 2025, la longueur totale du tracé Tram Rapide 1 est passé à 10,5 km. Il compte toujours 3 stations (Leudelange, Pontpierre et Foetz) (Fig. 21-Fig. 22).

À la Cloche d'Or, le tracé débute après la station Stadion, dans le prolongement de la ligne 1 (tronçon D2). Il comprend également le raccordement vers le futur Centre de Remisage et de Maintenance (CRM) de la Cloche d'Or.

La ligne se développe ensuite au sud de la route d'Esch, qu'elle longe jusqu'à l'échangeur de Leudelange. Celui-ci est franchi par un viaduc sur lequel sera implantée la station Leudelange, à proximité de la rue de la Poudrerie. Le viaduc se prolonge ensuite pour franchir l'autoroute et permettre au tracé de se poursuivre au sud de celle-ci.

À hauteur de la station-service de Pontpierre, la ligne repasse au nord de l'autoroute grâce à un tunnel et rejoint le GridX, où sera aménagée la station Pontpierre. Un nouvel ouvrage d'art permettra ensuite de franchir successivement la Grand-rue, la Mess et l'autoroute.

Le tracé se poursuit alors au sud de l'autoroute jusqu'à Foetz. À cet endroit, un nouvel ouvrage assurera le franchissement des bretelles d'accès à l'autoroute, du cours d'eau Kiemelbaach et de la rue du Brill. Cet ouvrage accueillera également la station Foetz, qui constituera le terminus provisoire de la ligne.

Pour des raisons de lisibilité, le plan détaillé de la ligne reprenant l'ensemble des aménagements prévus, sur fond en image aérienne se trouve au volume J-3 de l'APS ligne, en annexe 07.

Les 5 sections définies précédemment sont conservées mais leurs caractéristiques sont mises à jour (Fig. 14) :

- **La section 1 « CLOCHE D'OR – STATION LEUDELANGE »**, d'une longueur d'environ 2 km entre le terminus de la ligne 1 à la Cloche d'Or (après la station Stadion) et avant celle projetée à Leudelange, avant le franchissement de l'A4. **Cette section, qui intègre également le raccordement vers le futur CRM (0,45 km), est nommée TR1.**
- **La section 2 « STATION LEUDELANGE – ENTREE FORET LEUDELANGE »**, d'une longueur d'environ 2 km entre la station décrite précédemment et l'entrée de la forêt à l'aval de la rue de Bettembourg. **Cette section est nommée TR2.**
- **La section 3 « FORET LEUDELANGE »**, d'une longueur d'environ 1,60 km entre l'entrée de la forêt à Leudelange et la sortie de la forêt à Mondercange (à l'Est de la station-service de Pontpierre). **Cette section est nommée TR3.**
- **La section 4 « SORTIE FORET LEUDELANGE - WICKRANGE »**, d'une longueur d'environ 2,40 km entre la Sortie de la forêt à Mondercange et la Rue d'Esch à Pontpierre. **Cette section est nommée TR4.**
- **La section 5 « WICKRANGE – ZONE D'ACTIVITES FOETZ »**, d'une longueur de 2,20 km entre la Rue d'Esch à Pontpierre et le terminus provisoire projeté après la station Foetz. **Cette section est nommée TR5.**

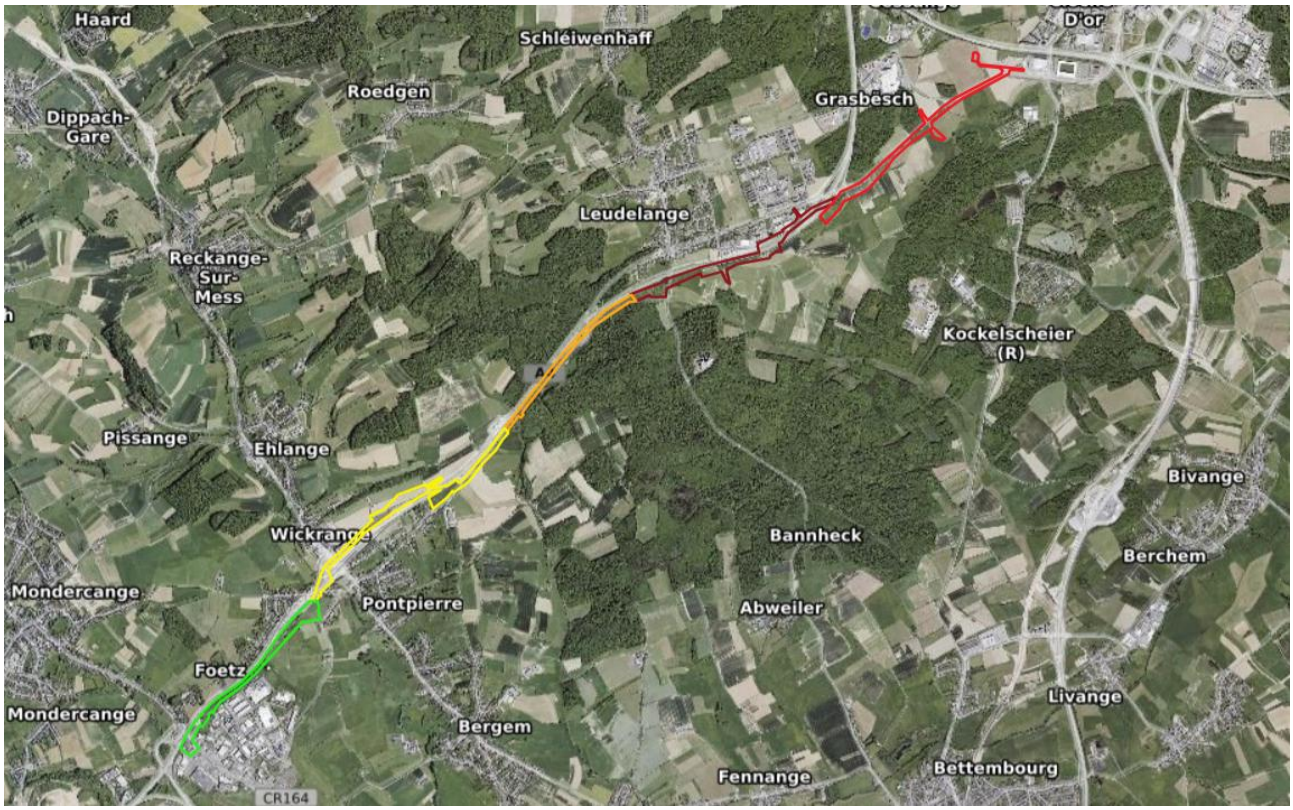


Fig. 14 : Localisation des cinq sections considérées dans l'EIE : en rouge section TR1, en rouge foncé : section TR2, en orange : section TR3, en jaune : section TR4, en vert : section TR5 (Géoportail, 2026).

Le nombre d'ouvrages est revu à la hausse avec l'ajout de plusieurs ouvrages liés aux franchissements de l'autoroute A4. Leur dénomination a été modifiée par rapport à l'APS du tracé initial (Fig. 15):

- Ouvrage OA 1530 (anciennement OA1): cet ouvrage de type passerelle permet à la piste cyclable nationale PC1 de franchir la plateforme multimodale ainsi que la route d'Esch.
- Ouvrages OA 1531 (et OA 1532) (nouvel OA) : viaduc pour le double franchissement de l'autoroute A4 et la mise en œuvre de la station Leudelange.
- Ouvrage OA 1533 (anciennement OA2): passerelle permettant à la plateforme multimodale de transiter sous la rue Al Stroos à Leudelange (remplacement de l'ouvrage existant).
- Ouvrage OA 1534 (anciennement OA3): pont-rail permettant de franchir la rue de Bettembourg (CR 163) à Leudelange.
- Ouvrage OA 1535 (anciennement OA4) : pont-rail situé au droit du futur échangeur de Leudelange-Sud.
- Ouvrage OA 1537 (anciennement OA6) : pont-rail (avec aménagement pour amphibiens) pour le franchissement du cours d'eau Mierbech.
- Ouvrage OA 1538 (nouvel OA): tranchée couverte pour le franchissement en souterrain de l'autoroute A4 à Pontpierre.
- Ouvrage OA 1541 (nouvel OA): viaduc permettant le franchissement de l'autoroute A4 et du cours d'eau la Mess ainsi que la mise en œuvre de la station Pontpierre.
- Ouvrage OA 1542 (nouvel OA) : viaduc permettant le franchissement des bretelles d'accès à l'autoroute A4, du cours d'eau Kiemelbaach et de la rue du Brill à Foetz ainsi que la mise en œuvre de la station Foetz.

Il convient de noter que les ouvrages de franchissement de la Grand-Rue à Pontpierre (ancien OA7) et de la Mess (OA8), prévus dans le cadre du Veloexpresswee, ainsi que le passage à gibier (ancien OA5), ne font désormais plus partie du périmètre de maîtrise d'ouvrage de Luxtram. Ces ouvrages sont à présent placés sous la maîtrise d'ouvrage de l'Administration des ponts et chaussées.

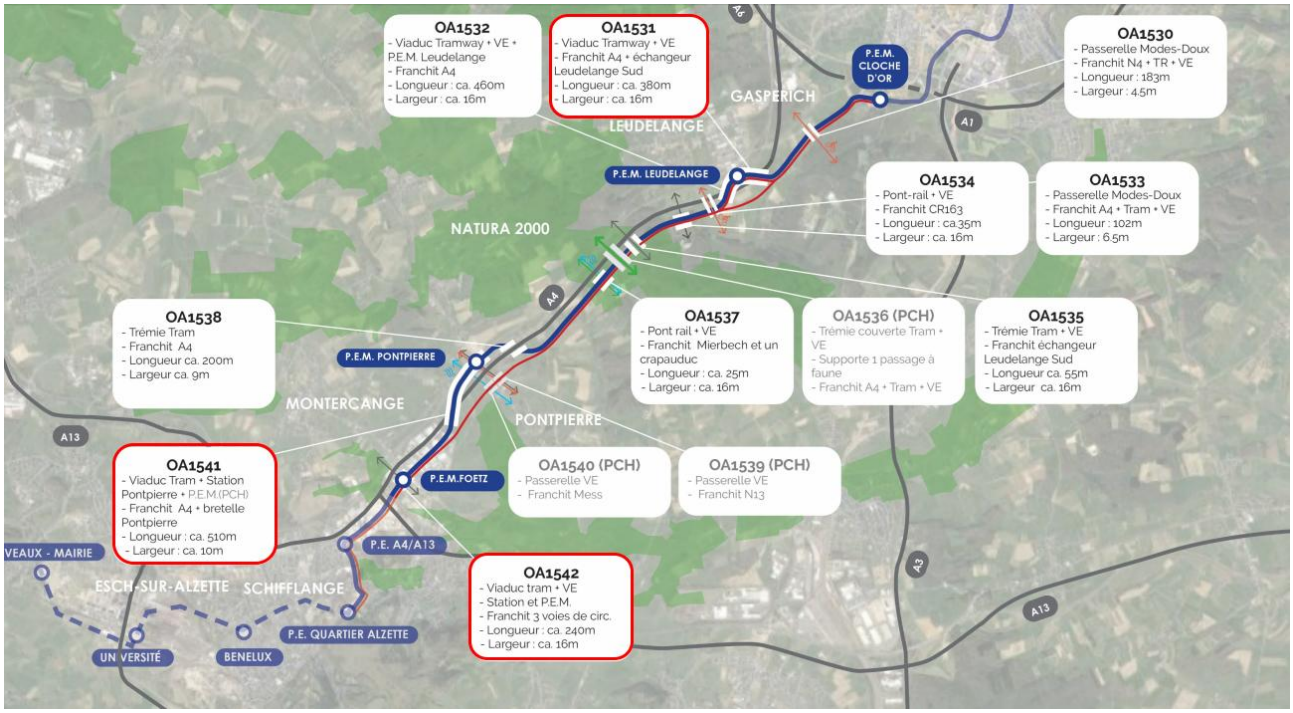


Fig. 15 : Plan de localisation des ouvrages d'art prévus pour le tram rapide et le veloexpresswee (Ney Partners, 2026).

Le tracé du *Veloexpresswee* a été modifié en fonction de celui de la ligne de tramway. De plus, deux linéaires complémentaires seront aménagés à Leudelange et Pontpierre, respectivement sur chemin d'exploitation et sur la rue de l'Europe. Ces linéaires permettront un transit Nord/Sud plus direct en évitant les ouvrages de type viaduc ou tranchée ouverte, sans desserte des pôles d'échange/stations associés.

Le planning de réalisation du tram rapide 1 prévoit finalement une mise en service complète du tronçon jusqu'à Foetz en une seule phase, pour 2031.

Le planning prévisionnel des travaux est fourni dans l'APS ligne, volume E (APS_4469A_TRAB_GEN_D4550_PLG_000001_D# Planning Tram Rapide AB), annexe 07. La procédure EIE a été incluse dans le planning, y compris le délai pour la réalisation de mesures compensatoires, en tenant compte qu'une demande d'autorisation nature sera introduite pour une réalisation anticipée des mesures CEF, avant l'obtention de l'arrêté d'exploitation de la ligne.

Le présent rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) porte sur les cinq sections décrites précédemment, qui constituent ensemble le premier tronçon du projet de tram rapide. Le découpage de la ligne complète reliant la Cloche d'Or à Belvaux en deux tronçons distincts a été défini en concertation avec le MECB afin de tenir compte du phasage de réalisation du projet. Il convient toutefois de préciser que les cinq sections mentionnées dans le présent rapport correspondent uniquement à un

découpage adopté dans le cadre de l'EIE et ne figurent pas dans l'avant-projet sommaire (APS). Dans l'APS, l'ensemble des cinq sections concernées est regroupé sous une seule entité, dénommée « tronçon AB ».

L'aperçu des parcelles cadastrales concernées par le projet se trouve dans le Vol. C-1 de l'APS Ligne disponible en annexe 07.

Un aperçu de l'emprise du projet sur orthophoto 2025 est également disponible aux Fig. 16-Fig. 20 suivantes. Les zones d'installation de chantier sont comprises dans le tracé.



Fig. 16 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR1 / Cloche d'Or (Géoportail, 2026).

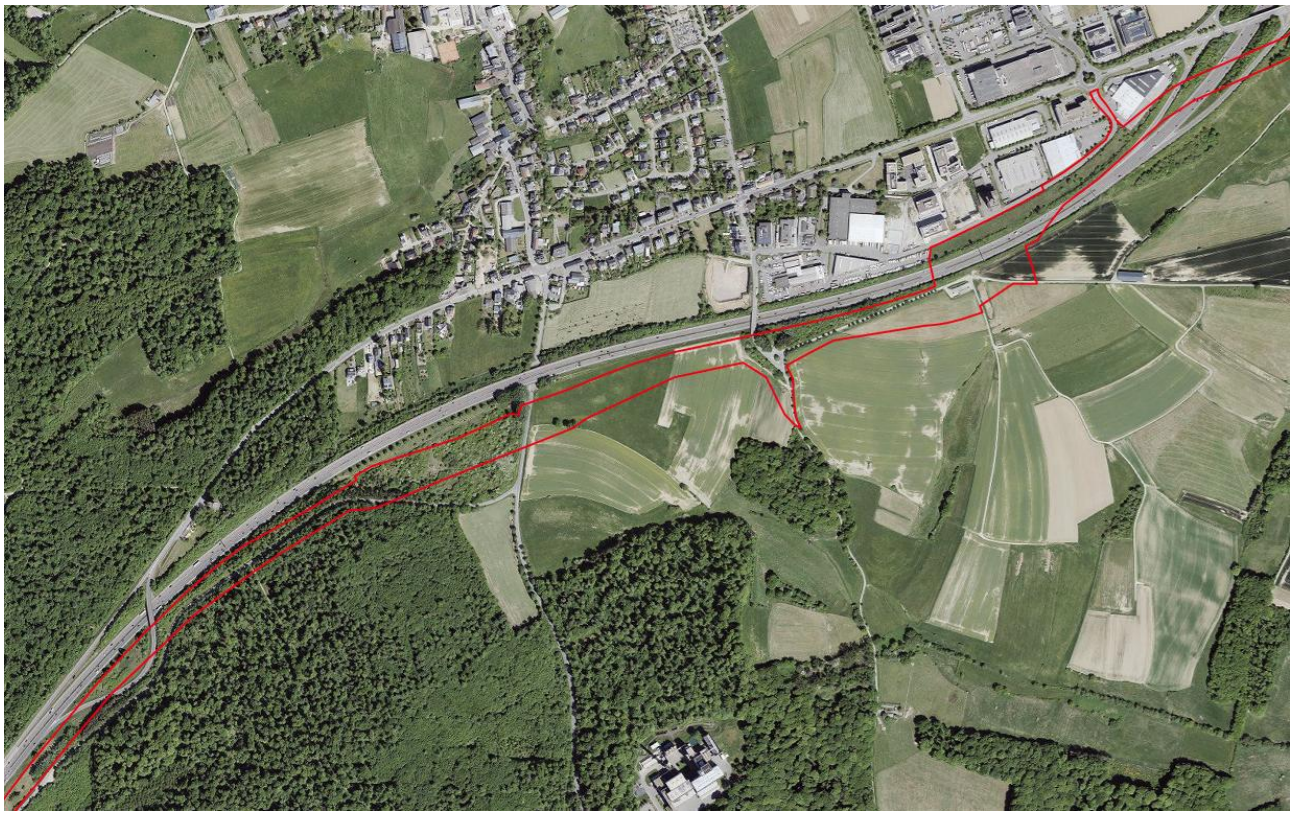


Fig. 17 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR2 Leudelange – entrée TR3 Forêt de Leudelange (Géoportail, 2026).

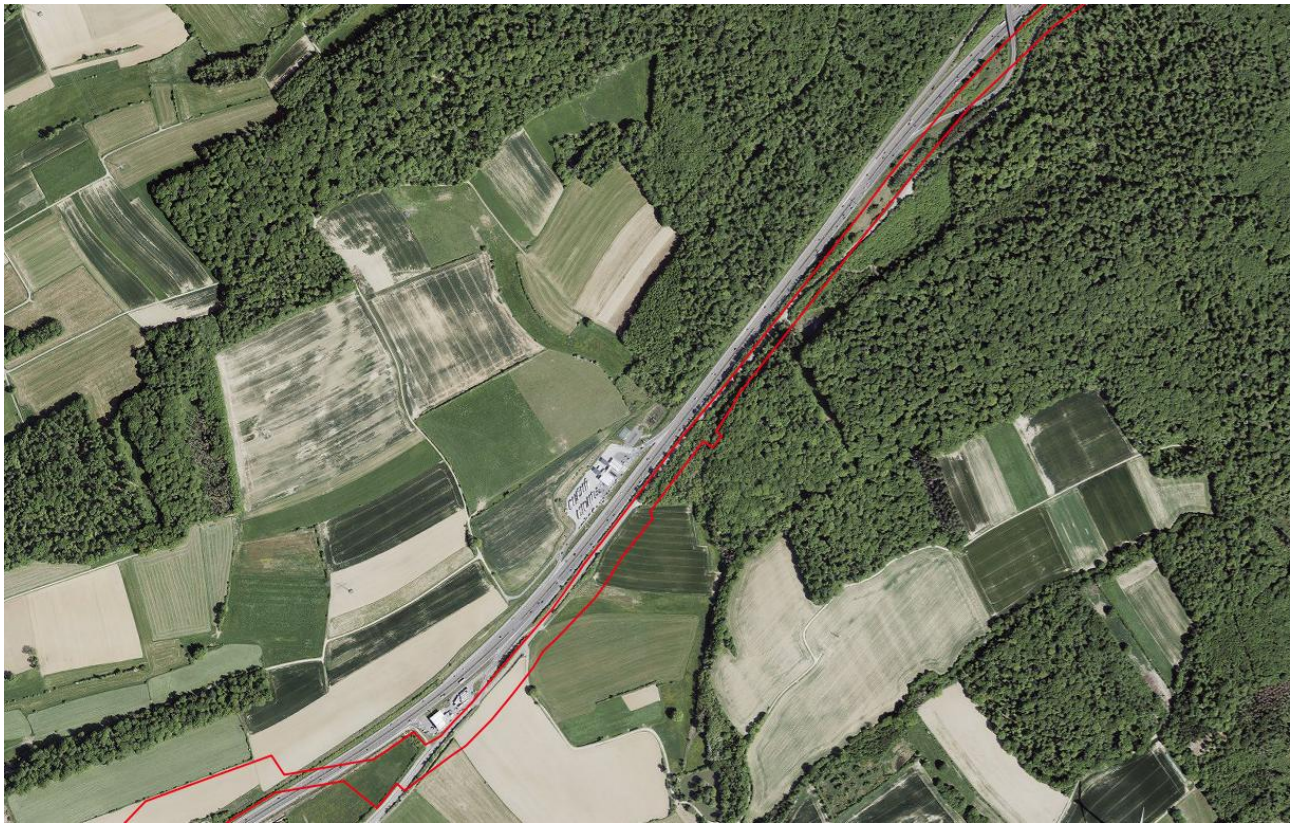


Fig. 18 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR3 Forêt de Leudelange / Début TR4 Pontpierre (Géoportail, 2026).



Fig. 19 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR4 Pontpierre / début TR5 (Géoportail, 2026).

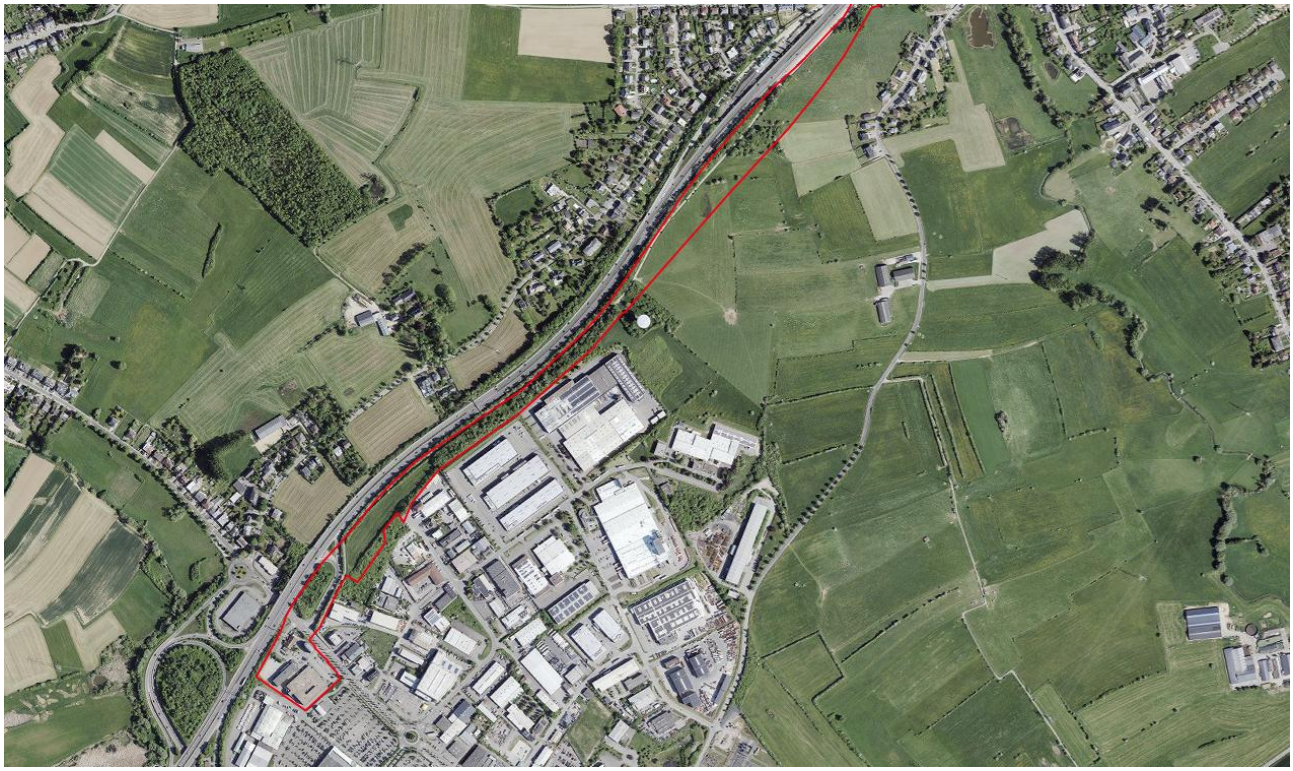


Fig. 20 : Orthophoto 2025 – Localisation du projet (emprise représentée en rouge) au niveau de la section TR5 Foetz (Géoportail, 2026).

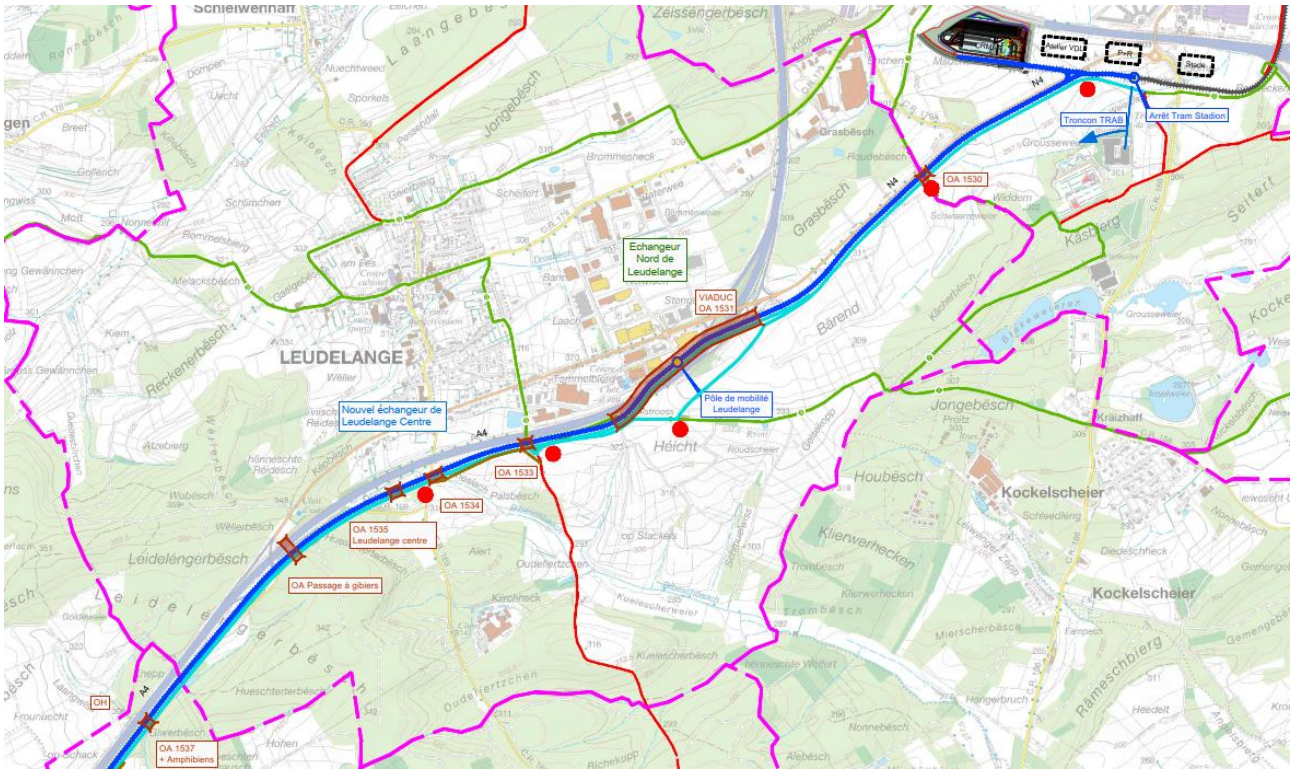


Fig. 21 : Portion Nord du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des ouvrages (APS volume J 1 - APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000001_B, 2026).

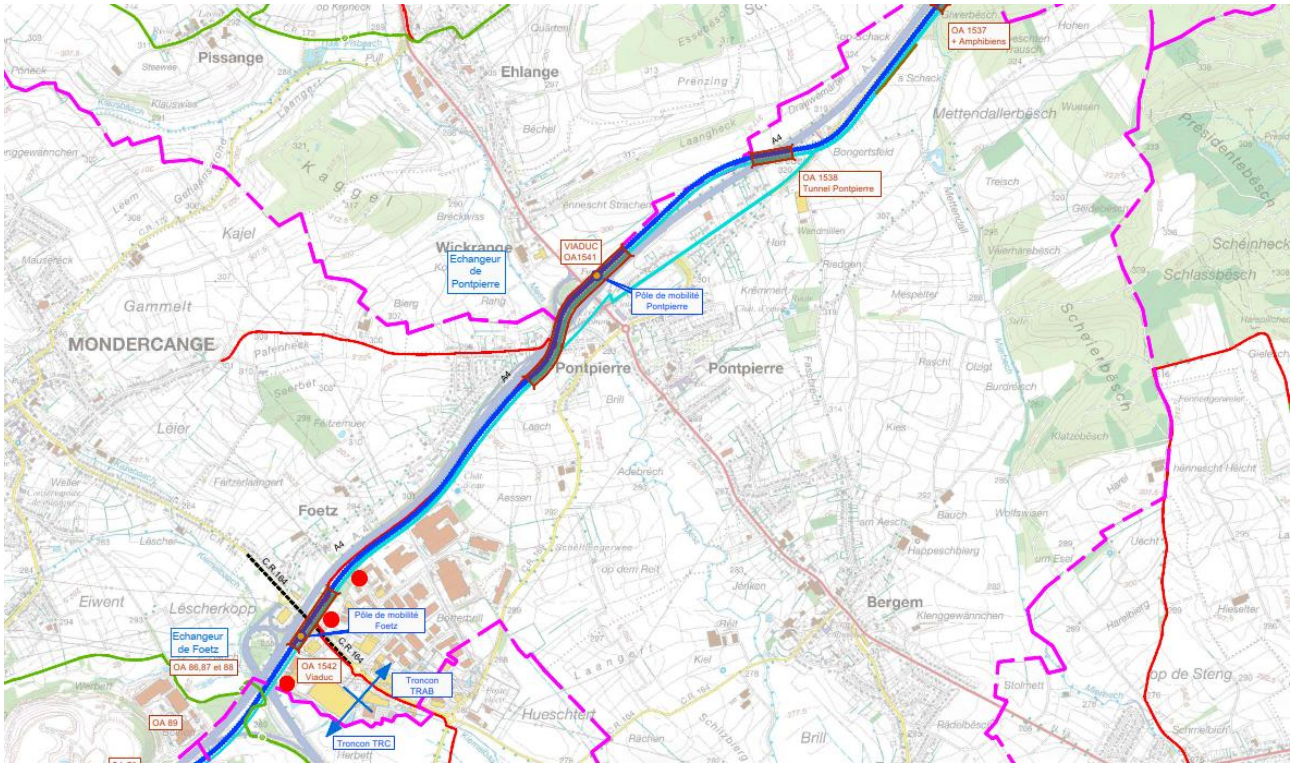


Fig. 22 : Portion Sud du tracé du tronçon tram rapide 1 (en bleu) avec le nom des ouvrages (APS volume J 1- APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000001_B, 2026).

3.2.2 Le périmètre fonctionnel

Tracé initial

L'insertion du projet s'effectuera sur l'ensemble de l'emprise du tracé du tronçon tram rapide 1.

Plus précisément, il comprendra la réalisation de tous les aménagements équipements nécessaires à l'exploitation de la ligne, à savoir :

- l'ensemble des aménagements de voirie dont la *Veloexpresswee*,
- l'ensemble des infrastructures (voies ferrées et plateforme, LAC, zone de manœuvre, multitubulaires Tram et CREOS),
- des équipements (GTC, Signalisation Ferroviaire, Signalisation Lumineuse de Trafic, poste de transformation etc.),
- des ouvrages (stations, espaces accolés à la voirie, local d'exploitation des conducteurs si besoin et local de la sous-station enterrée si besoin).

Ce réaménagement comprendra la surface roulante de la *Veloexpresswee*, l'emprise du tramway rapide (voies, quais, accotements…) ainsi que les aménagements paysagers associés.

Les travaux comprendront également la démolition de bâtiments, cabanons ou ouvrages situés dans l'emprise du projet. Ceux-ci sont énumérés dans le Vol. J-23-1 de l'APS Ligne – tracé initial. Il s'agit :

- Une plateforme agricole,
- Cinq abris de jardin,
- Cinq bâtiments résidentiels.

La majeure partie du tracé se situe hors zone urbaine et concerne des surfaces encore non aménagées. Seul un faible linéaire du tracé se situe au contact d'aménagements existants (échangeurs autoroutiers, voiries, infrastructures diverses…).

Le tracé présentera différents profils s'adaptant aux caractéristiques des sites traversés et des emprises disponibles. On différenciera donc les sections standards (Fig. 23) de celles dites restreintes (Fig. 24) ou encore celles présentant un chemin agricole en pied de talus (Fig. 25).

Des coupes-types pour différents PK sont disponible dans le Vol. J-9 de l'APS ligne 2025 (APS_4469B_TR_INF_T3315_PCP_000002_C).

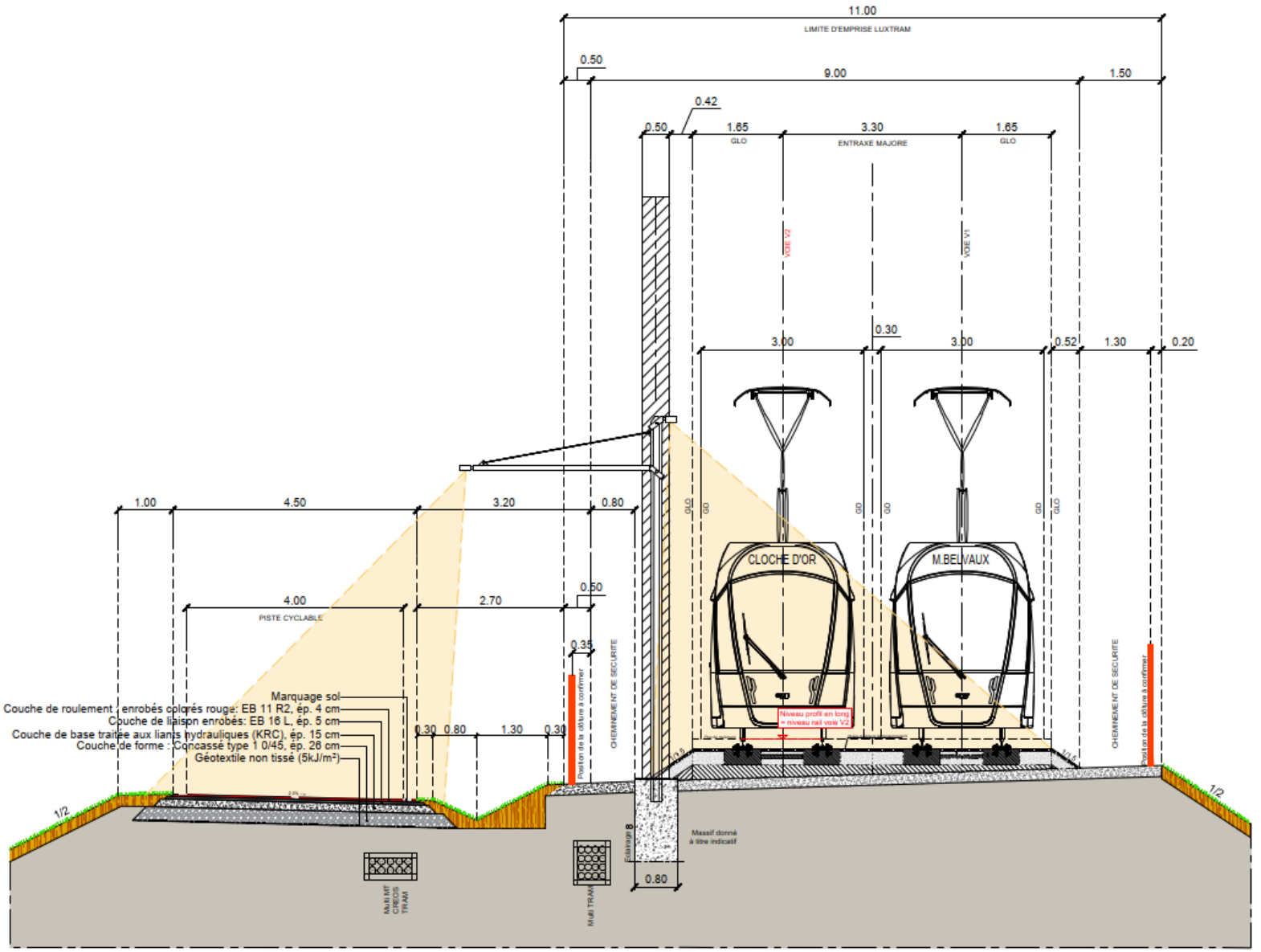


Fig. 23 : Coupe type d'aménagement en section standard (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).

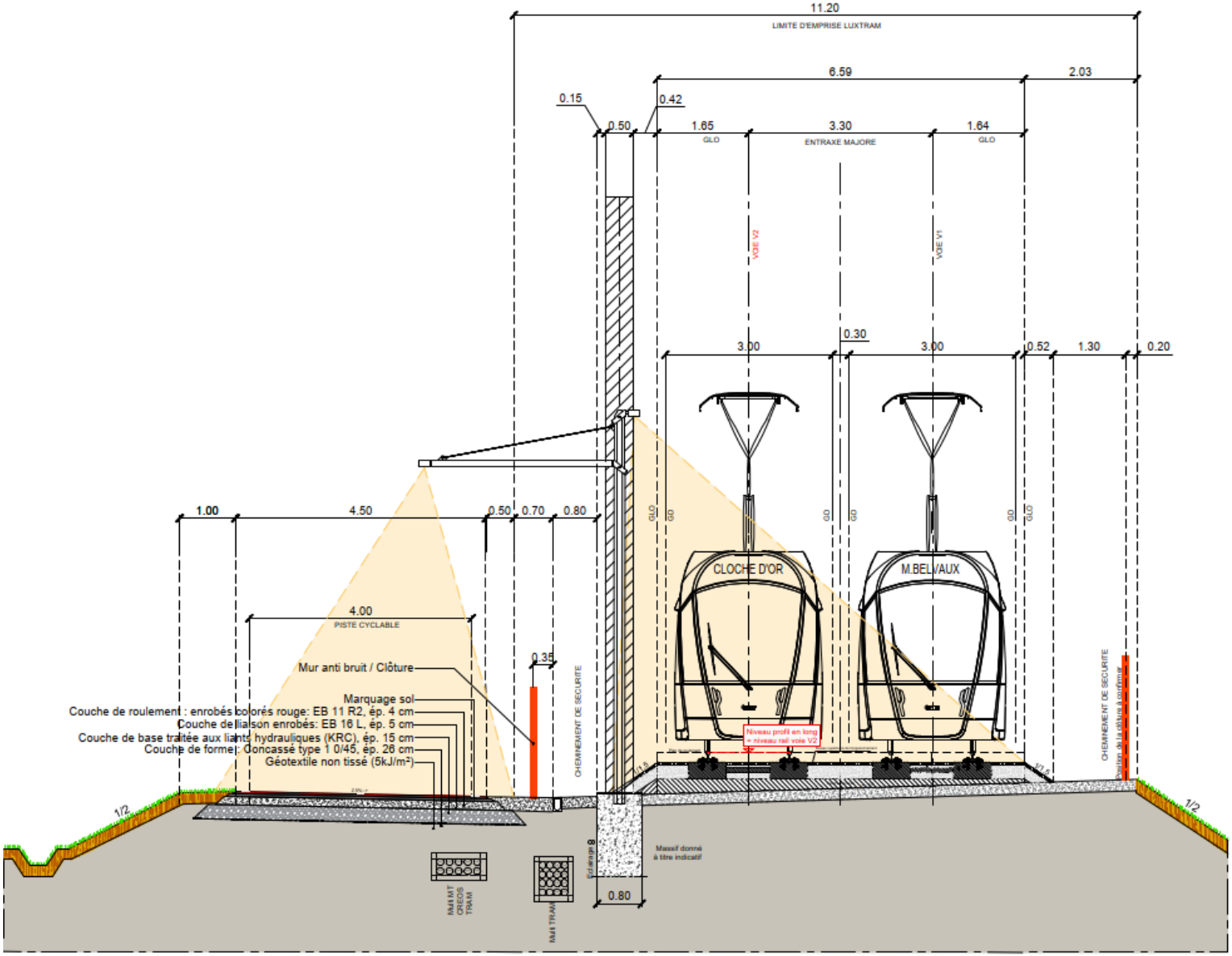


Fig. 24 : Coupe type d'aménagement en section restreinte (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).

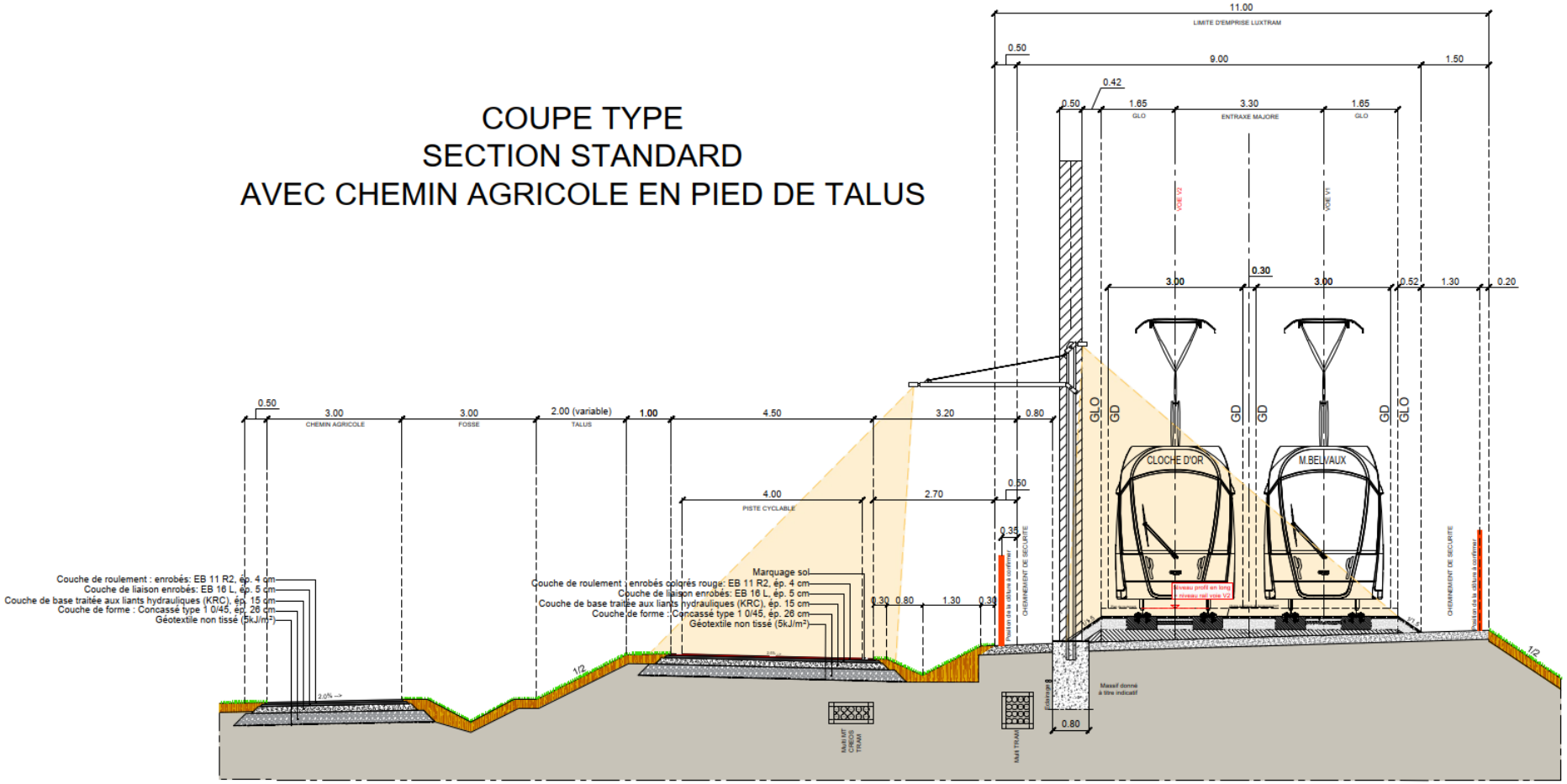


Fig. 25 : Coupe type d'aménagement en section standard avec chemin agricole en pied de talus (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).

Les domaines d'intervention LUXTRAM concerneront donc :

- les **libérations d'emprise et les travaux préparatoires** : définition des emprises et des éventuels besoins d'acquisition, dépollution, abattage d'arbres et dessouchage, dépose et stockage d'équipements publics et de matériaux divers, aménagements provisoires pour assurer la continuité du service public et les accès existants…
- les **infrastructures** : la plateforme du tramway et la voie ferrée, la multitubulaire et les chambres de tirage, le génie civil des stations et du système de captage d'énergie pour le rechargement des rames en station, l'assainissement des ouvrages, les locaux techniques d'exploitation, les massifs LAC (Ligne Aérienne de Contact)…
- les **ouvrages d'art**
- Les **systèmes et équipements d'exploitation du tramway** : la voie ferrée, l'énergie et la ligne aérienne, la Gestion Technique Centralisée, les réseaux de communication, la sonorisation des stations, la vidéosurveillance, la signalisation, la supervision…
- Les **ouvrages en infrastructure** : tout ouvrage ou local technique nécessaire à l'installation des équipements et à l'exploitation, prise en considération des infrastructures existantes telles que les cours anglaises.
- Les **réseaux concessionnaires** : prise en compte et opérations de déviation et renforcement sur l'ensemble des réseaux concessionnaires.

Les plans généraux de l'aménagement projeté ainsi que les coupes et profils sont fournis dans les APS 2025.

Tracé optimisé

Dans son avis sur le contenu du rapport d'évaluation, le MECB a formulé une remarque relative à la maitrise d'ouvrage des différentes infrastructures planifiées.

Les ouvrages sous maitrise d'ouvrage Luxtram sont listés au chapitre 3.2.1. Ceux sous maitrise d'ouvrage des Ponts & Chaussées sont listés ci-dessous :

- Projet de réaménagement du carrefour Kockelscheuer / N4
- Projet de réalisation de l'échangeur de Leudelange Nord
- Rétablissement du fossé existant sous l'OA1534 (franchissement rue de Bettembourg à Leudelange)
- Projet de réalisation de l'échangeur de Leudelange Centre
- Passage à gibier
- Passage amphibiens au droit de la station-service de Pontpierre
- Piste cyclable entre la station-service de Pontpierre et la rue d'Esch via la rue d'Europe à Pontpierre
- Projet de réalisation de l'échangeur de Pontpierre
- Ouvrage de franchissement de l'échangeur de Pontpierre par le *Veloexpresswe*
- Ouvrage de franchissement de la Mess par le *Veloexpresswee*
- Projet de réaménagement de l'échangeur de Foetz

Les accès agricoles seront modifiés sur la majeure partie du tracé du Tram rapide 1. Depuis la N4, l'accès aux parcelles agricoles situées au sud ne sera plus possible. Les engins agricoles emprunteront désormais le chemin

existant longeant le boulevard de Kockelscheuer, lequel sera prolongé le long de la N4, parallèlement au tram rapide et au *Veloexpresswee*. Ce prolongement se poursuivra jusqu'à la passerelle projetée OA1530.

Plus au sud, un accès existant depuis la N4 sera réaménagé en amont du futur échangeur de Leudelange Nord. Le nouveau chemin agricole passera sous l'ouvrage OA1531 avant de se raccorder à un chemin existant situé plus au sud. Ce dernier, qui se prolonge vers l'ouest, sera légèrement décalé vers le sud entre la rampe sud de l'OA1531 et la rue Al Strooss.

Un nouveau tronçon de liaison sera également aménagé entre la rue Al Strooss et la rue de Bettembourg. Depuis cette dernière, le CR169 sera réaménagé et raccordé au *Veloexpresswee* au sud du pont-rail de l'échangeur de Leudelange Centre.

Plus au sud-ouest, le CR169 sera transformé en chemin forestier jusqu'en amont de la station-service de Pontpierre. À partir de ce point et jusqu'à l'emplacement de la future sous-station de traction (SST) de la rue d'Europe, le CR169 sera supprimé.

Au-delà de ce secteur, le tracé du Tram rapide 1 n'entraîne plus de modifications du réseau de chemins agricoles, le *Veloexpresswee* étant apte à accueillir les engins agricoles.

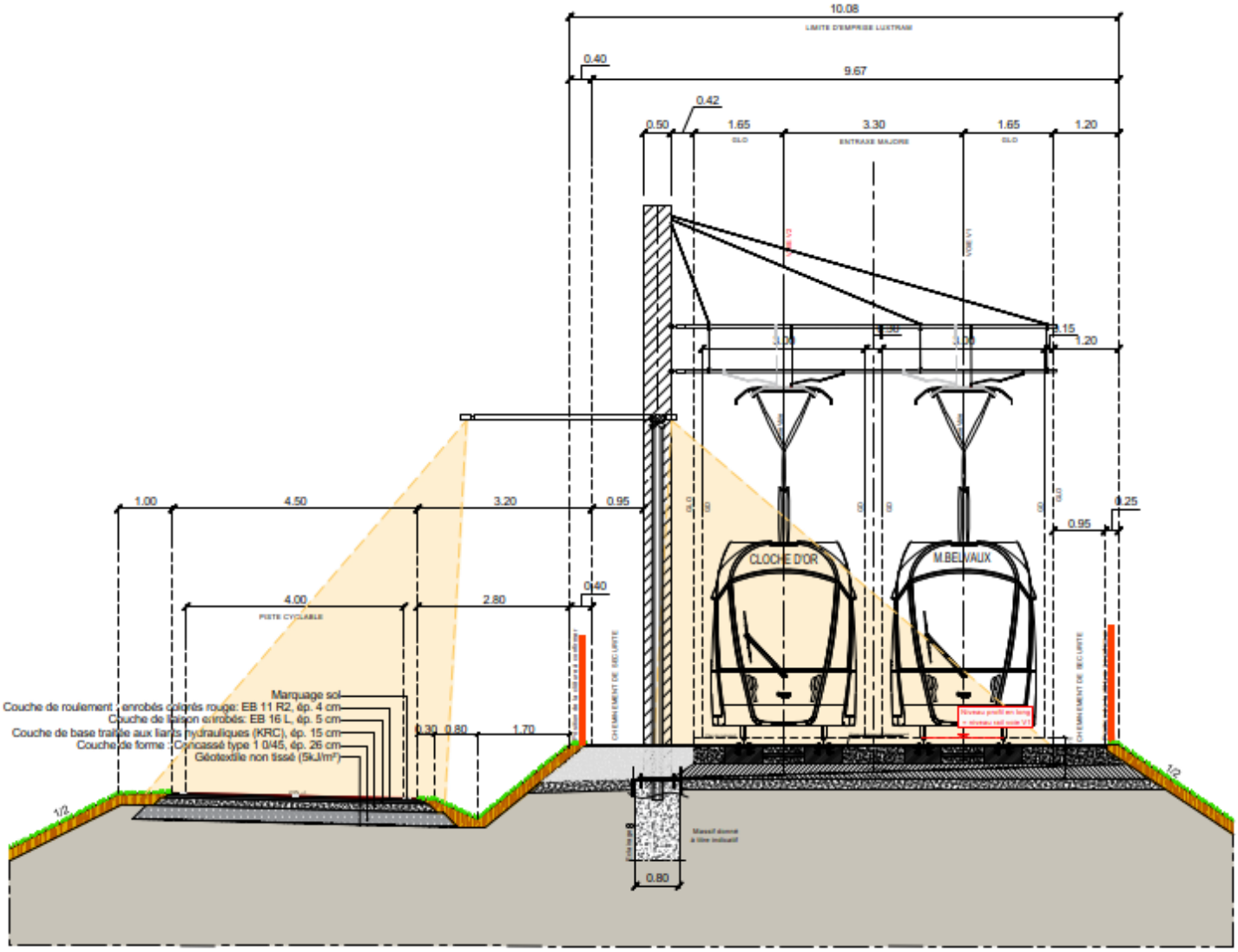


Fig. 26 : Coupe type d'aménagement en section standard – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).

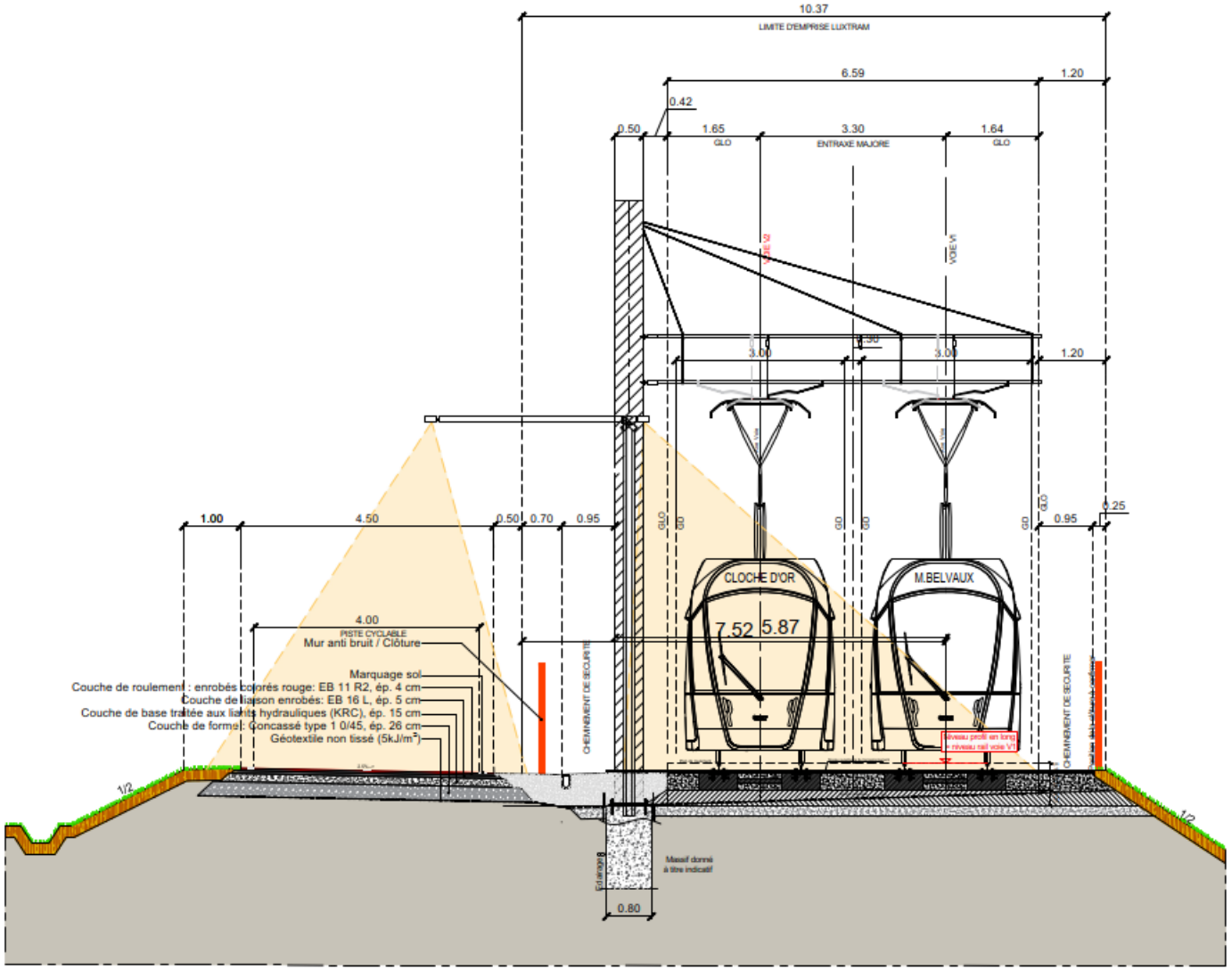


Fig. 27 : Coupe type d'aménagement en section restreinte – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).

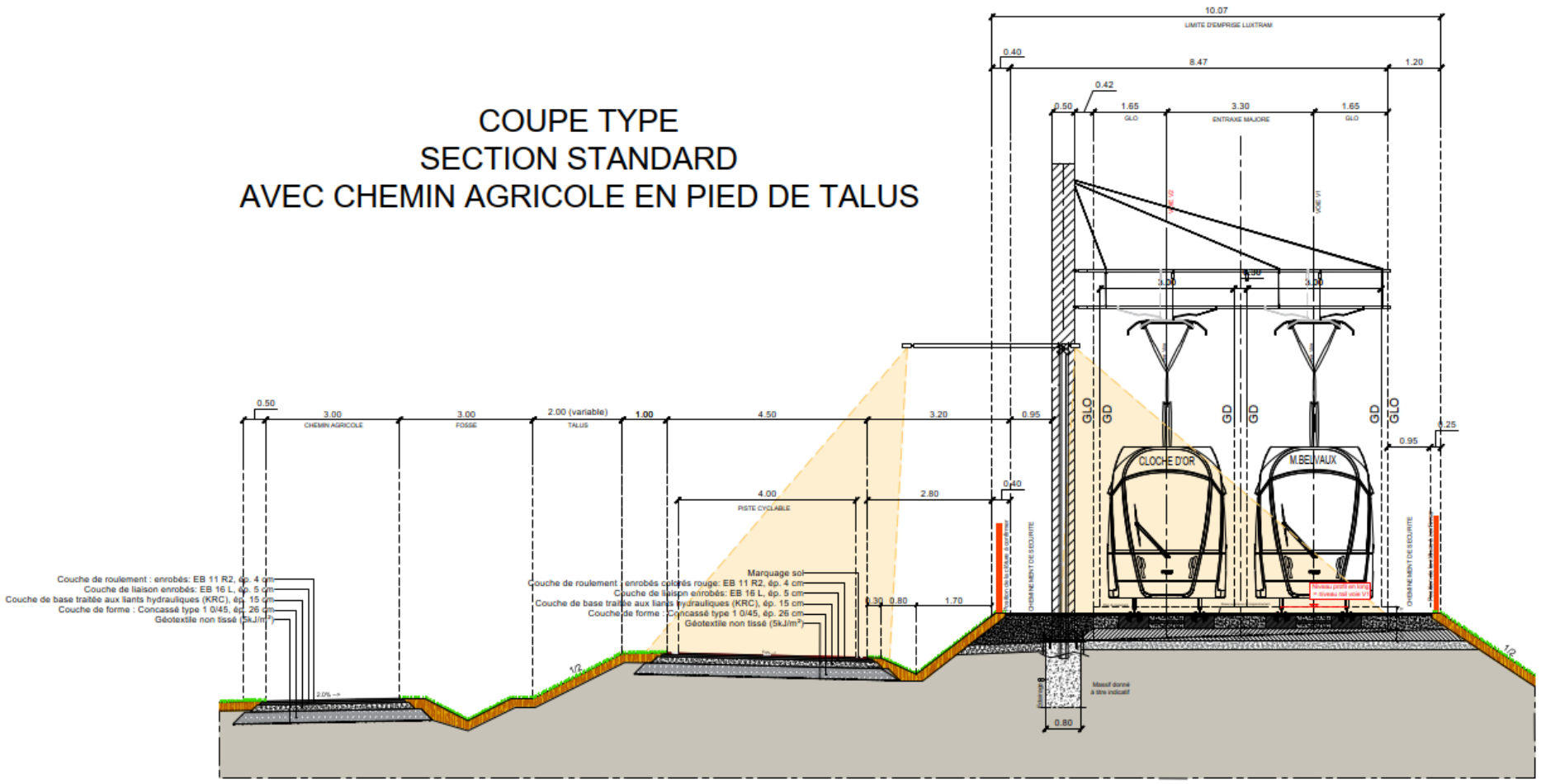


Fig. 28 : Coupe type d'aménagement en section standard avec chemin agricole en pied de talus – adaptation des LAC (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H, 2026).

3.3 Délimitation de l'aire d'étude

Les effets spécifiques aux biens protégés peuvent avoir des effets spatiaux différents et donc s'étendre au-delà de la zone d'implantation même. Selon cette logique, la zone d'étude tient compte d'un périmètre élargi en fonction des biens protégés.

En effet, en ce qui concerne la population et la santé humaine, l'impact du projet ne se limite pas au périmètre du site d'implantation mais peut s'étendre au-delà notamment en ce qui concerne le bruit, le trafic et les émissions atmosphériques.

Pour ce bien protégé, il a été choisi d'étendre la zone d'études à 200 m de part et d'autre de l'axe du tracé afin de prendre en compte les points d'immission de l'étude de D2S pour les émissions sonores et vibratoires du projet ainsi que l'aspect trafic (Chap. 7.2). A deux secteurs, cette distance a été augmenté, respectivement à 260 m (Leudelange / concerne les bâtiments entre l'autoroute A4 et la N4) et 240 m (Foetz / concerne les bâtiments de la rue Théodore de Wacquant).

Concernant la faune, la flore et la biodiversité (chap. 7.3), le sol (chap. 7.4), l'eau (chap.7.5) ainsi que le patrimoine culturel et biens matériels (chap.7.6), les incidences du projet se limitent localement. Par conséquent c'est le site d'implantation même qui est choisi comme périmètre d'étude.

Concernant le facteur air et climat (chap. 7.6), l'effet du projet peut être plus diffus et global. Il est difficile de délimiter une aire d'étude pour ce bien protégé étant donné que l'impact du tramway peut exercer une influence positive à grande échelle. D'un point de vue microclimatique, l'étude se focalise donc également sur une aire d'étude de 60 m de part et d'autre de la voie de tramway, pouvant être étendue le cas échéant.

L'effet du projet sur le paysage (chap.7.6) reste limité en raison de l'adossement du projet LUXTRAM à l'axe majeur qu'est l'autoroute A4. L'aire d'étude choisie est également définie à 60 m de part et d'autre de la voie de tramway.

L'analyse des incidences potentielles du projet sur les différents biens protégés porte sur diverses aires d'étude représentées aux Fig. 29, Fig. 30, et Fig. 31.



Fig. 29 : Aire d’étude pour l’analyse des incidences potentielles du projet sur le bien protégé Population et santé humaine (LSC360, 2025).



Fig. 30 : Aire d'étude pour l'analyse des incidences potentielles du projet sur les biens protégés Biodiversité, Sol, Eau et patrimoine culturel (LSC360, 2025).

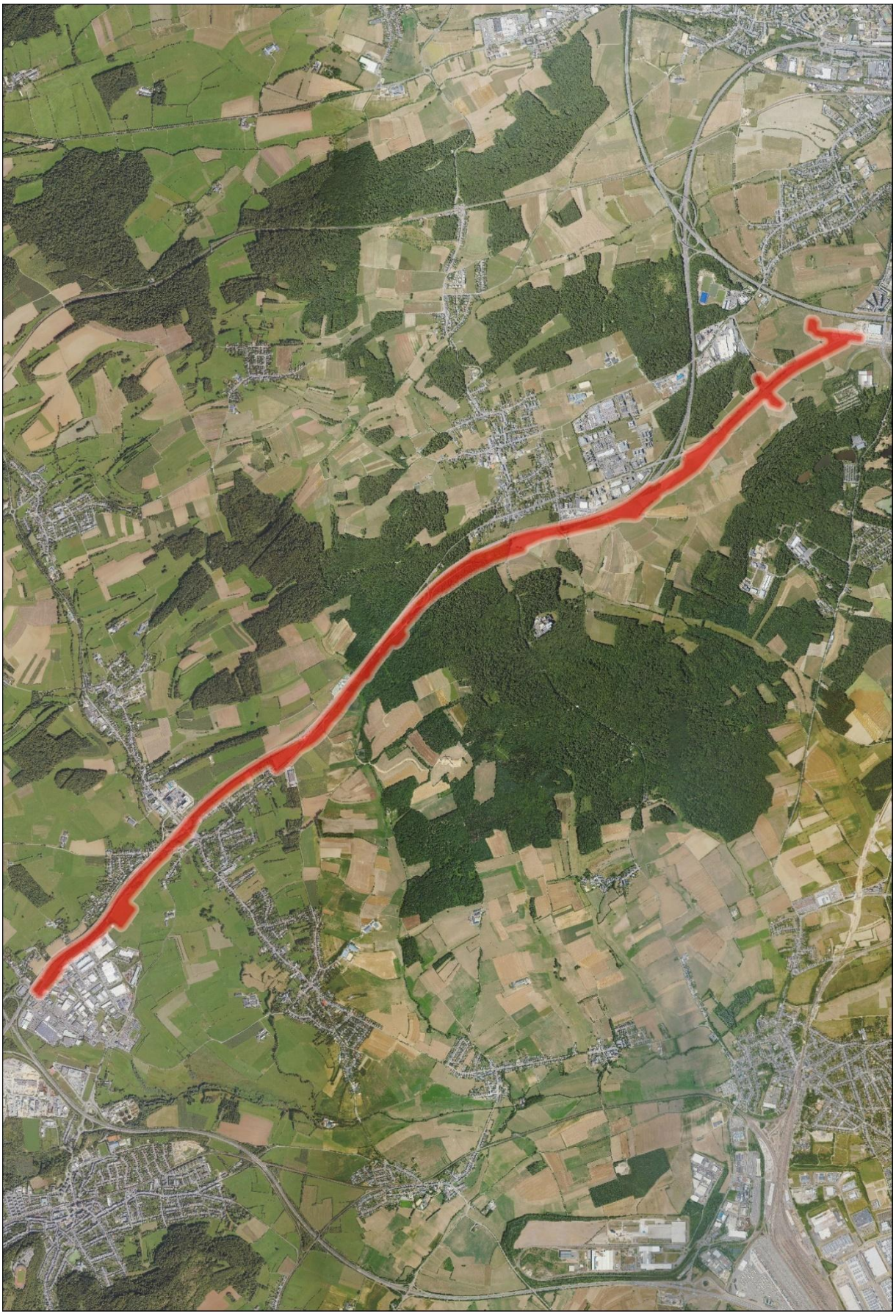


Fig. 31 : Aire d'étude pour l'analyse des incidences potentielles du projet sur les biens protégés Air et Climat ainsi que Paysage (LSC360, 2025).

3.4 Données techniques du projet

Tracé initial

Les données techniques reprises dans les sous-chapitres suivants sont issues de

- l'APS relative à la ligne tramway et *Veloexpresswee* datant du 17/03/25 (cf. Tab. 1). L'APS ligne est disponible en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial et n'est plus repris dans le présent rapport,
- l'APS relative aux ouvrages d'art prévus pour l'exploitation du tramway et du *Veloexpresswee* datant du 17/03/2025 (cf. Tab. 2*)*. L'APS OA est disponible en annexe 06 du rapport EIE du tracé initial et n'est plus repris dans le présent rapport.

Pour plus de facilité, le sommaire de l'APS ligne et l'intitulé des documents est repris dans le Tab. 1 ci-dessous. L'APS est composée de volumes et est scindée en une partie écrite et une partie pièces graphiques.

L'évaluation se base donc sur ces deux APS.

Tab. 1 : Table des matières de l'APS ligne et intitulé des différents documents (APS ligne, 17/03/2025)

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
Volume A	**Synthèse**	APS_4469A_TR_GEN_C0000_NOT_0000001_B
Volume B	**Le système de transport**	
Vol B0	**Principes d'exploitation**	
B0-1	Principes d'exploitation	APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_B
B0-2	Présentation des options d'exploitation	APS_4469A_TR_GEN_S1000_COM_000001_J
B0-3	Note Système Interdisciplines	APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000002_B
Vol B1	**Tracé de voie ferré**	
B1-1	Tracé, plate-forme et multitubulaire	APS_4469B_TR_INF_T3200_NOT_003686_B
B1-2	La voie ferrée	APS_4469B_TR_SYS_T6100_NOT_003925_B
B1-3	Interfaces entre l'infrastructure tramway et les ouvrages d'art	
Vol B2	**La ligne aérienne et ses fondations**	
B2-1	Ligne Aérienne de Contact / Caténaire	APS_4469B_TR_SYS_T6200_NOT_000001_B
Vol B3	**L'énergie**	
B3-1	Note générale Energie	APS_4469B_TR_SYS_T6300_NOT_000001_B
B3-2	Simulation Energie de Traction - Note entrants et hypothèses	APS_4469B_TR_SYS_T6300_NOT_000002_B
B3-3	Simulation Energie de Traction - Rapport de simulation	APS_4469B_TR_SYS_T6300_RAP_000003_B
B3-4	Courants vagabonds	APS_4469B_TR_SYS_T6300_NOT_000004_B
Vol B4	**Les systèmes d'exploitation**	
B4-1	RMS / Chronométrie	APS_4469B_TR_SYS_T6400_NOT_000001_B
B4-2	GTC / GTE	APS_4469B_TR_SYS_T6600_NOT_000001_B
B4-3	Sono / Vidéo / Téléphonie	APS_4469B_TR_SYS_T6500_NOT_000001_B
B4-4	SAEIV / Radio / Billettique	APS_4469B_TR_SYS_T7200_NOT_000001_A
B4-5	La signalisation ferroviaire	APS_4469A_TR_SYS_T7500_NOT_000001_B
Volume C	**L'aménagement urbain**	
Vol C1	**Travaux préalables**	
C1-1	Acquisition foncière, adaptation riverains	APS_4469B_TR_INF_T1110_NOT_000001_B

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
C1-1-1	Plans des parcelles (Acquisition et occupation temporaire)	APS_4469B_TA_INF_T1120_LIS_00101_A et APS_4469B_TA_INF_T1120_LIS_00102_A
C1-2	Déviation réseaux	APS_4469B_TR_INF_T2100_NOT_000001_A
C1-3	OA, soutènement et ouvrages enterrés	APS_4469B_TR_INF_T4101_NOT_000001_B
C1-4	Gestion des eaux pluviales	APS_4469B_TR_INF_T2230_NOT_000001_C
		APS_4469B_TR_INF_T2230_PLA_000001_A
Vol C2	**Insertion du projet et aménagement**	
C2-1	Insertion architecturale	APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A
C2-2	Ligne directrice pour la piste cyclable express	APS_4469B_TR_INF_T3310_NOT_000001_D
C2-2b	Raccordement piste express	APS_4469B_TR_INF_T3310_NOT_000005_B
C2-3	Concept d'éclairage corridor Tram de la piste cyclable express	APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_C
C2-5	SLT Signalisation Lumineuse de Trafic	APS_4469B_TR_INF_T3335_NOT_000001_A
C2-6	Mobilier urbain et mobilier de station	APS_4469C_TR_ARC_T5200_NOT_004204_A
Volume D	**Ouvrage d'art**	
	Note OA	APS_4469B_TA_INF_T4101_NOT_000001_B
Volume E	**Planning Projet**	
	Note Planning	APS_4469A_TR_GEN_D4550_NOT_000001_B
	Planning géneral	APS_4469A_TR_GEN_D4550_PLG_000100_A
Volume H	**Le coût prévisionnel de l'opération**	
	Note Coût Prévisionnel de l'opération	Non publié
Volume I		
I-1	Stratégie d'Achat - Allotissement	Non publié
I-2	Analyse des interfaces	GEN_4469B_TR_GEN_C0000_NOT_000001_B
I-3	Tableau d'interfaces	
I-4	Fiche d'interfaces	
Volume J	**Plans de référence (liste de plans à compléter)**	
J-1		
	Vue en plan général	APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000001_C
	Schéma d'exploitation	APS_4469A_TR_GEN_T0211_PLA_000001_B
J-2	Plate-forme, massifs LAC, LAC et VF	
	Vue en plan	APS_4469B_TR_INF_T0310_PLA_004572_B à 004609
	Profil en Long pour la Voie Ferrée	APS_4469B_TR_INF_T3216_PLA_003731_B et APS_4469B_TR_INF_T3216_PLA_003924_B

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
J-3	Vue en plan général	
		APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F
J-4	Plantations. revêtements et mobilier	
	Plans Plantations, revêtements et mobilier	APS_4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B
J-7	Plans de déviation des réseaux	
		APS_4469B_TR_INF_T2110_PRE_000010_B
J-8	Profil en travers type (coupe VF/VE)	
		APS_4469B_TR_INF_T3318_PCP_000001_G
J-9	Carnet des coupes (Aménagement et voirie)	
		APS_4469B_TR_INF_T3325_PCP_000002_C
J-11	Stations	
		APS_4469C_TR_ARC_T5201_PDT_004203_A
J-12	Sous-stations et locaux en lignes	
		APS_4469B_TR_SYS_T6300_PIM_000001_A
J-15	Carnet de détails VF	
		APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B
J-16	Carnet de détails LAC	
		APS_4469B_TR_INF_T6210_PDT_000001_B
J-23	Reconstitutions riveraines	
J-23-1	Reconstitutions riveraines	APS_2269B_TR_INF_T1125_RAP_000001_B a 000010_C
J-23-2	Plan d'acquisition foncier	APS_2269B_TR_INF_T1120_PLA_000001_D
J-23-3	Superposition emprise projet au PAG	APS_2269B_TR_INF_T1120_PLA_000002_E

Tab. 2 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 17/03/2025)

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
Volume A	**Synthèse**		
A-1	**Note de synthèse**		APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
	Animation vidéo qui représente l'évolution avant/après d'une perspective à hauteur drone permettant d'apprécier la requalification de la zone et la méthodo constructive		
	Visuels 3D de l'OA1		APS_4468B_TRA_ARC_T5100_PER_101011_B
	Visuels 3D de l'OA2		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_102011_B
	Visuels 3D de l'OA3		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_103011_B
	Visuels 3D de l'OA4		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_104011_B
	Visuels 3D de l'OA5		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_105011_B
	Visuels 3D de l'OA6		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_106011_B
	Visuels 3D de l'OA7		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_107011_B
	Visuels 3D de l'OA8		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_108011_B
	Visuels 3D de l'OA9		APS_4468B_TRB_ARC_T5100_PER_109011_B
Volume B	**Note environnementale (modalités pour respecter les recommandations EIE**		
B-1	Note environnementale		APS_4468B_TRO_GEN_S6000_NOT_109001_A
Volume C	**Dossiers techniques ouvrages**		
Vol C1	**Diagnostic foncier**		
C1-1	Note générale de diagnostic foncier par MOE ligne	Document établi par TR-Ligne	

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
C1-2	Liste des parcelles impactées par le tracé avec surfaces et propriétaires	Document établi par TR-Ligne	
C1-3	Notices descriptives des acquisitions foncières	Document établi par TR-Ligne	
C1-4	Note accès riverains et démolitions/reconstitutions riveraines	Document établi par TR-Ligne	
Vol C2	**Dossier architectural**		
C2-1	Mémoire explicatif : principaux choix architecturaux envisagés, structure, matériaux, volumétrie, modalités d'intégration de la plateforme du tram	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A
C2-2	Modalités d'intégration de la voie cyclable, cheminement minimal de sécurité, éclairage public, emprise au sol du projet, modalités de prise en compte des éléments réglementaires et normatifs	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A
C2-3	Note méthodologie constructive	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A
Volume C3	**Ouvrage d'art**		
C3-1	Note structurelle		APS_4468B_TRO_GEN_T4100_NOT_109001_A
	Note prédimensionnement OA1		APS_4468B_TRA_GEN_T4100_NTC_100001_A
	Note prédimensionnement OA3		APS_4468B_TRB_GEN_T4100_NTC_300001_A
	Note prédimensionnement OA7		APS_4468B_TRB_GEN_T4100_NTC_700001_A
C3-2	Note de prises en compte des contraintes spécifiques au projet : contraintes physiques, contraintes fonctionnelles, contraintes de maintenabilité, contraintes réglementaires, contraintes environnementales, contraintes liés à des ouvrages existants	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
C3-3	Principes constructifs et nature des différents matériaux utilisés	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
C3-4	Notes de calcul de stabilité de l'ouvrage et de ses accès avant, pendant et après travaux	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
C3-6	Note justifiant la maintenabilité et la durabilité de l'ouvrage et de ses aménagements éventuels	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
Volume D	**Plannings, phasages**		
	Note générale planning travaux		APS_4468C_TRO_GEN_D4550_NOT_100001_A
	Planning Gantt		APS_4468C_TRO_GEN_D4550_PLG_100002_B
	Planning Chemin de fer	Document établi par TR-Ligne	
	Phasages OA1		APS_4468C_TRA_GEN_D4550_PHA_101000_B
	Phasages OA2		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_102000_B
	Phasages OA3		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_103000_B
	Phasages OA4		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_104000_B
	Phasages OA5		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_105000_B
	Phasages OA6		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_106000_B
	Phasages OA7		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_107000_B
	Phasages OA8&OA9		APS_4468C_TRB_GEN_D4550_PHA_108900_B
Volume E	**Risques et enjeux**		
	Analyse des risques du projet		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_TAB_000300_B
	Fiche des risques OA1		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_010300_B
	Fiche des risques OA2		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_020300_B
	Fiche des risques OA3		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_030300_B
	Fiche des risques OA4		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_040300_B
	Fiche des risques OA5		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_050300_B

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
	Fiche des risques OA6		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_060300_B
	Fiche des risques OA7		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_070300_B
	Fiche des risques OA8		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_080300_B
	Fiche des risques OA9		APS_4468C_TRO_GEN_C0000_LIS_090300_B
Volume H	**Le coût prévisionnel de l'opération**		
H-1	Note explicative de chiffrage des coûts d'aménagement	Non publié	
H-2	Procédure suivi du budget et optimisation du coût global		
H-3	Estimatifs OA1		
	Estimatifs OA2		
	Estimatifs OA3		
	Estimatifs OA4		
	Estimatifs OA5		
	Estimatifs OA6		
	Estimatifs OA7		
	Estimatifs OA8		
	Estimatifs OA9		
H-4	Note justifiant la compatibilité du projet avec l'enveloppe financière de la MOA		
	Récapitulatif des estimatifs des ouvrages APS-V0		
H-5	Estimation coûts d'entretien et de maintenance des		
H-6	Stratégie d'Achat - Allotissement		
Volume I	**Interfaces**		

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
	Note interfaces		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_NOT_109000_A
	Matrice des interfaces : conception et réalisation		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_TAB_109001_A
	Tableau de suivi des interfaces identifiés		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_TAB_109002_A
	Fiche d'interface type (exemple OA1)		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_FII_109003_A
	Projets connexes		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_PIL_109004_A
	Plan des interfaces selon ouvrage		APS_4468C_TRO_GEN_D8000_PIL_109005_A
Volume J	**Plans de référence**		
J-1	**Plans généraux : plan général de la ligne**		
	Plan graphique avec identification des projets en interface ; Plan géoréférencé aux couches successives	Informations se trouvant par ouvrage sur les plans du J-3	Selon J-3
	Proposer une implantation topographique et altimétrique des principaux ouvrages		
	Logique globale d'aménagement, composition générale en plan et en volume, intégration des éléments du programme dans le projet d'ensemble		
J-2	**Plan de masse / Plan d'implantation**		
	Plan masse OA1	Plan de masse; Plan topographique	APS_4468B_TRA_ARC_T4110_PIM_100001_A
	Plan masse OA2 - OA3		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PIM_230001_A
	Plan masse OA4 - OA5 - OA6		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PIM_456001_A
	Plan masse OA7 - OA8 - OA9		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PIM_789001_A
J-3	**Plan, coupe, élévation/ plan de géométrie**		
	Plan, coupe, élévation OA1	Coupes transversales et longitudinales par ouvrage Plans des principes des fondations, de la structure et de	APS_4468B_TRA_ARC_T4110_PGE_100001_A
	Plans culées OA1		APS_4468B_TRA_ARC_T4110_PGE_100002_A
	Plan, coupe, élévation OA2		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_200001_B

Volume	Libellé	Remarques	APS VF
	Plan, coupe, élévation OA3	l'ensemble des ouvrages de GO Profils en long de l'assise en travers au niveau des principaux points caractéristiques Vues en plan et coupes longitudinales Plans architecturaux définissant les emprises	APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_300001_A
	Plan, coupe, élévation OA4		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_400001_B
	Plan, coupe, élévation OA5		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_500001_B
	Plan, coupe, élévation OA6		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_600001_A
	Plan, coupe, élévation OA7		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_700001_B
	Plan, coupe, élévation OA8		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_800001_A
	Plan, coupe, élévation OA9		APS_4468B_TRB_ARC_T4110_PGE_900001_A
J-4	**Plans réseaux**		
	Vue en plan des réseaux existants	Phase APD	
	Vues en plan des réseaux projet et réseaux à dévoyer	Phase APD	
J-5	**Coupes d'aménagement**		
	Plans ou schémas de principe des principaux équipements avec leur pré	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
	Vue en plan des aménagements de surface	Informations se trouvant par ouvrage sur les plans du J-3	Selon J-3
J-6	**Plans des flux**		
	Plans pour mettre en évidence les liaisons et flux multimodaux	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_B
J-7	**Plans du foncier**		
	Plans des acquisitions foncières et emprises nécessaires en phase travaux	Document établi par TR-Ligne	Remise éléments 08/01/2025
	Plan de domanialité et gestion des espaces	Document établi par TR-Ligne	Remise éléments 08/01/2025

Tracé optimisé

Les APS considérés précédemment ont été adaptés en fonction des modifications apportées au projet. Ainsi, les données techniques reprises dans les sous-chapitres suivants sont issues de

- l'APS relative à la ligne tramway et *Veloexpresswee* datant du 24/08/26 (cf. Tab. 3). L'APS ligne est disponible en annexe 07,
- l'APS relative aux ouvrages d'art prévus pour l'exploitation du tramway et du *Veloexpresswee* datant du 10/09/2026 (cf. Fig. 32-Fig. 34). L'APS OA est disponible en annexe 08.

Pour plus de facilité, le sommaire de l'APS ligne et l'intitulé des documents est repris dans le tableau ci-dessous. L'APS est composée de volumes et est scindée en une partie écrite et une partie pièces graphiques.

L'évaluation se base donc sur ces deux APS.

Tab. 3 : Table des matières de l'APS ligne et intitulé des différents documents (APS ligne, 24/08/2026)

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
Volume A	**Synthèse**	APS_4469A_TRAB_GEN_C2100_NOT_012440_A
Volume B	**Le système de transport**	
Vol B0	**Principes d'exploitation**	
B0-1	Principes d'exploitation	APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B
Vol B1	**Tracé de voie ferré**	
B1-1	Tracé, plateforme et multitubulaire	APS_4469A_TRAB_INF_T3200_NOT_012201_A
B1-2	La voie ferrée	APS_4469A_TRAB_SYS_T6100_NOT_012202_A
B1-3	Interfaces entre l'infrastructure tramway et les ouvrages d'art	APS_4469A_TR_GEN_D8000_NOT_012476_E
Vol B2	**La ligne aérienne et ses fondations**	
B2-1	Ligne Aérienne de Contact / Caténaire	APS_4469A_TRAB_SYS_T6200_NOT_012068_A
B2-2	Pré-dimensionnement des fondations de supports de LAC	Seulement en APD
Vol B3	**L'énergie**	
B3-1	Note générale Energie	APS_4469A_TRAB_SYS_T6300_NOT_11638_A
B3-2	Simulation Energie de Traction - Note entrants et hypothèses	APS_4469A_TRAB_SYS_T6300_NHY_11513_A
B3-3	Simulation Energie de Traction - Rapport de simulation	APS_4469A_TRAB_SYS_T6300_RAP_11523_A
B3-4	Courants vagabonds	APS_4469A_TR_SYS_T6300_NOT_012245_C
Vol B4	**Les systèmes d'exploitation**	
B4-1	RMS / Chronométrie	APS_4469B_TRAB_SYS_T6400_NOT_000001_D
B4-2	GTC / GTE	APS_4469B_TRAB_SYS_T6600_NOT_000001_D
B4-3	Sono / Vidéo / Téléphonie	APS_4469B_TRAB_SYS_T6500_NOT_000001_D
B4-4	SAEIV / Radio / Billettique	APS_4469B_TRAB_SYS_T7200_NOT_000001_C
B4-5	La signalisation ferroviaire	APS_4469A_TRAB_SYS_T7500_NOT_011522_B
Volume C	**L'aménagement urbain**	
Vol C1	**Travaux préalables**	
C1-1	Acquisition foncière, adaptation riverains	APS_4469B_TRAB_INF_T1110_NOT_000001_B

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
C1-2	Déviation réseaux	APS_4469B_TRAB_INF_T2100_NOT_000001_C
C1-3	OA, soutènement et ouvrages enterrés	APS_4469B_TRAB_INF_T4101_NOT_000001_B
C1-4	Gestion des eaux pluviales	APS_4469B_TRAB_INF_T2230_NOT_000001_E
		APS_4469B_TRAB_INF_T2230_PLA_000001_B
Vol C2	**Insertion du projet et aménagement**	
C2-1	Insertion architecturale	APS_4469C_TRAB_ARC_T5100_NOT_004202_B
C2-2	Ligne directrice pour la piste cyclable express	APS_4469B_TRAB_INF_T3310_NOT_000001_B
C2-2b	Raccordement piste express	APS_4469B_TRAB_INF_T3330_NOT_000005_B
C2-3	Concept d'eclairage corridor Tram de la piste cyclable express	APS_4469B_TRAB_INF_T2330_NOT_000001_B
C2-4	La signalisation horizontale et verticale, signalétique	
C2-5	SLT Signalisation Lumineuse de Trafic	APS_4469B_TRAB_INF_T3335_NOT_000001_B
C2-6	Mobilier urbain	
Volume D	**Ouvrage d'art**	
	Note OA	
Volume E	**Planning Projet**	
	Note Planning	APS_4469A_TRAB_GEN_D4550_NOT_000001_B
	Phasage chantier	
	Planning général	APS_4469A_TRAB_GEN_D4550_PLG_000001_D
Volume H	**Le coût prévisionnel de l'opération**	
	Note Coût Prévisionnel de l'opération	Manquant - Livraison décallée
Volume I		
I-1	Stratégie d'Achat - Allotissement	APS_4469A_TRAB_GEN_D4520_NOT_000002_D
I-2	Analyse des interfaces	GEN_4469B_TRAB_GEN_C0000_NOT_000001_D
	Table d'interfaces	GEN_4469B_TRAB_GEN_D8000_TAB_000002_C
	Fiche d'interfaces	
Volume J	**Plans de référence (liste de plans à completer)**	
J-1	Plans généraux : plan général de la ligne et schéma d'exploitation	
	Vue en plan général	APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000001_B
	Vue en plan général Tronçon AB	APS_4469B_TRAB_INF_T3310_PLA_000003_B
	Schéma d'exploitation	APS_4469A_TRAB_GEN_T0211_PLA_012105_B
J-2	Plate-forme, massifs LAC, LAC et VF	

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
	Vue en plan	APS_4469A_TRAB_INF_T0300_PLA_011023 _B
	Profil en Long pour la Voie Ferrée	APS_4469A_TRAB_INF_T3216_PLO_011020_B
J-3	Vue en plan général	
		APS_4469B_TRAB_INF_T3311_PLA_000001_D
J-4	Plantations. revêtements et mobilier	
	Plans Plantations. revêtements et mobilier	APS_4469C_TRAB_ARC_T5140_PIM_013074_A
J-5	Plans de synthèse émergence	
		Eventuellement en APD
J-6	Altimétrie voirie	
		Eventuellement en APD
J-7	Plans de déviation des réseaux	
		APS_4469B_TRAB_INF_T2110_PRE_000010_B
J-8	Profil en travers type (coupe VF/VE)	
		APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_H
J-9	Carnet des coupes (Aménagement et voirie)	
		APS_4469B_TRAB_INF_T3315_PCP_000002_B
J-11	Stations	
	MOE OA	Sans objet pour les Tronçon AB - MOE OA
J-12	Sous-stations et locaux en lignes	
		APS_4469B_TR_INF_T5600_PCP_000011_A
J-13	Locaux enterrés	
		Eventuellement en APD
J-14	Carnet de détails Multi	
		Seulement en APD
J-15	Carnet de détails VF	
		APS_4469A_TRAB_INF_T6110_PDT_011233_B
J-16	Carnet de détails LAC	
		APS_4469A_TR_SYS_T6210_PDT_011632_B
J-17	Plans parking	
		Seulement en APD
J-18	Carnet de détails mobilier	
		Seulement en APD
J-19	Plans HT / BT / Traction	
	Unifilaire	APS_4469A_TRAB_SYS_T6330_SCH_012113_A
J-20	Carnet de détails d'éclairage	
		Seulement en APD
J-21	Carnet de détails SLT	
		Sans objet
J-22	Plans guides des équipements de maintenance au CRM	
		Sans objet
J-23	Reconstitutions riveraines	

Volume	Libellé	Tram Rapide Cloche d'Or - Foetz
J-23-1	Reconstitutions riveraines	APS_4469B_TRAB_INF_T1125_RAP_000001_B
J23-2	Plan d'acquisition foncier	APS_4469B_TRAB_INF_T1120_PLA_000001_A
J23-3	Superposition emprise projet au PAG	APS_4469B_TRAB_INF_T1120_PLA_000002_A
J-24	Plans de signalisation directionnelle	
		Seulement en APD
J-25	Plans de SLT	
		Sans objet

Livrables APS MOE Tram Rapide Ouvrages d'Art			
Volume	Libellé	Remarques	APS V0
Volume A	**Synthèse**		
A-1	Note de synthèse		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
	Animation vidéo qui représente l'évolution avant/après d'une perspective à hauteur drone permettant d'apprécier la requalification de la zone et la méthodo constructive		pas de numéro chrono
	Visuels 3D de l'OA 1530 (ancien OA1)	vue lointaine depuis Stade	APD_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153001_A
	Visuels 3D de l'OA 1530 (ancien OA1)	vue depuis champ Sud	APD_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153002_A
	Visuels 3D de l'OA 1530 (ancien OA1)	vue directe (GLO et VE)	APD_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153003_A
	Visuels 3D de l'OA 1531 (séquence Leudelange Nord))		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153100_A
	Visuels 3D de l'OA 1533 (Aal Strooss)		APD_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153300_A
	Visuels 3D de l'OA 1534 (rue de Bettembourg)		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153400_A
	Visuels 3D de l'OA 1535 (échangeur Leudelange Sud)		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153500_A
	Visuels 3D de l'OA 1537 (crapauduc)		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153700_A
	Visuels 3D de l'OA 1538 (trémie sous A4)		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_153800_A
	Visuels 3D de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)	vue depuis rue de Mondercange	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_154101_A
	Visuels 3D de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)	vue depuis rue d'Esch	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_154102_A
	Visuels 3D de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)	vue depuis rue de Schifflange sortie Pontpierre	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_154103_A
	Visuels 3D de l'OA 1542 (séquence Foetz)		APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_PER_154200_A
Volume B	**Note environnementale (modalités pour respecter les recommandations EIE)**		
B-1	Note environnementale		APS_4468B_TRAB_GEN_S6000_NOT_150002_A
Volume C	**Dossiers techniques ouvrages**		
Vol C1	**Diagnostic foncier**		
C1-1	note générale de diagnostic foncier par MOE ligne	document établi par TR-Ligne	[redacted]
C1-2	Liste des parcelles impactées par le tracé avec surfaces et propriétaires	document établi par TR-Ligne	
C1-3	notices descriptives des acquisitions foncières	document établi par TR-Ligne	
C1-4	Note accès riverains et démolitions/reconstitutions riveraines	document établi par TR-Ligne	
Vol C2	**Dossier architectural**		
C2-1	Mémoire explicatif: principaux choix architecturaux envisagés, structure, matériaux, volumétrie, modalités d'intégration de la plateforme du tram	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
C2-2	Modalités d'intégration de la voie cyclable, cheminement minimal de sécurité, éclairage public, emprise au sol du projet, modalités de prise en compte des éléments réglementaireset normatifs	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
C2-3	Note méthodologie constructive	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
Volume C3	**Ouvrage d'art**		
C3-1	Note structurelle		APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NOT_150003_A
	Note prédimesionnement OA1531 et OA1542	Viaduc Leudelange et Viaduc Foetz	APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NTC_153142_A
	Note prédimesionnement OA1534	Ponr rue de Bettembourg	APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NTC_153401_A
	Note prédimesionnement OA1535	Pont échanguer Leudleange Sud	APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NTC_153501_A
	Note prédimesionnement OA1538	Tunnel Pontpierre	APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NTC_153801_A
	Note prédimesionnement OA1541	Viaduc Pontpierre	APS_4468B_TRAB_GEN_T4100_NTC_154100_A
	Note prédimensionnement OA1530 (APS de l'OA1)	OA1 selon APS de janvier 2025	APS_4468B_TRA_GEN_T4100_NTC_100001_A
C3-2	Note de prises en compte des contraintes spécifiques au projet: contraintes physiques, contraintes fonctionnelles, contraintes de maintenabilité, contraintes réglementaires, contraintes environnementales, contraintes liés à des ouvrages existants	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
C3-3	Principes constructifs et nature des différents matériaux utilisés	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
C3-4	Notes de calcul de stabilité de l'ouvrage et de ses accès avant, pendant et après travaux	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
C3-5	Note d'assainissement avec dimensionnement et pentes du réseau, principes et points de rejet	Intégré dans dossier EIE	[redacted]
C3-6	Note justifiant la maintenabilité et la durabilité de l'ouvrage et de ses aménagements éventuels	Contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A

Fig. 32 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026).

Volume D	**Plannings, phasages**		
	Note générale planning travaux		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_NOT_150004_A
	Planning Gantt		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PLG_150002_B
	Planning Chemin de fer	document établi par TR-Ligne	
	Phasages de l'OA 1530 (ancien OA1)	APD terminé - reprise éventuelle selon codification	
	Phasages de l'OA 1531 (séquence Leudelange Nord))		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153100_A
	Phasages de l'OA 1533 (Aal Strooss)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153300_A
	Phasages de l'OA 1534 (rue de Bettembourg)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153400_A
	Phasages de l'OA 1535 (échangeur Leudelange Sud)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153500_A
	Phasages de l'OA 1537 (crapauduc)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153700_A
	Phasages de l'OA 1538 (trémie sous A4)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_153800_A
	Phasages de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_154100_A
	Phasages de l'OA 1542 (séquence Foetz)		APS_4468C_TRAB_GEN_D4550_PHA_154200_A
Volume E	**Risques et enjeux**		
	Analyse des risques du projet		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_TAB_150000_A
	Fiche des risques de l'OA 1530 (ancien OA1)	APD OA1 terminé - reprise avec codification OA1530 et actualisation des risques	APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153000_A
	Fiche des risques de l'OA 1531 (séquence Leudelange Nord))		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153100_A
	Fiche des risques de l'OA 1533 (Aal Strooss)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153300_A
	Fiche des risques de l'OA 1534 (rue de Bettembourg)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153400_A
	Fiche des risques de l'OA 1535 (échangeur Leudelange Sud)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153500_A
	Fiche des risques de l'OA 1537 (crapauduc)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153700_A
	Fiche des risques de l'OA 1538 (trémie sous A4)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_153800_B
	Fiche des risques de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_154100_A
	Fiche des risques de l'OA 1542 (séquence Foetz)		APS_4468C_TRAB_GEN_C0000_LIS_154200_A
Volume H	**Le coût prévisionnel de l'opération**		
H-1		note explicative de chiffrage des coûts d'aménagement	pas de publication
H-2		Procédure suivi du budget et optimisation du coût global	
H-3	Estimatifs de l'OA 1530 (ancien OA1)	APD terminé - reprise éventuelle selon codification	
	Estimatifs de l'OA 1531 (séquence Leudelange Nord))		
	Estimatifs de l'OA 1533 (Aal Strooss)		
	Estimatifs de l'OA 1534 (rue de Bettembourg)		
	Estimatifs de l'OA 1535 (échangeur Leudelange Sud)		
	Estimatifs de l'OA 1537 (crapauduc)		
	Estimatifs de l'OA 1538 (trémie sous A4)		
	Estimatifs de l'OA 1541 (séquence Pontpierre)		
	Estimatifs de l'OA 1542 (séquence Foetz)		
H-4		Note justifiant la compatibilité du projet avec l'enveloppe financière de la MOA	
	Récapitulatif des estimatifs des ouvrages APS-V0		
H-5		Estimation coûts d'entretien et de maintenance des équipements et aménagements	
H-6		Stratégie d'Achat - Allotissement	
Volume I	**Interfaces**		
	Note interfaces		APS_4468C_TRAB_GEN_D8000_NOT_150000_A
	Matrice des interfaces: conception et réalisation		APS_4468C_TRAB_GEN_D8000_TAB_150001_A
	Tableau de suivi des interfaces identifiés	Tableau sur sharepoint avec MOE TRR Ligne	
	Fiche d'interface type (exemple OA1530)		APS_4468C_TRAB_GEN_D8000_FII_153001_A
	Projets connexes		APS_4468C_TRAB_GEN_D8000_PIL_150004_A
	Plan des interfaces selon ouvrage		APS_4468C_TRAB_GEN_D8000_PIL_150005_A

Fig. 33 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026).

Volume J	Plans de référence		
J-1	Plans généraux: plan général de la ligne		
	Plan graphique avec identification des projets en interface; Plan géoréférencé aux couches successives	informations se trouvant par ouvrage sur les plans du J-3	selon J-3
	Proposer une implantation topographique et altimétrique des principaux ouvrages		
	Logique globale d'aménagement, composition générale en plan et en volume, intégration des éléments du programme dans le projet d'ensemble		
J-2	Plan de masse / Plan d'implantation		
	Plan masse OA1530 (version APD OA1))	Plan de masse; Plan topographqiue	APD_4468B_TRA_ARC_T4110_PIM_100001_A
	Plan masse OA1531-OA1532		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153101_B
	Plan masse OA1533 (version APD)		APD_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153301_A
	Plan masse OA1534		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153401_A
	Plan masse OA1535		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153401_A
	Plan masse OA1537		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153701_A
	Plan masse OA1538		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153801_A
	Plan masse OA1541		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_153801_A
	Plan masse OA1542		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PIM_154201_B
J-3	Plan, coupe, élévation / plan de géométrie		
	Plan, coupe, élévation OA1530 (version APD OA1)	APD terminé - reprise éventuelle selon codification	APD_4468B_TRA_ARC_T4110_PGE_100001_A
	Plan, coupe, élévation OA1531-OA1532	Coupes transversales et longitudinales par ouvrage Plans des principes des fondations, de la structure et de l'ensemble des ouvrages de GO Profils en long de l'assise en travers au niveau des principaux points caractéristiques Vues en plan et coupes longitudinales Plans architecturaux définissant les emprises	APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153101_B
	Plan, coupe, élévation OA1533		APD_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153301_A
	Plan, coupe, élévation OA1534		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153401_A
	Plan, coupe, élévation OA1535		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153501_A
	Plan, coupe, élévation OA1537		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A
	Plan, coupe, élévation OA1538		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153801_A
	Plan, coupe, élévation OA1541		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154101_A
	Plan, coupe, élévation OA1542		APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154201_B
J-4	Plans réseaux		
	Vue en plan des réseaux existants		à clarifier
	Vues en plan des réseaux projet et réseaux à dévoyer		à clarifier
J-5	Coupes d'aménagement		
	Plans ou schémas de principe des principaux équipements avec leur pré dimensionnement	contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
	Vue en plan des aménagements de surface	informations se trouvant par ouvrage sur les plans du J-3	selon J-3
J-6	Plans des flux		
	Plans pour mettre en évidence les liaisons et flux multimodaux	contenu dans note de synthèse	APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A
J-7	Plans du foncier		
	plans des acquisitions foncières et emprises nécessaires en phase travaux	document établi par TR-Ligne	
	plan de domanialité et gestion des espaces	document établi par TR-Ligne	

Fig. 34 : Table des matières de l'APS OA et intitulé des différents documents (APS OA, 10/09/2026).

3.4.1 Planning et phasage des travaux

Tracé initial

Comme déjà décrit au chapitre 3.2.1, le tronçon tram rapide 1 aura une longueur totale d'environ 10,1 km et sera équipé de 3 stations localisées à Leudelange, Pontpierre et Foetz (voir Fig. 11 et Fig. 12).

La zone d'intervention des travaux comprend les aménagements de l'ensemble de l'emprise prévue. L'implantation du tram, des stations et des équipements associés impliquent donc la déviation de réseaux enterrés et de certaines émergences, ainsi qu'un positionnement adapté des nouveaux réseaux. Ce point est détaillé dans le chapitre 3.4.2 suivant.

Le planning des travaux disponible dans l'APS ligne, Vol. E, APS_4469A_TR_GEN_D4550_PLG_000001_A#PlanningTramRapide) a été élaboré en considérant l'ensemble des travaux, qu'il s'agisse de ceux propres à la ligne de tramway que ceux dépendant de la réalisation des ouvrages d'art.

Le tronçon tram rapide 1 sera également équipé de 4 sous-stations de traction (SST), dont l'objectif est de permettre l'alimentation électrique du dispositif LAC (Ligne aérienne de Contact). Elles seront localisées dans le périmètre du CRM Sud (bigroupe), à la station de Leudelange (PK 61 / monogroupe), à proximité de la station-service Sud de Pontpierre (PK 164 / bigroupe) et enfin à la station de Foetz (PK 261 / monogroupe). La première SST mentionnée fera cependant partie des autorisations liées au CRM et non à celle du tram rapide.

Pour la réalisation de ces travaux, plusieurs zones d'installation de chantier ont été définies. Les plus importantes en termes de taille seront celles en lien avec la réalisation de la ligne.

Elles seront au nombre de 6 :

- Au droit du futur CRM Cloche d'Or, sur une surface de 2.880 m^2 environ,
- Au droit de la jonction entre la N4 et l'autoroute A4, sur une surface de 16.000 m^2 environ,
- Au droit de la future station de Leudelange, sur une surface de 17.200 m^2 environ,
- Au droit du croisement rue de Bettembourg / autoroute A4, sur une surface de 5.880 m^2 environ,
- A l'entrée de Pontpierre, le long de la rue d'Europe, sur une surface d'environ 11.700 m^2,
- A l'entrée de la zone commerciale de Foetz, sur une surface de 18.800 m^2 environ.

Il est également prévu d'autres zones d'installation de chantier, pour la réalisation des ouvrages cette fois-ci. Elles seront au nombre de 4 :

- Pour l'ouvrage OA1 : le long de la route d'Esch, sur une surface d'environ 14.900 m^2,
- Pour les ouvrages OA2 et OA3 : zone mutualisée avec la zone 4 des travaux de la ligne,
- Pour les ouvrages OA4, OA5 et OA6 : entre l'autoroute A4 et le CR169 au droit de l'échangeur de Leudelange Sud,
- Pour les ouvrages OA7, OA8 et OA9 : entre les rues d'Europe, de Schifflange, la Grand-Rue et la Mess à Pontpierre.

L'ensemble des zones d'installations de chantier est représenté sur les Fig. 35 à Fig. 37. L'ensemble de ces zones sont prévues de manière stratégique pour avoir un accès rapide aux différentes infrastructures routières existantes (Route d'Esch, différentes voies agricoles, Rue de l'Europe à Pontpierre, Grand-Rue à Pontpierre) pour réduire l'emprise sur des espaces naturels.

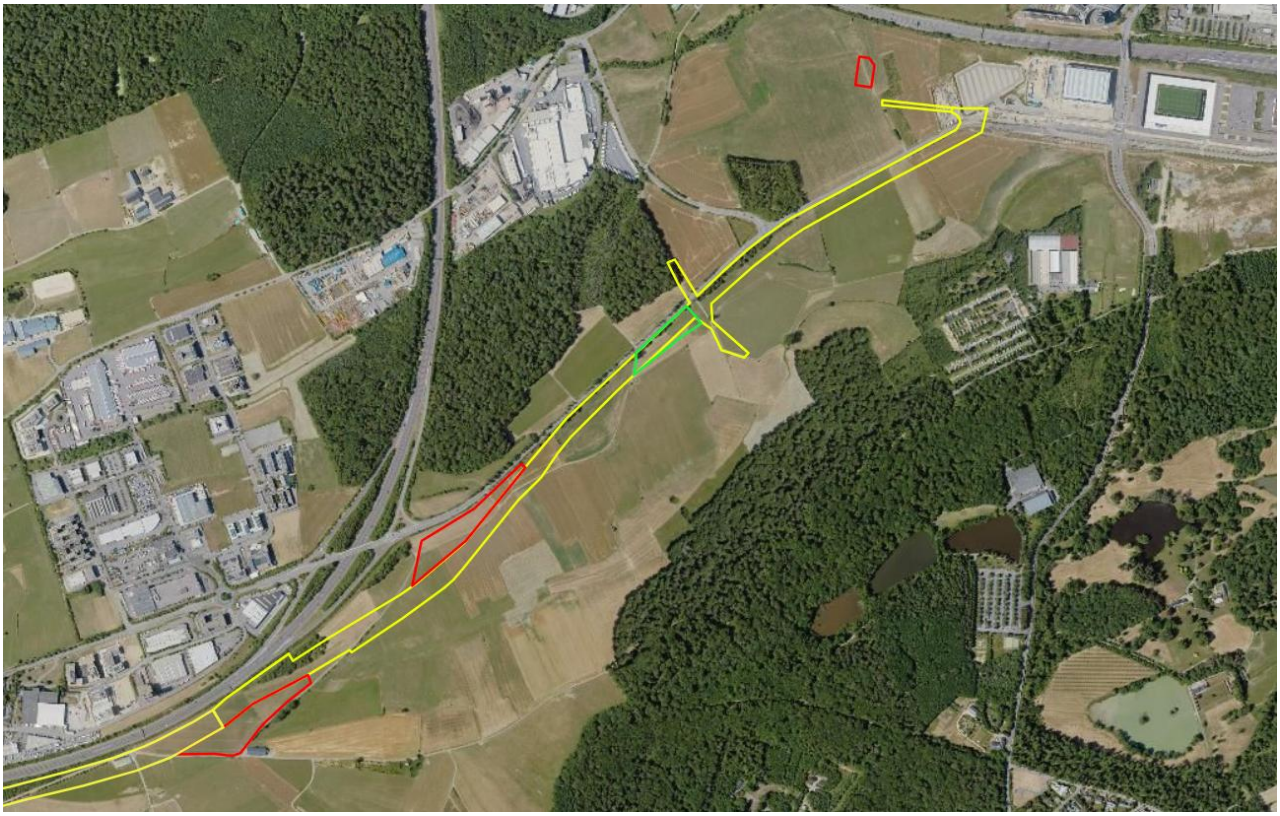


Fig. 35 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie Nord du tracé (LSC360, 2025).



Fig. 36 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie centrale du tracé (LSC360, 2025).



Fig. 37 : Localisation des installations de chantier Ligne (en rouge) et Ouvrages (en vert) – partie Sud du tracé (LSC360, 2025).

Le début des travaux du tronçon tram rapide 1 est prévu pour le second trimestre (avril) 2026, pour une durée de 27 mois jusqu'à la mise en service de la section TR1 et de 55 mois jusqu'à la mise en service de l'ensemble du linéaire, en octobre 2030.

Au stade APS, une durée de 3 mois pour la réalisation d'une station et de 8 mois pour la réalisation d'une SST enterrée ont été estimés.

Des locaux provisoires en préfabriqués, pour les conducteurs LUXTRAM, seront mis en place au droit des terminus provisoires aux stations Leudelange et Foetz.

Il convient de noter que LUXTRAM est dépendant des travaux d'aménagement des Ponts & Chaussées relatifs au carrefour entre le boulevard de Cessange et la N4 à hauteur de l'actuelle rue Roudebësch. Si des retards venaient à affecter le planning de cette opération, celui de LUXTRAM serait impacté d'autant.

Un débranchement depuis le tronçon D en exploitation, avec la réalisation des massifs LAC et des sectionnements électriques sont nécessaires pour l'électrification du tronçon Tram Rapide 1.

Il sera réalisé en Té au niveau de la connexion du tronçon D en exploitation vers le futur CRM de Cloche d'Or.

Ce débranchement est réalisé :

- En un débranchement Est (côte CRM Cloche d'Or) qui est électrifié par Ligne Aérienne de contact simple sur chacune des deux voies.
- En un débranchement Ouest (côte ligne actuelle) qui est électrifié par caténaire directement prévu pour le tram rapide sur chacune des deux voies.

Selon les possibilités au moment de la phase travaux, des phasages spécifiques pourront être définis afin de garantir un service minimum de circulation, d'accessibilité riveraine / commerce. De tels arrangements pourraient modifier la durée totale de la phase des travaux.



Fig. 38 : Illustration des mesures de génie civil et de la pose des rails au niveau du tronçon E (LSC360, 2024).

Sous la plate-forme du tramway, il ne doit pas y avoir d'infrastructures et d'installations techniques qui rendraient la ligne de tramway impraticable en cas de pannes ou de travaux d'entretien.

Il s'ensuit que toutes les conduites d'alimentation et d'évacuation situées dans la zone du tracé du tramway doivent être conçues de manière à ce qu'aucune installation ne se trouve longitudinalement sous les voies et que tous les croisements nécessaires soient conçus de manière à être accessibles sans gêner la circulation du tramway.

De la même manière, tous les réseaux existants situés dans l'emprise du corridor multimodal doivent être relevés avec précision et, le cas échéant, déviés. Les équipes de maitrise d'œuvre ont contacté l'ensemble des concessionnaires impliqués afin d'obtenir toutes les informations nécessaires. Malheureusement, certains réseaux n'ont jamais été répertoriés et plusieurs concessionnaires effectuent actuellement des relevés.

La réalisation des travaux de déviations de réseaux se fera en deux phases : une première phase durera environ 2 ans (avril 2026 – avril 2028) et accompagnera la première partie du projet (Cloche d'Or – Leudelange) alors qu'une seconde aura lieu d'avril 2027 à janvier 2030 et portera sur la seconde partie du tracé (Leudelange – Foetz).

Concernant les ouvrages d'art, un phasage et un planning détaillé sont disponibles. Le détail par ouvrage d'art est repris dans la suite du document. Les informations proviennent de la note APS_4468C_TRO_GEN_D4550_NOT_100001_A (APS OA, Vol. D, 2025).

Ouvrage d'art 1

Les plans de phasage des travaux à l'OA1 sont repris au document APS_4468C__TRA_GEN_D4550_PHA_101000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux de l'OA1 (passerelle) sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 1 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 2 mois pour la réalisation des fondations
- 1 semaine pour la mise en place des colonnes métalliques
- 2 mois pour le montage et l'assemblage de la structure métallique
- 2 mois pour les travaux de talutage et des finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 9 mois et ils seraient à prester à partir d'août 2026.

Ouvrage d'art 2

Les plans de phasage des travaux à l'OA2 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_102000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA2 sont estimées à :

- 1 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 3 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondations et des dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 semaine pour le décoffrage
- 1 mois pour le talutage
- 2 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 11 mois et ils seraient à prester à partir d'avril 2027 et ceci idéalement en parallèle aux travaux à l'OA3.

Ouvrage d'art 3

Les plans de phasage des travaux à l'OA3 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_103000 (APS OA, Vol. D, 2025)

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA3 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 3 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 semaine pour le décoffrage
- 6 semaines pour le talutage
- 2 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 13 mois et ils seraient à prester à partir d'avril 2027 et ceci idéalement en parallèle aux travaux à l'OA2.

Ouvrage d'art 4

Les plans de phasage des travaux à l'OA4 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_104000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA4 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 6 semaines pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 1 mois pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 2 semaines pour le décoffrage
- 2 mois pour le talutage
- 2 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 14 mois et ils seraient à prester à partir d'aout 2027.

Ouvrage d'art 5

Les plans de phasage des travaux à l'OA5 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_105000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA5 sont estimées à :

- 6 semaines pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 1 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage

- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 semaine pour le décoffrage
- 1 mois pour le talutage
- 3 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 13 mois et ils seraient à prester à partir d'octobre 2027.

Ouvrage d'art 6

Les plans de phasage des travaux à l'OA6 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_106000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA6 sont estimées à :

- 1 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 1 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 semaine pour le décoffrage
- 1 mois pour le talutage
- 2 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 13 mois et ils seraient à prester à partir de décembre 2027.

Ouvrage d'art 7

Les plans de phasage des travaux à l'OA7 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_107000 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA7 sont estimées à :

- 3 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 10 semaines pour la réalisation des pieux de fondation
- 10 semaines pour la réalisation poutres et massifs de fondation et les dalles flottantes
- 7 semaines pour la réalisation des piles
- 6 semaines pour le coffrage
- 6 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 mois pour le décoffrage
- 6 semaines pour le talutage
- 5 mois pour les finitions et la construction de la station

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 25 mois et ils seraient à prester à partir de juillet 2027.

Ouvrage d'art 8

Les plans de phasage des travaux à l'OA8 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_108900 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA8 sont estimées à :

- 6 semaines pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 6 semaines pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 2 semaines pour le décoffrage
- 6 semaines pour le talutage
- 3 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 13 mois et ils seraient à réaliser à partir de juillet 2028 et ceci idéalement en parallèle aux travaux à l'OA9.

Ouvrage d'art 9

Les plans de phasage des travaux à l'OA9 sont repris au document APS_4468C__TRB_GEN_D4550_PHA_108900 (APS OA, Vol. D, 2025).

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA9 sont estimées à :

- 6 semaines pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 6 semaines pour la réalisation des pieux de fondation
- 3 mois pour la réalisation des poutres de fondation et dalles flottantes
- 2 semaines pour le coffrage
- 2 mois pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 2 semaines pour le décoffrage
- 6 semaines pour le talutage
- 3 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 13 mois et ils seraient à réaliser à partir de juillet 2028 et ceci idéalement en parallèle aux travaux à l'OA8.

En fonction des méthodes ou de l'organisation des travaux de construction, différents impacts environnementaux peuvent en résulter. Des impacts négatifs supplémentaires pourraient être déclenchés par le travail de nuit ou l'éclairage du site de construction.

Le travail de nuit n'est néanmoins pas envisagé entre 22h00 et 6h00. Les heures de travail standard envisagées pour les travaux de construction commenceront à 7h00 et se termineront à 17h00, avec une flexibilité et une extension de ces heures à accorder aux entrepreneurs. Néanmoins, des travaux de nuit ne sont pas à exclure et peuvent s'avérer nécessaires, par exemple pour les corps de métiers qui ont pris du retard dans le calendrier de l'avancement des travaux ou pour limiter l'impact sur le trafic routier. Toutefois, ces situations sont exceptionnelles. Dans l'intérêt de la gestion du temps de construction et des coûts plus élevés liés aux travaux de nuit, LUXTRAM S.A. limitera ces situations exceptionnelles au minimum nécessaire.

Tracé optimisé

Certaines rectifications ont été apportées au planning et au phasage des travaux dans le cadre de l'optimisation du projet. Ainsi, le tronçon tram rapide 1 aura une longueur totale d'environ 10,5 km avec les modifications de tracé (voir Fig. 11 et Fig. 12).

Le planning des travaux disponible à l'annexe 07 (APS ligne, Vol. E, APS_4469A_TR_GEN_D4550_PLG_000001_D Planning Tram Rapide AB) a été élaboré en considérant l'ensemble des travaux, qu'il s'agisse de ceux propres à la ligne de tramway que ceux dépendant de la réalisation des ouvrages d'art.

Pour la réalisation de ces travaux, plusieurs zones d'installation de chantier ont été redéfinies. Les plus importantes en termes de taille seront celles en lien avec la réalisation de la ligne.

Elles seront au nombre de 10 :

- Le long de la N4, au droit de la passerelle (ouvrage OA1530), sur une surface de 5.375 m^2,
- Au droit de la jonction N4 / A4, au pied de l'ouvrage OA1531, sur une surface de 7.507 m^2,
- Au droit du futur pôle de mobilité de la station de Leudelange, sur une surface de 5.400 m^2,
- Au droit de la rue Al Stroos à Leudelange (ouvrage OA1533), sur une surface de 6.300 m^2,
- Dans le futur échangeur de Leudelange Centre, sur une surface de 12.000 m^2,
- A l'entrée de Pontpierre, le long de la rue d'Europe, sur une surface de 23.800 m^2,
- En bordure Nord de l'A4, une zone de stockage pour les ouvrages OA1538 et OA1541 d'une surface de 3.868 m^2,
- A Pontpierre, entre l'A4 et la rue de Schifflange, une zone de stockage pour l'ouvrage OA1541 d'une surface de 10.110 m^2,
- À la proximité du château d'eau de Foetz, sur une surface de 15.000 m^2,
- Au droit du futur pôle de mobilité de la station de Foetz, sur une surface de 15.335 m^2.

L'ensemble des zones d'installations de chantier est représenté sur les plans généraux de la ligne (Vol. J-3, APS_4469B_TRAB_INF_T3311_PLA_000001_D). L'ensemble de ces zones sont prévues de manière stratégique pour avoir un accès rapide aux différentes infrastructures routières existantes (Route d'Esch, différentes voies agricoles, Rue de l'Europe à Pontpierre, Grand-Rue à Pontpierre) pour réduire l'emprise sur des espaces naturels. L'accès aux zones d'installation de chantier est représenté avec des flèches noires sur le plan figurant à l'annexe 09. Notons que pour toute autre information concernant le projet, il convient de se referrer aux plans disponibles dans l'APS, le fond de plan n'étant pas la dernière version.

Le début des travaux de la ligne du tram rapide 1 est prévu après les congés collectifs de l'année 2028 (septembre), pour une durée de 36 mois jusqu'à la mise en service en septembre 2031. Les travaux de l'OA1531 sont envisagés dès décembre 2027.

Il convient de noter qu'outre les travaux au droit du carrefour RN4/rue Roudebësch, LUXTRAM est dépendant des travaux d'aménagement de plusieurs ouvrages sous maitrise d'ouvrage des Ponts & Chaussées :

- L'ouvrage OA1536 : une trémie couverte supportant un passage à faune et permettant le transit du tram et du *Veloexpresswee,*

- L'ouvrage OA1539 : une passerelle permettant au *Veloexpresswee* de franchir la N13,
- L'ouvrage OA1540 : une passerelle permettant au *Veloexpresswee* de franchir la Mess.

Au stade APS, la durée de réalisation des stations a été évaluée. Celle-ci dépend fortement des caractéristiques des ouvrages qui vont les accueillir. Ainsi la station Leudelange sera réalisée en 7 mois environ, celle de Pontpierre en 5 mois et celle de Foetz en 4 mois environ.

La réalisation d'une SST enterrée a été estimée à 8 mois.

Un débranchement depuis le tronçon D en exploitation, avec la réalisation des massifs LAC et des sectionnements électriques sont nécessaires pour l'électrification du tronçon Tram Rapide 1.

Il sera réalisé en Té au niveau de la connexion du tronçon D en exploitation vers le futur CRM de Cloche d'Or.

Ce débranchement est réalisé :

- En un débranchement Est (côte CRM Cloche d'Or) qui est électrifié par Ligne Aérienne de contact simple sur chacune des deux voies.
- En un débranchement Ouest (côte ligne actuelle) qui est électrifié par caténaire directement prévu pour le tram rapide sur chacune des deux voies.

Selon les possibilités au moment de la phase travaux, des phasages spécifiques pourront être définis afin de garantir un service minimum de circulation, d'accessibilité riveraine / commerce. De tels arrangements pourraient modifier la durée totale de la phase des travaux.

En ce qui concerne les travaux de déviation des réseaux, le planning a également été revu : la première phase de ces travaux (Cloche d'Or – Leudelange) sera réalisée entre janvier 2029 et octobre 2030 soit sur 22 mois alors que la seconde phase (Leudelange – Foetz) s'étendra sur près de 2 ans de novembre 2028 à octobre 2030.

Concernant les ouvrages d'art, un phasage et un planning détaillé sont disponibles. Le détail par ouvrage d'art est repris dans la suite du document. Les informations proviennent de la note « Phasages APS TRAB pour TR-Ligne 260520 »).

Ouvrage d'art 1530

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux de l'OA1530 (passerelle) sont estimées à :

- 7 mois pour la fabrication de la structure en atelier
- 1,5 mois pour les déviations de réseaux
- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 1 mois pour la réalisation des pieux de fondation
- 2 mois pour la réalisation des fondations
- 1 semaine pour la mise en place des colonnes métalliques
- 2 mois pour le montage et l'assemblage de la structure métallique
- 2 mois pour les travaux de talutage et des finitions

La durée des travaux est donc de 11,5 mois et à prester à partir d'avril 2029.

Ouvrage d'art 1531

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1531 sont estimées à :

- 16 mois pour la fabrication de la structure en atelier
- 3 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 5 mois pour la réalisation des pieux et poutres de fondations et des dalles flottantes
- 5 mois pour les piles
- 10 mois pour montage et assemblage de la structure métallique
- 2 mois pour le talutage
- 6 mois pour les finitions et la station

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 30 mois et ils seraient à prester à partir de janvier 2028.

Ouvrage d'art 1533

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1533 sont estimées à :

- 7 mois pour la fabrication de la structure en atelier
- 3 mois pour les déviations de réseaux, l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 3 mois pour la réalisation des pieux de fondation, les fondations et pour la mise en place des colonnes métalliques
- 2 mois pour le montage et l'assemblage de la structure métallique
- 3 mois pour les travaux de talutage et des finitions

La durée des travaux est donc de 11 mois. Ils seraient à prester à partir d'avril 2029.

Ouvrage d'art 1534

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1534 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 4 mois pour la réalisation des pieux de fondation, des poutres de fondation et dalles flottantes
- 3 mois pour le coffrage et la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 1 semaine pour le décoffrage
- 2 mois pour le talutage
- 3 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 14 mois et ils seraient à prester à partir de mars 2029.

Ouvrage d'art 1535

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1535 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 5 mois pour la réalisation des pieux de fondation, des poutres de fondation et dalles flottantes
- 3 mois pour le coffrage et pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage)
- 2 semaines pour le décoffrage
- 2 mois pour le talutage
- 3 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 14 mois et ils seraient à prester à partir de novembre 2028.

Ouvrage d'art 1537

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1537 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 2 mois pour la réalisation des pieux de fondation, des poutres de fondation et dalles flottantes
- 3 mois pour le coffrage, pour la réalisation du DECK (ferraillage et bétonnage) et pour le décoffrage
- 1 mois pour le talutage
- 2 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 10 mois et ils seraient à prester à partir de janvier 2028.

Ouvrage d'art 1538

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1538 sont estimées à :

- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 5 mois pour la préparation du demi-ouvrage « Nord A4 »
- 5 mois pour la préparation du demi-ouvrage « Sud A4 »
- 1 mois pour les finitions

La durée des travaux s'étalerait donc sur 11 à 13 mois et ils seraient à prester à partir d'avril 2028.

Ouvrage d'art 1541

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1541 sont estimées à :

- 10 mois pour la fabrication de la structure en atelier
- 3 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 4 mois pour la réalisation des pieux et poutres de fondations et des dalles flottantes
- 4 mois pour les piles
- 6 mois pour montage et assemblage de la structure métallique
- 2 mois pour le talutage
- 5 mois pour les finitions et la station

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 23 mois et ils seraient à prester à partir de juillet 2028.

Ouvrage d'art 1542

Au stade APS, les durées des différentes phases des travaux à l'OA1542 sont estimées à :

- 10 mois pour la fabrication de la structure en atelier
- 2 mois pour l'installation de chantier et la réalisation de la plateforme de travail
- 3 mois pour la réalisation des pieux et poutres de fondations et des dalles flottantes
- 3 mois pour les piles
- 4 mois pour montage et assemblage de la structure métallique
- 2 mois pour le talutage
- 5 mois pour les finitions et la station

La durée des travaux s'étalerait donc sur environ 19 mois et ils seraient à prester à partir de février 2028.

En fonction des méthodes ou de l'organisation des travaux de construction, différents impacts environnementaux peuvent en résulter. Des impacts négatifs supplémentaires pourraient être déclenchés par le travail de nuit ou l'éclairage du site de construction.

Le travail de nuit n'est néanmoins pas envisagé entre 22h00 et 6h00. Les heures de travail standard envisagées pour les travaux de construction commenceront à 7h00 et se termineront à 17h00, avec une flexibilité et une extension de ces heures à accorder aux entrepreneurs. Néanmoins, des travaux de nuit ne sont pas à exclure et peuvent s'avérer nécessaires, par exemple pour les corps de métiers qui ont pris du retard dans le calendrier de l'avancement des travaux. Toutefois, ces situations sont exceptionnelles. Dans l'intérêt de la gestion du temps de construction et des coûts plus élevés liés aux travaux de nuit, LUXTRAM S.A. limitera ces situations exceptionnelles au minimum nécessaire.

3.4.2 Acquisition foncière et déviation des réseaux

Tracé initial

Le périmètre du projet d'aménagement a été défini en tenant compte des besoins fonciers de ce dernier, des infrastructures existantes et des projets voisins (voir chap. 8.2).

Il en résulte un impact sur le foncier nécessitant de procéder à des acquisitions conséquentes auprès des différents propriétaires : l'état à hauteur de 733 ares, les communes à hauteur de 93 ares et enfin les privés pour plus de 1.907 ares.

Les plans des acquisitions foncières de la ligne sont disponibles dans l'APS ligne, Volume C1-1, 2025.

En parallèle, le maitre d'ouvrage va devoir négocier l'occupation temporaire de terrains supplémentaires dédiés aux différentes installations de chantier, auprès de l'Etat (129 ares) et des privés (528 ares).

Une fois ces acquisitions finalisées, la construction de la plateforme du tram, des stations et des équipements associés va nécessiter la démolition des bâtiments et la déviation des réseaux enterrés et de certaines émergences identifiées sur le tracé.

En ce qui concerne les démolitions, une plateforme agricole, 3 maisons appartenant à l'état, 2 maisons privées et 5 abris de jardin seront concernés.

Pour ce qui est des déviations de réseaux, le volume C1.2 de l'APS ligne (APS_4469B_TR_INF_T2100_NOT_000001_A#NoteDeviationsReseaux) décrit d'une manière générale les principes retenus :

Les réseaux secs :

- Les traversées de gaines perpendiculaires au corridor peuvent rester à leur emplacement existant si le recouvrement est suffisant. Le recouvrement est dépendant du type de pose de la voie ferrée,
- Les gaines actuellement posées longitudinalement sous le corridor seront déplacées hors de celui-ci et repositionnées de préférence en pieds de talus
- Les gaines posées longitudinalement entre l'autoroute A4 et le GLO seront également sorties du corridor.

Les réseaux multitubulaires :

- Les multitubulaires seront posés prioritairement au pied du talus ou si besoin sous la piste cyclable.

Les réseaux humides :

- Dans la mesure des possibilités techniques, les conduites en acier ou en fonte projetées (eau et gaz) à proximité du tracé du tram seront en PEHD. Ainsi les éventuels courants vagabonds n'auront pas d'impact sur ses conduites.
- Les traversées sous GLO (eau, gaz, CHU) sont protégées par un fourreau. Ceci permettra l'extraction et le remplacement des conduites au besoin.

- Les réseaux longitudinaux (eau, gaz, canal, chauffage urbain CHU) sont déviés en dehors de l'emprise GLO et placés en pieds de talus et exceptionnellement dans la piste cyclable par exemple le chauffage urbain.

Les réseaux pour le tram :

- Les réseaux multitubulaire tram sont posés dans l'emprise du tram (entre clôture du corridor Tram)
- Le multitubulaires Creos Tram est posé dans la piste cyclable express sauf dans l'approche de l'arrêt Pontpierre ou la piste cyclable est déviée sur la route de l'Europe ou le multitubulaire sera aussi placé dans l'emprise du tram.

Les réseaux d'éclairage :

- Étant donné que les mâts d'éclairage sont alignés avec les mâts caténaires, le réseau d'éclairage, composés de deux gaines, sont posés dans l'emprise du tram (entre les clôtures du corridor tram)

L'ampleur réelle des déviations des réseaux ne sera connue qu'après avoir réceptionné la totalité des données des concessionnaires, dont certains relèvent actuellement leurs réseaux *in situ*.

Le volume J-7 de l'APS (APS_4469B_TR_INF_T2110_PRE_000010_B) présente les différents types de réseaux existants, projetés et à supprimer.

Les profils-types du volume J-8 de l'APS (APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type) représentent également la position prévue des réseaux projetés sous le corridor.

Tracé optimisé

Sur la base de la variante d'aménagement optimisée, les besoins en foncier ont été réévalués.

Les acquisitions restent conséquentes auprès des différents propriétaires : l'état à hauteur de 971 ares, les communes à hauteur de 91 ares et enfin les privés pour plus de 2.520 ares.

La liste des acquisitions foncières de la ligne sont disponibles dans l'APS ligne, Volume C1-1, APS_4469B_TAB_INF_T1110_NOT_000001_A.

En parallèle, le maitre d'ouvrage va devoir négocier l'occupation temporaire de terrains supplémentaires dédiés aux différentes installations de chantier, auprès de l'Etat (148 ares) et des privés (460 ares).

En ce qui concerne les démolitions, celles-ci sont revues à la baisse puisque seule une plateforme agricole est concernée avec cette variante.

Pour ce qui est des déviations de réseaux, le volume C1.2 de l'APS ligne (APS_4469B_TR_INF_T2100_NOT_000001_B#NoteDeviationsReseaux) décrit d'une manière générale les principes retenus qui sont identiques à ceux énumérés dans le cadre du tracé initial.

L'ampleur réelle des déviations des réseaux ne sera connue qu'après avoir réceptionné la totalité des données des concessionnaires, dont certains relèvent actuellement leurs réseaux *in situ*.

Le volume J-7 de l'APS (APS_4469B_TRAB_INF_T2110_PRE_000010_A#Synth_Rés) présente les différents types de réseaux existants, projetés et à supprimer.

Les profils-types du volume J-8 de l'APS (APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_G) représentent également la position prévue des réseaux projetés sous le corridor.

3.4.3 Installations

Tracé initial

VELOEXPRESSWEE

Le *Veloexpresswee* longera la voie du tram rapide 1 sur l'ensemble du linéaire, hormis à Pontpierre, où il empruntera la rue de l'Europe pour diminuer l'emprise foncière du projet sur les jardins des habitations (Fig. 39). Le *Veloexpresswee* est conçu de manière à se raccorder aux autres pistes cyclables existantes comme la piste cyclable du Bd. Kockelscheuer, la PC1 et la PC9 ou aux différentes routes environnantes pour rejoindre les différentes localités (Leudelange, Pontpierre, Foetz).

Le Luxembourg ne dispose pas de norme ou de règlement relatif à une « voie cycliste express ». Il existe toutefois un document du MMTP (Ministère de la Mobilité et des Travaux Publics) / Administration des Ponts et Chaussées qui énumère les lignes directrices techniques dans le cas de la construction d'un tel aménagement.

Sur cette base, une note technique relative à la piste cyclable express a été élaborée par la maitrise d'œuvre du tram rapide. Cette note est disponible dans l'APS ligne 2025 - Volume C2.2 / APS_4469B_TR_INF_T3310_NOT_000001_C#NotePisteCyclable ».

Le *Veloexpresswee* projeté sera bidirectionnel et permettra la circulation des engins d'entretien. La vitesse de dimensionnement de l'équipement est de 25 km/h.

Conformément aux dispositions du document cité précédemment, sa largeur minimale sera donc de 4,5 m et sa pente ne dépassera pas 6 %.

Son revêtement sera de type « à confort de roulement élevé » et se composera donc d'un matériau bitumineux. La couleur retenue sera le rouge.

La piste sera éclairée et balisée, en son centre pour marquer la séparation entre les sens de circulation mais aussi sur les côtés pour en marquer l'emprise.

Une maintenance régulière sera mise en place afin de nettoyer la piste, notamment car elle est ouverte à la circulation d'engins agricoles, retirer tout obstacle à la circulation et entretenir la signalisation et les divers équipements.

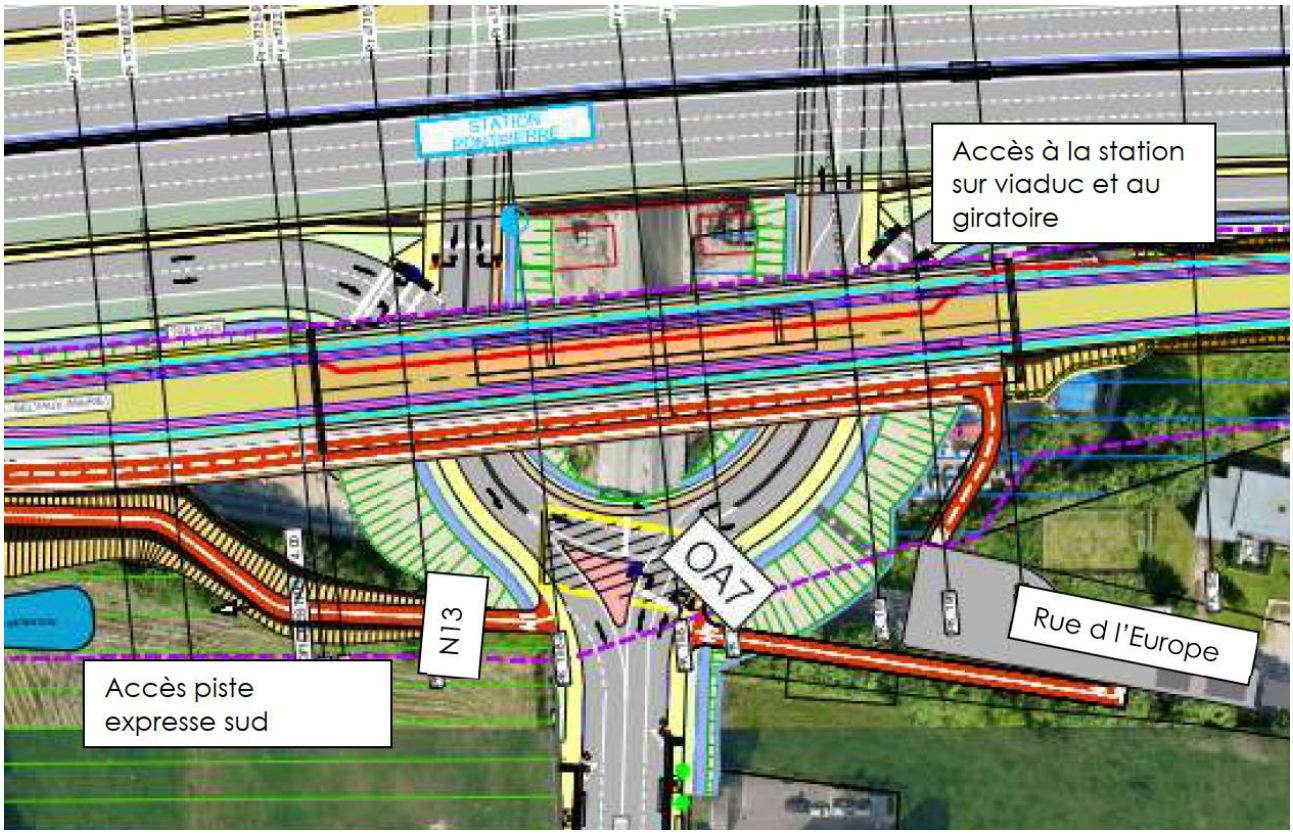


Fig. 39 : Raccordement du *Veloexpresswee* à la N13 et à la Rue de l'Europe à Pontpierre (APS ligne, Vol. C2-2b, APS_4469B_TR_INF_T3330_NOT_000005_B#RaccordementPisteExpress, 2025).

MATERIEL ROULANT URBOS®

Le matériel roulant considéré est de type CAF Urbos 100 de 9 modules (56 m).

Le modèle de tramway sélectionné est le système entièrement électrique URBOS® de l'entreprise CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, Beasáin, Espagne), qui a obtenu le contrat de livraison des véhicules lors d'une procédure d'appel d'offres public à l'échelle européenne en mai 2015 et qui est utilisé pour la ligne principale au Luxembourg actuellement en fonction.

En effet, il était expressément demandé que le modèle de tramway retenu pour le Tram rapide soit compatible avec le réseau urbain et surtout en cohérence avec les différentes autorisations qui ont été délivrées à ce dernier.

La troisième génération de la série modulaire URBOS® est considérée comme un véhicule ferroviaire très moderne, qui se caractérise notamment par une bonne accessibilité (plancher bas) et une bonne efficacité énergétique. L'alimentation électrique est assurée par des lignes aériennes (Vcc 750) dites LAC (Lignes Aériennes de Contact).

Le tramway est relié à la ligne aérienne au moyen de capteurs de courant. En raison du contact des bandes coulissantes sur la ligne aérienne, cela peut entraîner une abrasion. Pour permettre au véhicule de démarrer, il y a une batterie Ni-Cd 24Vcc sur le toit, qui est placée dans un conteneur avec un plateau inférieur pour des raisons de sécurité (par exemple en cas de perte de liquide ou de surchauffe). Des volumes plus importants de liquides transportés n'existent que dans les réservoirs du système de lave-glace (capacité de 8,3 l). Afin de réduire l'usure des boudins de roue et des rails ainsi que le bruit, un système de lubrification des boudins de roue est installé sur les essieux des roues du tramway. Grâce à ce système, le boudin est lubrifié avec des lubrifiants biodégradables. Les conteneurs correspondants ont une capacité de 3,5 litres. En fonction de l'état de la voie, les épandeurs de

sable sont également utilisés pour augmenter le frottement entre la roue et les rails (par exemple, réduction du taux de frottement et nécessité accrue d'épandre du sable dans des conditions humides). Des informations techniques plus générales sont disponibles sur le site web du CAF (CAF 2015).

Selon le constructeur, les véhicules qui seront livrés pour le tronçon Tram rapide 1 sont composés de 9 modules ce qui donne au véhicule une longueur totale de 55,911 m. En raison de la largeur de l'habitacle de 2,65 m, le nombre maximal de passagers à transporter, comme l'indique le fabricant, est de 397. La majeure partie de la carrosserie est constituée d'alliages d'aluminium légers sur profilés extrudés, complétés par des sections en acier inoxydable et hautement résistant (modules C, M et R) et des éléments en matériaux composites (module S). Selon LUXTRAM S.A., le véhicule est conforme aux normes de la norme ISO 2631:1985 et présente des valeurs de bruit très faibles.

Le constructeur souligne également que la variante d'équipement envisagée offre un confort particulièrement élevé aux passagers grâce à une accélération et un freinage progressif, une forte stabilité latérale, de grandes surfaces vitrées, des systèmes modernes d'information des passagers, une vidéosurveillance et des systèmes d'assistance d'urgence. La conception des véhicules est illustrée aux Fig. 40-Fig. 42.

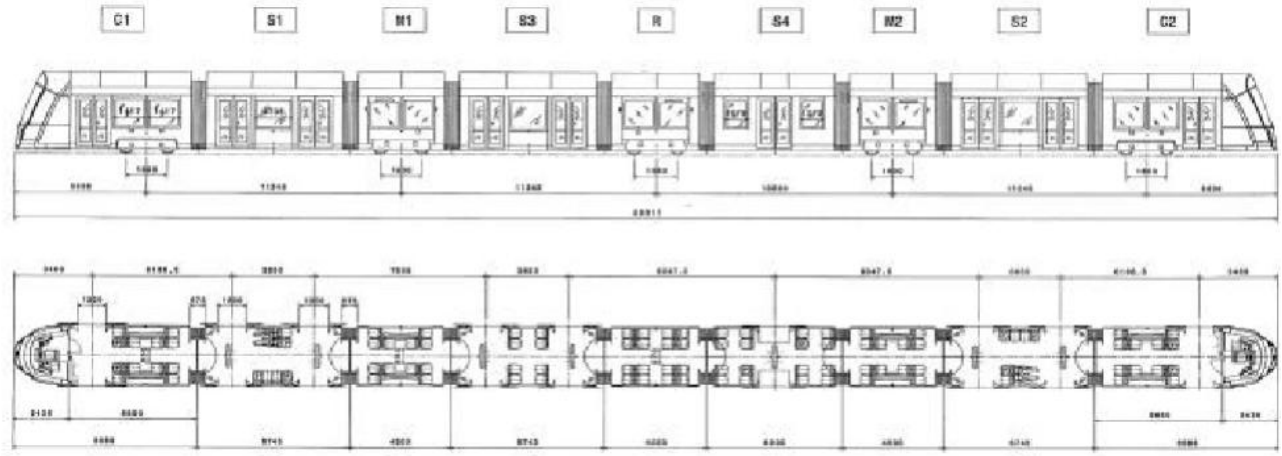


Fig. 40 : Représentation schématique du CAF Urbos 100 à 9 modules (55,9m de long).

Tab. 4 : Informations sur le dimensionnement du tram à 9 modules (source : LUXTRAM S.A.).

Description	Taille [m]
Longueur totale	55,911
Longueur Module C	8,088
Longueur Module S	6,745
Longueur Module R	4,500
Longueur Module M	4,500
Entraxe du bogie moteur	1,800
Espacement des essieux du bogie de la voiture	1,850
Largeur maximale de l'unité (carrosserie, seuils de porte exclus)	2,650
Hauteur (du rail de guidage au pantographe abaissé)	3,675
Hauteur au sol	3,500
Hauteur intérieure	2,191
Charge maximale par essieu	12 tonnes



Fig. 41 : Design extérieur du tram (LUXTRAM S.A., 2017).



Fig. 42 : Design intérieur du tram (LUXTRAM S.A., 2017).

Le tram rapide présentera exactement les mêmes caractéristiques que le tram urbain que ce soit en termes de gabarit, d'équipements (longueur et largeur des rames, accessibilité PMR, etc…) ou de caractéristiques techniques (charge maximale par essieu fixée à 12 tonnes du fait du franchissement des ouvrages d'art, alimentation électrique par ligne aérienne…).

Lorsqu'il empruntera le réseau urbain, le tram rapide respectera les conditions d'exploitation en vigueur notamment pour ce qui est de sa vitesse. Si celle-ci pourra atteindre les 80 km/h en secteur extra-urbain, elle sera semblable à celle du tram URBOS® en milieu urbain.

STATIONS

La localisation des stations est définie au Chap. 3.2.1.

Les trois stations du tronçon tram rapide (Leudelange, Pontpierre et Foetz) présentent des quais à quais latéraux (Leudelange, Foetz) et à quai central (Pontpierre), en alignement droit.

La longueur des quais est de 52 m, auxquels il faut rajouter les rampes d'accès PMR de 6 m, tandis que leur largeur minimale est de 4 m à Leudelange et Foetz et de 6 m à Pontpierre.

Il est à noter que la station de Foetz sera, dans un premier temps, en configuration provisoire avec un seul quai jusqu'à la poursuite du projet (tram rapide 2).

De manière générale, les stations seront équipées :

- de rampes d'accès aux quais des stations,

- de traversées piétonnes encadrant les quais,
- de la plateforme de station,
- de la bande de guidage et/ou d'avertissement. Cet élément identifie une information intuitive aux usagers et doit être adapté aux normes en vigueur,
- de la bordure arrière de quais. Elle constitue la limite physique arrière du quai de station. Elle assurera ainsi une transition de formes, de revêtements et de niveaux altimétriques en fonction des conditions rencontrées,
- du nez de quai. Pour des soucis de continuité le nez de quai à mettre en place sera le même déjà mis en place sur le tronçon B,
- de barrières de sécurité pour séparer le quai de station des autres flux de voirie, notamment les velos et les voitures,
- d'un affichage dynamique donnant les temps d'attente pour les prochaines rames et comportant une ligne d'information,
- d'abris et de corbeilles,
- d'équipements de sonorisation (intégrés aux mats d'éclairage et aux abris),
- d'un interphone intégré dans le mat des abris,
- de caméras,
- d'armoires techniques regroupant les équipements techniques (tableaux, répartiteurs électriques, baies de transmission fibre optique…) avec une enveloppe de couleur DB703,
- d'un éclairage spécifique,
- de miroirs de quai (chauffés).

Les Fig. 43 et Fig. 44 présentent les principes d'aménagement des stations projetées.

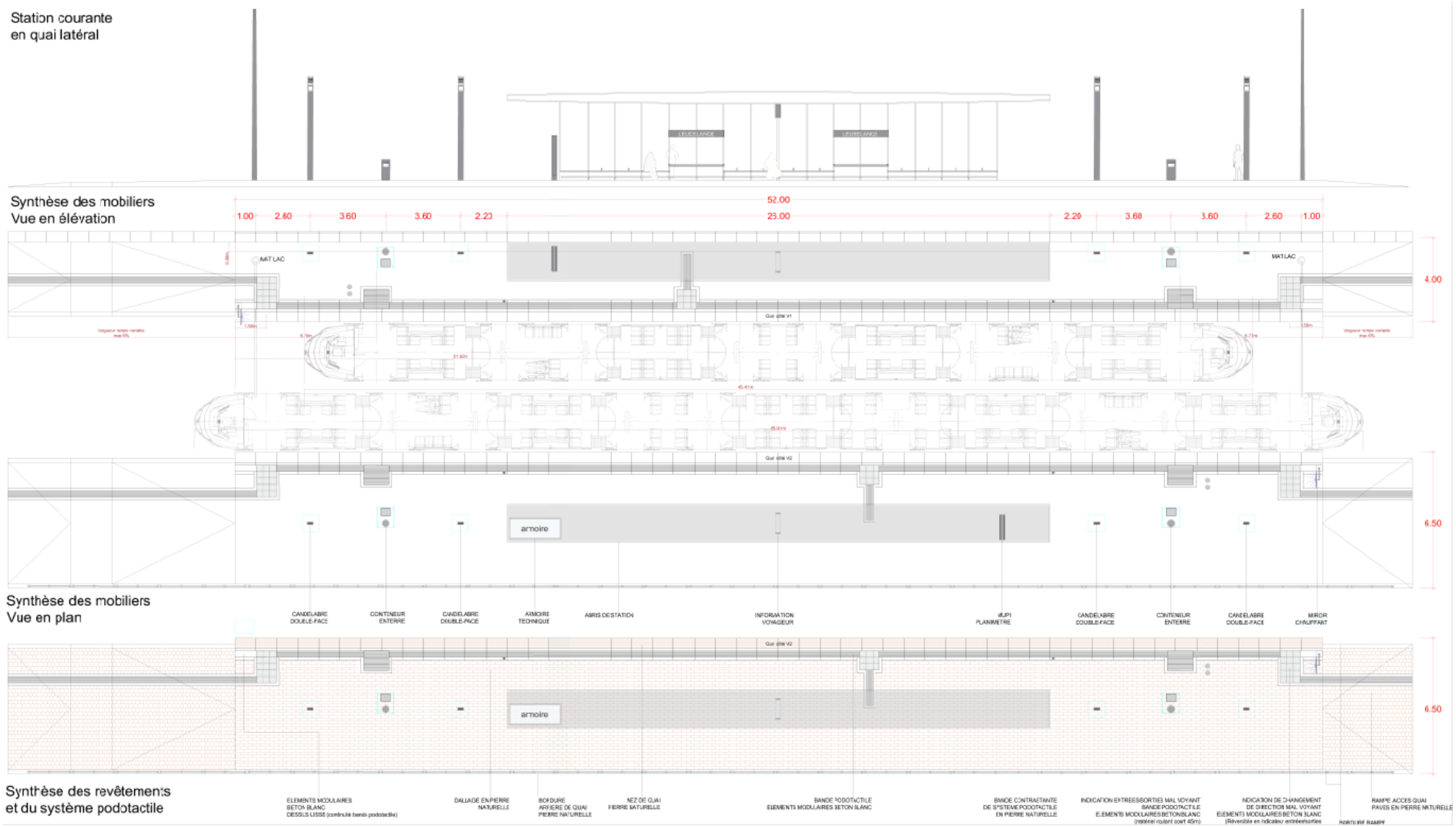


Fig. 43 : Extrait du plan d'aménagement des stations voyageurs (APS Vol. J-11 / APS_4469C_TR_ARC_T5200_PDT_004203_A#Stations, 2025).

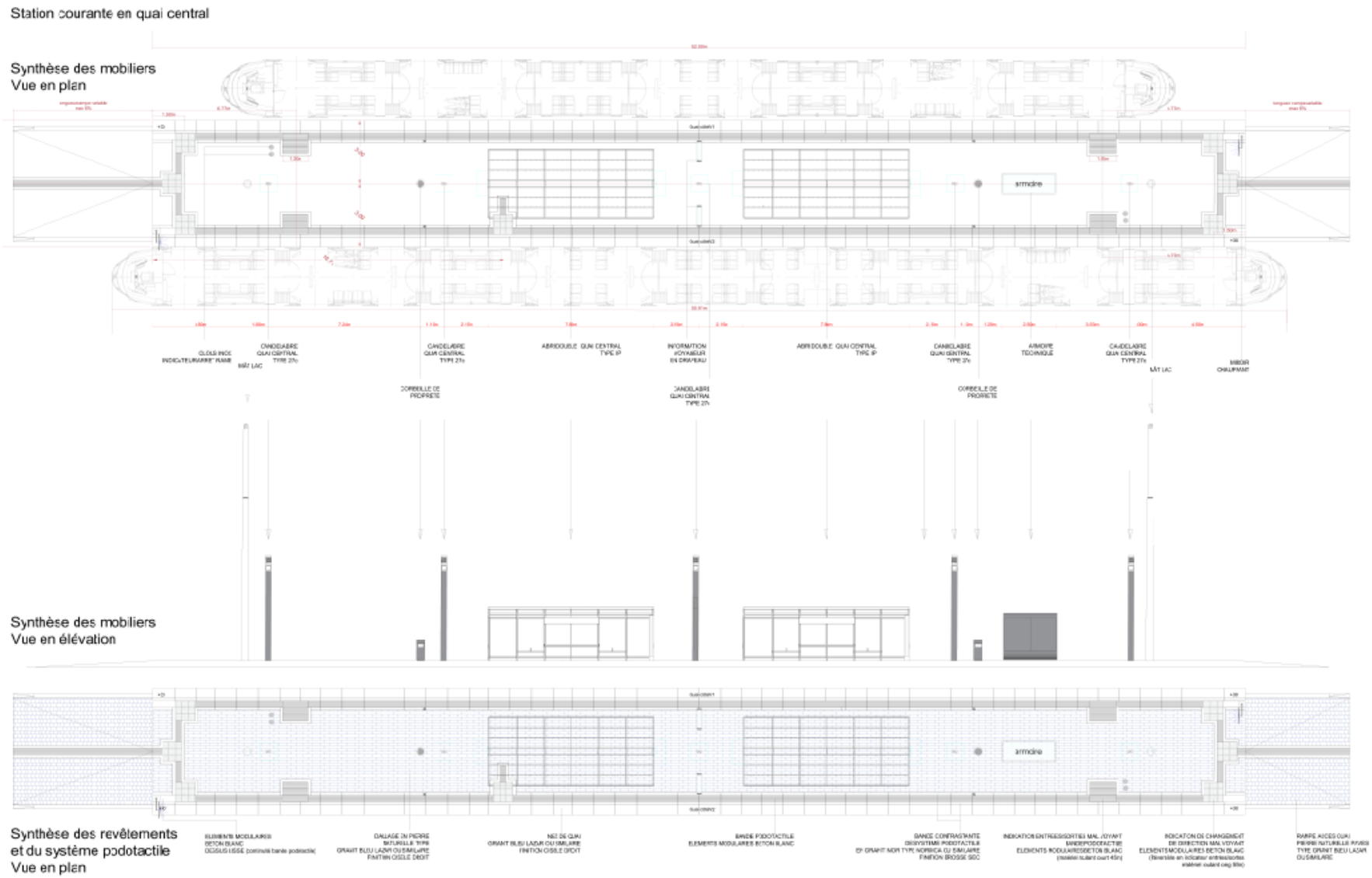


Fig. 44 : Extrait du plan d'aménagement des stations voyageurs à quai central (APS Vol. J-11 / APS_4469C_TR_ARC_T5200_PDT_004203_A#Stations, 2025).

Les plans d'aménagement et coupes-types des stations sont fournis au volume J-11 de l'APS ligne, dans le document APS_4469C_TR_ARC_T5200_PDT_004203_A#Stations.

LOCAUX CONDUCTEURS PROVISOIRES

Deux locaux conducteurs seront construits aux stations de Leudelange et de Foetz. Il s'agit de locaux provisoires qui accompagneront l'ouverture de chaque tronçon.

A l'horizon 2028, le tronçon Tram rapide 1 verra son terminus se situer à la station de Leudelange. Il y sera alors aménagé un local conducteur constitué d'un bureau, d'une cuisine et de sanitaires. Il sera constitué d'une structure mobile qui ne nécessitera que des raccordements de réseaux.

Avec le prolongement de la ligne jusqu'à la station de Foetz à l'horizon 2030, ce local ne sera plus nécessaire à la station de Leudelange et sera déplacé jusqu'à la station de Foetz.

ALIMENTATION EN ELECTRICITE

La ligne de tramway disposera sur l'ensemble de l'extension des **lignes aériennes de contact (LAC)**. La LAC est du type régularisé et elle permet d'alimenter le tramway en énergie électrique (tension 750 V courant continu).

L'extension est traitée en grande partie avec des supports latéraux avec console deux voies (Fig. 45). Les stations voyageurs seront toutefois traitées avec des supports centraux équipés de consoles une voie bilatérale (Fig. 46).

Les mâts seront de type cylindro-conique en zone urbaine et de type HE en zone inter-urbaine. Ils seront de couleur DV703 à des fins d'homogénéité avec le réseau luxembourgeois actuel et présenteront deux hauteurs : 8,50 et 10,50 m.

Les recommandations du CERTU (guide d'implantation des obstacles fixes à proximité des intersections tramway / voies routières) sont prises en compte.

Les LAC seront toutes fixées à des mâts et non à des bâtiments. Une attention particulière sera apportée à la discrétion des installations de ligne aérienne.

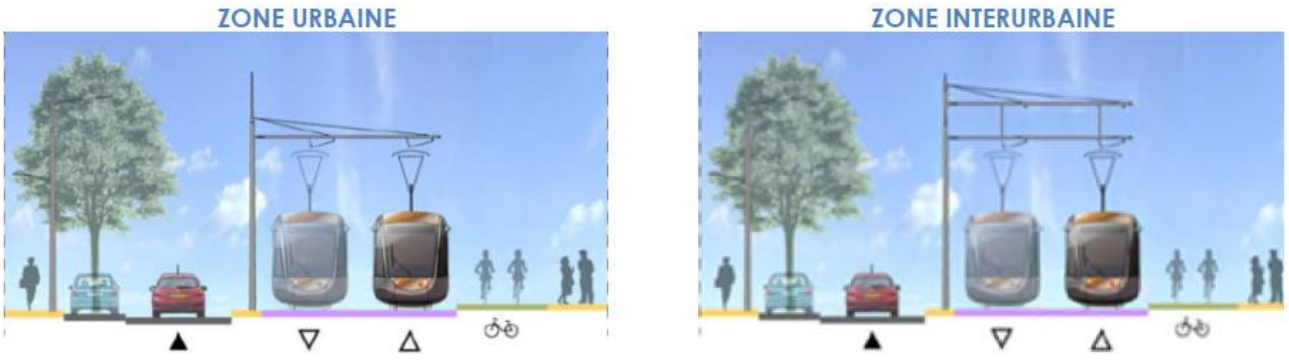


Fig. 45 : Coupe type de la ligne Tram rapide 1 hors station voyageurs (APS ligne Vol. B / APS_4469B_TR_SYS_T6200_NOT_000001_A#LigneAerienneDeContact, 2025).



Fig. 46 : Coupe type de la ligne Tram rapide 1 au droit des stations voyageurs (APS ligne vol. B / APS_4469B_TR_SYS_T6200_NOT_000001_A#LigneAerienneDeContact, 2025).

Les LAC sont alimentées par le biais d'une **Sous-Station de Traction (SST)**. Ces dernières sont des équipements permettant de faire l'interface entre le réseau haute tension A local et le réseau continu distribué pour l'exploitation de la ligne.

Pour le tronçon Tram rapide 1, il est prévu d'implanter 4 SST (Fig. 47, Fig. 48 et Fig. 49) :

- deux monogroupes à la station de Leudelange (PK 61) ainsi qu'à la station de Foetz (PK 261), de 1350 kW chacune,
- deux bi-groupe de 2700 kW, c'est-à-dire composée de deux ensembles transformateur/redresseur, à proximité de la station-service Sud de Pontpierre (PK 164) et dans le périmètre du CRM Sud. Cette dernière fera cependant partie des autorisations liées au CRM.

Les stations monogroupes présenteront les dimensions suivantes : 8,5*17 m environ alors que celles des sous-station bi-groupe seront de 7,5*19 m environ.

Toutes les sous-stations seront implantées au niveau du terrain et feront l'objet d'une intégration paysagère.

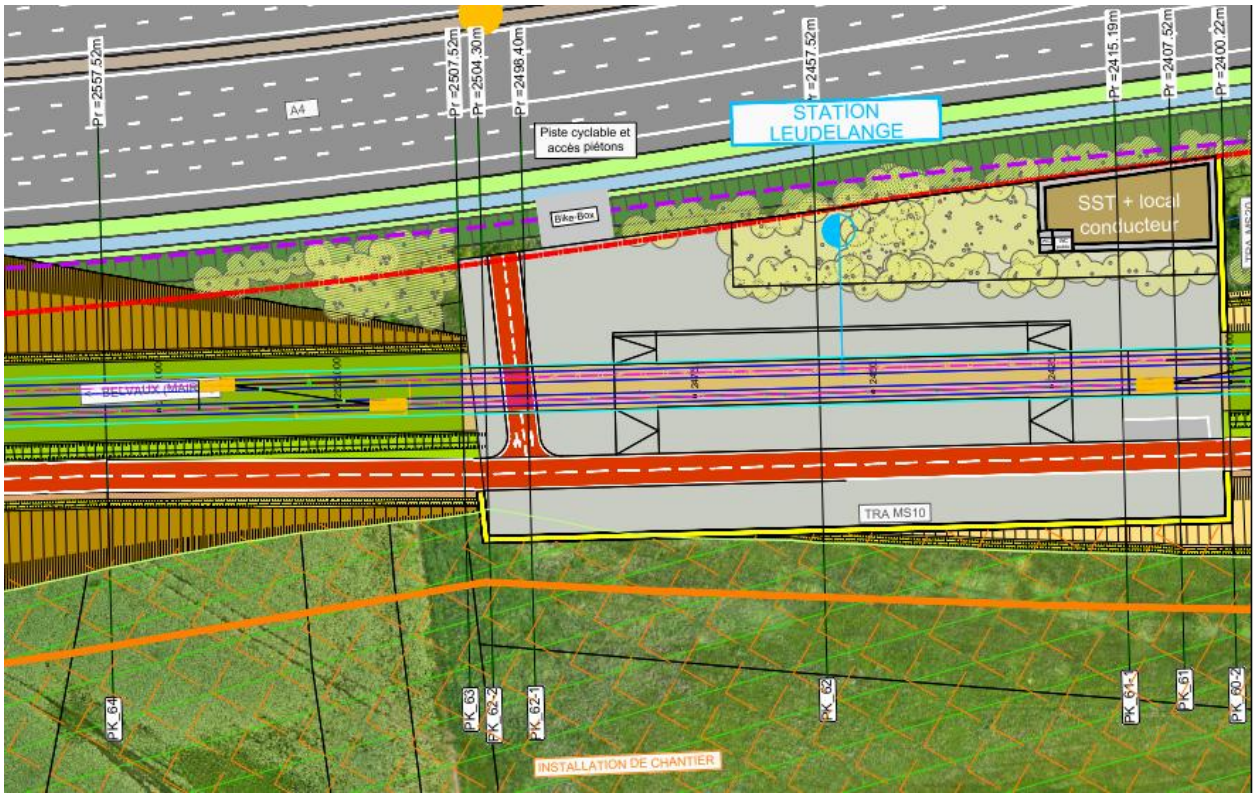


Fig. 47 : Implantation de la SST de la station de Leudelange (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

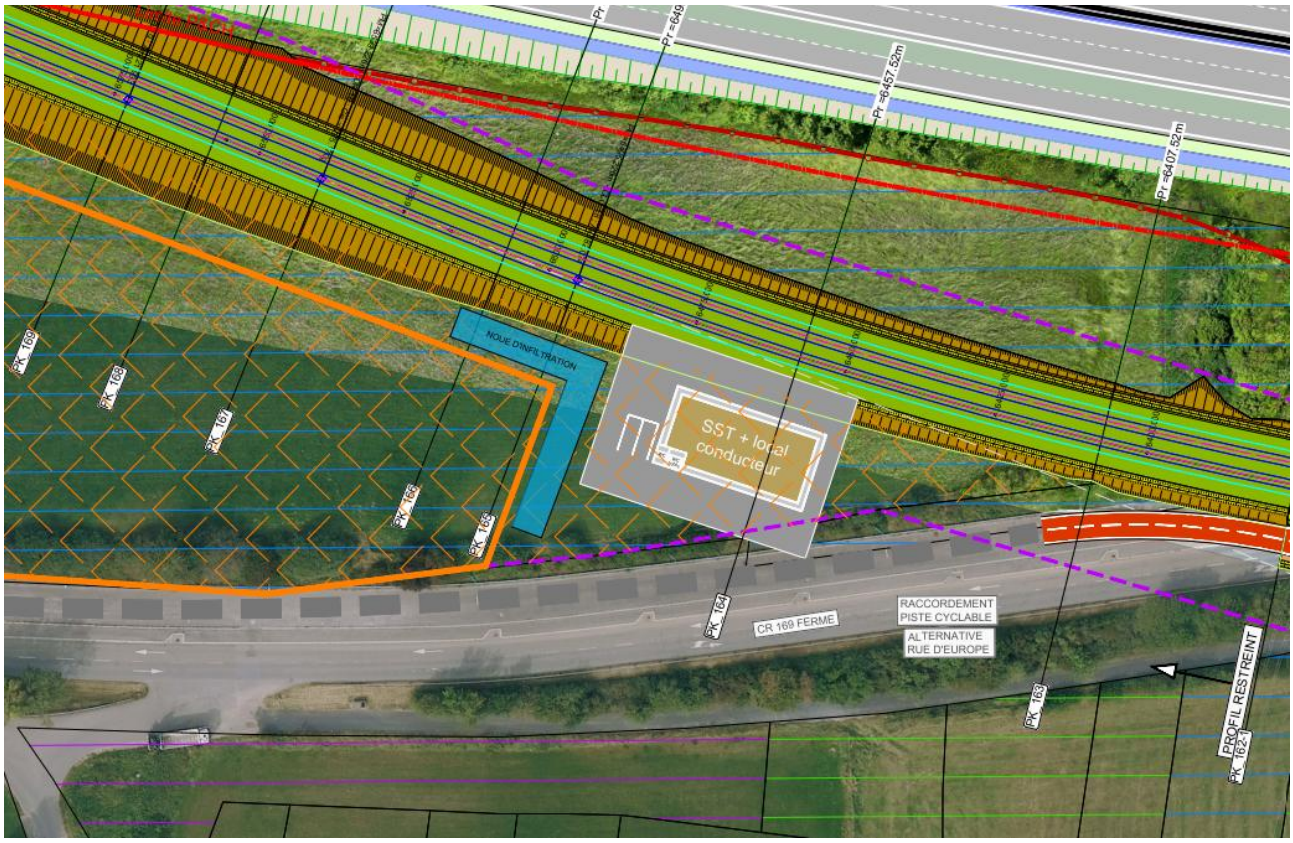


Fig. 48 : Implantation de la SST à proximité de la station-service Sud de Pontpierre (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

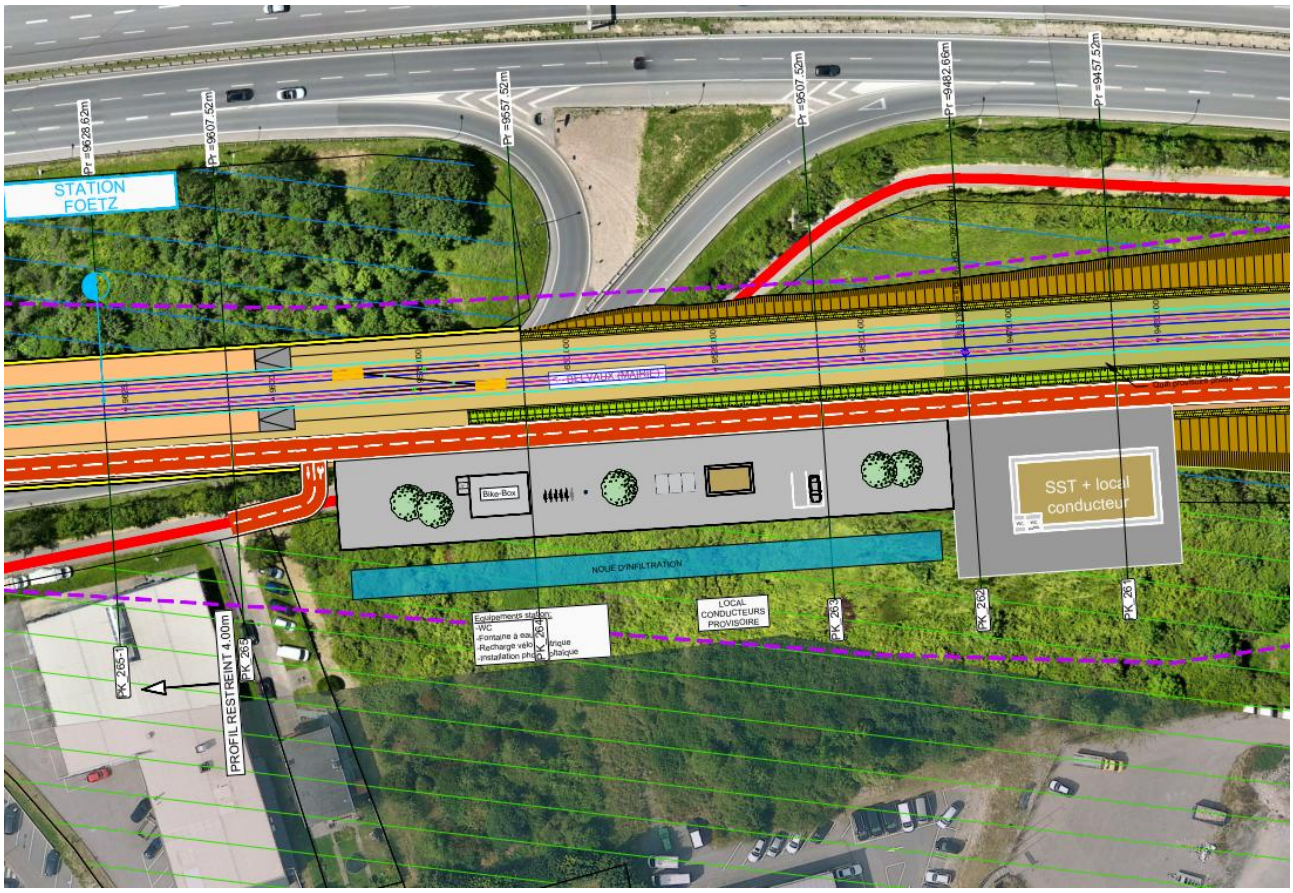


Fig. 49 : Implantation de la SST de la station de Foetz (APS, Vol J / APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

L'exploitant prévoit également des dispositifs de lutte contre les courants vagabonds.

En effet, ces courants de retour traction suivent d'autres chemins que les rails, favorisant généralement des ouvrages en continuité électrique tels que les canalisations métalliques, les enveloppes métalliques des câbles mal isolés ou les structures ou ossatures métalliques des constructions de génie civil se trouvant à proximité de la voie.

Leurs effets sont néfastes à long termes puisqu'ils génèrent une corrosion des structures métalliques au niveau des zones anodiques qu'ils utilisent et une dégradation du béton au niveau des zones cathodiques.

Ainsi, il est prévu de concevoir les infrastructures de telles sortes qu'elles limitent les courants vagabonds à des niveaux acceptables.

Le premier critère à respecter est celui du courant de fuite dont la valeur max est fixée à l'max < 2,5 mA/m. Cette définition permet de garantir une durée de vie acceptable du rail.

Le second critère porte sur la tension longitudinale, calculée entre deux points d'une structure métallique connectée. La différence de tension ne doit pas dépasser 200 mV.

Le dernier critère porte sur le potentiel moyenne dont la différence entre un point quelconque du réseau et le plus proche point d'attache au rail d'un conducteur de retour ne doit pas dépasser 2,5 V.

D'autres mesures de précaution et de lutte contre les courants vagabonds sont prévues :

1. **Mesure de précaution** : la réalisation d'un état des lieux par des mesures aux abords du tracé du tronçon tram rapide 1 avant sa mise en service.

2. **Mesures de lutte :**

- Voies ferrées :
  - Rails soudés (réduction de la résistance linéique)
  - Liaisons transversales de mise en parallèle des 4 files de rails de roulement (liaisons par câbles isolés)
- Voies ferrées / Energie de traction :
  - Câbles isolés posés sous fourreaux pour les liaisons de retour du courant de traction aux sous-stations (liaisons entre les rails de roulement et le négatif des redresseurs)
  - Point de mesure « négatif traction » au droit de chaque station
- Voies ferrées / Plateforme :
  - Isolation des rails de roulement
- Voies ferrées / Signalisation ferroviaire :
  - Isolation des installations de signalisation ferroviaire en contact avec les rails de roulement
- Plateforme :
  - Drainage efficace de la plateforme pour évacuer l'eau
- Sous stations :
  - Point de mesure « négatif traction » à chaque sous-station
  - Réservation d'un emplacement pour les concessionnaires (pour faciliter l'installation d'appareils de mesure, et ultérieurement le cas échéant de protections)

Il pourra être demandé des études de déviations de réseaux enterrés (éloignement des rails de roulement, mise en œuvre de matériau isolant, rajout de points de mesures, rajout de joints isolants).

De même, il est impératif d'effectuer des mesures et des contrôles pour vérifier le bon respect des critères de la norme EN 50122-2 (Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour - Partie 2 : mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu).

MATERIEL DES RAILS

La ligne existante dispose d'une voie ferrée constituée d'un rail 54 G1 (41 GPU) nuance 200 groupe G fixé sur traverses béton noyées dans un béton BC5 supporté lui-même par une dalle en béton BC3.

Sur le tronçon Tram rapide 1, le type de rail employé sera fonction du type de revêtement présent.

En cas de voie entièrement revêtue (revêtement en stabilisé renforcé type EcoParcLane ou revêtement en béton désactivé par exemples), le rail cité précédemment, dit « à gorge » sera utilisé alors que dans le cas contraire (revêtement végétalisé type prairial ou vivaces et revêtement terre pierre par exemples), le rail Vignole profil 50E6 sera employé.

Un joint longitudinal est mis en œuvre entre le rail et les revêtements rigides minéraux.

Les rails seront cintrés à l'aide d'une cintreuse automatique à rouleau avant la pose dans les courbes inférieures à 150 m de rayon. Ils reposent sur des traverses de type bi-bloc en béton armé avec une hauteur réduite afin d'optimiser les épaisseurs de béton de calage. Toutefois, les traverses monobloc sont également admissibles.

Sous le rail, des semelles de deux types, présentant des capacités d'absorption vibratoire, seront mises en œuvre : une semelle classique, en caoutchouc vulcanisé (pose classique) ou bien une semelle souple, en polyuréthane cellulaire ou équivalent (pose -8dBv).

Un traitement anti-usure et anti-crissement est réalisé dans les courbes serrées. Cette opération consiste à graisser le rail au niveau du flanc de guidage et congé de raccordement. Elle est réalisée par le matériel roulant au moyen du graissage automatique qui se fait à la base du boudin de roue (par action régulière ou référence aux balises SAE). En complément, il est possible d'installer des graisseurs automatiques avec des injecteurs de graisses dans le rail. Ces dispositifs qui se présentent sous la forme d'une portion de voie spécifique qui détecte le passage des rames et déclenche le graissage, ont été éprouvés sur d'autres lignes. Sur l'ensemble de la ligne Tram rapide 1, il a été prévu de mettre en œuvre 2 graisseurs automatiques de rail sur la branche Ouest du triangle de débranchement.

OUVRAGES D'ART

Comme énoncé au paragraphe 3.2.1, 9 ouvrages d'art sont prévus le long du tracé du tram rapide 1 (cf. Fig. 50-Fig. 67 :

- OA1 : cet ouvrage de type passerelle permet à la piste cyclable nationale PC1 de franchir la plateforme multimodale ainsi que la route d'Esch. Sa portée sera d'environ 180 m pour une largeur de 4 m minimum.
- OA2 : cet ouvrage de type trémie permet à la plateforme multimodale de passer sous la rue Al Stroos. Sa portée sera d'environ 19,5 m pour une longueur de 15 m environ.
- OA3 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale d'enjamber la rue de Bettembourg. Sa portée sera d'environ 32 m pour une largeur de 16 m environ.
- OA4 : cet ouvrage de type trémie permet à la plateforme multimodale de passer sous l'échangeur Sud de Leudelange. Sa portée sera de 19 m environ pour une longueur de 45 m.
- OA5 : cet ouvrage de type trémie couverte permet à la plateforme multimodale de passer sous le futur passage à gibiers. Sa portée sera d'environ 19 m pour une longueur de 58 m environ.
- OA6 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus du cours d'eau Mierbech et du crapauduc réalisé sous maitrise d'ouvrage de l'administration des Ponts & Chaussées. Sa portée sera d'environ 22 m pour une largeur d'environ 16 m.
- OA7 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale d'enjamber la Grand Rue et les bretelles d'entrée et de sortie de l'A4 au niveau de l'échangeur de Pontpierre. Il a la particularité d'accueillir la station de tramway de Pontpierre. Sa longueur sera d'environ 120 m pour une largeur de 20 m environ.
- OA8 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus du cours d'eau la Mess. Sa portée sera d'environ 25 m pour une largeur de 20 m environ.
- OA9 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus de la piste cyclable située au bout de la rue d'Esch. Sa portée sera d'environ 32 m pour une largeur de 16 m environ.

Les plans et coupes issus de l'APS ouvrages d'Art sont disponible au Volume J-3 Plan, coupe, élévation, plan de géométrie.

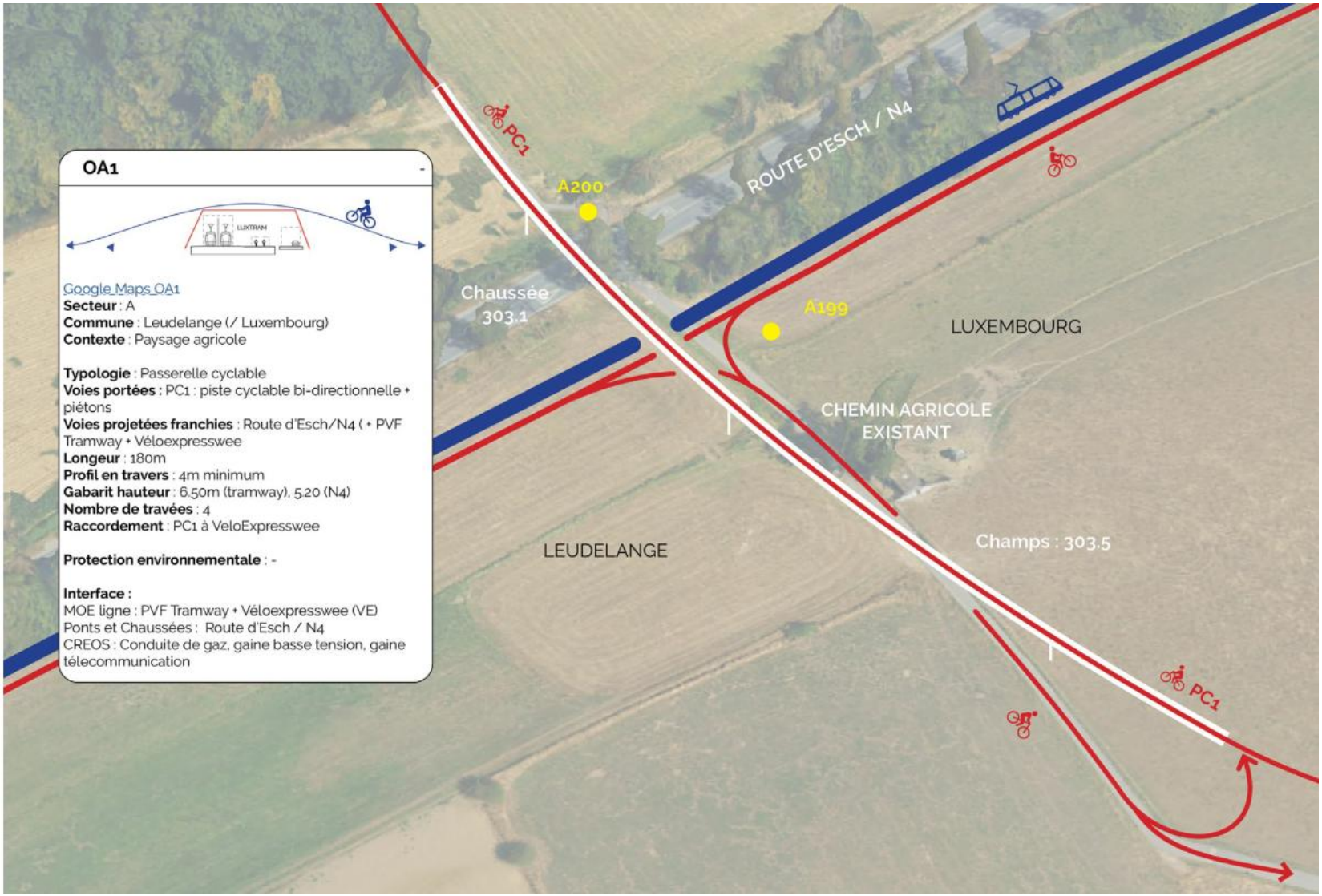


Fig. 50 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

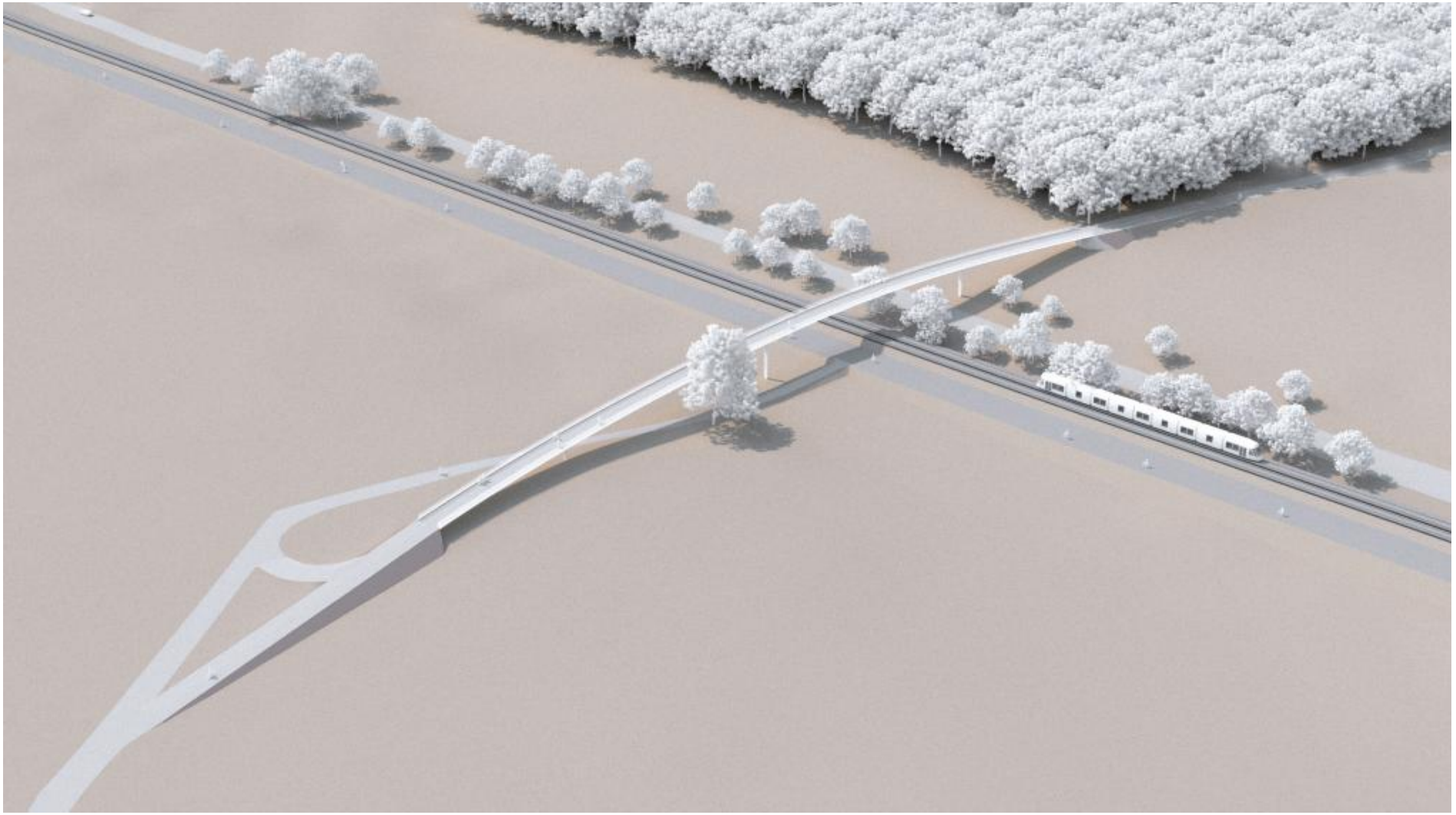


Fig. 51 : Visuel 3D de l’ouvrage OA1 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

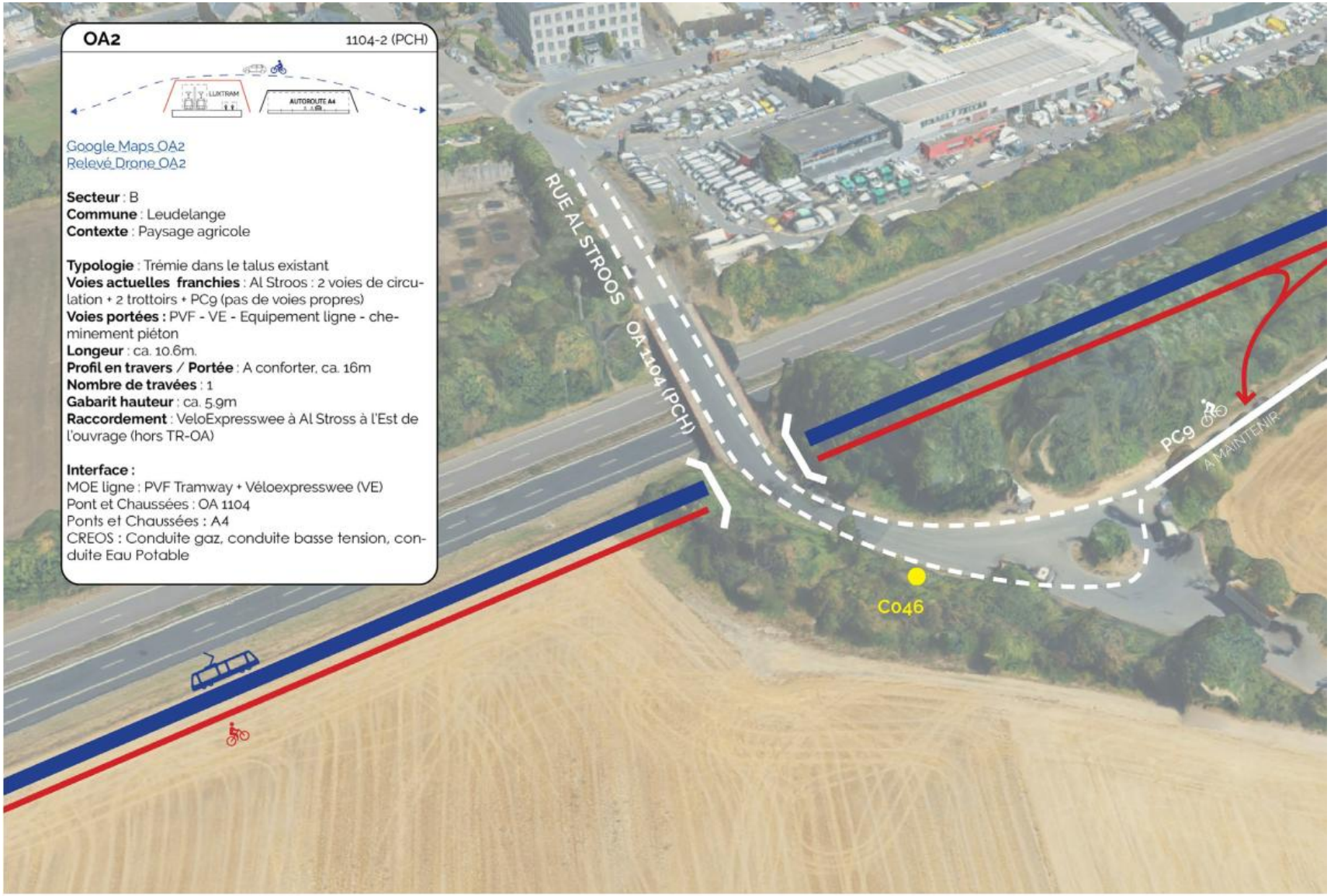


Fig. 52 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA2 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).



Fig. 53 : Visuel 3D de l’ouvrage OA2 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

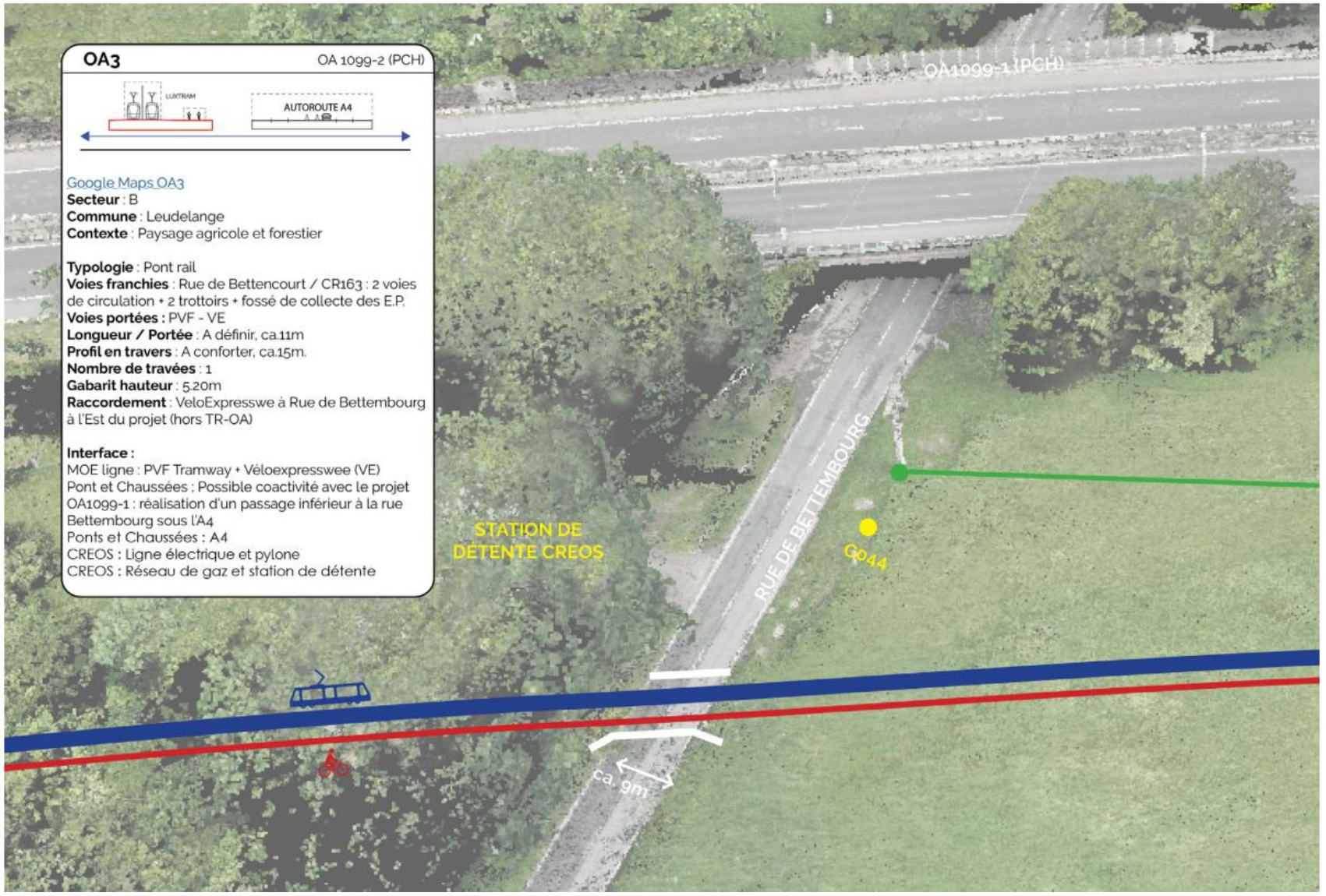


Fig. 54 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA3 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

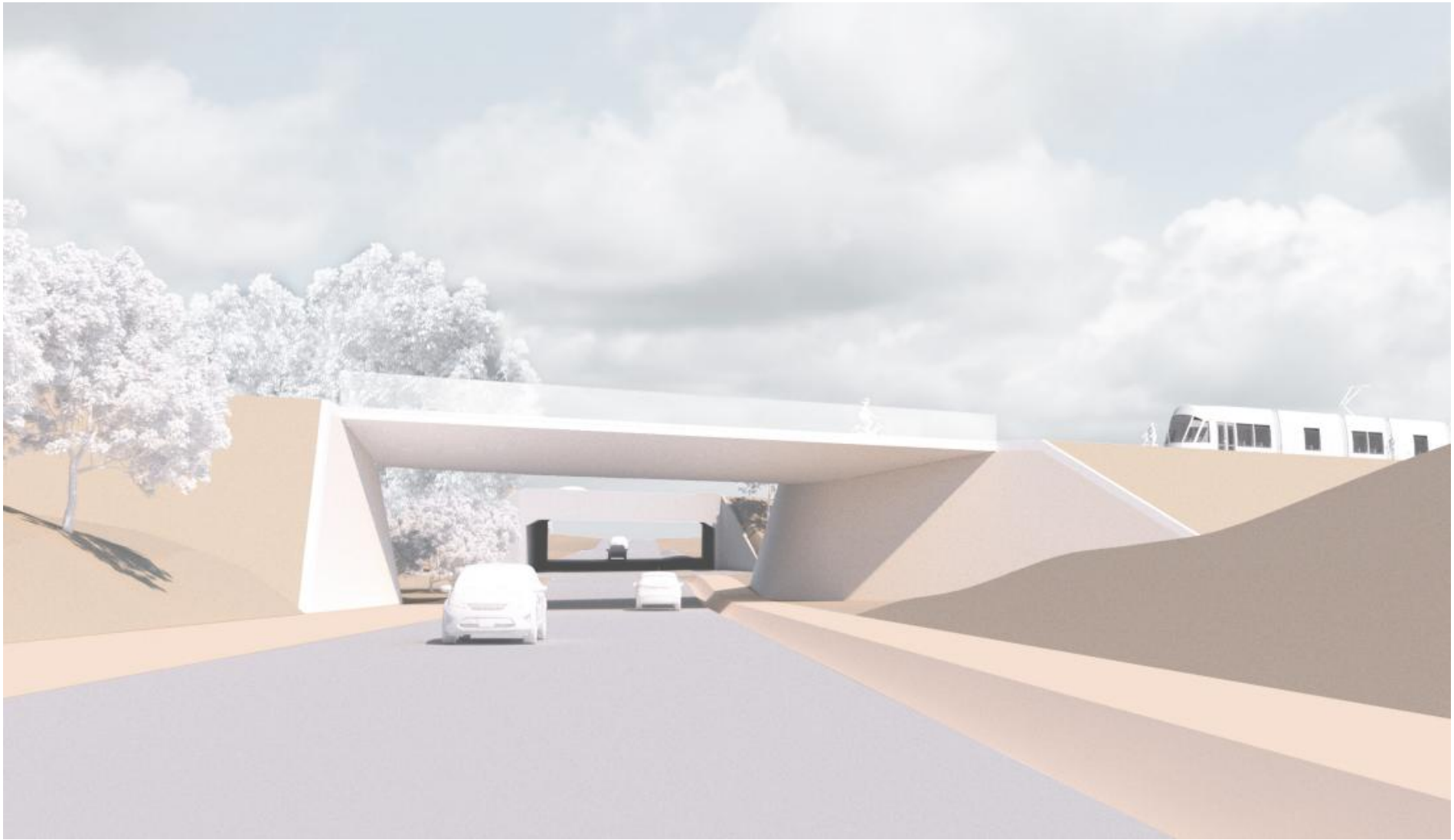


Fig. 55 : Visuel 3D de l’ouvrage OA3 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

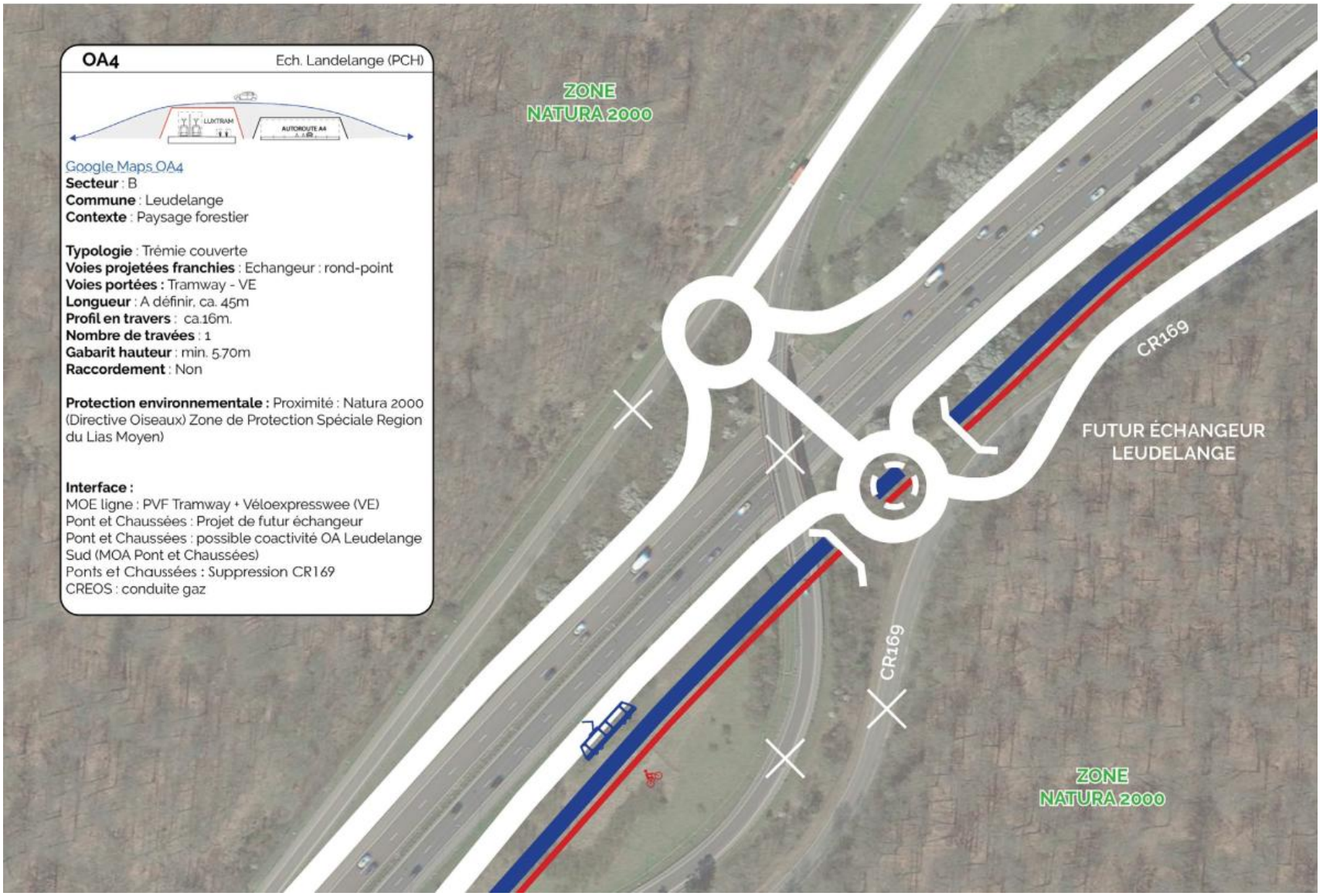


Fig. 56 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA4 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

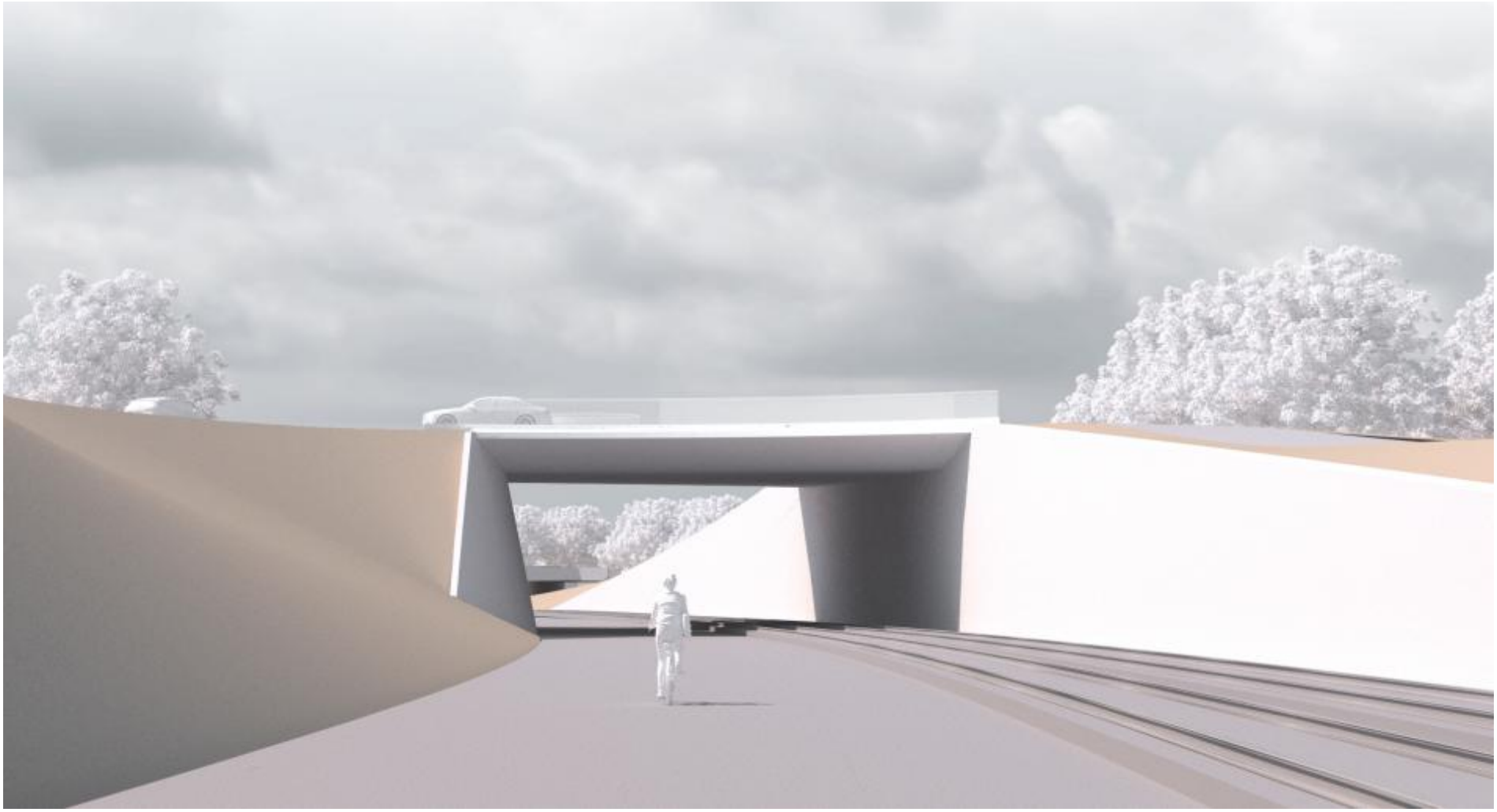


Fig. 57 : Visuel 3D de l’ouvrage OA4 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

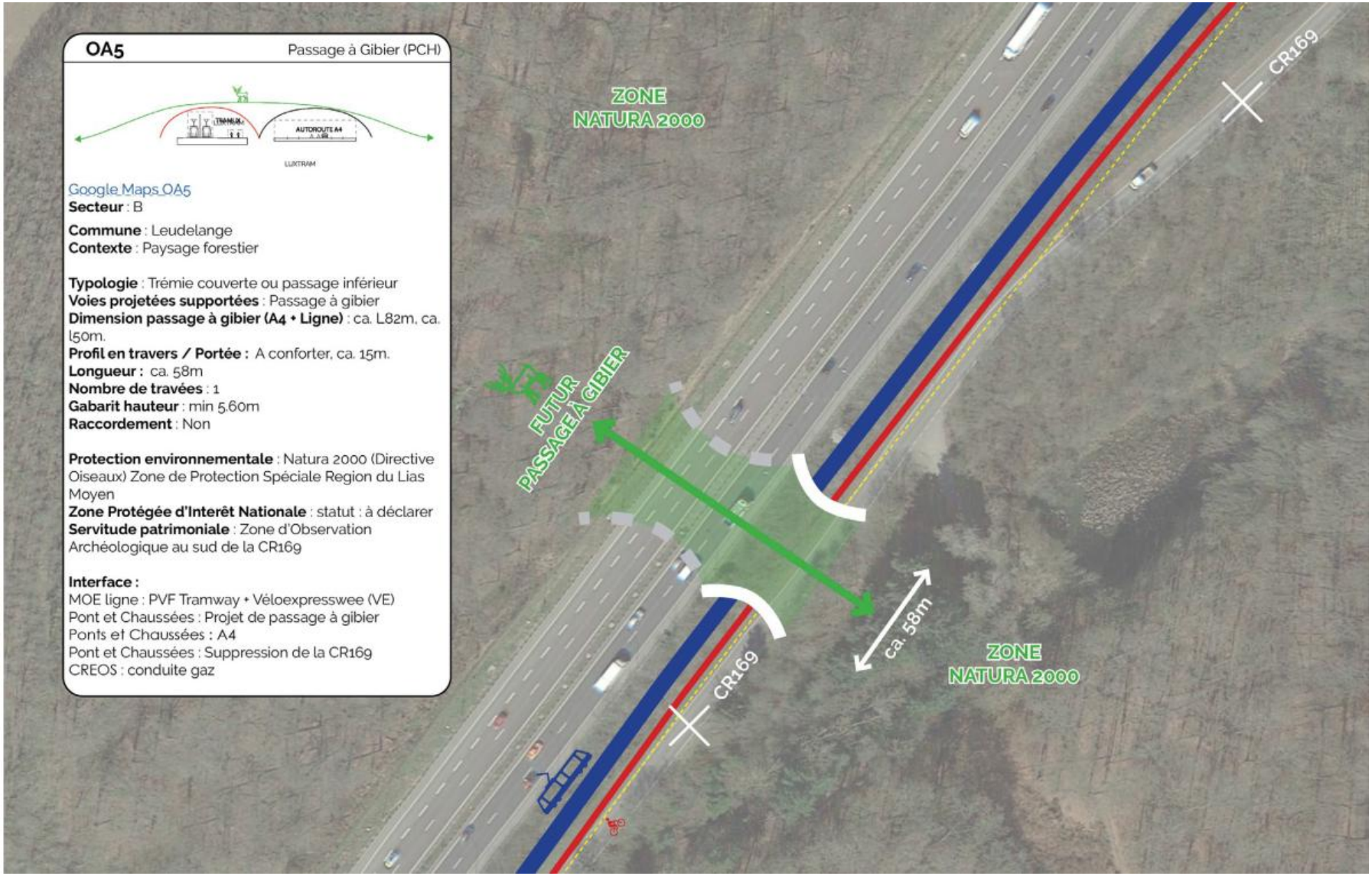


Fig. 58 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA5 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

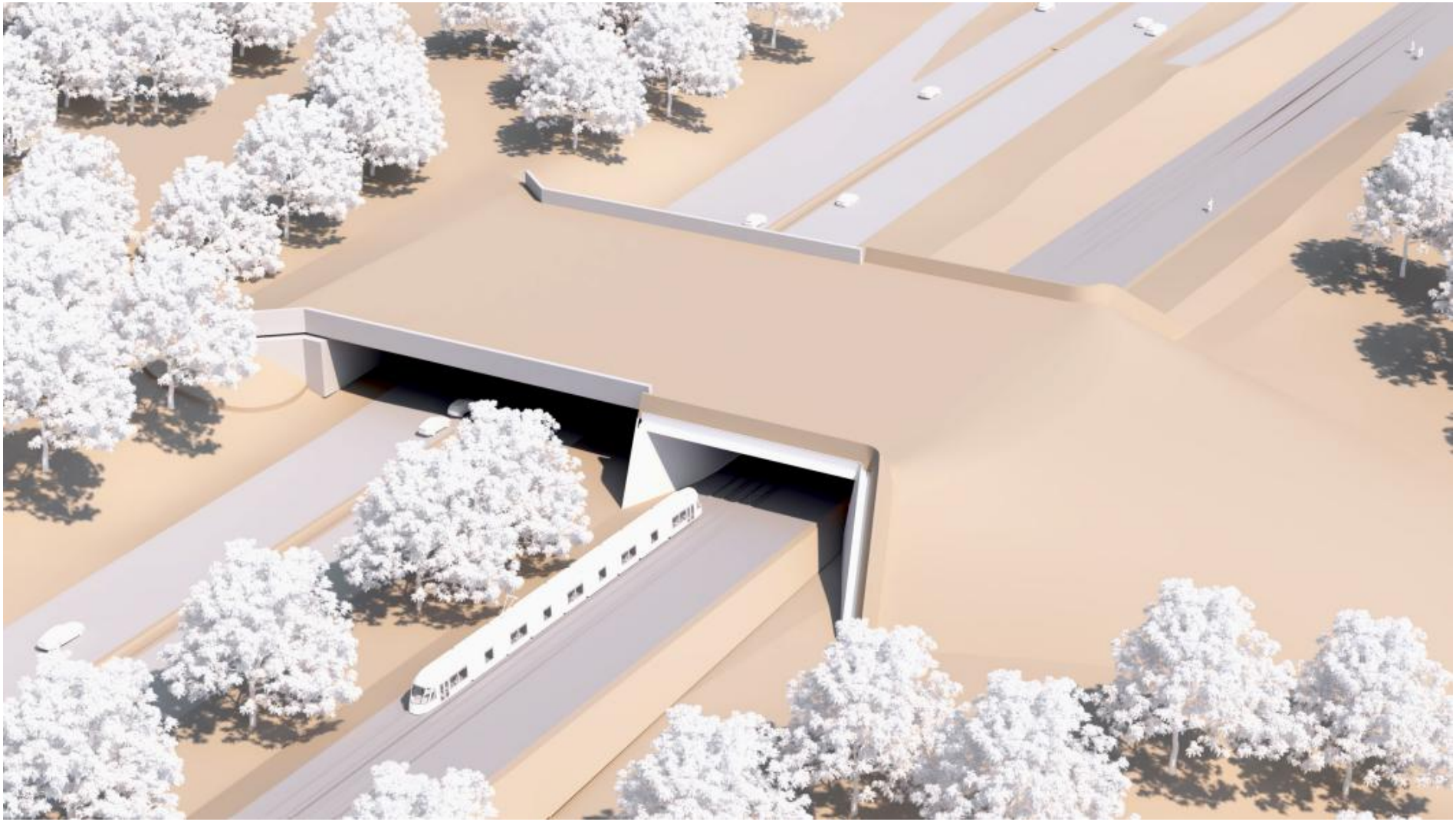


Fig. 59 : Visuel 3D de l'ouvrage OA5 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

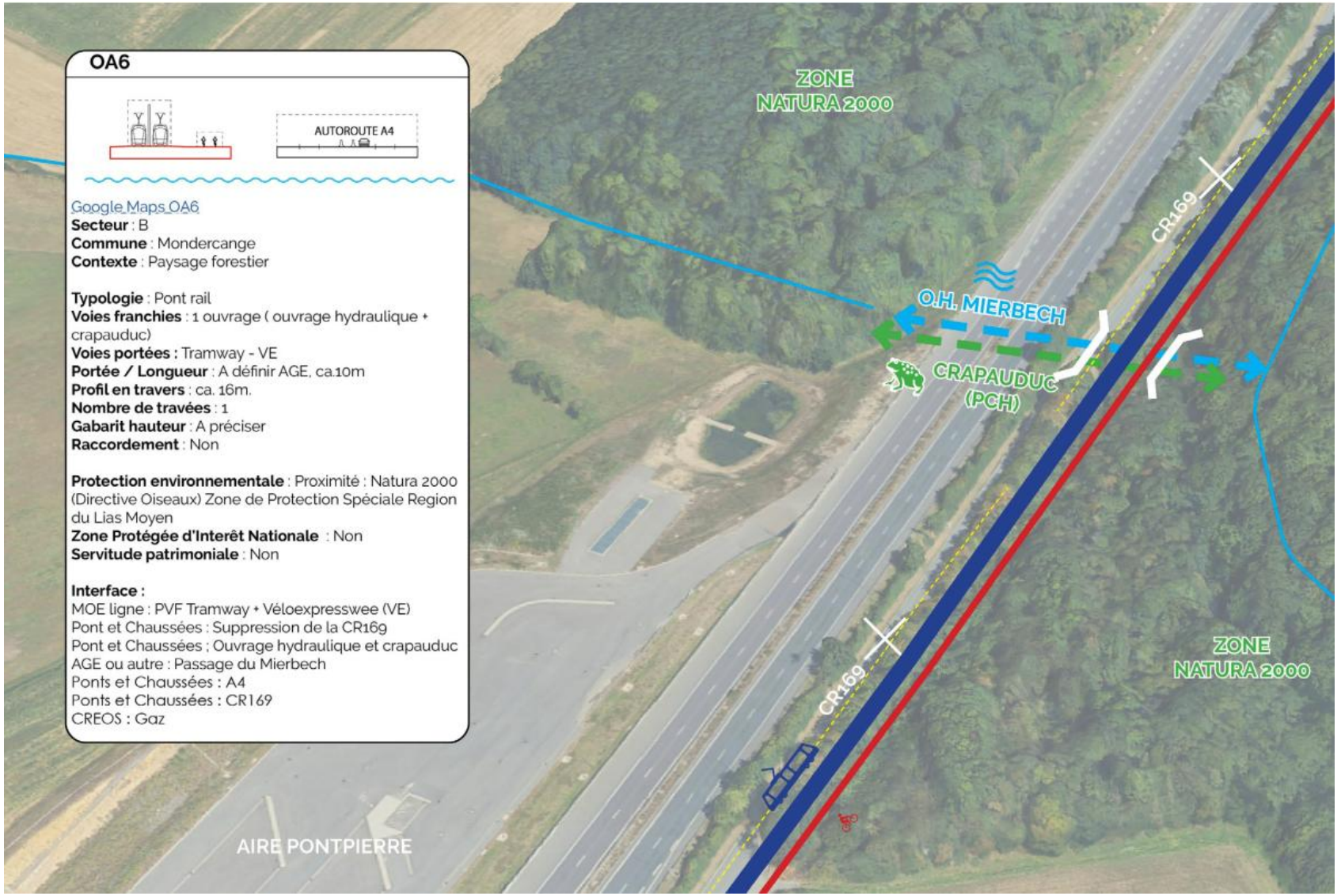


Fig. 60 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA6 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).



Fig. 61 : Visuel 3D de l’ouvrage OA6 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

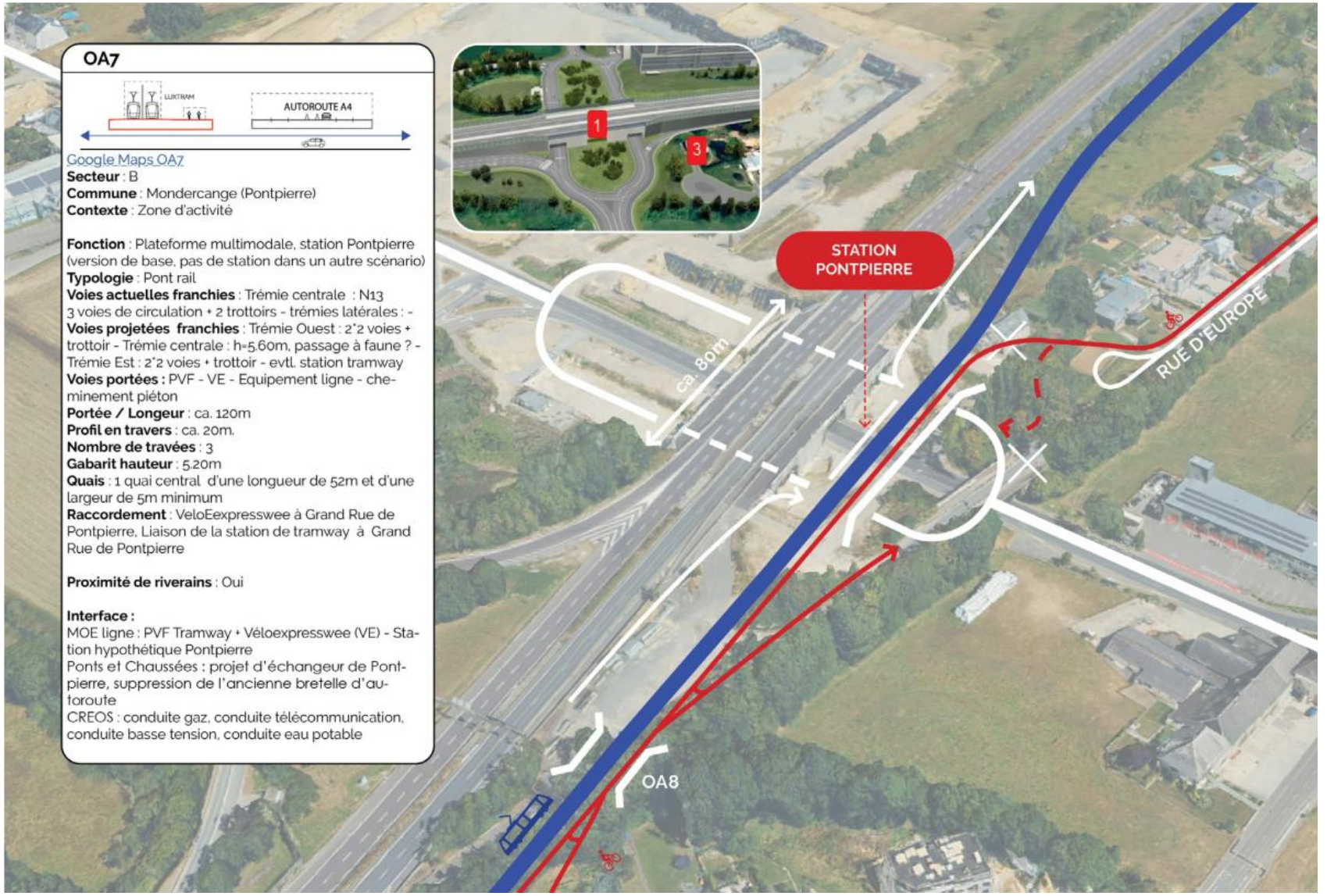


Fig. 62 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA7 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).



Fig. 63 : Visuel 3D de l’ouvrage OA7 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

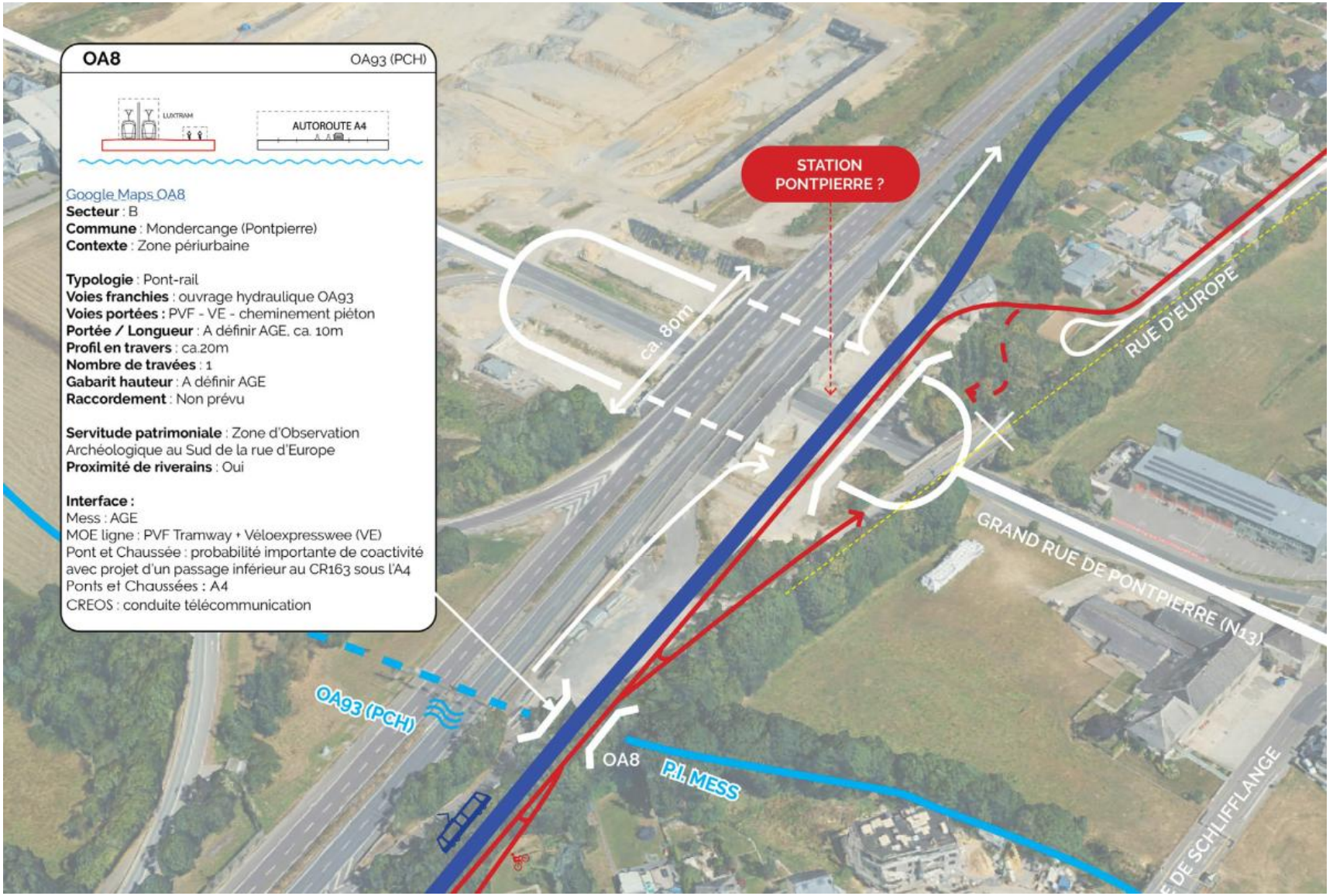


Fig. 64 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA8 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).



Fig. 65 : Visuel 3D de l’ouvrage OA8 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

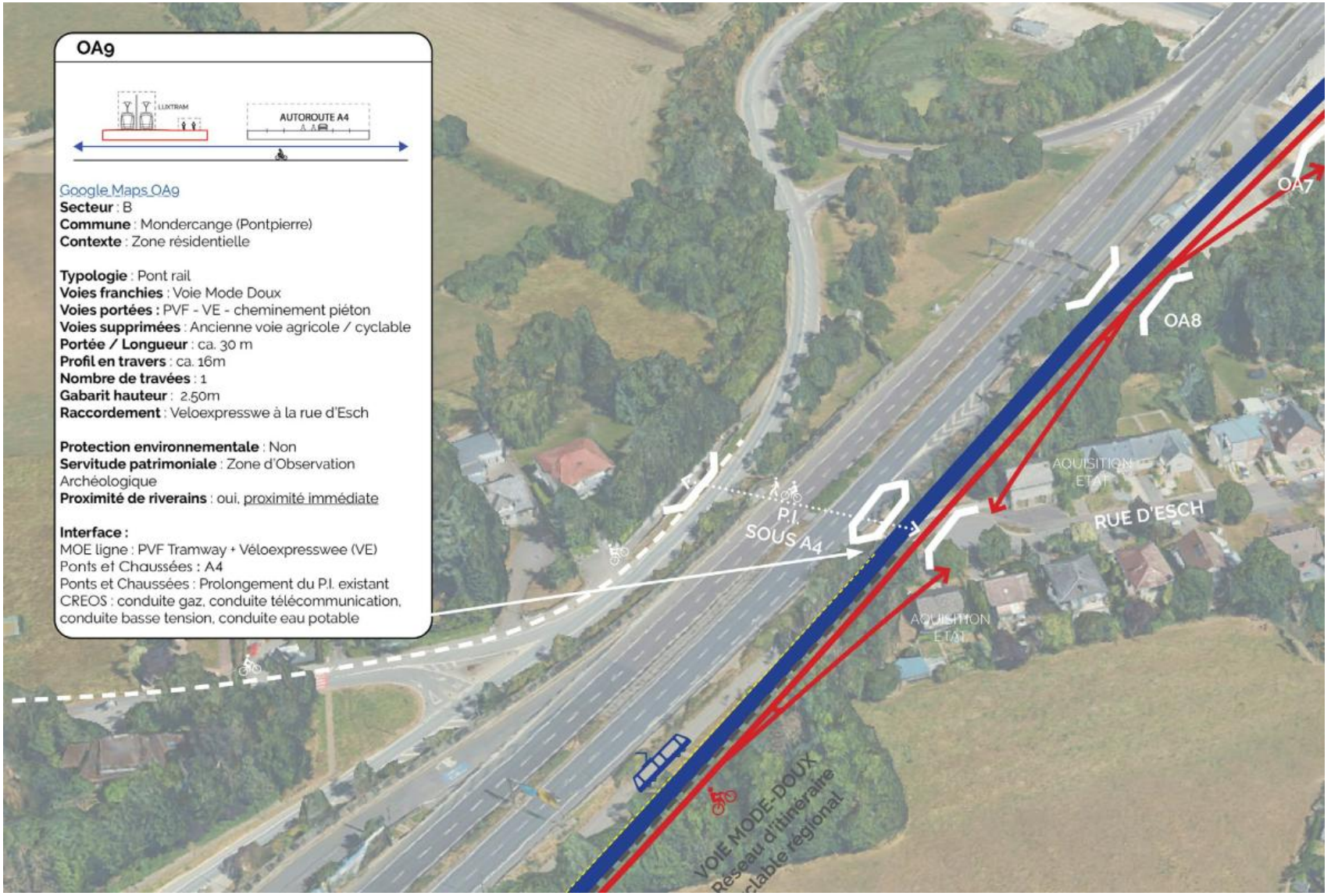


Fig. 66 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA9 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).



Fig. 67 : Visuel 3D de l’ouvrage OA9 (APS OA, Vol J-5 / 20250131_TR-OA_Visuels APS, 2025).

REVETEMENTS DE LA PLATEFORME

Six types de revêtements différents seront mis en place sur la ligne Tram rapide 1, en fonction du type de pose employée. Quatre d'entre eux seront végétalisés et deux minéraux (Fig. 69 à Fig. 73) :

- Revêtements végétalisés :
    - Plateforme végétale TYPE 1 : type prairial (graminée 80 % / vivaces à fleurs 30 %) (Fig. 69),
    - Plateforme végétale TYPE 2 : mélange terre/pierre avec colonisation spontanée de la végétation (Fig. 70),
    - Plateforme végétale TYPE 4 : type sedum (Fig. 72)
    - Plateforme végétale TYPE 5 : type vivaces (Fig. 73)
- Revêtements minéraux :
    - Plateforme minérale TYPE 3 avec du gravier (proposition 1) ou du stabilisé renforcé/EcoParcLine (proposition 2) (Fig. 71)
    - Plateforme de type béton désactivé au niveau des stations.

On peut voir que sur la grande majorité du tracé, les revêtements végétalisés sont dominants (Fig. 68).

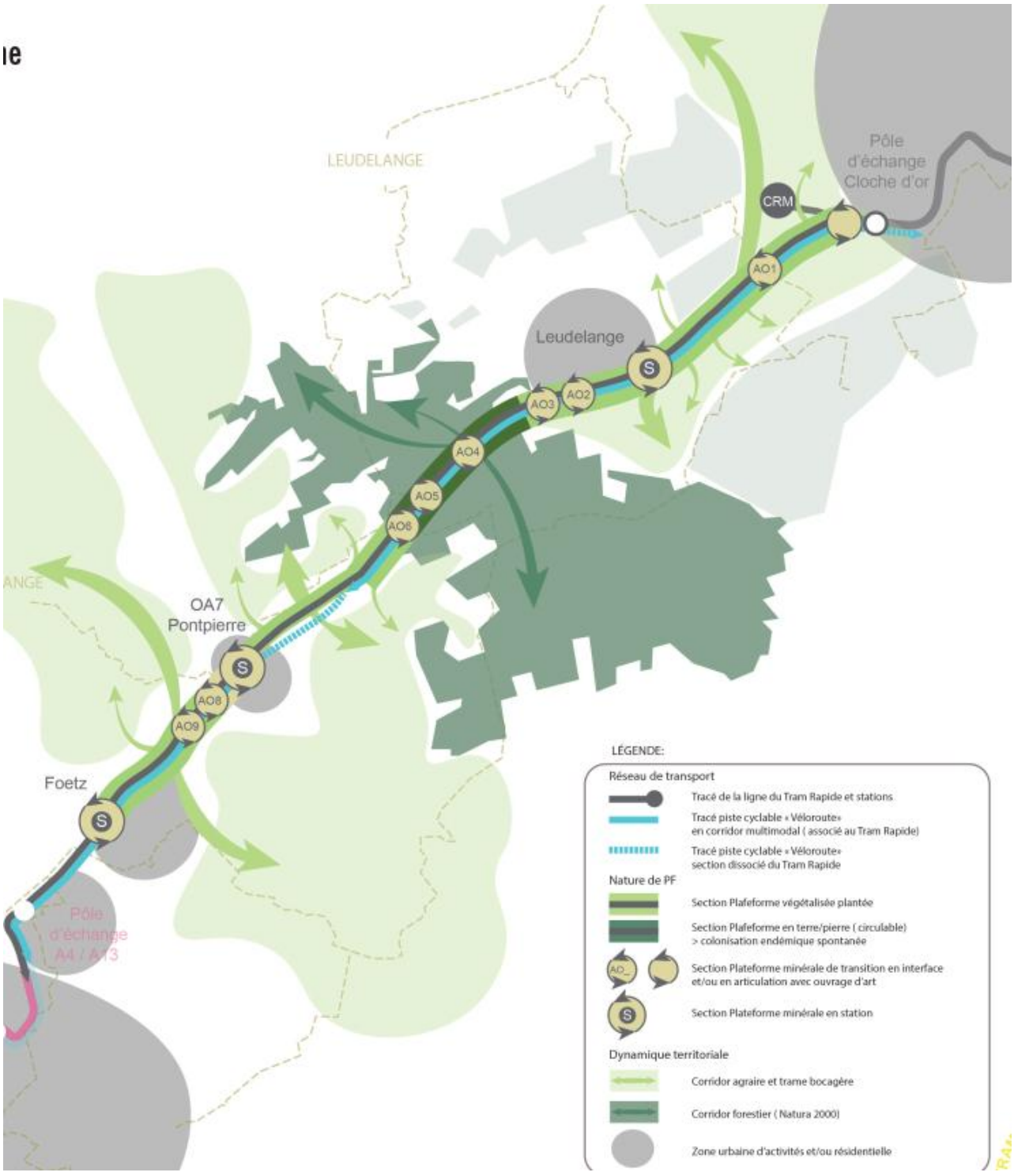


Fig. 68 : Vue d'ensemble des différents revêtements de plateforme sur le tracé du tram rapide 1 (APS, Vol. C2-1/ APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi).



Fig. 69 : Exemple de plateforme végétale TYPE 1 : type prairial (graminée 80 % / vivaces à fleurs 30 %) (APS, Vol. C2-1/ APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi).



Fig. 70 : Exemple de plateforme végétale TYPE 2 : mélange terre/pierre avec colonisation spontanée de la végétation (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi).



Fig. 71 : Exemple de plateforme minérale TYPE 3 avec du gravier (gauche, proposition 1) ou du stabilisé renforcé/EcoParcLine (droite, proposition 2) (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).



Fig. 72 : Exemple de plateforme végétalisé TYPE 4 avec du sédum (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).



Fig. 73 : Exemple de plateforme végétalisé TYPE 5 avec des vivaces (APS, Vol. C2-1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

Au niveau de la répartition des revêtements, les types végétalisés sont largement majoritaires car ils concernent les tronçons inter station. Les revêtements minéraux sont réservés aux ouvrages, stations et emplacements d'appareils de voie. Il en résulte que la majorité de la plateforme sera végétalisée.

Le gazon a été envisagé mais nécessitant beaucoup d'entretien et un arrosage, cette option a été écartée. Les végétaux nécessitant peu d'entretien et un faible apport en eau sont privilégiés.

En ce qui concerne les revêtements minéraux, ils seront utilisés au droit de la plupart des ouvrages de franchissement bien que le sédum y soit également employé.

La répartition des différents revêtements tout au long du tracé est présentée au Tab. 5 et aux Fig. 74 à Fig. 79. On peut noter que **8827 m sont en revêtement végétalisé** tandis que seulement **534 m sont en revêtement minéral**.

De plus, des coupes des différents types de pose (classique sur traverses, -8 dB, longrine) sont disponible dans le Vol. J-15 de l'APS ligne 2025 (APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B). Des extraits sont disponibles ci-dessous aux Fig. 81-Fig. 80. La grande majorité du tracé sera en **pose de voie sur longrine soit 8615,5 m** et le restant en pose classique **sur traverses (env. 745 m).** D'un point de vue environnemental, la pose sur longrine présente l'avantage d'une semi-perméabilité, liée à l'utilisation d'un matériau drainant pour le remplissage entre les longrines (cf. Fig. 80).

C'est donc une **plateforme sur longrine et végétalisée** qui domine sur le tracé du tram rapide 1.

Tab. 5 : Types de revêtements et leurs localisations (source : Groupement AM Tram rapide, 2025).

PK du projet	Longueur tronçon (en m)	Début tronçon	Fin tronçon	Revêtement projeté
PK07 – PK60.2	2092,84	Cloche d'Or	Amont station Leudelange	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK60-2 - PK63	107,16	Station Leudelange		Revêtement minéral en béton désactivé Pose sur traverses
PK63 - PK82	750	Aval station Leudelange	Amont ouvrage OA2	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK82 - PK83	50	Ouvrage OA2		Revêtement minéral type 3 en stabilisé renforcé type Ecoparcline Pose sur longrines
PK83 - PK95-2	421,96	Aval ouvrage OA2	Amont ouvrage OA3	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK95-2 - PK96-1	33,55	Ouvrage OA3		Revêtement végétalisé de type 4 sedum Pose sur traverses
PK96-1 - PK103-1	286,6	Aval ouvrage OA3	Aval accès secours sur CR169	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK103-1 - PK112	407,89	Aval accès secours sur CR169	Amont ouvrage OA4	Revêtement végétalisé de type 3 terre/pierre Pose sur longrines
PK112 - PK114	100	Ouvrage OA4		Revêtement minéral type 3 en stabilisé renforcé type Ecoparcline Pose sur longrines
PK114 - PK127	550	Aval ouvrage OA4	Amont ouvrage OA5	Revêtement végétalisé type 2 en terre/pierre Pose sur longrines
PK127 - PK129	150	Ouvrage OA5		Revêtement minéral type 3 en stabilisé renforcé type Ecoparcline Pose sur longrines

PK du projet	Longueur tronçon (en m)	Début tronçon	Fin tronçon	Revêtement projeté
Pk129 - PK139	250	Aval ouvrage OA5	Amont ouvrage OA6	Revêtement végétalisé type 2 terre/pierre Pose sur longrines
PK139 - PK139-3	21,26	Ouvrage OA6		Revêtement végétalisé type 4 sedum Pose sur traverses
PK139-3 - PK143-2	217,86	Aval ouvrage OA6	Sortie forêt Leudelange	Revêtement végétalisé type 2 terre/pierre Pose sur longrines
PK143-3 - PK197	1885,77	Sortie forêt Leudelange	Amont rampe vers station Pontpierre	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK197 - PK199-1	90,15	Rampe ascendante vers station Pontpierre		Revêtement végétalisé de type 4 sedum Pose sur traverses
PK199-1 - PK204	84,96	Station Pontpierre		Revêtement minéral en béton désactivé Pose sur traverses
PK204 - PK217	366,52	Rampe descendante station Pontpierre		Revêtement végétalisé de type 4 sedum Pose sur traverses
PK217 - PK240	683,48	Aval rampe descendante	Entrée ZI Foetz	Revêtement végétalisé de type 1 prairial Pose sur longrines
PK240 - PK262	769,12	Entrée ZI Foetz	Amont station Foetz	Revêtement végétalisé de type 5 vivaces Pose sur longrines
PK262 - PK263-1	42	Station Foetz		Revêtement minéral en béton désactivé Pose sur traverses

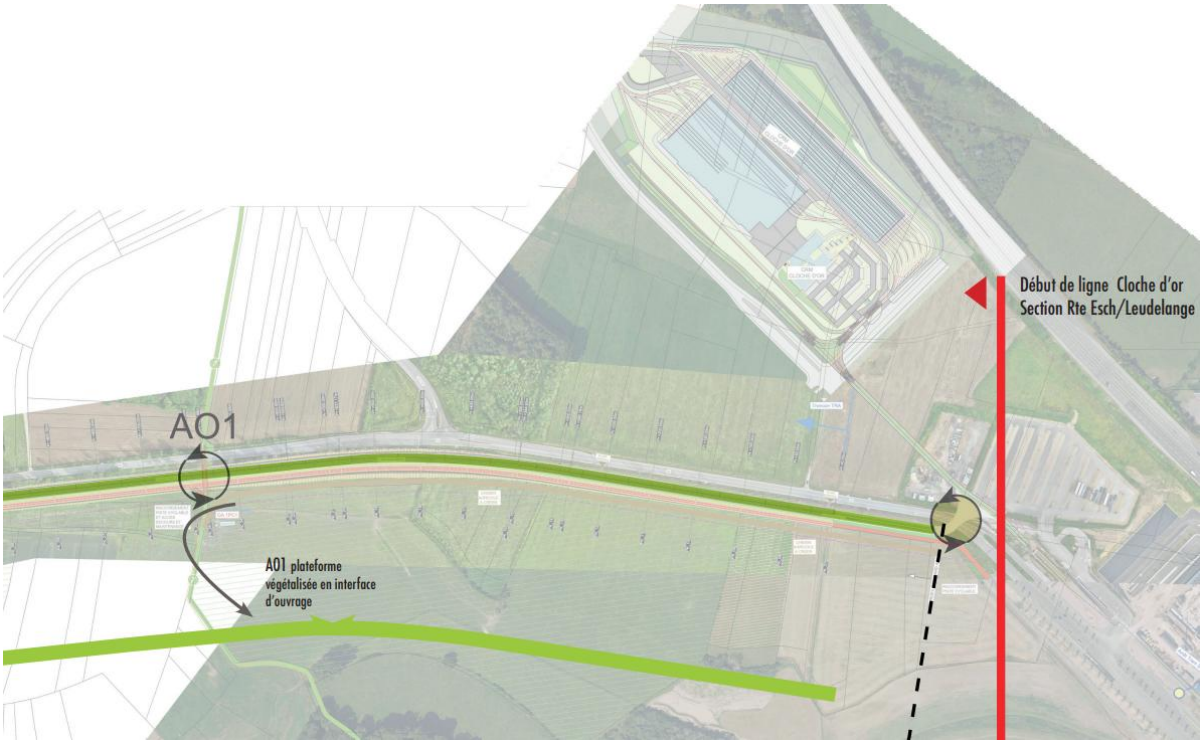


Fig. 74 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (1/6) – plateforme végétale de type 1 prairial du début de la ligne jusqu'à la station Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).



Fig. 75 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (2/6) - plateforme végétale de type 1 prairial du début de la ligne jusqu'à la station Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

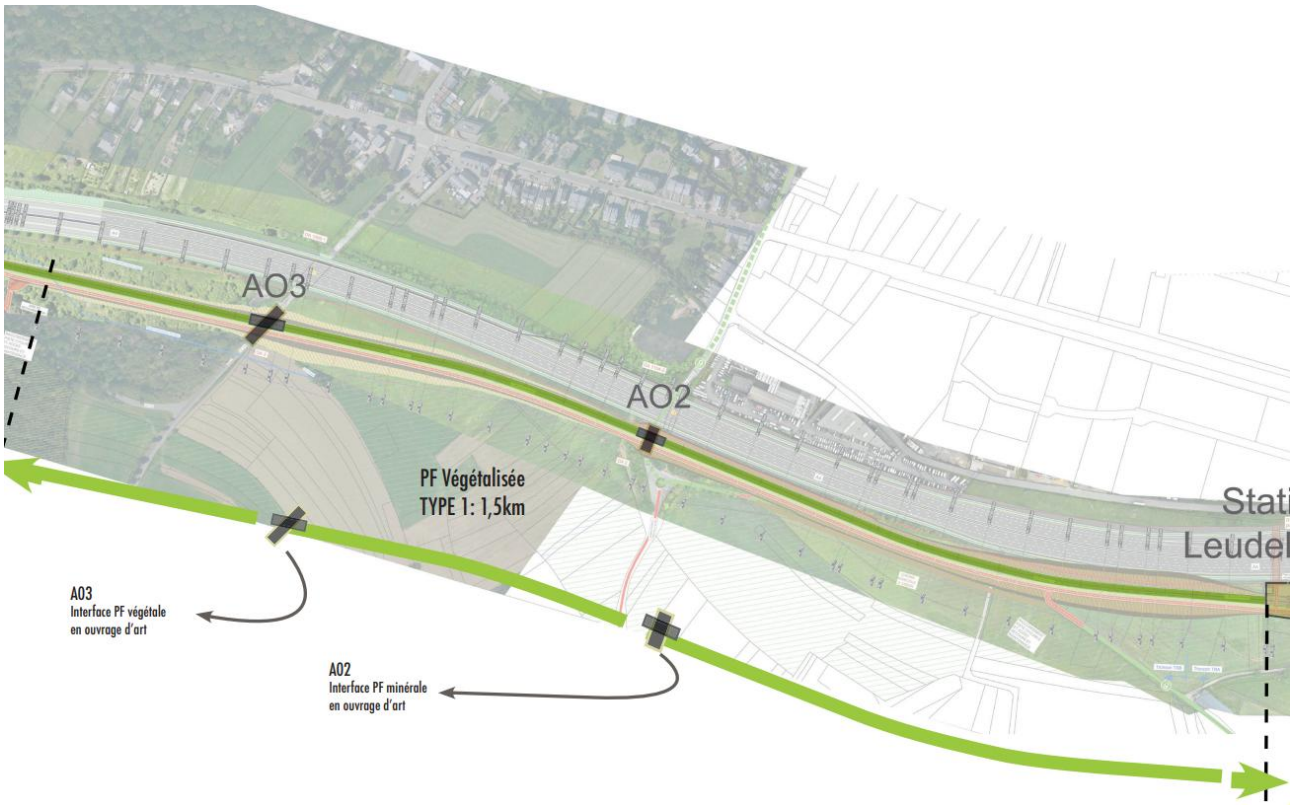


Fig. 76 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (3/6) - plateforme végétale de type 1 prairial de la station Leudelange jusqu'à l'entrée de forêt de Leudelange (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

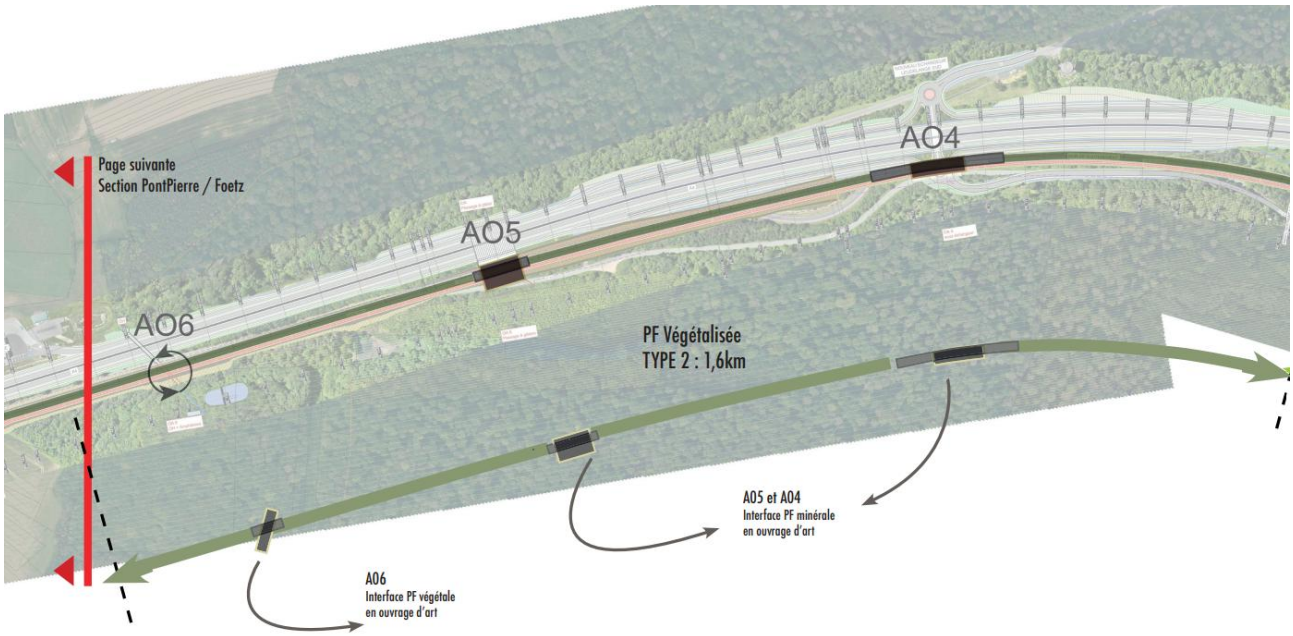


Fig. 77 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (4/6) – plateforme végétale de type 2 terre/pierre dans le secteur de la forêt (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

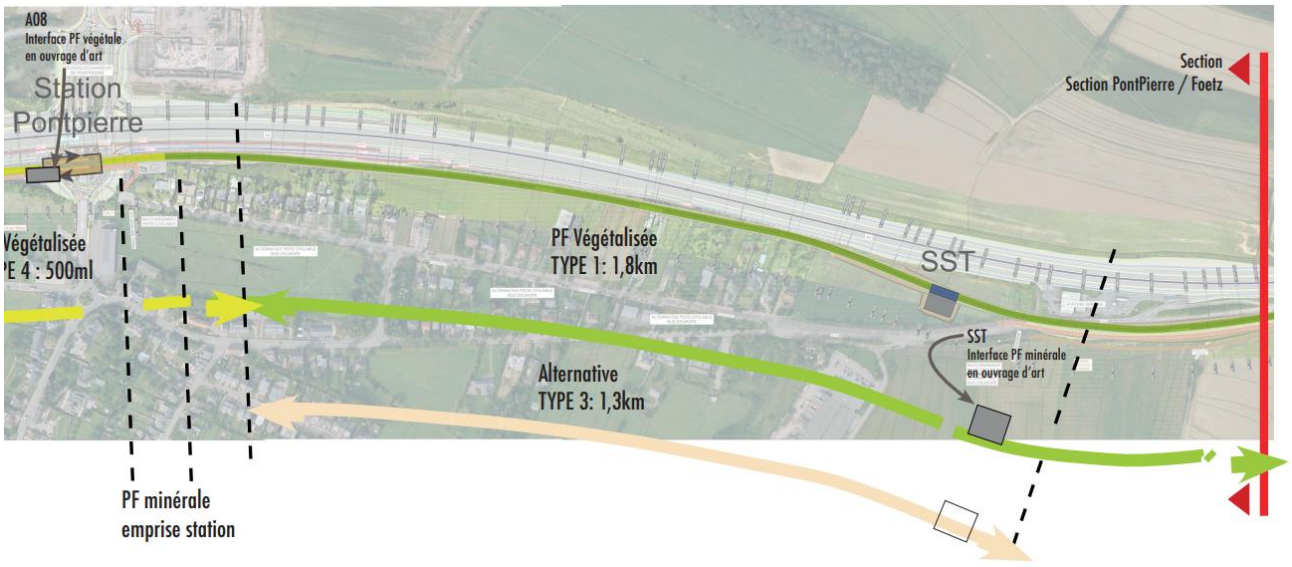


Fig. 78 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (5/6) – plateforme végétale de type 1 en sortie de forêt jusqu'à la station Pontpierre pour le tramway et de type 3 pour le *Veloexpresswee* (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

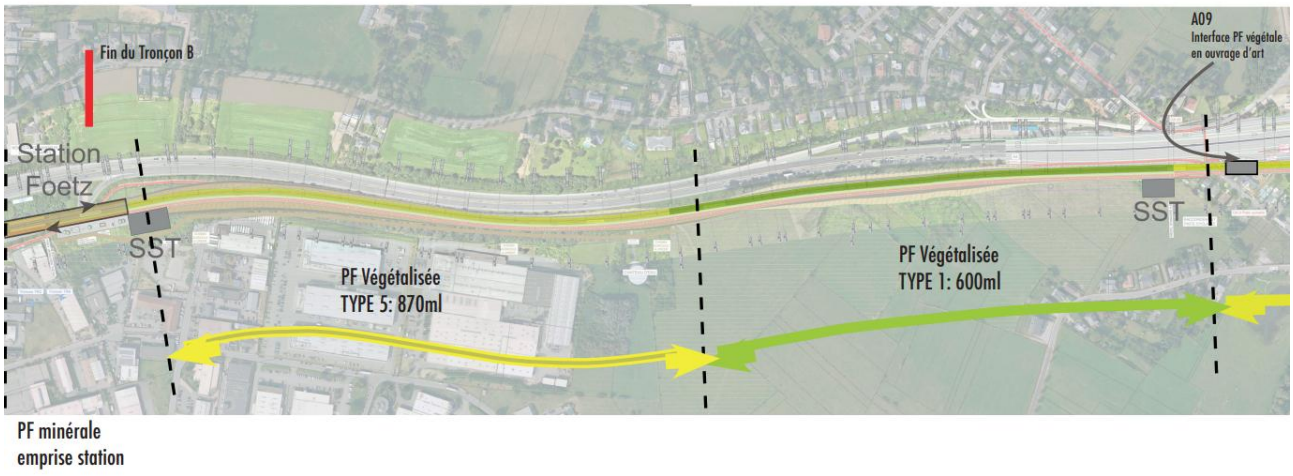


Fig. 79 : Répartition des différents revêtements sur le tracé du Tram rapide 1 (6/6) – plateforme végétale de type 4 sedum entre OA8 et OA9 puis plateforme végétale type 1 prairial en sortie de Pontpierre jusqu'au château d'eau de Foetz puis de type 5 vivaces au niveau de la zone d'activités économiques de Foetz (APS, Vol C-2.1 / APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A#NoteInsertionArchi, 2025).

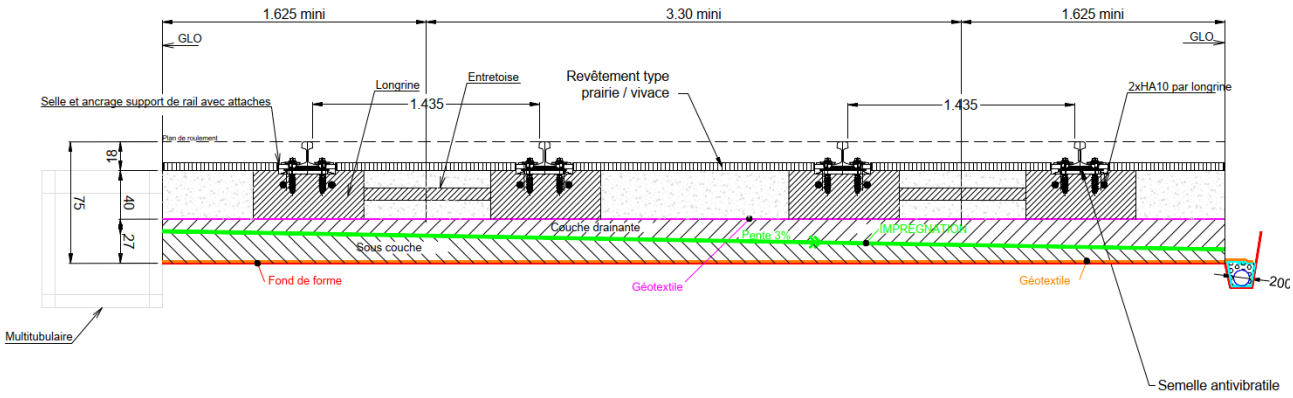


Fig. 80 : Extrait de la coupe d'une pose sur longrine avec revêtement de type prairial – type de pose dominante sur l'ensemble du tracé (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025).

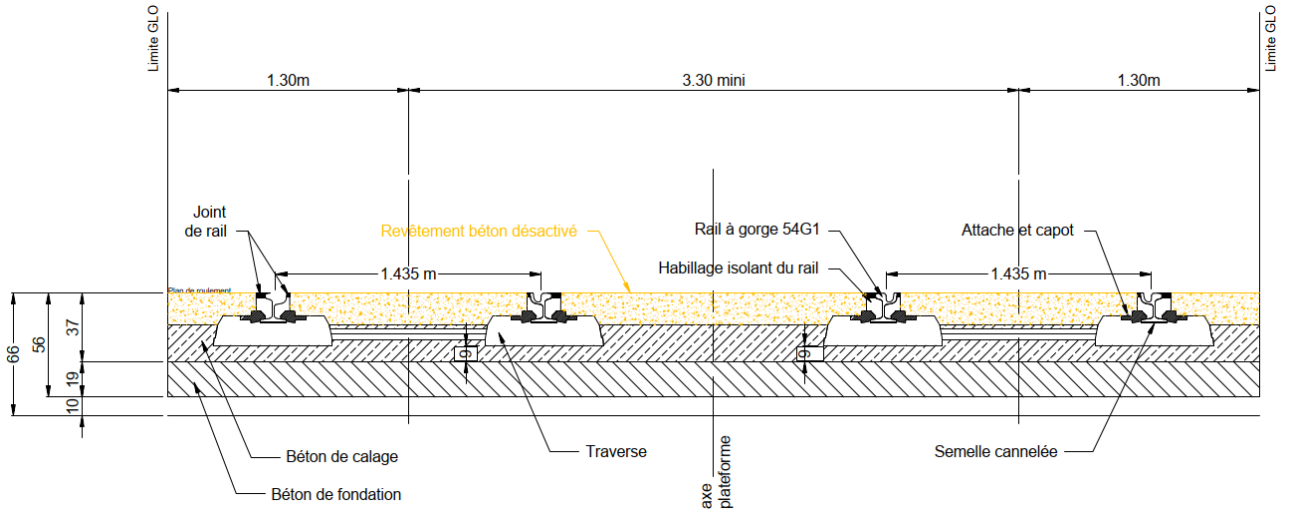


Fig. 81 : Extrait de la coupe d'une pose classique avec revêtement béton désactivé – uniquement au niveau des stations (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025).

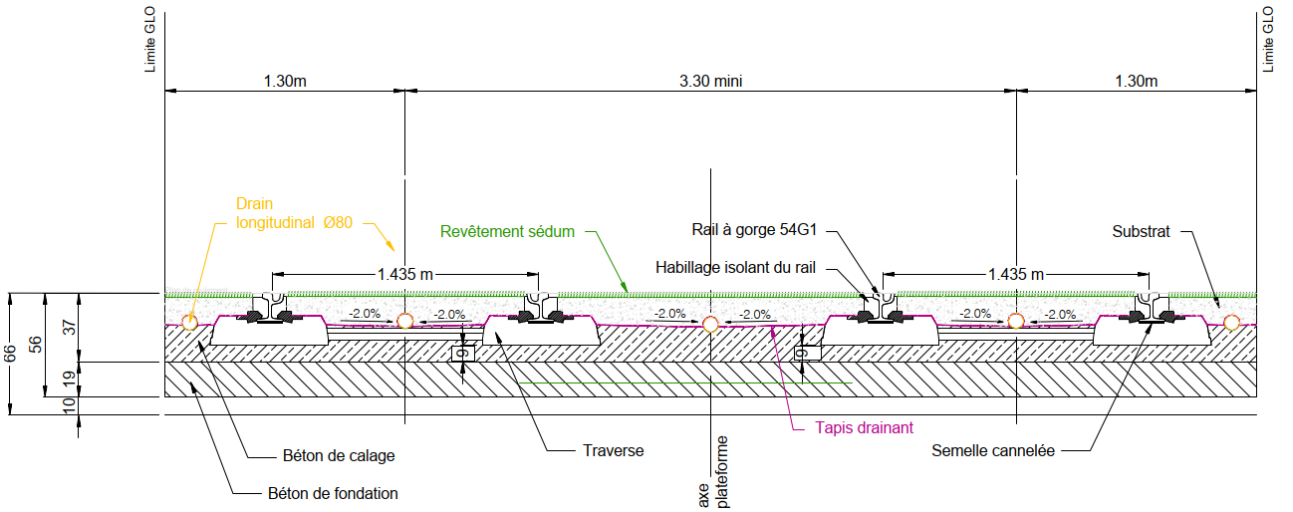


Fig. 82 : Extrait de la coupe d'une pose classique avec revêtement sédum – en interface OA (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025).

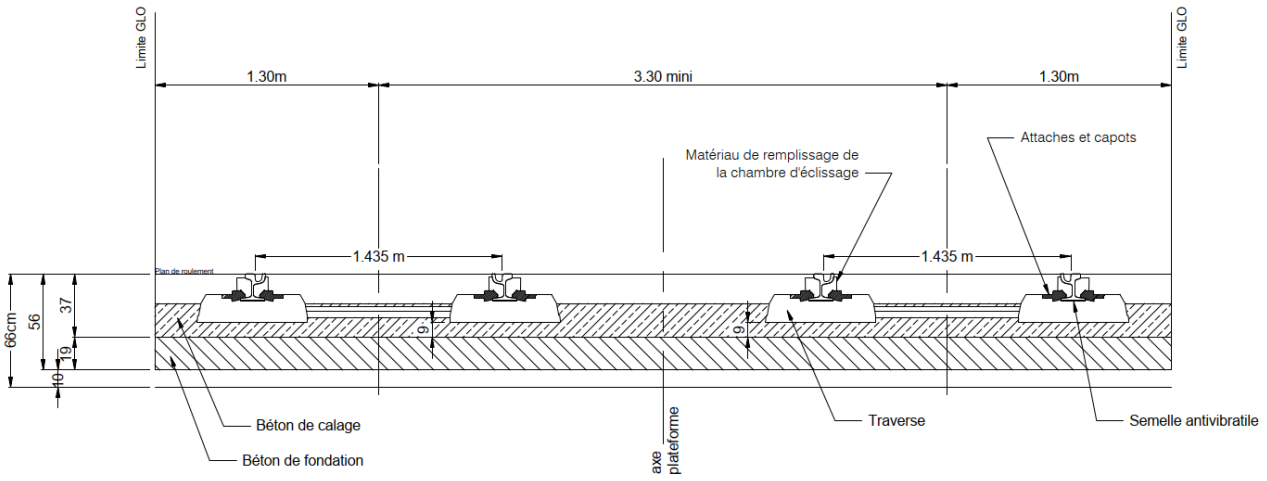


Fig. 83 : Extrait de la coupe d'une pose -8dB – au niveau des secteurs définis dans l'étude vibratoire au chap. 7.2.1(APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025).

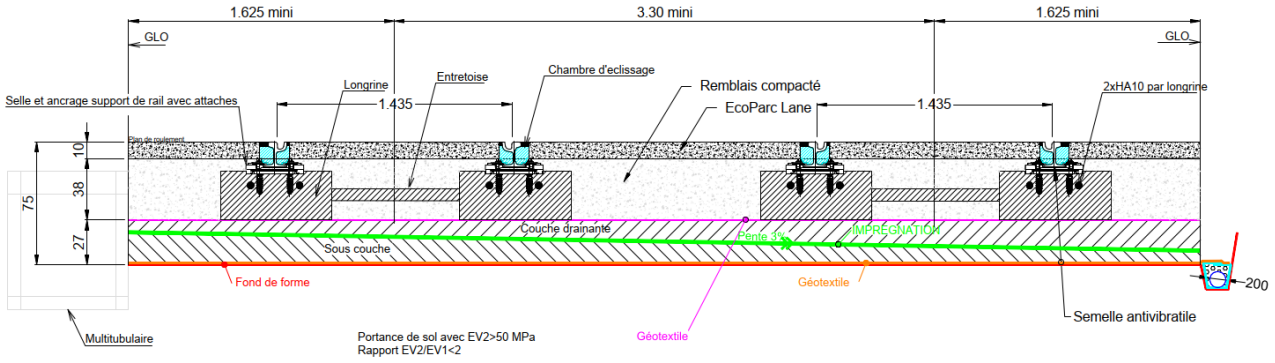


Fig. 84 : Extrait de la coupe d'une pose sur longrine avec revêtement EcoParc Lane – en interface OA (APS Ligne, Vol. J-15 / APS_4469B_TR_INF_T6110_PDT_003926_B, 2025).

Il faut également considérer que le *Veloexpresswee* est prévu en revêtement bitumeux, de couleur rouge.

Pour ce qui est des quais de stations, ceux-ci présenteront un profil entièrement minéral avec un nez de quai en pierre naturelle ou granit, une bande podotactile en élément béton blanc avec bande de contraste noir et un quai en dallage à base de pierres naturelles.

Il est projeté de traiter la station en quai central (Pontpierre) avec des pierres de couleur différente : nez de quai et dallage de couleur bleue.

Les coupes d'aménagement des stations sont fournies dans l'APS ligne, vol. J-11.

ECLAIRAGE

La conception de l'éclairage s'est faite sur la base de la la norme européenne EN 13201, en tenant compte des besoins du projet à savoir la nécessité pour les usagers d'utiliser les équipements quelle que soit la luminosité naturelle.

Par usager, il est compris les voyageurs du tramway mais également les conducteurs ainsi que les cyclistes empruntant le *Veloexpresswee*.

Le concept d'éclairage répond donc aux besoins dans les sections urbaines et extra-urbaines. Pour cela il a été tenu compte de critères primordiaux :

- Ecologie,
- Sécurité,
- Fonctionnalité,
- Coût,
- Pérennité,
- Esthétisme,
- Flexibilité,
- Praticité en maintenance.

Différentes variantes ont été étudiées (éclairage mixte 1 luminaire sur mât, éclairage avec 2 luminaires sur mât, éclairage de la piste cyclable depuis une clôture, éclairage de la piste depuis le sol et marquage phosphorescent sur la piste).

Toutes les variantes sont applicables et présentent chacune des avantages et des inconvénients.

Finalement, le concept retenu a fait l'objet de choix forts de la part du maitre d'ouvrage :

- Eclairage de la voie tramway et de la piste cyclable grâce à deux luminaires installés sur 1 mât,
- un dimming progressif à 10% sur le corridor tram lorsqu'il n'y a pas de présence de tram mais également sur le *Veloexpresswee* en d'absence de trafic,
- une coupure de l'éclairage du tram entre 1h et 4h (plage horaire sans circulation),
- une température de couleur de 2200K pour la limitation des UV,
- une hauteur maximale des mâts fixée à 6 m pour limiter l'impact sur le paysage et la faune,
- une interdistance entre mâts de 27 m.

Les Fig. 85 et Fig. 86 représentent les coupes types avec le concept d'éclairage retenu.

Une évaluation de l'impact de l'éclairage sur la biodiversité et sur le paysage est disponible au chapitre 7.6.

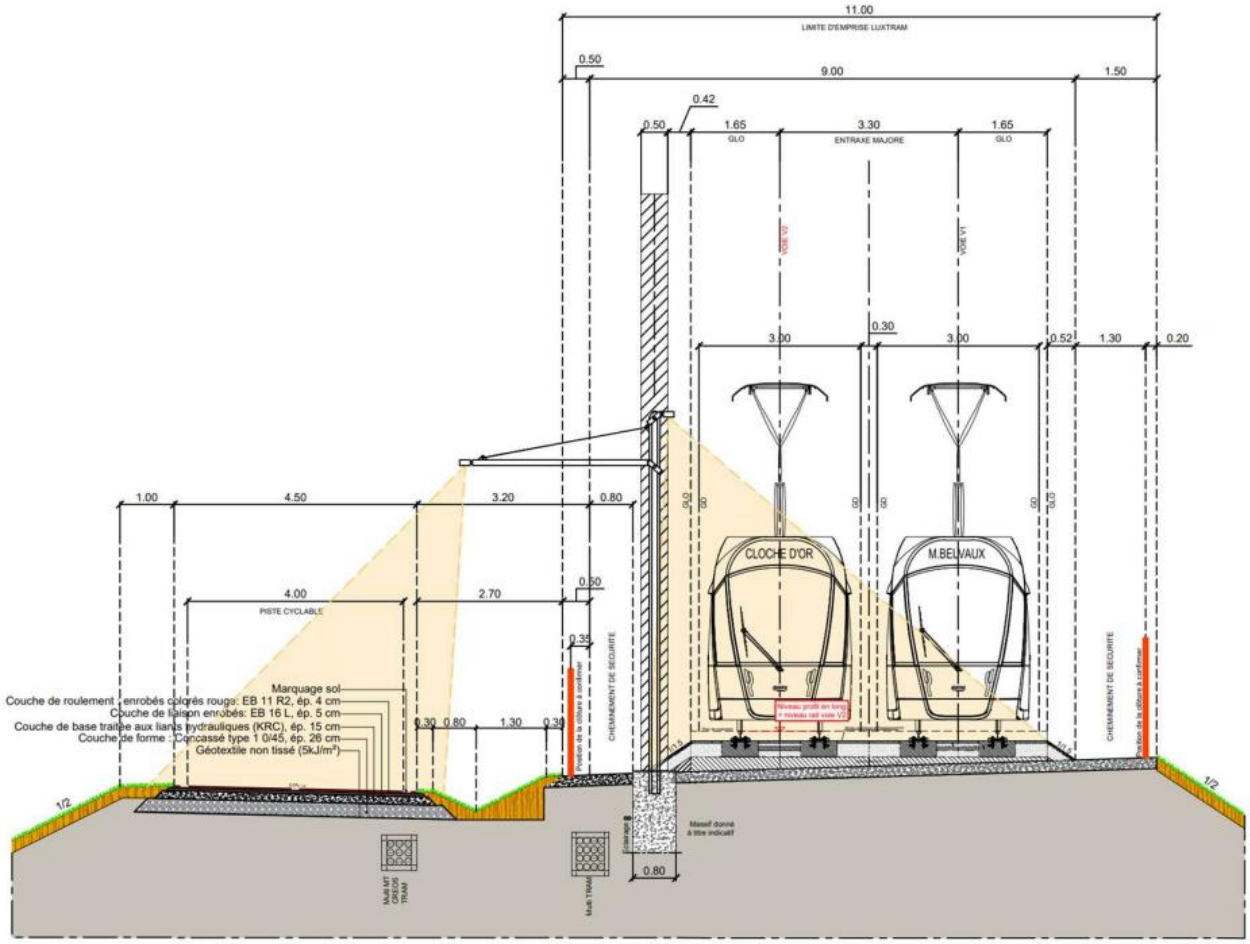


Fig. 85 : Concept d'éclairage en section normale (APS Vol. C2-3 / APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B#Eclairage, 2025)

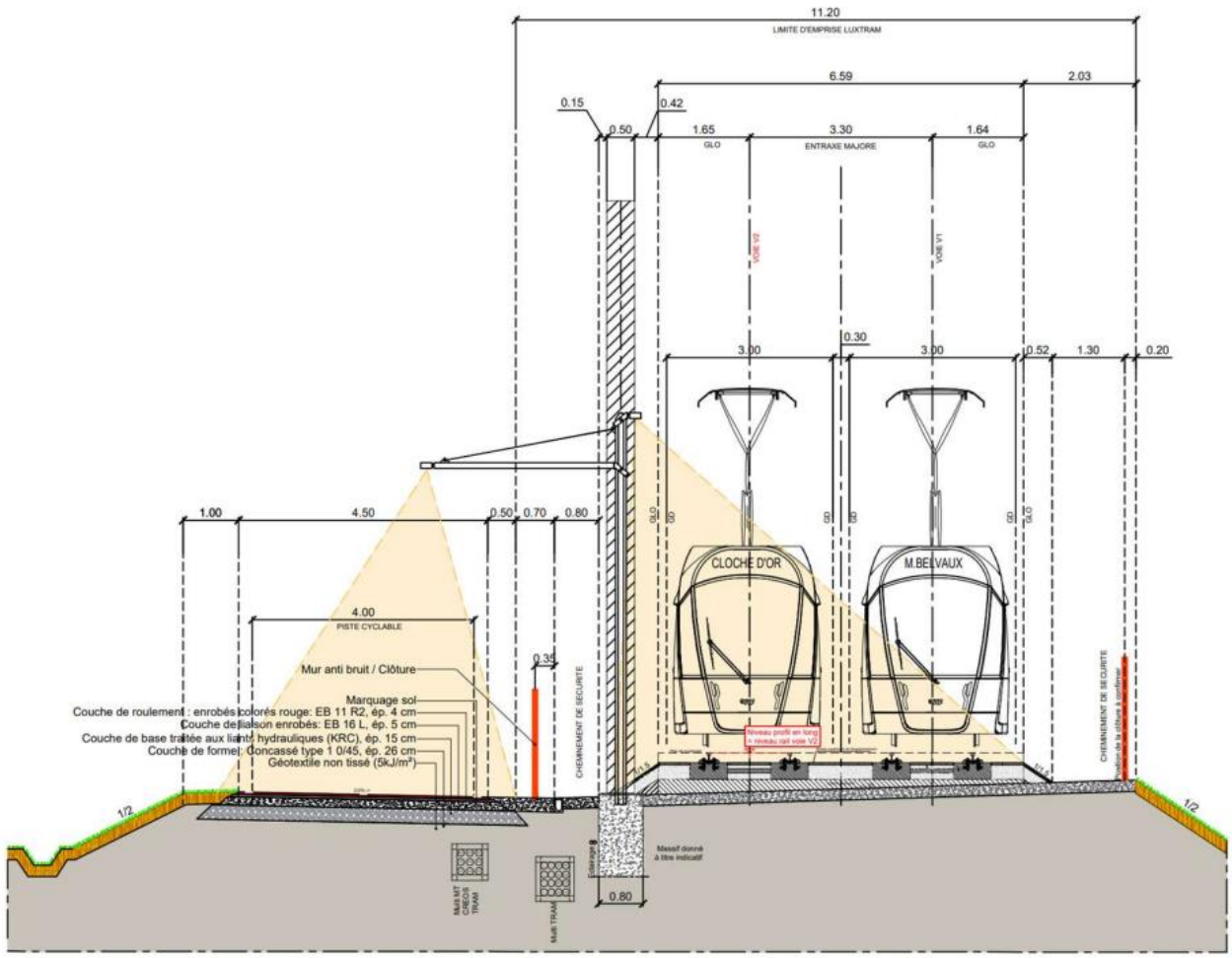


Fig. 86 : Concept d'éclairage en section restreinte (APS Vol. C2-3 / APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B#Eclairage, 2025)

Tracé optimisé

VELOEXPRESSWEE

Le tracé optimisé du projet ne modifie en rien les caractéristiques du *Veloexpresswee* qui restent celles définies dans la version initiale (largeur, pente, couleur, matériau, éclairage, etc...).

Cependant, quelques modifications ont lieu sur le tracé de cet équipement qui longera la voie du tram rapide 1 sur l'ensemble du linéaire hormis à Pontpierre, où il empruntera la rue de l'Europe pour diminuer l'emprise foncière du projet sur les jardins des habitations.

Il présentera également des linéaires « doublés » en trois secteurs du tracé. En effet, l'équipement étant ouvert à la circulation d'engins agricoles, il est nécessaire de proposer un tracé alternatif à ces engins au droit de certains passages sur ouvrages. Ainsi, ce sera le cas pour l'ouvrage OA1530 (viaduc avec station à Leudelange, l'ouvrage OA1534 (pont-rail sur la rue de Bettembourg) et l'ouvrage OA1542 (viaduc avec station à Foetz).

Ces dédoublements permettront également les connexions nécessaires avec les pistes cyclables existantes (PC1 et PC9 notamment) mais également avec le réseau viaire situé à proximité (rue de la Poudrerie à Leudelange, Al Stroos, CR163, CR164 et N13).

Une note technique relative à la piste cyclable express a été élaborée par la maitrise d'œuvre du tram rapide. Cette note est disponible dans l'APS ligne - Volume C2.2 / APS_4469B_TAB_INF_T3310_NOT_000001_A ».

STATIONS

La localisation des stations a été grandement modifiée avec l'optimisation du projet. Les stations de Leudelange et de Pontpierre ont notamment été déplacées de l'autre côté de l'autoroute. Toutes deux seront aménagées sur le viaduc permettant le double franchissement de l'A4.

Il est également à noter que la station de Pontpierre sera également équipée de quais latéraux et non plus d'un quai central. De ce fait, les 3 stations présenteront le même profil d'aménagement.

La phase temporaire durant laquelle la station de Foetz ne présentait qu'un seul quai est également supprimée. Cette station sera aménagée directement dans sa configuration finale et présentera 2 quais latéraux.

LOCAL CONDUCTEUR PROVISOIRE

Avec le tracé optimisé du projet, la mise en service de la ligne Tram rapide 1 se fera en une seule phase. Un unique local conducteur provisoire sera donc mis en place à la station de Foetz à l'horizon 2031.

Le type de structure et sa composition restent inchangés.

OUVRAGES D'ART

Comme énoncé au paragraphe 3.2.1, 9 ouvrages d'art sont prévus le long du tracé du tram rapide 1 (cf. Fig. 50-Fig. 67 :

- OA1530 : cet ouvrage de type passerelle permet à la piste cyclable nationale PC1 de franchir la plateforme multimodale ainsi que la route d'Esch. Sa portée sera d'environ 180 m pour une largeur de 4 m minimum.
- OA1531 : cet ouvrage de type viaduc permet à la plateforme multimodale de franchir par 2 fois l'autoroute A4 et accueille la station Leudelange. Sa portée sera d'environ 780 m pour une largeur de 22 m environ.
- OA1533 : cet ouvrage de type passerelle pour mode doux enjambe la plateforme multimodale ainsi que l'autoroute A4 au droit de la rue Al Stroos. Sa portée sera d'environ 100 m pour une largeur de 6,5 m environ. L'ouvrage OA1104 existant sera préalablement démoli.
- OA1534 : cet ouvrage de type pont-rail permet à la plateforme multimodale de franchir la rue de Bettembourg (CR163) à Leudelange. Sa portée sera de 41 m environ pour une largeur de 16 m.
- OA1535 : cet ouvrage de type pont-rail permet à la plateforme multimodale de franchir le futur échangeur de Leudelange-Sud. Sa portée sera d'environ 100 m pour une largeur de 16 m environ.
- OA1537 : cet ouvrage de type pont rail permet à la plateforme multimodale de passer au-dessus du cours d'eau Mierbech et du crapauduc réalisé sous maitrise d'ouvrage de l'administration des Ponts & Chaussées. Sa portée sera d'environ 10 m pour une largeur d'environ 20 m.
- OA1538 : cet ouvrage de type tunnel (trémie fermée) permet à la ligne de tramway de franchir l'autoroute A4. Sa longueur sera d'environ 100 m pour une largeur de 12 m environ et une hauteur de 6,5 m.

- OA1541 : cet ouvrage de type viaduc permet à la plateforme multimodale de franchir le nouvel échangeur de Pontpierre, la Mess puis l'autoroute A4. Il accueille également la station Pontpierre. Sa portée sera d'environ 540 m pour une largeur de 10 m environ.
- OA1542 : cet ouvrage de type viaduc permet à la plateforme multimodale de franchir la rue du Brill (CR164) et accueille la station Foetz. Sa portée sera d'environ 240 m pour une largeur de 16 m environ.

Les plans et coupes issus de l'APS ouvrages d'Art (Volume J-3 Plan, coupe, élévation, plan de géométrie) sont disponibles à l'annexe 08.

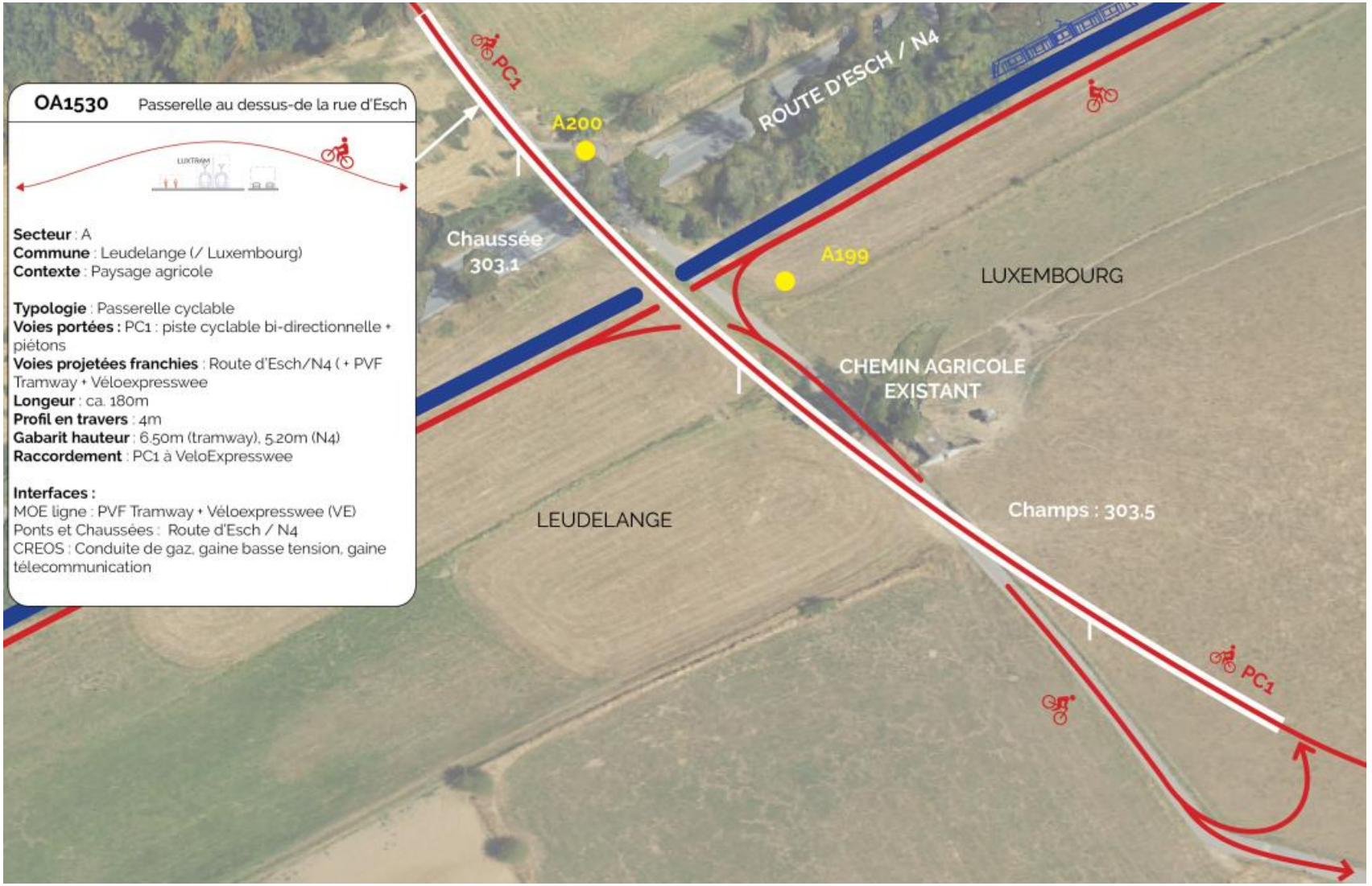


Fig. 87 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1530 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

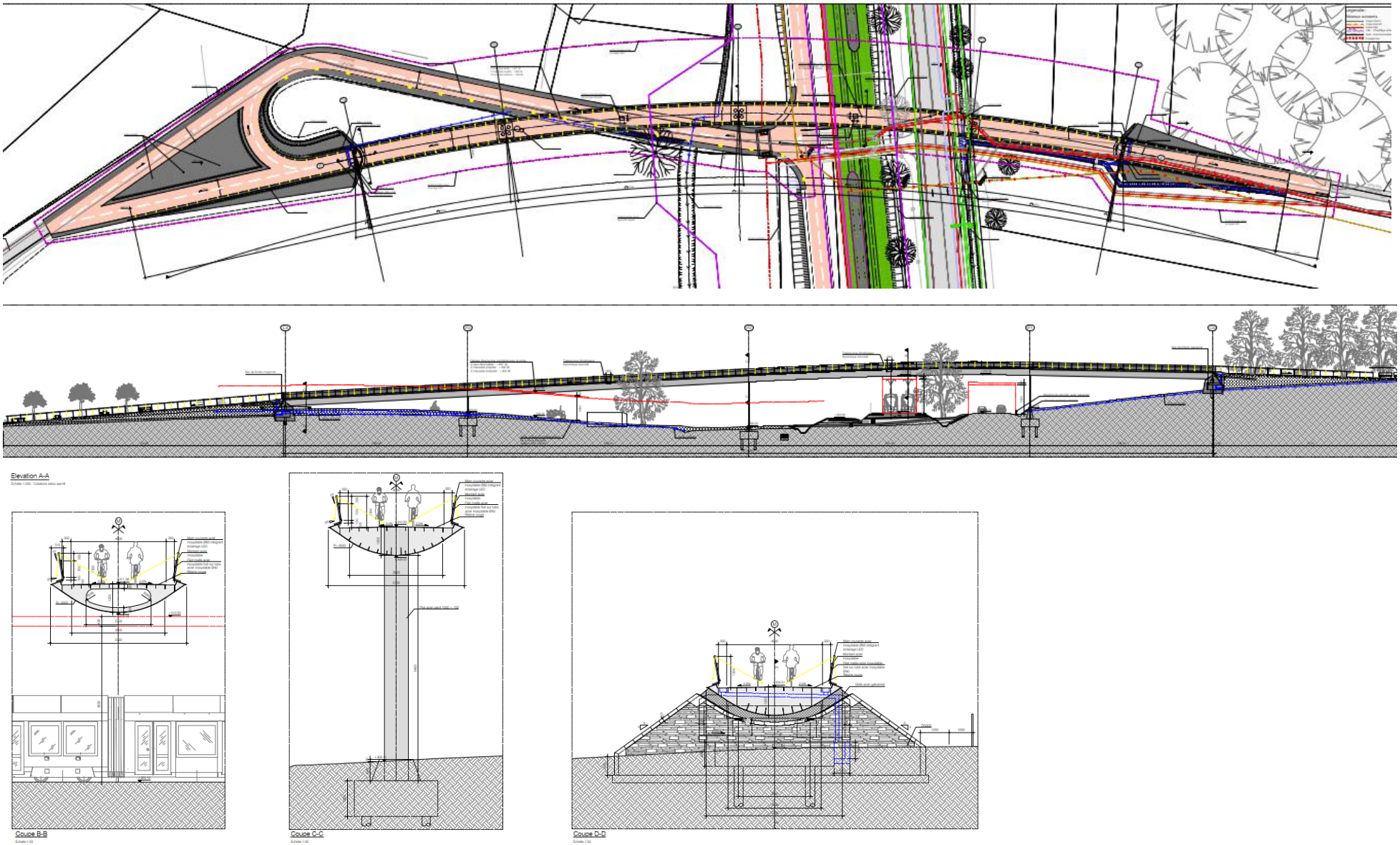


Fig. 88 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1530 (APS OA, APD_4468B_TRA_ARC_T4110_PGE_100001_A, 2026).

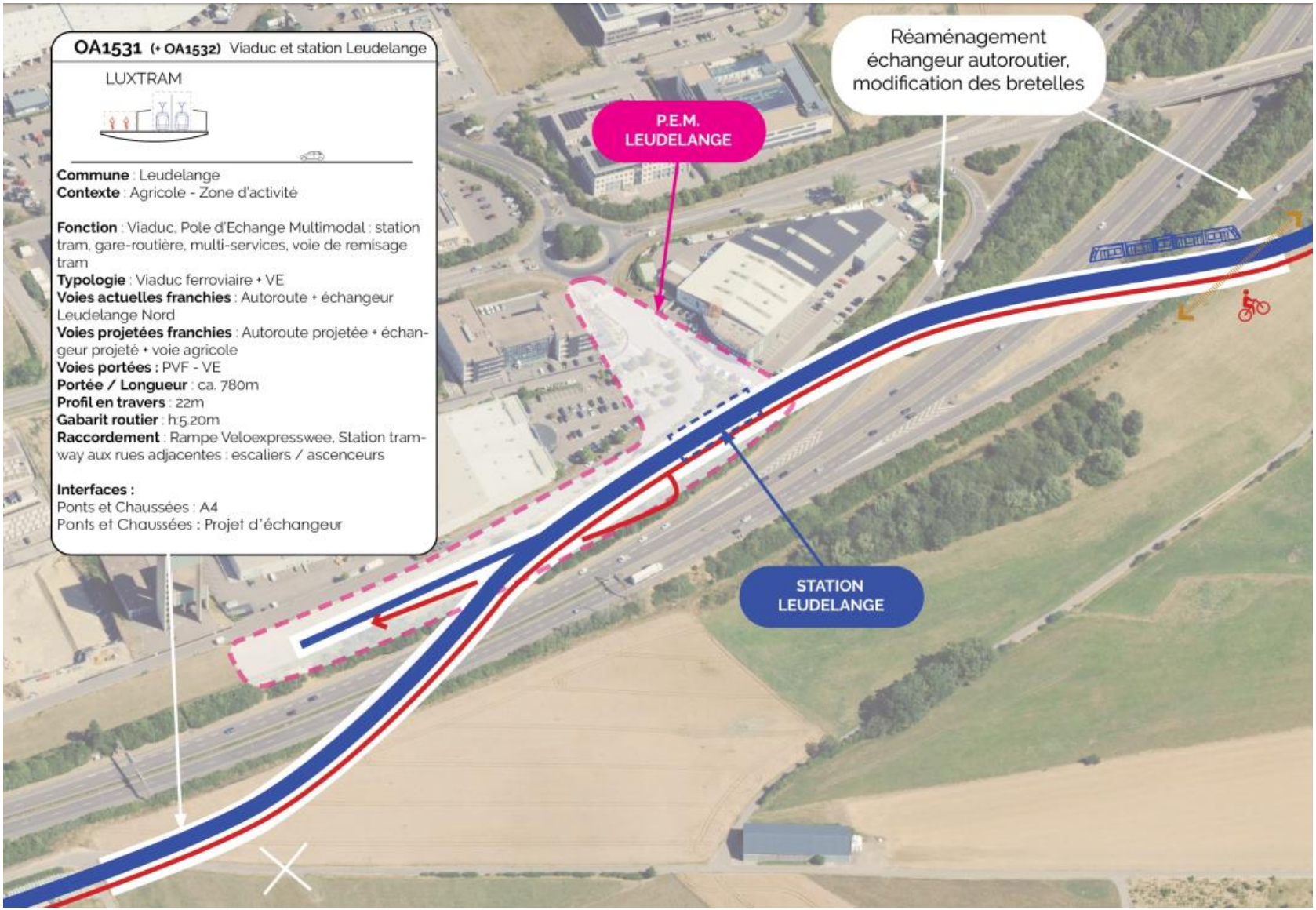


Fig. 89 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1531 et OA1532 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

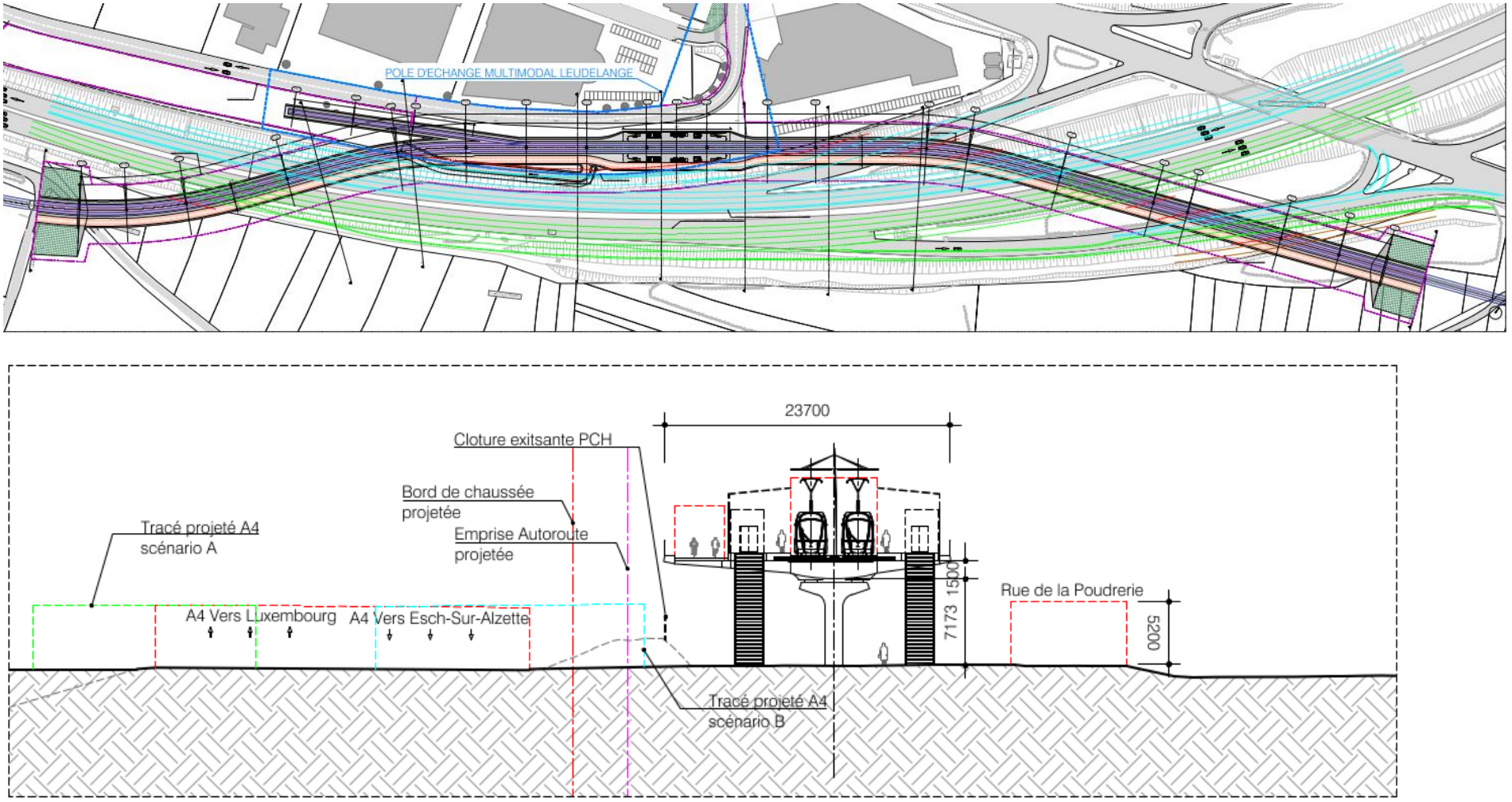


Fig. 90 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1531 et OA1532 (APS OA, APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153101_A, 2026).

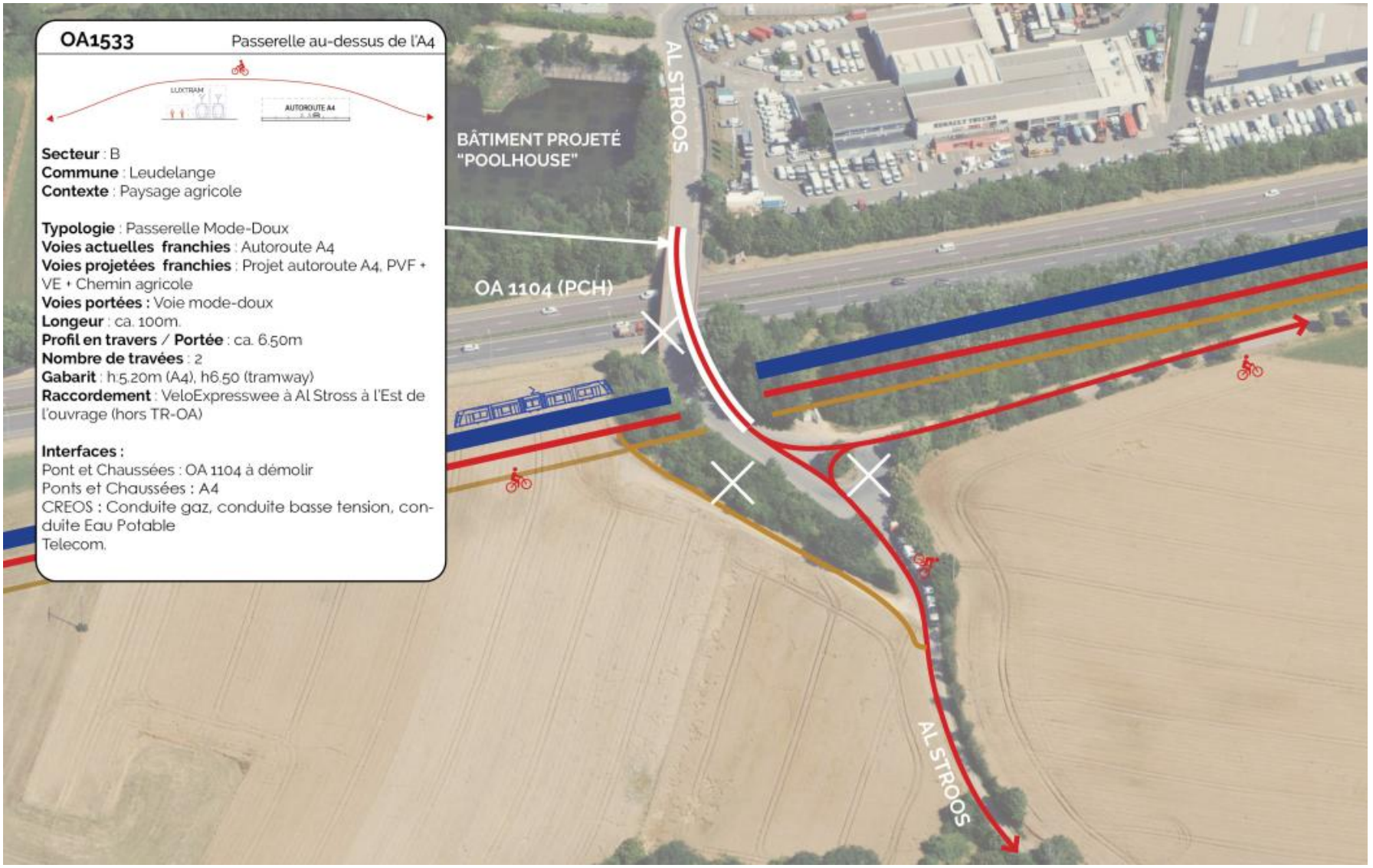


Fig. 91 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1533 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

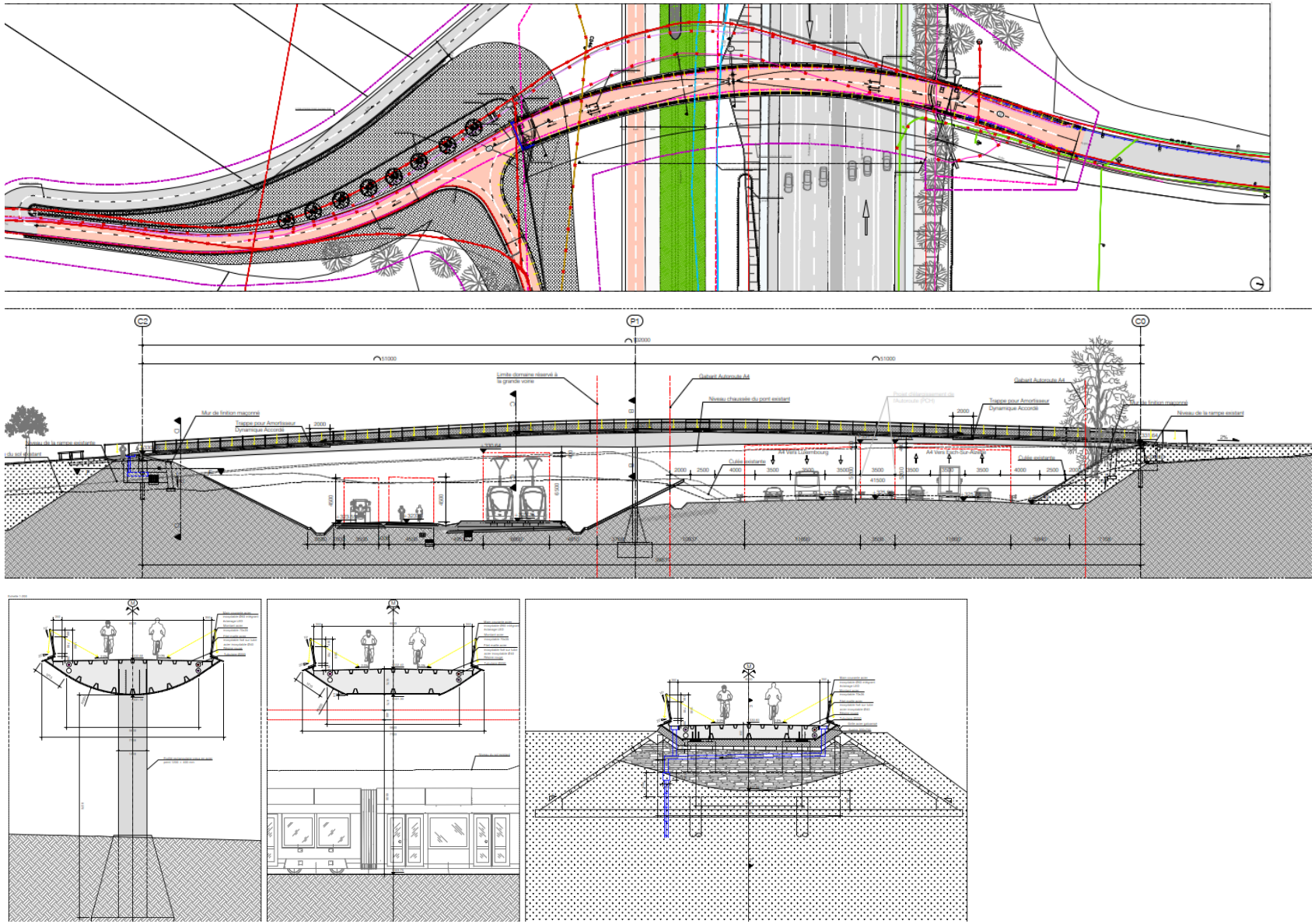


Fig. 92 : Plan d’implantation et coupes de l’OA1533 (APD_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153301_A, 2026).

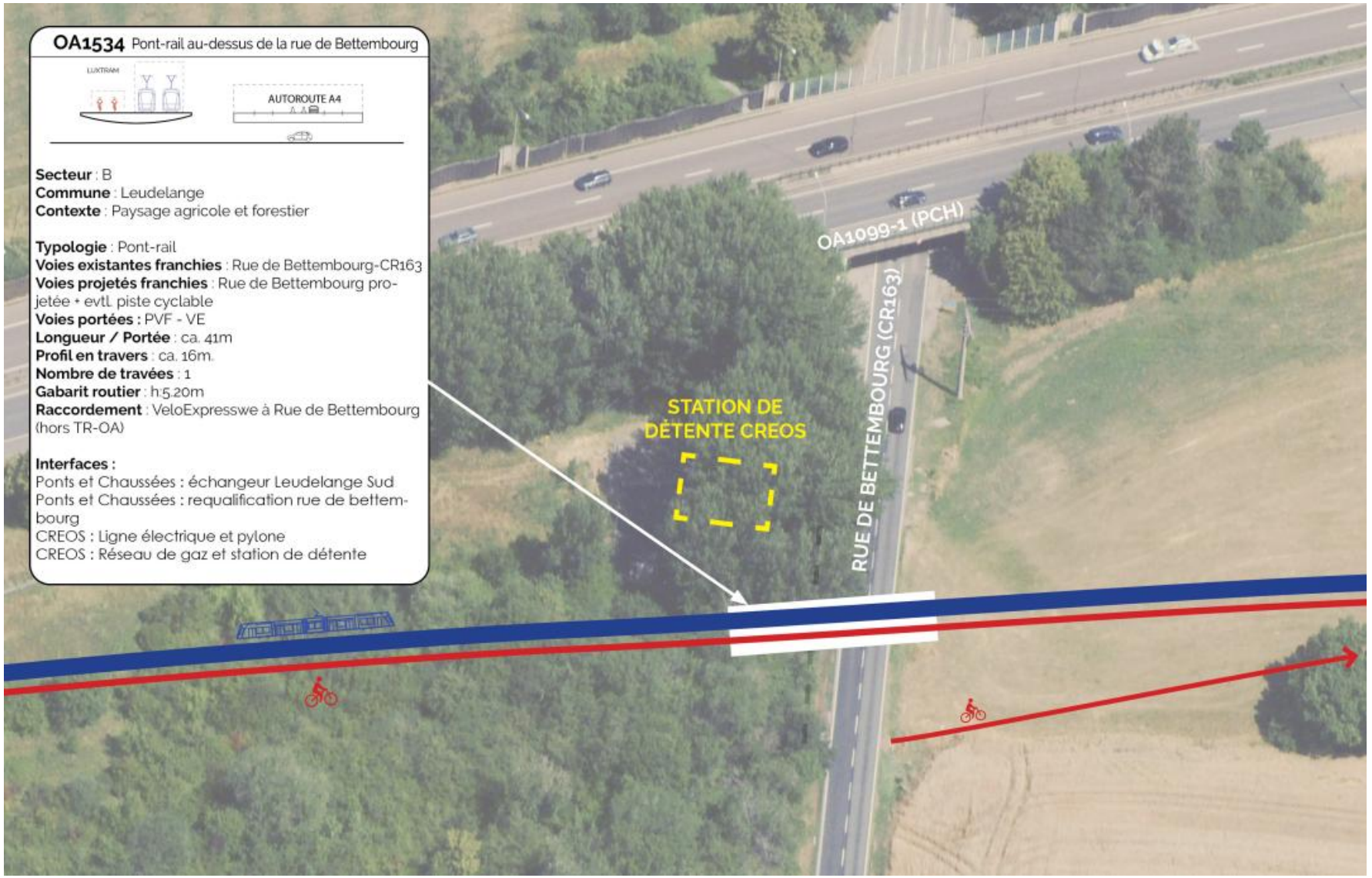


Fig. 93 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1534 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

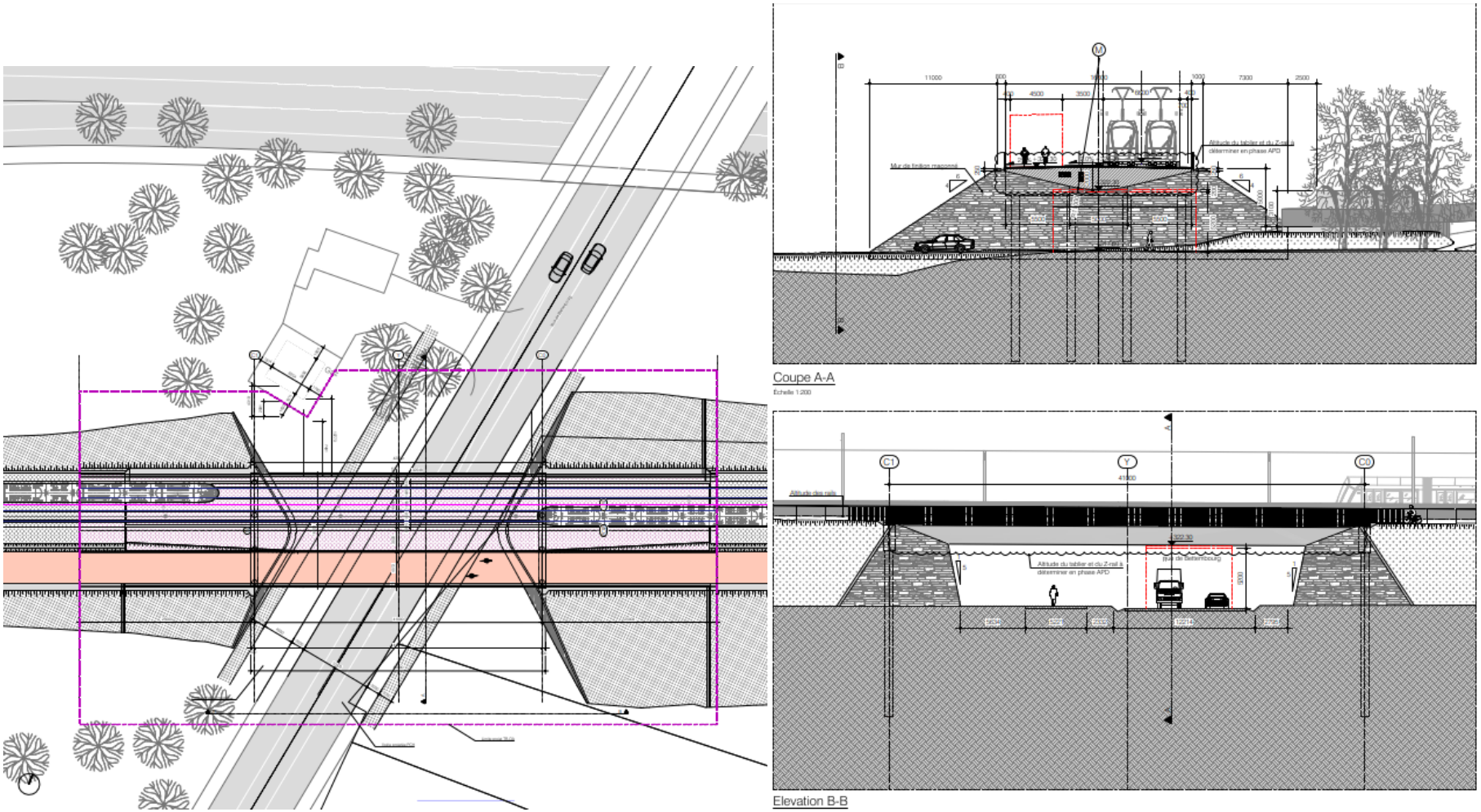


Fig. 94 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1534 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153401_A, 2026).

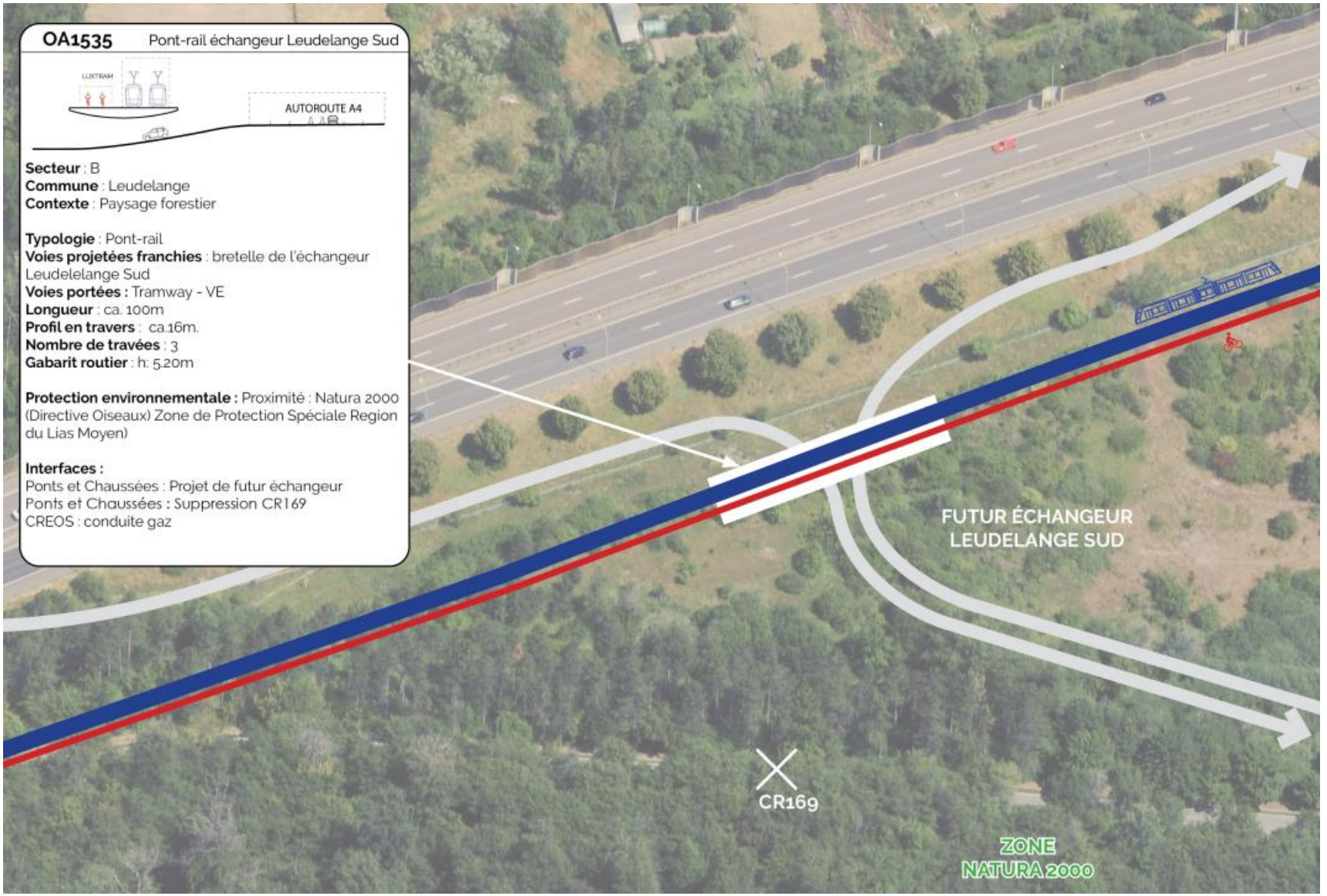


Fig. 95 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1535 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

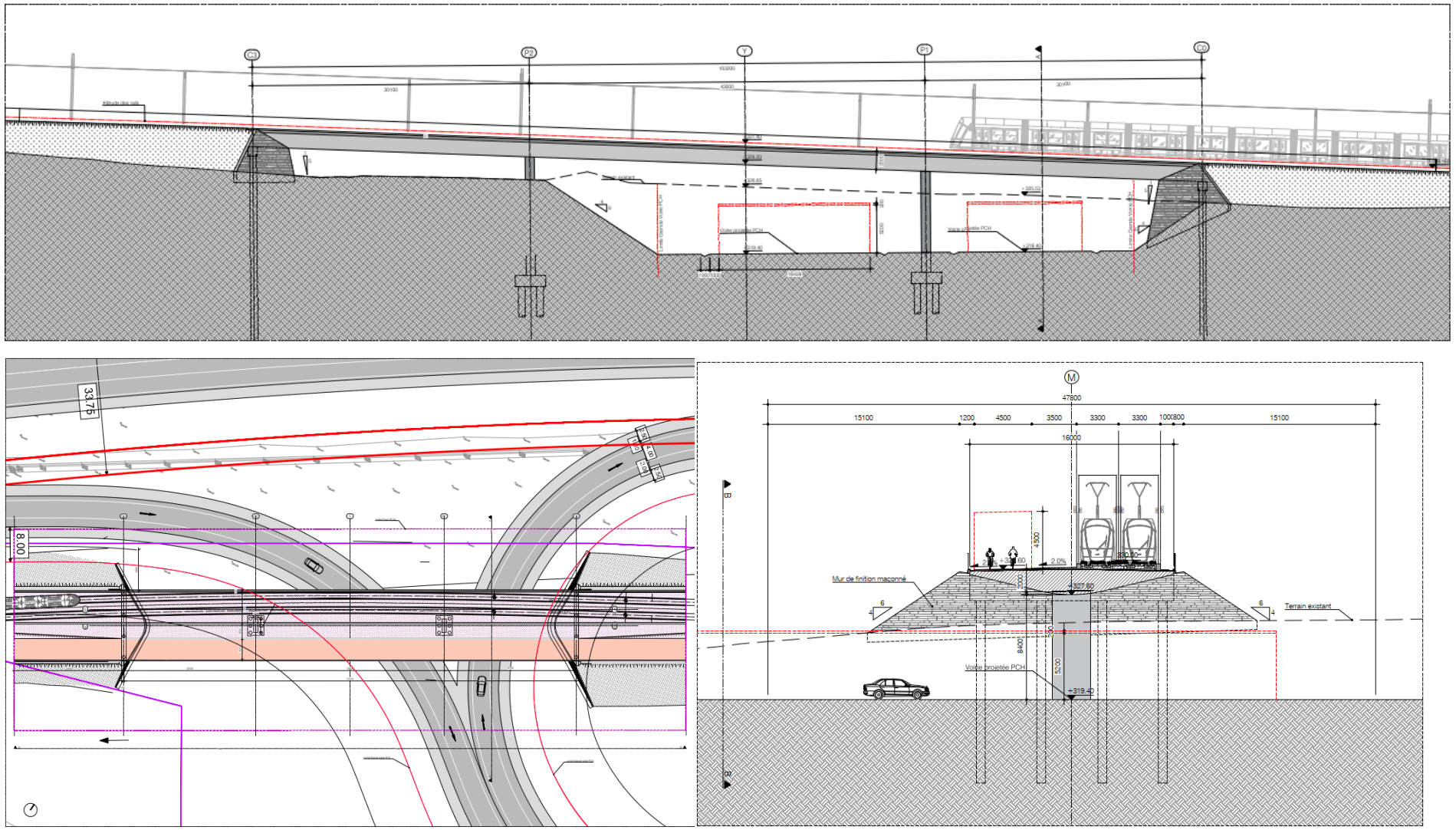


Fig. 96 : : Plan d'implantation et coupes de l'OA1535 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153501_A, 2026).

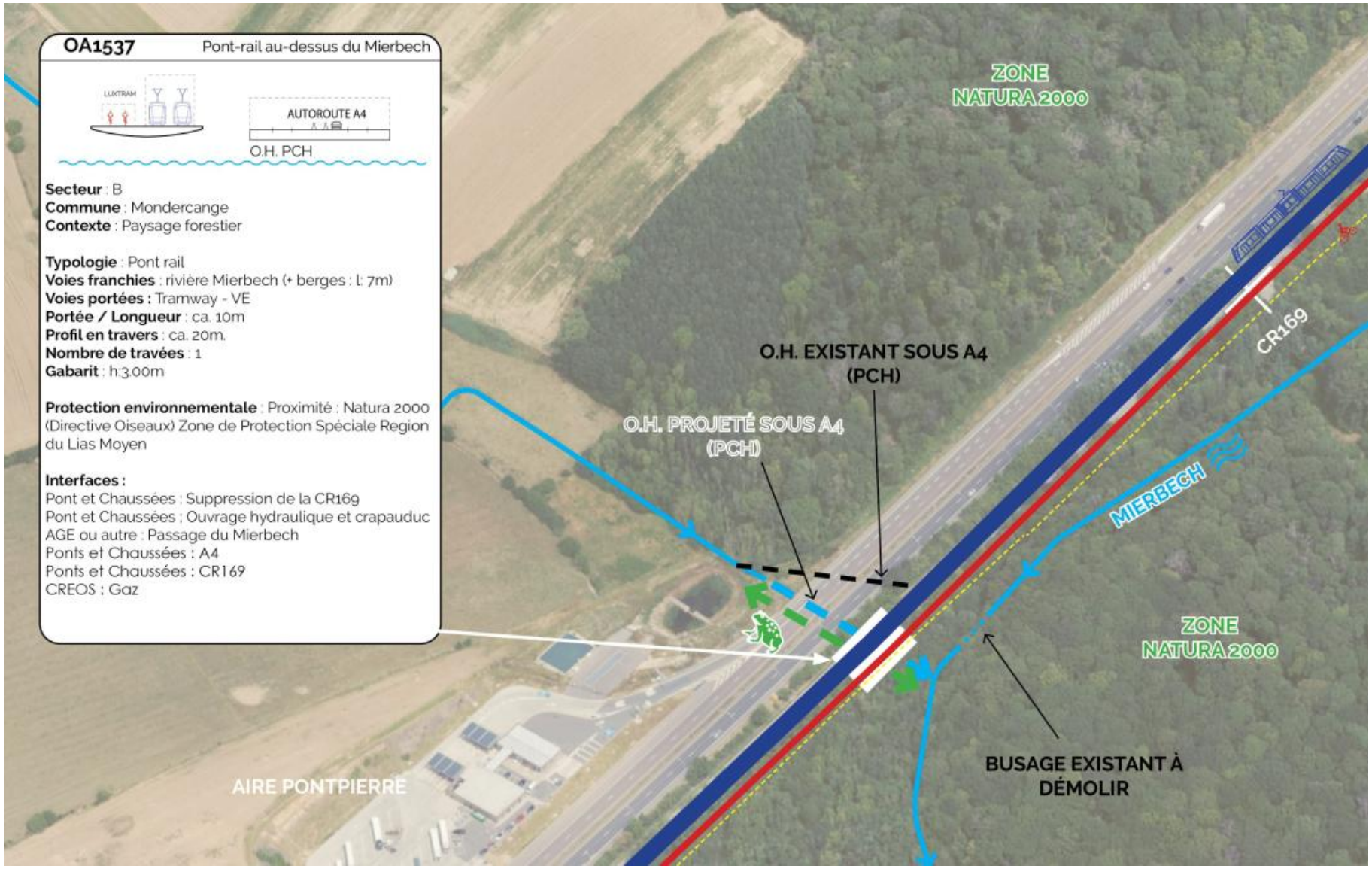


Fig. 97 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1537 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

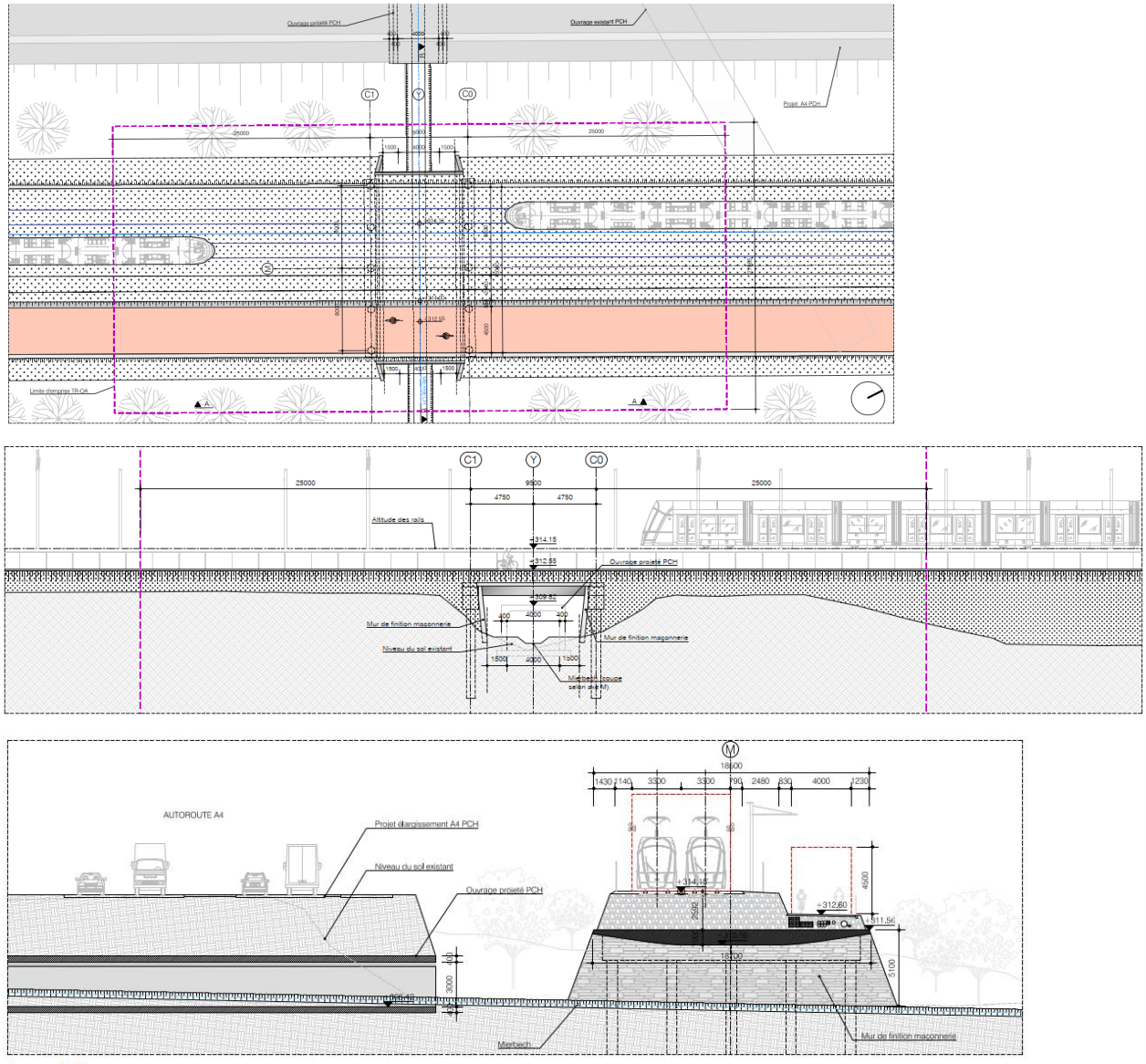


Fig. 98 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1537 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026).

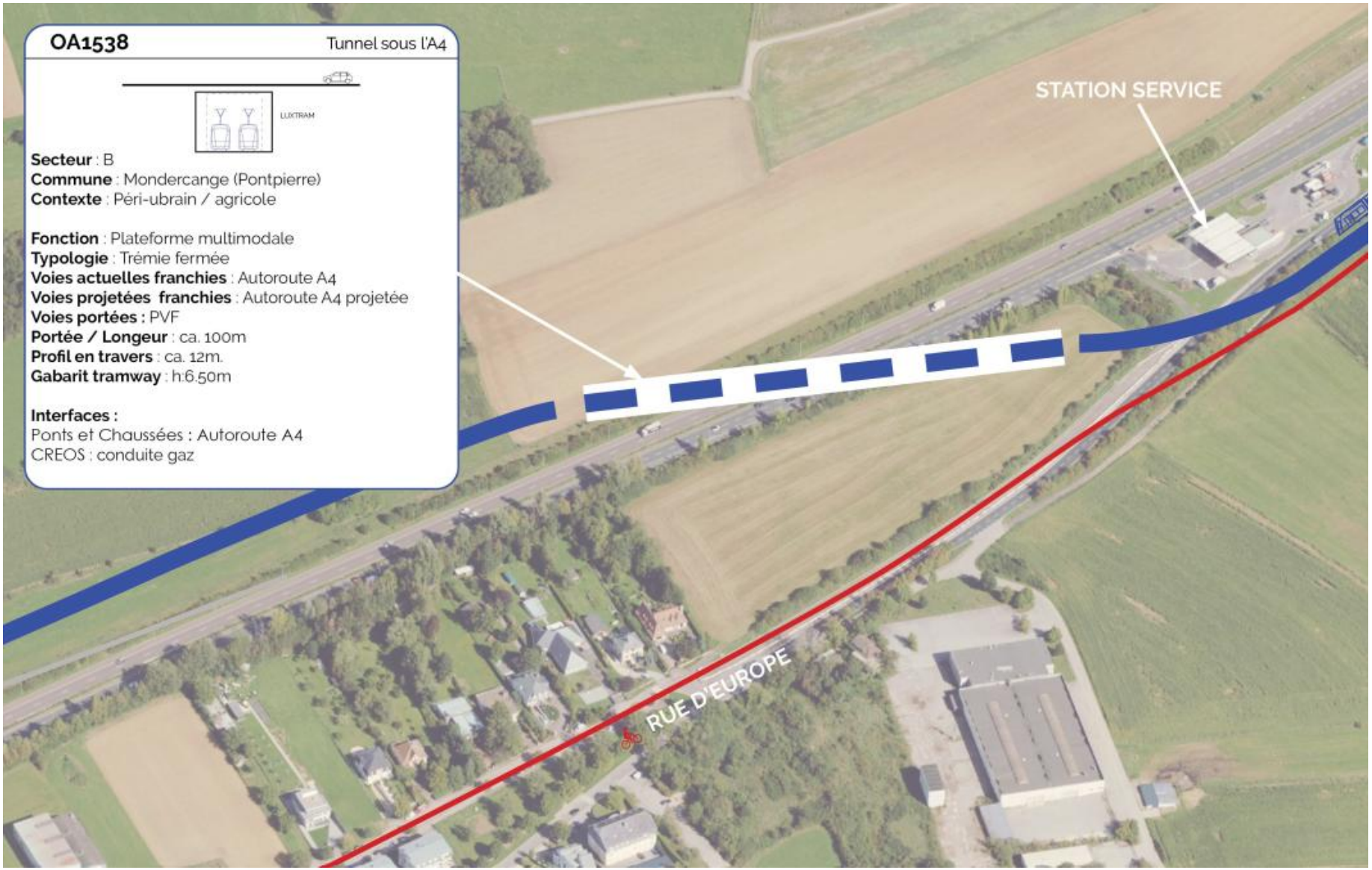


Fig. 99 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1538 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

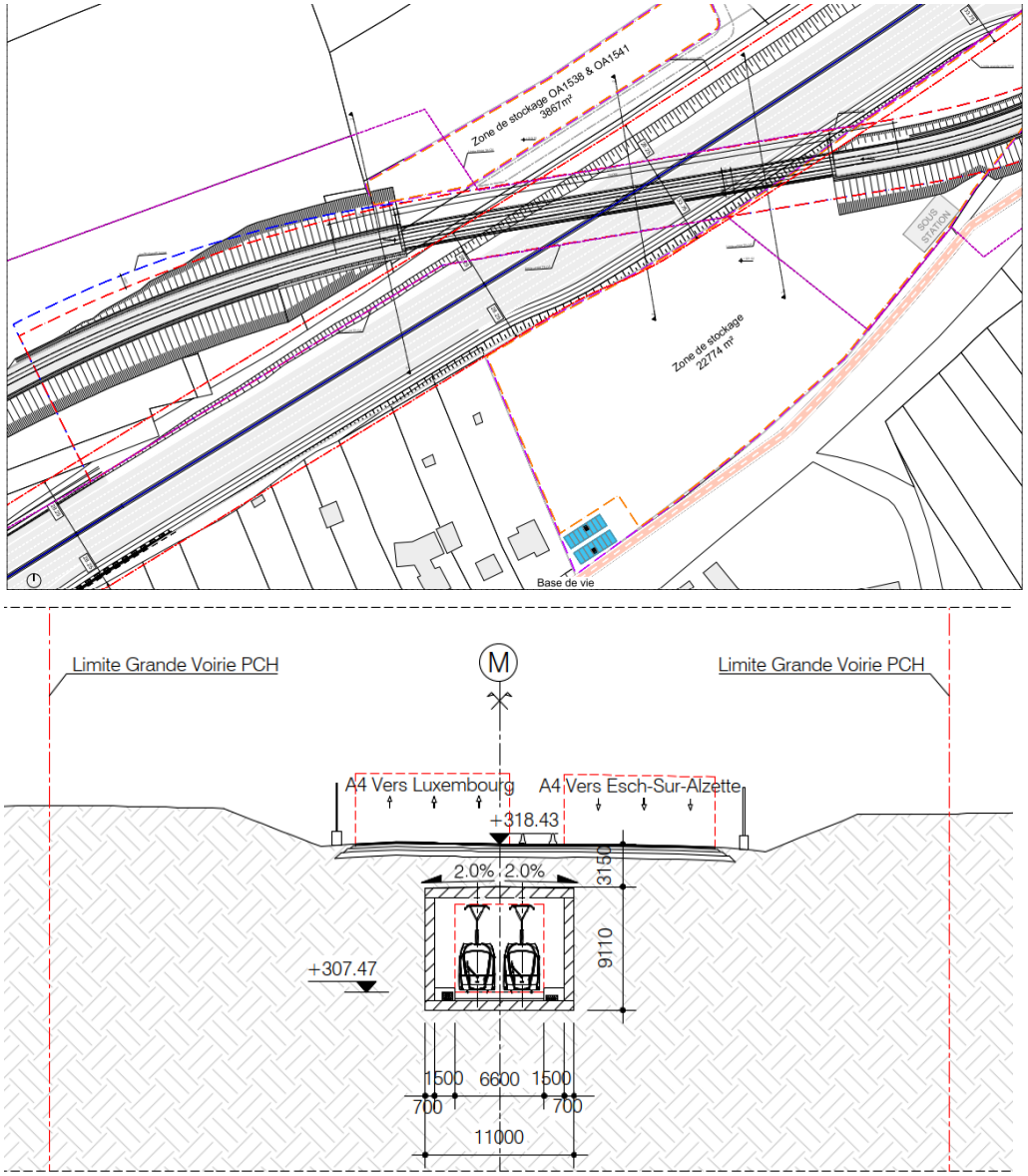


Fig. 100 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1538 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153801_A, 2026).

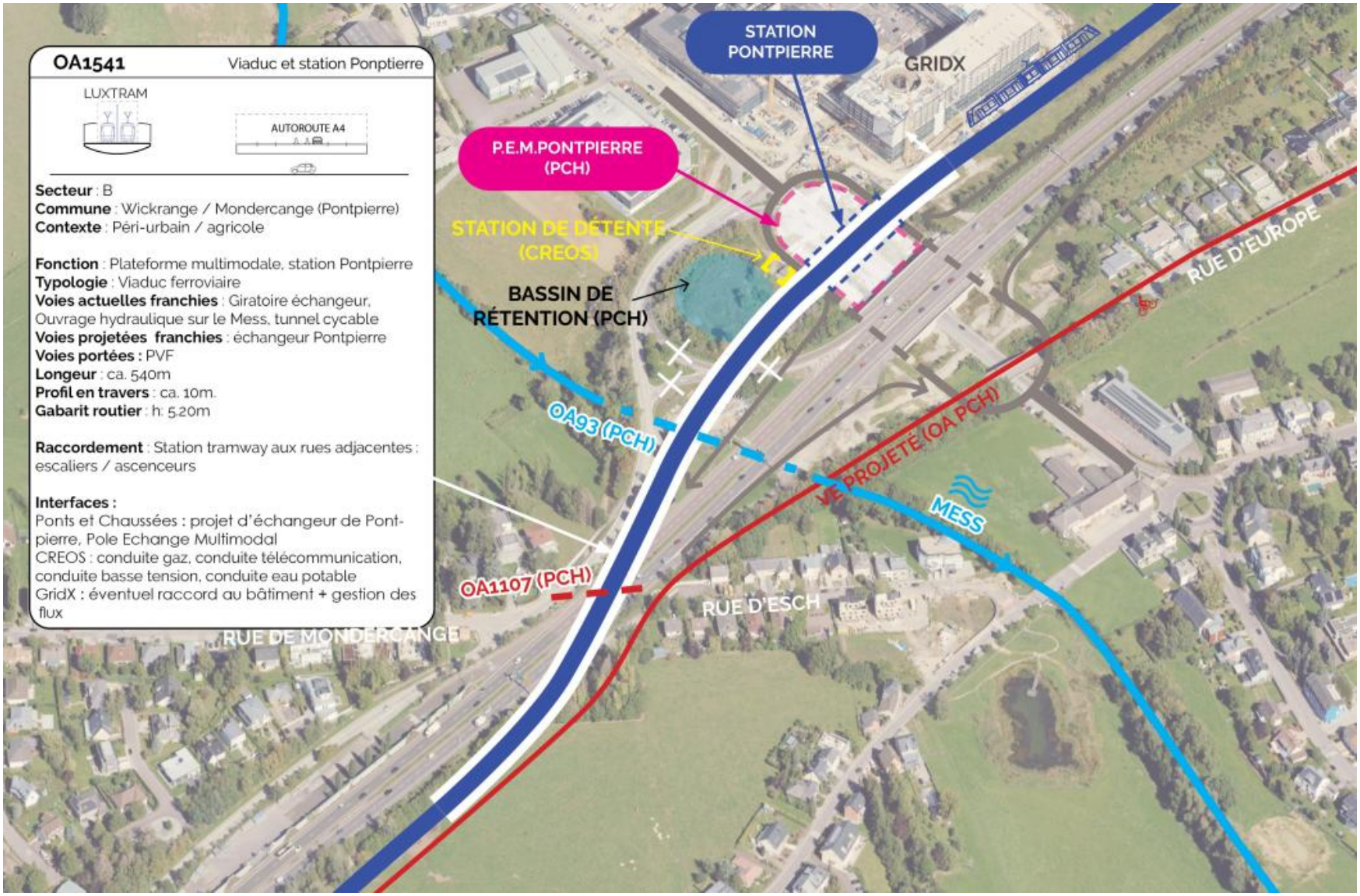


Fig. 101 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1541 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

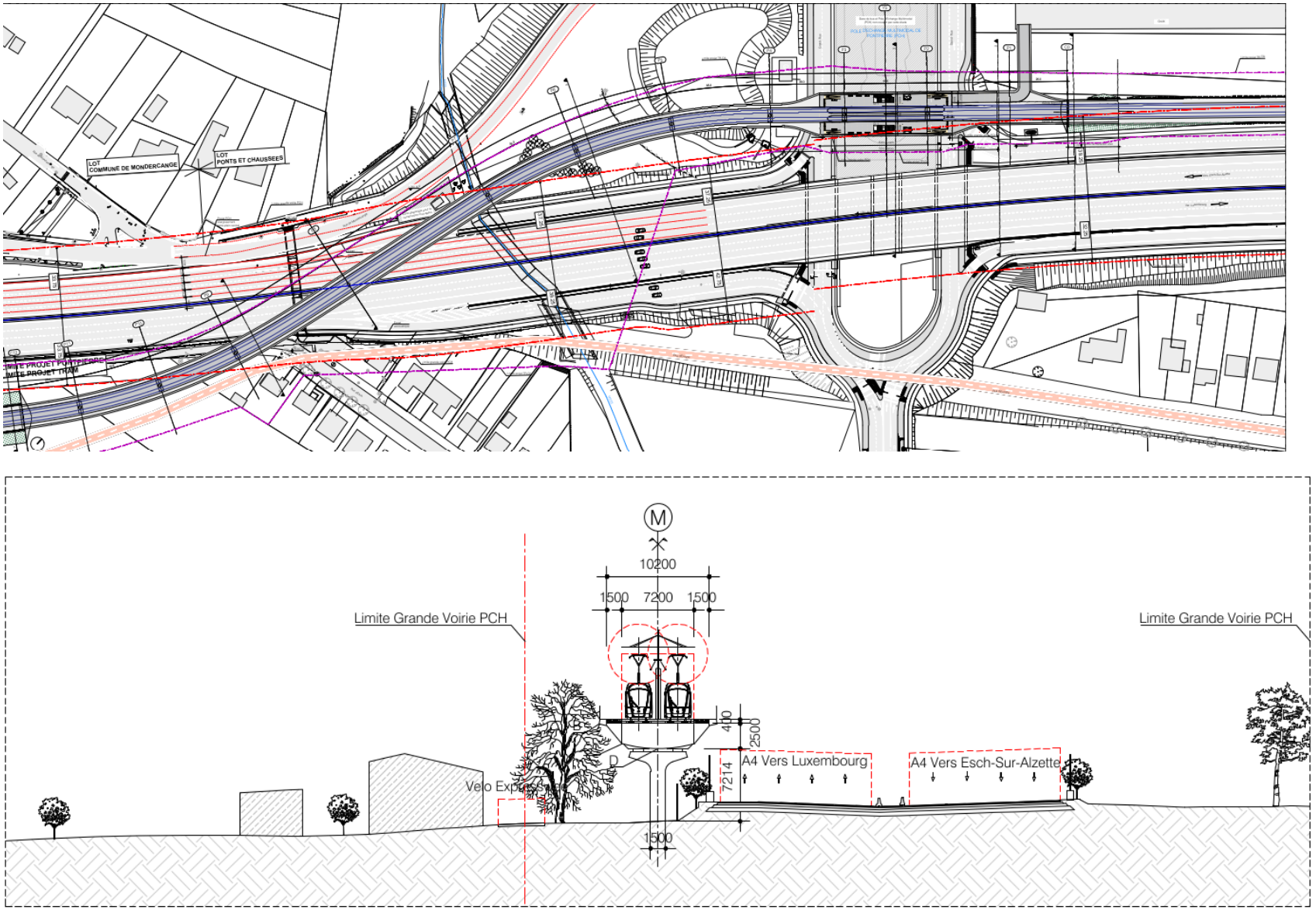


Fig. 102 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1541 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154101_A, 2026)

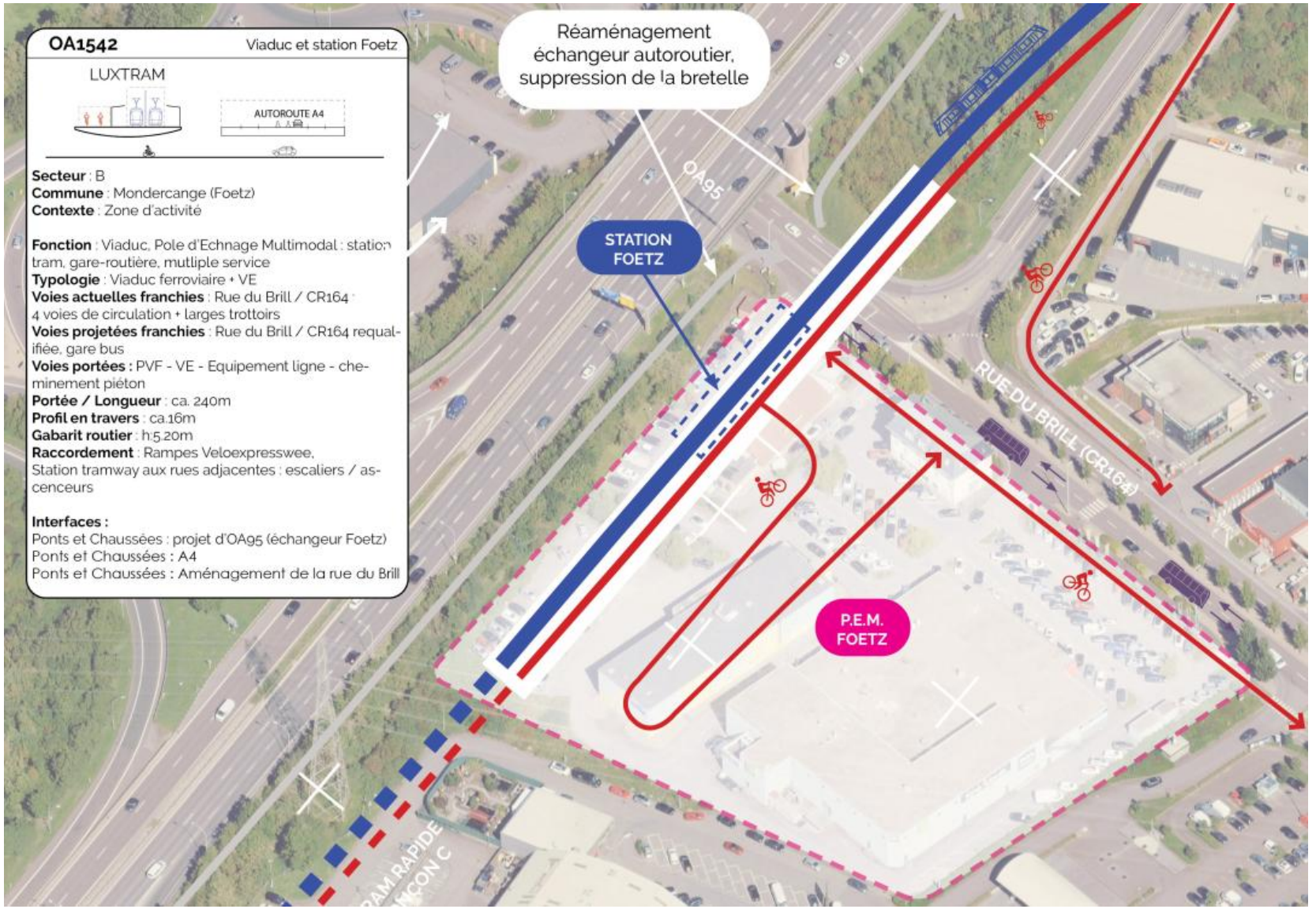


Fig. 103 : Visualisation schématique de l'insertion de l'OA1542 dans son environnement et données techniques à gauche (APS OA, vol. A1 / APS_4468B_TRAB_ARC_T5100_NOT_150001_A).

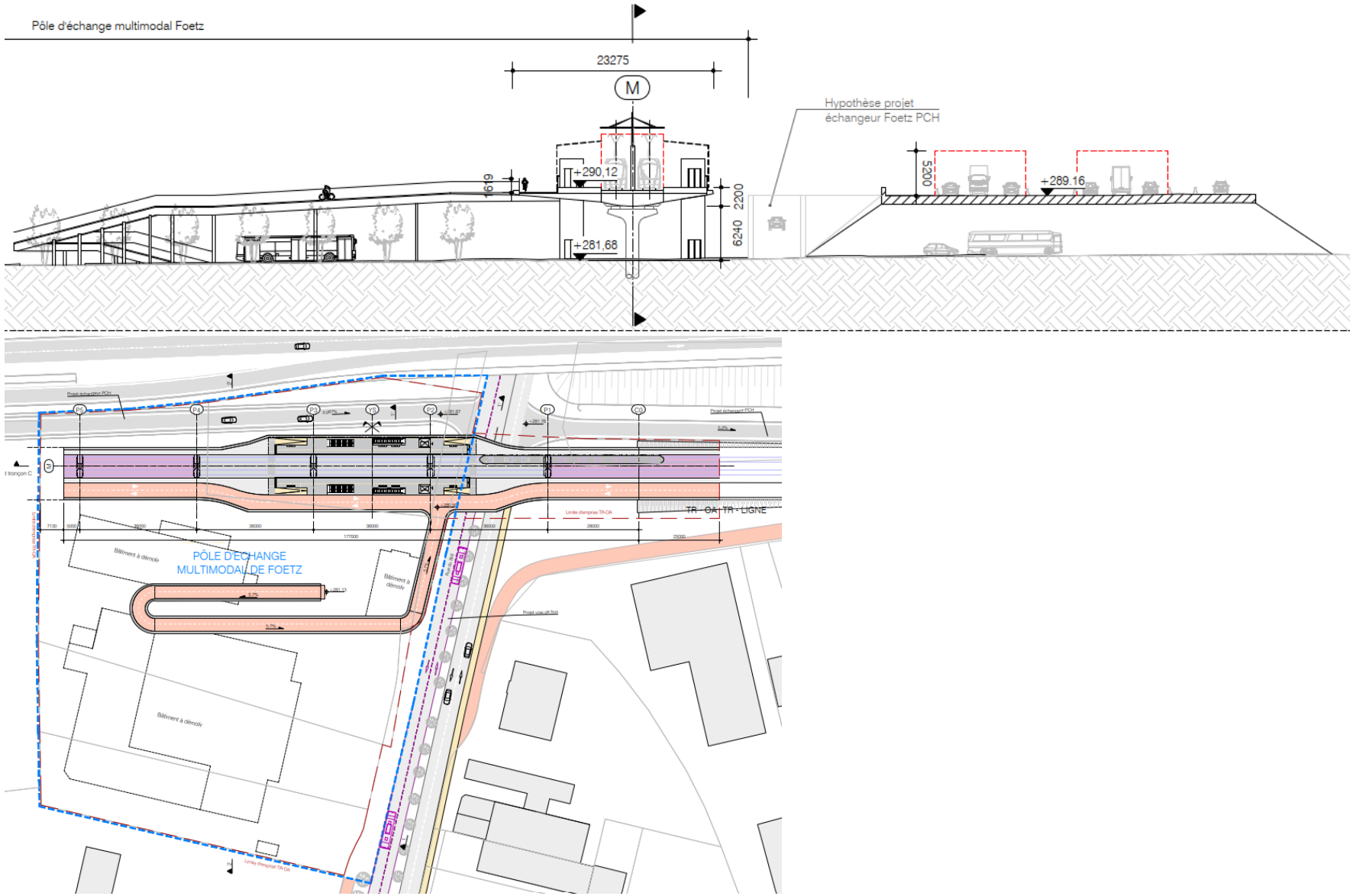


Fig. 104 : Plan d'implantation et coupes de l'OA1542 (APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_154201_A, 2026)

3.4.4 Exploitation

Tracé initial

L'exploitation de la ligne Tram rapide 1 a été planifiée en tenant compte de sa mise en service en deux étapes : dans un premier temps jusqu'à Leudelange et dans un second temps jusqu'à Foetz, avec dans les deux cas la mise en place d'un terminus provisoire et d'appareils de voie pour gérer les rotations des rames.

AMPLITUDE DE SERVICE ET FREQUENCE

Les données de base pour l'exploitation de la ligne portent sur l'amplitude et la fréquence de service, présentées sur la Fig. 105.

Jour	Période		Fréquence
	Début	Fin	
Lundi-Samedi	04:00	05:00	15
	05:00	06:00	8
	06:00	20:00	6
	20:00	22:00	8
	22:00	01:00	15
Dimanche	05:30	10:00	15
	10:00	20:00	8
	20:00	00:30	15

Fig. 105 : Horaires et amplitudes de service envisagés selon les périodes (LUXTRAM S.A., 2025).

Ainsi des plans de voie ont été élaboré pour chacune des étapes de mise en exploitation (Fig. 106 et Fig. 107).

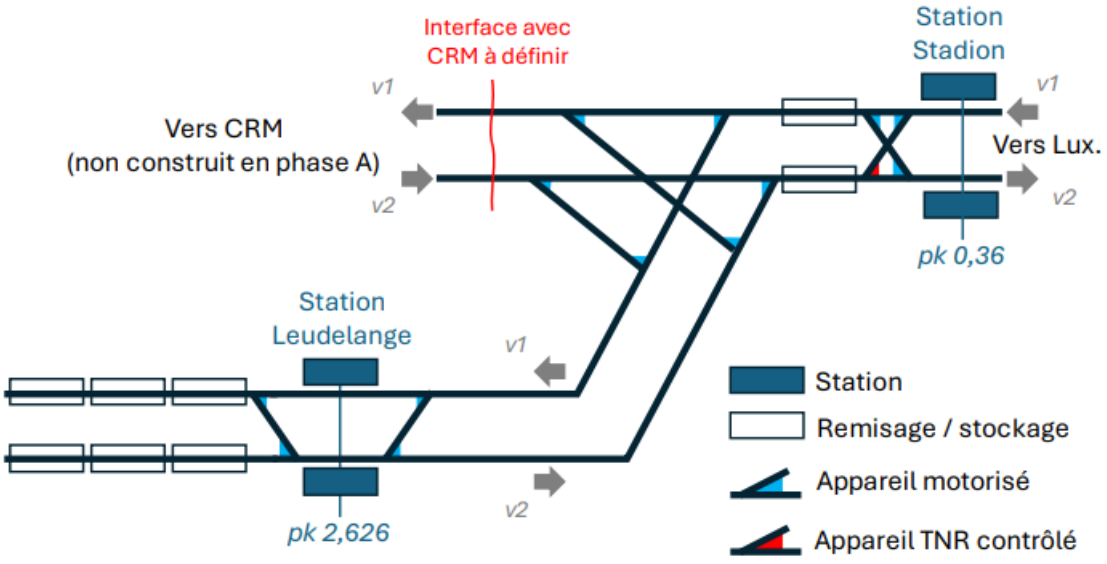


Fig. 106 : Plan de voie de la phase 1 de mise en exploitation du tram rapide 1 (APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025).

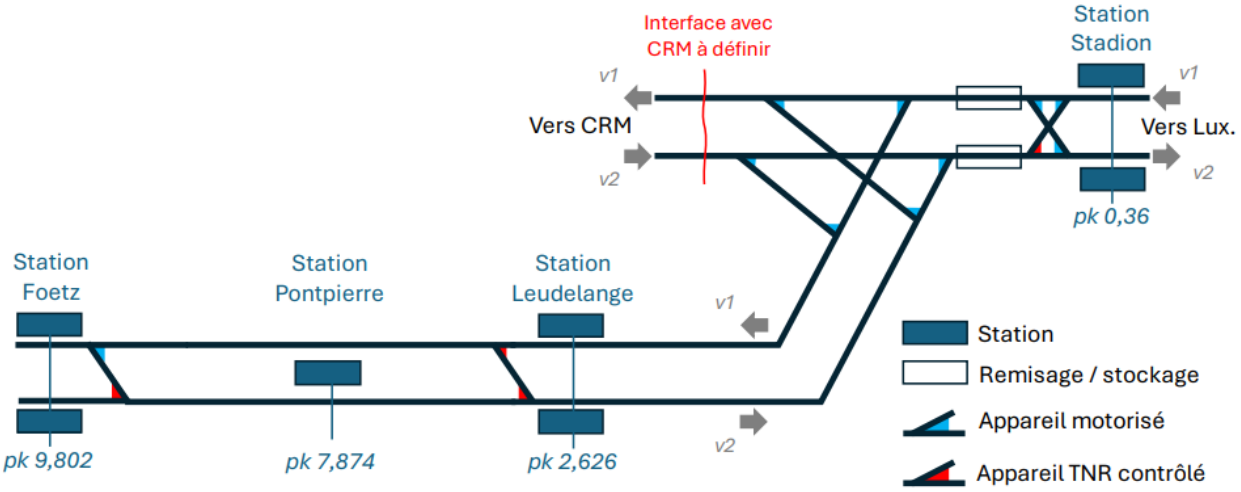


Fig. 107 : Plan de voie de la phase 2 de mise en exploitation du tram rapide 1 (APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025).

TEMPS DE PARCOURS ET VITESSE COMMERCIALE

Le temps de parcours du tronçon Tram rapide 1 a été défini en considérant deux paramètres principaux : le temps de marche des véhicules et le temps passé en station.

Concernant la vitesse d'exploitation, plusieurs scénarios ont été étudiés. La vitesse maximale en service sera de 80 km/h, bien que l'infrastructure soit conçue pour permettre une vitesse allant jusqu'à 100 km/h.

Toutefois, dans certains secteurs spécifiques — notamment au niveau du débranchement à la Cloche d'Or, des appareils de voie ou encore aux abords des stations — la vitesse sera réduite. De plus, des contraintes liées au tracé, comme le rayon des courbes ou le dénivelé, imposeront également des limitations de vitesse ponctuelles.

Le temps d'arrêt considéré aux stations est lui de l'ordre de 20 secondes.

Un profil de vitesse a été élaboré sur la base de toutes ces spécificités (Fig. 108).

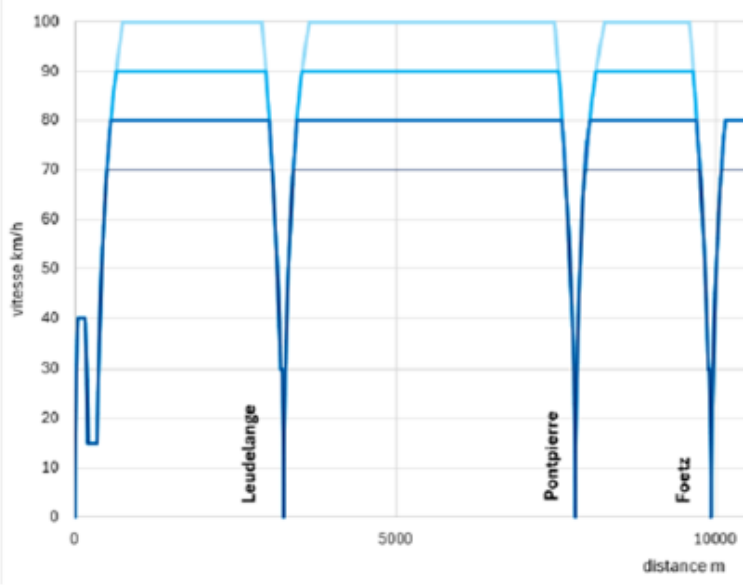


Fig. 108 : Profil de vitesse de la ligne tram rapide 1 – la vitesse maximale de 80 km/h a été retenue (Groupement AM Tram rapide, 2025).

Les temps de parcours sur la ligne Tram rapide 1 ont fait l'objet d'une modélisation.

Du départ à la station Stadion à la station de Leudelange, celui-ci est évalué à 4 minutes et 10 secondes. La vitesse commerciale sur ce tronçon est de 37 km/h. La station de Pontpierre est atteinte au bout de 9 minutes et 23 secondes avec une vitesse de 64,5 km/h depuis Leudelange. Le dernier tronçon est parcouru à la vitesse de 56,4 km/h et l'arrivée à la station de Foetz se fait après 11 minutes et 46 secondes.

La vitesse commerciale planifiée est donc de près de 51 km/h en considérant la totalité du linéaire.

Les durées de parcours qui ont été modélisées sont présentées sur la Fig. 109.

Coefficient de détente (%)	10%
Coefficient de priorité aux carrefours à feux (%)	85%
Temps moyen perdu aux carrefours à feux si fenêtre ratée (secondes)	20

Distance parcourue	9767	mètres
Temps de Parcours Commercial	00:11:46	hh:mm:ss
Temps Total (incluant les terminus)	00:11:46	hh:mm:ss
Vitesse Commerciale	51,2	km/h

N°	Station	PK tête de train (m)	Distance interstation (m)	Nombre de carrefour à feux	Marche tendue (s)	Détente (s)	Temps perdu aux carrefours à feux (s)	Temps de Parcours Interstation Total (s)	Vitesse Interstation (km/h)	Temps d'arrêt en station (s)	Arrivée (hh:mm:ss)	Départ (hh:mm:ss)
1	STADION	57	-	-	-	-	-	-	-		-	00:00:00
2	LEUDELANGE	2648	2591	2	222	22,2	6	250	37,3	20	00:04:10	00:04:30
3	PONTPIERRE	7895	5247	0	266	26,6	0	293	64,5	20	00:09:23	00:09:43
4	FOETZ	9824	1929	0	112	11,2	0	123	56,4		00:11:46	-

Fig. 109 : Résultats de la modélisation des temps de parcours et vitesses d'exploitation sur la ligne tram rapide 1 (source : APS , Vol. B / APS_4469A_TR_GEN_S1000_NOT_000001_A#NotePrincipesdexploitation, 2025).

Concernant les travaux de maintenance, ils doivent, selon le planning de LUXTRAM S.A., avoir lieu en dehors de la circulation des passagers, sauf certains travaux qui peuvent l'être.

Par conséquent, les heures principales pour les travaux d'entretien et de réparation de la ligne de tramway et de ses installations annexes se situent entre 01h00 et 03h30. Néanmoins ceux-ci sont considérés comme peu fréquents et il n'est donc pas attendu à des impacts négatifs significatifs particuliers. Cela n'est donc pas traité en détail dans les chapitres suivants.

Tracé optimisé

L'exploitation de la ligne Tram rapide 1 a été planifiée en tenant compte de sa mise en service en une seule phase avec mise en place d'un terminus provisoire et d'appareils de voie pour gérer les rotations des rames à la station de Foetz.

AMPLITUDE DE SERVICE ET FREQUENCE

Les horaires et fréquences restent identiques au tracé initial, hormis qu'un nouveau scénario avec une cadence de 5 min en journée (6h-20h) entre Stadion et Leudelange a été ajouté et considéré dans l'étude acoustique et vibratoire.

Ainsi un plan de voie a été élaboré pour la mise en exploitation (Fig. 110) :

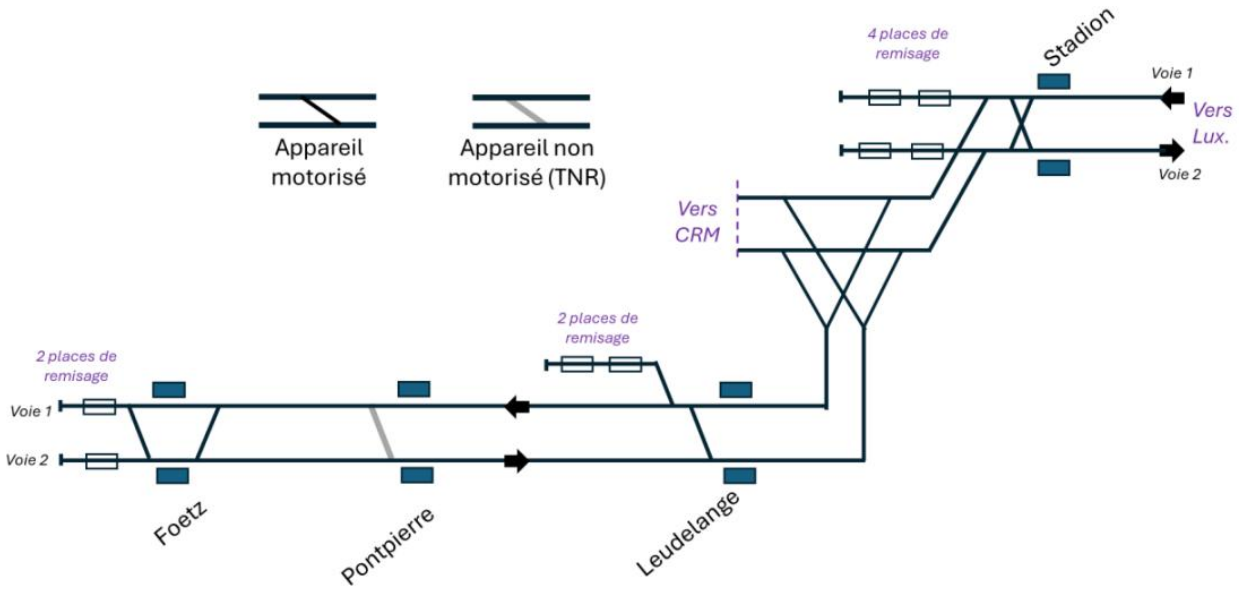


Fig. 110 : Plan de voie de la mise en exploitation du tram rapide 1 (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026).

TEMPS DE PARCOURS ET VITESSE COMMERCIALE

Le temps de parcours du tronçon Tram rapide 1 a été défini en considérant deux paramètres principaux : le temps de marche des véhicules et le temps passé en station aux heures de pointe.

Concernant la vitesse d'exploitation, plusieurs scénarios ont été étudiés. La vitesse maximale en service sera de 80 km/h, bien que l'infrastructure soit conçue pour permettre une vitesse allant jusqu'à 100 km/h. Il est donc tenu compte de cette vitesse maximale dans la présente évaluation.

Dans certains secteurs spécifiques, notamment au niveau du débranchement à la Cloche d'Or, des appareils de voie ou encore aux abords des stations, la vitesse sera réduite. De plus, des contraintes liées au tracé, comme le rayon des courbes ou le dénivelé, imposeront également des limitations de vitesse ponctuelles.

Le temps d'arrêt considéré aux stations est lui de l'ordre de 20 secondes.

Des profils de vitesse ont été élaborés sur la base de toutes ces spécificités et en fonction du sens de circulation (Fig. 111) :





Fig. 111 : Profils de vitesse de la ligne tram rapide 1 (dans le sens stadion vers Foetz) pour 80 km/h et 100 km/h– la vitesse maximale de 100 km/h est considérée dans l'EIE (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026).

Les temps de parcours sur la ligne Tram rapide 1 ont fait l'objet d'une modélisation.

Pour une vitesse maximale de 100 km/h, du départ à la station Stadion à la station de Leudelange, celui-ci est évalué à 4 minutes et 15 secondes. La vitesse commerciale sur ce tronçon est de 36,5 km/h. La station de Pontpierre est atteinte au bout de 8 minutes et 51 secondes avec une vitesse de 73 km/h depuis Leudelange. Le dernier tronçon est parcouru à la vitesse de 59,7 km/h et l'arrivée à la station de Foetz se fait après 11 minutes et 19 secondes.

La vitesse commerciale planifiée est donc de près de 52,5 km/h en considérant la totalité du linéaire.

Dans le sens inverse (Foetz vers Stadion), le trajet total durera 10 minutes et 38 secondes pour une vitesse commerciale de 55,9 km/h.

Les durées de parcours qui ont été modélisées sont présentées sur la Fig. 112.

	Trajet	Distance	V 80	V 100	Delta
Sens 1	Station à Foetz	9.9 km	12min 42sec 46,8 km/h	11min 19sec 52,5 km/h	≈ 1min20
Sens 2	Foetz à Stadion	9.9 km	11min 58sec 49,6 km/h	10min 38sec 55,9 km/h	≈ 1min20
Moyenne sens 1 / sens 2		9.9 km	12min 20sec 48,2 km/h	10min 59sec 54.2 km/h	≈ 1min20

Fig. 112 : Résultats de la modélisation des temps de parcours et vitesses d'exploitation sur la ligne tram rapide 1 (APS ligne, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_B#Principes_d_exploitation, 2026).

3.4.5 Phase de gestion en cas de désaffection

Dans le cadre de l'EIE, la mise hors service du tramway ainsi que le démantèlement éventuellement nécessaire de l'installation doivent également être relevés, décrits et évalués au regard des impacts potentiels sur les biens protégés mentionnés au chapitre 7.

Il convient de souligner à cet égard que le fabricant de véhicules attache une importance particulière à la durabilité des véhicules fabriqués au travers, notamment, de la recyclabilité des matériaux sélectionnés.

Dès la conception, CAF tient compte de la recyclabilité en sélectionnant des produits facilement démontables et séparables à la fin de leur vie utile et, dans le respect des exigences techniques et fonctionnelles, recyclables.

Dès lors, la composition des véhicules reflète les objectifs recherchés avec 78 % de métal, 6 % d'équipements électriques et électroniques, 5 % de matières composites, 4% de matières polymères, 2% d'élastomères et 4% d'autres matériaux (essentiellement le verre).

Le taux de recyclage des rames de tramway produites varie entre 90,8 et 93,9 % et le taux de récupération entre 94,7 et 98,7 %.

De plus, CAF met à la disposition de ses clients, sur demande, des manuels de recyclage/fin de vie contenant les instructions détaillées sur la manière de procéder à la fin de la vie du véhicule et/ou des matériaux utilisés pour son fonctionnement et son entretien.

Concernant les ouvrages d'art, les ponts-rails et les trémies sont des structures durables qui offrent un potentiel de réutilisation intéressant. Leur conception, adaptée aux charges lourdes, permet d'envisager divers changements d'usage. La passerelle (OA1) a été conçue pour être réversible : ses culées peuvent être aisément démolies ou réaménagées, par exemple en belvédère ou en aire de repos. Quant au tablier, composé de plusieurs tronçons, il peut être démonté et évacué sans difficulté.

Il est supposé que le taux élevé de matériaux recyclés soit également le cas pour le matériel ferroviaire. Celui-ci se compose en grande partie de matières recyclables ou réutilisables telles que le béton (traverses notamment), le métal (rails et équipements de voie et de stations notamment), verre (vitres des abris de stations) ....

En ce qui concerne le matériel produit en cas de démantèlement et d'arrêt, il n'est pas supposé qu'il y ait des impacts supplémentaires significatifs sur les biens protégés mentionnés au chapitre 7.

Les impacts potentiels des travaux à réaliser dans ce contexte ne seront pas très différents de ceux de la phase de construction, c'est pourquoi il est fait référence aux impacts liés à la construction dans les sous-chapitres correspondants du chapitre 7. Un examen plus approfondi de la phase de désaffection dans cette EIE n'est donc pas jugé nécessaire.

3.5 Schéma d'exploitation du futur réseau LUXTRAM

Tracé initial

Au point 2.4 de l'avis scoping (réf. 108104), le ministère de l'Environnement mentionne que le rapport EIE devra se prononcer sur l'intégration du projet de tram rapide dans le réseau existant et projeté du tram tout en mettant en évidence les éventuelles incidences environnementales de l'exploitation du tram rapide sur le réseau existant. L'éventuelle nécessité de modifier les autorisations actuelles doit être mise en évidence.

A terme, le projet Tram Rapide dans sa globalité est une infrastructure tramway reliant les pôles de Stadion et Belvaux Mairie. Sur la base de cette nouvelle infrastructure, il est prévu la mise en place des services commerciaux suivants :

- Findel <> Belvaux Mairie,
- Metzeschmelz <> Belvaux Mairie,

Ce service empruntera la ligne existante entre Findel et Stadion sur un linéaire de 16,2 km (Fig. 113, Fig. 114). Cela évitera aux voyageurs de devoir descendre à la Cloche d'Or pour emprunter un autre tram en direction de la ville. Comme on peut le voir sur la Fig. 114, diverses extensions supplémentaires sont prévues au sein de la ville (Kirchberg, Hollerich, route d'Arlon, route d'Esch et au niveau des Boulevard de Merl / Cessange).

L'arrêté EIE-2015-02 datant du 03 juin 2015 de la première ligne (tronçon A et B) au centre-ville stipule que « La ligne de tramway doit être aménagée et exploitée conformément au dossier d'avant-projet détaillé (APD) présenté le 10 février 2015 et complété le 29 mai 2015, sauf en ce qu'il aurait de contraire aux dispositions du présent arrêté. Ainsi le dossier d'avant-projet détaillé (APD) fait partie intégrante du présent arrêté. ». Il en est de même pour l'arrêté 85874 pour le tronçon CD (02.04.2021) et l'arrêté CN 8587A pour le tronçon E (26.02.2021).

Or en raison de l'ajout des tronçons C-D-E, les plages horaires et les fréquences d'exploitation des tronçons A-B ont dû évoluer. Une modification de l'arrêté des tronçons A-B selon l'article 17 paragraphe 3 de la loi modifiée du 18 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement sera demandée par LUXTRAM afin de régulariser la situation.

Les plages horaires et les fréquences des tronçons C-D-E avaient néanmoins déjà été étendues / augmentées et évaluées dans les EIE relatives à ces tronçons. Il y était précisé qu'en semaine, le service aux voyageurs débuterait à 4h30 et se terminerait à 00h30. Le week-end et les jours fériés, il est dérogé à ces horaires en fonction des besoins (Fig. 115).

Avec l'ajout de l'extension tram rapide, la fréquence et éventuellement les horaires de la ligne urbaine existante risquent d'être augmentée. Dans ce cas, comme mentionné plus haut, une modification des arrêtés existants sera nécessaire. En augmentant les fréquences ou la plage horaire sur la ligne urbaine, les niveaux de bruit et vibratoires seront à vérifier quant à leur conformité par rapport aux arrêtés existants.

Le type de matériel roulant considéré dans l'APD du tronçon CD et E était déjà des rames à 56 m (version 9 modules) pour permettre une augmentation de la capacité. Les quais et zones de manœuvre ont donc été dimensionnées pour accueillir des rames de 56 m, ce qui est donc adapté au matériel roulant tram rapide.

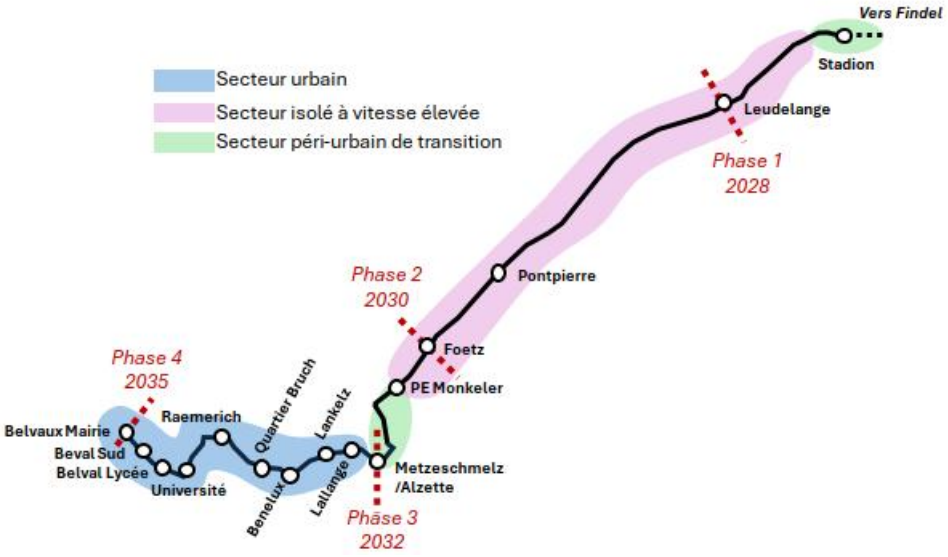


Fig. 113 : Future exploitation de l'ensemble de la ligne (APS vol. B, APS 4469A TR GEN S1000 NOT 000001 A).

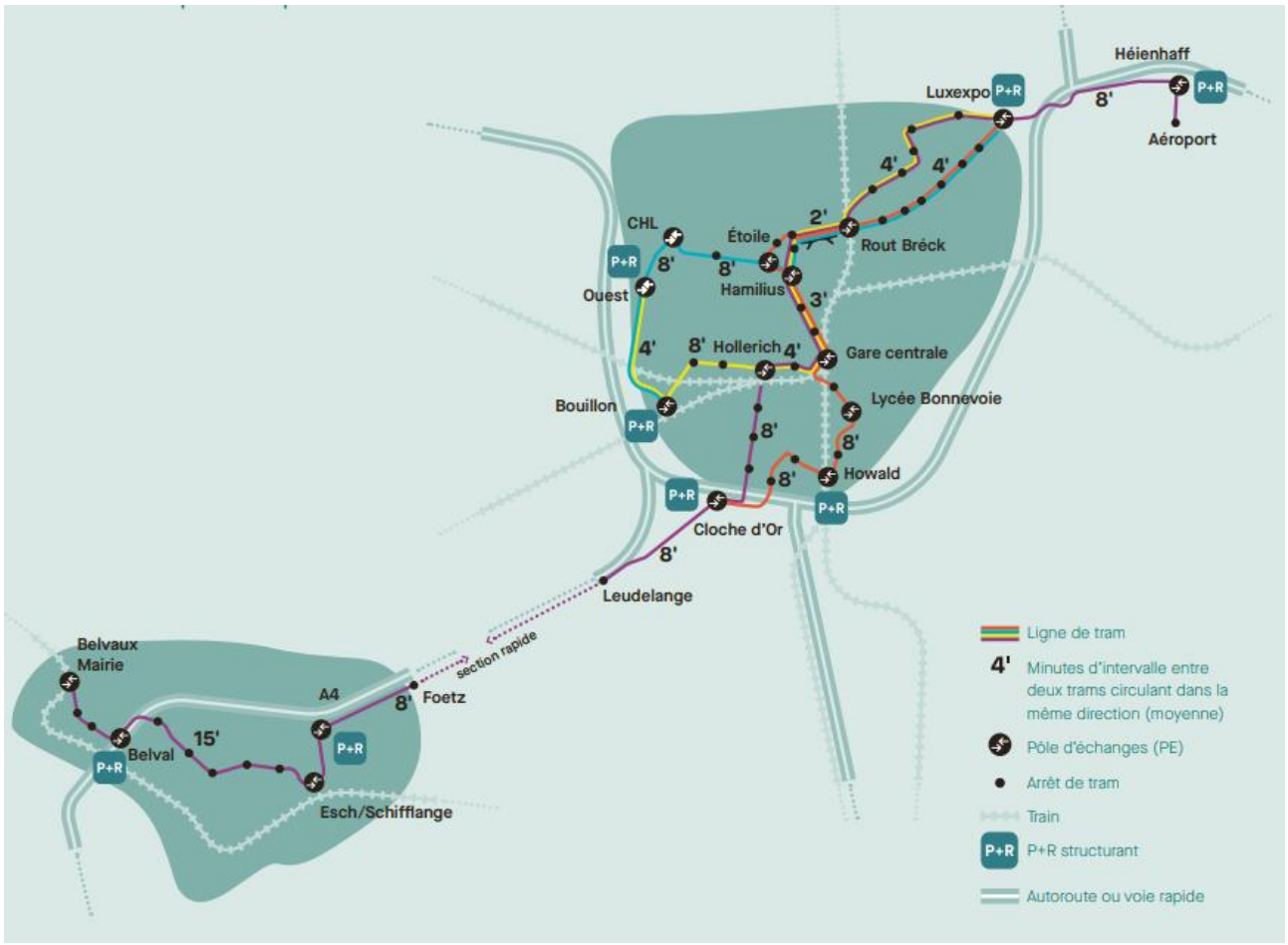


Fig. 114 : Extrait du Plan national mobilité 2023 – le tram circulera de Belvaux à Findel (MMTP, 2022).

Jour	Période		Fréquence sur le tronc commun (Luxexpo-Bonnevoie)	Fréquence sur les antennes
	début	fin		
Lundi-Vendredi	04:30	06:30	5	10
	06:30	09:30	3	6
	09:30	16:00	4	8
	16:00	19:00	3	6
	19:00	01:00	5	10
Samedi	05:00	08:00	7,5	15
	08:00	19:00	5	10
	19:00	01:30	7,5	15
Dimanche / Jour férié	05:30	10:00	10	20
	10:00	19:00	7,5	15
	19:00	01:00	10	20

Fréquence de passage des trams sur la ligne Cloche d'Or – Findel : deux lignes commerciales (Findel – Bonnevoie et Luxexpo – Cloche d'Or)

Fig. 115 : Tableau horaire figurant dans l'APD du tronçon CD et E (APS CD et E, 2021).

Tracé optimisé

Les services commerciaux mis en exploitation restent les suivants :

- Findel <> Belvaux Mairie,
- Metzeschmelz <> Belvaux Mairie,

Ils emprunteront la ligne existante entre Findel et Stadion sur un linéaire de 16,2 km (Fig. 116). Le nombre de phases et les dates de mises en service ont été revues.

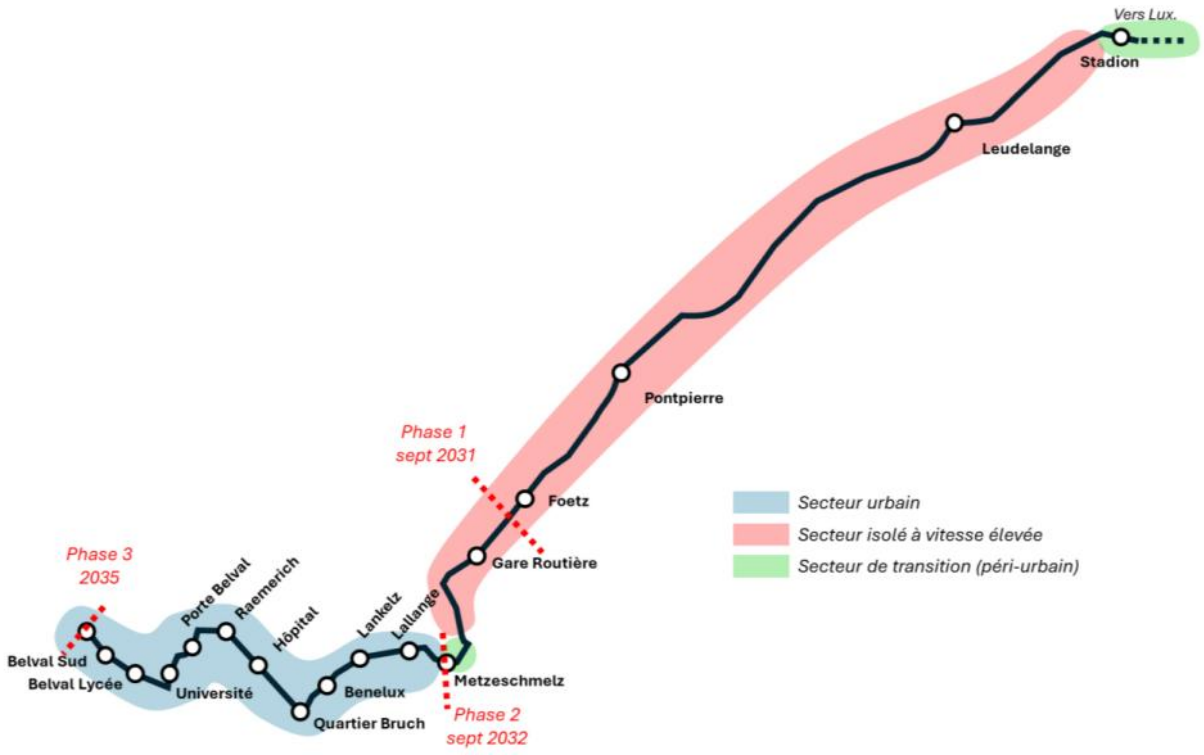


Fig. 116 : Future exploitation de l'ensemble de la ligne (APS vol. B, APS_4469A_TRAB_GEN_S1000_NOT_011529_A#Principes_d_exploitation).

En réponse à la demande du MECB (point 2.5 de l'avis sur le contenu du rapport d'évaluation), l'intégration du tram rapide 1 dans le réseau du tram existant est décrite et évaluée ci-dessous.

Comme expliqué au chapitre 3.2.1, la ligne Tram rapide 1 viendra prolonger la ligne 1 au-delà de son terminus à la station Stadion. Le tram rapide empruntera la route d'Esch (nouvelle extension de tramway prévue pour 2028) pour rejoindre Luxexpo, via la ligne actuellement existante (tronçon AB) (Fig. 117). On peut également voir sur ce schéma d'exploitation que la ligne existante se poursuivra jusqu'à Leudelange.

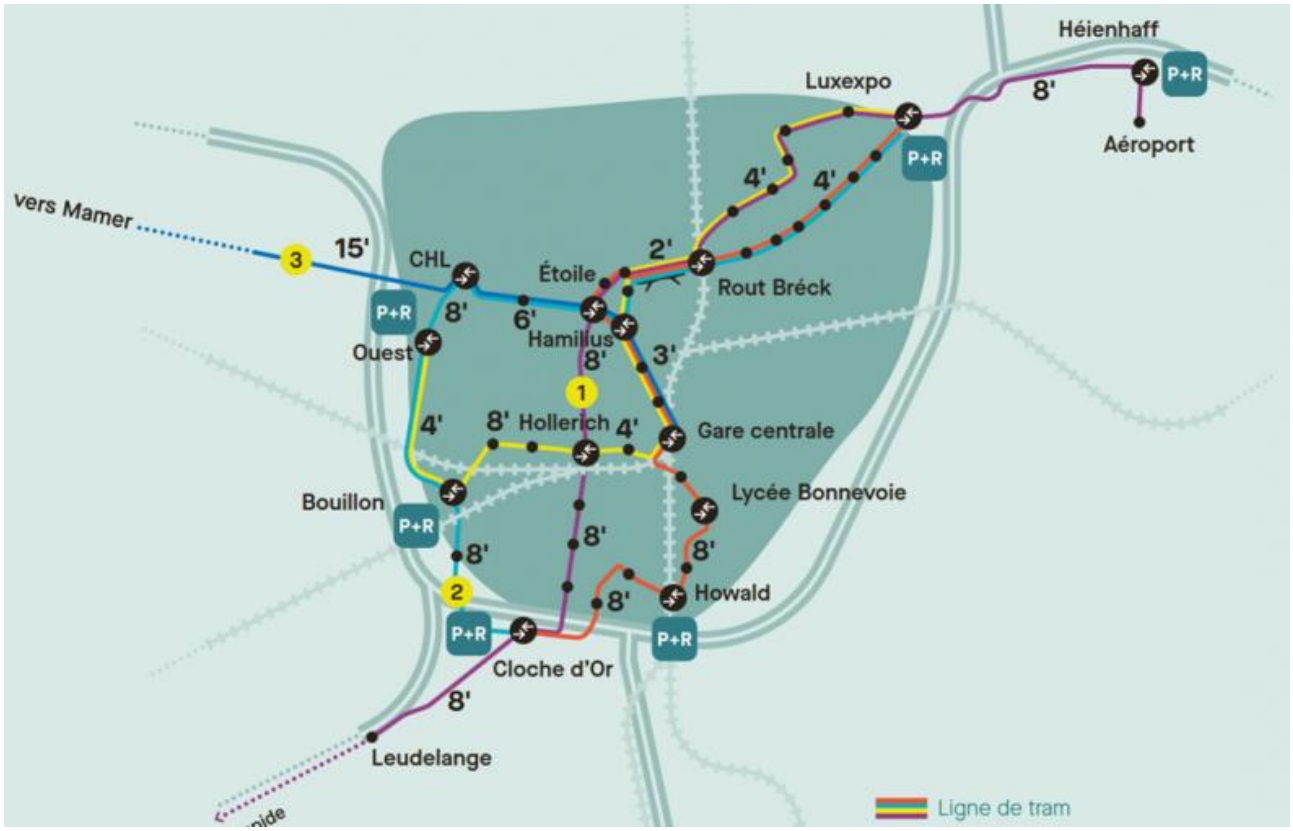


Fig. 117 : Scénario d'exploitation 2035-40 (LUXTRAM 2026).

Actuellement, les fréquences de la ligne 1 sont les suivantes (cf. Fig. 118). En journée, la fréquence de circulation sur la ligne est de :

- 3.5 à 4 minutes entre « Luxexpo » – « Lycée Bouneweg »
- 8 minutes entre « Lycée Bouneweg » – « Stadion » et « Luxexpo » – « Findel – Luxembourg Airport »

Jour	Début	Fin	Fréquence tronc	Fréquence sur les antennes	Nbr de tram	Nbr de tram sur antennes
Lun-Ven	04:20	04:40	10	10	2	2
Lun-Ven	04:48	05:27	8	8	5	5
Lun-Ven	05:34	19:53	4	8	215	107
Lun-Ven	06:34	08:29	3,5	7	33	16
Lun-Ven	19:57	20:21	8	8	3	3
Lun-Ven	20:29	22:59	10	10	15	15
Lun-Ven	23:15	00:15	15	15	4	4
Samedi	04:20	05:00	15	15	3	3
Samedi	05:14	07:59	15	15	11	11
Samedi	08:09	10:08	10	10	12	12
Samedi	10:15	11:27	8	8	9	9
Samedi	11:34	20:09	5	10	103	52
Samedi	20:14	20:33	8	8	2	2
Samedi	20:41	22:49	10	10	13	13
Samedi	22:59	00:14	15	15	5	5
Dimanche/Jour férié	04:20	05:00	15	15	3	3
Dimanche/Jour férié	05:14	08:44	15	15	14	14
Dimanche/Jour férié	08:59	11:49	10	10	17	17
Dimanche/Jour férié	11:59	18:47	8	8	51	51
Dimanche/Jour férié	18:55	21:04	10	10	13	13
Dimanche/Jour férié	21:14	00:14	15	15	12	12

Fig. 118 : Fréquences actuelles sur la ligne 1 (Luxtram, 2026)

Les fréquences envisagées sur la ligne Tram rapide 1 sont les suivantes :

Jour	Période		Fréquence
	Début	Fin	
Lundi-Samedi	04:00	05:00	15
	05:00	06:00	8
	06:00	20:00	6
	20:00	22:00	8
	22:00	01:00	15
Dimanche	05:30	10:00	15
	10:00	20:00	8
	20:00	00:30	15

Fig. 119 : Fréquences envisagées pour le tram rapide 1 avec l'ajout d'un scénario hypothétique de 5 min entre 6 et 20h du lundi au samedi (Luxtram, 2026)

Dans les rapports EIE des extensions prévues (K2A, Hollerich, Route d'Esch, CHL), il a été indiqué qu'il est prévu d'augmenter la fréquence sur la ligne existante. La fréquence maximale projetée sera de :

- 5 minutes 30 secondes entre Findel et Luxexpo,
- 3 minutes entre Pafendall et la Gare centrale,
- 4 minutes entre Luxexpo et Pafendall ainsi qu'entre la Gare centrale et le Lycée Bounweg,
- Et enfin 5 minutes 30 secondes entre Lycée Bounweg et Stadion

Dans le cadre des études acoustiques et vibratoires de ces extensions, des hypothèses de fréquence conservatrices ont été considérées pour les circulations tramway sur les nouvelles extensions. Les hypothèses de conception des projets comportent ainsi une certaine marge sécuritaire par rapport à la situation projetée définitive.

L'intégration du Tram Rapide 1 ne remet pas en cause ces conditions d'exploitation mais s'inscrit dans ce schéma global. Dès lors, aucune augmentation spécifique des fréquences sur le réseau urbain existant imputable au seul Tram Rapide 1 n'est identifiée.

Les conditions d'exploitation définitives seront reprises dans l'adaptation des autorisations existantes lorsque celles-ci seront mises à jour (procédure en cours d'après LUXTRAM).

D'un point de vue environnemental, les incidences indirectes potentielles du Tram Rapide 1 sur le réseau existant concernent principalement le bruit et les vibrations liés à l'exploitation tramway sur le tronçon déjà en service. Ces thématiques ont été prises en compte dans les études acoustiques et vibratoires réalisées dans le cadre des différents projets d'extension du réseau. Les infrastructures existantes ont par ailleurs été conçues pour accueillir l'exploitation future du réseau, notamment au moyen de rames de 56 m de longueur et de mesures de réduction des nuisances telles que les voies antivibratoires, les plateformes engazonnées et les dispositifs de réduction du bruit en courbe.

Il est à noter que les vitesses d'exploitation sur le réseau urbain existant demeureront encadrées par les contraintes d'insertion urbaine, la faible distance entre stations et les temps d'échange voyageurs. Aucune augmentation significative des vitesses commerciales n'est donc attendue, limitant ainsi les risques d'augmentation des nuisances acoustiques et vibratoires.

Les arrêtés en vigueur imposent déjà que l'exploitation de la ligne de tramway ne puisse être à l'origine de niveaux de bruit ou de vibrations susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage. L'intégration du Tram Rapide 1 restera soumise à ces mêmes exigences environnementales.

Afin de vérifier la conformité des incidences réelles avec les hypothèses retenues dans les études environnementales, l'autorité compétente pourra, le cas échéant, prescrire un programme de contrôle acoustique et vibratoire après la mise en service du Tram Rapide 1. Ce suivi pourra notamment comprendre :

- la réalisation de campagnes de mesures acoustiques sur des tronçons représentatifs du réseau existant ;
- la réalisation de mesures vibratoires à proximité des zones sensibles ;
- la comparaison des résultats mesurés avec les hypothèses et valeurs de référence retenues lors des procédures d'autorisation ;
- l'évaluation de la nécessité éventuelle de mesures correctrices complémentaires.

4 SCENARIO DE REFERENCE

La description de ce que l'on appelle familièrement la « variante zéro » (également appelée scénario de référence) est un élément obligatoire de l'évaluation des incidences sur l'environnement. En conséquence, les impacts (éventuels) de la non-réalisation du projet sur les biens protégés mentionnés au chapitre 2.2 sont examinés.

Dans ce cas précis, en ce qui concerne « **la population et la santé humaine** », celle-ci ne pourra pas bénéficier de l'avantage de la mobilité douce offerte par l'extension du tramway et la réalisation du *Veloexpresswee*. Un nombre non négligeable de déplacements va donc continuer à se faire par véhicules motorisés.

La situation du trafic motorisé ne va donc pas s'améliorer avec un nombre de véhicules en augmentation sur l'autoroute A4 ainsi que sur le réseau secondaire. La situation évoluera progressivement et de manière négative.

Outre les problèmes de fluidité du trafic routier, l'augmentation du nombre de véhicules va également générer des incidences sur la santé des habitants des communes situées sur le tracé du Tram rapide 1, par une exposition chronique plus importante au bruit et aux polluants. Au fil du temps, la santé de ces derniers mais également des usagers de la route pourrait en être affectée.

La présence d'un plus grand nombre de véhicules motorisés va également augmenter le risque d'accident (entre véhicules ou piétons/véhicules). La sécurité des personnes risque donc d'en être affectée.

Le bien protégé « **biodiversité** » est impacté de façon non négligeable par le projet d'aménagement du tronçon Tram rapide 1 puisque ce dernier s'implante, en grande partie, sur des surfaces présentant des enjeux environnementaux (secteur boisé, prairie de fauche…). De plus, une certaine proportion de ces surfaces est inscrite au sein du réseau Natura 2000.

Avec la non-réalisation du projet, ces habitats naturels seront préservés et les espèces qui leur sont inféodées continueront à bénéficier des aires (de repos, d'alimentation, de reproduction…) qu'ils proposent. Il convient toutefois de noter qu'en raison de l'autoroute existante, il existe déjà ici une charge préalable en ce qui concerne le bien à protéger.

Concernant le bien protégé **« sol »**, le terrain peut être décrit comme étant de bonne valeur en raison du faible taux d'imperméabilisation du périmètre concerné. La réalisation du projet de ligne Tram rapide 1 va mettre fin à la situation actuelle des sols par la suppression de certaines des fonctions essentielles qu'ils remplissent.

Ainsi, dans le cas d'une planification zéro, ces fonctions seront préservées.

La non-réalisation du projet d'extension réduira à néant la probabilité de voir un incident générer une pollution des sols et, par ricochet, des eaux souterraines.

Effectivement, les impacts sur le bien protégé « **eau** » sont intimement associés à ceux qui affectent les sols.

L'évaluation des incidences sur ce bien protégé nécessite de prendre en considération les aspects qualitatif et quantitatif de la ressource en eau. Qu'elles soient superficielles ou souterraines, les eaux sont soumises aux incidences des actes et aménagements ayant lieu sur leur bassin versant.

Dans le cadre de la situation sans projet, les incidences négatives (couverture de cours d'eau, risques de pollution…) comme positives (renaturation projetée du Bibeschbaach, réhabilitation des réseaux de collecte des eaux pluviales et usées planifiés pour être déviés) sur la ressource en eau seront écartées.

L'impact sur le bien protégé **« air et climat »** serait notable si le projet ne devait pas se réaliser. Le maintien d'un statu-quo reposant essentiellement sur la route ne ferait qu'augmenter la dégradation de la qualité de l'air en

parallèle de l'augmentation du trafic et des émissions atmosphériques. En revanche, la capacité d'absorption solaire et le microclimat associé de la zone devraient être inchangés en cas de variante zéro. La non-réalisation du projet LUXTRAM ne permettrait pas d'accompagner la transition vers la mobilité douce, élément important afin de limiter le réchauffement climatique.

Si l'état actuel est maintenu, le « **paysage »** ne subira donc pas de grande modification tout au long du tracé.

Le bien protégé « **biens culturels et matériels** » ne représente pas un enjeu majeur sur ce site qui ne présente aucun bien pouvant être d'un intérêt quelconque pour les Services des sites et monuments nationaux. La variante zéro n'aurait également aucun effet sur l'état de conservation des éventuels biens archéologiques existants dans le périmètre du projet.

5 EVALUATION DES ALTERNATIVES

Tracé initial

Idéalement, lors de l'élaboration des projets d'aménagement d'infrastructures de transport, différentes variantes ou alternatives de tracé sont étudiées afin d'identifier celles présentant le plus de points positifs.

Pour ce projet, celui-ci figurant dans le plan directeur sectoriel transport, le positionnement approximatif a déjà été défini dans ce cadre.

Dans le cadre de ce présent rapport EIE, il est tout de même vérifié quel côté de l'autoroute serait le plus adapté pour intégrer le tramway et le *Veloexpresswee*.

Une évaluation synthétique des impacts d'un tracé au nord de l'autoroute (cf. Fig. 120 et Fig. 121) sur les facteurs à considérer dans une EIE a donc été réalisée.

Population et santé humaine :

L'urbanisation à Leudelange, Wickrange et Pontpierre, situées au nord de l'A4, complique l'intégration du tramway en raison de la densité d'habitations et d'activités économiques (cf. Fig. 120 et Fig. 121). La proximité des habitations expose davantage les riverains aux nuisances sonores et vibratoires liées à l'exploitation du tramway, comparé à une implantation au sud où la distance avec les habitations est plus grande.

Le foncier au nord est moins maîtrisé, ce qui nécessiterait davantage d'expropriations et d'adaptations coûteuses en termes d'infrastructure. De plus, la nécessité de traverser l'A4 à plusieurs reprises allongerait le temps de trajet et compliquerait l'exploitation.

Ainsi avec le moins d'intersections possibles, cela permet de proposer un corridor attractif en termes de temps d'exploitation et donc favorable à la promotion de la mobilité douce.

Biodiversité :

Le tracé au nord traverserait également la zone Natura 2000 "Région du Lias Moyen" (LU0002017) (cf. Fig. 120 et Fig. 121). La présence de la station-service TotalEnergies à Pontpierre obligerait à contourner cette infrastructure, repoussant ainsi le tracé plus en profondeur dans la zone Natura 2000, contrairement à la variante sud, où seule la périphérie du site protégé est affectée.

Par ailleurs, au sud, un couloir non classé Natura 2000 se situe entre l'A4 et la zone protégée, ce qui limite l'impact sur celle-ci. Ainsi, la superficie de la zone Natura 2000 affectée est plus importante au nord qu'au sud.

De plus, la partie de la forêt de Leudelange située au nord de l'A4, qui serait impactée par le projet, est constituée en grande majorité d'un habitat d'intérêt communautaire 9130 (hêtraie d'Asperulo-Fagetum). En revanche, au sud, la superficie de cet habitat touchée par le tracé serait nettement plus réduite.

Sol et terres :

En ce qui concerne l'impact sur le sol et les terres, les deux variantes présentent des contraintes similaires. Comme l'indique la Fig. 347, le relief est structuré perpendiculairement à l'autoroute, impliquant des travaux de terrassement comparables en termes de volume de déblais et remblais, que le tracé soit situé au nord ou au sud de l'A4.

La nature géologique du terrain et les types de sols traversés étant identiques, les défis liés à la stabilité des sols et aux éventuelles adaptations techniques resteraient équivalents pour les deux options.

En revanche, au nord, la proximité avec certaines zones artificialisées comme à Leudelange peut entraîner des risques de pollution des sols en raison des activités industrielles ou commerciales, nécessitant potentiellement des mesures spécifiques de dépollution. À l'inverse, au sud, l'impact sur les terres agricoles pourrait être plus marqué.

Eau :

Bien que la variante nord permette d'éviter la traversée directe des cours d'eau Bibeschbaach et potentiellement du Mierbech, l'impact global du projet sur la ressource en eau resterait limité, quelle que soit l'option retenue.

Toutefois, certains éléments techniques influencent le choix du tracé. La présence de deux châteaux d'eau à hauteur de Leudelange constitue une contrainte pour l'intégration du tramway, nécessitant des ajustements dans l'implantation du tracé.

De plus, au niveau de la Cloche d'Or, la variante nord traverse une zone de protection des eaux souterraines (ZPS), alors que la variante sud l'évite. Bien que cette traversée impose des précautions supplémentaires, elle ne remet pas en cause de manière significative la préservation de la ressource en eau.

Enfin, la nécessité de contourner les bassins de rétention situés près de l'échangeur de Pontpierre et de la station-service en sortie de la forêt de Leudelange impacte principalement l'implantation et le tracé du tramway. Ces contraintes influencent la fluidité du tracé et la vitesse commerciale du tram, sans toutefois entraîner un effet notable sur la qualité ou la disponibilité de l'eau.

Climat et air :

L'impact du projet sur le climat est similaire pour les deux variantes, mais le tracé au nord risque d'engendrer un abattage plus important d'arbres/forêt, ce qui pourrait localement réduire la capacité de régénération de l'air.

Les nuisances atmosphériques temporaires liées aux travaux (émissions de poussières et de particules) seraient potentiellement plus ressenties dans les zones habitées et industrielles du nord, comparé à un tracé au sud où les espaces ouverts faciliteraient leur dispersion.

Paysage :

D'un point de vue paysager, le projet traverserait également la zone verte interurbaine. Les impacts sur le relief seraient similaires comme précisé dans la partie sol. Le projet serait également placé le long de l'autoroute A4, minimisant son impact visuel, qu'il soit du côté nord ou sud de l'A4. Du côté des utilisateurs, notamment de la piste cyclable, le panorama offert par le tracé au sud de l'autoroute y est plus intéressant, essentiellement à Leudelange, où une traversée de paysage agricole est plus attractive à une traversée en zone industrielle.

Patrimoine culturel :

Le projet traverserait également des zones d'observation archéologique. Au nord, il s'agit de 5 ZOA tandis qu'au sud il s'agit de 6 ZOA. En revanche, en termes de superficie impacté, cela semble être équivalent. La thématique des monuments historiques reste inchangée. Dans le cas du patrimoine culturel, l'évaluation des alternatives peut être considérée comme sans objet.

D'un point de vue impact environnemental et économique, la variante au Nord semble donc être plus défavorable (Fig. 120, Fig. 121). Concernant l'aspect environnemental, c'est particulièrement l'aspect acoustique/vibratoire

et biodiversité (Natura 2000) qui sont bien plus impactant. Notons que le choix de longer l'autoroute, est également favorable d'un point de vue environnemental comparé à une variante éloignée de celle-ci.

L'analyse ne doit pas se limiter aux seules variantes de tracé, mais également prendre en compte d'autres aspects du projet, tels que le choix des arrêts ou les ouvrages connexes.

Concernant les arrêts, lors de la phase de screening, aucun arrêt n'était initialement prévu à Pontpierre. Toutefois, cette décision a été revue, et un arrêt y sera désormais intégré, l'impact sur le temps de trajet étant limité à une minute supplémentaire.

D'un point de vue environnemental, cette modification est positive, car elle permet une meilleure desserte des localités situées le long du tracé et favorise ainsi l'utilisation des transports en commun par les habitants et les employés du secteur.

Si d'autres variantes sont pertinentes, elles seront analysées dans les différents chapitres dédiés à l'évaluation des incidences (chap. 7).



Fig. 120 : Illustration approximative du tracé alternatif au nord de l'A4 qui n'a pas été retenu (rouge) (Géoportail, 2025).



Fig. 121 : Illustration approximative du tracé alternatif au nord de l'A4 qui n'a pas été retenu (rouge) (Géoportail, 2025).

Tracé optimisé

Lors du rapport EIE initial, une comparaison entre la variante retenue et une variante présentant un tracé au Nord de l'autoroute A4 a été réalisée. Il apparaissait que la variante retenue générait bien moins d'impacts sur les biens protégés.

Dans la suite de la présente évaluation, le tracé initial et le tracé optimisé seront analysés et comparés en détails afin d'apprécier l'importance des incidences de chaque tracé.

6 CONFORMITE AVEC LES OBJECTIFS DE LA PLANIFICATION NATIONALE ET LOCALE

Compte tenu de la nature même du projet, il est impératif d'étudier sa conformité par rapport aux objectifs nationaux et communaux.

6.1 Programmes et plans nationaux

La problématique du trafic au Luxembourg est mentionnée dans de nombreux programmes et plans nationaux. L'ancien **Programme Directeur de l'Aménagement du Territoire (PDAT, 2003)** disposait déjà d'un objectif politique « transférer le trafic sur des modes de transport respectueux de l'environnement humain et naturel » où le système train-tram est proposé comme mesure afin d'atteindre cet objectif.

Le concept intégratif de transport et de développement régional (***Integratives Verkehrs- und Landesentwicklungskonzept für Luxemburg*, IVL ; 2004)** mentionne également le système train-tram comme permettant de rendre le développement urbain compatible avec l'espace et permet une utilisation plus efficace des transports publics en particulier.

La **stratégie pour une mobilité durable 2.0 (2018)** présente également le réseau de tram actuellement en service et celui en phase de construction ou de planification comme une solution pour une mobilité durable.

Enfin, les principaux objectifs de la stratégie nationale pour lesquels le projet de tramway est pertinent sont les suivants (**Plan National pour un Développement Durable, 2021) :**

- A l'horizon 2025, que 22 % des déplacements domicile-travail se fassent en transports en commun
- Réduire les émissions liées à la mobilité
- Promotion des transports en commun

En outre, l'extension du réseau de tramway fait partie intégrante du **plan national de mobilité 2035** publié en mars 2022 (Fig. 4). La construction des extensions fait également partie des objectifs y définis pour pouvoir gérer le futur trafic attendu jusqu'en 2035. En effet, un des objectifs étant que les déplacements en transport en commun doivent presque doubler (+ 180 000 par jour) et que le nombre de passagers dans les transports en commun doive augmenter d'au moins 89 %. D'après le plan national de mobilité 2035, ceci peut être rendu possible grâce à l'étoffement de l'offre ferroviaire, au développement en cours du réseau de tramway, à la priorisation des bus et à une intermodalité plus attractive (Fig. 122).

Le nouveau PDAT (PDAT, 2023) pose également un cadre pour mettre en œuvre la transition écologique de manière juste et inclusive, d'organiser la résilience du territoire et de contribuer ainsi à la qualité de vie de l'ensemble de la population. En termes de mobilité, 4 objectifs sont définis :

- Réduire les besoins en déplacement
- Réduire les distances domicile-travail et domicile-loisirs
- Développer le concept de la ville du quart d'heure
- Privilégier les mobilités actives

Pour cela, le PDAT prévoit notamment comme mesure soutenant la mise en œuvre des objectifs et stratégies du PDAT2023, le fait de continuer le développement et la structuration du réseau de transports en commun. Le PDAT (2023) mentionne également que le tram rapide est un élément clé pour relier les différents centres de développement d'attractivité entre la Ville de Luxembourg et les quartiers d'Esch-sur-Alzette.

La mise en place d'un réseau de tramway s'inscrit dans une stratégie nationale visant à atteindre les objectifs de développement durable, définis dans plusieurs programmes nationaux. Cette dynamique est confirmée par les chiffres de fréquentation : en 2023, le tram a transporté 28,7 millions de passagers, portant le total à près de 80 millions de voyageurs depuis sa mise en service en 2017.

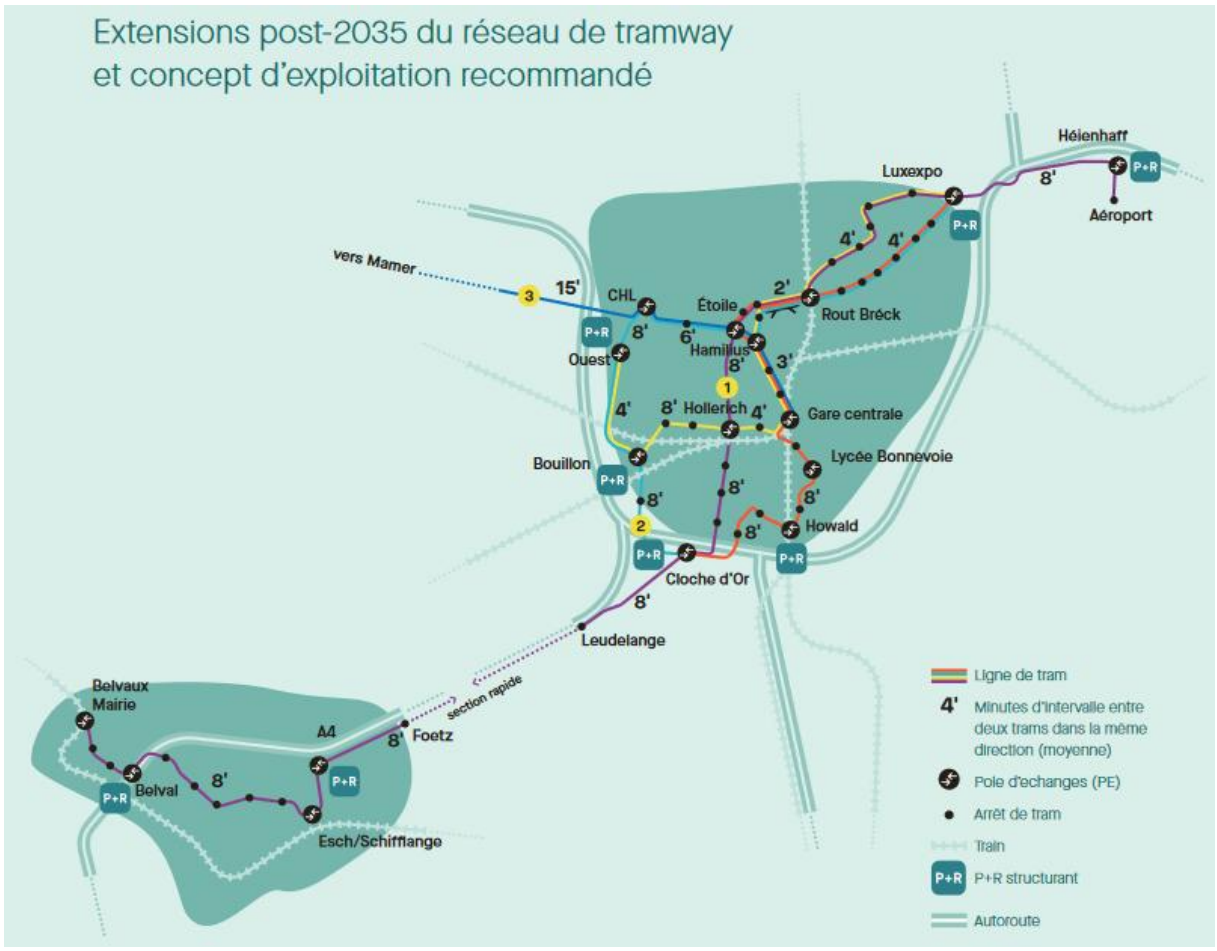


Fig. 122 : Réseau de tramway post-2035 proposé dans le plan national de mobilité 2035 (MMTP, 2022).

6.2 Les plans directeurs sectoriels

6.2.1 Plan Directeur Sectoriel « Transports »

L'extension Tram rapide complète est reprise dans le Plan Directeur Sectoriel « Transports » (PST, 2021) en tant que Projet n°2.8 « Ligne de tram rapide entre Boulevard de Cessange et Belvaux » et est classée comme étant de priorité niveau 2 (Fig. 123,Fig. 124). Notons que la variante contournant Foetz n'a pas été retenue. Le Projet N° 8.1 correspond également au *Veloexpresswee* « Piste cyclable express entre Luxembourg-Ville et Belval » qui est également de priorité niveau 2.

Comme décrit dans les chapitres précédents, le tram rapide longera l'A4 qui sera également réaménagée et est reprise dans le PST sous la nomenclature suivante :

- Projet N° 3.2 : Corridor bus sur l'A4 entre Foetz et Leudelange-Sud sur bande d'arrêt d'urgence de type routier, Priorité : 1 ;

Le tronçon tram rapide 1 sera également en interaction et raccordé à d'autres projets du PST dans le secteur Cloche d'Or :

- N° Projet 2.3: Ligne de tram entre la Gare Centrale et les pôles d'échanges Bonnevoie, Howald et Cloche d'Or, de type ferroviaire, Priorité : 1 (tronçon D en construction finalisé mi 2024)
- Projet N° 2.7 : Ligne de tram entre la Porte de Hollerich et les Boulevards de Merl et de Cessange, de type ferroviaire, Priorité : 3
- N° Projet 6.3 : Boulevard de Cessange (A4-N4), de type routier, Priorité : 1

Le projet N° 8.9 est également prévu à hauteur de Leudelange. Il s'agit de la piste cyclable « PC10 Abweiler – Leudelange » qui est classée priorité de niveau 2. Le *Veloexpresswee* sera ainsi raccordé à cette piste cyclable.

Ces projets s'inscrivent dans la politique d'amélioration des transports en commun et de raccordement entre les différents modes de déplacement en vue d'un développement urbain et territorial cohérent. Le projet est donc conforme au PST 2021.

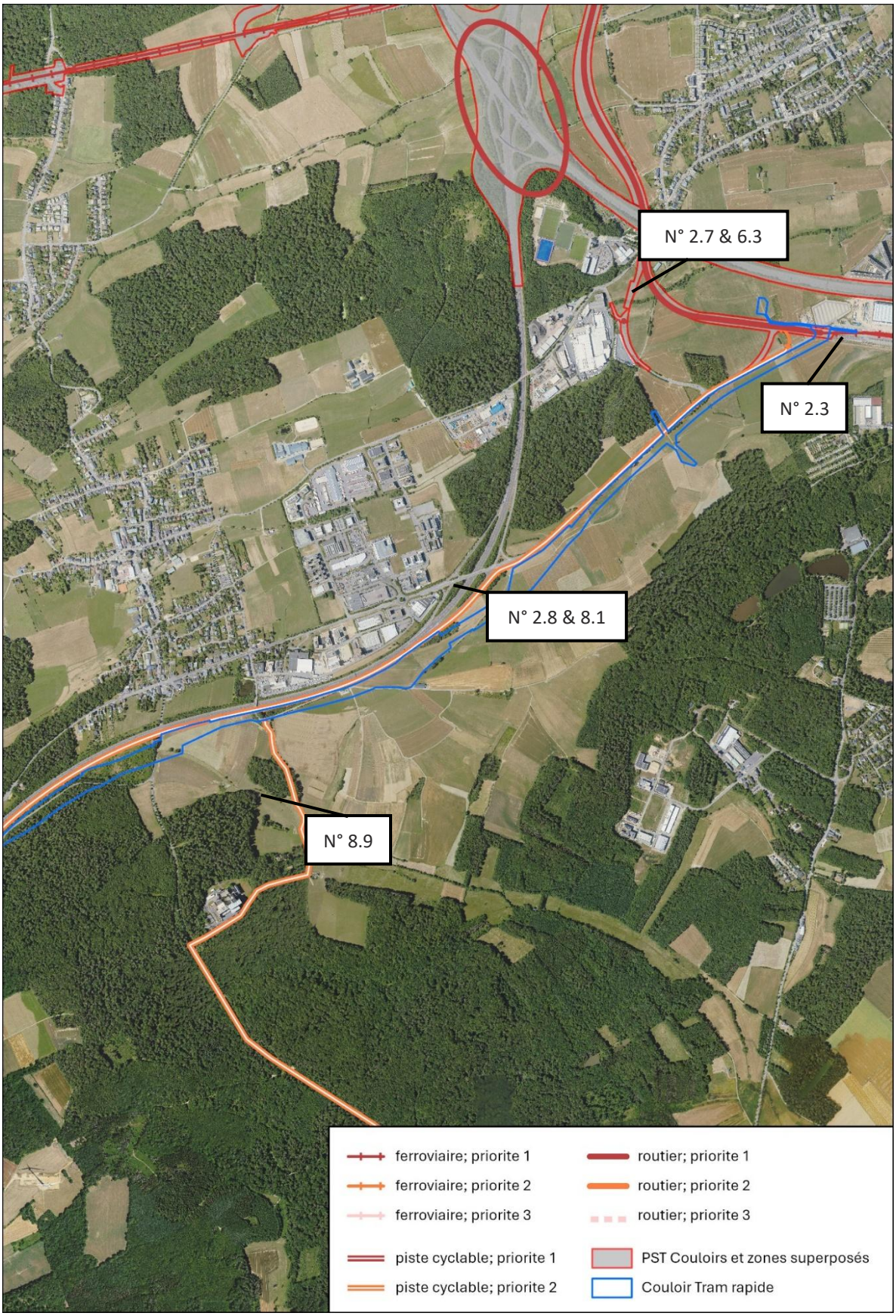


Fig. 123 : Extrait du plan directeur sectoriel « Transports » (PST)- partie nord - Projets d'infrastructure dans la commune de Luxembourg et Leudelange en interaction avec la future ligne de tram (rouge ; NR. 2.8) et *Veloexpresswee* (bleu, Nr. 8.1) (Géoportail, 2025).

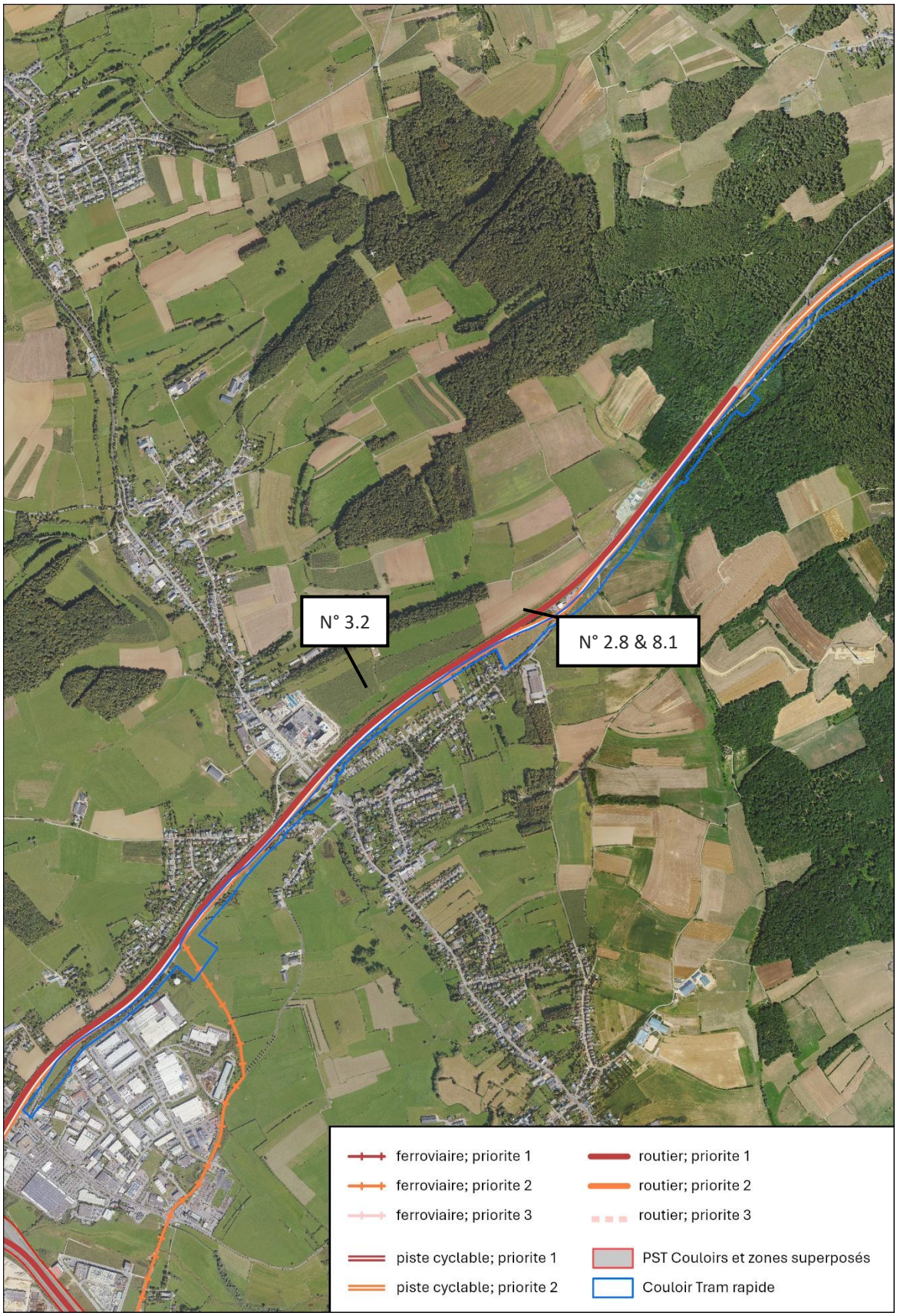


Fig. 124 : Extrait du plan directeur sectoriel « Transports » (PST) – partie sud - Projets d'infrastructure dans la commune de Luxembourg et Leudelange en interaction avec la future ligne de tram (rouge ; NR. 2.8) et *Veloexpresswee* (bleu, Nr. 8.1) (Géoportail, 2025).

6.2.2 Plan Directeur Sectoriel « Logement »

Le tram rapide 1 ne transitera pas à proximité d'une zone prioritaire d'habitation (ZPH) qui sont définies dans le plan directeur sectoriel « Logement » (PSL, 2021). Ce point peut donc être considéré comme sans objet.

6.2.3 Plan Directeur Sectoriel « Paysages »

Compte tenu de sa localisation le long de l'autoroute A4, le tronçon du Tram rapide 1 ne traversera pas de Coupure verte, ni Grand ensemble paysager définis dans le Plan Directeur Sectoriel « Paysages » (PSP, 2021). Il transitera en revanche au sein de la zone verte interurbaine qui débute au Sud du nouveau stade de Luxembourg et ce jusqu'à Pontpierre (PSP, 2021 ; Fig. 125).

Les zones vertes interurbaines ont pour objectifs de :

- Conserver l'intégrité d'un espace paysager cohérent situé entre les agglomérations urbaines en expansion ;
- Valoriser et mettre en réseau des espaces naturels de récréation et de loisir de proximité qui contribuent à la qualité de vie de la population ;
- Préserver des fonctions et services écologiques au profit des régions urbanisées, notamment des surfaces de régulation climatique ;
- Maintenir des fonctions agricoles et sylvicoles.

Néanmoins, cette zone verte interurbaine (ZVI) est déjà scindée en deux par l'autoroute A4. Le tramway longera cette dernière, ce qui n'entrainera pas de fragmentation supplémentaire de cette unité paysagère, et ainsi réduit l'impact au maximum. De plus, entre Cloche d'Or et l'A4, la traversée de la zone verte interurbaine (ZVI) est inévitable. Toutefois, son impact est limité autant que possible en suivant le tracé de la N4, qui est également une route très fréquentée. Une déviation de la ZVI en direction de Croix Cessange n'est pas une option envisageable.

Des mesures d'intégration paysagère sont néanmoins à proposer pour atténuer ce phénomène de fragmentation (voir chap. 7.6).



Fig. 125 : Extrait du plan directeur sectoriel « Paysages » (PSP) – Zone verte interurbaine aux abords du projet (en rouge) (Géoportail, 2025).

6.2.4 Plan Directeur Sectoriel « Zone d'activités économiques »

D'après le plan directeur sectoriel « Zone d'activités économiques » (PSZAE, 2021), le tram rapide 1 desservira la zone d'activités économiques (ZAE), existante N°28 Foetz, et projetée n°29, ce qui est favorable d'un point de vue mobilité pour les sociétés installées dans la localité.



Fig. 126 : Extrait du plan directeur sectoriel « Zone d'activités économiques » (ZAE) – ZAE existante (violet) et projeté (rose) aux abords du projet (en rouge) (Géoportail, 2025).

6.3 Plan d'aménagement général (PAG)

D’après les parties graphiques des plans d’aménagement général (PAG) en vigueur des différentes communes traversées par le projet, à savoir Luxembourg Ville, Leudelange et Mondercange, le tracé figure en grande majorité en zone verte (zone forestière, zone de verdure, zone agricole (Fig. 127, Fig. 128).

L’ensemble du tracé est également dans une zone superposée « Zone de bruit ≥ 70dBA ». Le projet d’utilité publique n’est donc pas en contradiction avec les PAG en vigueur.

Au point 1.8 de l’avis scoping, le MECB demande à ce que non seulement le tissu urbain existant soit considéré mais également le potentiel de développement prévu ou en cours dans les PAG des différentes communes.

En consultant les différents PAG, aucune nouvelle zone de développement (encore non construite mais destinée à l’être) ne figure au sein du tracé. En revanche il existe des projets dans l’aire d’étude rapprochée, comme le PAP approuvé « am Hau » à Pontpierre, situé à moins d’une centaine de mètres du tram rapide, le PAP approuvé « Gridx » en construction à Wickrange au nord de l’A4 (env. 100 m du tram rapide 1) et enfin le projet de reconversion de la zone industrielle à Foetz, longée par le futur tramway.

L’influence du projet de tramway sur ces projets et les effets globaux de l’élaboration de ces projets sur l’environnement seront étudiés dans le chapitre 8.2 « Effets cumulés ».

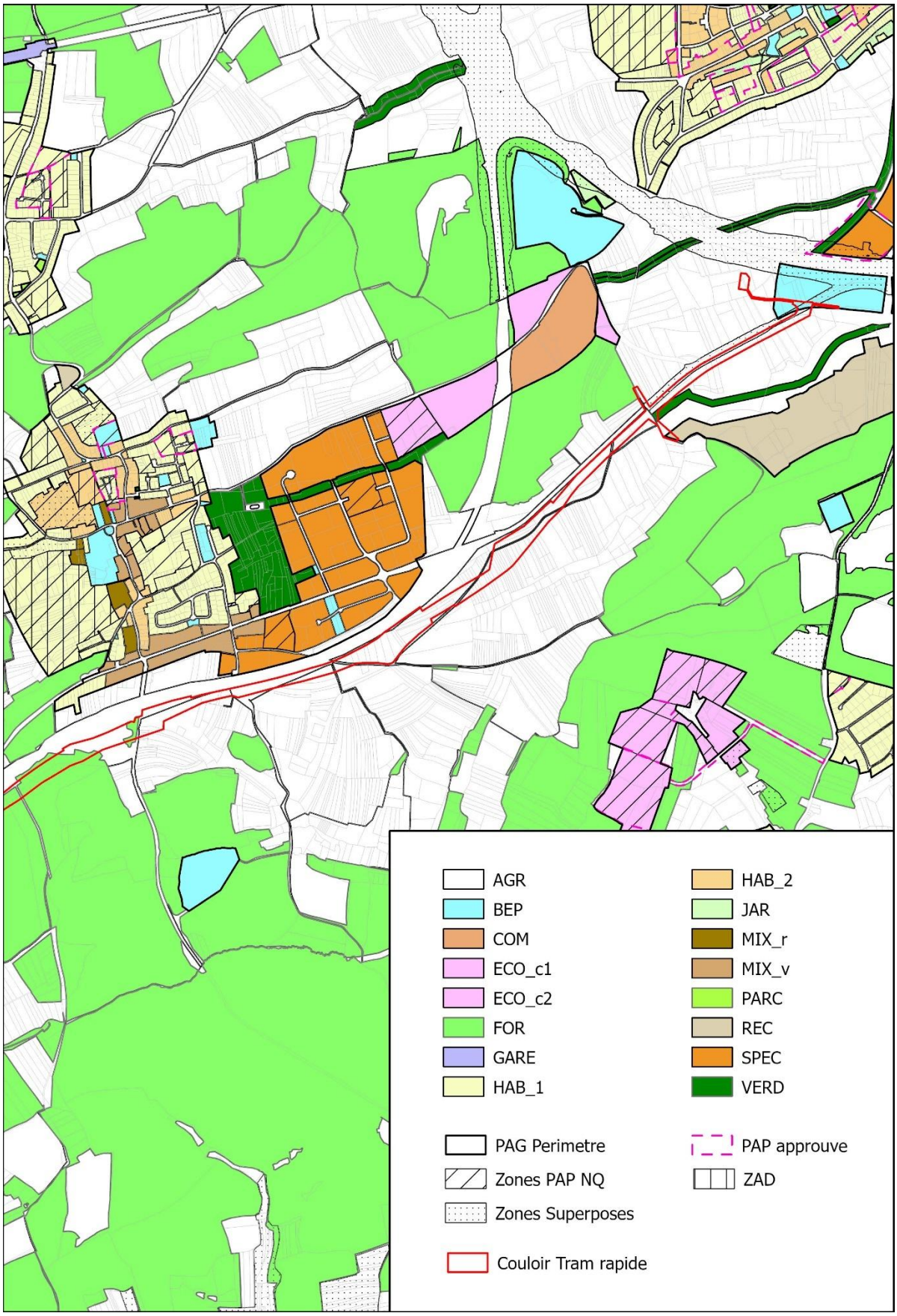


Fig. 127 : Extrait de la partie graphique du PAG en vigueur de la Ville de Luxembourg et de Leudelange – partie Nord, emprise projet (en rouge) (Géoportail, 2025).

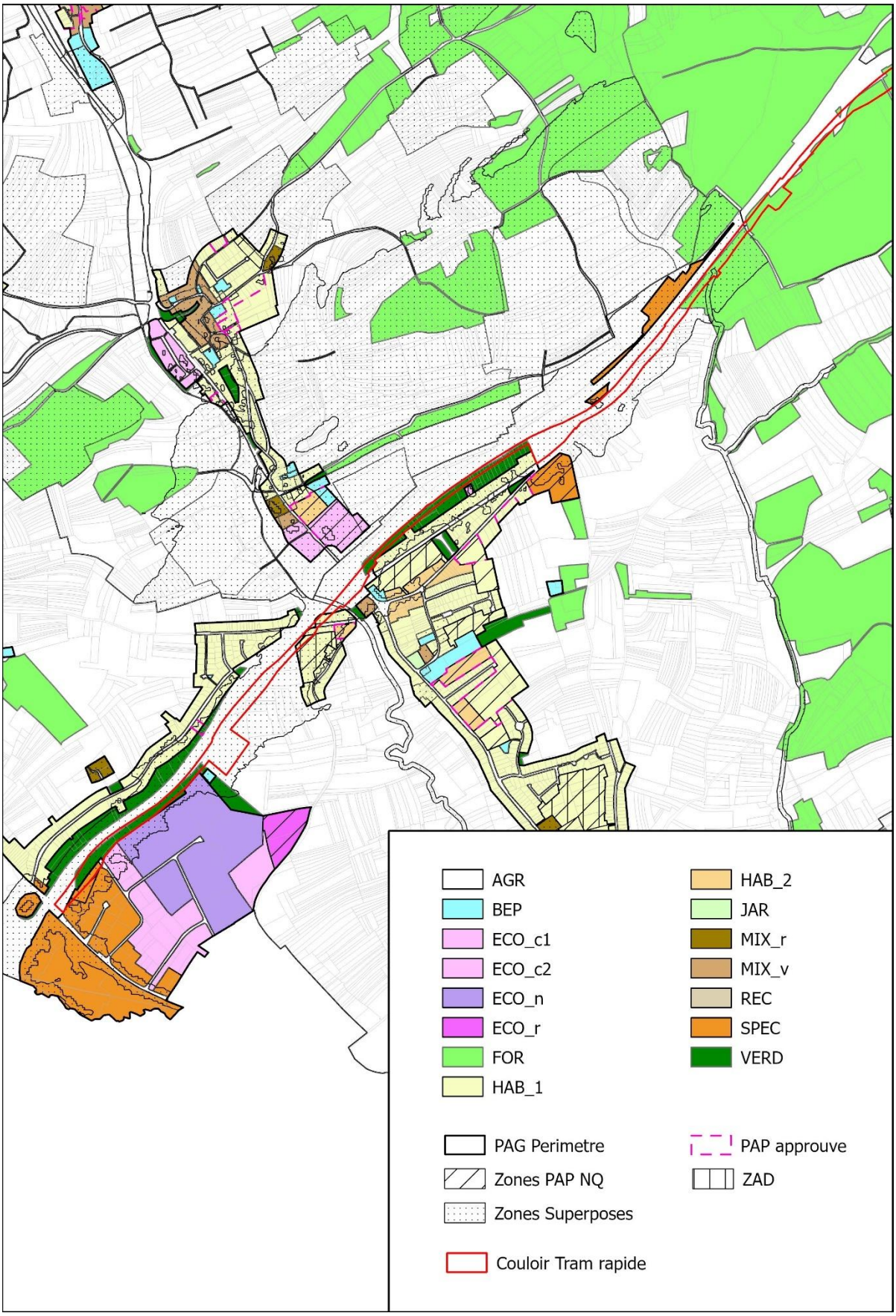


Fig. 128 : Extrait de la partie graphique du PAG en vigueur de Leudelange et Mondercange, emprise projet (en rouge) (Géoportail, 2025).

6.4 Evaluation environnementale stratégique (EES)

Les projets du PST, dont notamment la ligne complète du tram rapide entre Luxembourg Ville et Belvaux, ont été soumis à une évaluation environnementale stratégique. C'est pourquoi les informations issues de l'EES pour la ligne complète du tram rapide sont reprises ici à titre informatif.

Un extrait des effets déduits au cours de l'EES (phase 1) sont présentées dans les figures suivantes (Fig. 129 & Fig. 130).

Concernant la population et santé humaine et l'air et le climat, des effets positifs sont attendus (transport en commun, réduction trafic individuel et des émissions). Concernant la biodiversité, le sol et l'eau, des effets négatifs pouvant être compensés sont attendus (biotopes et habitats (article 17) impactés, zones protégées à proximité, utilisation des terres réduite, traversée de cours d'eau ou zones de protection). Les auteurs indiquent que ces effets peuvent être réduits en compensant les biotopes et habitats détruits, en réduisant le taux de scellement au minimum, en prenant des mesures de sécurité durant la phase chantier pour protéger les eaux souterraines et en maintenant la continuité des cours d'eau). D'un point de vue paysager, aucun effet négatif n'est attendu en raison de l'environnement anthropique (proximité autoroute). Enfin, aucune information archéologique n'est disponible dans l'EES.

Ces informations constituent une base pour l'évaluation détaillée présentée dans les chapitres 7 et 8. Le niveau de détail d'une EES étant inférieur à celui d'une EIE. D'autant plus qu'une mise à jour de l'analyse y est également réalisée, car les données initiales, datant de 2018, nécessitent une actualisation pour tenir compte des évolutions du projet et des éventuelles nouvelles contraintes environnementales.

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	Es werden mehrere europäische und nationale Schutzgebiete tangiert und/oder durchquert. Am Rand der Trasse gibt es eine Vielzahl von Art. 17-Biotopen, die durch das Projekt beeinträchtigt werden. Das Projekt beeinträchtigt einen Lebensraum von Rot- und Schwarzmilan und weiteren Arten (Kreuzkröte, Wildkatze).	• Kompensation unvermeidlicher Biotopverluste • Kompensation der Lebensraumverluste • Prüfung der Vereinbarkeit des Projektes mit den Reglementen der Naturschutzgebiete	O
Boden	Der Bodenverbrauch ist als nicht erheblich einzuschätzen.	• Die Versiegelung ist auf das erforderliche Minimum zu beschränken.	O
Wasser	Es sind Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete betroffen. Es werden mehrere Bäche überquert.	• Durchführung von Maßnahmen zur Sicherung des Grundwassers in der Bauphase • Sicherstellung der Durchlässigkeit der überquerten Fließgewässer • Kompensation von Verlusten der Retensionsräume	O
Klima und Luft	Verringerung der CO2-Belastung durch Reduzierung des Individualverkehrs	-	+
Landschaft	Da die geplante Trasse weitgehend in einem stark urbanisierten Raum liegt und parallel zur bestehenden Autobahn verläuft, sind keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild zu erwarten.	-	O
Kultur- und Sachgüter	Detaillierte Informationen zur Archäologie fehlen.	• CNRA kontaktieren	

Fig. 129 : Extrait de l'EES du PST pour le projet 2.8 Ligne de tram rapide. Légende : jaune : pas d'effet significatif sur l'environnement, vert : effet(s) positif(s) sur l'environnement, blanc : pas d'évaluation (Oeko-Bureau, 2018).

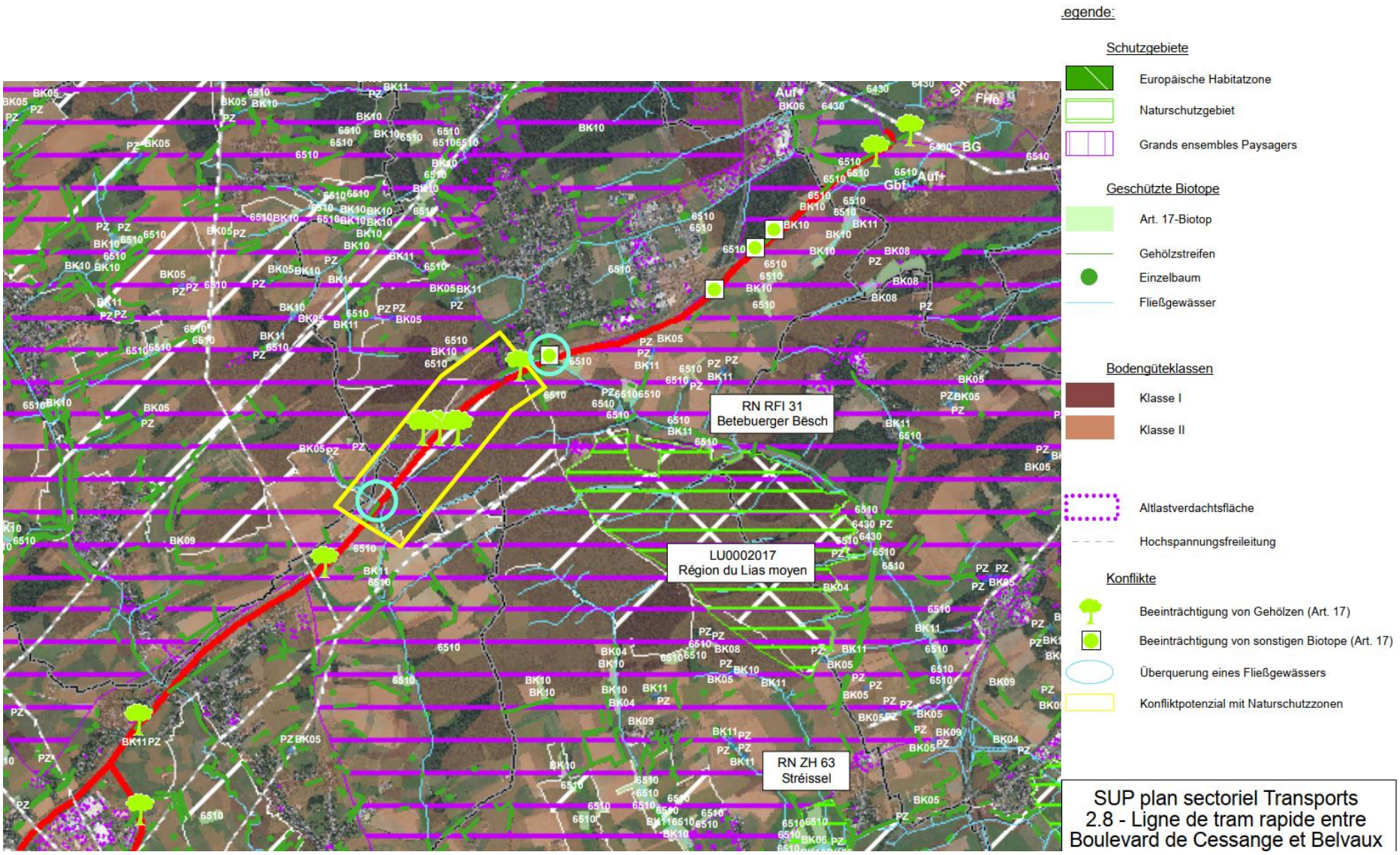


Fig. 130 : Extrait issue de l'EES de la carte récapitulative des effets possibles induits par la ligne de tram rapide. En rouge est représenté approximativement le tram rapide 1 (Oeko-Bureau, 2018).

7 DESCRIPTION ET EVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

7.1 Méthodologie

Comme déjà décrit au chapitre 2, l'évaluation des incidences sur l'environnement et le RGD associé réglementent les exigences relatives au contenu de la présente étude ainsi que les procédures correspondantes.

Afin de pouvoir évaluer les incidences directes et indirectes du projet sur les biens protégés décrits dans les sous-chapitres suivants, il faut d'abord décrire l'état actuel de chacun d'entre eux, puis examiner au cas par cas les éventuelles incidences du projet sur l'environnement, tout en prenant les mesures d'atténuation prévues en compte.

En principe, tous les changements négatifs doivent être considérés comme des impacts négatifs sur l'environnement. Cependant, l'évaluation doit se baser sur des critères qui permettent de définir si l'impact est réellement « significatif » ou non.

Afin de pouvoir l'évaluer efficacement, la procédure décrite ci-dessous a été employée.

Conformément aux interprétations de la loi allemande sur les UVPG[16], la procédure détermine la valeur du bien protégé. En règle générale, il existe cinq niveaux de valeurs. Pour des études comparables, le niveau de valeur 5 (très haute importance) correspond à ce qu'on appelle « l'état de référence » d'un bien protégé avec « aucune ou faibles nuisances anthropiques ». Le niveau de valeur 1 (très faible importance) est caractérisé par de forts impacts anthropiques. Le Tab. 6 présente un modèle d'évaluation selon ses principes pour chaque bien protégé. L'attribution d'un niveau de valeur 0 (« aucune signification pour le bien protégé ») est délibérément impossible. Par principe de précaution, le niveau de valeur supérieur sera attribué d'office en cas de doute.

Afin d'évaluer si le projet a un impact, il est d'abord nécessaire de déterminer si l'impact est effectivement lié au projet. Les conditions pour lesquelles un effet est défini comme étant lié à un projet sont les suivantes :

- La modification d'un bien protégé résultant d'un projet est suffisamment probable (si la probabilité de survenir est suffisamment faible, il peut s'agir d'un aspect théorique qui n'est de ce fait pas pertinent).
- La modification d'un bien protégé causée par le projet est associée aux effets suivants :
  - En termes de type et d'ampleur, l'impact va au-delà du bruit ambiant.
  - L'impact est de nature mesurable et observable (le projet produit un effet qui va au-delà des effets existants, effet de sommation).
- une modification du bien protégé peut être attribuée aux impacts liés au projet (déterminer les impacts avec et sans prise en considération du projet)).
- La 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'extension spatiale » (espace).

L'évaluation de l'impact d'un projet se fait en dernier lieu selon les étapes suivantes :

- Détermination du degré de changement par une évaluation comparative de l'état prévu et de l'état actuel (selon le Tab. 7),
- Détermination de la dimension spatiale et temporelle de l'impact (selon les Tab. 8 et Tab. 9)
- Évaluation de l'importance de l'impact (« niveau d'importance »).

[16] Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94)", modifiée par l'article 4 de la loi du 13. Octobre 2016 (BGBl. I S. 2258).

Tab. 6 : Modèle d'évaluation d'un projet sur les différents biens protégés

Niveau de valeur	Zone d'étude	Définition du niveau de valeur
5 - Très élevé	Zones de très haute importance pour le bien protégé	Valeur des critères considérés
4 - Elevé	Zones de haute importance pour le bien protégé	Valeur des critères pertinents
3 - Moyen	Domaines d'importance moyenne pour le bien protégé	Valeur des critères pertinents
2 - Faible	Zones de faible importance pour le bien protégé	Valeur des critères pertinents
1 - Très faible	Zones de très faible importance pour le bien protégé	Valeur des critères pertinents

Tab. 7 : Définition du degré de changement prévu.

Degré d'évolution	Définition
Positif	Le projet a un effet positif par rapport à l'état actuel.
Neutre	Aucun changement perceptible de l'état actuel ne se produit.
Négatif	Le projet a un effet négatif par rapport à l'état actuel.

Tab. 8 : Définition de l'étendue spatiale de l'impact.

Etendue spatiale	Définition
Localisé	L'effet ne peut être perçu qu'une seule fois ou de façon sporadique dans la zone étudiée.
Totalité de la zone d'étude	L'effet est perceptible sur une large zone dans l'ensemble de la zone d'étude.
Grande échelle	L'effet est également perceptible au-delà de la zone d'étude, par exemple dans la zone urbaine au sens large.

Tab. 9 : Définition de l'étendue temporelle de l'effet.

Durée de l'impact	Définition
Temporaire / court terme	L'effet est généralement temporaire / non récurrent ; par exemple pendant la phase de chantier
Long terme / intermittent	L'effet n'est pas perceptible en permanence, mais se reproduit régulièrement ; par exemple, les impacts liés à la phase d'exploitation
Permanent	L'effet est perceptible en permanence ; par exemple, les impacts liés aux installations en elles-mêmes.

L'évaluation de l'importance d'un impact lié à un projet est donc basée sur les aspects suivants :

- Importance fonctionnelle et valeur environnementale et de conservation de la nature de la zone utilisée,
- Intensité de l'impact ou degré de changement causé,
- La taille de la zone d'intervention et l'étendue spatiale de l'impact,
- Durée de l'impact.

Étant donné qu'un impact peut être à la fois négatif et bénéfique, il convient d'en évaluer l'importance sur la base de quatre classes d'évaluation :

- **Significativement défavorable** (parfois décrit comme « significatif » ci-dessous),
- **Insignifiant** (décrit par la suite comme « négatif mais non significatif »),
- **Ni désavantageux, ni avantageux** (« non pertinent »),
- **Avantageux** (« significativement positifs »)

Les impacts définis selon ces critères peuvent être évalués pour différentes phases du projet. C'est pourquoi la description et l'évaluation des incidences sur l'environnement sont effectuées séparément pour chaque phase ou finalité : **effets liés à la construction ou à l'exploitation.**

En cas de difficultés, l'approche la plus défavorable est retenue dans tous les cas décrits, conformément au principe de précaution. Cela s'applique également aux cas où l'exécution technique des travaux de construction n'est pas encore suffisamment connue. Il convient d'examiner séparément les cas qui ont été associés à des difficultés dans le cadre d'une EIE, tels que les lacunes techniques, les données manquantes ou le manque de connaissances détaillées. Ces aspects sont évoqués au chapitre 10.

7.2 Population et santé humaine

7.2.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

En raison de l'approche anthropocentrique de l'évaluation des incidences environnementales, tous les biens protégés sont étroitement liés à celui de l'être humain.

C'est pourquoi, il est pertinent de prendre principalement en considération les aspects de la « sécurité de l'être humain », de la « santé humaine » et du « bien-être humain » dans ce qui suit.

Etant donné que les effets sur la plupart des biens protégés affectent indirectement l'Homme, les déterminants directs (facteurs pertinents pour la santé) suivants ont été sélectionnés pour analyser l'impact du projet d'extension sur la population et la santé humaine :

- socio-spatial (par ex., l'augmentation/diminution du trafic routier),
- chimique (par ex., par la pollution de l'air, de l'eau),
- physique (par ex., le bruit, les vibrations et les champs « électromagnétiques »),
- naturel (par ex., les changements climatiques),
- biologique (par ex., installations émettant des bioaérosols[17]).

À la suite d'un projet particulier, des changements tant négatifs que positifs peuvent se produire au niveau des facteurs pertinents pour la santé (UVP-AG 2014).

Les effets d'un projet de tramway sur l'Homme, qu'ils soient liés à la construction, aux installations ou à l'exploitation, peuvent se manifester de diverses manières. Pendant la phase de construction, des émissions de bruit et de vibrations, ainsi que des émissions de poussières et d'odeurs peuvent être générées. En ce qui concerne l'emplacement des chantiers dans l'espace routier, il est nécessaire d'assurer une protection suffisante du chantier afin de réduire, voire d'éviter complètement les risques, en particulier avec les passants et les autres usagers de la route. Des rayonnements électromagnétiques peuvent être générés par les installations. L'exploitation peut également générer des émissions de bruit, de vibrations et d'odeurs, mais aussi des émissions lumineuses, qui peuvent nuire à la santé et au bien-être des personnes. D'autres émissions peuvent être générées pendant la phase d'exploitation, par exemple par l'usure des freins. En outre, l'exploitation du tram peut également entraîner un risque de collision avec les passants et les autres usagers de la route.

L'occupation éventuelle de surfaces de loisirs (parcs urbains) ainsi qu'un effet indirect, en particulier des émissions sonores pénétrant dans de tels espaces, peuvent également entraîner une atteinte au bien-être de l'homme.

Dans le cadre de la présente EIE, il convient donc d'examiner les effets potentiels de la construction et de l'exploitation du tramway sur le bien à protéger qu'est l'être humain. L'accent est mis sur les aspects de la santé et du bien-être de l'homme. Il s'agit de vérifier si le projet a des effets sur ces aspects et, le cas échéant, comment les éviter ou les réduire. Pour ce faire, l'état actuel du site d'implantation est décrit dans ce chapitre en ce qui concerne les facteurs pertinents et les effets possibles sont évalués au chapitre 7.2.2.

[17] Comme aucune installation émettant des bioaérosols ne sera construite dans le cadre du projet de tramway, cet aspect ne sera pas examiné plus en détail par la suite.

Tracé initial

Déterminant socio-spatial : logement et commerce

Le tracé du tram rapide 1 s'étend du Sud de Luxembourg-Ville à Foetz en longeant l'un des axes routiers les plus fréquentés du pays.

Il transite au sein de territoires communaux (Leudelange, Pontpierre, Foetz) qui sont certes soumis à une pression d'urbanisation mais en rien comparable à celle affectant la capitale.

A Leudelange, au droit de la section TR2, à Pontpierre (section TR4) et à Foetz (section TR5), l'expansion des communes, que ce soit en termes de logement ou de commerce, ne s'est pas traduite par l'apparition de grandes surfaces aménagées au cours des 25 dernières années. De plus, les aménagements les plus notables ont été réalisés, en grande majorité, au Nord de l'autoroute A4.

A Leudelange, la partie urbanisée est située au Nord de l'autoroute, quasiment aucun aménagement n'est présent du côté du tracé du tram. A Pontpierre et à Foetz, des constructions sont présentes à proximité du futur tracé, des zones d'habitation à Pontpierre et des commerces à Foetz.

Pour ce qui est des deux autres sections composant le tracé (TR1 et TR3), celles-ci transitent au sein de secteurs naturels qui ne présentent pas de tels aménagements : prairies, pâtures et champs cultivés (TR1) et forêt de Leudelange (TR3).

Les zones résidentielles étant particulièrement sensibles aux possibles répercussions de la construction et exploitation d'une ligne de tramway, ces dernières sont décrites dans les sous-chapitres suivants (bruit, vibration, poussières).

Déterminant socio-spatial : le trafic

L'objectif du projet est de relier les deux principales centralités du pays à savoir la capitale et le secteur Esch-Belval par une ligne de tramway mais également une liaison cyclable.

Il s'inscrit dans le cadre du corridor multimodal porté par le Ministère de la Mobilité et des Travaux Publics (MMTP) et désigné sous le terme de corridor A4/CFL60 dans le Plan National de Mobilité. Celui-ci intègre d'autres aspects de la mobilité avec l'optimisation des liaisons de bus, la mise à disposition de grands P+R ainsi que l'augmentation de la capacité routière et autoroutière.

Plus concrètement, le projet de tram rapide 1 s'inscrit dans un programme de développement d'un corridor multimodal se composant d'un élargissement de l'autoroute A4 et de l'aménagement de la voie de tramway et de la *Veloexpresswee* (Fig. 131 et Fig. 132).

Les objectifs de l'élargissement de l'autoroute sont d'en augmenter la capacité de transit tout en permettant une meilleure fluidité. Ce projet n'est pour l'heure qu'en phase de planification mais son emprise est réservée et doit être prise en compte dans le cadre de l'aménagement des deux autres équipements.

Il n'a donc pas été possible de recueillir de plus amples informations auprès de l'Administration des Ponts & Chaussées quant aux objectifs définis pour ce projet ni même sur le déroulé de sa réalisation.



Fig. 131 : Illustration des routes principales sur carte topographique (portion Nord du tracé). En orange : autoroute ; en jaune : route nationale et chemin repris. Le tram rapide 1 est représenté en rouge (Géoportail, 2025).

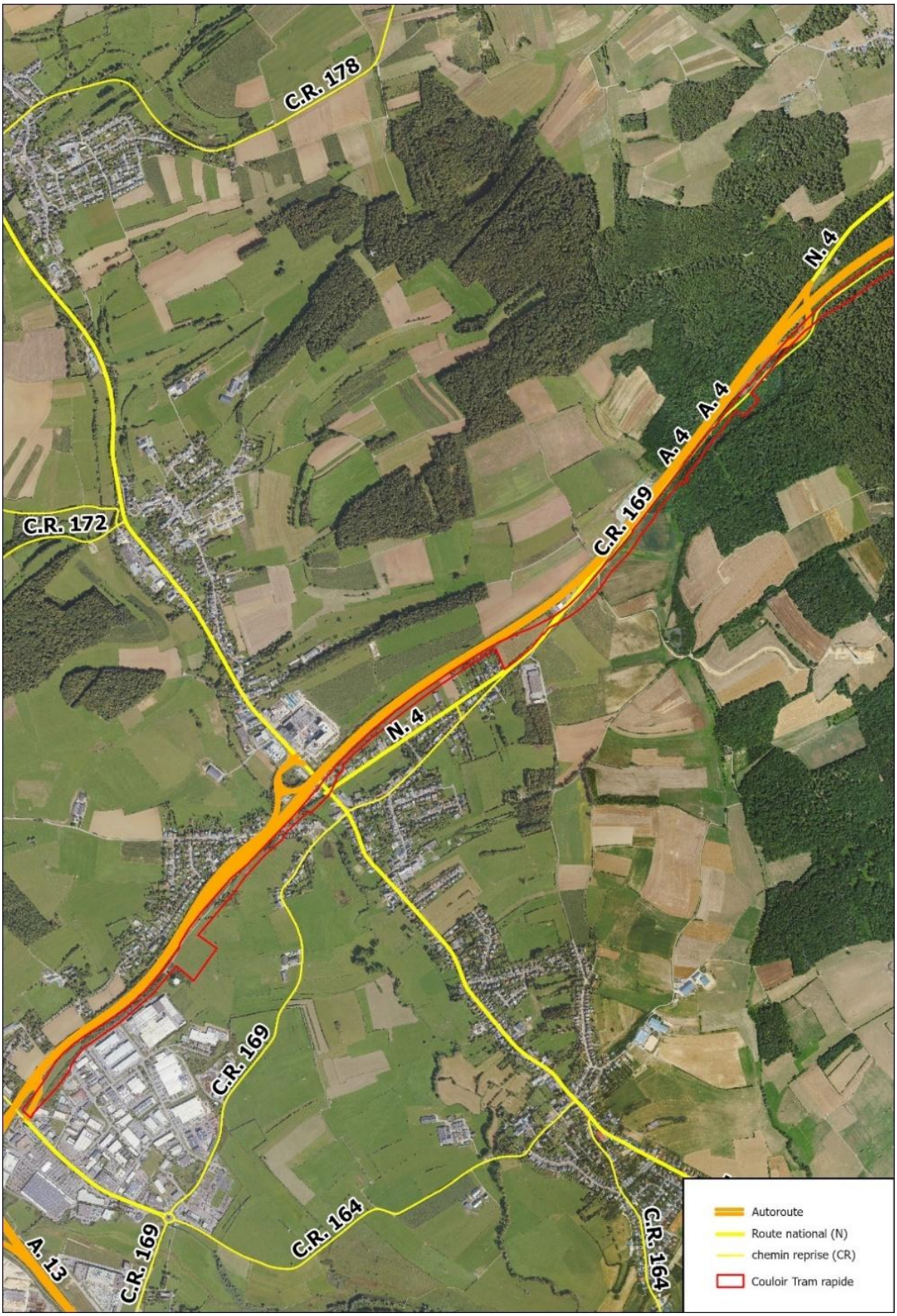


Fig. 132 : Illustration des routes principales sur carte topographique (portion Sud du tracé). En orange : autoroute ; en jaune : route nationale et chemin repris. Le tram rapide 1 est représenté en rouge (Géoportail, 2025).

L'aménagement du tram rapide, selon un tracé que suivra également le *Veloexpresswee*, a pour objectif principal de proposer un autre mode de déplacement entre Luxembourg-ville et Esch-sur-Alzette. Celui-ci présentera une desserte adaptée et un temps de parcours bien plus court qu'avec l'automobile. Ce dernier est évalué à 31 minutes entre la station Stadion de la Cloche d'Or et le terminus à la mairie de Belvaux ou encore à 60 minutes entre l'université de Belval et l'hypercentre de la capitale. Pour ce qui est du tronçon tram rapide 1, il faut par exemple actuellement 24 minutes pour rallier la zone d'activités de la Cloche d'Or depuis Foetz en bus (ligne 612) alors que le tram rapide le fera en environ 11 minutes.

Le tram rapide misera aussi sur l'aspect écologique mais également économique pour attirer de nombreux voyageurs.

Il faut toutefois noter que l'emprise du projet épouse le tracé du CR169 entre la rue de Bettembourg à Leudelange et la station-service de Pontpierre, ce qui va entrainer la fermeture définitive du CR sur ce linéaire.

Dernier élément du corridor multimodal, le *Veloexpresswee* s'inscrit dans le projet de développement de ce type de pistes cyclables, à savoir des voies bidirectionnelles à transit rapide, longeant les grands axes de communication entre les différents centres d'intérêt du pays, ici les deux principales villes du Luxembourg.

Ces infrastructures viennent compléter le réseau national de pistes cyclables initié par la loi du 06 juillet 1999.

Le *Veloexpresswee* répondra aux prescriptions d'aménagement édictées par l'Administration des Ponts & Chaussées (annexe 10) tant du point de vue des objectifs de ce type d'aménagement (un minimum d'interruptions, une sécurité optimale et une vitesse de déplacement élevée) que de la conception en elle-même (largeur, rayons de courbures, revêtements, pentes, etc...).

Le *Veloexpresswee* le long de l'A4, désigné PC104, viendra également diversifier l'offre de moyens de déplacement qui sera proposée aux personnes effectuant le trajet entre les deux villes. Il servira également de lien entre les différentes pistes cyclables communales et nationales réparties sur l'aire d'étude (Fig. 133).

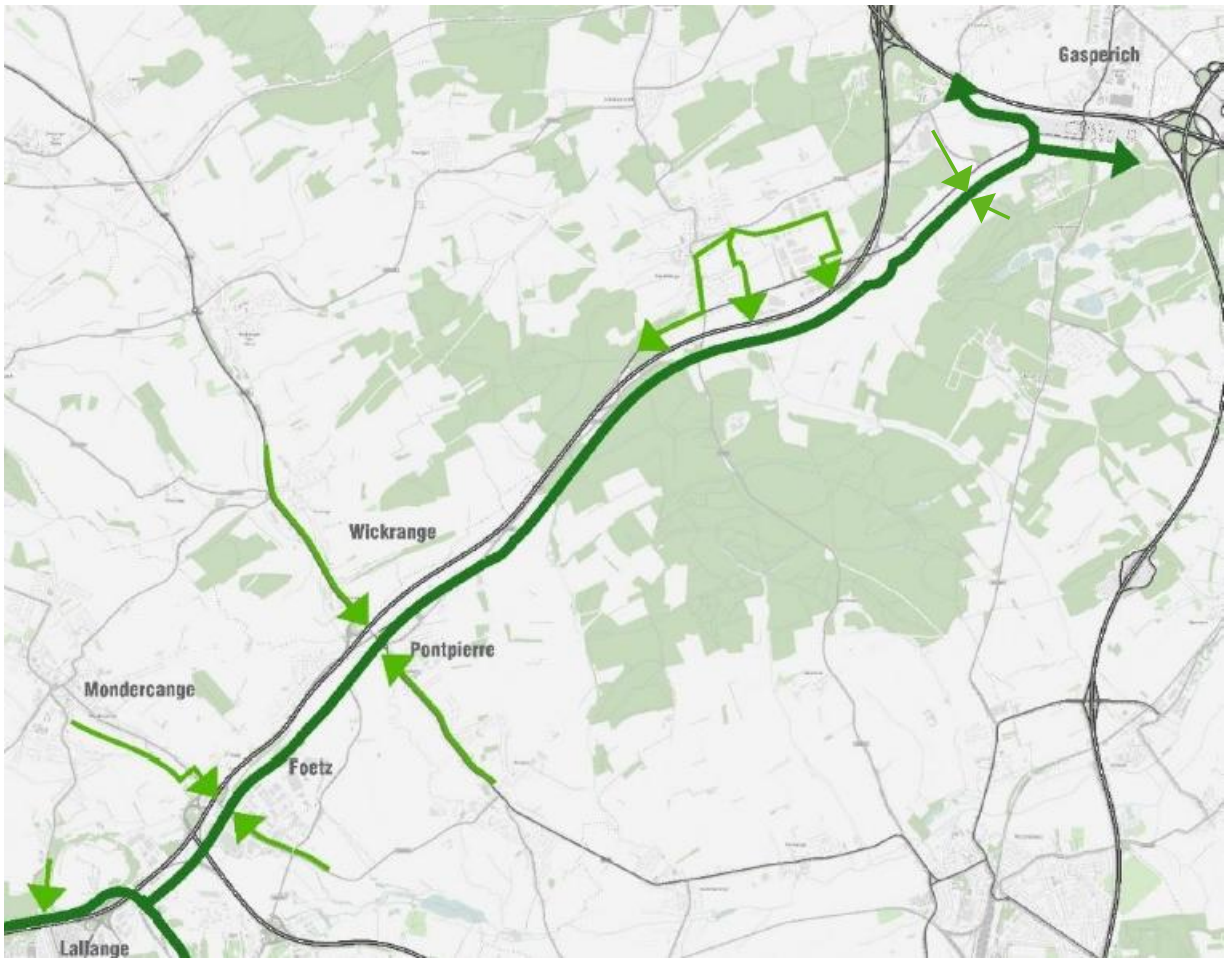


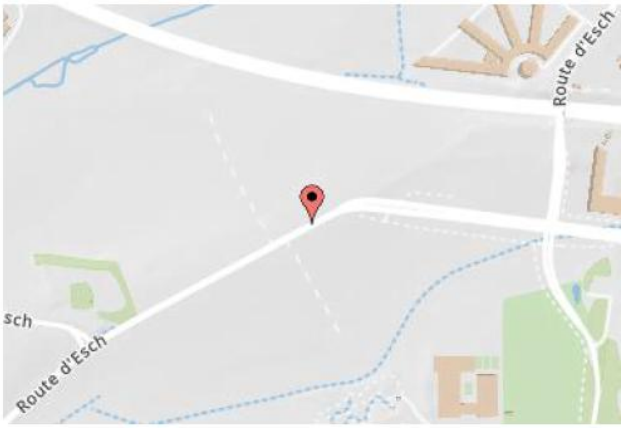
Fig. 133 : Raccords vers le *Veloexpresswee* et liaisons nationales de la loi relative au réseau cyclable national (MMTP, 21/10/2020, modifié par LSC360).

Tous ces aménagements ont pour but de fluidifier les déplacements entre les deux pôles d'intérêt que sont l'agglomération de Luxembourg et celle d'Esch, et de proposer des alternatives à l'automobile.

La Région Sud ainsi que le Sud-Ouest de la Ville de Luxembourg sont en plein essor. La conséquence sur la circulation automobile est une saturation des autoroutes et routes nationales et un trafic dense sur les axes principaux de la capitale.

A l'heure actuelle, l'autoroute A4 représente la voie de déplacement principale sur cet axe et draine la quasi-totalité du trafic ce qui génère quotidiennement des encombrements voire une congestion lors de heures de pointe. Il n'existe malheureusement pas de comptages routiers réalisés sur l'autoroute A4 qui soient disponibles et il n'a pas été possible de consulter les données de trafic à l'origine du projet d'élargissement.

La Nationale 4, qui relie par le Sud la route d'Esch à l'autoroute A4, présente un trafic journalier moyen de plus de 13.500 véhicules (dans les 2 sens / données 2024) selon les relevés du poste de comptage des Ponts & Chaussées installé sur cet axe (cf. Fig. 134).



Moyennes journalières			
	Utilitaires	Voitures	Total
TJM	1075	12469	13544
Jours Ouvrables	1340	14873	16213
Samedis	756	8996	9752
Dimanches	192	4989	5181

Fig. 134 : Comptage du trafic journalier dans les deux sens au niveau du poste de comptage N° 442 de la Route d'Esch (Cloche d'Or). TJM = Trafic journalier moyen. Données du 01.01.2024 au 31.10.2024 (Administration des ponts et chaussées, 2025).

Selon le MoDu (2018), l'automobile représentait 69 % des modes de déplacement au Luxembourg en 2017, contre 17 % pour les transports publics, 12 % pour la marche 2 % pour le velo.

Concernant les transports publics, les lignes de bus du centre-ville (AVL), lignes nationales (RGTR) et lignes TICE (par ex. ligne 17 à Pontpierre) sont bien développées et présentes sur l'axe considéré mais elles contribuent également au volume du trafic. Les itinéraires des bus RGTR seront revus et adaptés avec le tram, de manière à offrir une desserte toujours aussi performante de l'ensemble des quartiers des Villes de Luxembourg et Esch/Alzette sur tout le tracé du tram rapide 1.

Le réseau ferroviaire se limite au réseau CFL, qui mène à la ville de Luxembourg depuis Pétange ainsi que plusieurs gares françaises (Audun-le-tiche, Rumelange et Volmerange-les-Mines) via Esch-sur Alzette.

Le PNM2035 prévoit qu'en 2035, 2,8 millions de déplacements de personnes par jour devront être assurés, contre 2 millions en 2017, tout en respectant la qualité de vie, l'environnement et les moyens budgétaires. Cela correspond à 40 % de déplacements supplémentaires.

Le corridor multimodal qui reliera la capitale du pays à la région Sud représentera un outil supplémentaire pour répondre à ce défi.

Il permettra de desservir des agglomérations pour lesquelles un développement est attendu du fait de nombreux projets planifiés à court ou moyen termes, comme l'agrandissement du centre hospitalier (CHEM) et le développement du quartier de l'Alzette à Esch-sur-Alzette ou le développement des zones commerciales de Leudelange et Foetz.

A cela va s'accompagner un doublement des emplois à l'horizon 2030 pour les communes de Leudelange et de Foetz, principalement dans le tertiaire (commerce). Le quartier de la Cloche d'Or est également un quartier en plein essor et attractif, générateur de déplacements (Fig. 135).

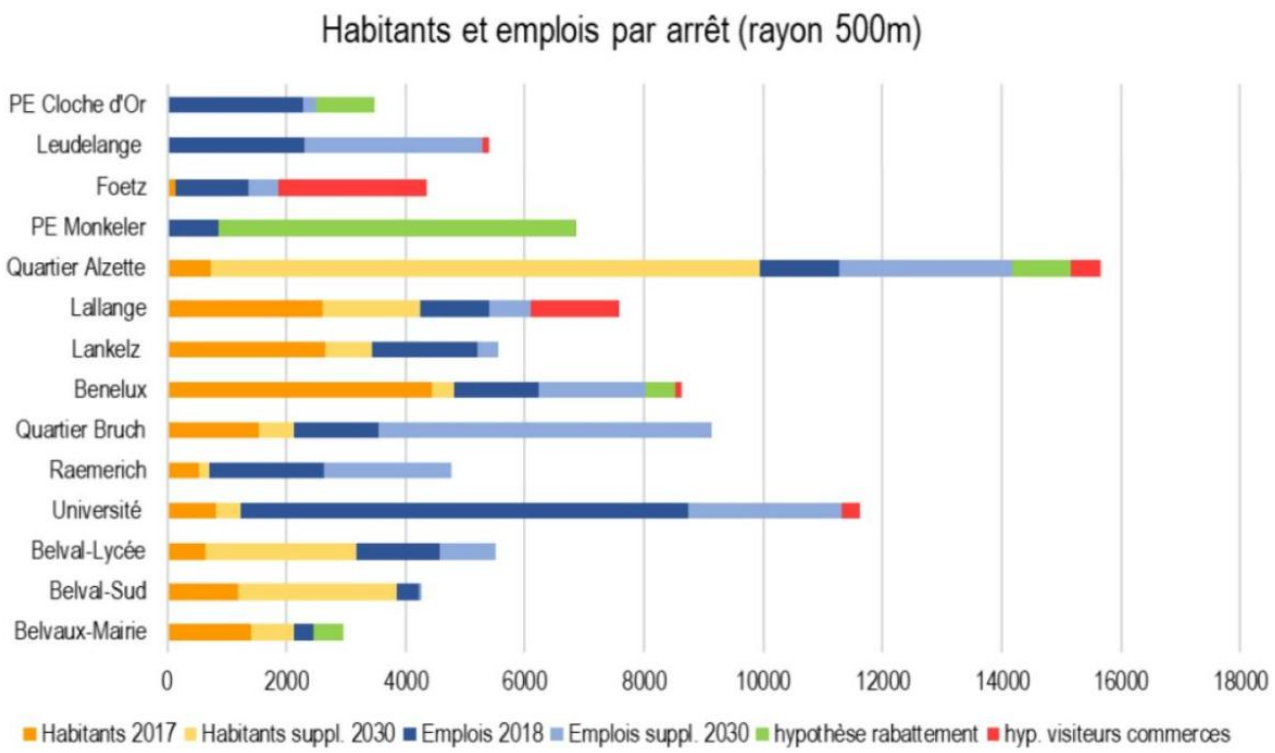


Fig. 135 : Habitants, emplois, hypothèse de rabattement et de visiteurs des commerces par arrêt (rayon 500m). Les habitants et emplois qui se situent à cheval sur deux arrêts sont répartis à part égales sur les zones communes (effectifs sans double compte) (MMTP, 21/10/2020).

Déterminant physique : l'exposition au bruit

Des niveaux de pression acoustique élevés en permanence peuvent induire des réactions de stress dans le corps humain. C'est pourquoi le bruit est perçu comme une atteinte au bien-être et éventuellement aussi à la santé humaine.

Bien que des études récentes (par exemple NORAH, *noise-related annoyance, cognition and health*) fassent moins référence aux effets du bruit sur la pression artérielle et le système cardiovasculaire, des niveaux élevés permanents peuvent avoir un impact plus important sur l'état mental de la population (par exemple, des effets sur le sommeil, la dépression, etc.) En raison de cette corrélation, les informations disponibles sur les niveaux de bruit généraux à proximité d'un projet doivent être prises en compte dans le cadre de l'évaluation des incidences environnementales afin d'en déterminer les éventuels effets du projet.

A l'heure actuelle, le bruit environnemental est principalement causé par le trafic routier, ferroviaire et aérien (notamment les grands axes de circulation avec plus de 3 millions de voyages par an, les lignes ferroviaires avec 30 000 mouvements de trains par an et le trafic aérien avec 50 000 mouvements de vols par an). A cela s'ajoutent aussi les chantiers de construction, les industries ou encore les effets des agglomérations (sources de bruit diffuses).

La source de bruit majeure au droit du site d'étude est, de loin, le trafic routier auquel s'ajoute, dans la partie Nord du tracé, l'activité de l'aéroport du Findel.

Il convient également de tenir compte des activités anthropiques, en premier lieu desquels les chantiers en cours. Le tracé n'est toutefois pas concerné par une activité industrielle particulièrement bruyante, les zones d'activités longées étant essentiellement commerciales.

Les cartes de bruit stratégiques pour le Luxembourg (édition de 2021), établies à l'origine dans le cadre de la mise en œuvre de la directive européenne 2002/49/EG[18], fournissent des informations sur les nuisances sonores le long des principaux axes routiers et ferroviaires, sur les émissions sonores générées par le trafic aérien mais également sur celles des activités industrielles.

Les figures ci-dessous montrent l'exposition prédominante du tracé du futur tram rapide (tronçon 1) au bruit du trafic routier (Fig. 136, Fig. 137) en période de jour et période de nuit.

Concernant l'activité aéroportuaire, l'extrême Nord du tronçon tram rapide 1 (le long de la RN4) se situe dans le cône d'exposition au bruit mais les niveaux sonores atteints ne sont pas représentatifs sur cette portion du tracé comparés à ceux du trafic routier.

Les cartes liées au trafic ferroviaire et aux activités industrielles ne sont pas pertinentes du fait de l'éloignement du projet avec les principales lignes ferroviaires et les sites industriels majeurs.

[18] *Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.*

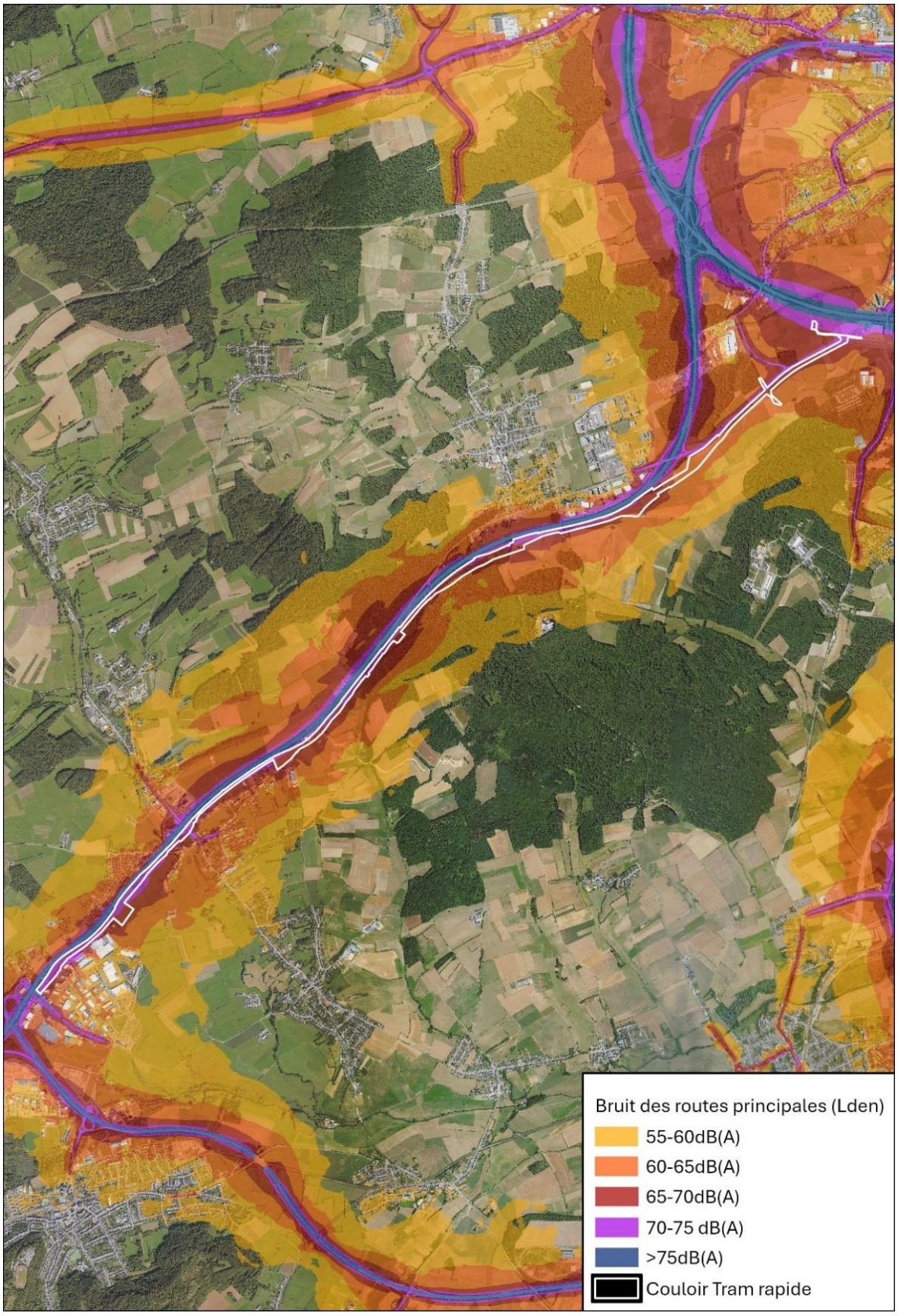


Fig. 136 : Pollution sonore dans la journée (Lden) autour du projet (en blanc) due au trafic routier (Source données : AEV 2021 ; Source graphique : Géoportail 2025).

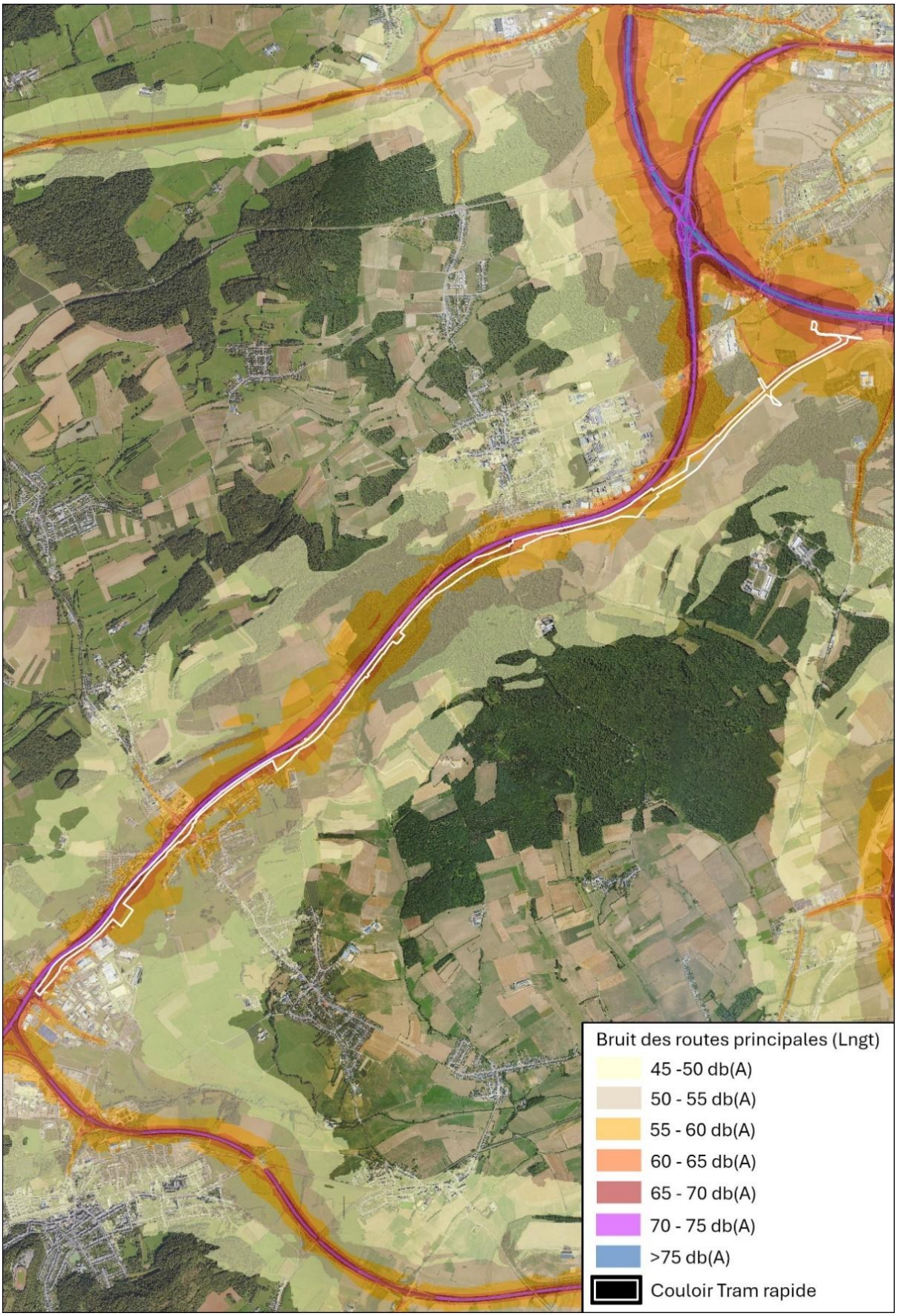


Fig. 137 : Pollution sonore de nuit (Lngt) autour du projet (en blanc) due au trafic routier (Source données : AEV 2021 ; Source graphique : Géoportail 2025).

Les seuils limites fixés sont le :

- Lden en décibels (dB) qui est un indicateur de bruit moyen représentatif pour une journée de 24 heures, évalué sur une année complète et pour lequel la soirée est pénalisée de 5 dB(A) et la période de nuit est pénalisée de 10 dB(A) ; et le
- Lnight en décibels (dB) qui est un indicateur du niveau de bruit représentatif pour une nuit de 8 heures, évalué sur une année complète et associé aux perturbations du sommeil.

Ces indicateurs sont utilisés pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. On distingue :

- Un seuil dont le dépassement engendre d'office l'élaboration d'un premier plan d'action : Lden ≥ 70 dB(A) et Lnight ≥ 60 dB(A) et
- le seuil à viser à long terme et dont le dépassement peut engendrer la mise en œuvre de mesures de réduction de bruit dans le cadre des plans d'action : Lden ≥ 65 dB(A) et Lnight ≥ 55 dB(A).

Comme on peut le voir sur la Fig. 136, le trafic routier est une forte source de bruit en journée avec des niveaux (Lden) pouvant dépasser les 75 dB(A) au droit des voies de circulation de l'autoroute mais également le long de la route d'Esch.

L'incidence sonore de l'autoroute s'étend profondément dans les terrains environnants, parfois sur plus d'un kilomètre, avant de passer sous les 55 dB(A). Au droit des axes croisant ou desservant l'autoroute, l'impact est plus fort encore.

En période nuit (Fig. 137), la zone impactée ne varie guère mais elle fait face à des niveaux sonores légèrement atténués. Les abords de l'autoroute restent soumis à des niveaux dépassant les 65 dB(A).

La pollution sonore actuelle du périmètre d'étude est fortement marquée, de jour comme de nuit. Il s'agit là d'un paramètre essentiel à surveiller au moment d'évaluer l'incidence du tram rapide 1 (voir chapitre 7.2.2).

Pour cela, une étude des incidences acoustiques a été réalisée par la société D2S International. Le rapport qui en découle porte la référence N5874/R04A et date du 06/02/2025. Elle est fournie en annexe 08 du rapport EIE du tracé initial.

Les incidences du projet en phase d'exploitation mais également en phase chantier y ont été analysées.

L'étude a débuté par une campagne de mesures sur 6 points répartis le long du tracé, dans le but de caractériser l'environnement sonore existant. Les enregistrements ont duré entre 7 et 12 jours selon les points de mesure implantés entre 12 et 80 m de l'autoroute.

Les adresses et coordonnées des 6 points de mesures sont présentés au Tab. 10.

Tab. 10 : Présentation des points de mesure (D2S, 2025).

Point de mesure	Coordonnées (LUREF)	Adresse/ endroit
N1	73574 E | 69915 N	21, Rue de la Poudrerie, Leudelange
N2	72241 E | 69358 N	(CR 169) Région du Lias moyen, Leudelange
N3	70224 E | 67356 N	78, Rue d'Europe, Pontpierre
N4	69480 E | 66738 N	18, Rue d'Esch, Pontpierre
N5	69249 E | 66620 N	4, Rue Belle-Vue, Foetz
N6	68609 E | 65815 N	Foetzerkopp, Foetz

Dans un premier temps, les résultats obtenus ont été présentés sous la forme des indices L_{jour} (6h-22h) et L_{nuit} (22h-6h) (Tab. 11).

Tab. 11 : Résultats des mesures du bruit actuel L_{jour} et L_{nuit} (D2S, 2025).

Date	Période	N1 [dB(A)]	N2 [dB(A)]	N3 [dB(A)]	N4 [dB(A)]	N5 [dB(A)]	N6 [dB(A)]
19/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	67.0	73.3	61.4	69.5	63.8	76.1
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	58.0	68.8	56.8	63.2	57.6	72.3
20/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	63.8	73.8	59.2	68.9	63.8	76.3
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	58.8	68.8	56.5	64.1	60.5	72.5
21/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	59.9	72.9	58.0	66.4	61.6	76.2
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	58.2	68.5	56.3	63.4	57.0	72.1
22/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	58.5	71.0	55.4	64.6	59.6	74.6
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	56.1	67.8	51.6	61.5	54.2	71.8
23/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	64.4	73.7	57.1	70.3	64.1	76.3
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	57.5	67.9	52.6	62.1	55.1	72.0
24/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	66.6	74.6	58.7	71.4	65.9	77.2
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	59.3	68.8	53.3	63.7	56.1	72.6
25/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	66.9	74.5	57.7	71.7	65.1	77.0
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	62.0	69.0	54.6	64.5	58.2	72.3
26/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	66.0	74.3	59.8	77.2	65.5	77.5
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	-	69.0	55.6	63.5	58.7	72.8
27/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	-	74.7	59.7	73.1	65.5	77.9
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	-	69.7	55.3	64.3	57.2	-
28/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	-	73.8	59.3	68.2	62.4	-
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	-	69.3	56.0	64.5	57.7	-
29/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	-	71.8	58.4	65.9	62.1	-
	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	-	68.6	53.5	62.7	55.2	-
30/09/2024	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	-	75.4	57.4	77.8	65.6	-
Moyen	$L_{Jour\ (06h00-22h00)}$	64.1	73.6	58.5	70.4	63.7	76.6
Moyen	$L_{Nuit\ (22h00-06h00)}$	58.6	68.8	54.7	63.4	57.0	72.3

Dans un second temps, les résultats ont été présentés sous la forme des indices L_{DEN} et L_{NIGHT} prescrits par la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (Tab. 12).

L'indice LDEN est représentatif d'une journée de 24 heures durant laquelle la soirée est pénalisée de 5 dB(A) et la nuit de 10 dB(A) alors que l'indice LNIGHT est représentatif d'une nuit de 8 heures.

Les résultats ont donc été présentés selon les périodes jour (07h-19h), soirée (19h-23h) et nuit (23h-07h) :

Tab. 12 : Résultats des mesures du bruit actuel L_D, L_E, L_N et L_{DEN} (D2S, 2025).

Date	Période	N1 [dB(A)]	N2 [dB(A)]	N3 [dB(A)]	N4 [dB(A)]	N5 [dB(A)]	N6 [dB(A)]
19/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	67.8	73.6	61.8	70.5	64.7	76.7
19/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	62.6	71.7	60.0	65.8	61.7	74.3
19-20/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	58.8	70.1	57.3	63.9	57.4	72.7
	DEN	68.1	77.3	64.9	72.0	66.1	80.0
20/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	64.1	74.0	59.1	69.4	64.3	76.6
20/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	62.4	72.2	59.0	66.4	61.4	75.1
20-21/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	58.0	68.7	56.3	64.1	60.3	72.7
	DEN	66.4	76.6	63.5	71.8	67.5	80.1
21/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	59.9	73.2	57.7	66.4	62.1	76.5
21/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	60.2	71.9	59.2	66.3	60.1	75.1
21-22/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	57.4	67.8	55.7	62.9	56.2	71.5
	DEN	64.6	75.9	63.0	70.4	64.4	79.4
22/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	58.0	71.3	55.6	64.8	59.9	74.9
22/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	60.3	70.3	54.7	63.9	59.0	73.7
22-23/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	57.6	69.3	52.3	62.1	55.6	72.1
	DEN	64.5	76.1	59.5	69.2	63.3	79.2
23/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	65.1	74.1	57.3	71.1	64.2	76.7
23/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	60.2	71.0	56.7	65.4	63.5	74.4
23-24/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	59.1	69.4	52.3	62.5	56.4	72.1
	DEN	66.8	76.8	60.4	71.5	65.9	79.6
24/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	67.3	75.0	59.2	72.2	66.5	77.7
24/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	62.6	71.8	57.2	67.4	62.8	75.1
24-25/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	60.2	70.1	53.7	63.9	57.1	72.8
	DEN	68.5	77.7	61.7	72.8	67.0	80.4
25/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	67.2	74.8	58.0	72.4	65.6	77.5
25/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	66.1	72.1	56.4	67.9	62.5	74.8
25-26/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	61.9	70.2	55.4	65.0	59.0	72.6
	DEN	70.0	77.7	62.3	73.5	67.4	80.2
26/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	66.2	74.6	60.1	78.3	66.0	77.9
26/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	-	71.1	58.5	66.8	63.3	75.2
26-27/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	-	70.5	55.9	64.3	59.0	73.2
	DEN	-	77.7	63.4	76.6	67.6	80.7
27/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	-	74.9	60.1	74.0	66.1	78.1
27/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	-	73.0	57.8	67.1	62.5	-
27-28/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	-	69.7	55.1	64.1	56.1	-
	DEN	-	77.6	62.8	73.8	66.4	-
28/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	-	74.2	59.6	68.5	62.8	-
28/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	-	72.2	58.6	67.3	61.2	-
28-29/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	-	68.7	55.5	63.9	56.8	-
	DEN	-	76.7	63.1	71.7	65.1	-
29/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	-	72.1	58.5	66.0	62.6	-
29/09/2024	$E_{(19h00-23h00)}$	-	71.3	58.3	65.7	60.3	-
29-30/09/2024	$N_{(23h00-07h00)}$	-	69.9	53.7	63.3	57.3	-
	DEN	-	76.8	61.7	70.5	65.2	-
30/09/2024	$D_{(07h00-19h00)}$	-	72.4	59.0	66.4	62.8	-

La seconde partie de l'étude D2S traite de l'incidence acoustique du projet lors de la phase exploitation. Les niveaux de bruit obtenus sont comparés aux valeurs limites définies par type de milieu dans le guide de l'Administration de l'Environnement « Approche systématique de la réalisation des études acoustiques sur l'environnement humain » de mars 2023.

Les milieux traversés par le projet sont soit composés de zones résidentielles, mais hors petites agglomérations, soit de zones d'activités (Leudelange et Foetz). Les valeur seuils considérées sont donc celles des zones 3 et 4 (Tab. 13).

Tab. 13 : Seuils recommandés suivant le milieu environnant (AEV, 2023)

Zone	Description	Jour [dB(A)]	Nuit [dB(A)]
1	Hôpitaux, écoles, maisons de cures et séniories	57	47
2	Zones résidentielles pures et générales, petites agglomérations	59	49
3	Zones centre-ville, zones villageoises et mixtes	64	54
4	Zones d'activités	69	59

Les calculs ont été réalisés à partir d'une modélisation avec le logiciel IMMI 2024 selon les prescriptions de la norme 16. BlmSchV et les méthodes de calcul RLS-90 (trafic routier) et SCHALL-03 (tramway).

Les données de base sont issues du dossier Avant-Projet Sommaire : tracé, matériel roulant, fréquences de passage, revêtements, etc...tels qu'ils ont été décrits au chapitre 3.

Des infrastructures propres à la gestion du bruit, des écrans acoustiques, ont également été considérés dans le modèle :

- les écrans anti-bruit existants à Leudelange (environ 1 km de longueur),
- les écrans anti-bruit projetés à Pontpierre puisque les existants ne sont pas compatibles avec le nouvel échangeur,
- les écrans anti-bruit existants à Foetz (environ 700 m de longueur).

Les calculs acoustiques ont été effectués à une hauteur de 4 m, au droit des façades de tous les bâtiments situés à moins de 200 m de l'axe des voies. A certains endroits, cette distance a été augmentée : 260 m à Leudelange entre l'A4 et la RN4 et 240 m à Foetz, rue Théodore de Wacquant.

Certains résultats, qui concernent des bâtiments non résidentiels (structures agricoles, maisons de jardin, bâtiment déjà démoli) n'ont pas été retenus.

Les résultats de la période de jour font état de valeurs restant en dessous des limites de la zone 1 à l'exception toutefois de celui de la station-service « Esso Pontpierre » (bâtiment 072). Cette valeur reste cependant en dessous du seuil de la zone 4 lui correspondant.

Pour la période de nuit, le niveau de bruit calculé au droit de cette même station-service (bâtiments 071 et 072) dépasse la limite d'une zone 2, mais reste en dessous de celle d'une zone 4.

D'autres bâtiments présentent des dépassements du seuil de la zone 1 mais sans aucun dépassement de seuil de la zone qui leur correspond : bâtiments 162 (zone 3), 311 (zone 4) et 314 (zone 4).

Les résultats ont également été comparés à ceux de l'état actuel, combinés aux données disponibles (cartes de bruit stratégiques 2021). Il en résulte que la contribution sonore du tramway est bien moins importante que celle du bruit ambiant.

L'étude se poursuit néanmoins en considérant la phase chantier au travers de différents scénarii issus du phasage d'aménagement du projet.

Celui-ci contient trois phases :

- la réalisation des voies,
- la construction des ouvrages d'art,
- la construction des sous-stations de traction.

Les étapes de construction constituant ses phases sont les suivantes :

1. La réalisation des voies
    - Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
    - Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
    - Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux
    - Étape 1.4; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
    - Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram
2. La construction des ouvrages d'art
    - Étape 2.1 ; Terrassement, e.g. pour la réalisation de la plateforme de travail
    - Étape 2.2 ; Pieux de fondation
    - Étape 2.3 ; Poutres de fondation et dalles flottantes
    - Étape 2.4 ; Piles (seulement OA7)
    - Étape 2.5 ; Coffrage
    - Étape 2.6 ; Deck (ferraillage et bétonnage)
    - Étape 2.7 ; Dépose coffrage
    - Étape 2.8 ; Talutage

- Étape 2.9 ; Finitions

3. La construction des sous-stations de traction
    - Étape 3.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
    - Étape 3.2 ; Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies

L'analyse de la phase chantier repose, comme pour la phase exploitation, sur une modélisation par le logiciel IMMI en application cette fois-ci de la norme ISO 9613.

Les sources de bruit sont les engins et équipements de chantier listés en concertation avec les maitrises d'œuvre Ligne et Ouvrages et dont les caractéristiques sonores sont issues de la réglementation CEE et de la littérature.

Les niveaux de bruit admissibles sont ceux présentés à l'article 3 du RGD du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers. Plus précisément, c'est la zone IV qui est considérée d'application dans le cas du tram rapide 1 car les points réceptions concernent des habitations.

Le planning des travaux s'étalant sur plus d'une année, l'article 5 de ce même RGD n'est pas applicable ici.

La zone d'étude considérée est un corridor suivant le tracé ayant pour largeur 400 m centrée sur l'axe des voies du tram rapide. Toutes les habitations localisées dans ce corridor ont fait l'objet d'une évaluation acoustique. A certains endroits bien définis, cette largeur a été augmentée à 250 m maximum pour englober les habitations en limite de zone d'étude.

En données de base, il est retenu que les travaux auront lieu de jour, entre 07h et 19h, et que les engins de démolition et d'excavation utilisés présenteront des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs annoncées dans l'étude. D2S recommande notamment de vérifier les fiches techniques des équipements préalablement à leur utilisation sur le chantier.

La première phase de travaux concerne la réalisation des voies et se compose des étapes de construction listées précédemment et sur la base desquelles, 4 scénarii ont été établis :

- Scénario 1.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 1.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 1.2 ; Travaux de forage de micropieux
- Scénario 1.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 14 :

Tab. 14 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
1.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	1 pelle par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97 dB(A)
1.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche	1 pelle par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97 dB(A)
1.2	Forage des micropieux par une foreuse	2 forages par 100 m	15 mn/forage donc 15 mn/h	105 dB(A)
1.3	Travaux de pose des voies, de montage des mâts LAC et de pose des multitubulaires	1 grue par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	99,2 dB(A) 97 dB(A)

Le scénario 1.1.1 ne génèrera pas de dépassements et ce, au droit de l'ensemble des points d'immission considérés.

Concernant le scénario 1.1.2, plusieurs dépassements sont mis en évidence. Ces derniers ont pour cause principale la faible distance entre le chantier et les façades alors que l'emploi d'un brise-roche est émetteur d'un niveau de bruit élevé. Le bureau D2S propose comme mesure de mitigation de remplacer le brise-roche par un ripper ou une fraise, qui présentent généralement une puissance acoustique moindre de 8 dB(A). Avec l'application de cette mesure, seul un très léger dépassement (+ 1 dB(A)) subsiste à Pontpierre.

Le scénario 1.2 entraine quelques légers dépassements résultant probablement d'une surestimation par la modélisation simultanée de toutes les sources de bruit. Bien que la possibilité d'un dépassement ne puisse pas être totalement écartée, celui-ci ne se produira que sur une très courte période, d'environ une heure.

Enfin le scénario 1.3 ne devrait pas générer de dépassements au droit des différents points d'immission.

La seconde phase de travaux portera sur la construction des ouvrages d'art et se compose des étapes de construction listées précédemment et sur la base desquelles, 4 nouveaux scénarii ont été établis :

- Scénario 2.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.2 ; Travaux de forage des pieux de fondation
- Scénario 2.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 15.

Tab. 15 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux (D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
2.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	1 pelle 1 camion/h	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97 dB(A)
2.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	1 pelle par zone de 100 m 1 camion/h par zone de 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97 dB(A)
2.2	Forage des pieux de fondation	1 foreuse par ouvrage	15 mn/forage et 15 mn de déplacement donc 30 mn/h	105 dB(A)
2.3	Poutres de fondation et dalles flottantes, piles d'ouvrages, coffrage, ferraillage et bétonnage, dépose et finitions	1 grue par zone 2 camions/h par zone	20 mn/h 10 mn/h	99,2 dB(A) 101,2 dB(A)

Les résultats du scénario 2.1.2 font état d'un dépassement au droit d'un point situé rue d'Esch à Pontpierre, causé par la faible distance entre le chantier et le bâtiment. Un écran ou palissade antibruit est envisageable même si son effet risque d'être limité.

Plusieurs dépassements ont lieu à Pontpierre lors de la réception des ouvrages OA7 à OA9 (scénario 2.1.2). Là encore, la faible distance entre le chantier et les façades ainsi que la puissance acoustique du brise-roche sont en cause. La mesure de mitigation envisagée est là encore celle consistant à remplacer le brise-roche par un ripper ou une fraise, qui présentent généralement une puissance acoustique moindre de 8 dB(A). Avec l'application de cette mesure, seuls deux dépassements subsistent. Un écran ou palissade antibruit d'une hauteur de 4 m peut être proposé mais du fait de la différence d'altimétrie entre le chantier et les bâtiments, son effet sera faible (diminution de 1 dB(A)).

Avec le scénario 2.2, plusieurs dépassements sont recensés, toujours rue d'Esch à Pontpierre. Ceux-ci sont dus aux chantiers de l'OA8 et de l'OA9, considérés simultanément. Si tel n'est pas le cas au moment des travaux, les niveaux de bruit aux points d'immission baisseront de 3 dB(A). Un écran ou palissade antibruit peuvent également être envisagé mais, comme énoncé précédemment, leur effet est limité.

Le scénario 2.3 va entrainer deux dépassements au droit de bâtiments de la rue d'Esch à Pontpierre. Cette incidence est due à la faible distance entre le chantier et les façades. Un écran ou palissade antibruit est envisageable mais son effet sera limité.

La troisième et dernière phase de travaux porte sur la construction des sous-stations de traction et se compose des étapes de construction listées précédemment, sur la base desquelles 3 scénarii ont été établis :

- Scénario 3.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 3.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 3.2 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 16.

Tab. 16 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la troisième phase des travaux (D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W,\,réel}$ considéré
3.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	1 pelle par chantier 1 camion/h par chantier	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97 dB(A)
3.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche Evacuation par camions	1 pelle par zone de 100 m 1 camion/h par zone de 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97 dB(A)
3.2	Travaux de bétonnage du local SST	1 grue par zone 2 camions/h	20 mn/h 10 mn/h	99,2 dB(A) 101,2 dB(A)

Le scénario 3.1.1 ne génèrera pas de dépassements et ce, au droit de l'ensemble des points d'immission considérés.

Plusieurs légers dépassements sont observés dans la rue d'Esch à Pontpierre. Si un volume conséquent de roche doit être extrait, il sera possible d'utiliser une fraise de petite taille permettant de diminuer les niveaux de bruit de 8 dB(A). Pour les deux dépassements plus conséquents (bâtiments 326 et 327), la limite fixée à 65 dB(A) est applicable car il s'agit de bâtiments commerciaux.

Concernant le scénario 3.2, aucun dépassement des niveaux de bruit autorisés n'est attendu.

Pour la phase chantier, l'incidence du projet est généralement faible du fait de la distance importante entre les travaux et la majeure partie des bâtiments considérés. Cependant, certains dépassements sont tout de même recensés à des endroits bien précis et lors de phases de travaux spécifiques, notamment en cas d'excavation dans la roche au moyen d'un brise-roche. Dans ce cas, les mesures d'atténuation proposées reposent principalement sur le remplacement de cet équipement par une fraise ou un ripper et, éventuellement, la mise en place d'un écran ou palissade antibruit bien que son impact soit réduit.

D2S rappelle également les hypothèses de base qu'il conviendra de respecter au moment des travaux : les horaires (07h-19h) et l'obligation d'utiliser des engins conformes aux normes CEE et aux valeurs prises en compte dans l'étude acoustique.

Déterminant chimique : la pollution de l'air

En ce qui concerne la qualité de l'air, il convient d'étudier si la construction et/ou l'exploitation du tracé du tram rapide 1 peut être source de modification de la qualité de l'air par rapport à la situation actuelle.

Il s'agit alors d'évaluer les effets sur les propriétés physiques/chimiques de l'air, tels que les changements d'état des matériaux (par exemple, les charges polluantes) ou l'augmentation ou la diminution des poussières et/ou d'autres aérosols.

Afin d'établir une description de l'état général de l'air (qualité de l'air) ou de la pollution atmosphérique, il est nécessaire de tenir compte des exigences légales générales (par exemple en matière de contrôle des immissions[19,20]) ainsi que des objectifs à long terme (par exemple le plan national de qualité de l'air, AEV 2021).

La pollution atmosphérique étant principalement due au trafic routier, particulièrement en l'absence de fluidité de ce dernier, il est attendu que celle-ci soit particulièrement élevée, et ce, tout le long du tracé. Bien entendu, d'autres sources de pollution atmosphérique sont à considérer dans l'évaluation, comme l'activité industrielle ou les installations de chauffage des secteurs urbanisés mais leur impact semble moindre que celui du réseau routier.

Bien que d'autres sources d'émission aient été prises en compte dans le registre des immissions du plan national de la qualité de l'air 2021, le trafic routier est considéré comme la plus grande source de NOx par rapport aux autres groupes d'émetteurs couverts (trafic aérien, industrie, agriculture, installations de combustion/systèmes de chauffage) avec près de la moitié des émissions (Fig. 138).

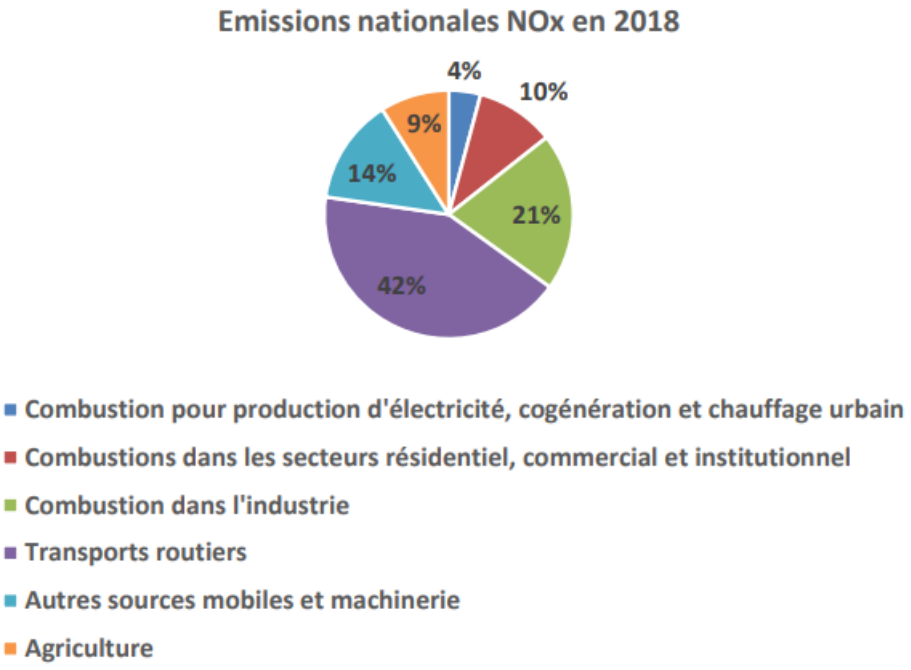


Fig. 138 : Emissions de NOx en 2018 au Luxembourg (Réseaux de mesure de la qualité de l'air, AEV 2021).

[19] *Loi du 29 avril 2011 modifiant la loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère.*
[20] *Règlement grand-ducal du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.*

Conformément à la directive européenne 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant, l'Administration de l'Environnement évalue la qualité de l'air sur l'ensemble du Grand-Duché de Luxembourg.

Dans le cadre de cette surveillance, des dépassements de la valeur limite annuelle pour le NO_2 ont été constatés en 2018 au droit des deux stations de mesure télémétriques situées dans les communes de Remich et Bascharage. En parallèle, l'AEV a réalisé en 2018 et 2019 des campagnes de mesurage d'orientation par tubes passifs qui ont confirmé le dépassement de la valeur limite annuelle au niveau de cinq emplacements supplémentaires localisés dans les communes de Differdange, Echternach, Esch-sur-Alzette, Hesperange et Luxembourg-ville.

L'information primordiale à retenir de ces dépassements est qu'ils ont tous été enregistrés à proximité d'axes routiers à trafic et construction denses.

Cette situation a entrainé l'élaboration du plan national de la qualité de l'air de juin 2021 élaboré par l'AEV en collaboration avec les différentes entités étatiques et communales concernées.

Les sources identifiées des émissions sont les trafics routier, ferroviaire et aérien, les industries, les installations de chauffage et une pollution de fond.

Des mesures d'atténuation de la pollution sont proposées que ce soit au niveau national comme au niveau local avec par exemple pour la ville de Luxembourg, le développement de la mobilité douce (création de pistes cyclables…), la promotion de l'autopartage et la sensibilisation du public.

Cependant ce plan ne s'attaque qu'à la pollution par le NO_2 alors que d'autres polluants sont pris en considération dans le Programme National de Lutte contre la Pollution Atmosphérique, issu de l'application de la directive européenne 2016/2284 dite directive NEC (National Emission Ceiling) : le dioxyde de soufre (SO_2), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), l'ammoniac (NH_3), les autres oxydes d'azote (NO_x) et les particules fines ($PM_{2,5}$).

Par la suite, l'adhésion de communes du pays au Pacte Climat et l'application de la mesure relative au suivi des polluants, notamment du NO_2, ont permis de suivre l'évolution des teneurs de ce polluant à plusieurs endroits situés à proximité du tracé du tram rapide 1 (Fig. 139).

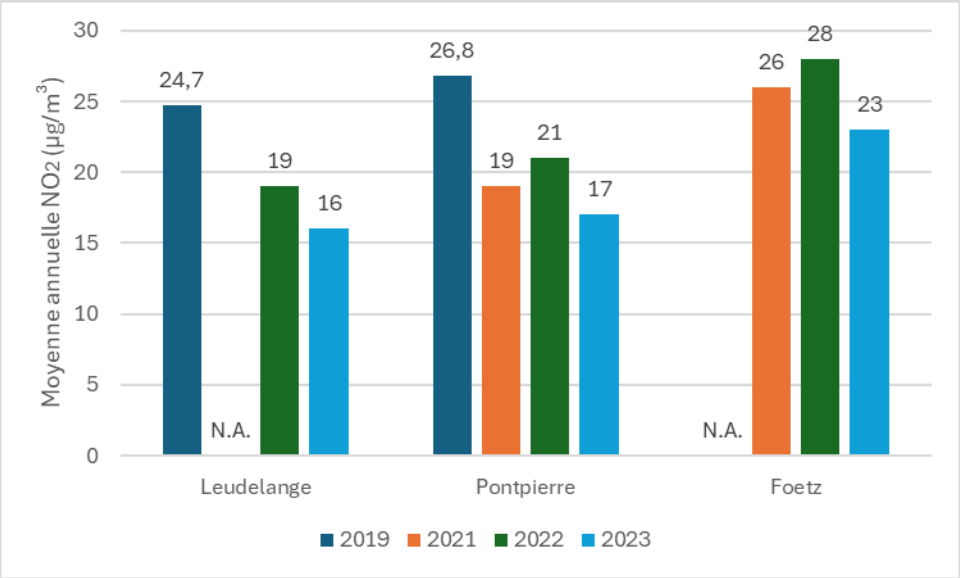


Fig. 139 : Moyennes annuelles en NO_2 (µg/m3) à trois points de mesures : Leudelange (X 72815 / Y 69840), Pontpierre (X 69577 / Y 66605) et Foetz (X 68400 / Y 65366) (sources données : Géoportail, 2025).

Sur les quelques années de suivi disponibles en ligne, les mesures effectuées semblent décrire une tendance à la baisse. Il conviendra cependant de recueillir les résultats de quelques années supplémentaires afin de dresser un constat définitif sur l'évolution de la pollution en NO_2 le long du tracé du projet. La valeur limite annuelle actuelle de 40 µg/m3 est respectée.

Néanmoins, selon un accord provisoire pour un air pur dans l'UE, à partir de 2030, une nouvelle valeur limite européenne sera à respecter. Il conviendra de considérer 20 µg/m3. Ainsi d'après les mesures réalisées dans le cadre du Pacte Climat, en 2023, sur les 115 points de mesures, 15 dépassent cette limite. Parmi ces 15, trois se trouvent à Esch/Alzette (23 à 30 µg/m3), un à Foetz (23 µg/m3) et un à Luxembourg-Ville (22 µg/m3).

Les réseaux de suivi des particules fines (PM10) et des retombées de poussières (réseau Bergerhoff) ne sont pas situés à proximité du périmètre d'étude. C'est pourquoi cet aspect ne peut pas être pris en compte par la suite.

Déterminant physique : les Installations Classées Commodo/Incommodo, IED et Seveso

LES ETABLISSEMENTS CLASSES COMMODO/INCOMMODO

Certains établissements peuvent être considérés comme dangereux pour l'environnement et pour les personnes par leurs caractéristiques et leurs activités. Ces établissements dits « classés » possèdent des installations pouvant être à l'origine de :

- générer des pollutions dans l'environnement,
- incommoder ou impacter de manière notable le voisinage et le public,
- nuire à la sécurité par rapport au public, au voisinage ou au personnel des établissements,
- nuire à la santé et à la sécurité des salariés au travail.

Les établissements classés sont soumis à autorisation d'exploitation qui fixe les conditions d'aménagement et d'exploitation jugées nécessaires pour la protection de l'environnement et pour garantir la sécurité des travailleurs, du public et du voisinage en général.

C'est pourquoi il est important de prendre en compte les établissements classés existants autour de la zone de planification afin d'évaluer les risques vis-à-vis de la ligne de tram rapide 1 projetée.

Les établissements de classe 1 et 3 sont identifiés comme pouvant avoir un impact significatif à la fois sur l'environnement et sur la sécurité des personnes. Ce qui différencie la classe 1 de la classe 3 est notamment la prise en compte des remarques des riverains au cours d'une enquête publique réalisée lors de la procédure de demande d'exploitation de l'établissement.

Actuellement, 15 établissements de classe 1 sont présents dans l'aire d'étude définie pour le présent bien protégé (cf. 3.2.1). Parmi ceux-ci, il est possible de mettre en avant certaines activités représentant un potentiel de danger plus important :

- La fabrication de produits phytosanitaires et de biocides par la société BB Distrilux Mediair à Foetz, rue de l'industrie ;
- L'exploitation de station-service avec magasin par les sociétés Total Luxembourg S.A. et EG Retail Luxembourg (stations Total et Esso sur l'autoroute A4 à Pontpierre) ;
- L'exploitation de multiples établissements classés (surface de vente, dépôt de produits dangereux, parking, installations de production de froid, etc...) au sein du projet Grid X par la société Wickrange Messdall S.A.



Fig. 140 : Localisation des établissements classés (classe 1) présentant des activités dangereuses par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025).

Tous ces établissements sont soumis à autorisation d'exploitation et au respect des conditions d'exploitation définies pour chacune d'entre elles par l'Administration de l'Environnement et l'Inspection du Travail et des Mines, plus particulièrement en ce qui concerne le risque incendie et explosif, le risque de pollution atmosphérique, le risque de nuisances sonores et olfactifs.

En raison de la proximité de ces exploitations avec le projet de ligne tram, les interactions possibles entre ces établissements classés et le projet sont décrites et évaluées au chapitre 7.2.2.

LES ÉTABLISSEMENTS CLASSÉS IED

Cette législation concerne toutes les entreprises ayant un impact potentiel sur l'environnement, au travers de leurs émissions industrielles.

Il existe actuellement deux installations classées IED localisées à proximité du tracé du tram rapide 1. Elles appartiennent toutes deux au domaine de la gestion des déchets : il s'agit des installations de valorisation des déchets municipaux par co-incinération de la société SIDOR à Leudelange et celles de compostage et de production de biogaz de la société Minettkompost à Mondercange.



Fig. 141 : Localisation du site SIDOR de Leudelange, classé IED, par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025).



Fig. 142 : Localisation du site MINETTKOMPOST de Mondercange, classé IED, par rapport au projet (en jaune) (Géoportail, 2025).

LES ÉTABLISSEMENTS CLASSÉS SEVESO

La législation SEVESO recense les établissements présentant des risques liés à certaines activités industrielles dangereuses et impose des mesures pour y faire face.

Le seul établissement SEVESO situé à proximité du tracé du projet de tram rapide 1 est le site de la société Chemolux, implanté rue de l'Industrie à Foetz (Fig. 143).



Fig. 143 : Localisation du site Chemolux de Foetz, classé Seveso (Géoportail, 2025).

L'analyse de l'interaction entre ces établissements et le projet est réalisée dans le Chap.7.2.2.

Déterminant physique : les vibrations

Selon leur fréquence et leur intensité, les vibrations sont susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage, et peuvent constituer une gêne anormale pour la tranquillité des personnes.

Certains sites sont particulièrement sensibles à ce phénomène, notamment les hôpitaux, les maisons de retraite, les installations ferroviaires, les stations-service, et tous les lieux de détente comme les parcs publics par exemple.

Certains sites sensibles sont localisés à proximité du tracé du tronçon tram rapide 1 :

- l'école et la maison relais de Pontpierre (rue de l'Ecole),
- des crèches : 4 établissements le long de la rue de Luxembourg à Leudelange, 3 établissements rue d'Europe, rue de Mondercange et rue Théodore de Wacquant à Pontpierre et 2 établissements dans la zone d'activités de Foetz,
- des hôtels : 2 établissements situés à proximité de la future station de Foetz, dans la zone d'activités.

L'installation projetée sera émettrice de vibrations en phase chantier comme en phase exploitation.

Afin d'évaluer l'impact du tramway d'un point de vue vibratoire, une étude spécifique a été réalisée par la société D2S. Elle est disponible à l'annexe 09 du rapport EIE du tracé initial.

Cette étude se base sur la réglementation allemande :

- La norme DIN 4150-2 concernant les effets des vibrations sur les personnes dans les bâtiments,
- La norme DIN 4150-3 concernant les effets des vibrations sur des structures,
- La norme VDI 2719 concernant le bruit solidien.

PHASE D'EXPLOITATION :

Effets des vibrations sur les personnes dans les bâtiments selon la norme DIN 4150-2

L'évaluation consiste à mesurer le paramètre KB_F, la vitesse vibratoire, en se basant sur les valeurs KB_{FTI}, valeurs maximales de KB_F pendant chaque période de 30 secondes.

Les deux paramètres utilisés dans l'évaluation sont les valeurs KB_{Fmax}, valeur maximale de KB_{FTI}, et KBFTr, intensité vibratoire, correspondant à la moyenne des valeurs KB_{FTI}.

Les paramètres évalués sont comparés à des valeurs guides définies pour les périodes de jour (06h00/22h00) et de nuit (22h00/06h00). Ces valeurs guides sont présentées sur la Fig. 144 et sont exprimées en dB sur la Fig. 145 (le seuil de perception est fixé à KB = 0,1 = 100 dB).

cat.	emplacement du bâtiment	jour			nuit		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	zone industrielle	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	zone commerciale	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	zone mixte commerciale et résidentielle	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	zone résidentielle	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	zone protégée (hôpitaux,...)	0.1	3	0.05	0.1	0.15	0.05

Fig. 144 : Valeurs guides pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments (source : Etude vibratoire D2S International, 2025).

cat.	emplacement du bâtiment	jour			nuit		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	zone industrielle	112	135	106	109.5	115.5	103.5
2	zone commerciale	109.5	135	103.5	106	112	100
3	zone mixte commerciale et résidentielle	106	134	100	103.5	109.5	97
4	zone résidentielle	103.5	129	97	100	106	94
5	zone protégée (hôpitaux,...)	100	129	94	100	103.5	94

Fig. 145 : Valeurs guides pour l'évaluation de l'exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments – valeurs en dB (source : Etude vibratoire D2S International, 2025).

Après la détermination des paramètres KB_{Fmax} et KB_{FTr}, l'évaluation se poursuit en tenant compte du niveau vibratoire maximal observé et en suivant le schéma décisionnaire présenté au paragraphe 7.2.1

En résumé, si le niveau vibratoire ne dépasse pas le seuil Au, la conformité de la norme est toujours garantie. Si le niveau vibratoire dépasse le seuil Ao, la norme n'est pas respectée.

Il est proposé de dimensionner les installations de telles sortes que la limite Au soit respectée. Ainsi la conformité est garantie quel que soit le nombre de passages par jour. Cette approche évite des ajustements ultérieurs du fait d'une modification des fréquences de passages des trams.

Etat des lieux vibratoires initial

L'étude D2S a toutefois débuté par l'analyse de l'état des lieux vibratoire initial au travers d'une campagne de mesures réalisée le 30/09/2024 au droit de 6 points du futur tracé (Fig. 146).

A chaque point, les vitesses vibratoires dues aux bus, camions et voitures ont été mesurées avec des accéléromètres au droit de 3 emplacements. On y mesure le niveau global en fonction du temps, le niveau $L_{éq}$ pendant au moins 30 minutes et le niveau L_{max} pendant au moins 30 minutes.

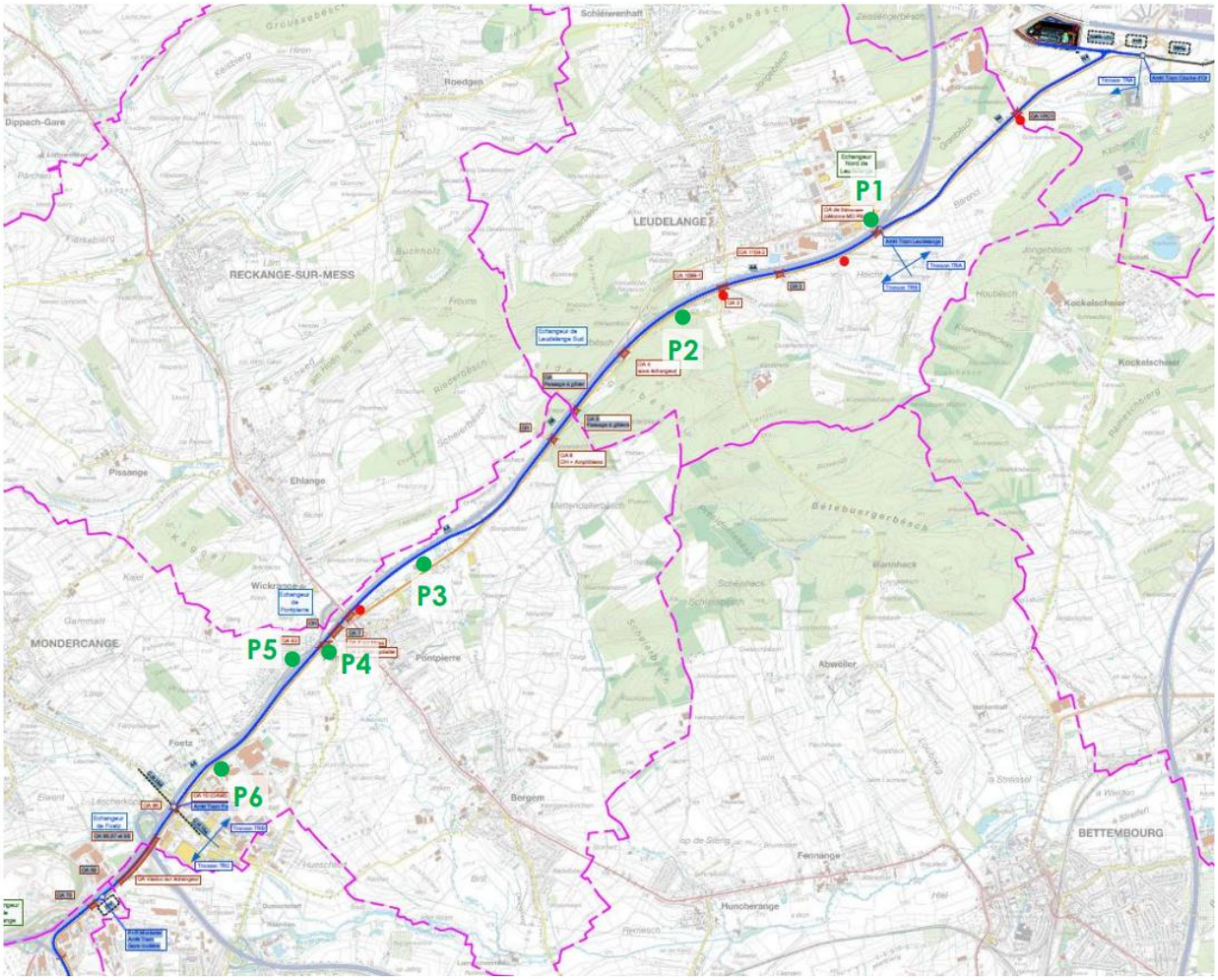


Fig. 146 : localisation des 6 points de mesures vibratoires dans le cadre de l'état des lieux initial (D2S, 2025).

Pour chacun des 6 points considérées (P1 à P6), 3 mesures vibratoires relatifs aux bus, poids lourds et voitures ont été mesurés par la société D2S International selon les indices suivants :

- le niveau global en fonction du temps ;
- le niveau L_{eq} pendant au minimum 30 minutes (dB réf. $1*10^{-9}$ m/s) ;
- le niveau L_{max} dans une période au minimum 30 minutes (dB réf. $1*10^{-9}$ m/s).

Le point P1 a été implanté au droit du 21 rue de la Poudrerie à Leudelange, dans la zone d'activités, à une distance d'environ 50 m de l'autoroute A4 (Fig. 147).

A cet endroit, il y a un trafic de destination (essentiellement bus et camions) et du trafic traversant l'autoroute A4 par « Al Strooss » vers le Sud.

Les niveaux de vibration les plus élevés enregistrés ont été causés par le trafic local de bus et de camions.

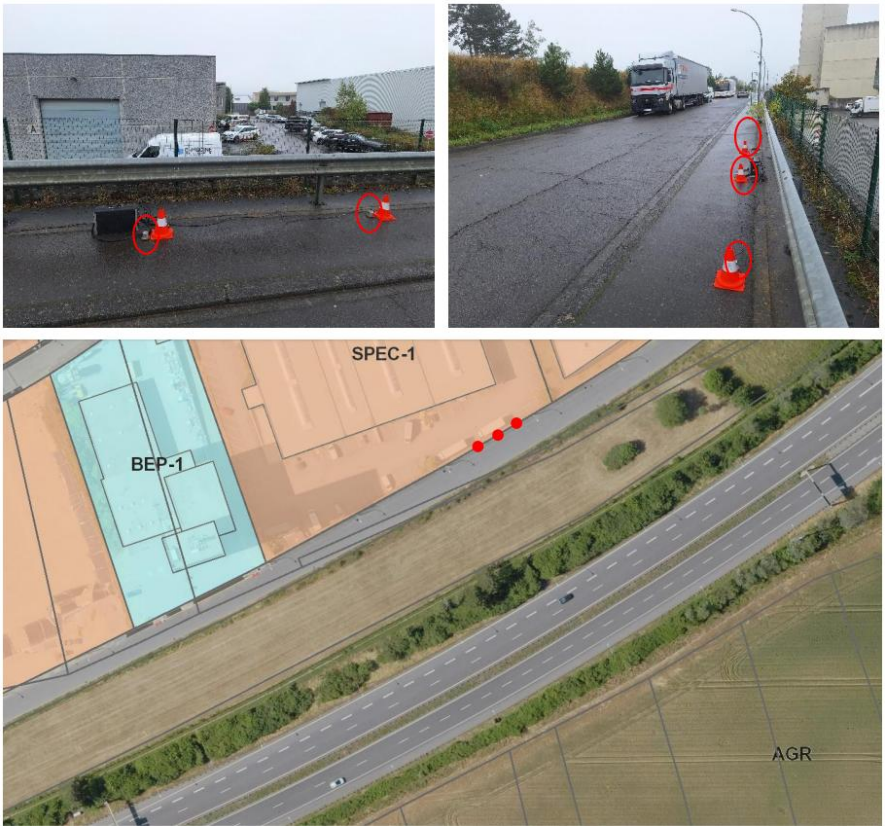


Fig. 147 : Point de mesures vibratoires P1 (D2S International, 2025).

Le point P2 est, lui, localisé au bord de l'autoroute, le long du CR169, au niveau d'une zone d'intérêt Natura 2000 (Fig. 148).

A cet endroit, c'est le trafic sur l'autoroute A4 qui génère les niveaux vibratoires enregistrés.



Fig. 148 : Point de mesures vibratoires P2 (D2S International, 2025).

Le point P3 est situé à la limite d'une zone d'habitation HAB-1, sur un terrain qui sera prochainement construit (Fig. 149). La distance entre le point de mesures et l'autoroute est de 80 mètres.

Il n'y a pas beaucoup d'activités au droit de cette section du fait de son éloignement de la rue de l'Europe et de l'autoroute.



Fig. 149 : Point de mesures vibratoires P3 (D2S International, 2025).

Le point P4 est situé dans la rue d'Esch à Pontpierre, au droit d'une zone d'habitation HAB-1 et proche d'un passage cycliste sous l'autoroute (Fig. 150). Certaines maisons voisines seront détruites pour faire place au corridor multimodal. La distance avec l'autoroute est de 12 mètres.



Fig. 150 : Point de mesures vibratoires P4 (D2S International, 2025).

Les travaux actuels sur l'autoroute ont eu pour conséquences l'atténuation des vibrations induites par ralentissement de la vitesse sur cet axe.

Les niveaux vibratoires sont majoritairement issus du trafic local sur la rue de l'Europe et de celui de l'autoroute A4. Toutefois, avec ces travaux, certaines vibrations proviennent des engins de chantier.

Le point P5 est également implanté dans une zone d'habitation, du côté Nord de l'autoroute, dans une rue calme en cul-de-sac (Fig. 151). La distance avec l'autoroute est de 50 mètres.



Fig. 151 : Point de mesures vibratoires P5 (D2S International, 2025).

La plupart des vibrations provient du trafic sur la bretelle actuelle en direction d'Esch-sur-Alzette.

Le point P6 enfin est situé dans la zone d'activités économiques de Foetz, à côté de la piste cyclable (Fig. 152). La distance entre le point de mesures et l'autoroute est de 60 m.

Installé sur un terrain privé (parking d'une société), le point P6 a été soumis aux vibrations du trafic local (flotte de véhicules de l'entreprise) ainsi qu'à celles de l'autoroute A4.



Fig. 152 : Point de mesures vibratoires P6 (D2S International, 2025).

L'ensemble des résultats affiche des valeurs inférieures au seuil de perception fixé à 100 dB (Tab. 17) :

Tab. 17 : résultats des mesures vibratoires de l'état des lieux initial (D2S, 2025).

section	record_ID	heure	Remarques	niveau vibratoire en dB (re. 1 e-9m/s)						page annexe B
				L_{max} V1	L_{max} V2	L_{max} V3	$L_{éq}$ V1	$L_{éq}$ V2	$L_{éq}$ V3	
P1	REC001_01	09:56:01	Trafic local: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	83.6	85.2	87.5	65.2	66.0	66.5	B - 1
P1	REC001_02	10:07:41	Trafic local: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	83.1	86.7	88.0	66.0	66.9	67.5	B - 2
P1	REC001_03	10:19:21	Trafic local: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	86.7	89.7	89.5	68.7	69.6	70.0	B - 3
P2	REC002_01	10:46:08	Autoroute: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	91.5	90.0	88.0	74.8	74.0	73.7	B - 4
P2	REC002_02	10:56:58	Autoroute: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	92.1	89.1	89.5	74.7	73.7	73.5	B - 5
P2	REC002_03	11:07:48	Autoroute: Plusieurs bus, voitures, poids lourds	92.4	90.8	90.3	75.3	74.3	73.8	B - 6
P3	REC003_01	11:36:14	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus	79.6	79.5	79.8	60.5	60.4	60.7	B - 7
P3	REC003_02	11:47:04	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus	73.6	74.7	73.6	59.9	60.3	59.9	B - 8
P3	REC003_03	11:57:54	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus	81.5	78.6	81.4	62.0	61.8	61.9	B - 9
P4	REC004_01	12:19:38	Autoroute et trafic local (travaux)	79.6	80.8	87.5	61.9	63.0	66.0	B - 10
P4	REC004_02	12:30:28	Autoroute et trafic local (travaux)	76.1	76.1	76.5	61.1	61.4	62.1	B - 11
P4	REC004_03	12:41:18	Autoroute et trafic local (travaux)	75.2	76.5	77.4	63.0	63.8	64.2	B - 12
P5	REC006_01	14:25:58	Trafic sur bretelle autoroute, circulation locale	89.2	90.0	91.1	69.8	71.3	70.5	B - 13
P5	REC006_02	14:39:18	Trafic sur bretelle autoroute, circulation locale	86.1	89.3	87.1	69.3	71.0	70.0	B - 14
P5	REC006_03	14:52:38	Trafic sur bretelle autoroute, circulation locale	80.5	82.2	82.4	67.2	68.6	67.9	B - 15
P6	REC005_01	13:35:59	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus (activités entreprises)	75.9	-	79.3	63.6	-	65.5	B - 16
P6	REC005_02	13:45:59	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus (activités entreprises)	72.4	-	76.7	63.6	-	64.9	B - 17
P6	REC005_03	13:55:59	Autoroute à 80 m : Poids lourds et bus (activités entreprises)	73.5	-	77.8	63.4	-	65.6	B - 18

Dans un second temps, D2S a effectué des calages concernant des paramètres de base de l'étude. Il lui a fallu définir le spectre de densité de force permettant de qualifier la source vibratoire des tramways utilisés pour le tronçon tram rapide 1. Celle-ci dépend du type de tram et du type de pose de voie.

Spectre de densité d'effort

DS2 International a réalisé des mesures sur un Tram de type CAF Urbos 100 et sur une voie « standard » à Luxembourg pour obtenir un spectre caractéristique d'intensité pour une vitesse de 50 km/h. Ce spectre est présenté ci-dessous dans la Fig. 153.

Si le calcul doit être effectué pour une autre vitesse, le spectre est corrigé selon la formule suivante :

$$\Delta = 20 \log_{10}\left(\frac{v}{v_{ref}}\right)$$

A noter que la longueur des rames n'a aucun impact sur le spectre de densité d'effort.

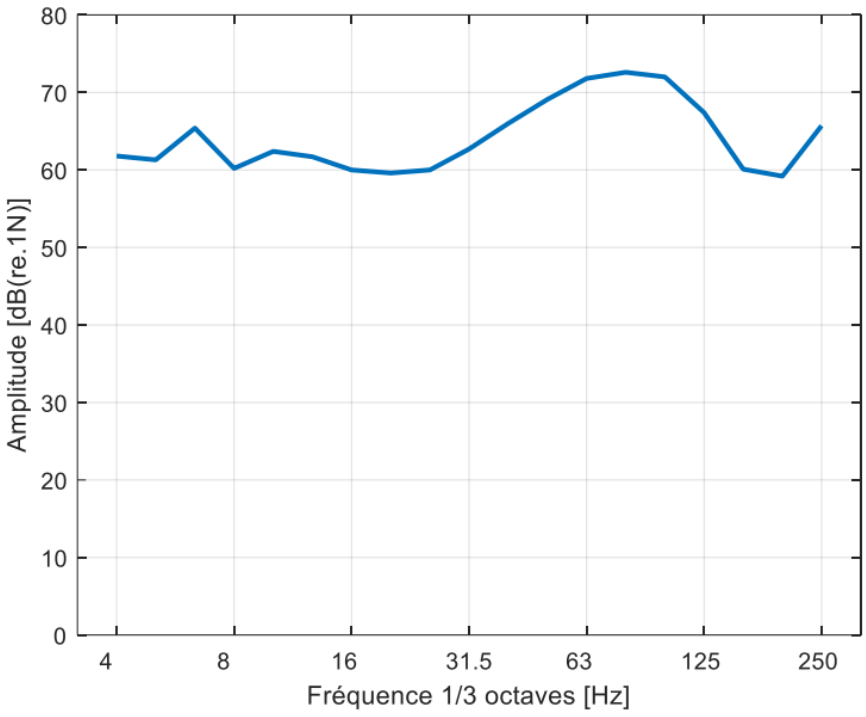


Fig. 153 : Spectre de densité d'effort à 50 km/h (D2S International, 2022).

Transmission des vibrations dans le sol

Ensuite, la transmissibilité vibratoire, soit la capacité du sol à transmettre les vibrations, a été mesurée en 3 sections du tracé (Fig. 154), implantées selon les 3 principales couches géologiques présentes le long de ce dernier.

Les mesures consistent à exciter le sol à un point donné et à enregistrer les réponses obtenues à 10 différentes distances de ce point (de 2 à 48 m ici), numérotées de V1 à V10.

Les courbes de transmissibilité obtenues ont été utilisées dans les calculs des niveaux vibratoires et du bruit solidien.

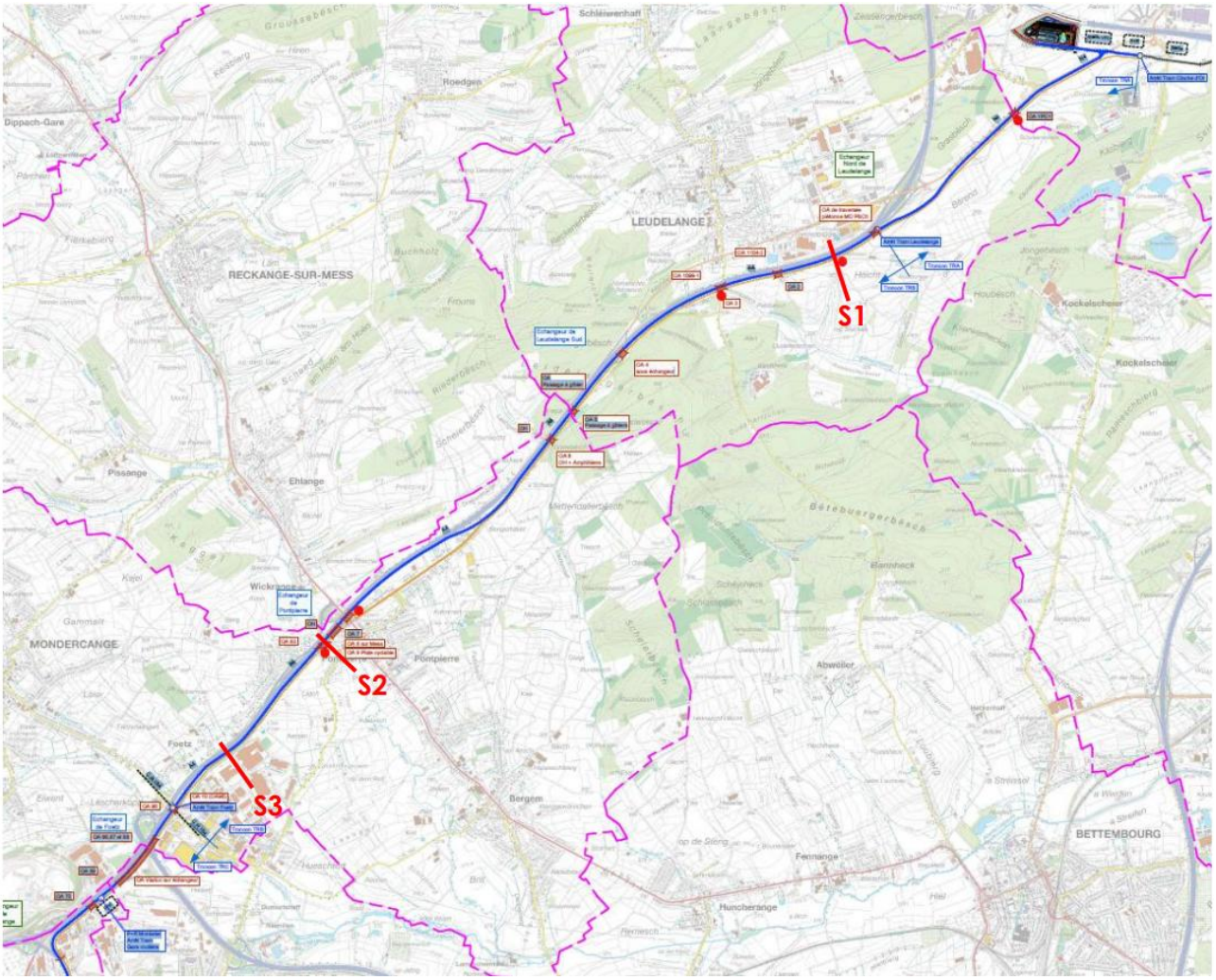


Fig. 154 : localisation des 3 sections de mesures de la transmissibilité vibratoire des sols (D2S, 2025).

Les diverses positions V1 à V10 pour les 3 points de mesures sont présentées aux Fig. 155 à Fig. 157

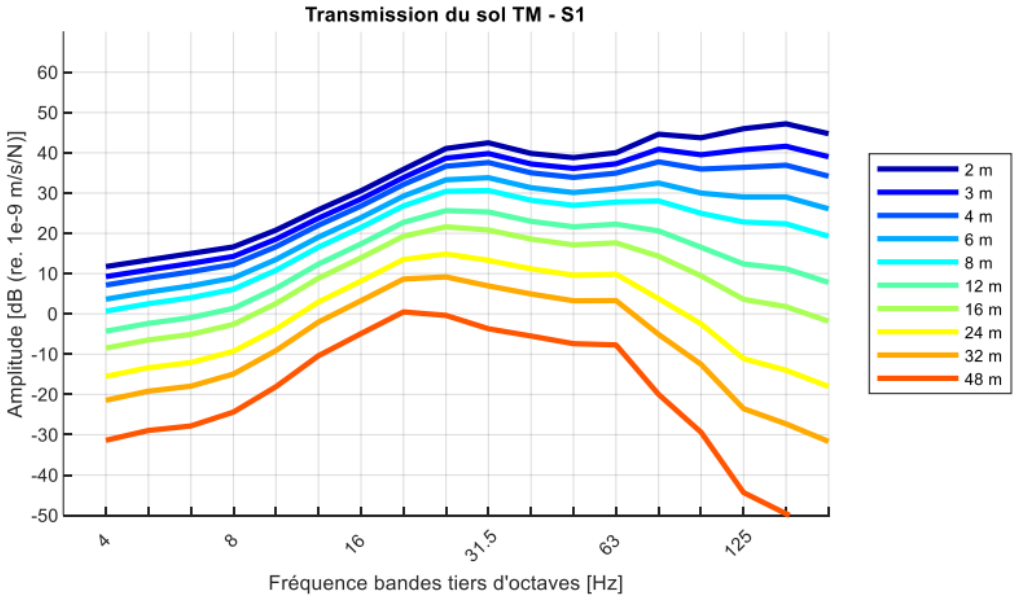


Fig. 155 : Section S1 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025).

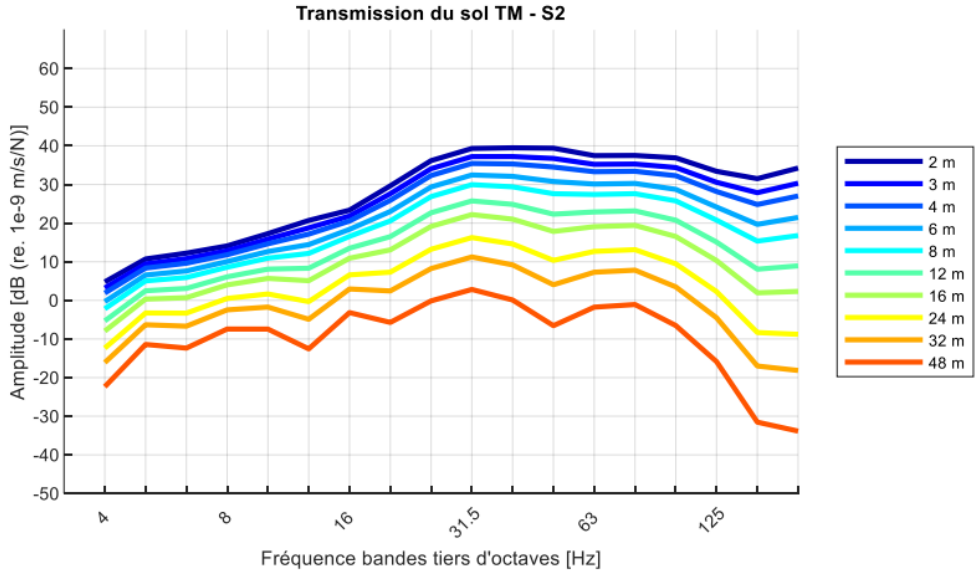


Fig. 156 : Section S2 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025).

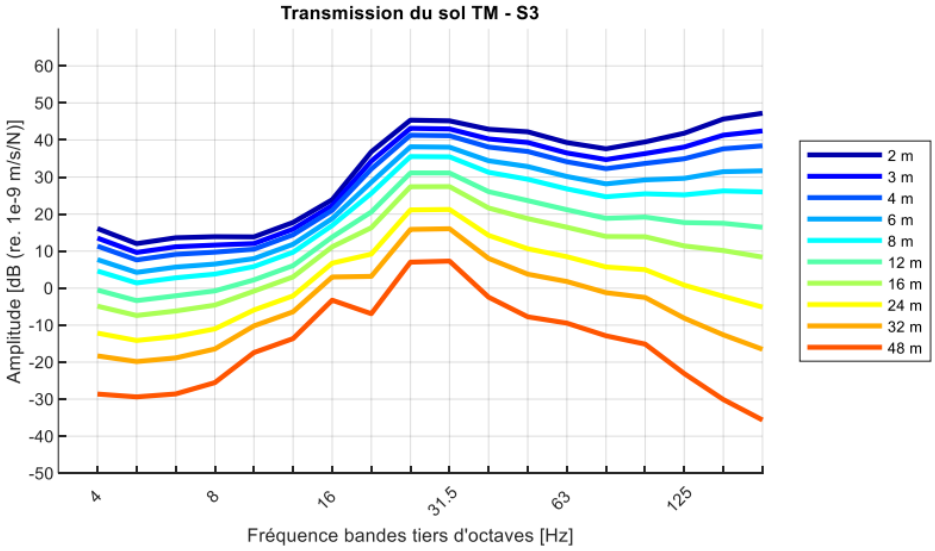


Fig. 157 : Section S3 : courbes de transmissibilité (D2S International, 2025).

Enfin, il a également été tenu compte des conditions d'exploitation prévues (diagramme des vitesses et fréquence de passage des trams) telles que décrites au chapitre 3.

Concernant l'incidence sur les personnes dans les bâtiments, l'évaluation repose sur la mesure d'un paramètre appelé vitesse vibratoire K_B et plus précisément de l'indice K_{BFTi} qui correspond aux valeurs maximales de K_B sur chaque pas de temps de 30 secondes.

Les deux indices utilisés dans l'évaluation sont K_{Bmax} (valeur maximale de K_{BFTi}) et K_{BFTr} ou intensité vibratoire (valeur moyenne de K_{BFTi} uniquement durant les évènements vibratoires, ici les passages des rames).

Les résultats obtenus, en période de jour (6h-22h) et de nuit (22h-6h) sont comparées à des valeurs guides (Au, Ao et Ar) fournies dans la norme d'application DIN 4150-2, sachant que 100 dB correspond à un K_B de 0,1, seuil de perception.

S'en suit une chaine de décision qui permet de déterminer si la situation est conforme ou non (Fig. 158).

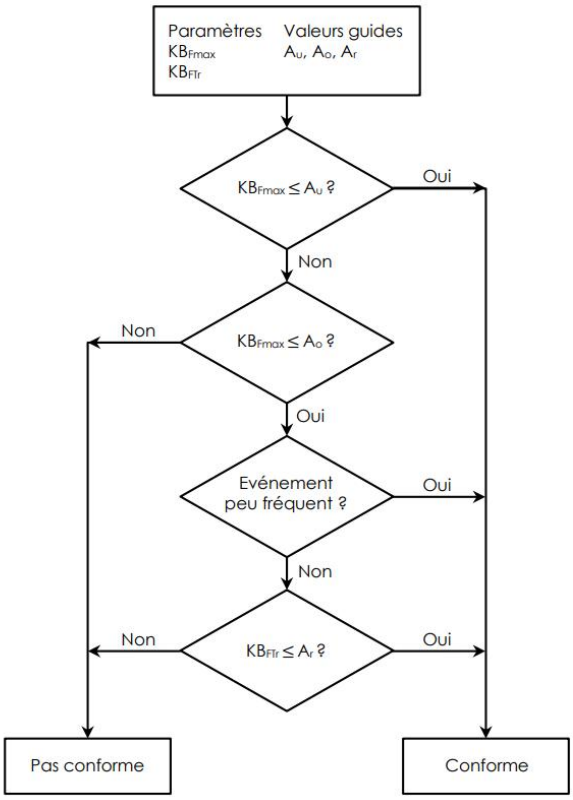


Fig. 158 : Chaine de décision applicable dans le cas de l'études des vibrations selon la norme DIN 4150-2 (D2S, 2025).

En résumé, si la valeur Au n'est pas dépassée, la norme est respectée si bien qu'il proposé de dimensionner le projet dans le but de respecter ces valeurs. Cette approche permet de rester indépendant de la fréquence de passage des rames.

Dans un second temps, l'évaluation des vibrations porte sur l'analyse de l'incidence sur les bâtiments et infrastructures. Celle-ci est réalisée par l'application de la norme DIN 4150-3 qui fixe des valeurs seuils.

Le paramètre étudié est l'amplitude de la vitesse vibratoire, exprimé en mm/s. Les valeurs seuils dépendent du type de bâtiment et de la fréquence dominante des vibrations.

Cependant, comme le passage d'un tram ne génère pas de vibrations susceptibles de dépasser ces valeurs seuils et comme le respect de la norme DIN 4150-2 assure celui de la norme DIN 4150-3, cette évaluation n'a pas été poursuivie.

Enfin, la dernière étape de l'évaluation des incidences des vibrations s'intéresse au bruit solidien, bruit émis par rayonnement acoustique des parois soumises à une vibration mécanique.

Le paramètre Lmax, bruit maximal dans les pièces d'un bâtiment, est étudié et les résultats comparés à des valeurs seuils données par la norme.

Pour cela il faut considérer un nombre de passages de rames en journée comme en nuit (fixé respectivement à 310 et 47) et une durée d'impact du passage (ici fixée à 2,5 secondes).

Les calculs effectués ont mis en évidence plusieurs dépassements concernant des bâtiments non pertinents (cabanes, hangars) (Fig. 159) mais également à la station-service de Pontpierre ainsi qu'au droit de 2 habitations de la rue d'Esch, toujours à Pontpierre (Fig. 160).

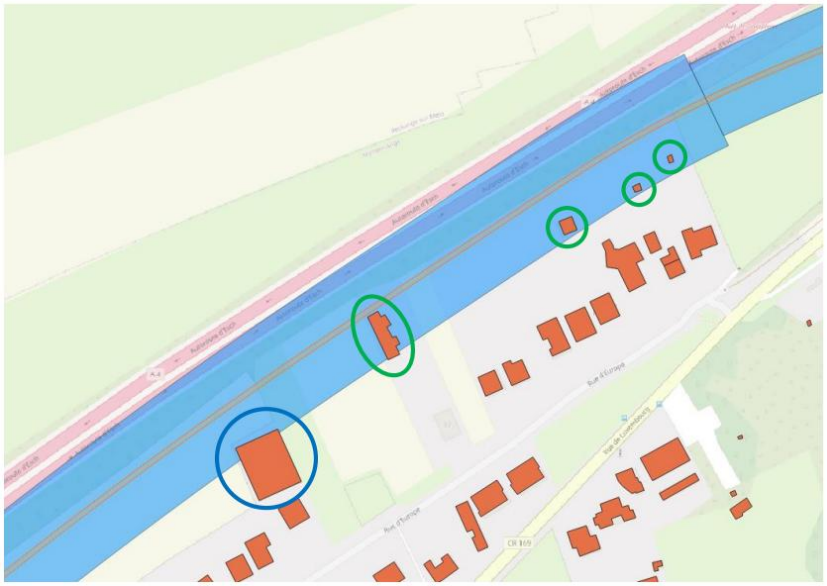


Fig. 159 : Bâtiments impactés par la zone tampon soumise aux vibrations – Entrée Pontpierre. Il s'agit tous de bâtiments non pertinents : en vert : des cabanes de jardin et en bleu un hangar (D2S, 2025).

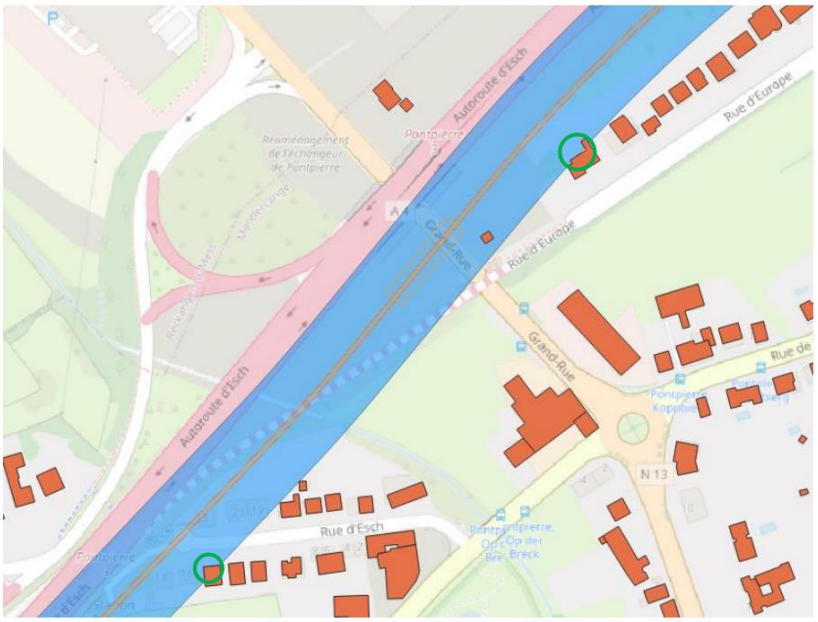


Fig. 160 : Bâtiments impactés par la zone tampon soumise aux vibrations (encerclés en vert) – Rue d'Esch à Pontpierre (D2S, 2025).

Pour éviter les dépassements à ces endroits une pose avec un dispositif « - 8 dB » est recommandé par D2S entre les PK 6275 et 6360 ainsi qu'entre les PK 7530 et 7600 et entre les PK 7860 et 7975.

PHASE CHANTIER

L'étude D2S s'est aussi intéressée à la phase chantier au travers de l'étude de différents scénarii, déjà détaillés au paragraphe relatif à l'exposition au bruit.

Le but de cette étude est de vérifier le maintien du confort vibratoire pour les riverains et de la sécurité pour les constructions adjacentes au chantier.

La méthodologie appliquée est une méthodologie simplifiée par rapport à celle pour la phase d'exploitation car le degré de détail des données d'entrée pour les calculs de la phase chantier est inférieur à celui de la phase d'exploitation. La source vibratoire des différents engins est connue, mais pas le contenu fréquentiel. L'utilisation d'une transmission vibratoire, qui tient compte du contenu fréquentiel, n'est par conséquent pas possible.

Il ne s'agit donc pas d'une étude détaillée mais plutôt d'une vue générale. La méthodologie de calcul suit la norme DIN 4150-1 (1999) : « Vibrations dans les bâtiments : 1. Prévision des paramètres vibratoires » qui donne des niveaux vibratoires limites pour les effets sur des personnes et les effets sur les constructions.

Les récepteurs sont les mêmes que pour l'étude de la phase d'exploitation. Comme pour la phase d'exploitation, l'analyse est basée sur le calcul d'une « distance de sécurité » ; tant que les travaux sont effectués à une distance supérieure à cette distance de sécurité, il n'y a pas de risque de dépassements des critères. A cette fin, un critère de 1 mm/s (Au ± 0,6) maximum sera toléré.

Les sources vibratoires considérées sont les engins et équipements qui seront utilisés sur le chantier et listés dans le Tab. 18.

Tab. 18 : liste des engins et équipements considérés dans l'étude vibratoire du chantier (D2S, 2025).

situation	origine	distance [m]	niveau de vitesse vibratoire [mm/s]
camion sur sol	MES	7.5	0.25
pelle mécanique (chargement camions)	LIT	7.5	0.50
pelle hydraulique 300 kW	LIT	7.5	0.8
bulldozer	MES	7.5	0.8
ripper/godet	LIT	7.5	1.0
foreuses rotatives f (diamètre)	LIT	7.5	0.5 - 1.5
éclateur de roches hydraulique (DARDA)	DOC	7.5	1.5
fraiseuse f (type)	MES	7.5	1.0 - 5.0
marteau hydraulique / montalbert	MES	7.5	2.5
brise-roche	LIT	7.5	5.0
explosifs 0.5 kg TNT	LIT	7.5	25.0

Les phases de chantier étudiées dans l'étude vibratoire sont les mêmes que celles considérées dans l'étude acoustique, à savoir :

1. La réalisation des voies
    - Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
    - Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
    - Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux
    - Étape 1.4; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
    - Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram
2. La construction des ouvrages d'art
    - Étape 2.1 ; Terrassement, e.g. pour la réalisation de la plateforme de travail
    - Étape 2.2 ; Pieux de fondation
    - Étape 2.3 ; Poutres de fondation et dalles flottantes
    - Étape 2.4 ; Piles (seulement OA7)
    - Étape 2.5 ; Coffrage
    - Étape 2.6 ; Deck (ferraillage et bétonnage)
    - Étape 2.7 ; Dépose coffrage
    - Étape 2.8 ; Talutage
    - Étape 2.9 ; Finitions
3. La construction des sous-stations de traction
    - Étape 3.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
    - Étape 3.2 ; Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies

Sur cette base, différents scénarii ont été développés pour chacune des 3 phases.

En données de base, il est retenu que les travaux auront lieu de jour, entre 07h et 19h, et que les engins de démolition et d'excavation utilisés présenteront des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs annoncées dans l'étude. D2S recommande notamment de vérifier les fiches techniques des équipements préalablement à leur utilisation sur le chantier.

La première phase de travaux concerne la réalisation des voies pour laquelle 4 scénarii ont été établis :

- Scénario 1.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 1.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 1.2 ; Travaux de forage de micropieux

- Scénario 1.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 19.

Tab. 19 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (source : D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
1.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
1.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
1.2	Forage des micropieux par une foreuse	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
1.3	Travaux de pose des voies, de montage des mâts LAC et de pose des multitubulaires	Grue Camions	Pas d'impact	/

Le scénario 1.1.1 peut générer quelques gênes pour les habitants de l'habitation située au 20 rue de l'Europe à Pontpierre ainsi qu'à plusieurs autres de la rue d'Esch. Cela est du au fait que la distance entre le chantier et les bâtiments est inférieure à 6 m à ces endroits bien localisés. La gêne disparait dès que cette distance de sécurité est respectée. Aucun risque de dommage structurel n'est présent.

Dans le scénario 1.1.2, la station-service de Pontpierre est située à une distance minimale de 7 m du chantier, très éloignée de la distance de sécurité de 25 m définie pour l'utilisation d'un brise-roche. Des dommages structurels sont possibles. Dans ces conditions, l'utilisation d'un brise-roche est à bannir et à remplacer par celle d'une fraise de petite taille.

La situation est identique au droit de la rue de l'Europe et de la rue d'Esch où même l'emploi d'une fraise de petite taille ne suffira pas à éviter des dépassements ponctuels. Les habitants devront être prévenus.

Aucun dépassement n'est attendu dans le cadre du scénario 1.2.

Enfin, le scénario 1.3 n'engendre pas de niveaux vibratoires importants. Là également aucun dépassement n'est attendu.

La seconde phase de travaux portera sur la construction des ouvrages d'art et se compose des étapes de construction listées précédemment et sur la base desquelles, 4 nouveaux scénarii ont été établis :

- Scénario 2.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.2 ; Travaux de forage des pieux de fondation

- Scénario 2.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 20.

Tab. 20 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux (source : D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
2.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
2.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
2.2	Forage des pieux de fondation	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
2.3	Poutres de fondation et dalles flottantes, piles d'ouvrages, coffrage, ferraillage et bétonnage, dépose et finitions	Grue Camions	Pas d'impact	/

Le scénario 2.1.1 n'induit aucun dépassement car la distance entre le chantier et les bâtiments est constamment supérieure à 6 m.

Un dépassement est généré par le scénario 2.1.2 au droit de la rue d'Esch à Pontpierre, où la distance entre le chantier de l'OA9 et le bâtiment le plus proche est inférieure à 25 m. L'utilisation du brise-roche est donc à remplacer par celle d'une fraise de petite taille. Les autres chantiers des ouvrages d'art ne génèrent pas de dépassements.

Le scénario 2.2 (distance entre les bâtiments et les forages supérieure à 7,5 m) et le scénario 2.3 (activités ne provoquant pas de niveaux vibratoires importants) n'engendrent pas de dépassements.

La troisième et dernière phase de travaux porte sur la construction des sous-stations de traction et se compose des étapes de construction listées précédemment, sur la base desquelles 3 scénarii ont été établis :

- Scénario 3.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 3.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 3.2 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 21.

Tab. 21 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la troisième phase des travaux (source : D2S, 2025).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
3.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
3.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche Evacuation par camions	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
3.2	Travaux de bétonnage du local SST	Grue Camions	Pas d'impact	/

Aucun des scénarii développés n'aboutit à des dépassements des niveaux vibratoires.

Les effets engendrés par les vibrations sont décrits et évalués au chap.7.2.2.

Déterminant physique : champs électriques ou électromagnétiques

Outre les aspects énumérés ci-dessus, une atteinte à la santé ou au bien-être de l'homme peut également être causée par des champs électriques ou magnétiques (souvent dénommés « électromagnétiques »). On distingue trois types de champs électromagnétiques selon la fréquence et l'effet sur l'organisme (voir inrs.fr) :

- Champs statiques (à proprement parler également à basse fréquence) (proche de 0 Hertz) : par exemple lignes de puissance électrique.
  Aucun effet connu à l'heure actuelle sur le champ magnétique terrestre ;
- Champs électriques et magnétiques à basse fréquence (jusqu'à 100 khertz) : par exemple, les appareils électriques dans les ménages.
  Effet : Conduction de champs et de courants électriques dans les tissus biologiques ;
- Champs électromagnétiques à haute fréquence (à partir de 100 khertz) : par exemple, radio mobile, WLAN (ou LAN sans fil), DECT.
  Effet : possibilité d'échauffement des tissus biologiques.

L'augmentation des télécommunications modernes, le développement à grande échelle des équipements électriques et électroniques ainsi que la prolifération des lignes électriques à haute tension ont considérablement accru l'intérêt porté aux effets des champs électromagnétiques au cours de ces dernières années. En effet, le rayonnement des champs électromagnétiques est presque omniprésent de nos jours (Publication commission européenne, 1998).

Concernant les effets électromagnétiques du tramway, LUXTRAM a lancé fin 2022 une étude comportant des mesures sur la ligne existante. Celles-ci ont été effectuées par l'entreprise Socotec au droit de plusieurs points spécifiques, sur les infrastructures existantes et selon le type d'exposition :

- Public : Norme EN 50500-2018 & A1-2015 ; Recommandations du Conseil de l'UE N°1999/519/CE ;
- Travailleurs : Norme EN 50500-2018 & A1-2015 ; Directive 2013/35/UE
- Infrastructure : Norme EN 50121-2-2017

Réalisée au sein de l'agglomération luxembourgeoise, cette étude a fait l'objet d'une évaluation de sa validité en secteur extra-urbain qui s'est avérée positive. En effet, les résultats de l'étude peuvent être transposés aux futures extensions du réseau tramway puisque les équipements seront similaires. L'évaluation les effets du tram rapide quant aux champs électromagnétiques provenant de ses installations est réalisée au chap. 7.2.2.

Nous pouvons de ce fait considérer qu'une exposition de base plus ou moins importante prévaut dans la quasi-totalité des zones urbanisées ainsi que le long des principaux axes de déplacement du pays. Cela s'applique donc pour le couloir de déplacement entre Luxembourg et Esch, matérialisé par l'autoroute A4.

Dans ce contexte, les Fig. 161 et Fig. 162 ainsi que le Tab. 22 illustrent le réseau d'antennes de téléphonie mobile situées à proximité de la zone de planification.

Cinq lignes à haute-tension se trouvent également au droit du tracé :

- A la cloche d'or, au niveau de l'embranchement du tram rapide sur la ligne existante,
- au niveau de la station-service à Pontpierre
- trois à hauteur de la ZAE à Foetz.

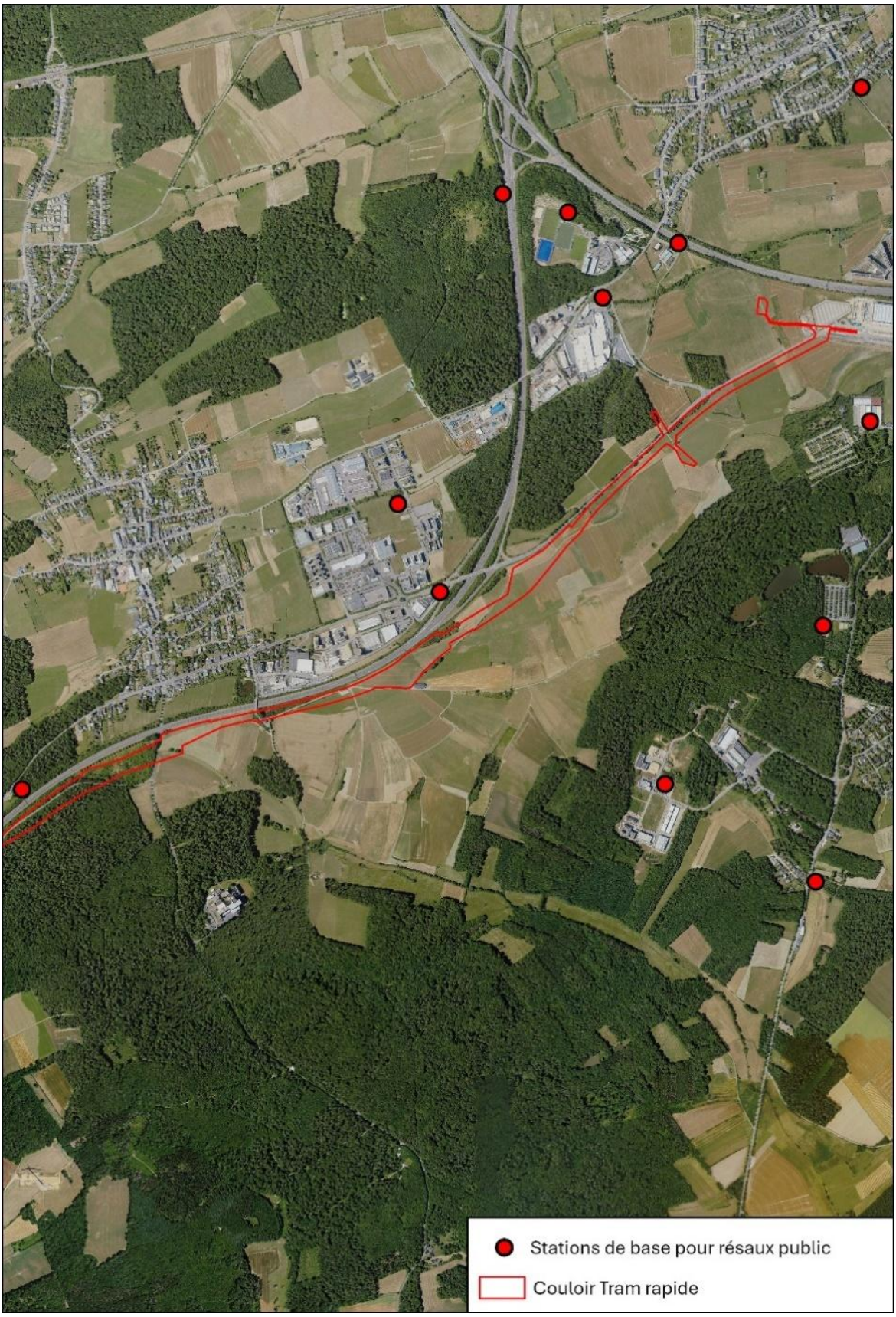


Fig. 161 : Extrait cadastre GSM (portion Nord du tracé), stations de base des réseaux publics de radiocommunication mobile ≥ 50 Watt (points rouges) (Géoportail 2025).

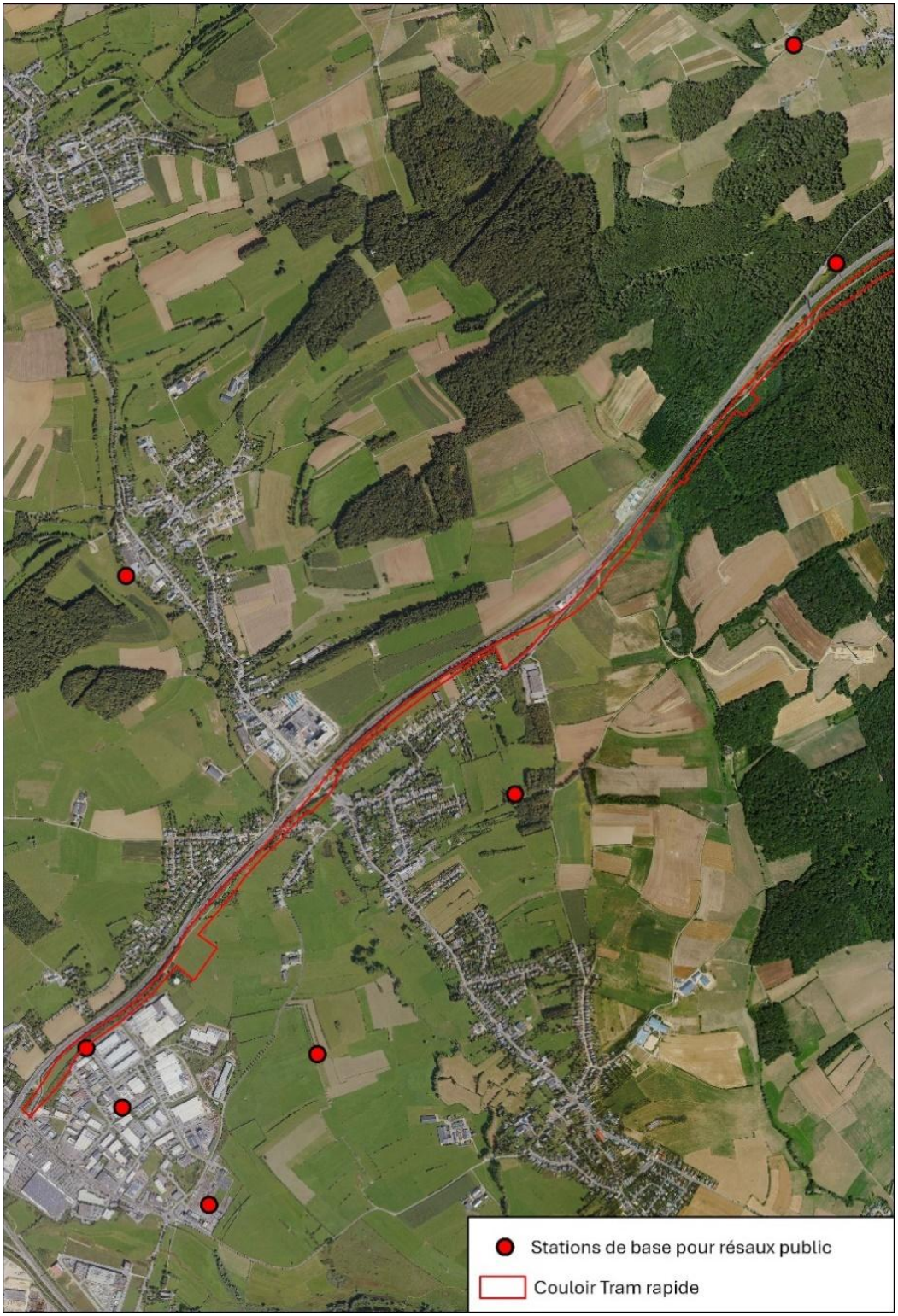


Fig. 162 : Extrait cadastre GSM (portion Sud du tracé), stations de base des réseaux publics de radiocommunication mobile ≥ 50 Watt (points rouges) (Géoportail 2025).

Tab. 22 : Antennes de téléphonie mobile implantées dans l'aire d'étude définie pour le bien protégé (Géoportail, 2025).

Numéro	Date de l'autorisation	Emplacement	Description	Réception / rapport
3/22/0043	22/06/2022 (Min. Env.) 11/05/2022 (Min. Trav.)	Parcelle 400/2259 Section HoC de Gasperich Route de Bettembourg L-1899 Luxembourg	Station Tango L0661	Rapport n°2021/2023
1/22/0036	27/06/2022 (Min. Env.) 21/09/2022 (Min. Trav.)	Parcelle 2123/6630 Section A de Leudelange Rue de la Poudrerie L-3364 Leudelange	Site POST Luxembourg Leudelange-A4-ZA	Rapport n°R-SO16216_1_8
1/21/0552	02/08/2022 (Min. Env.) 14/07/2022 (Min. Trav.)	Parcelle 1743/5929 Section A de Leudelange Château d'eau 43 Rue d'Esch L-3353 Leudelange	Station Post Luxembourg Leudelange-château-Tango	Rapport n°2040/2023
3/22/0427	12/12/2022 (Min. Env.) 29/11/2022 (Min. Trav.)	Parcelle n°222/1128 Section C de Foetz Rue de l'Industrie L-3895 Foetz	Station Orange 239	/

Conformément aux autorisations ITM et AEV ainsi qu'à l'article 4 des prescriptions ITM-SST1105.1, un champ électromagnétique maximum supérieur à 3V/m ne doit pas être mesuré dans des lieux où peuvent séjourner des personnes.

Par „lieux où des gens peuvent séjourner" on entend notamment les locaux d'habitation, les locaux des écoles, les hôpitaux, les foyers et les centres intégrés pour personnes âgées ainsi que les places de travail comme les bureaux que les travailleurs occupent la plus grande partie de leur temps de travail, les places de jeux publiques et privées, définies dans un plan d'aménagement. Ne sont pas compris notamment les balcons, les terrasses, les rues et trottoirs les jardins et les parcs.

Les effets des champs électriques et magnétiques des antennes GSM ne sont à ce stade pas matérialisables.

Il est à noter que les autorisations ne sont pas limitées dans le temps.

Des champs électriques sont également générés par les appareils électriques et les installations électriques domestiques (par exemple les prises de courant) (LUBW & LfU 2010). Toutefois, dans le cas du projet de tram rapide 1, l'exposition à ces sources sera hétérogène du fait de l'environnement variant d'un tronçon à l'autre.

Bien que variable, nous pouvons donc, d'ores et déjà, supposer une exposition de base aux champs électriques et électromagnétiques provenant des appareils extérieurs au site.

Mais une exposition proviendra du projet lui-même également ; notamment du matériel roulant et sa propulsion sur la base de l'interaction entre le courant électrique et un champ magnétique et des équipements permettant l'alimentation électrique des installations (LAC, sous-stations de traction, etc...).

L'évaluation des effets éventuels causés par le projet fait l'objet du chapitre 7.2.2.

Déterminant physique : munitions explosives

Étant donné que la ville de Luxembourg a été la cible de bombardements aériens pendant les conflits mondiaux, il ne peut être exclu que des munitions non explosées, qui n'ont pas encore été retrouvées et retirées, se trouvent dans le périmètre du projet.

Pour cette raison, un avis spécifique du *Service de Déminage de l'Armée Luxembourgeoise* (SEDAL) a été demandé pour décrire et évaluer les effets possibles sur la population et santé humaine.

Dans son mail de réponse daté du 04/07/2023 (annexe 11), le SEDAL déclare ne pas être en possession d'informations portant sur la probabilité ou non de trouver des restants de munitions de guerre sur le tracé du projet.

Néanmoins, il est conseillé de demeurer prudent et attentif aux vestiges qui pourraient émerger des terres issues du site mais également de celles provenant de l'extérieur.

Les coordonnées de firmes de détection, à contacter en cas de découverte fortuite, sont jointes en annexe du mail.

L'évaluation est donnée dans le chapitre 7.2.2..

Déterminant physique : déchets

Les phases d'aménagement et d'exploitation de la ligne tram rapide 1 vont générer des déchets de différents types.

La phase chantier du projet contient des éléments de construction somme toutes assez banals (construction de bâtiments, de voiries, etc...) qui vont générer les mêmes types de déchets qu'un chantier de construction classique.

Les éléments plus spécifiques, propres à la nature de l'installation, seront vraisemblablement, dans leur grande majorité, usinés de telle sorte que seul un assemblage sera réalisé sur site. Il en résultera une faible quantité de déchets spéciaux.

Ainsi, la **phase chantier** est susceptible de produire des déchets de différents types, qui peuvent toutefois être regroupés au sein de 3 grandes familles :

- Les **déchets inertes** : qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent pas de réaction physique, chimique ou biologique de nature à nuire à l'environnement ou à la santé. On y classe les bétons, les briques, tuiles et céramiques, le verre ou encore les terres et pierres.
- Les **déchets non inertes non dangereux** : qui ne sont ni inertes ni dangereux pour l'environnement ou la santé. On retrouve dans ce groupe les métaux, le bois, les papiers et cartons, les plastiques, les peintures/vernis/colles/mastics en phase aqueuse (sans substances dangereuses), les déchets électriques et électroniques (sans substances dangereuses), le plâtre et les déchets alimentaires liés à la vie du chantier.
- Les **déchets dangereux** : qui contiennent des substances dangereuses pour l'environnement ou la santé. Il s'agit d'aérosols, d'accumulateurs et piles, de bois traités, de boues de séparateur d'hydrocarbures, d'emballages/pinceaux/chiffons souillés, de produits contenant du goudron, de peintures/vernis/colles/mastics avec substances dangereuses, de déchets électriques et électroniques avec substances dangereuses et de produits absorbants pollués aux hydrocarbures.

En **phase d'exploitation**, ce sont essentiellement des déchets aux arrêts de tram par les voyageurs qui sont produits.

Ceci est analysé au chap. 7.2.2.

Déterminant de l'espace naturel : la fonction récréative

Tout au long de son parcours, le tracé de la ligne tram rapide 1 croise des activités de loisirs et de détente, que ce soit dans les zones urbanisées ou dans les zones naturelles.

Les zones urbaines rencontrées présentent une offre conséquente d'activités de détente avec des restaurants, des boutiques, des centres commerciaux et des parcs publics. A Leudelange, la zone d'activités située de l'autre côté de l'autoroute propose quelques restaurants, magasins (meubles, articles de sport…) et concessions automobiles. La commune de Pontpierre comprend elle aussi des restaurants et magasins qui seront bientôt rejoints par le centre GridX. Enfin à Foetz, la zone d'activités est bordée par une zone commerciale qui contient de nombreux magasins, hôtels et restaurants.

La traversée de secteurs situés en dehors des agglomérations permet d'accéder à de nombreux circuits de promenade piétonnier ou cyclable, notamment les pistes cyclables nationales n°1 et n°9 qui sont coupées par le projet respectivement au droit de la section 1 (Cloche d'Or – Leudelange) et à Leudelange.

Plusieurs circuits de randonnée sont également accessibles à proximité du tracé, notamment au sein des forêts de Leudelange et de Bettembourg mais également plus au Nord, autour des étangs du Brakeweier.

A noter la présence proche du camping ainsi que du centre sportif de Kockelscheuer avec ses différents halls, le bowling, le golf, la patinoire et les établissements de restauration associés.

L'évaluation du projet sur l'aspect « récréation » est réalisée au chap. 7.2.2.

Tracé optimisé

Déterminant socio-spatial : logement et commerce

Le tracé du tram rapide 1 est modifié en plusieurs secteurs dans le cadre du tracé optimisé.

On notera notamment, à Leudelange et à Pontpierre, des franchissements de l'autoroute A4 fin de basculer au Nord de l'infrastructure routière. Dans les deux cas, il s'agit de desservir au plus près des commerces : la zone d'activités Poudrerie à Leudelange et le GridX à Wickrange.

Dans le premier cas, le basculement au Nord, vers la zone d'activités, fait transiter le projet, sur environ 1 kilomètre, des espaces agricoles au Sud de l'autoroute à des espaces verts en bordure de la Z.A. Dans le second cas, les habitations de la rue d'Europe à Pontpierre ne seront plus concernées par le tracé qui passait initialement au fond de leurs jardins.

Enfin, à Foetz, l'aménagement est modifié, notamment par la nouvelle implantation de la station mais la configuration générale est conservée.

En dehors de ces secteurs, le tracé n'est pas modifié et les répercussions de la construction et exploitation de la plateforme multimodale restent inchangées.

Déterminant physique : l'exposition au bruit

Avec le tracé optimisé, la problématique du bruit reste prédominante le long du tracé de la ligne Tram rapide 1.

En ce qui concerne l'environnement sonore actuel de l'aire d'étude, les niveaux des cartes de bruit stratégiques pour le Luxembourg (édition de 2021), démontrent toujours que le projet est exposé à une pollution sonore marquée du fait du trafic routier. Cela s'explique notamment par la proximité conservée entre le tracé et l'autoroute A4.

Les autres sources sonores (aéroport, voies ferrées et activités industrielles) restent non représentatives comparées à l'incidence du trafic routier.

Si l'incidence sonore de l'environnement du projet sur ce dernier reste quasiment identique à la version initiale, il convient de mettre à jour l'étude des incidences sonores du projet sur son environnement.

La société D2S International a donc procédé à la modification du tracé de la ligne Tram rapide 1 au sein du modèle informatique et a effectué une nouvelle modélisation. Le rapport qui en découle porte la référence N5874/R06B et date du 01/07/2026. Il est consultable en annexe 12.

En ce qui concerne la phase chantier, la méthodologie appliquée reste identique à celle employée pour le tracé initial.

Trois phases d'aménagement du projet sont considérées :

- la réalisation des voies,
- la construction des ouvrages d'art, y compris des viaducs
- la construction des sous-stations de traction.

Les étapes de construction constituant ses phases sont les suivantes :

1. La réalisation des voies

- Étape 1.1 ; Terrassement pour les coffres de chaussées et des voies
- Étape 1.2 ; Travaux de pose des voies
- Étape 1.3 ; Travaux de forage de micropieux
- Étape 1.4; Travaux de montage des mâts pour la ligne aérienne de contact
- Étape 1.5 ; Travaux de pose des multitubulaires tram

2. La construction des ouvrages d'art

- Étape 2.1 ; Terrassement, e.g. pour la réalisation de la plateforme de travail
- Étape 2.2 ; Pieux de fondation
- Étape 2.3 ; Poutres de fondation et dalles flottantes
- Étape 2.4 ; Piles
- Étape 2.5 ; Coffrage
- Étape 2.6 ; Deck (ferraillage et bétonnage)
- Étape 2.7 ; Dépose coffrage

- Étape 2.8 ; Talutage
- Étape 2.9 ; Finitions

3. La construction des sous-stations de traction

- Étape 3.1 ; Terrassement en masse pour les sous-stations de traction
- Étape 3.2 ; Travaux de bétonnage du local SST et de l'assise des voies

L'analyse de la phase chantier repose, comme pour la phase exploitation, sur une modélisation par le logiciel IMMI en application cette fois-ci de la norme ISO 9613.

Les sources de bruit sont les engins et équipements de chantier listés en concertation avec les maitrises d'œuvre Ligne et Ouvrages et dont les caractéristiques sonores sont issues de la réglementation CEE et de la littérature.

Les niveaux de bruit admissibles sont ceux présentés à l'article 3 du RGD du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers. Plus précisément, c'est la zone IV qui est considérée d'application dans le cas du tram rapide 1 car les points réceptions concernent des habitations.

Le planning des travaux s'étalant sur plus d'une année, l'article 5 de ce même RGD n'est pas applicable ici.

La zone d'étude considérée est un corridor suivant le tracé ayant pour largeur 400 m centrée sur l'axe des voies du tram rapide. Toutes les habitations localisées dans ce corridor ont fait l'objet d'une évaluation acoustique. A certains endroits bien définis, cette largeur a été augmentée à 250 m maximum pour englober les habitations en limite de zone d'étude.

En données de base, il est retenu que les travaux auront lieu de jour, entre 07h et 19h, et que les engins de démolition et d'excavation utilisés présenteront des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs annoncées dans l'étude. D2S recommande notamment de vérifier les fiches techniques des équipements préalablement à leur utilisation sur le chantier.

La première phase de travaux concerne la réalisation des voies et se compose des étapes de construction listées précédemment et sur la base desquelles, 4 scénarii ont été établis :

- Scénario 1.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 1.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 1.2 ; Travaux de forage de micropieux
- Scénario 1.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 23 :

Tab. 23 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W,réel}$ considéré
1.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	1 pelle par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97 dB(A)
1.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche	1 pelle par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97 dB(A)
1.2	Forage des micropieux par une foreuse	2 forages par 100 m	15 mn/forage donc 15 mn/h	105 dB(A)
1.3	Travaux de pose des voies, de montage des mâts LAC et de pose des multitubulaires	1 grue par 100 m 1 camion/h par 100 m	20 mn/h 10 mn/h	99,2 dB(A) 97 dB(A)

Le scénario 1.1.1 ne génèrera pas de dépassements et ce, au droit de l'ensemble des points d'immission considérés.

Concernant le scénario 1.1.2, plusieurs dépassements sont mis en évidence. Ces derniers ont pour cause principale la faible distance entre le chantier et les façades alors que l'emploi d'un brise-roche est émetteur d'un niveau de bruit élevé. Le bureau D2S propose comme mesure de mitigation de remplacer le brise-roche par un ripper ou une fraise, qui présentent généralement une puissance acoustique moindre de 8 dB(A).

Les scénarii 1.2 et 1.3 n'entrainent pas de dépassements au droit des différents points d'immission.

La seconde phase de travaux portera sur la construction des ouvrages d'art suivants :

- OA1530 : Passerelle
- OA1531 : Viaduc tramway
- OA1532 : Viaduc tramway
- OA1533 : Passerelle
- OA1534 : Pont-rail
- OA1535 : Trémie tram
- OA1537 : Pont-rail
- OA1538 : Trémie tram
- OA1541 : Viaduc tram
- OA1542 : Viaduc tram

L'ouvrage **OA1530** étant situé à plus de 200 m des points récepteurs les plus proches, aucun impact n'est attendu.

Concernant la construction de l'ouvrage **OA1531**, les phases suivantes sont considérées :

- Installation chantier et plateforme de travail

- Pieux, poutres de fondation et dalles flottantes
- Piles
- Montage et assemblage structure métallique
- Talutage

Sur la base de ces différentes phases, les scénarios suivants sont définis ;

- Scénario 2.1.1 ; Terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.1.2 ; Terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.1.3 ; Travaux de forage des pieux de fondation
- Scénario 2.1.4 ; Montage des viaducs

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 24.

Tab. 24 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1531 (D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
2.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	1 pelle 1 camion/h	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97 dB(A)
2.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	1 pelle par zone de 100 m 1 camion/h par zone de 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97 dB(A)
2.1.3	Forage des pieux de fondation	1 foreuse par ouvrage	2 forages simultanés 5 h/jour	108 dB(A)
2.1.4	Montage des viaducs	2 grues par zone de 100 m	20 mn/h	106,8 dB(A)

Les résultats du scénario 2.1.2 font état d'un dépassement au droit d'un point situé rue d'Esch à Pontpierre, causé par la faible distance entre le chantier et le bâtiment. Il s'agit d'un dépassement portant sur la pression acoustique maximale (+1 décibel) et non pas la pression acoustique équivalente sur la période 7h-22h.

Plusieurs dépassements ont lieu dans le cadre du scénario 2.1.2. Là encore, la faible distance entre le chantier et les façades ainsi que la puissance acoustique du brise-roche sont en cause. Les bâtiments les plus impactés sont à usage commercial (cf. Fig. 163) et ne feront pas l'objet de mesures de mitigation.



Fig. 163 : Résultats de la modélisation acoustique du scénario 2.1.2 pour l'ouvrage OA1531 (D2S, 2026)

Avec le scénario 2.1.3, plusieurs dépassements sont recensés, là encore pour les bâtiments à usage commercial les plus proches du chantier. Aucune mesure de mitigation ne sera proposée.

Le scénario 2.1.4 va entrainer des dépassements au droit des mêmes bâtiments mais ceux-ci concernent la pression acoustique maximale. Durant la période 7h-22h, seul un léger dépassement a lieu au droit d'un hangar ne nécessitant pas de mesure de mitigation.

Pour l'ouvrage **OA1533**, les phases suivantes sont concernées :

- Installation chantier et plateforme de travail
- Pieux, poutres de fondation et dalles flottantes
- Montage et assemblage structure métallique

donnant lieu aux scénarii suivants :

- Scénario 2.2.1 ; Travaux de forage des pieux de fondation
- Scénario 2.2.2 ; Montage de la passerelle

Les résultats des scénarii obtenus sont détaillés dans le Tab. 25.

Tab. 25 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1533 (D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
2.2.1	Travaux de forage des peiux de fondation	1 foreuse	60 mn/h	108,0 dB(A)
2.2.2	Montage de la passerelle	1 grue de levage	20 mn/h	103,2 dB(A)

Les résultats du scénario 2.2.1 laisse apparaitre un dépassement de la pression acoustique maximale au droit d'un bâtiment commercial. Aucune mesure de mitigation ne sera proposée.

Le scénario 2.2.2 ne génère lui aucun dépassement.

Les ouvrages **OA1534**, **OA1535** et **OA1537** sont situés à plus de 200 m des points récepteurs les plus proches et ne génèreront pas de dépassements. L'incidence de l'ouvrage **OA1538** a déjà été évaluée dans le cadre de la réalisation des voies et n'a pas entrainé de dépassements.

L'ouvrage **OA1541** présente les phases d'aménagement suivantes :

- Installation chantier et plateforme de travail
- Pieux, poutres de fondation et dalles flottantes
- Piles
- Montage et assemblage structure métallique
- Talutage

Les scénarii suivants ont été définis ;

- Scénario 2.3.1 ; Terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.3.2 ; Terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.3.3 ; Travaux de forage des pieux de fondation
- Scénario 2.3.4 ; Montage des viaducs

Les résultats des scénarii obtenus sont détaillés dans le Tab. 26.

Tab. 26 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1541 (D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
2.3.1	Terrassement superficiel à l'aide d'une pelle	1 pelle par ouvrage d'art 1 camion/h par ouvrage d'art	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97,0 dB(A)
2.3.2	Terrassement dans la roche avec une pelle équipée d'un brise-roche	1 pelle par zone de 100 m 1 camion/h par zone de 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97,0 dB(A)
2.3.3	Travaux de forage des pieux de fondation	2 forages simultanés 5h/jour	60 mn/h	108,0 dB(A)
2.3.4	Montage des viaducs	2 grues par zone de 100 m	20 mn/h	106,8 dB(A)

Le scénario 2.3.1 ne génère aucun dépassement.

Plusieurs dépassements sont en revanche attendus avec le scénario 2.3.2 mais ils concernent tous la pression maximale à l'exception de celui du point IP124, un bâtiment commercial affecté durant la période de référence 7h-22h. Aucune mesure de mitigation n'est proposée.

Avec le scénario 2.3.3, plusieurs dépassements sont également observés pour ce qui est de la pression maximale. Un seul dépassement (IP124) est référencé durant la période 7h-22h et ne fera pas l'objet de mesure de mitigation (bâtiment commercial).

Le scénario 2.3.4 n'entraine qu'un seul dépassement sur ce même point IP124. Aucune mesure de mitigation n'est proposée.

La construction de l'ouvrage OA1542 se composera des phases suivantes :

- Installation chantier et plateforme de travail
- Pieux, poutres de fondation et dalles flottantes
- Piles
- Montage et assemblage structure métallique
- Talutage

Aboutissant à l'examen des scénarii suivants :

- Scénario 2.4.1 ; Terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 2.4.2 ; Terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 2.4.3 ; Travaux de forage des pieux de fondation
- Scénario 2.4.4 ; Montage des viaducs

Les résultats des scénarii obtenus sont détaillés dans le Tab. 26.

Tab. 27 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1542 (D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	Durée de fonctionnement considérée	$L_{W, réel}$ considéré
2.4.1	Terrassement superficiel à l'aide d'une pelle	1 pelle par ouvrage d'art 1 camion/h par ouvrage d'art	20 mn/h 10 mn/h	100,2 dB(A) 97,0 dB(A)
2.4.2	Terrassement dans la roche avec une pelle équipée d'un brise-roche	1 pelle par zone de 100 m 1 camion/h par zone de 100 m	20 mn/h 10 mn/h	111,2 dB(A) 97,0 dB(A)
2.4.3	Travaux de forage des pieux de fondation	2 forages simultanés 5h/jour	60 mn/h	108,0 dB(A)
2.4.4	Montage des viaducs	2 grues par zone de 100 m	20 mn/h	106,8 dB(A)

Le scénario 2.4.1 génère un léger dépassement au point IP312, un bâtiment commercial qui ne fera pas l'objet d'une mesure de mitigation.

Plusieurs dépassements sont attendus pour le scénario 2.4.2. Ceux-ci sont moins marqués lors de la période de référence 7h-22h et concernent tous des bâtiments à usage commercial. Il est recommandé d'utiliser une fraise au lieu du brise-roche afin d'atténuer les incidences sonores.

Le scénario 2.4.3 entraine plusieurs dépassements de la pression acoustique maximale et un unique dépassement lors de la période de référence au droit du point IP313. Il s'agit d'un bâtiment à usage commercial qui ne fera pas l'objet d'une mesure de mitigation.

Des dépassements de la valeur acoustique maximale aux points IP313 et IP315 sont attendus lors du scénario 2.4.4. Le bâtiment commercial du point IP313 présente le seul dépassement au cours de la période de référence. Il n'y aura pas de mesure de mitigation à cet endroit.

La société D2S boucle l'évaluation de la phase chantier en examinant les incidences potentielles dues à la réalisation des 3 sous-stations de traction (SST). La première, à Leudelange, impacte les bâtiments IP16 (hangar) et IP17 (service incendie). Aucune mesure de mitigation ne sera proposée.

La seconde, à Pontpierre, est située à 170 m des premiers points d'immission et ne génère aucun impact sur ces derniers.

Enfin, le bâtiment le plus proche de la SST de Foetz se situe à 70 m, de l'autre côté de l'autoroute. Les suivants sont à plus de 100 m. Aucun impact n'est attendu.

Pour la phase d'exploitation, l'étude D2S reprend les résultats et interprétations de la modélisation initiale et présente ceux du tracé optimisé.

Les résultats obtenus pour le tracé initial restent valables. Ceux-ci reposent notamment sur une méthodologie conforme au guide de l'AEV « Approche systématique de la réalisation des études acoustiques sur l'environnement humain » de mars 2023, ce qui a permis une classification des différents secteurs présents le long du tracé en fonction des seuils à respecter selon réglementation allemande « 16. BImSchV ».

Le bureau D2S a de ce fait déterminé que des zones d'activités (zones 4) et des zones centre-ville, zones villageoises et mixtes (zone 3) sont présentes.

Cette classification a été conservée pour le tracé optimisé notamment au droit du futur échangeur de Pontpierre pour lequel un doute subsistait du fait des travaux en cours. En effet, l'étude acoustique « Protections antibruit – Analyse des protections antibruit à la suite de l'insertion du projet du tram » du 14 octobre 2025, réalisée par A-Tech pour l'Administration des Ponts et Chaussées a bien confirmé les hypothèses de D2S à propos du classement de ce secteur (cf. paragraphe 4.2.1 de l'étude acoustique D2S).

Concernant le tracé optimisé, la méthodologie employée est semblable à celle du tracé initial. Les données issues des nouveaux APS Ligne et Ouvrages ont été prises en compte. Une attention particulière a été apportée à l'élévation du terrain à proximité immédiate des voies et au positionnement des voies sur les viaducs et autres ouvrages d'art.

Les éléments de calage du modèle initial ont été conservés, notamment les écrans anti-bruit existants et projetés (Fig. 164 à Fig. 166).

Les écrans existants considérés dans le modèle sont ceux de Leudelange (Fig. 164) d'une longueur d'environ 1 km pour une hauteur moyenne de 3,5 m, et de Foetz (Fig. 165) sur une longueur de 700 m pour la même hauteur.



Fig. 164 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit de Leudelange (Géoportail et Google maps, 2026)



Fig. 165 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit de Foetz (Géoportail et Google maps, 2026)

Il est rappelé que les écrans existants à Pontpierre (Fig. 166) n'ont pas été pris en considération car ils ne correspondent plus à la situation actuelle (aménagement du nouvel échangeur de Pontpierre).



Fig. 166 : Localisation et photographie des anciens écrans anti-bruit de Pontpierre (Géoportail et Google maps, 2026)

Les aménagements décrits dans le modèle IMMI sont ceux qui ont été aménagés dernièrement le long de l'autoroute A4 (Fig. 167).



Fig. 167 : Localisation et photographie des écrans anti-bruit existants de Pontpierre (Géoportail et Google maps, 2026)

Leurs caractéristiques, présentées sur les Fig. 168et Fig. 169, sont les suivantes :

1. Écran anti-bruit absorbant ± 950 m, hauteur 3.6 m
2. Parement anti-bruit absorbant, à gauche et à droite de la bretelle d'accès à l'autoroute A4 en direction de Luxembourg.
3. Écran anti-bruit absorbant ± 600 m, hauteur 3.6 m
4. Parement anti-bruit absorbant
5. Écran anti-bruit absorbant ± 425 m, hauteur 3.6 m

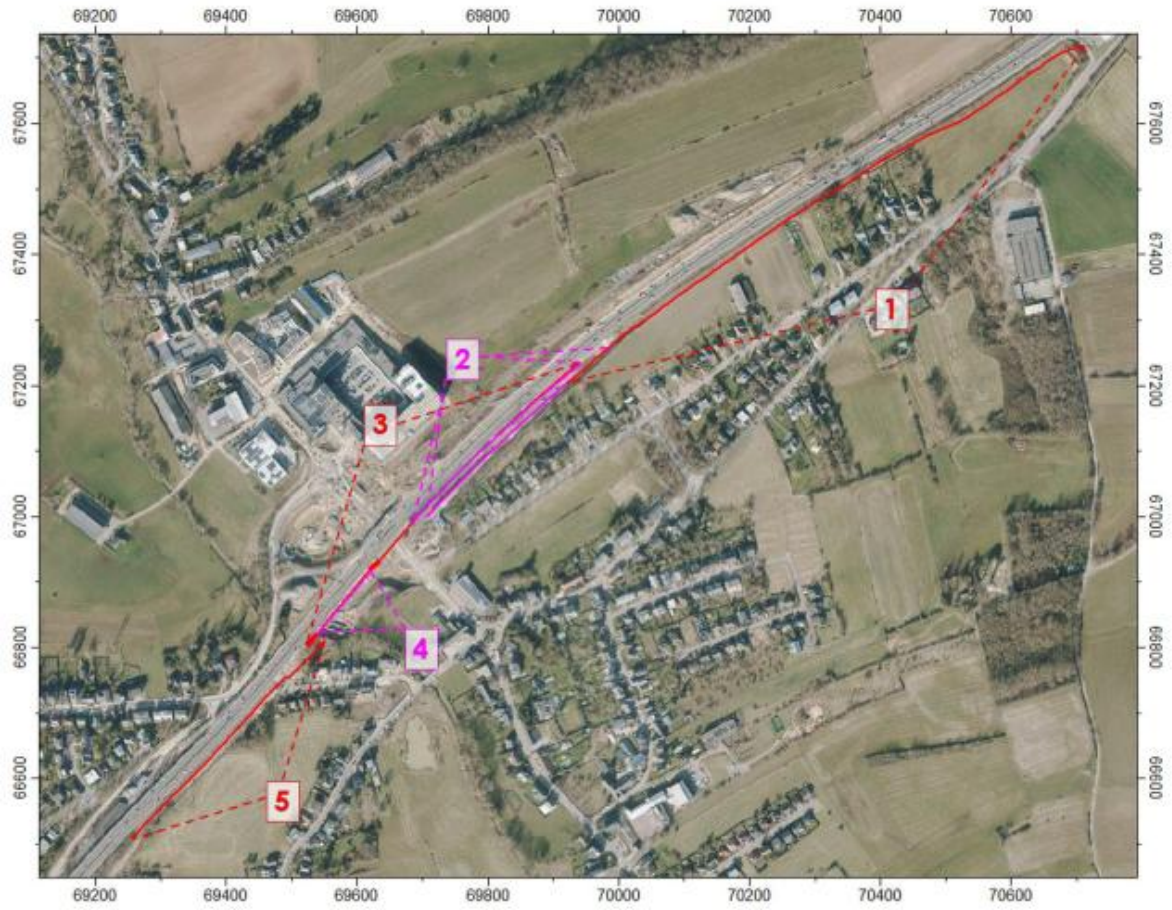


Fig. 168 : Localisation des écrans et parements anti-bruit projetés à Pontpierre (Géoportail, 2026)

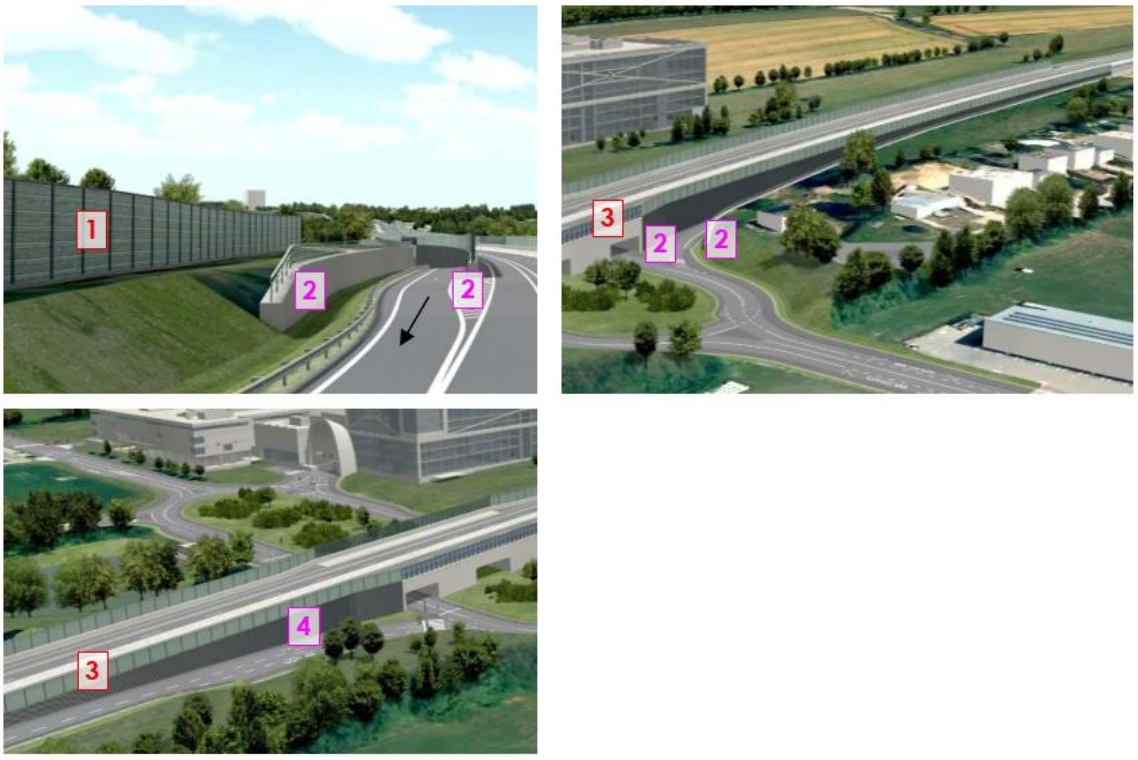


Fig. 169 : Représentations des écrans et parements anti-bruit projetés à Pontpierre (LSC360, 2026)

La modélisation a abouti à un calcul des niveaux sonores en façade de tous les bâtiments situés dans la zone considérée. Ces niveaux sonores ont été comparés aux limites (zones 1 à 4) de la règlementation allemande « 16. BImSchV » (Fig. 170).

Zone	Description	Jour [dB(A)]	Nuit [dB(A)]
1	hôpitaux, écoles, maisons de cures et séniories	< **57**	< **47**
2	zones résidentielles pures et générales, petites agglomérations	57 – **59**	47 – **49**
3	zones centre-ville, zones villageoises et mixtes	59 – **64**	49 – **54**
4	zones d'activités	64 – **69**	54 – **59**
---	---	> 69	> 59

Fig. 170 : Seuils acoustiques à respecter selon la réglementation allemande « 16. BImSchV » (D2S, 2026)

Les couleurs utilisées dans le tableau de la Fig. 170 sont reprises sur les cartes de bruit produites dans le cadre de l'évaluation des incidences sonores.

Les résultats de la période de jour sont en grande majorité en-dessous des limites et ce quelle que soit la zone considérée. Seul le niveau maximum au droit du bâtiment 325 dépasse la limite en zone 4. Cependant, ce bâtiment sera démoli. Aucun autre dépassement n'a été observé (cf. et par conséquent aucune mesure de mitigation ne sera proposée.

Les résultats ont également été comparés à ceux de l'état actuel, combinés aux données disponibles (cartes de bruit stratégiques 2021). Il en résulte que la contribution sonore du tramway est bien moins importante que celle du bruit ambiant.

Déterminant physique : les vibrations

Comme pour l'évaluation acoustique, l'étude relative aux vibrations a été mise à jour par la société D2S. Le rapport en découlant est consultable à l'annexe 13.

La première phase de cette étude, l'évaluation de l'environnement vibratoire du périmètre concerné, ne varie pas avec le tracé optimisé. Par la suite, D2S a évalué l'impact du projet en phase d'exploitation (avec rappel des résultats du tracé initial) puis de la phase chantier.

Phase d'exploitation :

En considérant le nouveau tracé, un seul dépassement des limites subsiste à une vitesse de 100 km/h. Celui-ci concerne la station-service de Pontpierre et porte sur le bruit solidien.

Toutefois, selon le profil de vitesse établi, la vitesse à cet endroit sera de 70 km/h et non pas 100. Dès lors la distance minimale est respectée et aucun système antivibratoire n'est nécessaire.



Fig. 171 : Résultats du calcul de la distance minimale au droit de la station-service de Pontpierre pour une vitesse de 100 km/h (D2S, 2026)

Pour le reste du tracé, aucun dépassement n'est observé pour une vitesse de 100 km/h et donc aucune mesure de mitigation n'est nécessaire.

Phase chantier

L'étude D2S s'est aussi intéressée à la phase chantier au travers de l'étude de différents scénarii, déjà détaillés au paragraphe relatif à l'exposition au bruit.

Le but de cette étude est de vérifier le maintien du confort vibratoire pour les riverains et de la sécurité pour les constructions adjacentes au chantier.

La méthodologie appliquée est une méthodologie simplifiée par rapport à celle pour la phase d'exploitation car le degré de détail des données d'entrée pour les calculs de la phase chantier est inférieur à celui de la phase d'exploitation. La source vibratoire des différents engins est connue, mais pas le contenu fréquentiel. L'utilisation d'une transmission vibratoire, qui tient compte du contenu fréquentiel, n'est par conséquent pas possible.

Il ne s'agit donc pas d'une étude détaillée mais plutôt d'une vue générale. La méthodologie de calcul suit la norme DIN 4150-1 (1999) : « Vibrations dans les bâtiments : 1. Prévision des paramètres vibratoires » qui donne des niveaux vibratoires limites pour les effets sur des personnes et les effets sur les constructions.

Les récepteurs sont les mêmes que pour l'étude de la phase d'exploitation. Comme pour la phase d'exploitation, l'analyse est basée sur le calcul d'une « distance de sécurité » ; tant que les travaux sont effectués à une distance supérieure à cette distance de sécurité, il n'y a pas de risque de dépassements des critères. A cette fin, un critère de 1 mm/s (Au ± 0,6) maximum sera toléré.

La liste et les caractéristiques des sources vibratoires considérées dans l'étude sont semblables à celles du tracé initial.

Les phases de chantier et scénarii étudiés dans l'étude vibratoire sont les mêmes que ceux considérés dans l'étude acoustique.

La première phase de travaux concerne la réalisation des voies pour laquelle 4 scénarii ont été établis :

- Scénario 1.1.1 ; terrassement superficiel (terres meubles), en utilisant une pelle
- Scénario 1.1.2 ; terrassement dans la roche, en utilisant un brise-roche
- Scénario 1.2 ; Travaux de forage de micropieux
- Scénario 1.3 ; Travaux de bétonnage et d'aménagement général : ce scénario comprend les étapes sans engins spécifiques avec un impact acoustique important. Seuls une grue et des camions sont utilisés.

Ces différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 28.

Tab. 28 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la première phase des travaux (source : D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
1.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
1.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
1.2	Forage des micropieux par une foreuse	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
1.3	Travaux de pose des voies, de montage des mâts LAC et de pose des multitubulaires	Grue Camions	Pas d'impact	/

Pour le scénario 1.1.1, la distance entre le chantier et les bâtiments est en tous secteurs du tracé inettement supérieure à 6 m. Aucun dépassement n'est attendu.

Dans le scénario 1.1.2, la station-service de Pontpierre est située à une distance minimale de 25 m du chantier, ce qui pourra éventuellement générer de très légers dépassements occasionnels. Le reste du tracé ne présente pas de dépassement.

Aucun dépassement n'est attendu dans le cadre du scénario 1.2.

Enfin, le scénario 1.3 n'engendre pas de niveaux vibratoires importants. Là également aucun dépassement n'est attendu.

La seconde phase de travaux portera sur la construction des ouvrages d'art considérés dans l'évaluation acoustique.

Les ouvrages **OA1530**, **OA1534**, **OA1535** et **OA1537** sont à une distance de plus de 170 m des points d'immission. Aucun impact n'est attendu.

L'incidence générée par la construction de l'ouvrage **OA1538** a déjà été évaluée dans le cadre de la réalisation des voies. Aucun dépassement n'avait été mis en évidence.

L'ouvrage **OA1531** présente les mêmes phases d'aménagement et scénarii que ceux considérés dans l'évaluation acoustique.

Les différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 29.

Tab. 29 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1531 (source : D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
2.1.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
2.1.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
2.1.3	Forage des pieux de fondation	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
2.1.4	Poutres de fondation et dalles flottantes, piles d'ouvrages, coffrage, ferraillage et bétonnage, dépose et finitions	Grue Camions	Pas d'impact	/

Le scénario 2.1.1 n'induit aucun dépassement car la distance entre le chantier et les bâtiments est constamment supérieure à 6 m.

Avec le scénario 2.1.2, la distance de 25 m est respectée sur toute la longueur du chantier de l'ouvrage. Aucun dépassement n'est attendu.

Le scénario 2.1.3 (distance entre les bâtiments et les forages supérieure à 7,5 m) et le scénario 2.1.4 (activités ne provoquant pas de niveaux vibratoires importants) n'engendrent pas de dépassements.

Pour la construction de l'ouvrage **OA1533**, les mêmes phases d'aménagement et scénarii que ceux considérés dans l'évaluation acoustique ont été étudiés.

Les différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 30.

Tab. 30 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1533 (source : D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
2.2.1	Forage des pieux de fondation	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
2.2.2	Montage de la passerelle	Grue Camions	Pas d'impact	/

Les deux scénarii étudiés ne génèrent aucun dépassement.

Pour la construction de l'ouvrage **OA1541**, les mêmes phases d'aménagement et scénarii que ceux considérés dans l'évaluation acoustique ont été étudiés.

Les différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 31.

Tab. 31 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1541 (source : D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
2.3.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
2.3.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
2.3.3	Forage des pieux de fondation	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
2.3.4	Poutres de fondation et dalles flottantes, piles d'ouvrages, coffrage, ferraillage et bétonnage, dépose et finitions	Grue Camions	Pas d'impact	/

Le scénario 2.3.1 n'induit aucun dépassement car la distance entre le chantier et les bâtiments est constamment supérieure à 6 m.

Avec le scénario 2.3.2, la distance de 25 m est respectée sur toute la longueur du chantier de l'ouvrage. Aucun dépassement n'est attendu.

Le scénario 2.3.3 (distance entre les bâtiments et les forages supérieure à 7,5 m) et le scénario 2.3.4 (activités ne provoquant pas de niveaux vibratoires importants) n'engendrent pas de dépassements.

Pour la construction de l'ouvrage **OA1542**, les mêmes phases d'aménagement et scénarii que ceux considérés dans l'évaluation acoustique ont été étudiés.

Les différents scénarii sont décrits et les résultats obtenus détaillés dans le Tab. 32.

Tab. 32 : Caractéristiques et résultats fournis par les différents scénarii étudiés dans le cadre de la seconde phase des travaux – OA1542 (source : D2S, 2026).

Scénario	Déroulement	Engins Equipements	LV à 7,5 m en mm/s	Distance de sécurité en m
2.4.1	Excavation et terrassement par une pelle hydraulique pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique Camions	Pelle hydraulique : 0,8	Pelle hydraulique : 6
2.4.2	Excavation et terrassement dans la roche par une pelle équipée d'un brise-roche pour réalisation de la plateforme de travail par exemple Evacuation par camions	Pelle hydraulique avec brise-roche Camions	Brise roche : 5 Fraise de petite taille (alternative) : 1,5	Brise roche : 25 Fraise de petite taille (alternative) : 10
2.4.3	Forage des pieux de fondation	Foreuse	Foreuse : 1	Foreuse : 7,5
2.4.4	Poutres de fondation et dalles flottantes, piles d'ouvrages, coffrage, ferraillage et bétonnage, dépose et finitions	Grue Camions	Pas d'impact	/

Le scénario 2.4.1 n'induit aucun dépassement car la distance entre le chantier et les bâtiments est constamment supérieure à 6 m.

Avec le scénario 2.4.2, la distance de 25 m est respectée sur toute la longueur du chantier de l'ouvrage. Aucun dépassement n'est attendu.

Le scénario 2.4.3 (distance entre les bâtiments et les forages supérieure à 7,5 m) et le scénario 2.4.4 (activités ne provoquant pas de niveaux vibratoires importants) n'engendrent pas de dépassements.

La troisième et dernière phase de travaux porte sur la construction des 3 sous-stations de traction. L'étude des incidences vibratoires éventuelles aboutit aux mêmes conclusions que pour l'étude acoustique :

- La SST de Leudelange est située à proximité des bâtiments IP16 (hangar) et IP17 (service incendie). Cependant la distance minimale y est respectée. Aucune mesure de mitigation ne sera proposée.
- La SST de Pontpierre est située à 170 m des premiers points d'immission et ne génère aucun impact sur ces derniers.
- La SST de Foetz est localisée à 70 m du bâtiment le plus proche, implanté de l'autre côté de l'autoroute. Les suivants sont à plus de 100 m. Aucun impact n'est attendu.

Les effets engendrés par les vibrations sont décrits et évalués au chap. 7.2.2.

7.2.2 Description des incidences du projet sur la population et santé humaine

Tracé initial

Logement et commerce

La réalisation du projet de tram rapide entre la Cloche d'Or et Foetz va permettre de relier la capitale depuis les localités desservies (Leudelange, Pontpierre, Foetz) avec un transport en commun rapide et écologique.

Ces atouts vont à coup sûr profiter aux trois communes citées, dans un premier temps, en termes de développement du parc immobilier. En effet, une partie de la pression immobilière qui touche Luxembourg-Ville va immanquablement se reporter vers elles. La conséquence sera la multiplication des projets immobiliers dans les prochaines années et les répercussions sur les équipements et services communaux.

Certaines personnes travaillant à Luxembourg-Ville trouveront à Leudelange, à Pontpierre ou à Foetz, de meilleures opportunités immobilières et un cadre de vie plus rural. L'inverse peut également se produire avec des personnes désirant s'installer dans la capitale et conserver leur emploi en zone rural bien que cette variante soit certainement plus faible.

Dans un second temps, les communes localisées au Sud de la capitale vont connaitre un développement économique lié à l'essor démographique. Il est attendu que Luxembourg-Ville, la cloche d'Or notamment, en profite également.

Avec la mise en place du corridor multimodal, il sera plus aisé de se déplacer entre toutes les communes desservies pour y faire du shopping et des achats.

La réalisation du corridor multimodal entre Foetz et la capitale va favoriser les déplacements quotidiens entre les communes reliées. Les personnes désirant changer de cadre de vie ou n'ayant tout simplement pas d'autre moyen de se déplacer, vont pouvoir choisir entre la vie urbaine ou rurale.

L'incidence du projet sur cet aspect apparait donc positive avec d'une part la poursuite du désenclavement des communes rurales et d'autre part la baisse de la pression immobilière sur Luxembourg-Ville.

La vie des habitants et futurs habitants des communes concernées va s'en trouver modifier de manière positive, à la condition toutefois que ces communes accompagnent cette évolution par des adaptations équipements et services mis à la disposition de la population.

Le trafic

Comme cela a été présenté au chapitre 7.2.1, les axes routiers (autoroute A4 et réseau secondaire) qui relient actuellement les communes concernées par le projet, sont soumis à un trafic élevé qui génère régulièrement des situations de saturation.

Le projet représente donc un levier important pour tenter de résoudre ces problèmes de congestion du trafic tout en offrant une offre de mobilité plus diversifiée aux personnes utilisant les transports en commun ou le velo.

Il est à noter que les travaux n'impacteront que de façon aléatoire l'axe principal qui est l'autoroute A4, celui-ci n'étant jamais franchi. D'éventuelles perturbations sont possibles lors de la phase de déviation des réseaux.

L'incidence sur le réseau secondaire sera plus marquée avec plusieurs routes qui seront directement concernées par les travaux lors des phases de déviation des réseaux, de construction des ouvrages d'art et parfois même pour la réalisation du corridor lui-même. En effet, il est prévu de procéder à la fermeture définitive du CR169 entre sa jonction avec la rue de Bettembourg à Leudelange et la station-service de Pontpierre.

Il est donc attendu que durant la phase chantier, une partie du trafic au moins, se faisant habituellement sur les axes secondaires, se reporte sur l'axe principal, augmentant de fait le nombre de véhicules et donc la probabilité de saturation. Cet effet sera toutefois limité dans le temps.

Un aspect positif relatif à la phase de chantier est la faible probabilité du risque de collision avec d'autres usagers de la route du fait du tracé en grande partie situé hors zone urbaine. Il ne peut être totalement exclu mais il n'est pas considéré comme important en cas de mise en œuvre de mesures adéquates pour la sécurité du chantier (signalisation, clôture de chantier, etc.) au droit des linéaires situées en agglomération et/ou croisant un axe existant (Fig. 172 ci-dessous).



Fig. 172 : Campagne de sensibilisation avant la mise en service du tram : Clôture de chantier équipée d'un panneau informatif (Wikipedia, 2017).

L'offre de mobilité sur le trajet Foetz / Luxembourg-Ville sera élargie grâce au tramway mais également au *Veloexpresswee*. Celui-ci sera de plus raccordé à des pistes cyclables existantes permettant ainsi de compléter et renforcer le maillage national. Plus encore, la piste cyclable du projet va représenter un axe majeur du réseau.

En exploitation, le projet va générer des incidences positives sur le trafic routier en absorbant une partie de celui-ci et en atténuant l'augmentation du nombre de véhicules empruntant l'autoroute A4 et les axes secondaires.

La fermeture définitive du CR169, dont le tracé est en grande partie situé dans l'emprise du projet, va priver les automobilistes d'une connexion entre les communes de Pontpierre et Leudelange, parallèle à l'autoroute et fréquentée aux heures de pointe. Le trafic de cet axe se reportera sur l'autoroute et les axes secondaires voisins.

L'offre en transports en commun actuellement disponible sur cet axe repose sur le bus puisque les lignes de train sont situées soit à l'Est (axe Bettembourg – Howald) soit au Nord-Ouest (axe Rodange – Hollerich). Le projet de tramway rapide vient donc ouvrir une nouvelle ligne, comparable au train en termes de service, et complémentaire avec le bus.

Dans le cadre de l'évaluation de la situation prévue en matière de trafic, il convient également d'évaluer l'aspect de l'intégrité (au sens du danger lié au trafic) en phase d'exploitation, qui est important pour le bien-être et la santé des personnes. Il est prévu qu'en exploitation, le tramway atteindra la vitesse de 80 km/h au maximum sur le tronçon tram rapide 1.

Cette vitesse peut paraitre élevée mais il n'y aura aucun passage pour piétons et/ou cyclistes sur le tracé et l'emprise du tramway sera clôturé de part et d'autre (clôture d'une hauteur de 1,20 m).

Les endroits les plus accidentogènes seront donc les stations au droit desquelles l'exploitant a prévu des mesures de prévention (contraste de couleur et bordure podotactile pour le bord de quai, messages sonores et visuels, etc...). Grâce à des vitesses nettement plus faibles dans les zones de station, le danger peut être considéré comme limité.

Le risque de collision avec les autres usagers de la route et les passants est donc considéré comme faible.

En outre, LUXTRAM réalise également de la sensibilisation concernant la sécurité aux abords des quais de tramway (Fig. 173 ci-dessous).



Fig. 173 : Affiche de sensibilisation concernant la sécurité aux abords du tramway (LUXTRAM, 2019).

L'exposition au bruit

Projeté le long d'un axe routier majeur (autoroute A4) générant déjà une pollution acoustique de fond relativement élevée, le projet de corridor multimodal appelé tram rapide 1 est susceptible de représenter une source de bruit supplémentaire qu'il convient d'analyser et de quantifier.

Pour estimer l'incidence du projet sur ce paramètre, une étude acoustique a été réalisée par le bureau D2S International en mars 2025 (annexe 08 du rapport EIE du tracé initial).

Le projet sera source de pollution sonore aussi bien en phase chantier qu'en phase d'exploitation, l'étude s'est donc intéressée à ces deux phases.

Pour permettre cette évaluation, un état des lieux sonore a été réalisé au travers d'une campagne de mesures. Les résultats obtenus pour la période jour (6h-22h) mais également la période nuit (22h-6h), font état d'un bruit ambiant prononcé, avec des niveaux de bruit élevés.

Les moyennes obtenues au cours de la campagne sur les 6 points mesurés varient de 58,5 à 76,6 dB(A) en journée et de 54,7 à 72,3 dB(A) la nuit.

La seconde partie de l'étude porte sur la phase d'exploitation du tronçon Tram rapide 1. Les données de base ont été fournies par LUXTRAM (vitesses, fréquences de passage, etc...) mais également par d'autres structures (notamment pour la position et le gabarit des écrans acoustiques existants).

La modélisation réalisée grâce au logiciel spécialisé IMMI, porte sur l'ensemble des bâtiments situés à moins de 200 m de l'axe de l'autoroute A4 voire jusqu'à 260 m sur certains secteurs.

Les niveaux réglementaires considérés sont ceux des classes III et IV du guide de l'Administration de l'Environnement « Approche systématique de la réalisation des études acoustiques sur l'environnement humain » de mars 2023.

Les résultats obtenus font état de dépassements localisés des niveaux de bruit des classes 1 ou 2 mais aucun des seuils des classes affectées au tronçon étudié.

Les cartes de bruit produites par D2S affichent les niveaux de bruit maximaux au droit des habitations en phase d'exploitation (Fig. 174 à Fig. 179).

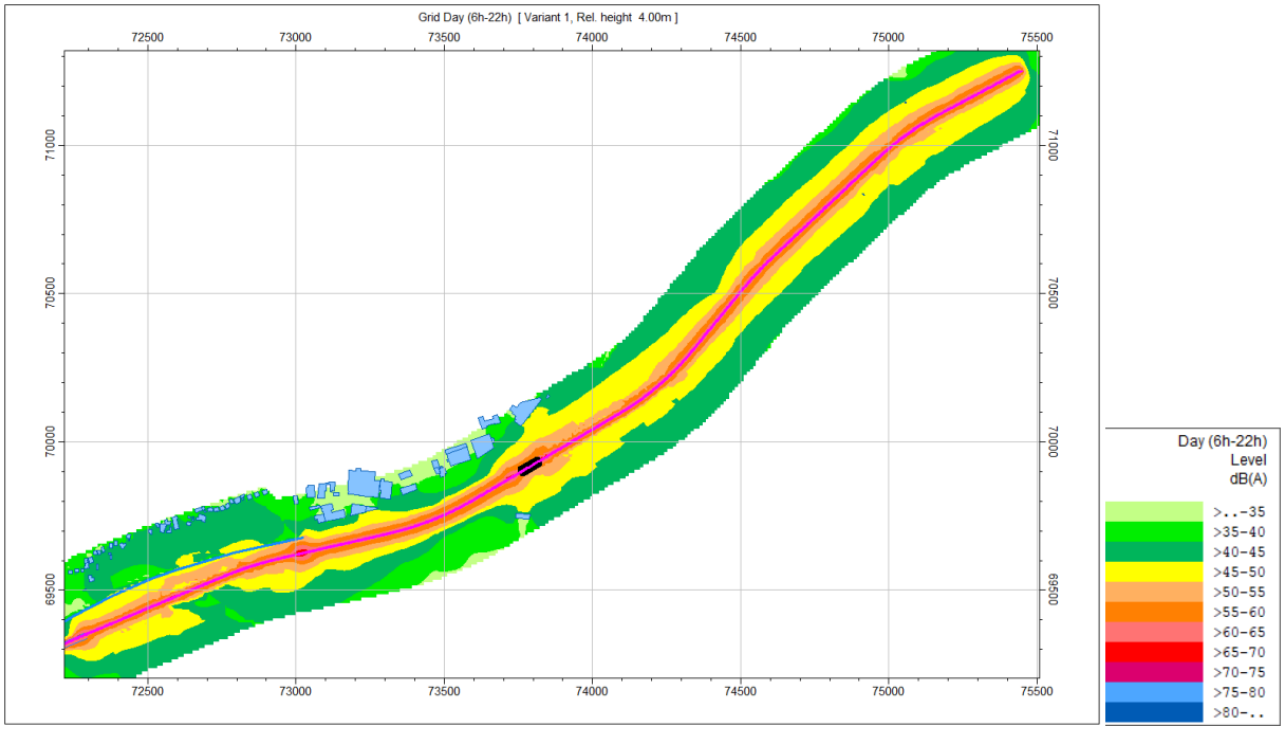


Fig. 174 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2025).

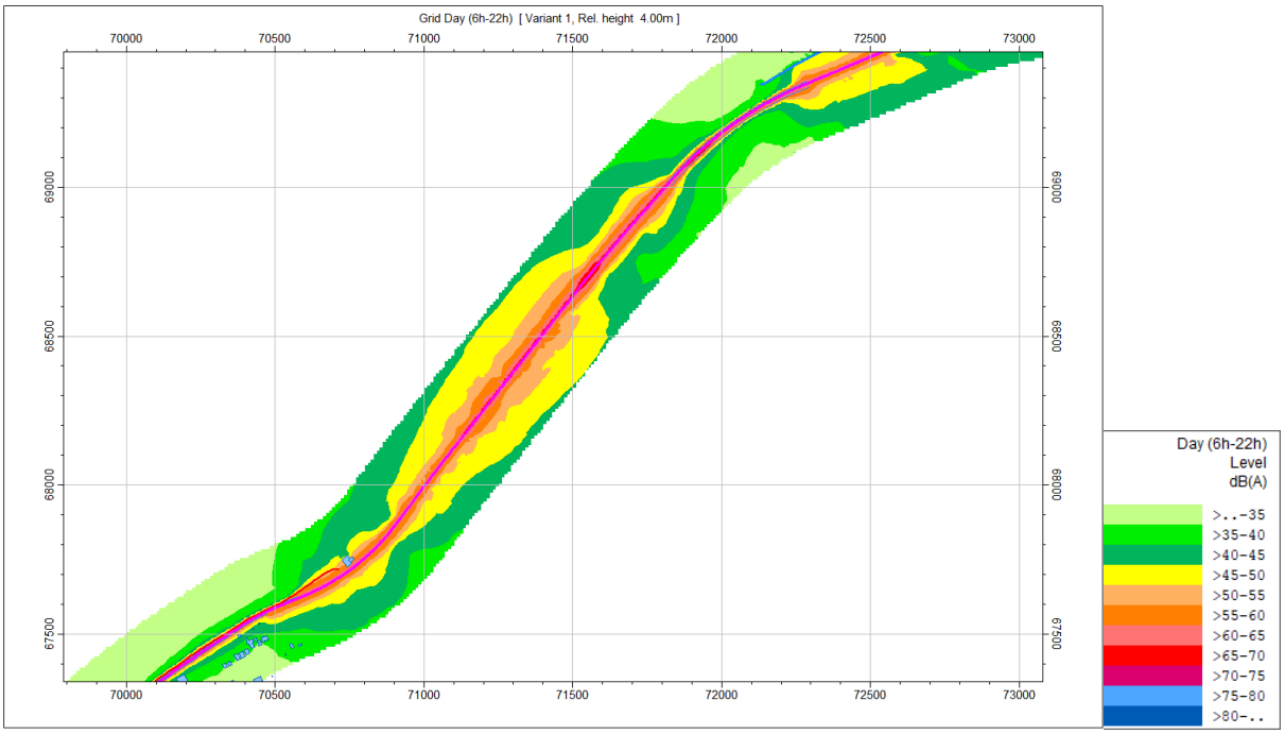


Fig. 175 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2025).

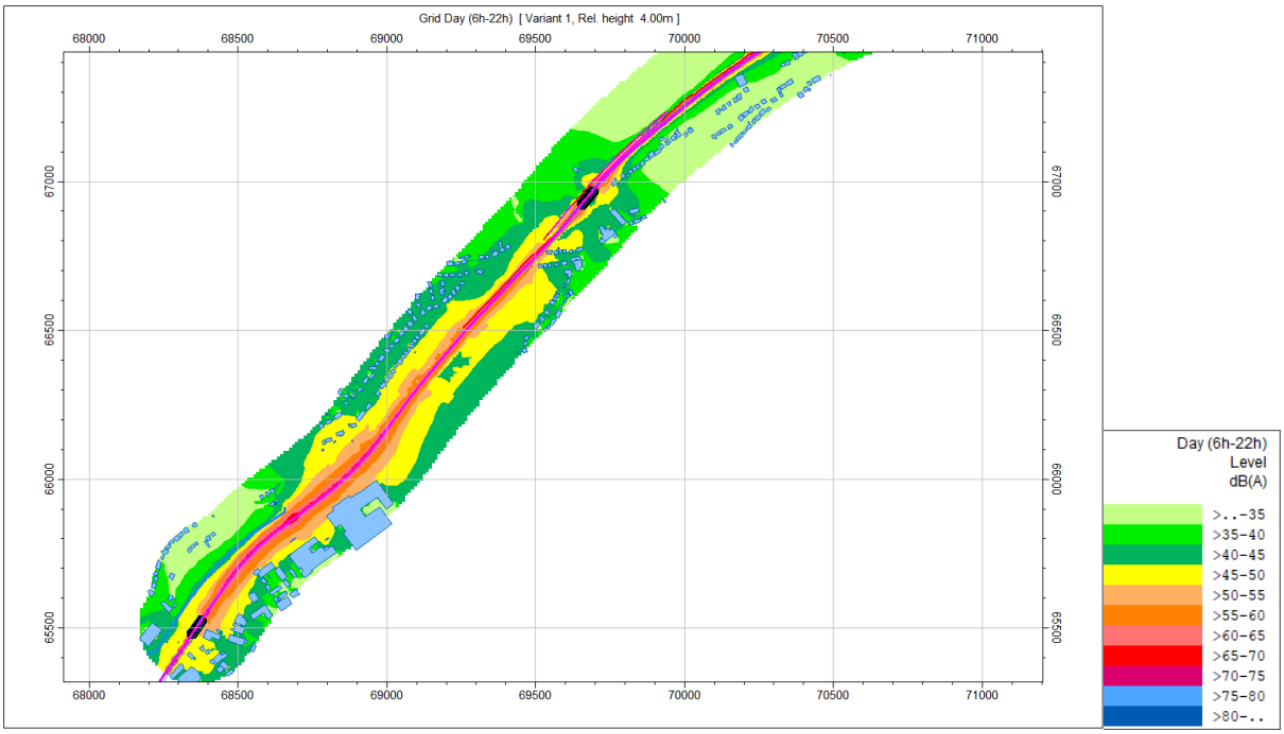


Fig. 176 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2025).

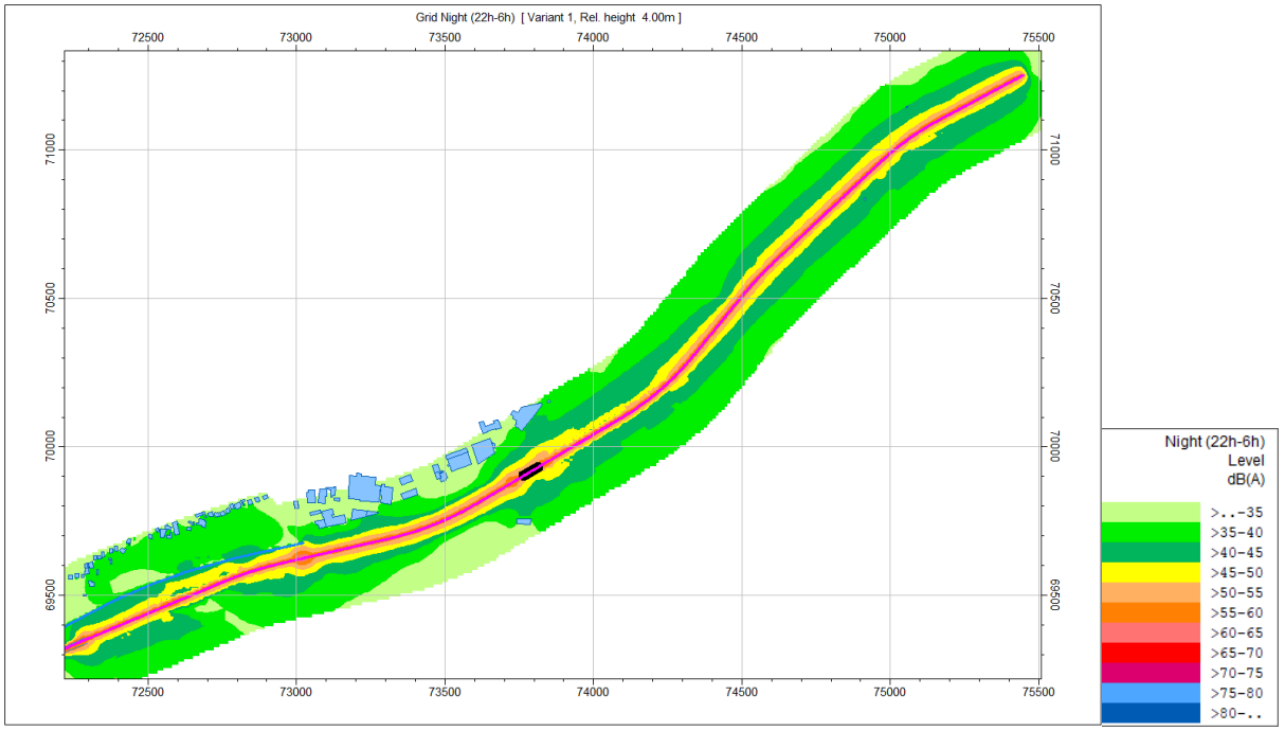


Fig. 177 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2025).

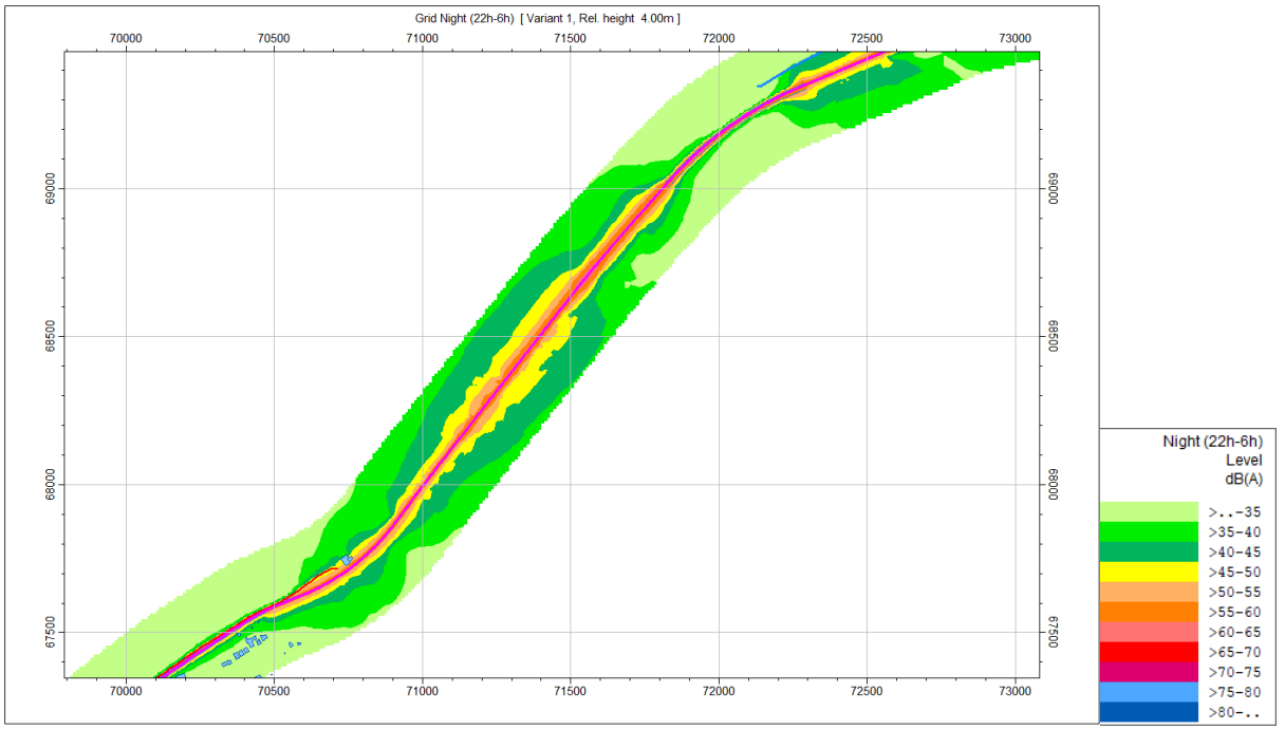


Fig. 178 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2025).

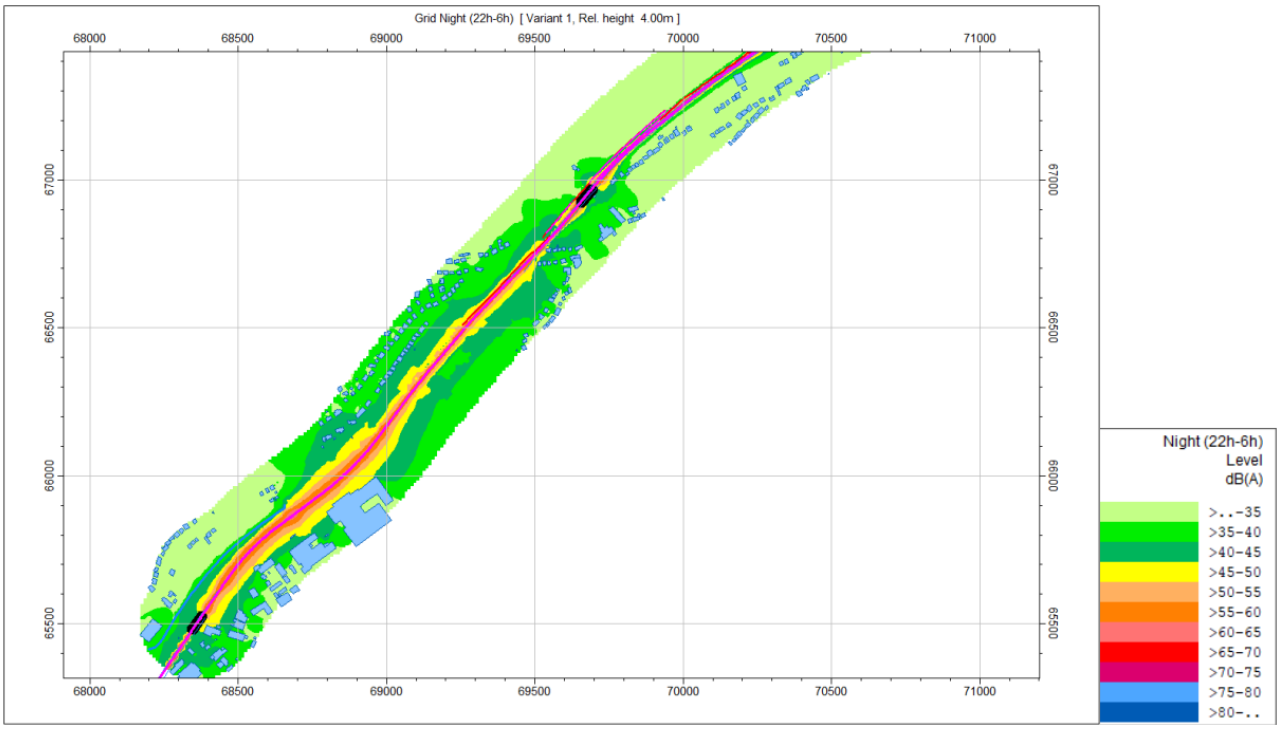


Fig. 179 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2025).

D2S indique donc que l'exploitation du tramway n'engendrera pas d'incidence sonore notable d'autant plus que sa contribution, comparée à celle du bruit ambiant, est bien moins importante. En effet, les valeurs comparées entre l'état des lieux sonore et les résultats des modélisations fait état de différence bien supérieures à 10 dB. Pour exemple, le point modélisé n°306 à Foetz (correspondant au bâtiment de la société Mondo Luxembourg)

affiche un niveau de bruit de 52,1 dB(A) en journée et 46,9 dB(A) de nuit alors que les niveaux moyens de l'état des lieux affichent respectivement 76,6 et 72,3 dB(A) soit +24,5 et + 25,4 dB(A).

Or, dans ces conditions, l'effet de masque se produit et le niveau sonore total, résultant de l'addition des 2 sons, est égal au niveau sonore engendré par la source la plus bruyante.

L'étude se poursuit sur la phase chantier avec l'analyse des trois principales phases de ce dernier et de leurs différentes étapes de construction au travers des scénarii décrits (cf. 7.2.1).

Chaque scénario a été modélisé avec le logiciel IMMI afin de simuler ses incidences sonores.

Les dépassements observés ont souvent pour origine la faible distance entre le chantier et les façades, ce qui ne peut être modifié, mais également l'utilisation d'engins ou d'équipements très bruyants notamment le brise-roche.

La principale mesure de mitigation proposée porte sur le remplacement du brise-roche par une fraise de petite taille. Cependant, des dépassements ponctuels subsistent. D2S évoque la possibilité de recourir à la mise en place d'écrans ou palissades antibruit bien que leur efficacité soit limitée.

Le bureau spécialisé explique également qu'une certaine surestimation a été faite lors de la modélisation, cette dernière se plaçant dans le cas le plus défavorable c'est-à-dire en considérant que toutes les sources de bruit contribuent simultanément à l'impact sonore.

S'agissant d'un chantier linéaire, il est également attendu que l'incidence sonore soit de durée limitée.

Finalement, les niveaux de bruit calculés en phase chantier font état d'un impact acoustique du tramway qui peut être jugé comme acceptable si les mesures de mitigation prescrites sont appliquées. Les quelques dépassements subsistants sont en partie issus d'une surestimation (simultanéité des sources sonores) et resteront sporadiques et ponctuels.

Considérant la phase d'exploitation, l'incidence sonore du tramway ne nécessite pas que de nouvelles mesures de mitigation (autres que la réalisation des écrans antibruit considérés dans l'étude) ne soient réalisées.

De plus, le tramway ne circule pas entre 01h00 et 04h00 du matin, empêchant toute gène durant cette période.

Il est entendu que LUXTRAM s'engage à respecter les données de base de l'étude sans quoi celle-ci n'est plus d'application.

Sur cette base, l'impact acoustique peut donc être considéré comme acceptable.

La pollution de l'air

La phase chantier du projet d'aménagement du tronçon Tram rapide 1 sera génératrice de polluants atmosphériques, essentiellement de poussières et de dioxyde de carbone, issus de l'activité des engins.

En effet, les poussières seront principalement générées par le déplacement des engins de chantier et à un degré moindre par les terrassements relatifs à l'aménagement des sous-stations de transformation, à la pose des fondations des mâts de la LAC, à l'aménagement des espaces verts, etc.

Le dioxyde de carbone sera produit par tous les engins et matériels thermiques utilisés sur le chantier.

Les entreprises pourront prendre les précautions relatives à cette problématique, généralement appliquées sur les chantiers, à savoir le respect des normes antipollution des engins, le respect des règles de stockage des produits dangereux, la mise en place éventuelle de rotoluves, l'interdiction de laisser les moteurs tourner à l'arrêt ou de brûler des déchets, etc.).

Comme cela a été exposé au paragraphe 7.2.1, la pollution atmosphérique du périmètre d'étude est causée en premier lieu par le trafic routier et peut générer des dépassements des valeurs limites des moyennes annuelles des immissions de NO_2. Or, grâce à la réalisation du projet, on s'attend à une incidence sur le nombre de véhicules et donc à un effet positif indirect sur la qualité de l'air.

Grâce à son électrification, le trafic ferroviaire n'engendre que peu d'émissions atmosphériques (AEV 2011).

Seule l'abrasion des roues et des freins peut avoir un impact sur la pollution de l'air. En ce qui concerne l'abrasion des roues, seules les courbes à forte usure sont concernées (ici uniquement le virage au droit de la liaison vers le CRM), tandis que les effets d'une éventuelle abrasion des freins ne seraient à prévoir qu'au niveau des arrêts (Leudelange, Pontpierre et Foetz).

Grâce aux dispositions techniques prévues ainsi qu'aux intervalles de maintenance prévus, les impacts potentiels sur le bien à protéger ne sont pas considérés comme importants.

Les installations classées

Le projet de la ligne Tram rapide 1 est entouré de quelques établissements dits « classés » par leur activité et installations dangereuses à la fois pour les personnes et l'environnement.

Au vu des caractéristiques du projet et notamment de son linéaire, il ne sera pris en considération que les établissements de classe 1 situés à proximité du tracé du projet. Il est considéré que les autres sont trop éloignés, soit portent sur une activité dont la dangerosité est moindre pour avoir un impact négatif sur le projet (cf. 7.2.1).

Dans la mesure où l'incendie et l'explosion constituent des événements accidentels, la probabilité que cela se révèle est très faible. En effet, s'agissant d'installations classées autorisées par l'Administration de l'Environnement et l'inspection du Travail et des Mines, nous pouvons supposer que des contrôles réglementaires des équipements sont réalisés pour vérifier leur bon fonctionnement.

En cas de situations d'urgence, des mesures techniques et organisationnelles doivent être établies selon l'autorisation Commodo/Incommodo et validées par le CGDIS de la commune.

Les impacts liés aux situations accidentelles telles que l'incendie ou l'explosion ne devraient donc pas être significatifs. En effet, les sites ne sont pas considérés comme Seveso ce qui limite le champ d'impact de l'explosion.

Inversement, l'impact du tramway sur ces établissements est considéré comme faible étant donné qu'un risque d'incendie du matériel roulant ou durant les travaux est considéré comme faible.

Les deux installations IED situées à proximité du corridor multimodal sont spécialisées dans la valorisation des déchets, par co-incinération pour l'une et par compostage et production de biogaz pour l'autre.

En situation de fonctionnement normal, ces implantations n'ont pas d'effet significatif sur le projet. Tout au plus peut-on considérer qu'ils sont susceptibles d'émettre des odeurs désagréables pour les usagers du tramway mais encore plus pour ceux du *Veloexpresswee*.

Les risques principaux liées à ces activités sont l'incendie et, dans le cas de la production de biogaz, l'explosion.

Toutefois, ces sites sont localisés à des distances respectables du projet pour ne pas avoir d'incidence direct sur ce dernier en cas d'incident. Le premier est distant d'environ 640 m et le second 700 m. il est de ce fait peu probable qu'ils puissent avoir une incidence négative en cas de fonctionnement anormal.

Enfin, un site Seveso est répertorié à proximité du projet. Il s'agit des installations de la société Chemolux (Mcbride) implantée rue de l'industrie à Foetz, à environ 200 m du projet.

Sollicitée à propos de cet aspect, l'Inspection du Travail et des Mines (ITM) confirme que le tracé du tram ne transite pas au sein des rayons thermiques de l'établissement. Ces derniers, qui ne sont pas disponibles en ligne, sont représentés à la Fig. 180.



Fig. 180 : Représentation des rayons thermiques du site Chemolux de Foetz, classé Seveso (ITM, 2024).

Néanmoins, l'ITM précise que la méthodologie utilisée pour définir ces distances de sécurité est actuellement en révision. De nouveaux rayons thermiques vont donc être prochainement calculés, sur la base d'un Règlement Grand-Ducal.

Pour l'heure, ce calcul n'est pas encore disponible et les rayons thermiques fournis dans ce paragraphe restent valables.

Ainsi, à partir de l'ensemble de ces données, nous pouvons considérer qu'en situation normale de fonctionnement, les activités des installations classées n'auront pas d'influence négative sur le projet tram rapide 1 et que celui-ci n'en aura pas non plus sur ces sites.

Les vibrations

En ce qui concerne les éventuelles vibrations liées au projet, les installations sensibles à proximité de la zone d'étude et qui nécessitent une attention particulière sont des crèches (rue des Maraîchers et Val des Bons Malades) et deux parcs publics (Central Park et Petit Parc de Grèce) à moins de 500 mètres du tracé de la future liaison de tramway.

Les zones d'habitation qui seront localisées le long de la ligne de tramway sont également des secteurs sur lesquels cette problématique doit être traitée avec soin, notamment durant la phase chantier.

L'installation projetée sera émettrice de vibrations en phase chantier comme en phase exploitation. Pour cela, une étude a été menée par la société D2S International en mars 2025 pour évaluer ces deux phases (annexe 09 du rapport EIE du tracé initial).

Cette étude se base sur la réglementation allemande :

- La norme DIN 4150-2 concernant les effets des vibrations sur les personnes dans les bâtiments,
- La norme DIN 4150-3 concernant les effets des vibrations sur des structures,
- La norme VDI 2719 concernant le bruit solidien.

Les méthodes et résultats de ces études, sont d'abord présentés pour la phase d'exploitation et dans un second temps pour la phase chantier.

PHASE D'EXPLOITATION :

Grâce à la réalisation d'un état des lieux vibratoire, il est possible de se rendre compte de l'importance de l'autoroute A4 dans l'environnement vibratoire. Il s'agit bien d'un effet de fond que vient renforcer le trafic local propre à chaque section de mesures.

Pour la totalité des sections de mesures, les niveaux vibratoires mesurés restent nettement inférieurs à la valeur de 85 dB. Il est donc fort probable qu'ils n'atteignent jamais le seuil de perception fixé à 100 dB.

Ce diagnostic de la situation vibratoire actuelle démontre que l'incidence des vibrations à l'heure actuelle, sur les personnes comme sur les bâtiments, peut être considérée comme nulle.

L'analyse de la société D2S a concerné dans un premier temps une analyse des incidences du projet sur les bâtiments et les structures, en application de la norme DIN 4150-3.

Cependant, D2S explique que le passage d'un tram ne génère pas de vibrations susceptibles de dépasser les valeurs seuils définies dans cette norme. De plus, celles-ci étant bien moins restrictives que celles de la norme DIN 4150-2 relatif à l'impact sur les personnes, l'évaluation n'a pas été poursuivie.

L'étude des incidences vibratoires en phase d'exploitation porte donc principalement sur les effets envers les personnes présentes dans les bâtiments situés à proximité du projet.

Pour cela deux types de calcul sont effectués : le calcul du niveau vibratoire maximal dans les bâtiments ainsi que le calcul du niveau de bruit solidien maximal dans les bâtiments.

La représentation visuelle des résultats, par la mise en place d'une zone tampon, permet de bien localiser les bâtiments qui subissent un effet négatif.

Dans le cadre du projet de tram rapide 1, la station-service de Pontpierre ainsi que 2 habitations de la rue d'Esch sont concernées.

Face à ces dépassements, D2S propose de recourir à des systèmes de pose de voie antivibratoires de niveau « -8 dB » sur les secteurs problématiques ce qui permet d'éviter les dépassements (entre les PK 6275 et 6360 ainsi qu'entre les PK 7530 et 7600 et entre les PK 7860 et 7975).

A noter qu'aucun tronçon contenant un appareil de voie ne présente de dépassement.

Sur la base des éléments de l'étude D2S, il est possible de conclure que l'exploitation du projet n'aura pas d'incidence négative, en termes de vibrations, sur son environnement, à condition de réaliser les mesures de mitigation prescrites par D2S.

PHASE CHANTIER :

La prise en compte des principales phases du chantier au travers des différents scénarii établis a permis de considérer les différentes incidences pouvant amener du futur chantier.

Les résultats obtenus font état de plusieurs dépassements sur des endroits bien définis où les bâtiments sont localisés à une distance réduite du chantier. A ces endroits, des activités spécifiques à certains travaux (utilisation d'un brise-roche pour le terrassement, forage des micropieux) génèrent des incidences négatives sur le confort des personnes et même, dans un cas, sur le bâtiment lui-même (scénario 1.1.2).

Afin d'éviter tout dépassement des valeurs seuils au moment du chantier, des mesures de mitigation sont proposées par D2S.

Elles consistent principalement en une interdiction d'utiliser un brise-roche au droit des bâtiments les plus impactés, dans une zone d'exclusion définie. Cette dernière atteint 15 m autour de la station-service de Pontpierre (Fig. 181) et 25 m au niveau de la rue de l'Europe (Fig. 182) et de la rue d'Esch (Fig. 183).

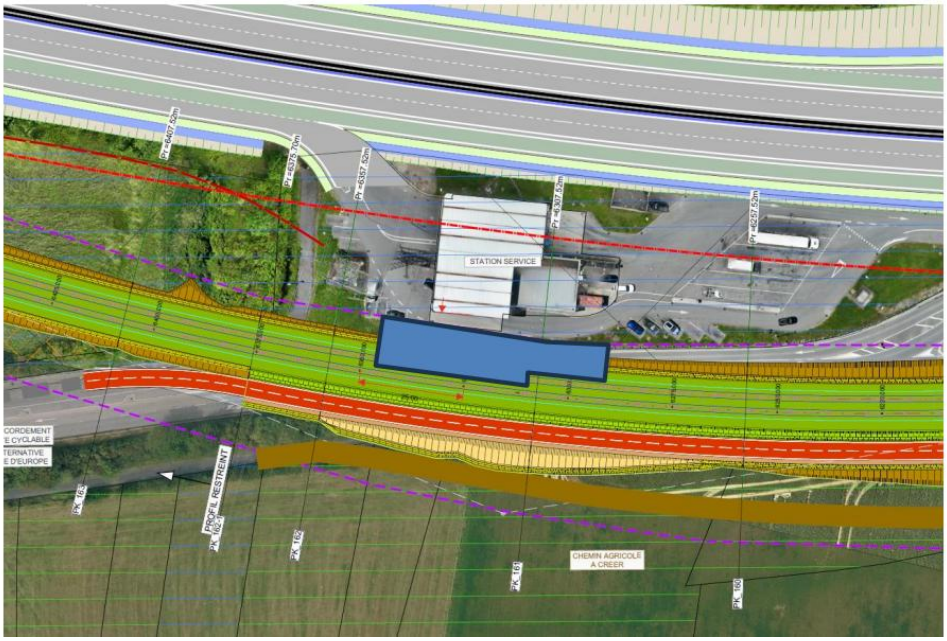


Fig. 181 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) à la station-service de Pontpierre (D2S, 2025).



Fig. 182 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) dans la rue de l'Europe à Pontpierre (D2S, 2025).

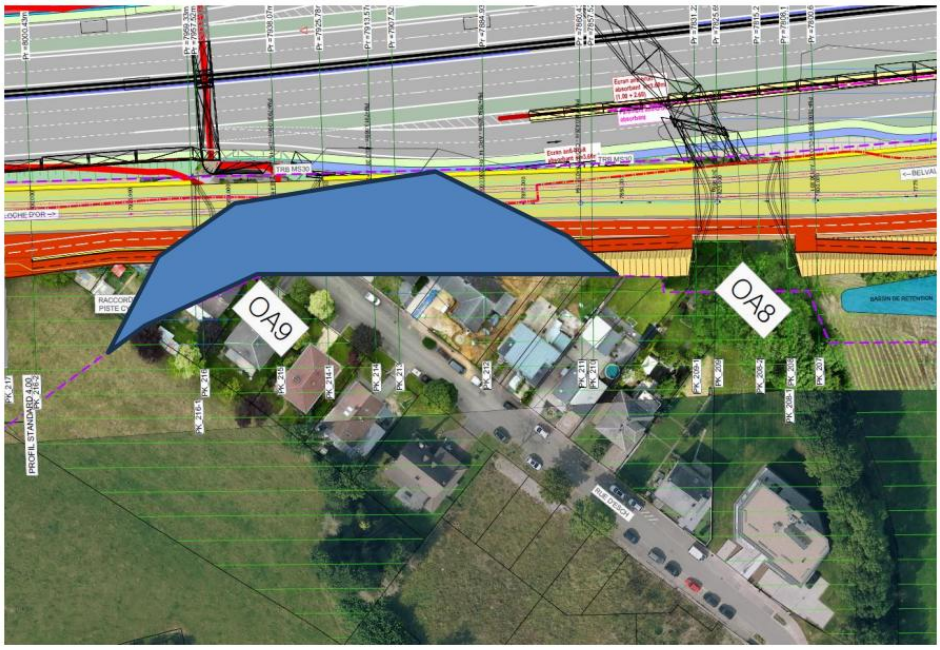


Fig. 183 : Représentation de la zone d'interdiction du brise-roche (en bleu) dans la rue d'Esch à Pontpierre (D2S, 2025).

Sur la base des éléments de l'étude D2S, il est possible de conclure que le chantier du projet n'aura pas d'incidence négative, en termes de vibrations, sur son environnement, à condition de réaliser les mesures de mitigation prescrites par D2S.

Les champs électromagnétiques

En ce qui concerne les champs électromagnétiques, évaluer leurs effets sur le bien protégé « Population et santé humaine » nécessitent, dans un premier temps, de lister toutes les sources présentes.

Dans le cas de l'aménagement du tronçon Tram rapide 1, il a été décrit au paragraphe 7.2.1 que la pollution existante est déjà fortement présente.

Comme les champs générés artificiellement par des applications techniques sont omniprésents aujourd'hui dans presque toutes les zones urbanisées, on peut supposer qu'une pollution de base plus ou moins forte due aux champs électriques et électromagnétiques sera présente au droit du projet d'aménagement du tronçon tram rapide 1.

Afin d'éviter les effets sur l'environnement, les règles générales de sécurité pour l'installation de systèmes de radiocommunication mobile doivent être respectées dans le cas de nouvelles installations. Comme l'installation d'antennes radio mobiles (à partir d'une puissance maximale > 100 W) est soumise à approbation et relève également de la responsabilité des opérateurs d'antennes respectifs, aucune pertinence n'en découle pour l'EIE.

Concernant les effets électromagnétiques du tramway, les mesures réalisées par l'entreprise Socotec sur les infrastructures existantes de LUXTRAM sont applicables au tram rapide et les conclusions de cette étude (cf. annexe 11 du rapport EIE du tracé initial) doivent donc être prises en compte à savoir :

- Aucun dépassement n'a été enregistré que ce soit selon les recommandations relatives aux travailleurs à risques particuliers, au public ou à la compatibilité infrastructure,
- Toutefois, certaines situations telles que le non-respect des distances de séparation minimales par rapport aux équipements et/ou installations électriques pour lesquelles les mesures ont été réalisées ou encore, une augmentation des conditions de charges des équipements, pourraient présenter un risque d'interférence avec des dispositifs médicaux.

En conclusion, les installations du tramway n'ont aucun effet significatif sur les personnes, sur les appareils et les installations si les dispositions décrites et mesurées dans le cadre de l'étude Socotec sont appliquées et respectées sur le tronçon Tram rapide 1.

De plus, le fabricant CAF indique que le type de véhicule choisi est conforme aux exigences de la directive européenne 2004/108/CE23 (CAF 2015). En outre, la série de normes EN50121 relative aux exigences de compatibilité électromagnétique dans le domaine ferroviaire et la recommandation du Conseil européen 1999/519/CE24 ainsi que la directive européenne 2013/35/UE25 sont également prises en compte.

Les munitions explosives

La possibilité que des munitions explosives ou des restes de munitions explosives non encore découverts soient trouvés pendant des travaux de construction constitue un risque potentiel pour la vie et l'intégrité physique des personnes qui effectuent les travaux en raison du risque d'explosion. C'est pourquoi cet aspect doit être pris en compte dans le cadre des évaluations des incidences sur l'environnement.

Afin de clarifier les effets possibles des résidus de munitions explosives sur le tronçon Tram rapide 1, les responsables du Service de Déminage de l'Armée Luxembourgeoise (SEDAL) ont été sollicités. Leur retour par courriel en date du 04 juillet 2023 et disponible en annexe 10 du rapport EIE du tracé initial, précise qu'ils ne possèdent à l'heure actuelle aucune information sur la possibilité ou non de trouver des restants de munitions de guerre sur le tracé. Cependant, il convient de rester prudent car il n'est pas exclu de pouvoir mettre au jour des munitions ou autres (fouilles, caches, etc.).

En effet, le tracé se situe le long d'un axe routier majeur en 2025 mais qui n'existait pas lors du dernier conflit mondial. De plus, aucune installation stratégique qui aurait pu être bombardée n'est située à proximité. Enfin, aucun affrontement majeur n'a eu lieu sur le tracé du projet ou dans ses environs.

Ainsi, au vu des éléments récoltés, la probabilité de découvrir des munitions non explosées au cours de la phase chantier du projet est extrêmement faible et tout danger pour les travailleurs, résidents, visiteurs ou le voisinage peut être exclu. Des mesures supplémentaires ne sont donc pas nécessaires.

Les déchets

Les quantités de déchets produits sont difficilement évaluables mais s'agissant d'une opération ne comportant pas de démolition, ni de réhabilitation ou rénovation, secteurs qui génèrent le plus de déchets, on peut s'attendre à de faibles quantités de déchets produites.

Le projet d'aménagement du tronçon Tram rapide 1 ne comportant également aucune construction de bâtiment en dehors des Sous-Stations de Traction (SST), il est attendu que la production de déchets de chantier soit plus faible que celle de chantiers classiques au prorata de la surface.

La phase d'exploitation sera également génératrice de déchets de différentes sortes, principalement de type ménager aux arrêts de tram.

Il est prévu que les déchets aux arrêts de tram soient récoltés 1 fois par jour. Chaque station comportera 3 poubelles par quai soit 6 poubelles au total. D'une capacité de 140 litres chacune, ces poubelles vont donc permettre le ramassage de 840 litres de déchets par station et par jour.

Le tri sélectif est difficilement applicable sur la voie publique et n'est pour le moment pas envisagé par LUXTRAM.

Un panel de substances, dont certaines pouvant être classées nocives et/ou dangereuses, sera utilisé lors des opérations de maintenance et d'entretien : les contenants et emballages seront collectés et dirigés vers la filière de traitement appropriée.

La nature des déchets produits et les faibles volumes attendus lors des phases chantier et phase d'exploitation ne demandent pas de mesures complémentaires sur cette problématique.

La fonction récréative

Comme cela a été exposé au paragraphe 7.2.1, le périmètre du corridor multimodal projeté est implanté à proximité de nombreuses activités de loisirs et de détente.

La construction du tronçon Tram rapide 1 n'aura pas d'impact négatif sur les commerces des zones urbaines comme des difficultés d'accès à ces derniers du fait des travaux. En effet, le tracé n'évolue pas en centre-ville mais en périphérie des zones urbaines.

Une fois la mise en service réalisée, les commerces et centres de loisirs devraient profiter d'une hausse de fréquentation du fait de l'amélioration des transports entre les différentes communes reliées par le projet.

En zone extra-urbaine, la phase chantier du projet pourra présenter une incidence négative passagère sur les pistes cyclables situées à proximité jusqu'à la réalisation des différentes connexions permettant de renforcer le maillage du réseau national.

Les circuits de randonnée et centres de loisirs et de détente comme celui de Kockelscheuer sont situés à distance des travaux et ne devraient pas être perturbés par ces derniers. En phase d'exploitation du corridor multimodal, ces équipements et établissements devraient également connaitre une hausse de fréquentation.

Au final, les incidences du projet de tronçon Tram rapide 1 sur cet aspect du bien protégé peuvent être qualifiées de positives.

Tracé optimisé

Logement et commerce

Les adaptations apportées au projet de Tram Rapide 1 ne remettent nullement en cause les bénéfices fondamentaux qui justifient sa mise en œuvre. Le projet conserve en effet ses principaux atouts, au premier rang desquels figure la création d'une liaison performante, rapide et respectueuse de l'environnement entre les deux principales agglomérations du pays. Cette infrastructure de transport constitue un levier majeur pour encourager une mobilité durable et réduire la dépendance à la voiture individuelle.

Par ailleurs, le projet continue de générer des retombées positives sur les territoires desservis. L'amélioration de l'accessibilité des villes concernées contribue à renforcer leur attractivité résidentielle, favorisant ainsi le dynamisme du marché immobilier. Cette meilleure connexion constitue également un facteur de développement économique, en facilitant les déplacements des travailleurs, des consommateurs et des visiteurs, tout en stimulant les investissements et l'implantation d'activités.

Le projet offre également à la population une plus grande liberté dans le choix de son lieu de résidence. Grâce à une desserte efficace en transport public, les habitants peuvent privilégier un cadre de vie correspondant davantage à leurs attentes, qu'il s'agisse d'un environnement urbain ou rural, sans que ce choix n'ait d'impact significatif sur leurs opportunités professionnelles ou leurs conditions de déplacement quotidiennes. En outre, le Tram Rapide 1 participe au désenclavement de certaines zones rurales en les intégrant plus étroitement aux pôles urbains et économiques.

Le tracé optimisé du projet permet cependant d'améliorer plusieurs aspects identifiés comme des points de vigilance dans la conception initiale. Elle répond notamment aux enjeux liés à l'éloignement parfois excessif entre certaines stations et les zones commerciales ou les services de proximité. Elle vise également à améliorer l'accessibilité des stations pour l'ensemble des usagers et à réduire certaines incidences négatives potentielles sur le cadre de vie des riverains, telles que les nuisances sonores, les vibrations ou encore la consommation de foncier privé.

Ainsi, le tracé optimisé préserve l'ensemble des bénéfices structurants du projet tout en atténuant plusieurs de ses effets indésirables. Les impacts positifs sur le déterminant Logement et Commerce s'en trouvent renforcés, tandis que les contraintes identifiées dans la version initiale sont significativement réduites. Cette évolution contribue à améliorer l'équilibre global du projet et à accroître son acceptabilité pour les populations concernées.

L'exposition au bruit

Cette problématique majeure liée au projet a fait l'objet d'une réévaluation visant à estimer les changements opérés sur les niveaux de bruit par le tracé optimisé.

Cette mise à jour de l'étude acoustique débute par le constat que l'environnement sonore du projet ne varie pas avec la nouvelle variante. La proximité avec l'autoroute A4 étant conservée, les conditions acoustiques initiales restent inchangées.

L'étude des incidences sonores de la phase chantier aboutit à la conclusion que plusieurs secteurs, qui subissaient des nuisances sonores avec le tracé initial, ne présentent plus aucun dépassement avec le tracé optimisé. C'est notamment le cas des habitations de la rue d'Europe à Pontpierre.

Les quelques dépassements qui subsistent encore le long du tracé sont dus à la faible distance entre le chantier et certains bâtiments et ont lieu principalement durant la phase d'utilisation du brise-roche ou durant la construction des ouvrages d'art.

Dans le premier cas, le remplacement du brise-roche par une fraise permet de supprimer les nuisances. Dans le second cas, l'impact porte uniquement sur des bâtiments commerciaux au travers, principalement, de dépassements des valeurs maximales autorisées et n'affecte que légèrement la période de référence (7h-22h ; prise en compte d'un niveau équivalent sur la période). Aucune mesure de mitigation n'est donc nécessaire.

Les incidences sonores de la phase chantier ont été grandement réduites par l'application du tracé optimisé qui permet notamment de préserver les secteurs résidentiels.

Durant la phase d'exploitation, les résultats obtenus sont sans appel puisqu'un seul dépassement est observé et qu'il affecte un bâtiment qui est promis à la démolition.

Les cartes de bruit produites par D2S affichent les niveaux de bruit maximaux au droit des habitations en phase d'exploitation (Fig. 184 à Fig. 189).

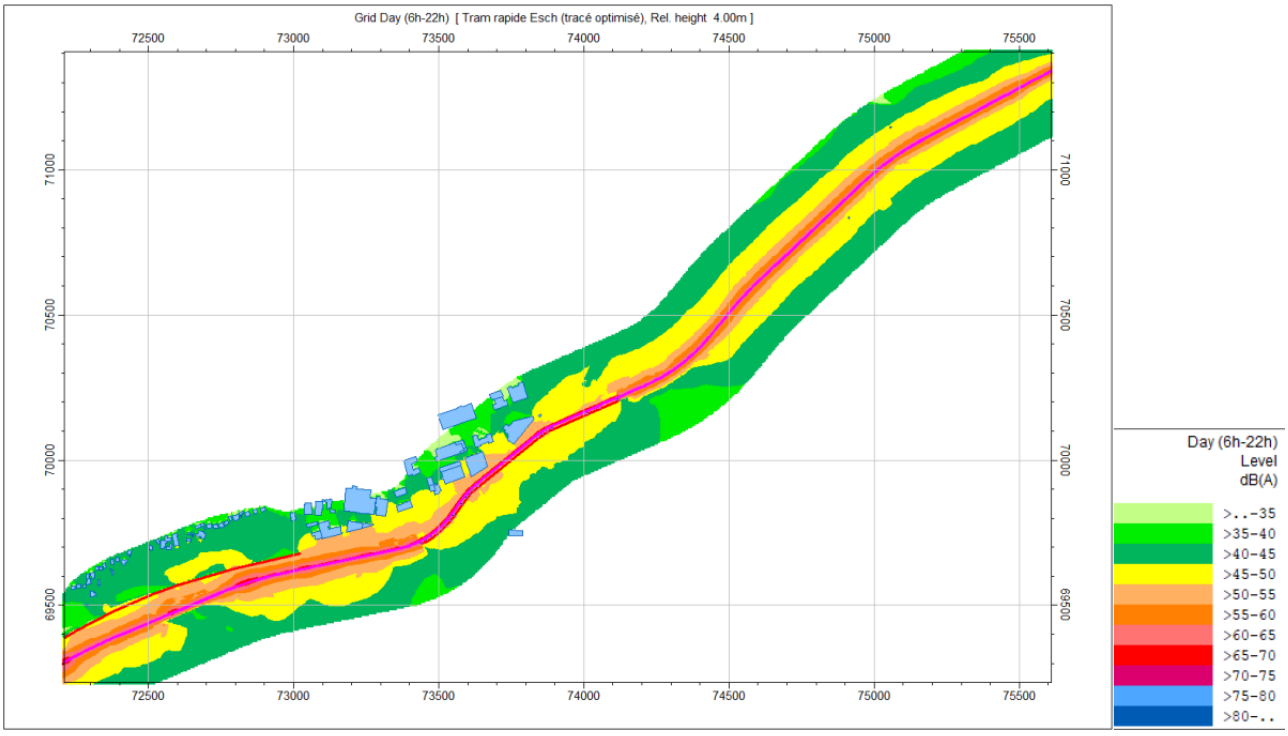


Fig. 184 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2026).

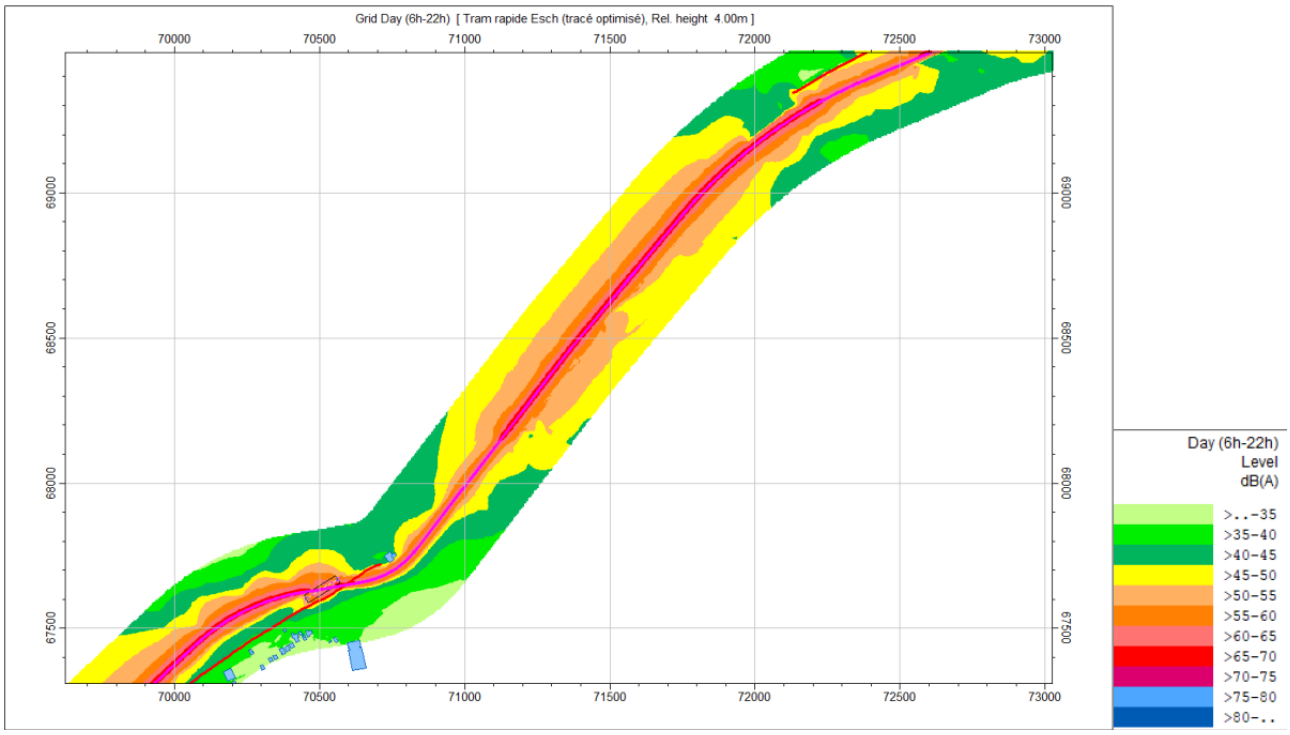


Fig. 185 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2026).

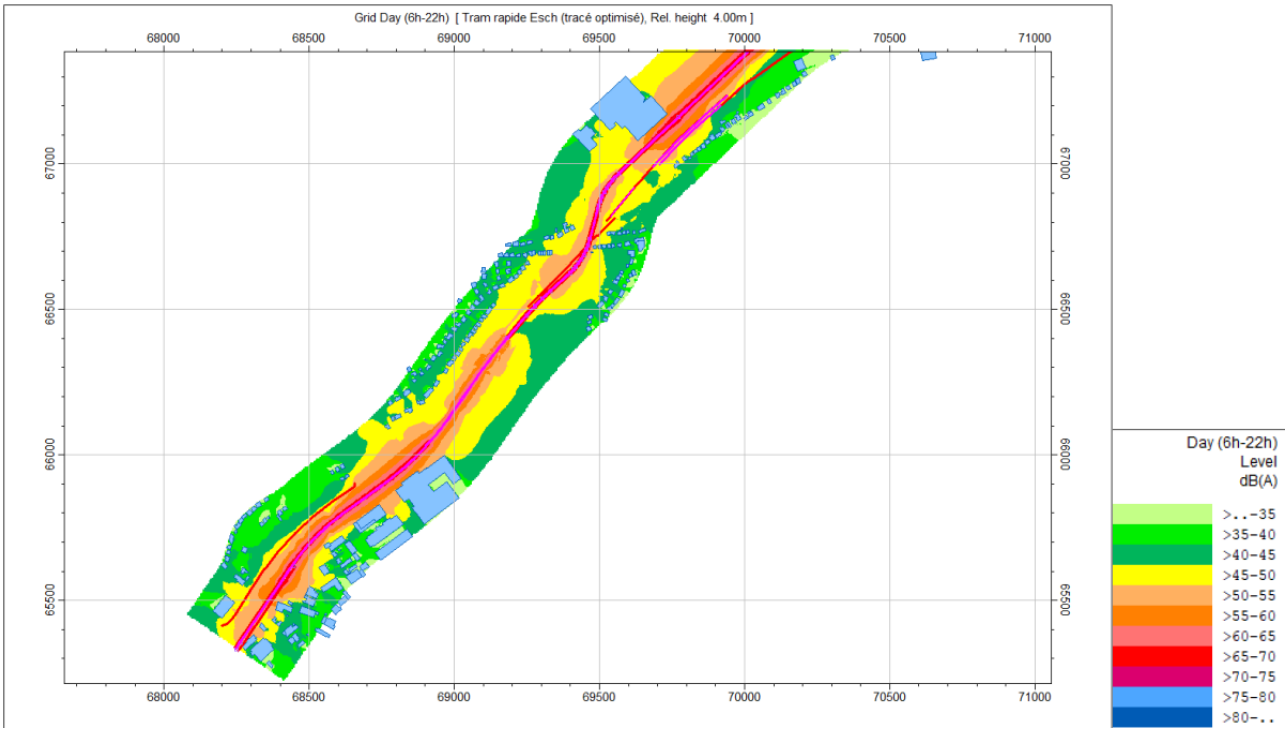


Fig. 186 : Carte de bruit de la période jour en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2026).

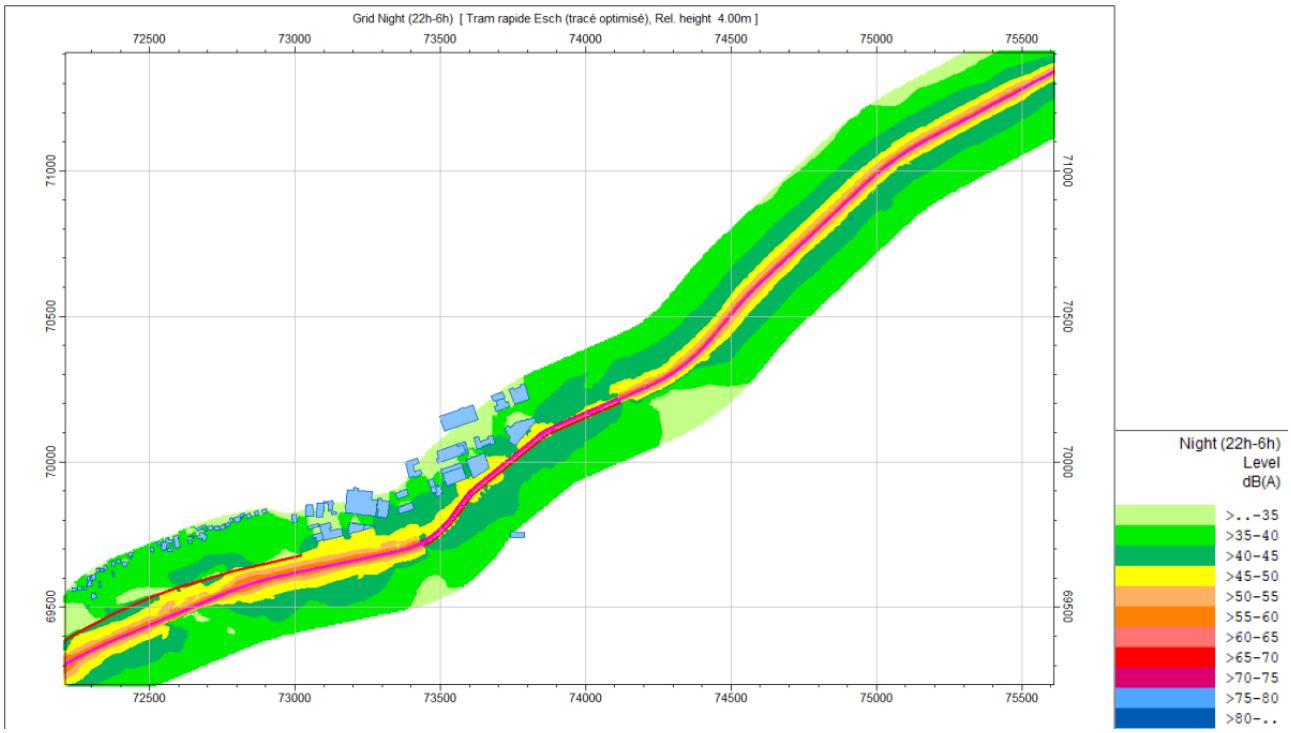


Fig. 187 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Leudelange (D2S, 2026).

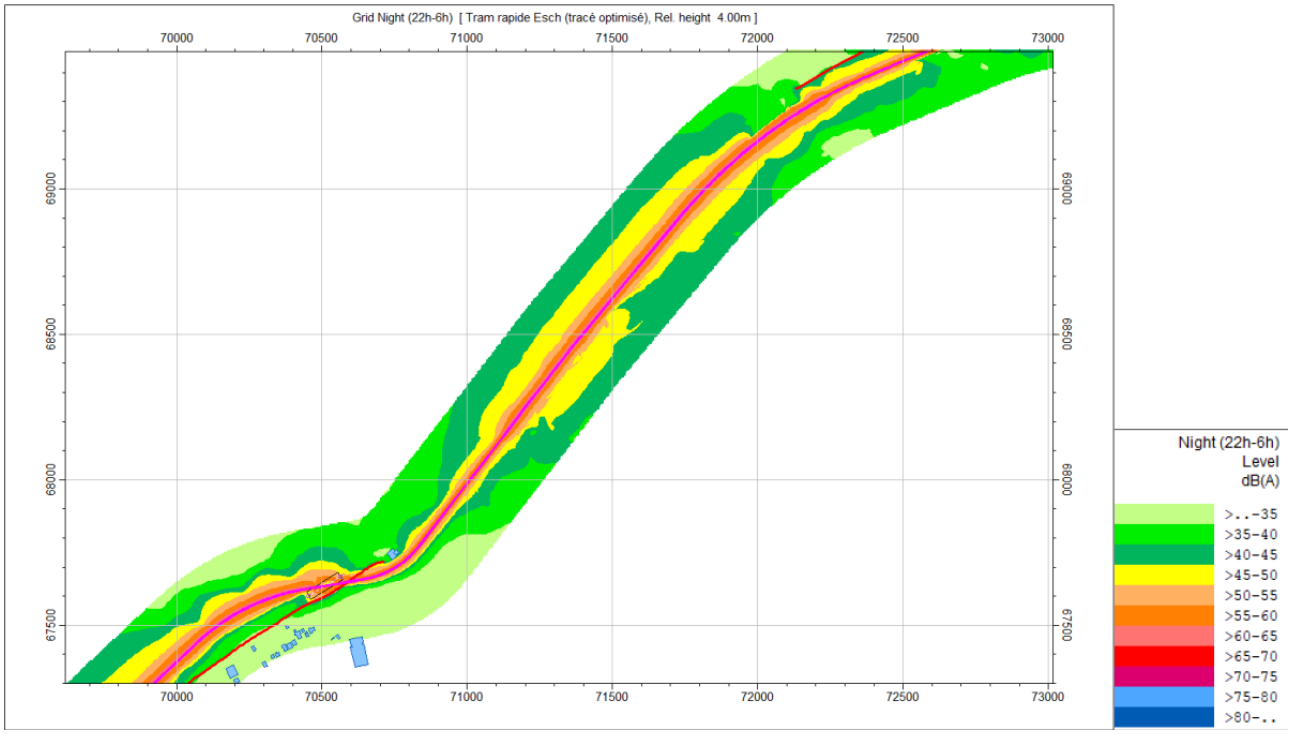


Fig. 188 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Pontpierre (D2S, 2026).

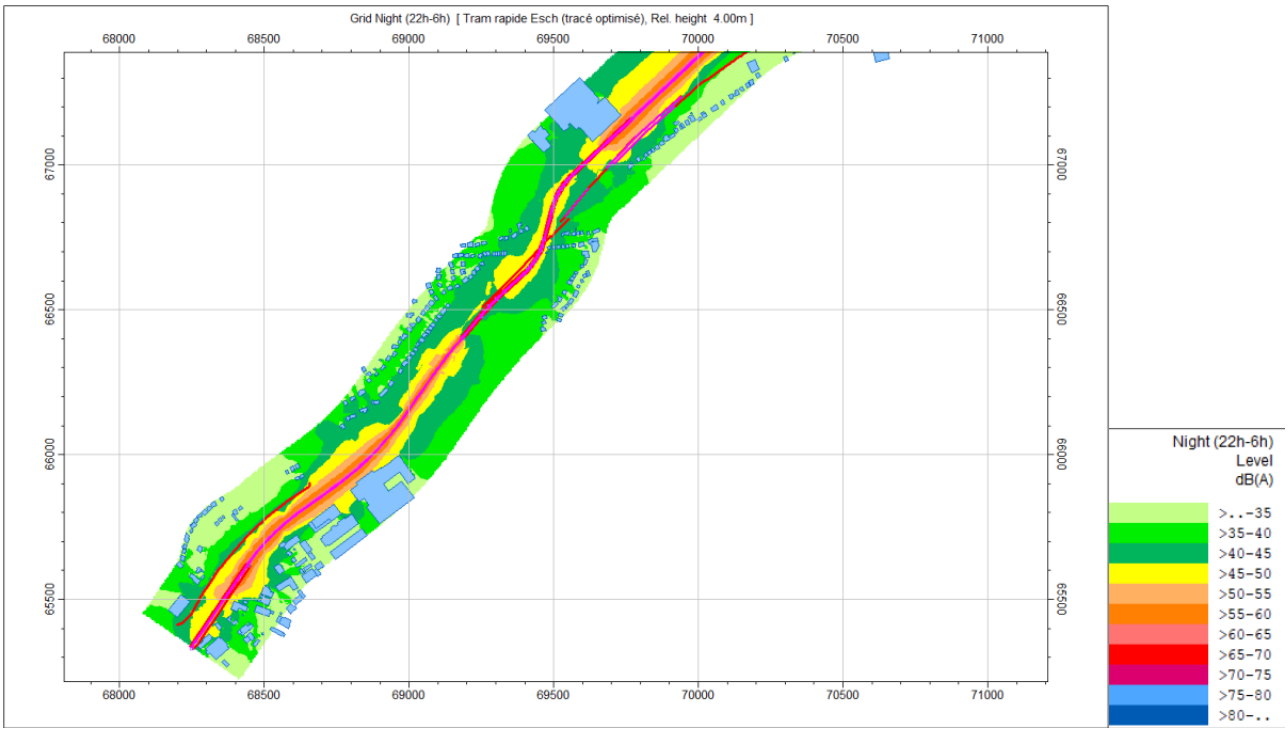


Fig. 189 : Carte de bruit de la période nuit en phase d'exploitation au droit de Foetz (D2S, 2026).

Le constat initial de la société D2S, à savoir que l'exploitation du tramway n'engendrera pas d'incidence sonore notable d'autant plus que sa contribution, comparée à celle du bruit ambiant, est bien moins importante, reste valable avec le tracé optimisé.

Sur la base des résultats obtenus par la réévaluation des incidences sonores du projet, l'impact observé peut être qualifié comme atténué par le tracé optimisé. Les quelques dépassements mis en évidence peuvent être supprimés par l'adoption de mesures de mitigation simples ou sont jugés tolérables car affectant des bâtiments commerciaux.

Le projet est donc acceptable du point de vue de la problématique du bruit.

Les vibrations

A l'instar de la problématique du bruit, celle des vibrations a fait l'objet d'une réévaluation par la société D2S.

L'état des lieux vibratoire permet de se rendre compte de l'importance de l'autoroute A4 dans l'environnement vibratoire. Il s'agit bien d'un effet de fond que vient renforcer le trafic local propre à chaque section de mesures. Cependant, les niveaux vibratoires mesurés restent nettement inférieurs à la valeur de 85 dB. Il est donc fort probable qu'ils n'atteignent jamais le seuil de perception fixé à 100 dB.

En phase d'exploitation, aucun non-respect de la distance minimale n'est observé et un seul point est en limite (au droit de la station-service de Pontpierre). L'exploitation du projet n'a donc plus aucun impact vibratoire et ne nécessite pas de mesures de mitigation tels que les systèmes de pose de voie antivibratoires.

La prise en compte des principales phases du chantier au travers des différents scénarii établis a permis de considérer les différentes incidences pouvant émaner du futur chantier.

Les résultats obtenus font état d'une potentielle situation pouvant mener à de légers dépassements. Elle concerne la première phase des travaux (terrassements) et porte sur l'utilisation d'un brise-roche à proximité de la station-service de Pontpierre.

La mesure de mitigation adéquate, proposée par D2S, consiste alors à employer une fraise à la place du brise-roche. L'application de cette mesure permet d'éviter tout risque de dépassement au droit de ce secteur.

Après l'évaluation acoustique, il est démontré que le tracé optimisé du projet de tram rapide 1 permet de réduire les nuisances vibratoires générées et, qu'à l'aide de mesures de mitigation simples, elles peuvent même être totalement supprimées.

De ce fait, il est possible de conclure que le chantier du projet n'aura pas d'incidence négative, en termes de vibrations, sur son environnement.

7.2.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs à la population et la santé humaine, aucun des effets potentiels décrits ci-dessus dans la zone du projet n'est jugé comme significatif, à condition que les mesures d'atténuation proposées soient prises en compte et mises en œuvre dans les règles de l'art.

Une évaluation sommaire des effets possibles sur le bien protégé est présentée sous forme de tableau dans les Tracé initial

Tab. 33 (version initiale) et Tab. 34 (tracé optimisé) ci-dessous.

Ces tableaux résument les résultats de l'évaluation précédente sous une forme abrégée. Seuls les impacts liés aux critères pertinents sont énumérés. Les éventuels effets sont présentés en fonction des différentes phases ci-dessous :

- Effets pendant la phase chantier,
- Effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts du projet est suivie le cas échéant de recommandations sur les mesures d'évitement et de réduction.

Tracé initial

Tab. 33 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la population et la santé humaine.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Logement et commerce	Neutre Au droit des zones urbaines Temporaire	Les perturbations liées au chantier (difficultés d'accès aux commerces / rues bloquées) seront rares et localisées.	L'exploitant mettra en place une signalisation de chantier adaptée.
Trafic (mobilité) : • Perturbation de la circulation routière due aux travaux et aux installations de chantier.	Négatif Au droit de certains ouvrages du projet Temporaire	Le trafic sera temporairement perturbé durant les travaux au droit de certains ouvrages permettant de croiser des axes de circulation secondaires ou pistes cyclables. La fluidité sera affectée sur ces axes mais également sur les axes voisins.	Limiter autant que possible l'incidence sur les voies de circulation et, si nécessaire, conserver des couloirs de déplacements piétons et cycles adaptés. Signalisations de chantier et d'itinéraires alternatifs (déviations) appropriées.
Impact du trafic : • Le risque de collision.	Négatif - neutre Localisé Temporaire	Les risques de collision avec d'autres usagers de la route ne peuvent pas être totalement exclus. La probabilité est cependant plus faible que pour un chantier de tramway urbain.	Sécurisation des zones de chantier par des clôtures et une signalisation adaptée.
La pollution sonore : • Travaux d'aménagement • Trafic généré	Négatif - Neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Temporaire	Pollution de base présente (autoroute). Les travaux de terrassements et de construction seront associés à des émissions de bruit qui varieront dans l'espace notamment en fonction du phasage des travaux.	Des précautions doivent être prises par les entreprises de construction (par exemple respect des normes antibruit pour les engins et matériels utilisés). Au droit de secteurs bien précis, le recours à des équipements spécifiques devra être décidé (substitution d'outils, écran anti-bruit).

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			De légers dépassements subsistent mais sont issus d'une surestimation.
La pollution de l'air : • Poussière lors des travaux de terrassement • Rejets de NOx dus aux engins de chantier	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Temporaire	Les travaux prévus (terrassements, génie civil) sont associés à des émissions de poussières et de NOx.	Des précautions doivent être prises par les entreprises (par exemple respect des normes antipollution des engins, respect des règles de stockage des produits dangereux, mise en place de rotoluves, interdictions de laisser les moteurs tourner à l'arrêt, de brûler des déchets, etc...). Les mesures de prévention et d'atténuation généralement prises sur les chantiers sont considérées comme suffisantes.
Chocs / Vibrations : • Travaux de terrassements • Trafic de chantier	Négatif - neutre Dans les zones urbaines Temporaire	Les incidences vibratoires des travaux de terrassement dans la roche avec un brise-roche sont les plus importantes. Avec une distance de sécurité définie autour des bâtiments les plus impactés, les dépassements sont évités. Les travaux de forage des micropieux auront des incidences vibratoires qui avec un temps de travail par forage potentiellement court n'occasionneront pas de dépassements. Les travaux d'aménagement général ne provoquent pas des niveaux vibratoires importants et leur impact est à considérer comme neutre.	Dans tout le tronçon, l'utilisation d'un brise-roche est à réduire autant que possible. Sur certains secteurs problématiques, son utilisation fera l'objet d'une interdiction au sein de zones de sécurité. Son remplacement par une fraise de petite taille peut être une alternative. L'utilisation d'engins de démolition et d'excavation présentant des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs vibratoires indiquées dans ce rapport.
Munitions non explosées : • Atteinte à la sécurité et la santé des travailleurs	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1	Le Sedal a confirmé qu'il ne disposait d'aucune information portant sur la probabilité de découvrir des restes de guerre.	Aucune mesure nécessaire.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
	Temporaire	Cependant, au vu de l'implantation du tracé et de son historique, cette probabilité apparait très faible.	
Déchets : • Production de déchets	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Temporaire	Le chantier va produire des types de déchets somme toute classiques mais dans des quantités plus faibles qu'un chantier type au regard de son importance. Les déchets seront dirigés vers les filières de traitement adaptées. Aucun déchet ne pourra être brûlé sur site.	Aucune mesure nécessaire.
Fonction récréative : • Perturbation de l'utilisation des sites d'intérêt	Négatif - Neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Temporaire	L'implantation du chantier le garde éloigné des sites d'intérêt. Il est toutefois possible que les pistes cyclables et chemins de randonnée les plus proches soient temporairement coupés lors des travaux pour permettre les raccordements.	Signalisations de chantier et d'itinéraires alternatifs (déviations) appropriées.
Phase d'exploitation			
Logement et commerce	Neutre - Positif Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	La réalisation du projet va renforcer l'attractivité des communes reliées à la capitale pour les personnes cherchant à se loger en zone extra-urbaine. Indirectement cela va également favoriser l'installation de commerces afin de répondre à la demande des nouveaux habitants.	Aucune mesure nécessaire.
Impact du trafic :	Positif	Un des objectifs annoncés est de soulager l'autoroute A4 en absorbant une partie du trafic individuel. Un module de tramway peut	Aucune mesure nécessaire.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Réduction du trafic routier environnant • Hausse de l'offre en mobilité	Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	transporter plus de voyageurs en prenant moins d'espace.	
Impact du trafic : • Le risque de collision	Neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Discontinue (Horaires de passage)	Risque présent uniquement au droit des stations. Risque de collision globalement réduit du fait d'une vitesse d'exploitation faible à ces endroits et des aménagements de quais (contraste revêtements, annonces, campagne de sensibilisation, ...). En dehors des stations, l'emprise du tramway est clôturée et séparée du *Veloexpresswee*.	Aucune mesure nécessaire.
La pollution sonore : • Activité du tramway • Trafic routier	Positif Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	L'étude acoustique réalisée a démontré que le tramway n'engendrera pas d'aggravation des niveaux sonores actuels car sa contribution à l'environnement sonore est très nettement inférieure à celle du bruit ambiant actuel.	Les mesures prises qui contribuent à définir l'environnement sonore du projet doivent être réalisées et respectées sous peine d'invalidité de l'étude acoustique : implantation de murs antibruit, conditions d'exploitation, types de revêtements, etc...
La pollution de l'air : • Les émissions atmosphériques	Positif Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	Dans la mesure où l'un de ses objectifs affichés est une contribution à la réduction du trafic individuel, le projet conditionne indirectement une amélioration de la qualité de l'air. Usure des roues (en particulier dans les virages) à prévoir, usure des freins (en particulier à proximité des arrêts) à prévoir.	Respecter les intervalles d'entretien des rames et des équipements fixes (rails...).
Chocs / Vibrations :	Neutre	L'étude vibratoire réalisée fait état de plusieurs dépassements ayant lieu au droit de la station-	Avec une technique de pose de voie antivibratoire de -8 dB sur les linéaires problématiques, les niveaux de

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments • Effet des vibrations sur les bâtiments	Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	service de Pontpierre et de 2 habitations de la rue d'Esch.	vibrations répondront à l'exigence de la norme de confort vibratoire chez les riverains et éviteront les dommages structurels sur les bâtiments. Une pose -8 dB est nécessaire entre les PK 6275 et 6360 ainsi qu'entre les PK 7530 et 7600 et entre les PK 7860 et 7975.
Les champs électromagnétiques : • Sous-station de transformation • LAC • Rails	Neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	Présence d'une pollution de base comme cela est admis en milieu urbain : antennes de téléphonie mobile et installations des particuliers (alimentation électrique et équipements électriques des habitations). A proximité des SST, des émissions à petite échelle ne sont pas exclues, mais aucun effet significatif n'est attendu. LUXTRAM a fait réaliser une étude spécialisée portant sur son réseau existant. Celle-ci est valable en zone extra-urbaine et démontre que les installations produites ne génèrent pas de risques. Les installations du tramway n'ont pas d'effet significatif sur les personnes en termes de smog électrique. Les appareils et les installations ne sont pas non plus influencés.	Aucune mesure nécessaire.
Déchets : • Production de déchets	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	La production de déchets en phase d'exploitation se réduira à la collecte effectuée au droit des stations.	Aucune mesure nécessaire.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
		Les déchets ne seront pas triés et seront dirigés vers une filière de traitement adaptée. Aucun déchet ne pourra être brûlé sur site.	
Fonction récréative : • Perturbation de l'utilisation des sites d'intérêt	Neutre - Positif Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	La mise en service du projet devrait générer des effets positifs (hausse de fréquentation) sur les sites d'intérêt par la facilitation des déplacements.	Aucune mesure nécessaire.

Tracé optimisé

Tab. 34 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la population et la santé humaine.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Logement et commerce	Neutre Au droit des zones urbaines Temporaire	Les perturbations liées au chantier (difficultés d'accès aux commerces / rues bloquées) seront rares et localisées.	L'exploitant mettra en place une signalisation de chantier adaptée.
La pollution sonore : • Travaux d'aménagement • Trafic généré	Négatif - Neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Temporaire	Pollution de base présente (autoroute). Les travaux de terrassements et de construction seront associés à des émissions de bruit qui varieront dans l'espace notamment en fonction du phasage des travaux.	Des précautions doivent être prises par les entreprises de construction (par exemple respect des normes antibruit pour les engins et matériels utilisés). Au droit des rares dépassements occasionnés par l'emploi du brise-roche, une mesure de mitigation consistant à remplacer l'équipement impactant par une fraise sera appliquée.
Chocs / Vibrations : • Travaux de terrassements • Trafic de chantier	Négatif - neutre Dans les zones urbaines Temporaire	Les incidences vibratoires des travaux de terrassement dans la roche avec un brise-roche sont susceptibles d'être problématiques en un endroit (station-service de Pontpierre). Les travaux de construction des ouvrages d'art et des SST ne provoquent pas de niveaux vibratoires importants et leur impact est à considérer comme neutre.	Le remplacement du brise-roche par une fraise de petite taille peut être une alternative permettant d'écarter tout risque de dépassement. L'utilisation d'engins de démolition et d'excavation présentant des émissions conformes aux normes CEE et aux valeurs vibratoires indiquées dans ce rapport.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase d'exploitation			
Logement et commerce	Neutre - Positif Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	La réalisation du projet va renforcer l'attractivité des communes reliées à la capitale que ce soit en termes d'immobilier comme d'économie. Le tracé optimisé permet de conserver les atouts indéniables du projet tout en lissant les inconvénients (incidences sonores, vibratoires et consommation de foncer privé).	Aucune mesure nécessaire.
La pollution sonore : • Activité du tramway • Trafic routier	Positif Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	La réévaluation de l'étude acoustique a démontré que le tracé optimisé supprime plusieurs secteurs problématiques qui affichaient des dépassements (rue d'Europe à Pontpierre notamment). Plus aucun dépassement ne subsiste tout au long du tracé. De plus, le constat selon lequel le tramway n'engendrera pas d'aggravation des niveaux sonores actuels car sa contribution à l'environnement sonore est très nettement inférieure à celle du bruit ambiant actuel, reste d'actualité.	Aucune mesure nécessaire.
Chocs / Vibrations :	Neutre Tout le tronçon tram rapide 1	La réévaluation des incidences vibratoires éventuelles du projet démontre que le tracé optimisé ne génère plus de nuisances.	Avec le tracé optimisé, il n'est plus nécessaire de recourir à une technique de pose de voie antivibratoire.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Exposition aux vibrations des personnes dans les bâtiments • Effet des vibrations sur les bâtiments	Permanent	Seule une situation, aux abords de la station-service de Pontpierre, est en limite de distance minimale.	

7.3 Biodiversité

Dans le cadre de la présente évaluation des incidences sur l'environnement, les effets potentiels du chantier et de l'exploitation du projet sur la biodiversité doivent être étudiés. Le projet doit veiller à ne pas enfreindre les dispositions de la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles (Loi abrégée « Loi PN » dans la suite du document). Pour cela, dans le chapitre 7.3.1, les biotopes, habitats (d'espèces) d'intérêt communautaire, espèces animales ou végétales protégées particulièrement potentiellement impactées par le projet sont présentées. De même pour les zones de protection internationales ou nationales. D'autre part, dans le chapitre 7.3.2, les répercussions que peut avoir sur le projet sur les biens protégés susmentionnés sont évaluées et des mesures d'évitement, de réduction et de compensations sont proposées le cas échéant dans le chapitre 7.3.3.

7.3.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Protection des zones protégées (inter-)nationales (Art. 32 de la loi PN)

Tracé initial

Les zones protégées nationales et internationales (par exemple, les zones de conservation Natura 2000 telles que les zones spéciales de conservation (ZSC) et zones de protection spéciales (ZPS)) doivent être prises en compte dans toute planification et mise en œuvre de projets. Si la planification n'est pas conforme aux objectifs de conservation des zones protégées, des restrictions pour les projets de construction peuvent avoir lieu. Dans les zones nationales protégées (nommées « zone protégées d'intérêt national », « ZPIN »), une interdiction générale de construire peut-être définie dans le règlement grand-ducal de la ZPIN en question. Dans les ZSC et les ZPS, en revanche, les projets peuvent être autorisés si leurs objectifs de conservation ne sont pas sensiblement perturbés. Cela doit être vérifié par des études appropriées (évaluation des incidences spécifique à la zone protégée en question) ou, si nécessaire, assuré (Art. 32 Loi PN).

Comme mentionné dans le screening EIE du tronçon tram rapide 1, au niveau de la section TR3, le tramway traversera la zone protection spéciale (ZPS) Natura 2000, nommée « Région du Lias moyen » (LU0002017) en bordure de limite, au sud de l'autoroute qui sépare les deux unités de zones protégées (Fig. 190). Les terrains concernés par la zone Natura 2000 sont également en procédure règlementaire pour devenir une zone protégée d'intérêt national (ZPIN) « Leidelénger Bësch / Obeler Bësch » (Nr 42) (Fig. 191). Le projet empiètera sur 47 100 m^2 de la ZPS. Les autres sections du tram rapide 1 ne sont pas concernées par des zones protégées nationales ou européennes.

Une évaluation sommaire des incidences du projet sur la zone Natura 2000 a donc été effectuée, conformément aux dispositions de l'art. 32 de la loi PN et comme stipulé au point 3.2.2 de l'avis scoping. Le Screening Natura 2000 se trouve en annexe 12 du rapport EIE du tracé initial.



Fig. 190 : Zone de protection spéciale Région du Lias moyen (LU0002017) par rapport à l'emprise du projet (rouge) (Géoportail, 2025).



Fig. 191 : ZPIN en procédure réglementaire Leidelénger Bësch / Obeler Bësch N°42 (jaune) et ZPIN déclarée Leideléngerbësch / Goelle Weiher N°42 (vert) par rapport à l'emprise du projet (rouge) (Géoportail, 2025).

Tracé optimisé

Entre-temps, le projet de tram rapide a été substantiellement optimisé afin de limiter son emprise au sein de la zone Natura 2000. L'emprise du projet, initialement estimée à **47 100 m²**, a ainsi été réduite à **22 911 m²** dans le cadre du tracé dit « optimisé ».

Les adaptations du tracé entre le projet initial et le tracé ajusté sont illustrés dans les figures suivantes.

Compte tenu de l'occupation du projet au sein de la ZPS Région du Lias moyen, une évaluation des incidences portée sur le tracé ajusté se trouve en annexe 14. Les résultats de cette évaluation se trouvent au chapitre 7.3.2.



Fig. 192 : Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026).

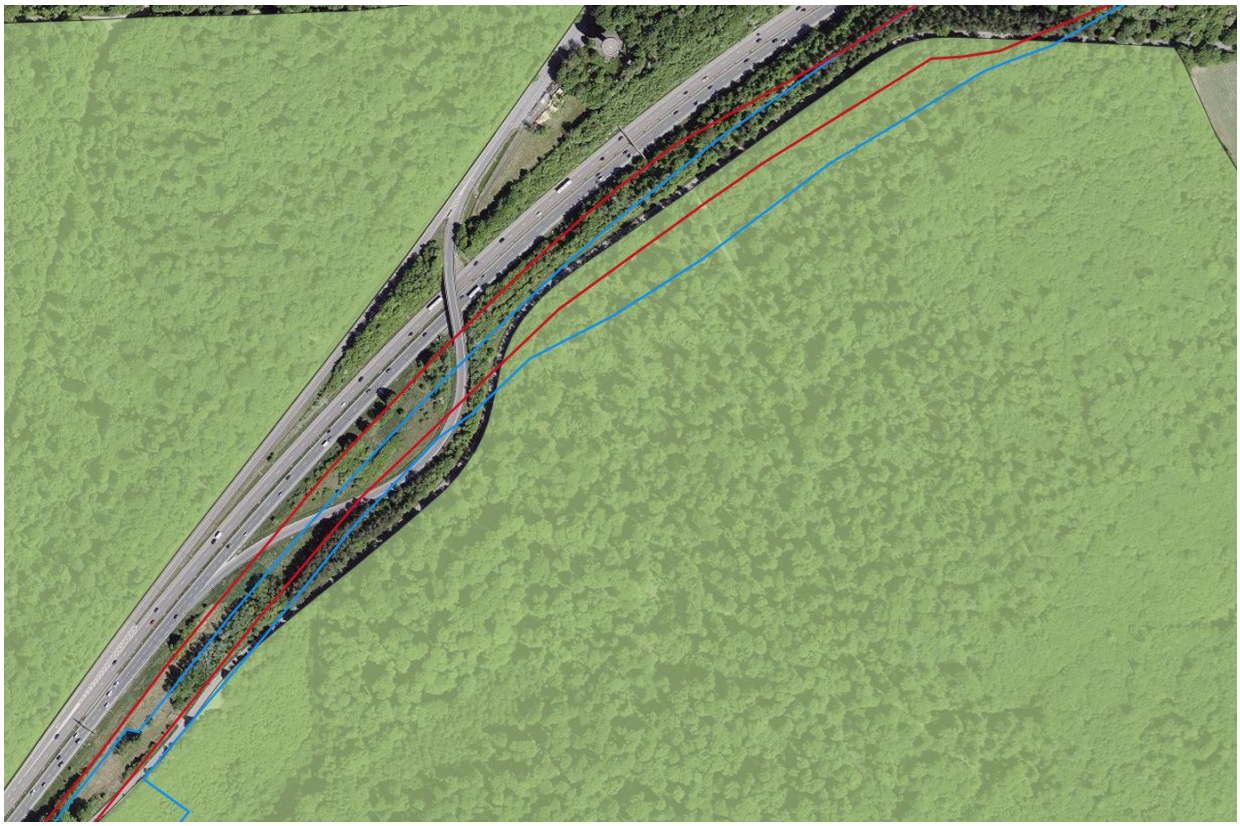


Fig. 193 : Zoom partie nord - Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026).



Fig. 194 : Zoom partie sud - Localisation de l'emprise du projet tracé initial (bleu) et tracé optimisé (rouge) par rapport à la ZPS Région du Lias moyen s'étendant de part et d'autre de l'autoroute (Géoportail, 2026).

Protection des biotopes et habitats d'intérêt communautaire (Art. 17 de la loi PN)

Tracé initial

Les biotopes de haute qualité et de grande valeur écologique sont soumis à une protection juridique en vertu de l'article 17 de la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles (ci-après, « loi PN »). Le Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2018[21] indique quels biotopes sont soumis à une protection juridique et quels critères sont nécessaires pour remplir le statut de biotope protégé.

Le tram s'implante principalement le long de l'autoroute A4 et de la route d'Esch (N4). Le long de ces infrastructures routières, sur les talus végétalisés, se trouvent majoritairement des bosquets, haies et arbres d'alignements.

Une cartographie des biotopes a été effectuée par LSC360 courant de l'été 2024. Au vu de la longueur, celle-ci est uniquement disponible en annexe 13 du rapport EIE du tracé initial. Un exemple est cependant donné dans la Fig. 195. Pour des raisons de lisibilité et de raisons informatiques (logiciel ECOPOINTS), ce sont uniquement les biotopes protégés par l'article 17 de la loi PN qui ont été représentés en couleur. Toute autre occupation du sol non protégée, représentée en gris, a été classée en tant que « Toute autre surface non visée ci-dessus » code 8.0.0 selon le guide sur les modalités de calcul écopoints (MECB, 2024).

Dans l'emprise du projet, on peut recenser les biotopes protégés par l'art. 17 de la loi PN suivants :

- BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote (code 4.1.8.)
- BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus (code 4.1.11).
- BK16 - Bosquets composés d'au moins 50% d'espèces indigènes (code 4.1.9).
- BK18 - Arbres isolés, groupes ou rangées d'arbres indigènes, adaptés au site ou arbre fruitier (code 4.4.1).
- BK13 - Peuplements de feuillus et forêts pionnières (essences indigènes, adaptées à la station) (code 5.6.1).
- 9130 - Hêtraies de l'Asperulo-Fagetum (code 5.4.1).
- BK19 - Chemin rural non stabilisé (code 6.2.3).
- BK10 - Prairies humides du Calthion et divers types de prairies humides extensives en friche (code 3.5.12)
- BK11 - Bas-marais et Marécage (code 3.2.3).
- BK11 - Marais à petites Laîches, parvocariçaies (sites pauvres en bases ou riches en bases) (code 3.2.1).
- 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) et pâturage fauché maigre (6510 catégorie A et B) (code 3.5.1).

Il convient de noter que la hêtraie de l'Asperulo-Fagetum (code 9130) est également un habitat d'intérêt communautaire, tout comme la prairie maigre de fauche de basse altitude (code 6510). L'habitat 6510 possède un statut de conservation défavorable U2 tandis que celui de l'habitat 9130 est considéré comme favorable.

Certaines occupations du sol ne sont pas protégées en tant que biotopes mais comme elles sont utilisées régulièrement par des espèces d'intérêt communautaire ayant un statut de conservation défavorable (Murin de Brandt, Murin à moustaches, Noctule de Leisler, Serotine commune), alors ces occupations du sol deviennent des structures protégées au titre de l'article 17 de la loi PN. Il s'agit des occupations du sol suivantes :

- Végétation rudérale annuelle (code 3.8.1).
- Lisières et franges herbagères (sans bordures ligneuses, ainsi que prairies en jachère) (code 3.8.8).
- Herbage intensif (code 3.5.5).
- Herbages extensifs - Prairies et pâturages avec herbes typiques des prairies (code 3.5.3).

[21] *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 lesquelles l'état de conservation a été évalué non favorable, et précisant les mesures de réduction, de destruction ou de détérioration y relatives.*

- Champs sans ou avec végétation fragmentée d'espèces végétales (code 3.7.1).
- Champs mis en jachère avec végétation d'espèces ségétales (pauvres/riches en bases) (code 3.7.3).
- Peuplements de conifères (code 5.8.2).

Les habitats d'espèces sont détaillés dans le sous-chapitre suivant.

Une évaluation de l'impact du projet sur ces biotopes est disponible au chapitre 7.3.2.

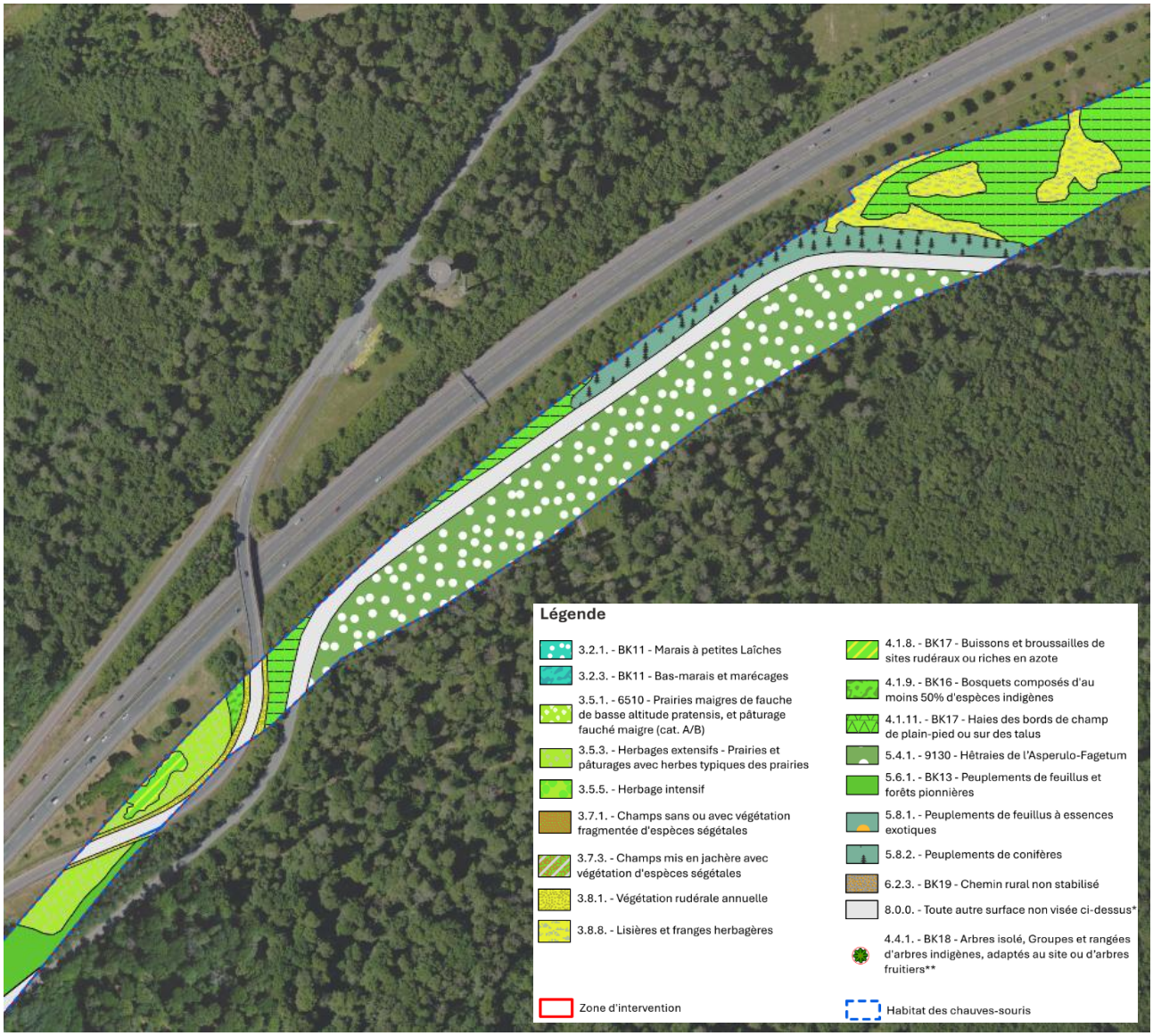


Fig. 195 : Extrait de la cartographie des biotopes au niveau de l'emprise du projet (pointillés rouge et bleu) en guise d'exemple, plan section F. Pour des raisons de lisibilité et de longueur, l'ensemble de la cartographie est disponible uniquement en annexe 13 du rapport EIE du tracé initial (LSC360, 2025).

Tracé optimisé

Une nouvelle cartographie des biotopes a été effectuée au printemps 2026 pour les nouveaux secteurs qui n'avaient pas été cartographiés lors des besoins pour le tracé initial. Ce sont exactement les mêmes types de

biotopes impactés que le tracé initial, ce sont uniquement les répartitions et quantités qui peuvent varier. Ceci est visible dans le chapitre dédié au bilan écologique chap.9.2.

La nouvelle cartographie des biotopes de l'état initial du tracé optimisé se trouve en annexe 15, pour plus de lisibilité.

Protection des habitats d'espèces protégées (Art. 17 de la loi PN)

Tracé initial

En vertu de l'article 17 de la loi PN, sont protégés non seulement les biotopes mais aussi les habitats qui sont « **régulièrement** » utilisés par les espèces d'intérêt communautaire et dont l'état de conservation a été jugé « **défavorable** » [22]. Cela concerne les habitats de chasse ou de recherche de nourriture, ainsi que les couloirs écologiques, régulièrement visités ou occupés.

Cela signifie par exemple, une prairie (qui est de base non protégée) mais qui est utilisée régulièrement par des espèces listées dans les annexes 2 et 3 du RGD[23] comme territoire de chasse/d'alimentation est à considérer comme un habitat d'espèces protégées et donc comme un biotope protégé selon l'art. 17. Lors d'une destruction d'un tel habitat, une compensation sous forme monétaire doit avoir lieu.

Une étude faunistique complète a été réalisée au cours de l'année 2021 par le bureau Milvus GmbH (cf. annexe 14 du rapport EIE du tracé initial). L'étude a été effectuée sur l'ensemble du périmètre de la ligne de tram rapide, de la cloche d'Or jusqu'à l'entrée d'Esch/Alzette et Schifflange, avec un périmètre élargi entre 150 et 1500m, variable selon les espèces recherchées. La localisation du projet n'était pas encore connue au moment de l'étude, c'est pourquoi le périmètre d'études était large et de part et d'autre de l'autoroute A4.

L'étude avait pour cible les oiseaux nicheurs, les milans, les chiroptères, muscardins, reptiles, lépidoptères (spécifiquement l'écaille chinée et le cuivré des marais), amphibiens et orchidées.

Concernant la méthodologie, cela diffère des groupes d'espèces recherchées et est détaillé ci-dessous. Une fois la méthodologie expliquée, les résultats des inventaires sont présentés dans la suite du document.

Malgré le fait que l'étude ait été réalisée en 2021, l'étude peut être considérée comme valide. Généralement la validité d'une telle étude est de 5-6 ans. Les milieux n'ont guère changé depuis, hormis au niveau de Pontpierre où les travaux liés au nouvel échangeur ont déjà détruit certains éléments naturels. Cela a donc été pris en compte dans la présente évaluation.

METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Pour les relevés avifaune : cinq prospections tôt le matin et deux prospections en soirée / de nuit ont été réalisées entre mars et juin 2021, selon les prescriptions Südbeck et al., 2005. En outre, les espèces d'oiseaux nocturnes sont également recensées lors du recensement des chauves-souris. Les espèces dont le centre de territoire se trouve dans la zone d'étude sont considérées comme des oiseaux nicheurs (« Brutvogel », BV) ou, si elles se trouvent dans une zone tampon en marge du site à l'étude, comme des oiseaux nicheurs en périphérie (« Randsiedler », RS). Les espèces qui n'utilisent la zone d'étude que pour s'alimenter sont également recensées

[22] *Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2018 établissant l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire et des espèces d'intérêt communautaire*.
[23] *Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2018 établissant l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire et des espèces d'intérêt communautaire*

(« Nahrungsgäste », NG). Seuls les individus en vol ou en migration sont considérés comme des oiseaux en survol, sans lien direct avec le site d'étude (« überfliegend », ÜF).

Pour les milans spécifiquement : une cartographie des nids a été réalisée de mi-mars à début avril dans un rayon de 1 500 m autour du site d'étude. L'utilisation de l'espace par les couples territoriaux a ensuite été recensée dans le cadre de six journées d'observation au total, de fin mars à début juillet, sur trois points d'observation (secteur de Foetz, Pontpierre/Ehlange et Kockelscheuer).

Pour les chiroptères : Le 16 mars 2021, un inventaire des gîtes potentiels pour les chauves-souris a été réalisé dans la forêt « Leidélengerbësch », dans la zone d'étude et une zone tampon plus élargie. De plus, 18 transects d'environ 200 m ont été parcourus à quatre reprises, de juin à août, par 3 à 4 personnes équipées de détecteurs à chiroptères. En plus des transects, des relevés ont été effectués à l'aide de 18 batcorder permettant d'enregistrer automatiquement des nuits complètes (172 nuits au total). Si une espèce est présente au moins la moitié des nuits sur un site, il est conclu que l'espèce utilise régulièrement le site, sinon, uniquement de manière sporadique. Enfin, quatre opérations de capture à l'aide de filets ont été menées dans le secteur forestier de Leidélengerbësch, avec pose d'émetteurs et examen télémétrique ultérieur.

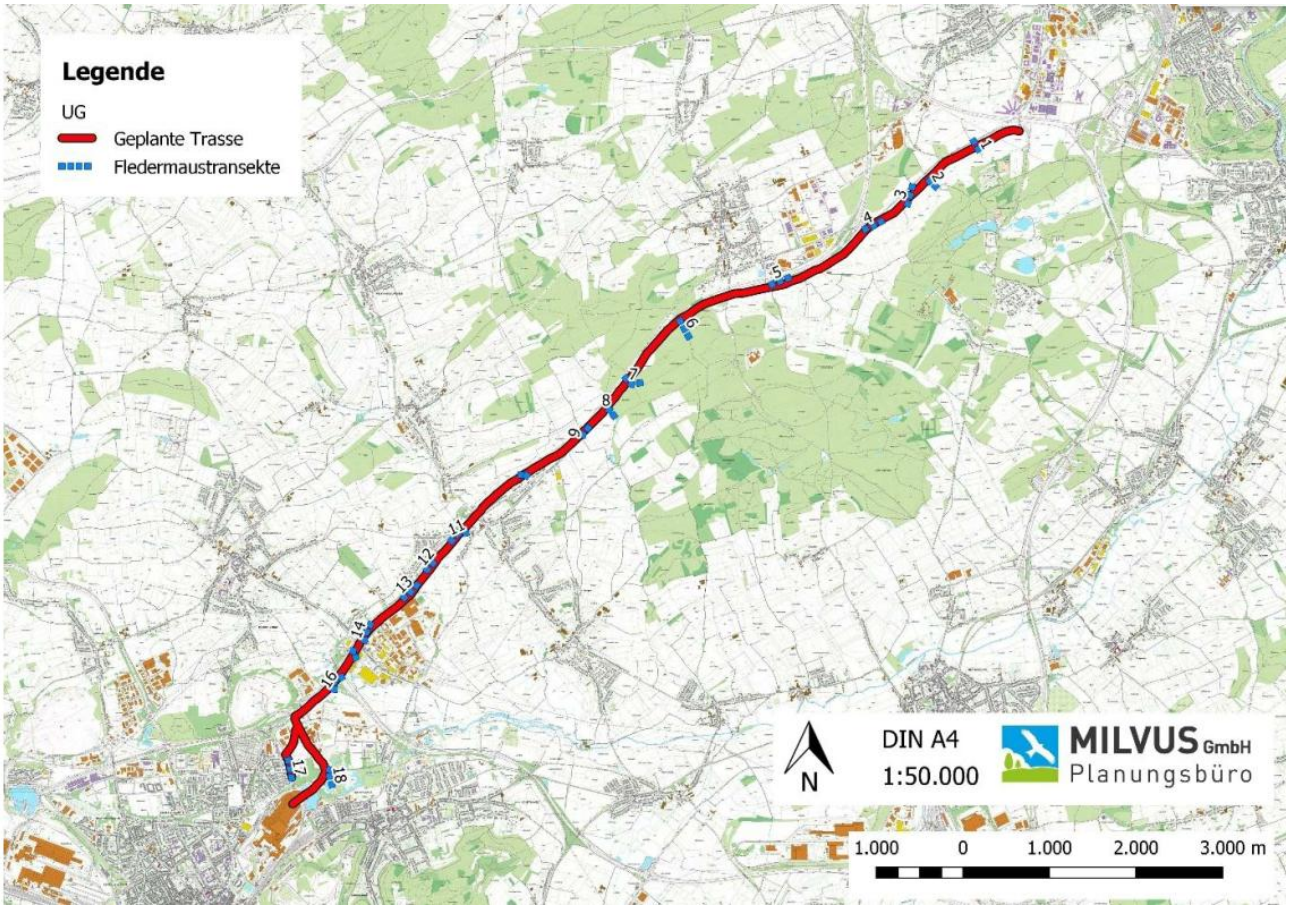


Fig. 196 : Localisation des transects pour la détection des chauves-souris. Version agrandie en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (Milvus GmbH, 2022).

Pour le muscardin : 120 « Nest-tubes» ont été placés en mars à 24 endroits appropriés (5 tubes groupés par site d'échantillonnage).

Pour les reptiles et lépidoptères : Pendant six sessions de recensement, toutes les surfaces d'habitat appropriées de la zone d'étude ont été recherchées de manière ciblée pour les reptiles et les papillons (en particulier Ecaille chinée et Cuivré des marais).

Pour les amphibiens et orchidées : pas de méthodologie spécifique mentionnée – recherche à vue. Mise en place de nasses dans un plan d'eau dans le secteur Brill à Schifflange.

RESULTATS DES INVENTAIRES DE L'AVIFAUNE

Au total, 73 espèces d'oiseaux ont été recensées (sur l'ensemble de la ligne, jusqu'à Belval) (cf. Tab. 35):

- 51 espèces d'oiseaux nicheurs, dont 16 dites « pertinentes »[24]
- 11 espèces nichant en périphérie, dont 2 « pertinentes »
- 10 espèces s'alimentant sur le site d'étude, dont 6 « pertinentes »
- 1 espèce en survol, aucune « pertinente »

Le tableau suivant précise donc l'espèce détectée, le nombre d'individus, le type de présence (oiseau nicheur sur site=BV, oiseau nichant en périphérie=RS, oiseau s'alimentant régulièrement sur site=NG) et son statut de conservation.

Tab. 35 : Récapitulatif de l'inventaire d'espèces d'oiseaux considérés comme pertinentes. Exemple pour l'Alouette des champs, 9 individus nicheurs et 3 individus s'alimentant sur site ont été détectés (Source : Milvus GmbH, 2021).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Type de présence	Nombre	Statut de conservation
Alouette des champs	*Alauda arvensis*	BV/RS	9/3	U2
Bruant jaune	*Emberiza citrinella*	BV/RS	8/2	U1
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	BV/RS	6/1	U1
Coucou gris	*Cuculus canorus*	BV	1	U2
Fauvette babillarde	*Sylvia curruca*	BV	10	U1
Fauvette grisette	*Sylvia communis*	BV/RS	38/3	U1
Hirondelle des fenêtres	*Delichon urbicum*	NG	NA	U2
Hirondelle rustique	*Hirundo rustica*	NG	NA	U2
Linotte mélodieuse	*Carduelis cannabina*	BV/RS	9/7	U1
Martin pêcheur	*Alcedo atthis*	RS	1	U1
Martinet noir	*Apus apus*	NG	NA	U2
Mésange boréale	*Parus montanus*	BV	1	U1
Milan royal	*Milvus milvus*	NG	NA	U1
Moineau domestique	*Passer domesticus*	BV/RS	24/7	U1
Pic mar	*Dendrocopos medius*	RS	1	U1
Pic vert	*Picus viridis*	BV	6	U1

[24] Espèce pour laquelle des mesures compensatoires ou d'atténuation doivent être mises en œuvre en cas de destruction de son habitat.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Type de présence	Nombre	Statut de conservation
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	BV	1	U1
Pipit farlouse	*Anthus pratensis*	NG	NA	U2
Pouillot siffleur	*Phylloscopus sibilatrix*	NG (RS)	NA	U1
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	BV/RS	9/3	U1
Rousserolle effarvatte	*Acrocephalus scirpaceus*	BV	2	U1
Rousserolle verderolle	*Acrocephalus palustris*	BV/RS	4/2	U1
Serin cini	*Serinus serinus*	BV	2	U1
Tarier pâtre	*Saxicola rubicola*	BV	3	U1

Ce sont donc six espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire ayant un statut de conservation défavorable qui utilisent le site considéré dans l'étude comme habitat de chasse (NG dans le tableau) : Hirondelle des fenêtres (*Delichon urbicum*), Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*), Martinet noir (*Apus apus*), Milan royal (*Milvus milvus*), Pipit farlouse (*Anthus pratensis*), Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*). Pour toutes les espèces hormis le Milan royal, il n'est en revanche pas spécifié si le site est utilisé régulièrement ou sporadiquement.

En cas d'utilisation régulière, les habitats de ces espèces doivent être compensés, conformément à l'article 17 et 63 de la loi PN. D'après le guide Ecopoints, une compensation ne s'applique pas aux vols des martinets, hirondelles rustiques et hirondelles de fenêtre en raison de leur grand domaine vital. Concernant le milan royal, l'activité de l'espèce a été recensée spécifiquement et il s'avère que l'espèce n'utilise pas régulièrement le site à l'étude (voir sous-chapitre suivant). Pour le pouillot siffleur et le Pipit farlouse, après concertation avec les auteurs de l'étude, il s'agissait d'observations sporadiques et il existe suffisamment d'espaces de chasse et d'alimentation disponibles aux alentours du projet pour ne pas impacter négativement ces deux espèces.

Il n'y a donc pas d'habitat d'espèces protégées d'oiseaux au titre de l'art. 17 de la loi PN au sein de l'emprise du projet.

En ce qui concernent les oiseaux nicheurs et donc des sites de reproduction, cela relève de l'art. 21 de la loi PN. Cela est détaillé dans le sous-chapitre « Protection des espèces (art. 21 de la loi PN) ».

Une évaluation de l'impact du projet sur la protection des habitats d'espèces protégées se trouve au chapitre 7.3.2.

RESULTATS DES INVENTAIRES DES MILANS

39 nids ont été inventoriés (toutes espèces confondues). 5 territoires de milans noirs (*Milvus migrans*) ont été répertoriés dans le périmètre de 1500 m autour du site d'étude tandis qu'un territoire de milan royal (*Milvus milvus*) et milan noir ont été trouvés en dehors de ce périmètre, à hauteur de Bergem.

Trois territoires de milan noir se trouvent à proximité du tracé :

- Milan noir dans le secteur de Laanheck à l'est de Wickrange : distance par rapport au tracé d'environ 300 m.
- Milan noir dans le secteur de Palsbësch au sud de Leudelange : distance par rapport au tracé env. 200 m
- Milan noir dans le secteur de Roudebësch à l'est de Leudelange : distance par rapport au tracé environ 160 m

Le milan noir a été observé régulièrement (activité élevée) dans les 300 m autour du tracé.

Depuis 22/07/2022, suite à la modification du Règlement grand-ducal du 1er août 2018 établissant l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire et des espèces d'intérêt communautaire, le milan noir est passé d'un statut de conservation défavorable à favorable, ce qui signifie que ses habitats de chasse ne sont plus à compenser.

Le milan royal, ayant un statut de conservation défavorable (U1), a quant à lui été peu observé : seulement 2 % du temps d'observation (1440 minutes au total). Le secteur du tracé n'est donc pas régulièrement utilisé par le milan royal. Une compensation pour cette espèce n'est donc pas non plus nécessaire.

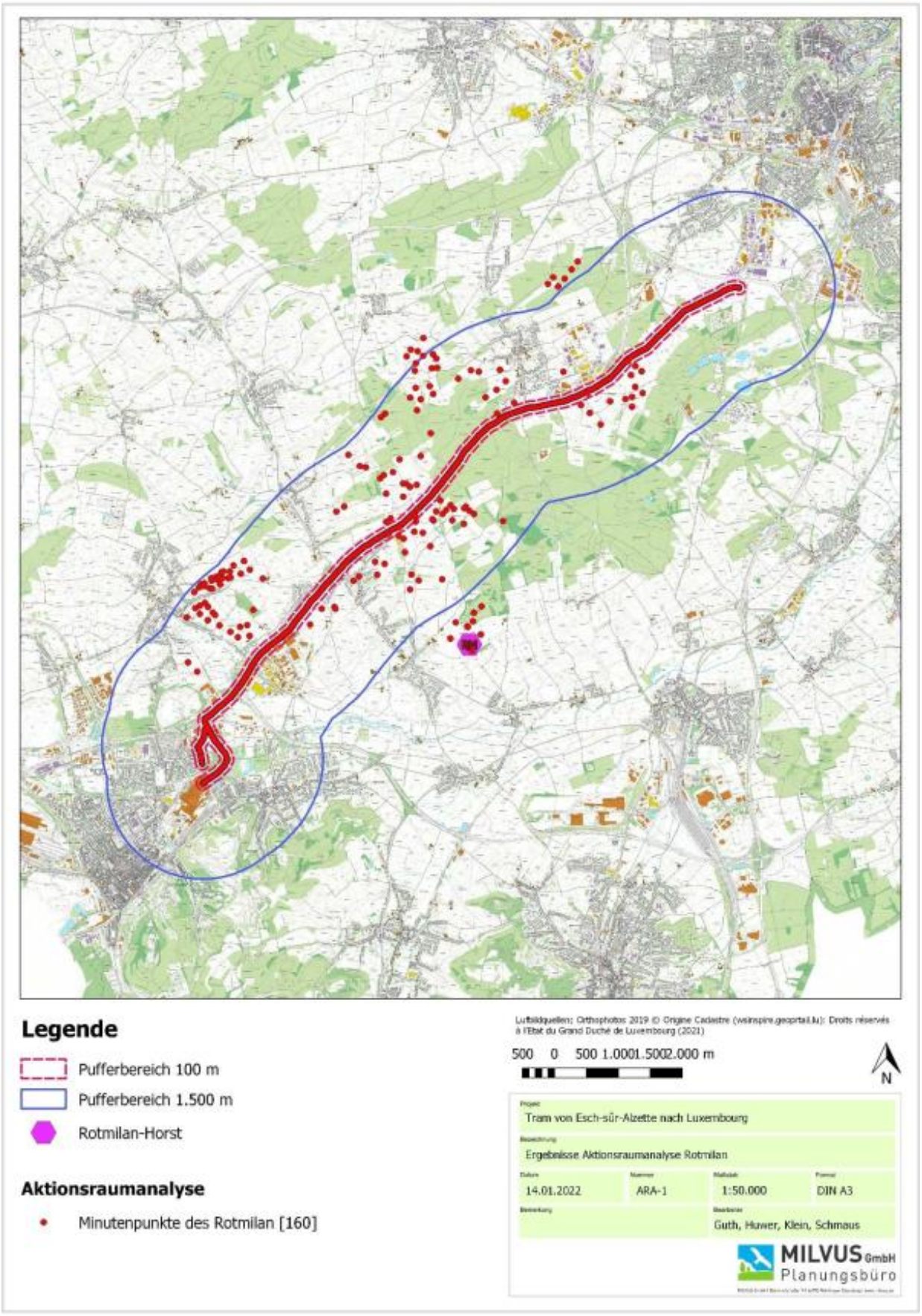


Fig. 197 : Observations du milan royal. Version agrandie en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (MILVUS GmbH, 2022).

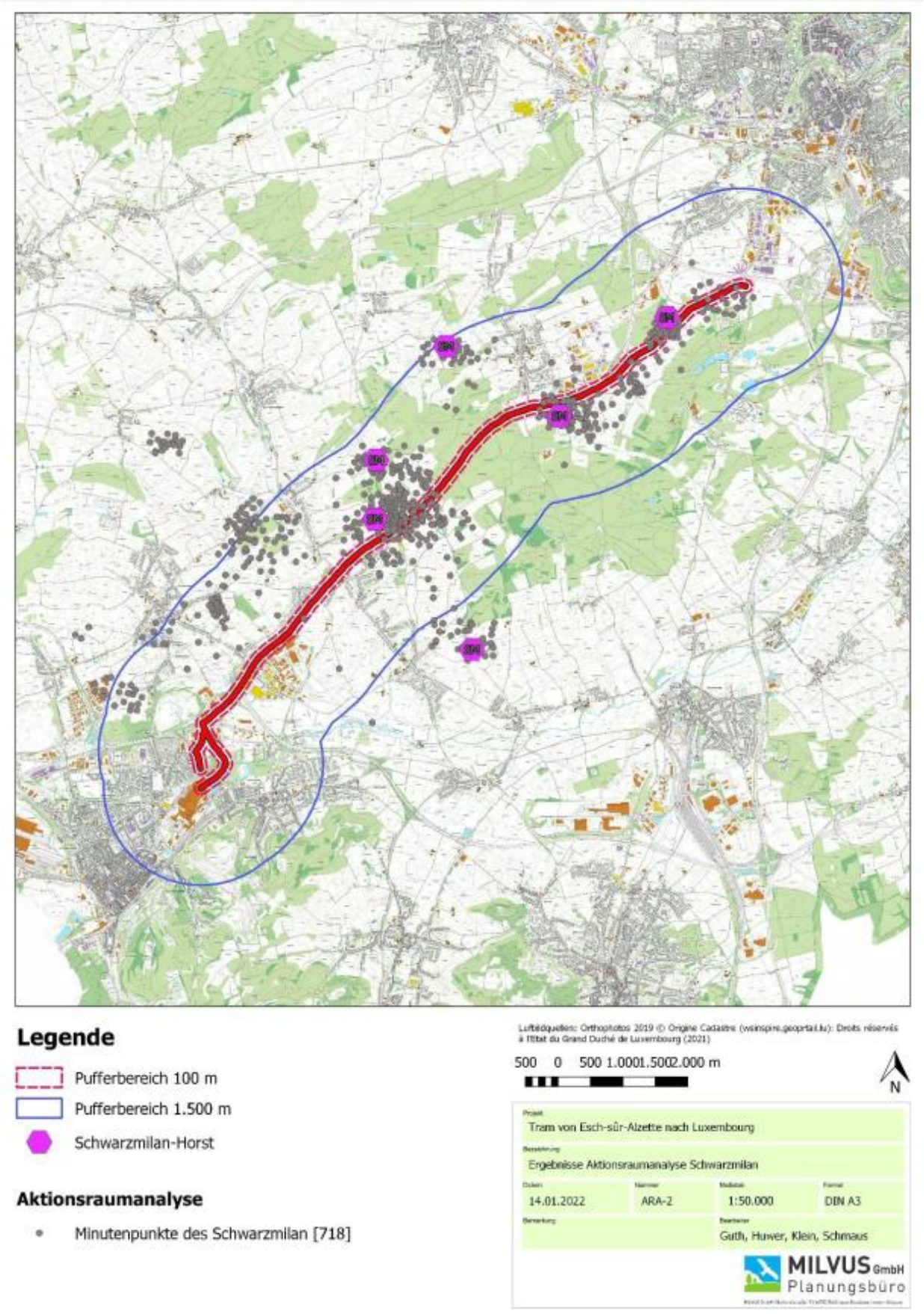


Fig. 198 : Observations du milan noir. Version agrandie en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (MILVUS GmbH, 2022).

RESULTATS DES INVENTAIRES DES CHIROPTERES

Le long du tracé et de sa zone tampon, dans le secteur de la forêt de Leudelange (section TR3), 36 arbres à potentiel de gites à chiroptères ont été inventoriés (Fig. 199). Il peut s'agir de cavités, fissures, gites artificiels/nichoirs, tas de bois ou bois morts sur pied. Le bureau en charge des inventaires a indiqué si l'adéquation des gites pour des chiroptères est bonne (rouge), moyenne (orange) ou faible (jaune). Dans l'emprise du projet, au niveau de la section TR3 (au sud de l'A4) se trouve un gite faiblement adapté.

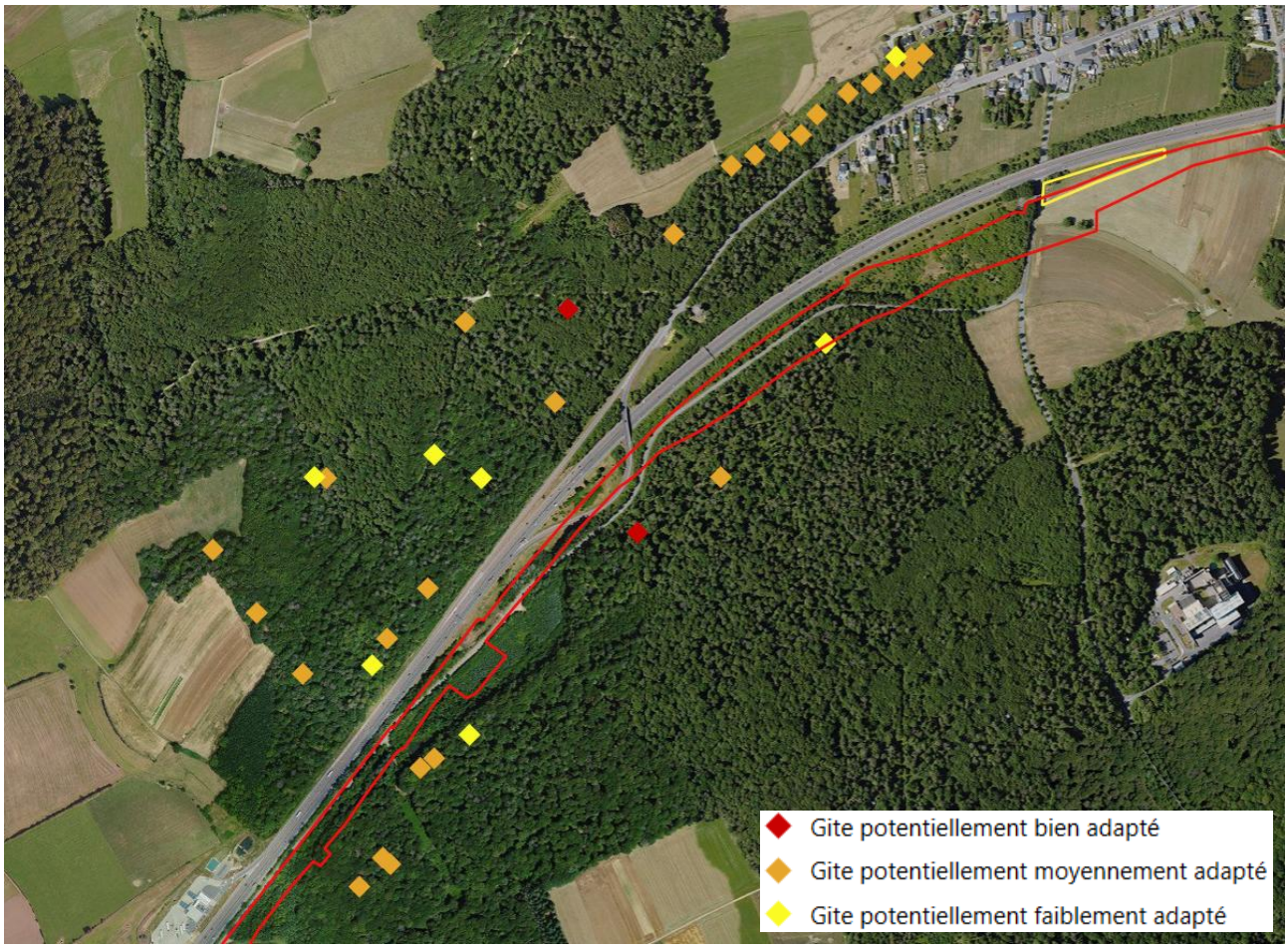


Fig. 199 : Résultats des inventaires d'arbres ayant un potentiel de gites à chauves-souris (Milvus GmbH, 2022).

Lors des relevés par transect, 529 enregistrements au total ont été détectés (Tab. 36 & Tab. 37). L'espèce la plus fréquente (83,2%) était la pipistrelle commune, qui est présente tout du long du tracé. La diversité en espèces est très faible, hormis dans le secteur forestier de *Leidélengerbësch* (section TR3) où d'autres espèces forestières ont pu être détectées (p. ex. le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*), les oreillards, la Sérotine commune ou la Noctule de Leisler). Elles restent néanmoins minoritaires comparé à la pipistrelle.

Tab. 36 : Récapitulatif des relevés de chiroptères avec la méthode des transects (Source : Milvus GmbH, 2021).

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut de conservation	Nombre d'enregistrement
Murin de Daubenton	*Myotis daubentonii*	FV	8
Murin à moustaches / Murin de Brandt	*Myotis mystacinus / Myotis brandtii*	XX	4
Murin d'Alcathoé	*Myotis alcathoe*	XX	6
Murin à oreilles échancrées	*Myotis emarginatus*	U1	1
Murin de Bechstein	*Myotis bechsteinii*	U1	6
Noctule de Leisler	*Nyctalus leisleri*	U1	35
Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	U1	15
Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	FV	440
Oreillard roux / Oreillard gris	*Plecotus auritus / Plecotus austriacus*	U1	2

Tab. 37 : Détail des résultats des enregistrements de chiroptères selon les transects (Milvus GmbH, 2022).

Section du tram	TR 1				TR2	TR3			TR4			TR5			Tram rapide 2				
N° de transect	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Somme
Murin à moustaches													2	1				1	**4**
Murin de Bechstein						3	2											1	**6**
Murin d'Alcathoé							6												**6**
Murin de Daubenton	1				1		3					2		1					**8**
Murin à oreilles échancrées										1									**1**
Sérotine commune	1				1	6	4	1						1		1			**15**
Noctule de Leisler			1	5			14	3	2		1	1	5	1		2			**35**
Pipistrelle commune	19	11	15	11	29	20	17	24	27	18	33	42	35	28	10	17	25	59	**440**
Oreillards					2														**2**
Myotis sp													2					1	**3**
Nyctalus sp	1			3	1				1	1					1		1		**9**
Somme des détections	**22**	**11**	**16**	**19**	**34**	**29**	**46**	**28**	**30**	**20**	**34**	**45**	**44**	**32**	**11**	**20**	**26**	**62**	**529**
Somme des espèces	**3**	**1**	**2**	**2**	**4**	**3**	**6**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**3**	**5**	**2**	**3**	**2**	**3**	**9**

Les résultats de l'enregistrement automatisé des chauves-souris à l'aide de batcorder durant des nuits complètes sont présentés ci-dessous. Les enregistrements ont été effectués sur 18 sites pendant 172 nuits au total. **Seuls les sites numérotés de 6 à 18 sont pertinents pour le tram rapide 1.** A titre exhaustif et en raison des effets cumulés, l'ensemble des résultats de l'étude sont représentés ici.

Cette méthode permet de mieux définir si la présence des chauves-souris est régulière ou non, et si l'activité est élevée ou non.

Les figures suivantes présentent les activités de toutes les espèces (en secondes). Pour certains genres il est difficile voire impossible de les identifier jusqu'à l'espèce (*Nyctalus, Myotis, Plecotus,* distinction difficile entre le Murin de Brandt et Murin à moustaches). La régularité de l'activité est précisée pour chaque espèce et chaque site (r : régulier, ur : irrégulier) afin de pouvoir déterminer s'il s'agit d'un habitat d'espèce au titre de l'art. 17 de la loi PN ou non.

A la Fig. 200, il est possible de visualiser les sites ayant le plus d'activités et quelles espèces sont le plus enregistrées. On peut y voir que la Pipistrelle commune est largement dominante sur tous les sites hormis pour le site n°11 et 14 où les *Nyctalus sp*. le sont, et le n°13 où il s'agit de *Myotis sp*.

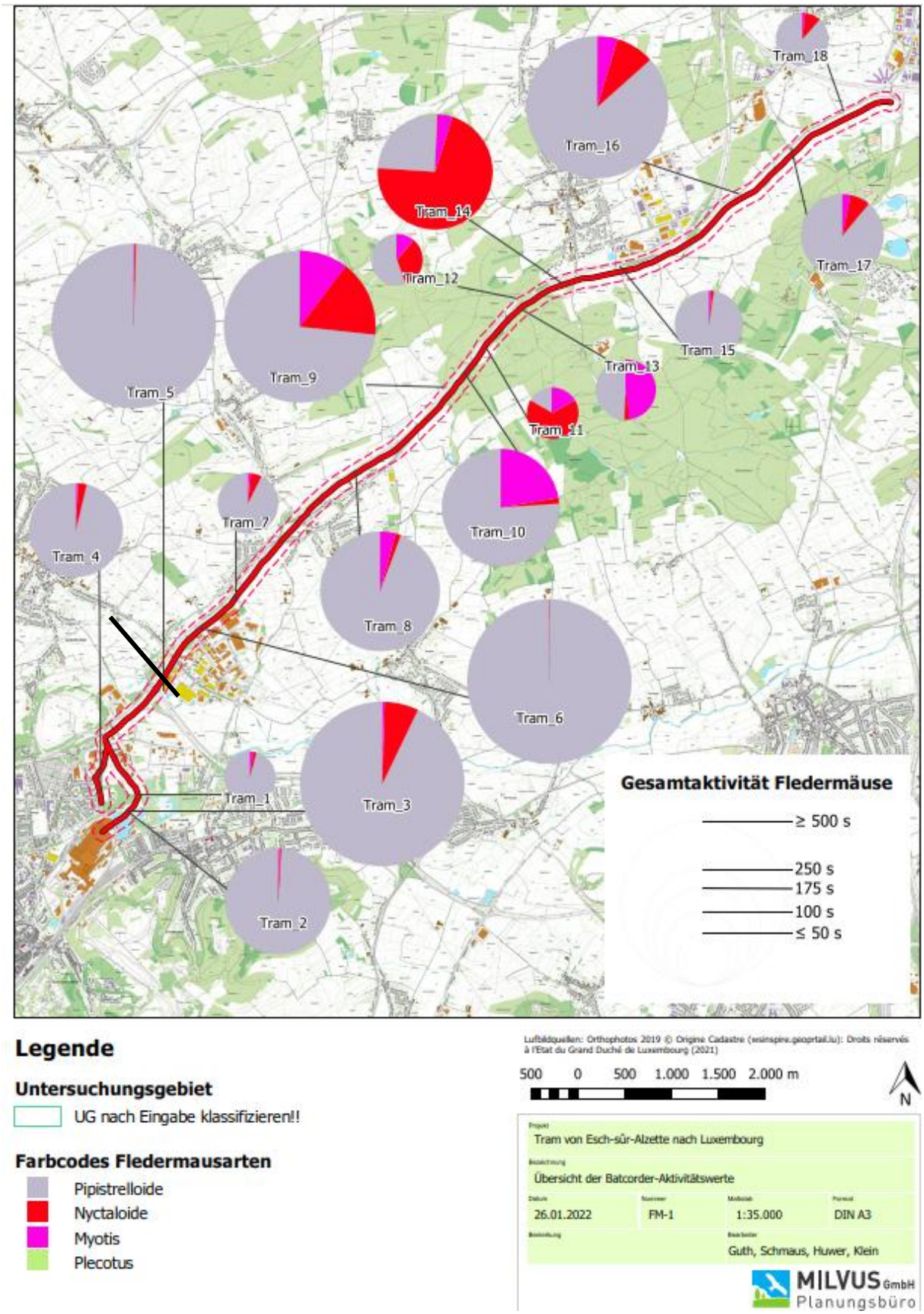


Fig. 200 : Résultats des enregistrements nocturnes avec les Batcorder avec l'activité des chauves-souris en secondes (grandeur du cercle) et distingué par espèce de chauve-souris (couleurs). Etude disponible en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (Milvus GmbH, 2022).

L'ensemble des résultats suivants sont également disponibles au sein de l'étude complète en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial.

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur			3,8					0,9			0,5
Myotis	ur								0,5			<0,1
Großer Abendsegler	ur						0,5					<0,1
Kleiner Abendsegler	ur			0,8	0,5		1,0					0,2
Nyctaloide	ur				0,5		0,9					0,1
Zwergfledermaus	r		11,0	27,2	9,0	13,0	21,3	58,4	158,9	119,3	53,5	47,2
Mückenfledermaus	ur						0,5					<0,1
# Aufnahmen		0	11	32	10	13	24	58	160	119	54	48
∑ Sekunden	sehr gering	0,0	11,0	31,9	10,0	13,0	24,1	58,4	160,3	119,3	53,5	**48,1**

Fig. 201 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 1. Localisation du site voir Fig. 200. (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur		1,2								0,0	0,0	0,1
Bartfledermäuse	ur		1,4	0,5							2,4	0,9	0,5
Myotis	ur		1,5								1,0	0,9	0,3
Großer Abendsegler	ur						0,5						<0,1
Kleiner Abendsegler	ur		1,5								1,0	0,9	0,3
Breitflügelfledermaus	ur						1,2						0,1
Nyctaloide	ur			2,3		1,4	0,9	1,2				0,5	0,6
Zwergfledermaus	r		421,5	79,2		14,5	14,8	27,5	277,6	489,3	756,4	162,7	203,9
# Aufnahmen		0	670	148	0	30	35	60	356	640	924	229	281,1
∑ Sekunden	hoch	0,0	427,1	82,0	0,0	15,8	17,4	28,6	277,6	489,3	760,9	165,9	**205,9**

Fig. 202 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 2. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Große Hufeisennase	ur												<0,1
Wasserfledermaus	ur		2,8				2,8						0,5
Bartfledermäuse	r		2,1	0,5				4,0	3,3	2,3	6,1	0,9	1,7
Nymphenfledermaus	ur												<0,1
Wimperfledermaus	ur		0,6										0,1
Myotis	ur		1,5				1,5			0,5	1,0	0,9	0,5
Großer Abendsegler	ur					0,3	1,0	1,6					0,3
Kleiner Abendsegler	r		2,3	6,9		199,9	49,7	49,0	1,2	0,5	2,8		28,4
Breitflügelfledermaus	ur					22,8	4,7	17,1					4,0
Nyctaloide	r			4,2		90,9	18,5	16,4	3,3			0,5	12,2
Zwergfledermaus	r		1028,0	510,8		331,0	799,1	1083,1	684,8	1015,1	935,9	460,0	622,5
Rauhhautfledermaus	ur							11,6					1,1
# Aufnahmen		0	1264	574	0	1532	1591	1717	781	1212	1120	532	938,5
∑ Sekunden	sehr hoch	0,0	1037,3	522,4	0,0	644,8	877,3	1182,7	692,6	1018,3	945,9	462,3	**671,2**

Fig. 203 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 3. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur	0,3										<0,1
Bartfledermäuse	ur	2,0	3,2	0,9				1,8				0,8
Myotis	ur			0,3			0,5					0,1
Kleiner Abendsegler	r	1,6	7,0	6,8		6,1	4,8					2,6
Breitflügelfledermaus	ur		2,2				0,9	1,7	2,9			0,8
Nyctaloide	r	1,9	2,1	0,8			4,0		1,2			1,0
Zwergfledermaus	r	84,3	376,5	322,3	2,0	197,1	48,3	67,4	87,4	219,1	166,0	157,0
# Aufnahmen		156	688	620	1	476	123	60	94	215	156	258,9
∑ Sekunden	mittel	90,0	391,0	331,0	2,0	203,2	58,5	70,9	91,5	219,1	166,0	**162,3**

Fig. 204 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 4. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Großer Abendsegler	ur	0,5							<0,1
Kleiner Abendsegler	ur	1,0							0,1
Breitflügelfledermaus	ur				1,0				0,1
Zwergfledermaus	r	39,9	61,5	197,3	1423,4	1563,2	1587,4	883,7	822,3
# Aufnahmen		32	51	162	967	1282	1163	707	623,4
∑ Sekunden	sehr hoch	41,3	61,5	197,3	1424,4	1563,2	1587,4	883,7	**822,7**

Fig. 205 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 5. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	08.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur			0,5			1,1					0,2
Fransenfledermaus	ur		2,0									0,2
Myotis	ur		0,5	1,1								0,2
Kleiner Abendsegler	ur			12,1		3,7	1,7	1,9				1,9
Nyctaloide	ur			3,6				1,4				0,5
Zwergfledermaus	r		2653,1	2042,7		92,6	32,7	35,4	707,0	819,1	199,2	658,2
# Aufnahmen		0	2554	1894	0	128	51	51	696	931	220	652,5
∑ Sekunden	sehr hoch	0,0	2655,6	2060,1	0,0	96,3	35,5	38,7	707,0	819,1	199,2	**661,1**

Fig. 206 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 6. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur				1,4	4,9		0,9				0,7
Nymphenfledermaus	ur							1,2	0,3			0,1
Fransenfledermaus	ur				1,4							0,1
Myotis	ur					0,5						<0,1
Kleiner Abendsegler	r		4,1		3,2		3,8	0,8	3,0			1,5
Breitflügelfledermaus	ur						3,2	6,2	3,2			1,3
Nyctaloide	ur								5,7			0,6
Zwergfledermaus	r		43,0	116,2	49,4	29,8	92,7	50,8	246,9			62,9
# Aufnahmen		0	56	122	74	44	113	155	438	0	0	100,2
∑ Sekunden	gering	0,0	47,1	116,2	55,4	35,2	99,8	59,9	259,1	0,0	0,0	**67,3**

Fig. 207 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 7. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur			2,1		2,7				10,1	83,7	9,9
Wimperfledermaus	ur				0,3						3,3	0,4
Myotis	ur					1,6						0,2
Kleiner Abendsegler	r			4,8	2,3	7,1				1,2	0,9	1,6
Breitflügelfledermaus	ur			15,1								1,5
Nyctaloide	ur			5,0	0,3		2,9					0,8
Zwergfledermaus	r	236,8	187,0	50,0	74,8	510,1	238,5	800,7		251,4	147,0	249,6
# Aufnahmen		427	401	183	196	291	169	410	0	189	205	247,1
∑ Sekunden	sehr hoch	236,8	187,0	77,0	77,6	521,5	241,4	800,7	0,0	262,7	235,0	**264,0**

Fig. 208 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 8. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	02.06.2021	03.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur			0,9								0,1
Bartfledermäuse	r		215,8	131,9	8,4	14,2		2,8		1,6	3,6	37,8
Nymphenfledermaus	ur		1,4		0,8							0,2
Fransenfledermaus	ur			0,9								0,1
Wimperfledermaus	ur		30,1	0,7	3,3	7,2						4,1
Myotis	r		8,9	1,9	4,9	0,9		1,9	1,4	2,0		2,2
Großer Abendsegler	ur		0,5									<0,1
Kleiner Abendsegler	r		36,0	23,2	8,2	7,5			1,3	14,4	43,7	13,4
Breitflügelfledermaus	r		46,8	49,8	5,5	2,5		83,5	94,6	41,7	133,5	45,8
Nyctaloide	r		13,5	17,0	0,8	0,7		3,6	15,4	12,4	48,3	11,2
Zwergfledermaus	r		1290,7	925,0	117,3	343,2	335,3	25,3	28,0	22,8	43,6	313,1
# Aufnahmen		0	1806	1318	167	358	348	269	351	221	722	556,0
∑ Sekunden	sehr hoch	0,0	1643,6	1151,3	149,2	376,3	335,3	117,1	140,7	94,8	272,7	**428,1**

Fig. 209 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 9. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	02.07.2021	03.07.2021	04.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur										2,8	0,3
Bartfledermäuse	r	4,2			0,5	14,2	24,5	106,1			37,6	18,7
Nymphenfledermaus	r		3,0	2,8			4,8	0,9			4,0	1,6
Fransenfledermaus	ur		0,0	1,2				7,8				0,9
Wimperfledermaus	r		1,2	10,6	18,5		127,5	121,8				28,0
Bechsteinfledermaus	ur							18,7				1,9
Myotis	r		0,6	1,5	3,7	8,3	5,5	27,9			1,7	4,9
Großer Abendsegler	ur							1,4				0,1
Kleiner Abendsegler	r		0,5	2,4	3,3			8,5			1,3	1,6
Breitflügelfledermaus	r		3,0	2,8			4,8	0,9			4,0	1,6
Nyctaloide	ur			1,5			0,8	5,0				0,7
Zwergfledermaus	r	95,8	52,0	226,3	125,5	150,8	188,0	656,5			445,3	194,0
# Aufnahmen		151	91	390	215	276	437	1090	0	0	1637	428,7
∑ Sekunden	sehr hoch	100,0	60,3	249,1	151,6	173,3	356,0	955,6	0,0	0,0	496,7	**254,2**

Fig. 210 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 10. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur										1,9	0,2
Fransenfledermaus	ur							0,6				0,1
Wimperfledermaus	ur							1,6				0,2
Myotis	ur							1,0		1,5	0,3	0,3
Kleiner Abendsegler	ur						1,6	1,3		12,4	6,0	2,1
Breitflügelfledermaus	ur										13,5	1,4
Nyctaloide	ur						1,5					0,1
Zwergfledermaus	ur					0,5	3,4	0,6			7,8	1,2
# Aufnahmen		0	0	0	0	1	10	8	0	50	84	15,3
∑ Sekunden	sehr gering	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	6,5	5,1	0,0	13,9	29,6	**5,6**

Fig. 211 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 11. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	08.07.2021	05.08.2021	06.08.2021	07.08.2021	08.08.2021	Ø
Bartfledermäuse	ur	0,7							0,6	0,2
Nymphenfledermaus	ur					0,5				0,1
Wimperfledermaus	ur		1,2							0,1
Myotis	ur			0,7						0,1
Kleiner Abendsegler	ur	0,5					1,6		0,5	0,3
Breitflügelfledermaus	ur					2,6	4,9		10,1	2,2
Nyctaloide	ur					1,7	0,5			0,3
Zwergfledermaus	ur					15,7	12,2		8,4	4,5
# Aufnahmen		2	2	1	0	17	26	0	26	9,3
∑ Sekunden	sehr gering	1,2	1,2	0,7	0,0	20,5	19,1	0,0	19,6	**7,8**

Fig. 212 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 12. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur	3,4	1,5					3,4	1,2
Bartfledermäuse	r	49,0	5,2	8,0	8,6	1,3	0,3	49,0	17,4
Nymphenfledermaus	ur	6,4						6,4	1,8
Fransenfledermaus	ur						0,3		<0,1
Wimperfledermaus	ur			0,5			0,6		0,2
Bechsteinfledermaus	ur		1,3						0,2
Myotis	r	31,3	2,8	7,7	3,2		3,1	31,3	11,3
Kleiner Abendsegler	ur					1,6	1,3		0,4
Breitflügelfledermaus	ur		0,6	1,3			9,1		1,6
Zwergfledermaus	r	61,7	24,4	55,0	18,4	12,8		61,7	33,4
# Aufnahmen		338	50	110	44	42	252	338	167,7
∑ Sekunden	gering	151,7	35,9	72,4	30,3	15,7	14,6	151,7	**67,5**

Fig. 213 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 13. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	31.05.2021	01.06.2021	02.06.2021	03.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur		0,5							11,1		1,2
Bartfledermäuse	r		2,3	4,4			0,5			8,6	36,2	5,2
Nymphenfledermaus	ur				5,6							0,6
Fransenfledermaus	ur				2,6							0,3
Wimperfledermaus	ur					1,4		1,2				0,3
Bechsteinfledermaus	ur				5,7					4,7		1,0
Myotis	ur			1,7						10,4	7,5	2,0
Großer Abendsegler	ur		0,4		4,7							0,5
Kleiner Abendsegler	r	12,8	108,9	164,1	439,3	125,5	141,3	95,8		1,7	7,9	109,7
Breitflügelfledermaus	r	4,1	13,7	44,8	12,7	68,5	109,7	7,2				26,1
Nyctaloide	r		13,7	8,7	105,6	155,3	85,0	15,4		0,9		38,5
Zwergfledermaus	r	92,9	125,7	65,2	73,1	18,2	39,9	170,3		1,2	4,6	59,1
Langohren	ur					0,5	1,7	0,8				0,3
# Aufnahmen		259	726	933	2141	370	447	313	0	52	74	531,5
∑ Sekunden	hoch	109,9	265,2	289,0	649,4	369,3	378,1	290,7	0,0	38,7	56,2	**244,6**

Fig. 214 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 14. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur								0,5			<0,1
Bartfledermäuse	ur						1,6		1,3		0,7	0,4
Wimperfledermaus	ur							2,1				0,2
Breitflügelfledermaus	ur						1,6	2,6				0,4
Nyctaloide	ur						2,2		1,5			0,4
Zwergfledermaus	r					310,7	289,0	176,8	4,6	44,5	14,8	84,0
# Aufnahmen		0	0	0	0	311	292	183	14	73	29	90,2
∑ Sekunden	gering	0,0	0,0	0,0	0,0	310,7	294,3	181,5	7,9	44,5	15,5	**85,4**

Fig. 215 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 15. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	07.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur							0,5				<0,1
Bartfledermäuse	r		0,6	0,6		143,7	13,9	5,2				16,4
Myotis	ur		0,5	1,6		3,9	0,8					0,7
Kleiner Abendsegler	r		39,0	21,6		15,8	3,2	4,1			14,6	9,8
Breitflügelfledermaus	r		2,6	11,0		57,2	68,0	22,4			0,5	16,2
Nyctaloide	ur			1,6		39,2	1,9	28,3				7,1
Zwergfledermaus	r		11,2	34,7		1411,9	1575,1	33,0			170,0	323,6
# Aufnahmen		0	74	85	0	1488	1379	87	0	0	222	333,5
∑ Sekunden	sehr hoch	0,0	54,0	71,1	0,0	1671,7	1662,9	93,4	0,0	0,0	185,1	**373,8**

Fig. 216 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 16. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	Ø
Wasserfledermaus	ur								1,4		0,2
Bartfledermäuse	r		1,6		1,3		2,4	2,4	2,2	4,0	1,5
Nymphenfledermaus	ur		0,6				2,9	1,3		1,1	0,7
Bechsteinfledermaus	ur					1,1					0,1
Großes Mausohr	ur					2,7	1,7			3,7	0,9
Myotis	ur					2,7	1,7			3,7	0,9
Kleiner Abendsegler	r		22,9	37,6			6,1	0,9	1,9	0,5	7,8
Breitflügelfledermaus	ur			8,6							1,0
Nyctaloide	ur		3,8	5,6			1,4		0,5		1,3
Zwergfledermaus	r		215,7	41,8	10,5	14,2	4,5	2,6	38,3	688,6	112,9
# Aufnahmen		0	246	125	13	22	31	8	40	574	117,7
∑ Sekunden	mittel	0,0	244,6	93,6	11,8	20,7	20,8	7,2	44,2	701,5	**127,1**

Fig. 217 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 17. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Art	Status	04.06.2021	05.06.2021	06.06.2021	05.07.2021	06.07.2021	07.07.2021	02.08.2021	03.08.2021	04.08.2021	ø
Bartfledermäuse	ur			2,6			2,3			0,5	0,6
Fransenfledermaus	ur									1,8	0,2
Großer Abendsegler	ur						4,4				0,5
Kleiner Abendsegler	r		10,6	12,0	4,1	0,5			1,9	5,7	3,9
Breitflügelfledermaus	ur		2,9	0,5							0,4
Nyctaloide	r		1,2	0,3	1,3		0,5			0,5	0,4
Zwergfledermaus	r		63,1	62,6	125,7	34,5	48,5		33,8	45,5	46,0
# Aufnahmen		0	128	154	85	29	40	0	31	53	58
∑ Sekunden	gering	0,0	77,8	78,0	131,1	35,0	55,7	0,0	35,6	54,0	**51,9**

Fig. 218 : Extrait des enregistrements nocturnes au niveau du site Tram 18. Localisation du site voir Fig. 200 (Milvus GmbH, 2022).

Au Tab. 38 se trouve une synthèse de l'activités des chauves-souris (en secondes) et par conséquent du classement du site par rapport à l'activité enregistrée (activité considérée comme très faible, faible, modérée, élevée, très élevée) ainsi que les espèces qui utilisent régulièrement le secteur.

Les secteurs qui ont la plus forte activité sont les suivants (classé comme « très élevée »):

- Site 3, le long du chemin de fer (section tram rapide 2)
- Site 5, au sud de la zone d'activités à Foetz (section tram rapide 2)
- Site 6, au centre de Foetz, le long de l'A4 (section TR5)
- Site 8, en bordure de Pontpierre, le long de l'A4 (section TR4)
- Site 9, bordure sud du massif forestier à Leudelange, au nord de l'A4 (section TR3)
- Site 10, dans massif forestier de Leudelange en bordure d'une eau stagnante (section TR3)
- Site 16, le long de la N4 (section TR1)

Les sites 2 et 14 sont également classés comme « élevée » :

- Site 2, partie sud du tracé (Schifflange) en bordure de la voie ferrée et d'une zone humide (section Tram rapide 2),
- Site 14, à l'est du massif forestier de Leudelange au sud de l'A4 (section TR2).

Tab. 38 : Extrait et synthèse de l'inventaire via les enregistrements nocturnes – Moyenne de l'activité par site, classement de l'activité (activité très faible, faible, modérée, élevée, très élevée) et les espèces enregistrées régulièrement. En gras sont identifiés les sites où les occupations du sol sont régulièrement utilisé par une espèce ayant un statut de conservation défavorable (Milvus GmbH, 2022).

Section	Site	Moy. des activités en secondes	Classement de l'activité dans le site	Espèces utilisant régulièrement le site
Tram rapide 2	1	48,1	Très faible	pipistrelle commune
	2	205,9	Elevée	pipistrelle commune
	3	671,2	Très élevée	murin de brandt ou murin à moustaches, noctule de leisler, nyctalus, pipistrelle commune
	4	162,3	Modérée	noctule de leisler, pipistrelle commune, nyctalus
	5	822,7	Très élevée	pipistrelle commune
TR5	6	661,1	Très élevée	pipistrelle commune
	7	67,3	Faible	noctule de leisler, pipistrelle commune
TR4	**8**	264	Très élevée	noctule de leisler, pipistrelle commune
TR3	**9**	428,1	Très élevée	murin de brandt ou murin à moustaches, myotis, noctule de leisler, sérotine commune, nyctalus, pipistrelle commune
	10	254,2	Très élevée	murin de brandt ou murin à moustaches, murin d'alcathoé, murin à oreilles échancrées, myotis, noctule de leisler, sérotine commune, pipistrelle commune
	11	5,6	Très faible	aucune
	12	7,8	Très faible	aucune
	13	67,5	Faible	murin de brandt ou murin à moustaches, myotis, pipistrelle commune
TR2	**14**	244,6	Elevée	murin de brandt ou murin à moustaches, noctule de leisler, sérotine commune, nyctalus, pipistrelle commune
	15	85,4	Faible	pipistrelle commune
TR1	**16**	373,8	Très élevée	murin de brandt ou murin à moustaches, noctule de leisler, pipistrelle commune, sérotine commune
	17	127,1	Modérée	murin de brandt ou murin à moustaches, noctule de leisler, pipistrelle commune
	18	51,9	Faible	noctule de leisler, nyctalus, pipistrelle commune

Pour les sites dont l'activité est régulière (même si l'activité est déclarée faible), les occupations du sol adaptées aux espèces devront être considérés comme des habitats d'espèces d'intérêt communautaire. La pipistrelle commune n'ayant pas de statut de conservation défavorable, les habitats de cette espèce ne sont pas à compenser, contrairement aux autres espèces avec un statut de conservation défavorable telle que la noctule de Leisler (U1), murin à moustaches (U1) / murin de brandt (U1), murin d'alcathoé (XX), murin à oreilles échancrées (U1) et la sérotine commune (U1).

Pour résumer, les sites utilisés régulièrement sont les suivants : 9 sites équipés de batcorder (total de 18) sont utilisés régulièrement par des espèces de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable. Parmi les 9 sites, trois se situent en dehors de l'emprise actuelle du projet (n° 9, 16, 18).

Ainsi, les occupations du sols adaptées aux espèces et situées à proximité des batcorder sont à déclarer en tant qu'habitat d'espèces d'intérêt communautaire ayant un statut de conservation défavorable.

Ces habitats sont visibles dans les figures Fig. 219-Fig. 223 ci-dessous. Ils ont également été représentés dans la cartographie des biotopes, au moyen d'une délimitation en pointillés bleu, visible en annexe 13 du rapport EIE du tracé initial.

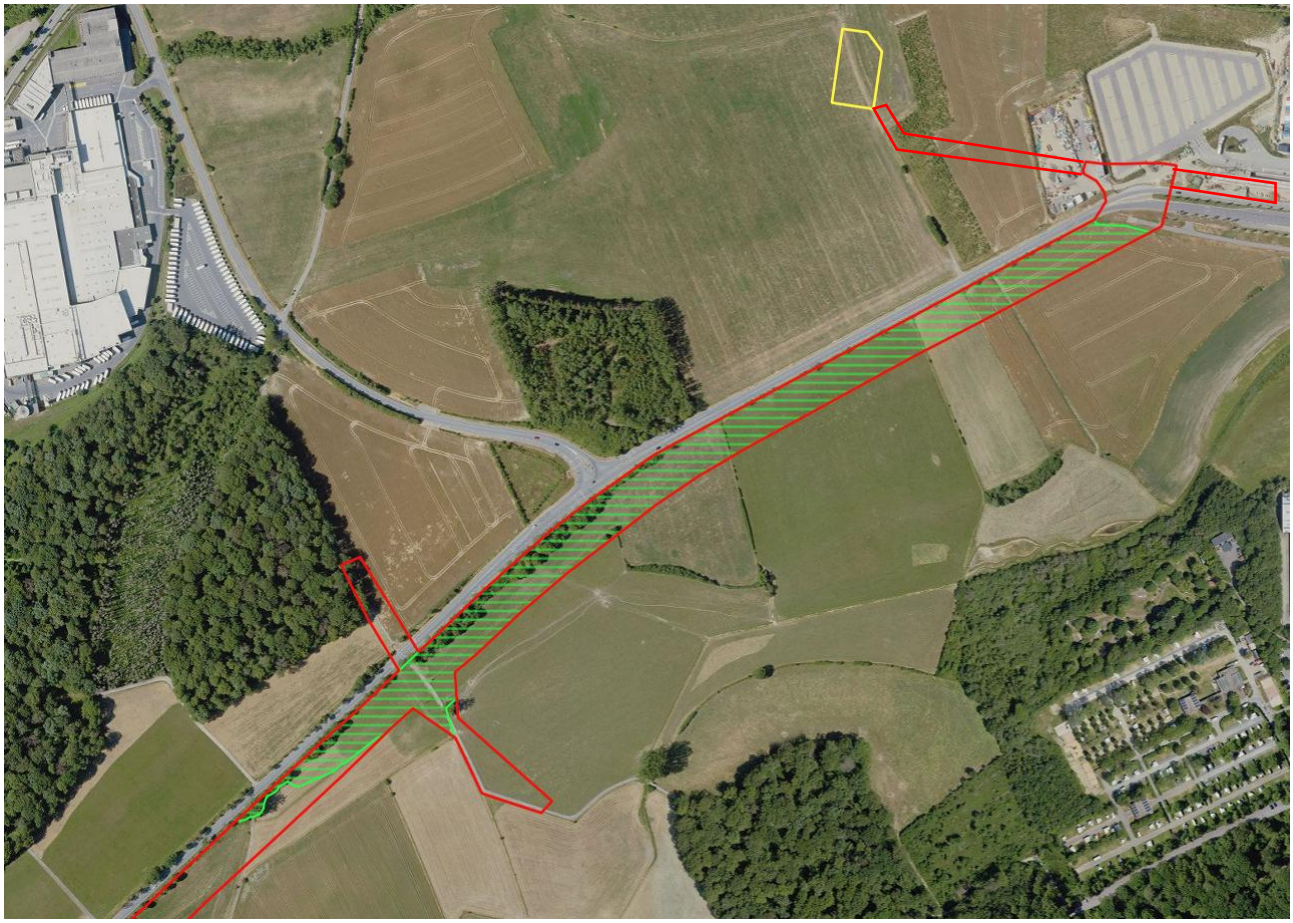


Fig. 219 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR1 – Cloche d'Or. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025).

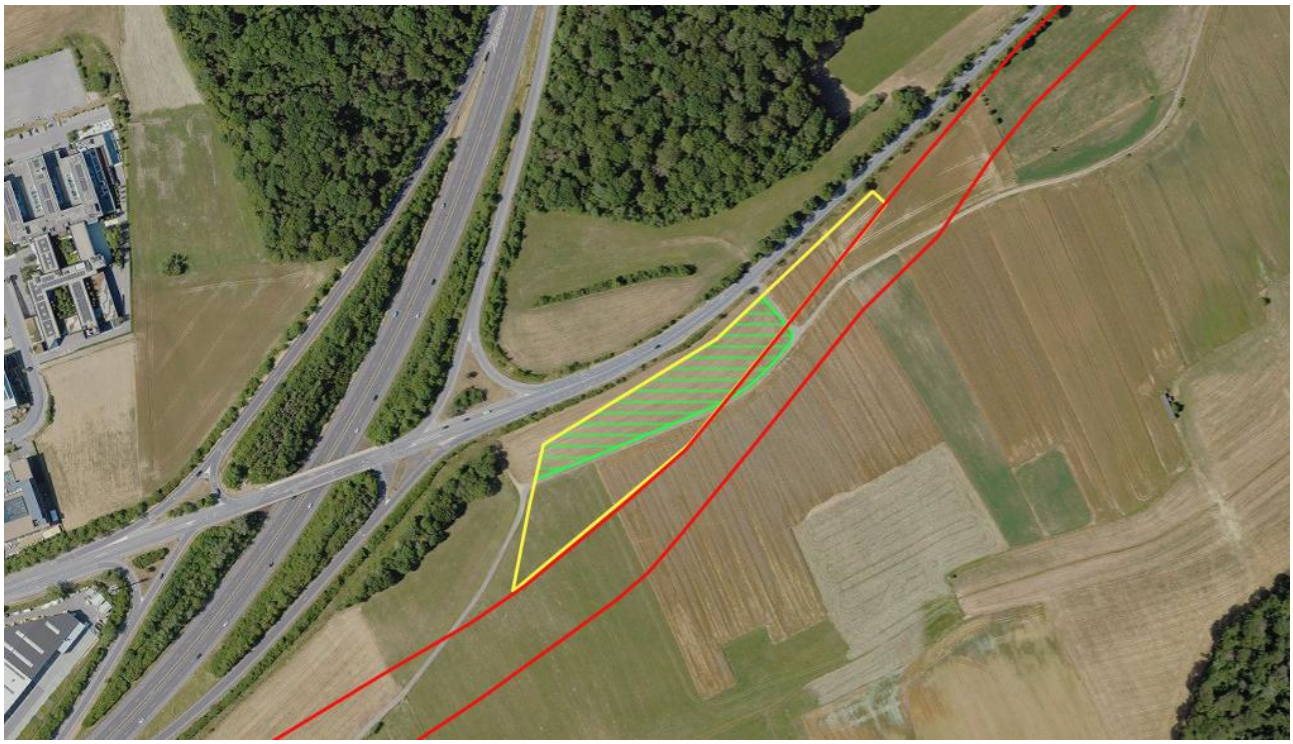


Fig. 220 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR1 – Leudelange nord. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025).

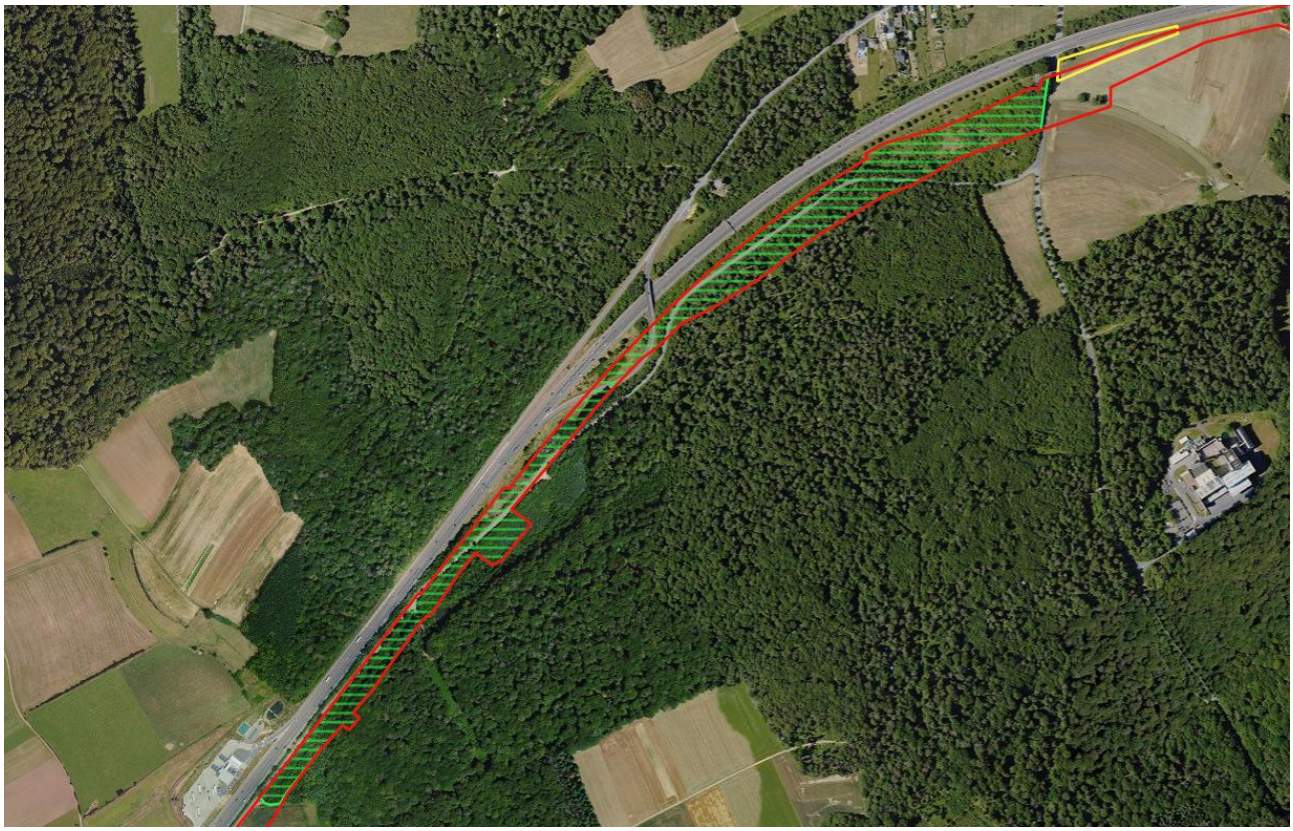


Fig. 221 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR3 – forêt de Leudelange. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025).

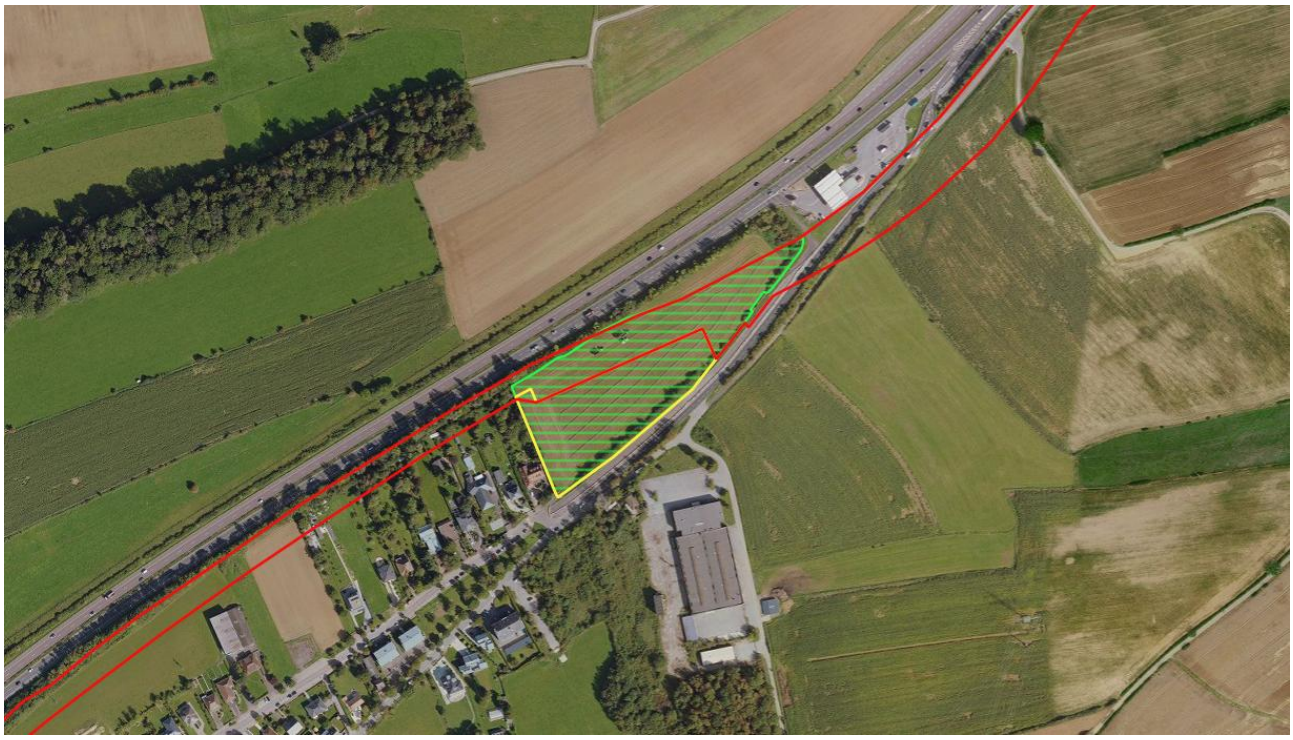


Fig. 222 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR4 -entrée de Pontpierre. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025).

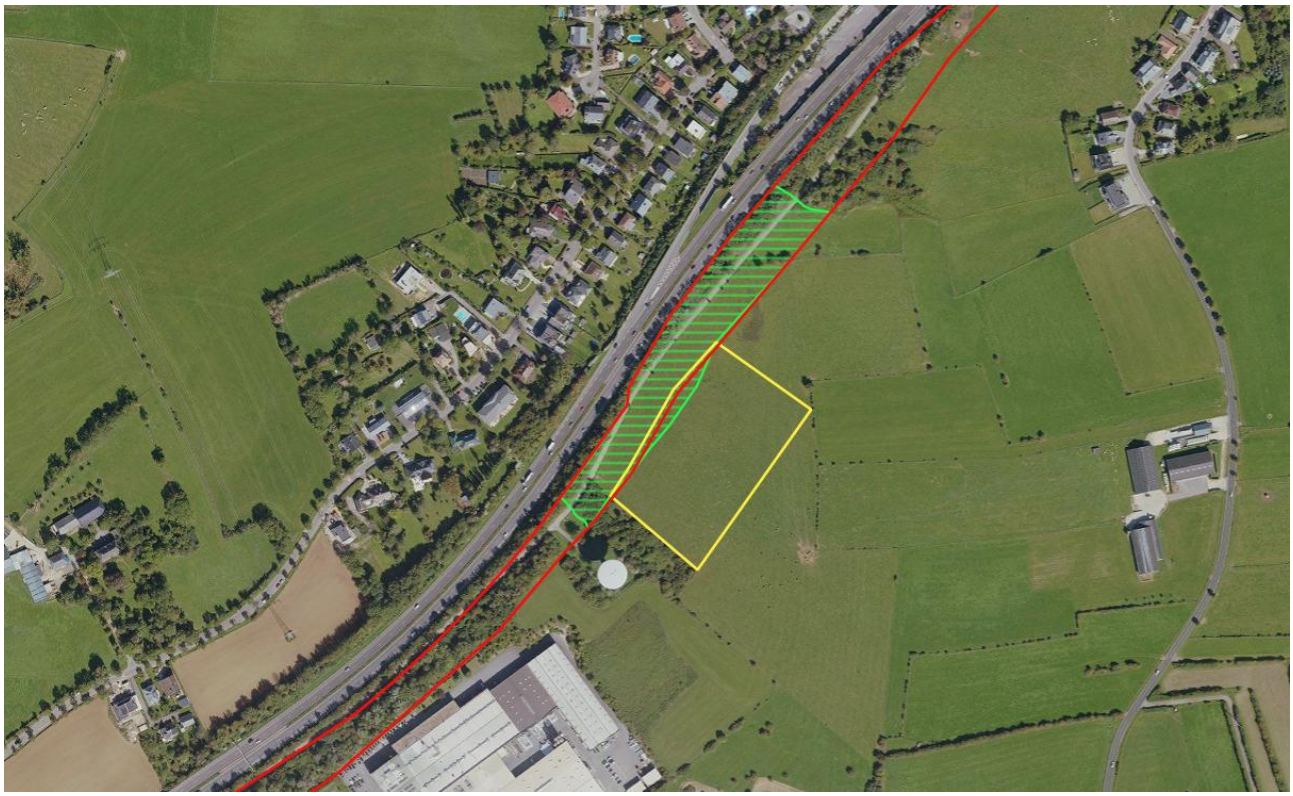


Fig. 223 : Localisation des habitats de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable (hachuré vert) au niveau de la section TR5 – entrée de Foetz. L'emprise du projet est en rouge. Les installations de chantier en jaune (LSC360 2025).

Concernant les captures et la télémétrie des chauves-souris, 7 individus de 5 espèces de chiroptères différentes ont été capturés. Parmi les 7, deux femelles (l'une gestante, l'autre l'ayant été plus tôt) ont été équipées d'émetteurs pour trouver les gites de mise bas. La femelle pipistrelle de Nathusius qui n'était plus gestante, ne pouvait plus être retrouvée dans le secteur d'étude. Il s'agissait donc probablement juste d'un d'individu en transfert. Le gite de la femelle gestante, de l'espèce Oreillard roux, a ainsi été trouvé à environ 260m au sud du tracé, dans la forêt de Leudelange (section TR3) (voir Fig. 224). Cinq autres individus ont été observés, sortant de ce gite. Lors des transects (n° 7 et 8) ou des batcorders à proximité (site 9 et 10) les oreillards n'ont pas été recensés, ce qui signifie que leur couloir de vol ne se situe pas au sein du tracé mais probablement plus au sud.

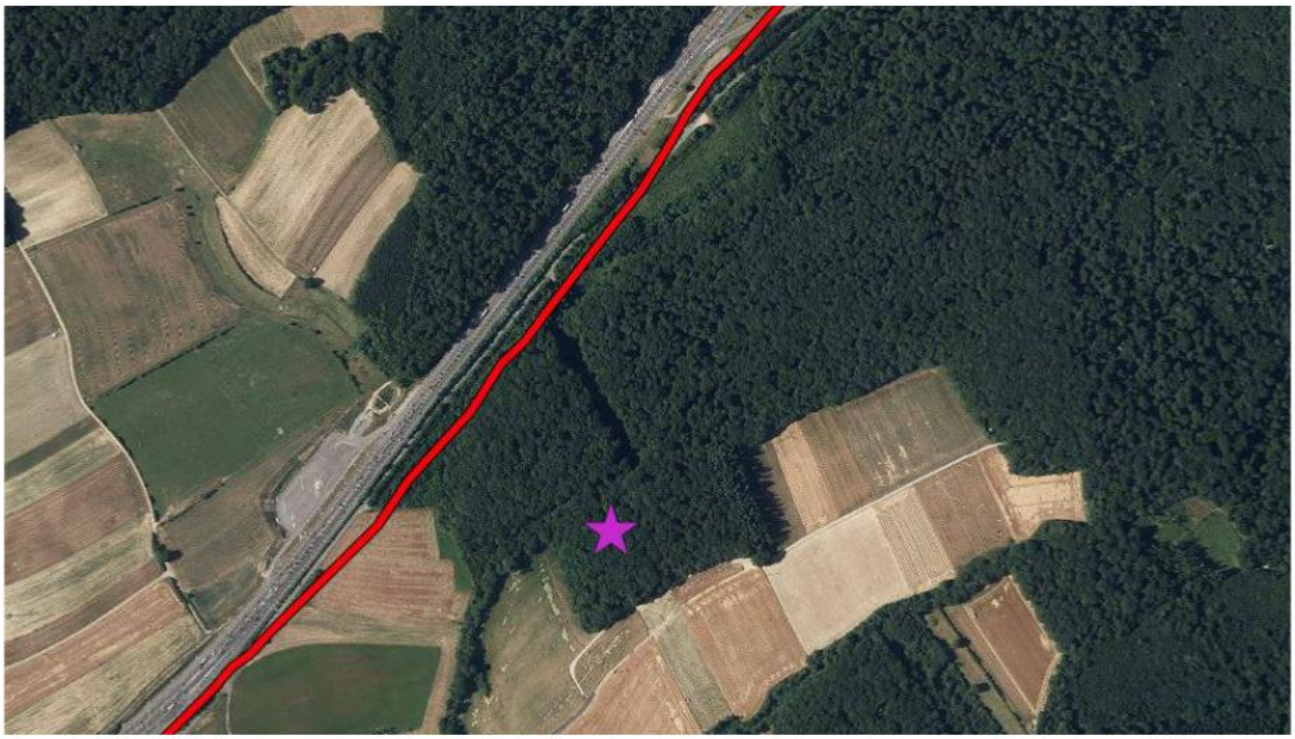


Fig. 224 : Localisation du gite des Oreillards roux – extrait de l'étude disponible en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (Milvus GmbH, 2022).

RESULTATS DES INVENTAIRES DU MUSCARDIN

Dans le cadre du recensement des « nest-tubes », huit nids de muscardins (*Muscardinus avellanarius*) ont été recensés à quatre endroits (Fig. 225). Deux nids ont été recensés dans le secteur de Pudel entre Lallange et Schifflange (section tram rapide 2) et six nids le long de l'autoroute A4 au sud de Leudelange (section TR1 et TR2). Comme on peut le constater sur la Fig. 225, seuls 3 nids (les plus à l'ouest) sont impactés par le tram rapide. Le bosquet plus à l'est devra être compensé dans le cadre de la construction du nouvel échangeur. Le muscardin est une espèce d'intérêt communautaire ayant un état de conservation favorable[25]. Son habitat d'alimentation ne nécessite donc pas d'être compensé, contrairement à son habitat de reproduction. Ceci est détaillé au chapitre « protection des espèces (art. 21) ».

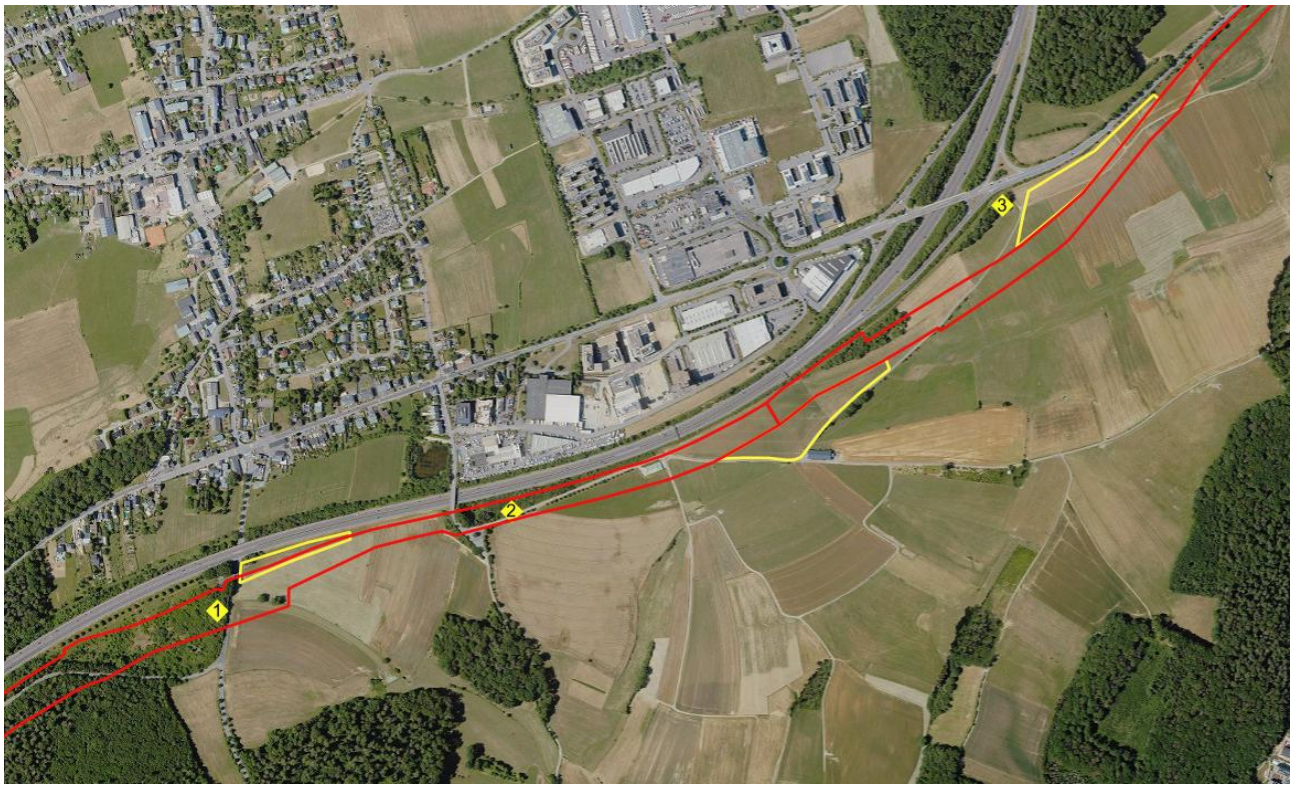


Fig. 225 : Localisation des « nest-tubes » occupés par des nids de muscardin. Le nombre indique le nombre de nids observés - extrait de l'étude disponible en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (données : Milvus GmbH, 2022, projection : LSC360, 2025).

RESULTATS DES INVENTAIRES DES REPTILES

Dans le cadre de l'inventaire des reptiles, le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et le lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) ont été identifiés dans le site d'étude. Le lézard vivipare a été observé à deux reprises, au sud-ouest du tracé (chemin de fer à l'entrée de Metzeschmelz ; section tram rapide 2) et en lisière de forêt au nord-est du tracé (en dehors de l'emprise du projet, à environ 370 m) (voir Fig. 226). Le lézard des murailles a été recensé exclusivement au niveau de la section du tram rapide 2, en bordure de la voie ferrée. Au total, l'espèce a été identifiée à neuf reprises.

[25] *Règlement grand-ducal modifié du 1er août 2018 établissant l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire et des espèces d'intérêt communautaire.*

Le lézard vivipare n'est pas une espèce d'intérêt communautaire contrairement au lézard des murailles, qui a un statut de conservation défavorable (U1).

Aucun individu n'a cependant été recensé dans l'emprise du tram rapide 1. Cela concernera donc uniquement le tracé du tram rapide 2.

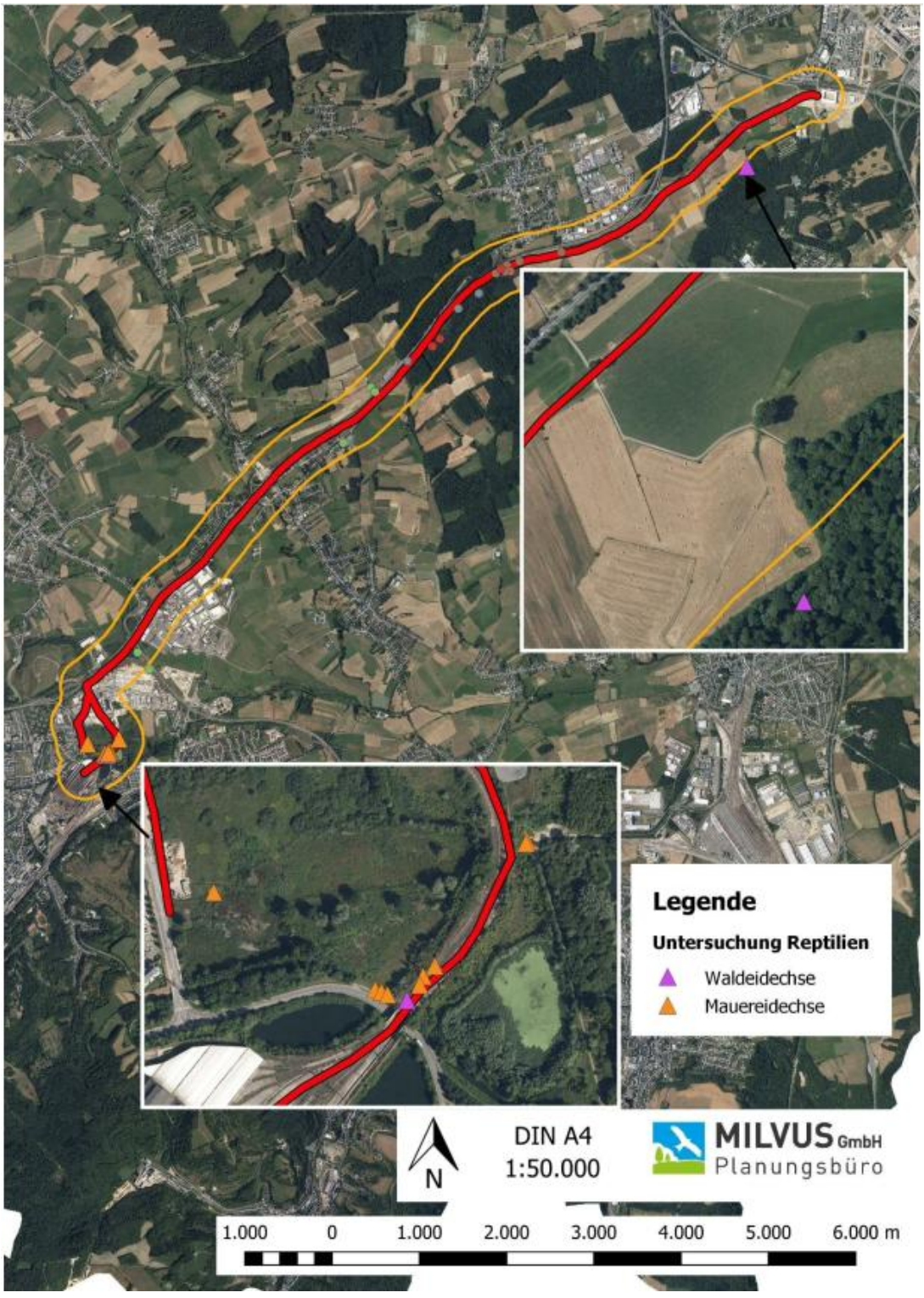


Fig. 226 : Résultats des inventaires de reptiles le long du tracé (les ronds sont une erreur de cartographie et n'ont aucune signification) - extrait de l'étude disponible en annexe 14 du rapport EIE du tracé initial (Milvus GmbH, 2022).

RESULTATS DES INVENTAIRES DU CUIVRE DES MARAIS ET DE L'ECAILLE CHINEE

Dans la zone d'étude, les deux espèces de papillons ciblées, le cuivré des marais (*Lycaena dispar,* statut U1) et l'écaille chinée (*Euplagia quadripunctaria,* statut FV), ont été observées. Le cuivré des marais a été observé sur neuf sites, à hauteur de Pontpierre, Foetz et Schifflange, avec des œufs trouvés sur des Rumex. Ces neuf sites se situent en dehors de l'emprise du tram rapide 1. Cinq imagos de l'écaille chinée ont été recensé, dans la forêt de Leudelange, dont trois dans l'emprise du tram rapide 1 (Fig. 227-Fig. 228).

En plus des espèces identifiées, l'étude a recensé les structures potentiellement adaptées à ces espèces. En revanche, après concertation avec les auteurs de l'étude, ce sont uniquement les secteurs où réellement des individus adulte, imagos ou œufs ont été recensés qui doivent être compensés.

Pour l'écaille chinée, les habitats de chasses ne nécessitent pas d'être compensés, ayant un statut de conservation favorable. Pour le cuivré des marais, les habitats utilisés se situent en dehors de l'emprise et ne nécessitent donc pas d'être compensées au titre de l'art. 17 de la loi PN.



Fig. 227 : Résultats des inventaires du cuivrée des marais (n=4) à proximité du projet. Les 5 autres se situent à proximité du tram rapide 2 (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).



Fig. 228 : Résultats des inventaires de l'écaille chinée (n=5) au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).

RESULTATS DES INVENTAIRES D'AMPHIBIENS

Entre plus des observations fortuites au cours des autres inventaires, une session de capture par nasse a été réalisée dans les plans d'eau du secteur Brill (Schifflange – section tram rapide 2) le 27.08.2021. A cette occasion, un triton crêté (*Triturus cristatus*), espèce dont l'état de conservation est défavorable (U1) au Luxembourg, a pu être recensé. D'autres amphibiens ont été identifiés au long du tracé (voir Fig. 229, Fig. 230). Il s'agit de 5 grenouille verte d'Europe (*Pelophylax sp.,* statut U1), également dans le secteur Brill et dans la forêt de Leudelange (section TR3), 6 crapaud commun (*Bufo bufo*), principalement le long de la N4 et pour finir, deux grenouilles rousses (*Rana temporaria,* statut U1), dans la forêt de Leudelange et le long de la N4. Le crapaud commun n'est pas une espèce d'intérêt communautaire, contrairement aux autres espèces précitées.

Pour le tram rapide 1, sont pertinents uniquement le point d'observation de la grenouille verte dans le plan d'eau de la forêt de Leudelange et de la grenouille rousse sur un chemin agricole, le long de la N4 (TR1). Le plan d'eau se situant en dehors du périmètre d'intervention de LUXTRAM, il n'y a pas de compensation à réaliser. Pour la grenouille rousse le long de la N4, après concertation avec les auteurs de l'étude, les alentours du point d'observation ne sont pas à compenser car vu la localisation sur un chemin agricole, ceci ne constitue pas un habitat adapté à l'espèce et semble uniquement passager (non régulier).

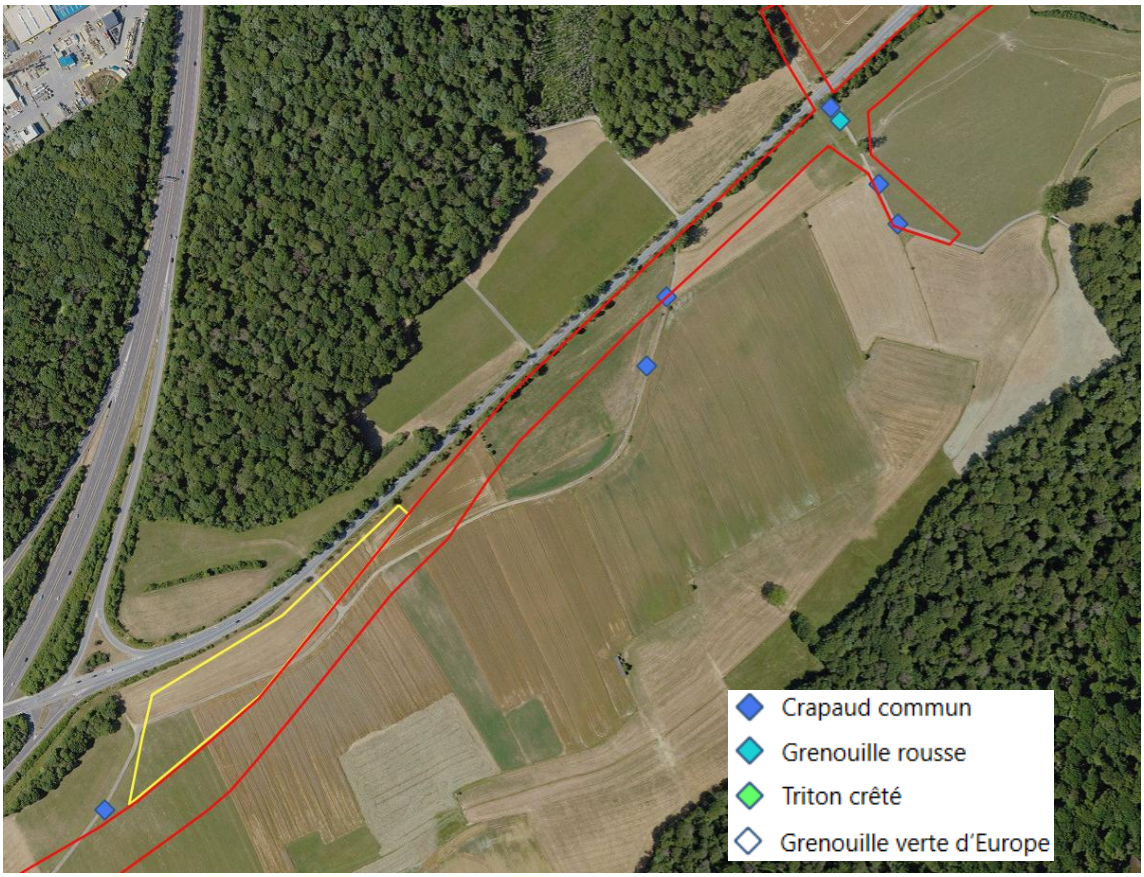


Fig. 229 : Résultats des inventaires d'amphibiens au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).

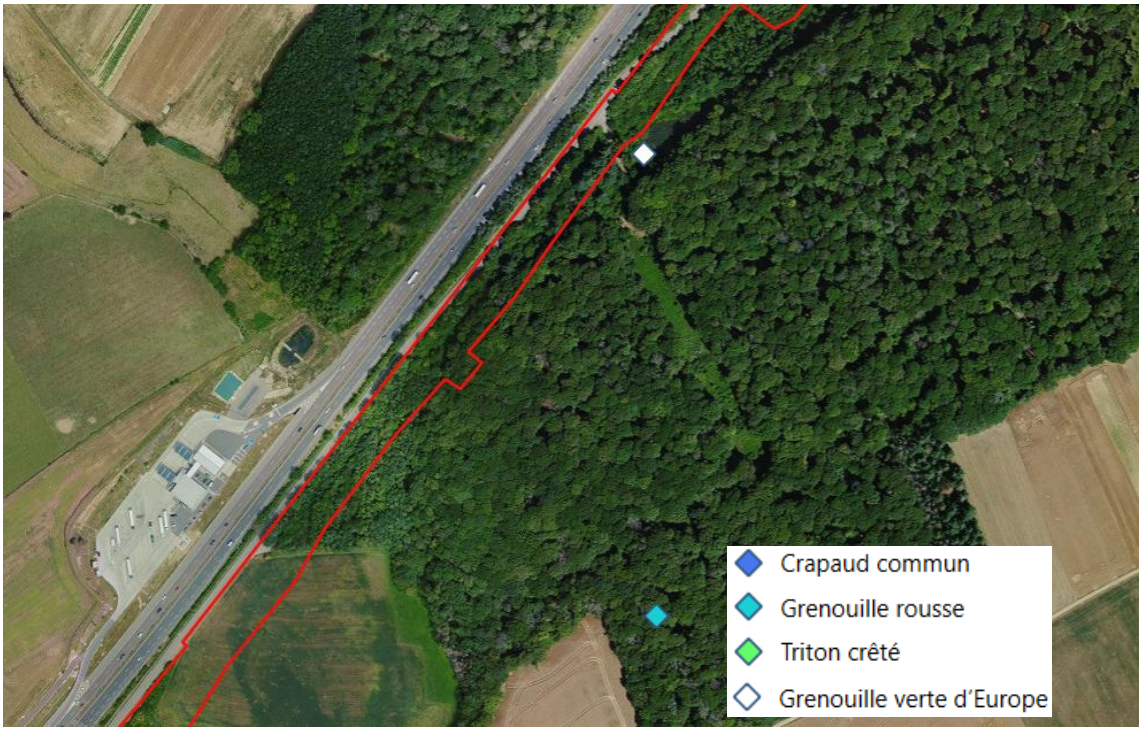


Fig. 230 : Résultats des inventaires d'amphibiens au niveau du projet (rouge = emprise du projet ; jaune = emprise installation de chantier (source de données : Milvus GmbH 2022, projection : LSC360, 2025).

Pour résumer, une grande partie de l'emprise du projet est un habitat régulièrement utilisé par des espèces d'intérêt communautaire ayant un statut de conservation défavorable (voir Fig. 219 à Fig. 223). Il s'agit essentiellement des chauves-souris (espèces : noctule de Leisler, murin de Brandt/murin à moustaches, sérotine commune, murin Alcathoé, murin à oreilles échancrées). Cela signifie que ces habitats doivent être compensés de manière monétaire (paiement d'une taxe de remboursement) selon l'article 17 et 64 de la loi PN. Pour déterminer le montant de la taxe, un bilan écologique doit être réalisé. Ceci a été effectué au chapitre 9.2. Pour les oiseaux (milan inclus), il s'agit uniquement de sites de reproduction, tout comme pour le muscardin, l'écaille chinée et le cuivrée des marais (voir chapitre suivant).

Tracé optimisé

Avifaune

Suite à l'introduction du rapport EIE relatif au tracé initial, l'Administration de la nature et des forêts (ANF) a précisé que, pour les oiseaux nicheurs, les mesures requises au titre de la législation sur la protection de la nature ne doivent pas uniquement concerner les habitats de reproduction (article 21 de la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles), mais également les habitats de chasse, conformément à l'article 17 de cette même loi.

Dans ce contexte, Milvus GmbH, ayant réalisé les inventaires ornithologiques en 2021-2022 (annexe 16), a été mandaté afin de délimiter les habitats de chasse des différentes espèces d'oiseaux concernées. Les habitats de chasse relevant de l'article 17, auxquels un facteur correctif U1 doit être appliqué dans le bilan écologique, sont présentés aux Fig. 231-Fig. 234. Il s'agit uniquement les habitats identifiés sur la base des inventaires de 2021-2022. Ces habitats sont donc pris en compte dans le bilan écologique figurant au chapitre 9.2.

Par ailleurs, dans le cadre du tracé optimisé, Milvus GmbH a également été mandaté pour réaliser un pré-diagnostic des nouveaux secteurs concernés (Leudelange, Pontpierre et Foetz) afin d'évaluer leur potentiel pour l'avifaune, les chauves-souris et le Muscardin, conformément à la réunion avec le MECB du 19 novembre 2026 dont le compte rendu figure en annexe 02. Cette étude est disponible en annexe 26.

Concernant l'avifaune, le pré-diagnostic met en évidence un potentiel élevé des secteurs étudiés, en raison de la présence de structures paysagères favorables et comparables à celles présentes au sud de l'autoroute. Sur cette base, Luxtram a mandaté une étude ornithologique détaillée afin de caractériser précisément les enjeux liés à ces nouveaux secteurs.

Il a été convenu avec le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité (MECB) (voir compte rendu en annexe 02) que, dans l'hypothèse où les résultats de cette étude ne seraient pas disponibles au moment de la remise du présent rapport EIE, ceux-ci ainsi que les mesures d'atténuation associées seraient transmises au MECB lors de l'introduction du dossier APD.

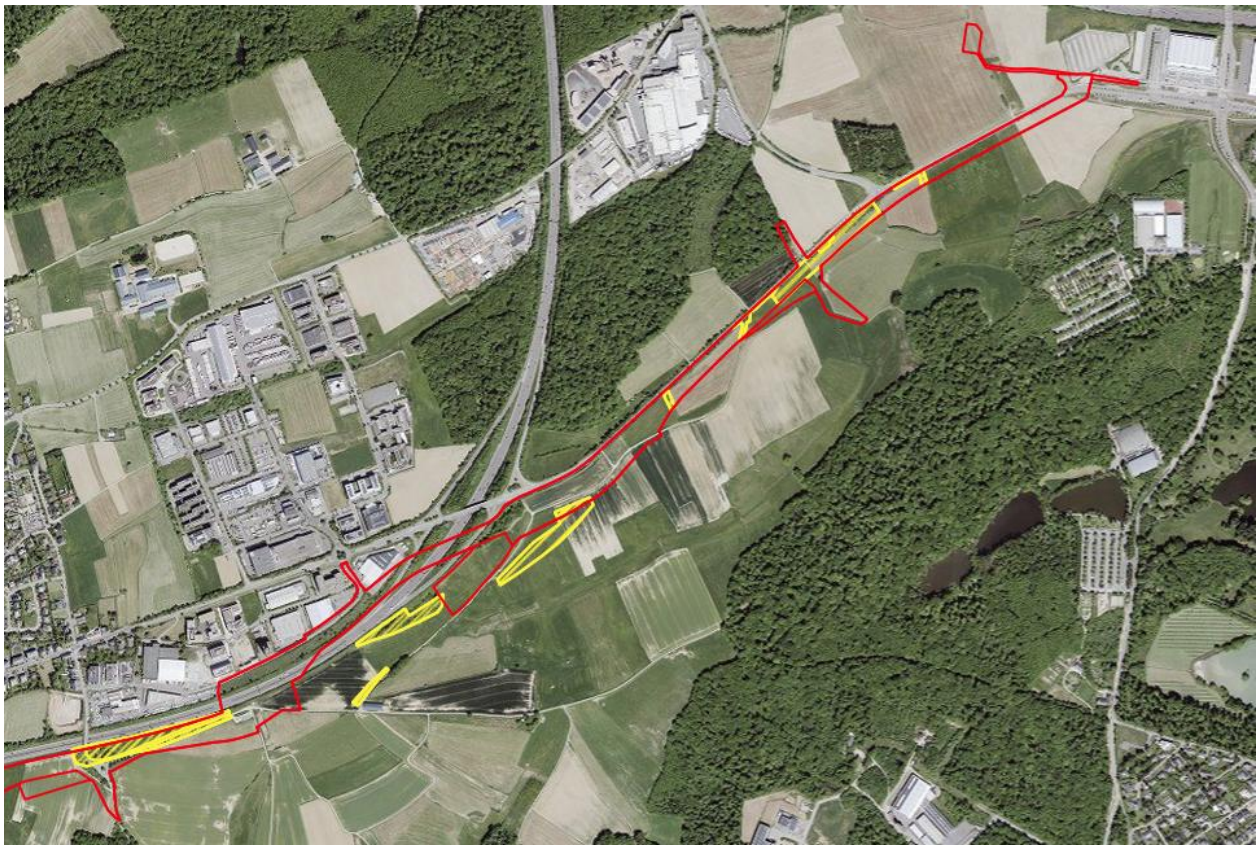


Fig. 231 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Leudelange Nord et Kockelscheuer (LSC360 & Milvus, 2026).



Fig. 232 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Leudelange Sud (LSC360 & Milvus, 2026).

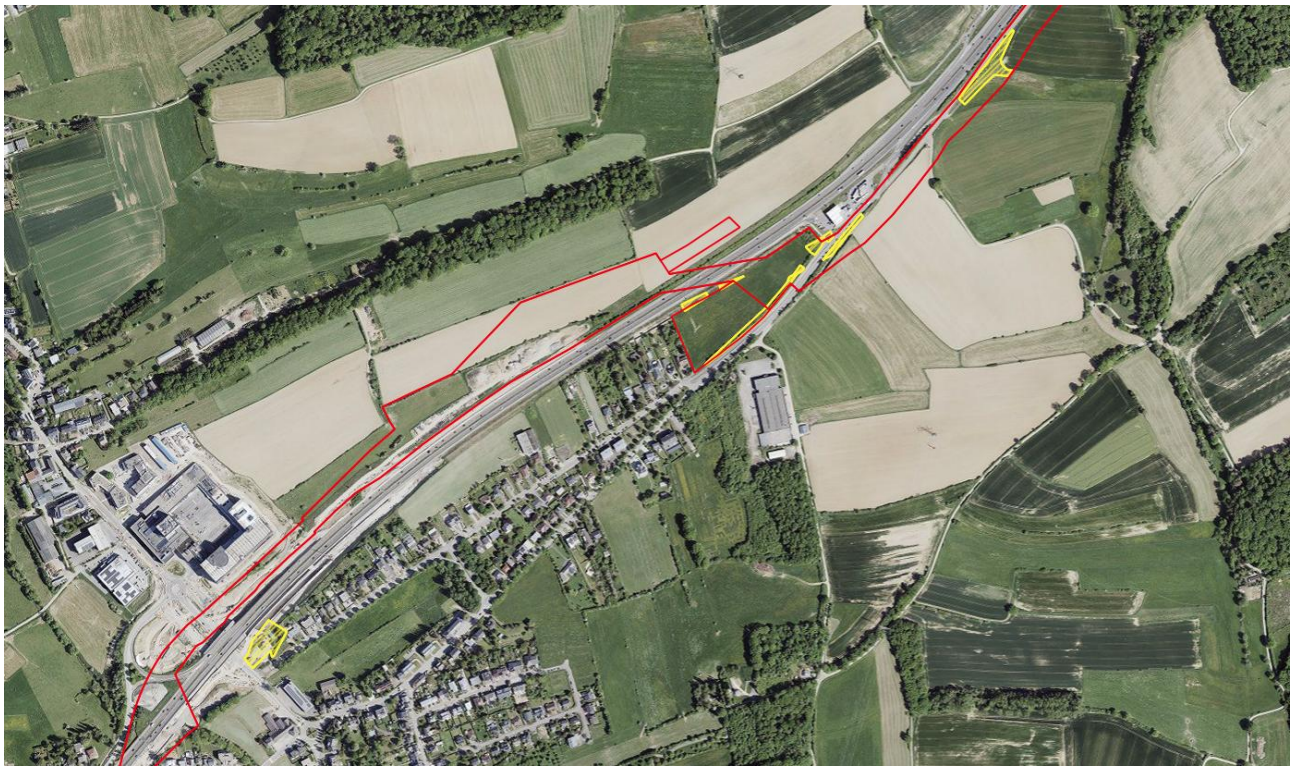


Fig. 233 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Pontpierre (LSC360 & Milvus, 2026).

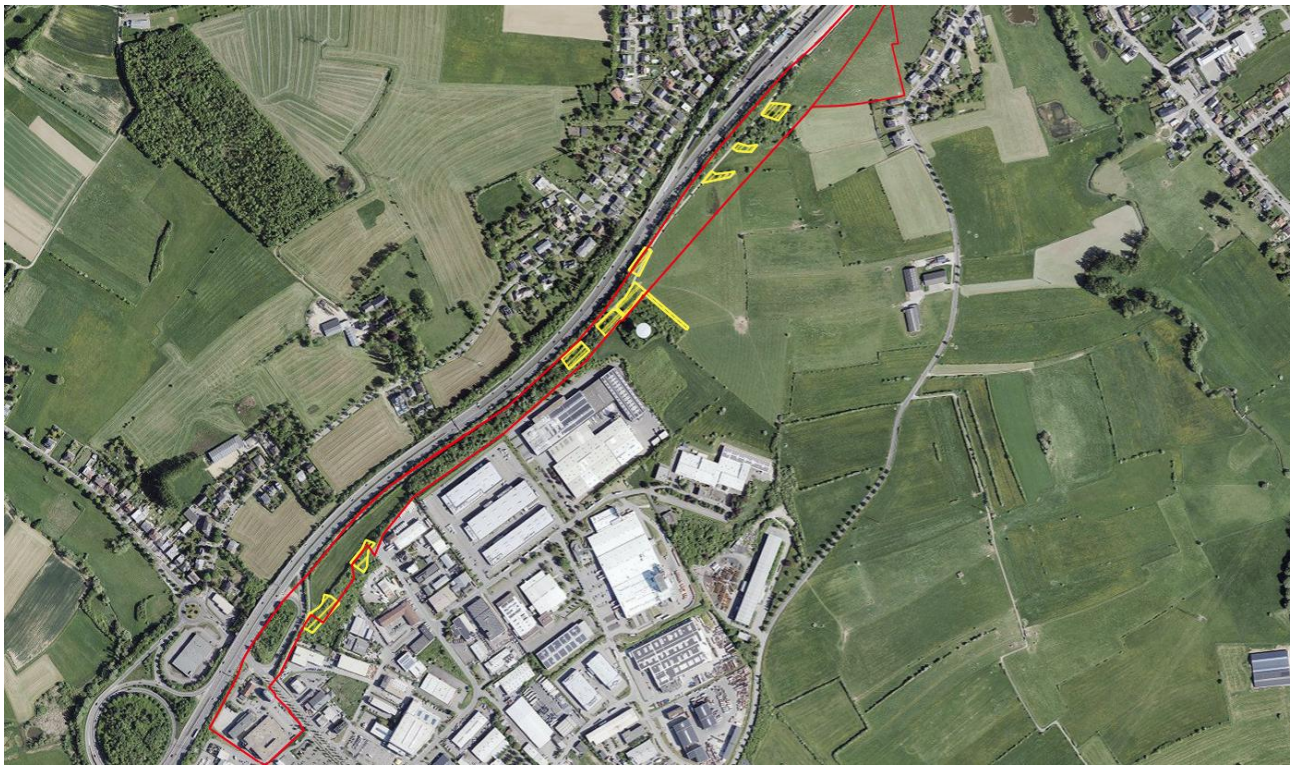


Fig. 234 : Identification par Milvus GmbH des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des oiseaux à hauteur de Foetz (LSC360 & Milvus, 2026).

Pour les **chauves-souris**, les investigations réalisées en 2021 ont mis en évidence, dans l'environnement proche des trois sous-secteurs, plusieurs espèces de chauves-souris présentant un état de conservation défavorable U1, notamment des Murins à moustaches, la Noctule de Leisler et la Sérotine commune.

En l'absence d'études spécifiques complémentaires, une utilisation régulière des secteurs structurés des sous-secteurs de Leudelange et Pontpierre par ces espèces pour les déplacements de transit et la recherche alimentaire est considérée comme probable, ces habitats présentant une fonctionnalité écologique favorable.

En revanche, compte tenu des données disponibles et des structures présentes, une fréquentation régulière par des espèces présentant un état de conservation défavorable U2 n'est pas attendue.

Ainsi, **un facteur correctif U1** doit être appliqué dans le bilan écologique aux zones boisées des sous-secteurs de Leudelange et Pontpierre, représentant une surface totale d'environ 3,2 ha et visible sur les Fig. 235 et Fig. 236.

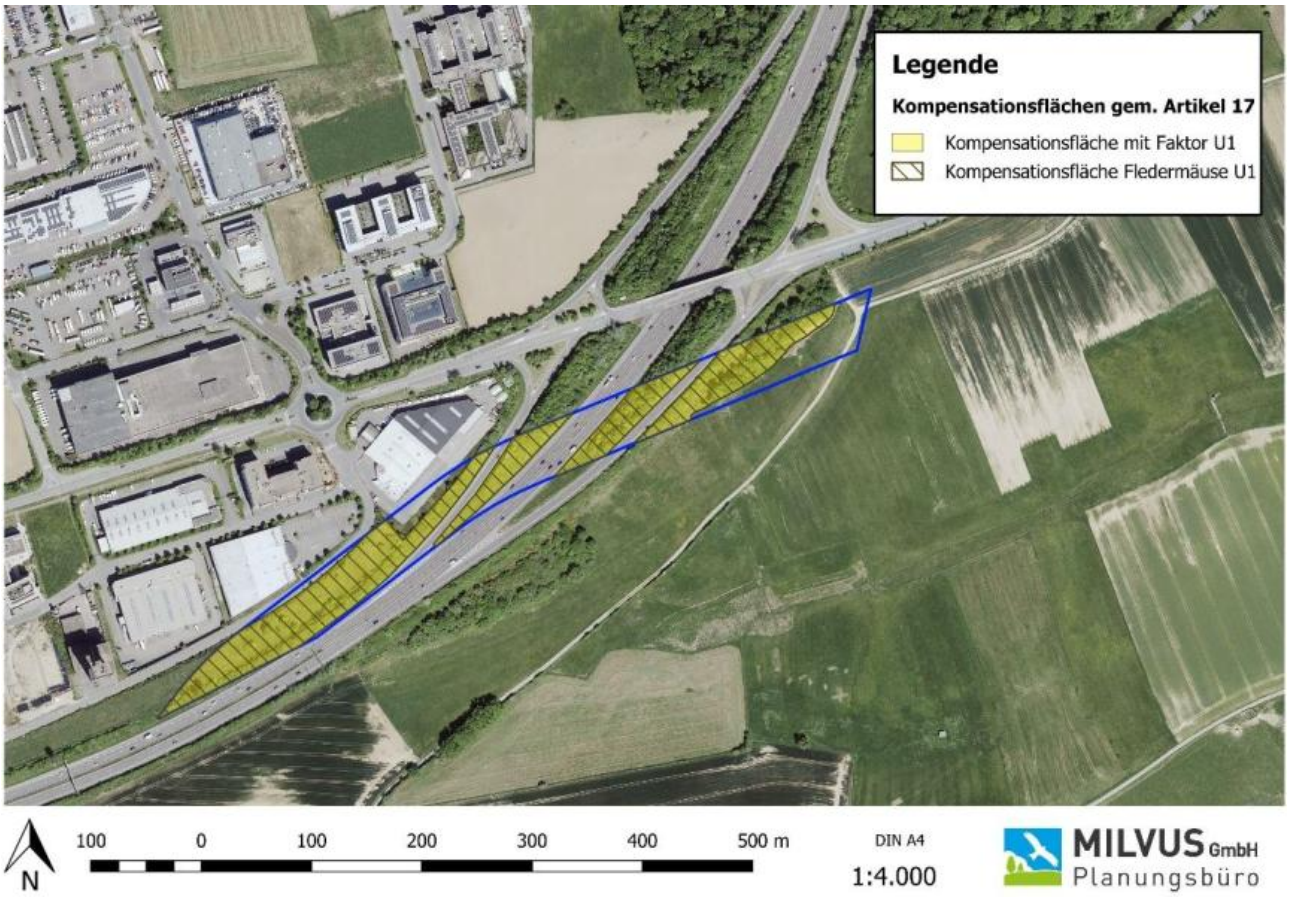


Fig. 235 : Identification des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des chauves-souris à hauteur de Leudelange (Milvus GmbH, 2026).

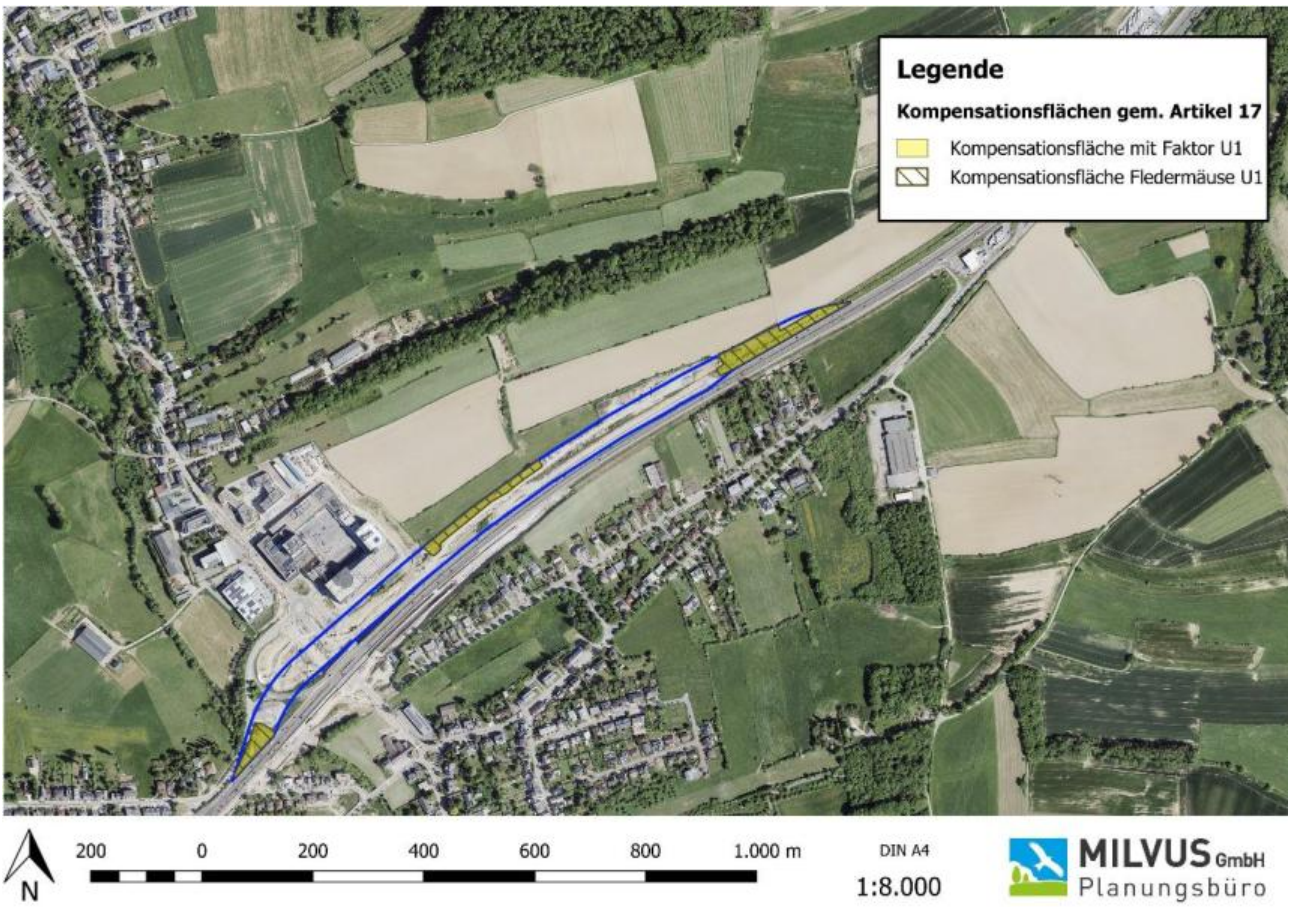


Fig. 236 : Identification des surfaces concernées par l'article 17 de la loi PN pour le taxon des chauves-souris à hauteur de Pontpierre (Milvus GmbH, 2026).

Le Muscardin et l'Écaille chinée demeurent des espèces à prendre en compte dans le cadre du tracé optimisé, mais uniquement au titre de l'article 21 de la loi PN ; ces deux espèces présentant un état de conservation favorable. Les incidences potentielles du projet sur ces espèces ainsi que les mesures d'atténuation associées sont dès lors traitées dans le chapitre dédié à la protection des espèces conformément à l'article 21 de la loi PN (voir ci-après).

Pour les autres taxons tels que le milan royal, le cuivrée des marais et les amphibiens, les conclusions du précédent rapport EIE restent valables et identiques.

Protection des espèces (Art. 20 & 21 de la loi PN)

Tracé initial

Lors d'une étude d'incidences sur l'environnement il convient de vérifier si la mise en œuvre du projet peut directement affecter les espèces végétales[26] ou animales[27] protégées particulièrement ou leurs sites de reproduction ou leurs aires de repos (selon l'Art. 20 et 21 de la loi PN). Si de telles espèces sont présentes, il convient de vérifier s'il est possible d'éviter ou de réduire les effets du projet sur ces dernières. Lorsque cela est inévitable, des mesures d'atténuation pour maintenir en permanence la continuité de la fonctionnalité

[26] *Règlement grand-ducal du 8 janvier 2010 concernant la protection intégrale et partielle de certaines espèces de la flore sauvage*
[27] *Règlement grand-ducal modifié du 9 janvier 2009 concernant la protection intégrale et partielle de certaines espèces animales de la faune sauvage*

écologique du site (mesures *continuous ecological functionality* dites « CEF »). Le type de mesure de protection est à définir au cas par cas en fonction des spécificités des espèces.

D'après les résultats de l'étude de terrain présentés dans le chapitre précédent, de nombreux sites de reproduction d'espèces protégées particulièrement se trouvent dans le périmètre d'intervention de LUXTRAM. Il s'agit d'oiseaux, de chauves-souris, du muscardin et de lépidoptères. Pour les reptiles et amphibiens, leurs sites de reproduction se trouvent en dehors du périmètre du tronçon tram rapide 1. Des orchidées ont également été recensées au sein du projet.

OISEAUX NICHEURS

16 espèces d'oiseaux ayant un statut de conservation défavorable nichent dans l'aire d'étude de l'ensemble de la ligne jusqu'à Belvaux. Pour le tram rapide 1, ce sont 8 espèces avec un total de 33 individus. Il s'agit des espèces recensées dans le Tab. 39 suivant.

Tab. 39 : Récapitulatif des espèces d'oiseaux protégées ayant un site de reproduction au sein de l'emprise du projet (Milvus GmbH, 2022)

Espèce	TR1	TR2	TR3	TR4	TR5	Total
Alouette des champs (*Alauda arvensis*)	1					1
Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)	1	2		1		4
Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)		2		1	1	4
Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*)	1			1	1	3
Fauvette grisette (*Sylvia communis*)	4	2		4	2	12
Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*)	2	2			1	5
Mésange boréale (*Poecile montanus*)			1			1
Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)		1			2	3
Total	**9**	**9**	**1**	**7**	**7**	**33**

En cas de destruction de ces sites de reproduction, des mesures d'atténuation CEF doivent être mises en place. Ces mesures d'atténuation doivent être adaptées au besoin de l'espèce en question. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

Au stade APS, l'ensemble de ces sites de reproduction doivent être défrichés pour les besoins du projet. Cela signifie qu'une compensation doit être réalisée pour l'ensemble des espèces reprises dans ce Tab. 39 ci-dessus. Vu que l'étude a été effectuée avant de connaitre l'emprise exacte du projet, des nouvelles illustrations ont été réalisées pour visualiser la localisation des oiseaux impactés.

CHIROPTERES

Pour les chiroptères, les arbres présentant des structures adaptées pour l'utilisation en tant que gite par des chiroptères ont été relevés en indiquant si l'arbre a un potentiel de gite élevé, moyen ou faible. De même qu'un gite actif a pu être recensé dans la zone de tampon de recherche.

En revanche, aucun gite actif (Fig. 224 p.339) ne se trouve dans l'emprise du projet. Un seul gite potentiel classé comme étant faiblement adapté aux chiroptères est situé dans l'emprise du projet (Fig. 199 p.321).

MUSCARDIN

Le muscardin a été recensé dans deux bocages situés dans l'emprise du projet, par la présence de 3 nids (site de reproduction) (Fig. 225 p.340). Cette espèce d'intérêt communautaire est également une espèce protégée particulièrement au Luxembourg. Elle fait partie des espèces considérées comme pertinentes (« planungsrelevanter Arten »). Il s'agit d'espèces rares ou menacées, ou qui représentent une composante importante de l'équilibre écologique, pour lesquelles le Luxembourg porte une responsabilité particulière en matière de protection et qui sont régulièrement présentes au Luxembourg. Cela signifie qu'en cas de destruction de ces sites de reproduction, des mesures d'atténuation (mesures CEF) doivent être mises en œuvre. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

REPTILES

Aucun site de reproduction de reptiles n'a été recensé dans l'emprise du projet de tram rapide 1. Aucune mesure CEF ne doit être mise en œuvre.

ECAILLE CHINEE ET CUIVREE DES MARAIS

9 sites de reproduction du cuivré des marais ont été observés, à hauteur de Pontpierre, Foetz et Schifflange mais tous en dehors de l'emprise du projet. Tandis que 3 imagos de l'écaille chinée ont été recensés dans la forêt de Leudelange, dans l'emprise du projet (Fig. 227, Fig. 228 p.343). Comme il s'agit d'une espèce d'intérêt communautaire, des mesures d'atténuation (CEF) doivent être mises en œuvre en cas de destruction de ses sites de reproduction. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

AMPHIBIENS

Aucun site de reproduction d'amphibiens n'a été recensé dans l'emprise du projet de tram rapide 1. Le plan d'eau où a été recensé des grenouilles vertes reste préservé. Aucune mesure CEF ne doit être mise en œuvre.

ORCHIDEES

Au cours des inventaires précités, trois espèces d'orchidées ont été recensées (voir Fig. 237 p.352). Il s'agit de :

- 2 Néottie nid d'oiseau (*Neottia nidus-avis*),
- 5 Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*),
- 1 Epipactis à larges feuilles *(Epipactis helleborine)*.

Ce sont des espèces protégées particulièrement. Elles se situent principalement à l'entrée de la forêt de Leudelange (partie Est, section TR2). Lors des visites pour réaliser la cartographie des biotopes (juin-juillet 2024), 15 spécimens d'orchis pyramidal ont également pu être reconfirmées dans le secteur entouré en bleu dans la Fig. 237 ci-dessous.

L'espèce néottie nid d'oiseau, appréciant les milieux ombragés, se trouve plus au centre de la forêt de Leudelange et n'est pas impactée par les travaux de construction de la ligne de tramway (Fig. 238 p.353).

Pour l'épipactis à larges feuilles et l'orchis pyramidal, celles-ci étant situées dans l'emprise du projet, des mesures d'atténuation CEF doivent être mises en place. Il s'agit dans ce cas de délocaliser les plants d'orchidées vers un endroit approprié. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

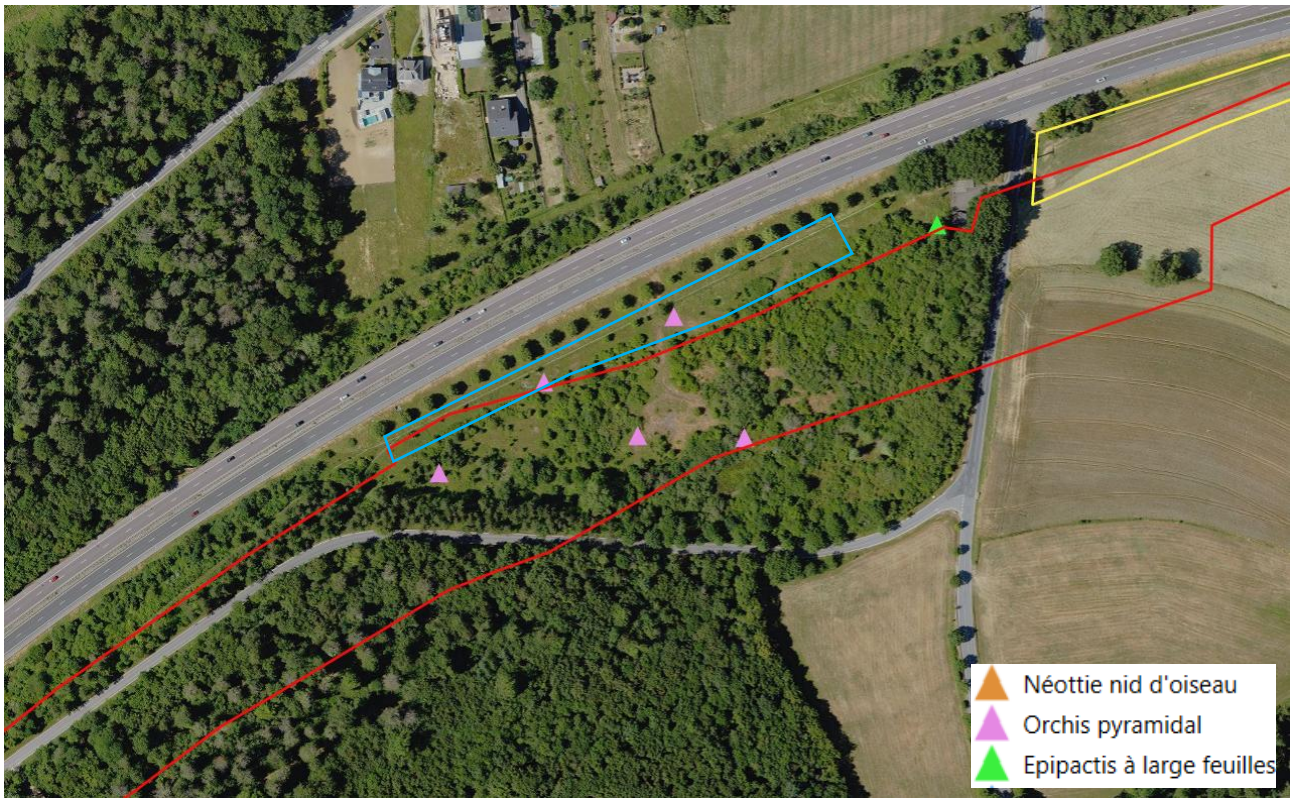


Fig. 237 : Résultats des inventaires d'orchidées (Données : Milvus GmbH, 2022 ; projection : LSC360, 2025).

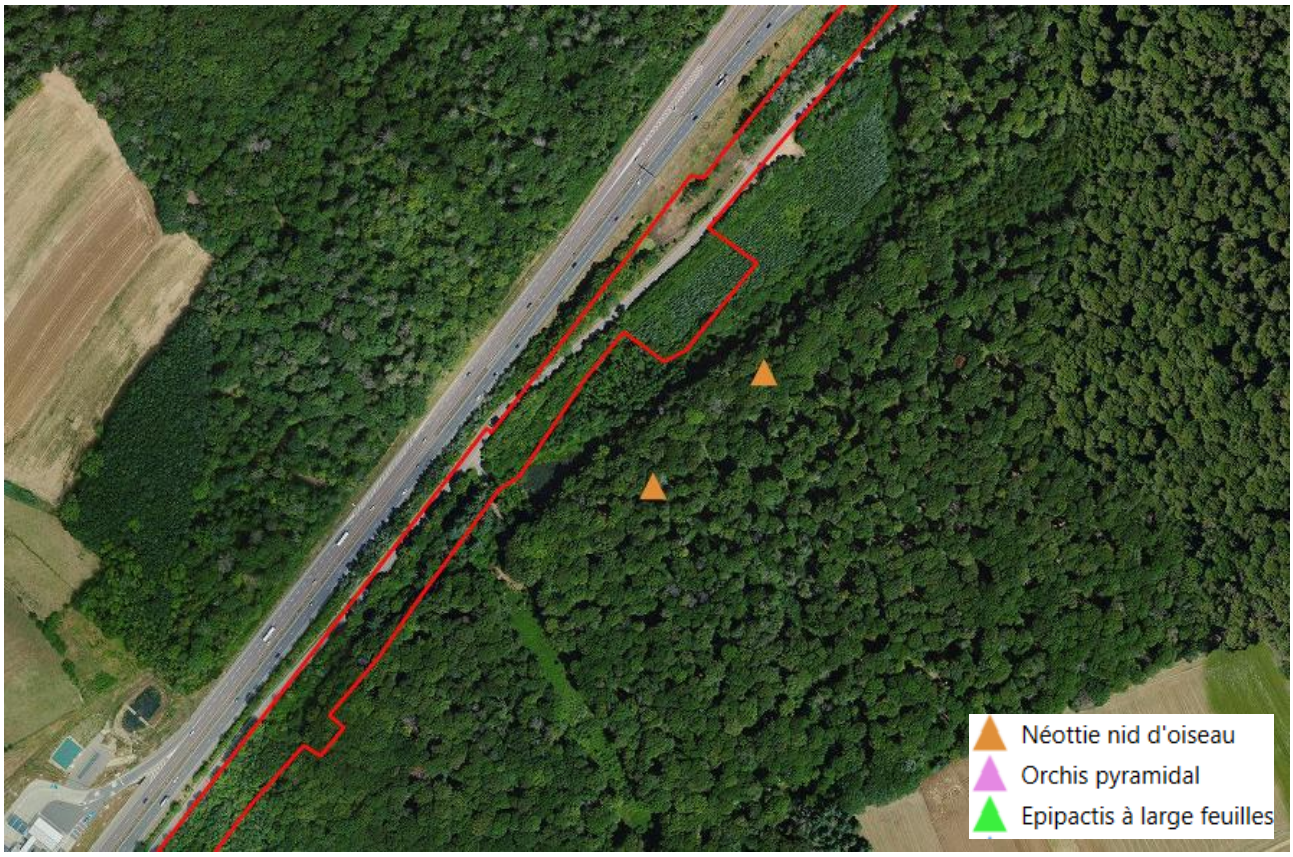


Fig. 238 : Résultats des inventaires d'orchidées (Données : Milvus GmbH, 2022 ; projection : LSC360, 2025).

Pour résumer, le projet est concerné par les dispositions de l'article 20 et 21 de la loi sur la protection de la nature. Les impacts induits par le projet sont évalués au chapitre 7.3.2.

Tracé optimisé

OISEAUX NICHEURS

Le tracé optimisé impacte directement six espèces d'oiseaux nicheurs, représentant un total **de 36 territoires de reproduction**. Les espèces concernées sont présentées dans le Tab. 39.

En comparaison avec le tracé initial, la Mésange boréale n'est plus affectée, l'emprise du projet au niveau de la forêt de Leudelange ayant été suffisamment réduite pour préserver son site de reproduction. De même, aucun territoire d'Alouette des champs n'est désormais directement impacté.

En revanche, la modification de l'emprise du projet entraîne l'impact supplémentaire d'un territoire de Fauvette grisette, un territoire de Linotte mélodieuse et trois territoires de Rossignol philomèle.

Les figures ci-dessous illustrent les territoires d'oiseaux nicheurs par rapport au tracé optimisé et initiale.

Au total, le tracé optimisé affecte directement trois territoires de reproduction supplémentaires par rapport au tracé initial. Les territoires situés à proximité immédiate de l'emprise du projet ont également été pris en compte lorsque le défrichement prévu était susceptible de compromettre leur fonctionnalité, notamment lorsque la surface d'habitat résiduelle devenait insuffisante pour assurer le maintien du territoire après les travaux.

Tab. 40 : Récapitulatif des espèces d'oiseaux protégées ayant un site de reproduction au sein de l'emprise du projet – tracé optimisé (Milvus GmbH, 2022)

Espèce	TR1	TR2	TR4	TR5	Total
Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)	1	2	1	0	4
Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)	0	2	1	1	4
Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*)	0	1	1	1	3
Fauvette grisette (*Sylvia communis*)	4	3	4	2	13
Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*)	1	2	1	2	6
Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)	0	3	0	3	6
Total	**6**	**13**	**8**	**9**	**36**

En cas de destruction de ces sites de reproduction, des mesures d'atténuation CEF doivent être mises en place. Ces mesures d'atténuation doivent être adaptées au besoin de l'espèce en question. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

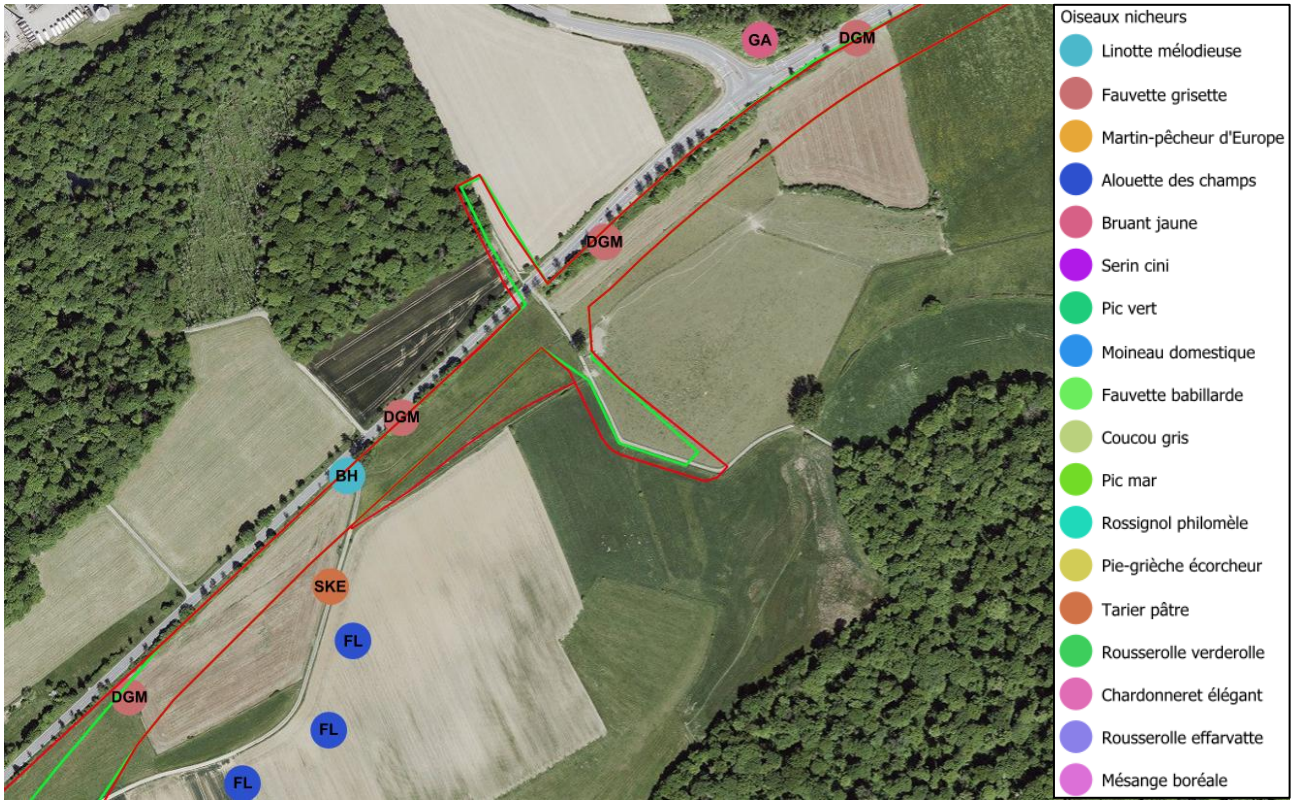


Fig. 239 : Secteur Kockelscheuer /TR1- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). (LSC360, 2026).

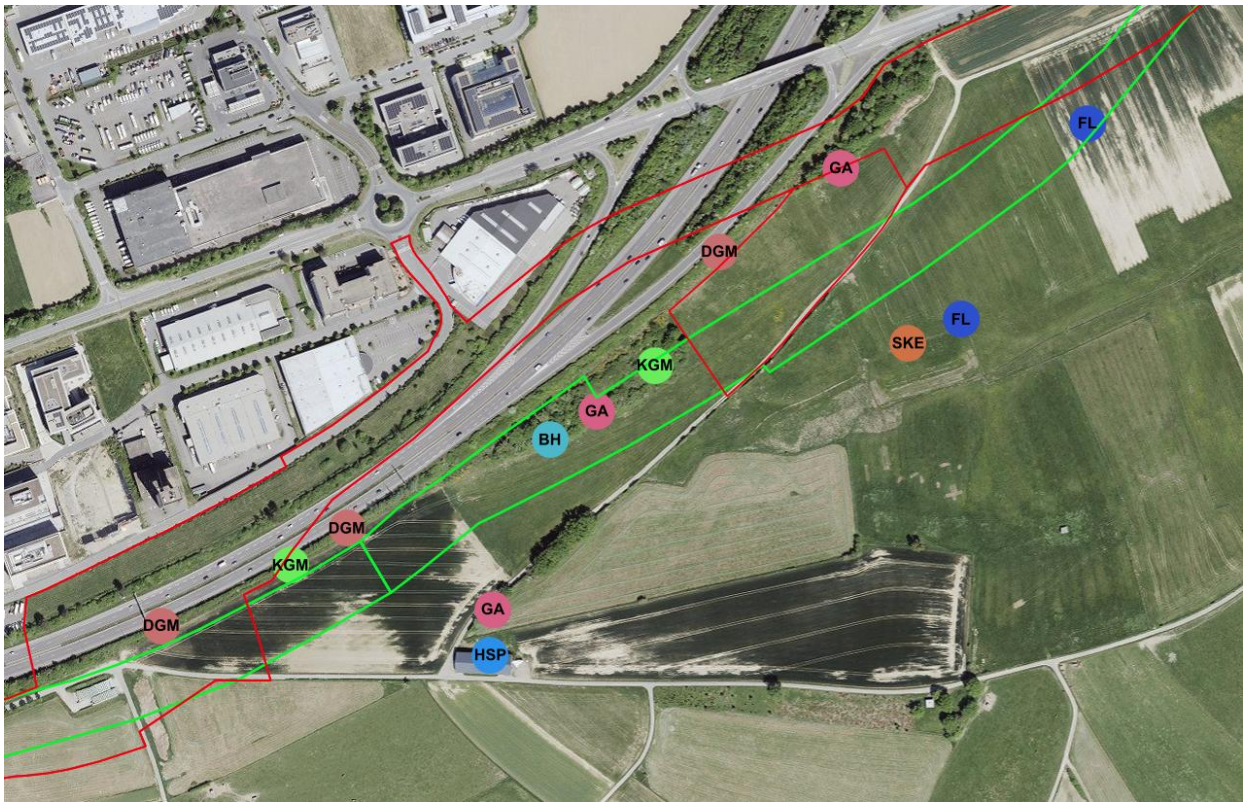


Fig. 240 : Secteur Leudelange Nord/TR1 et TR2- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).



Fig. 241 : Secteur Leudelange / TR2- Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).

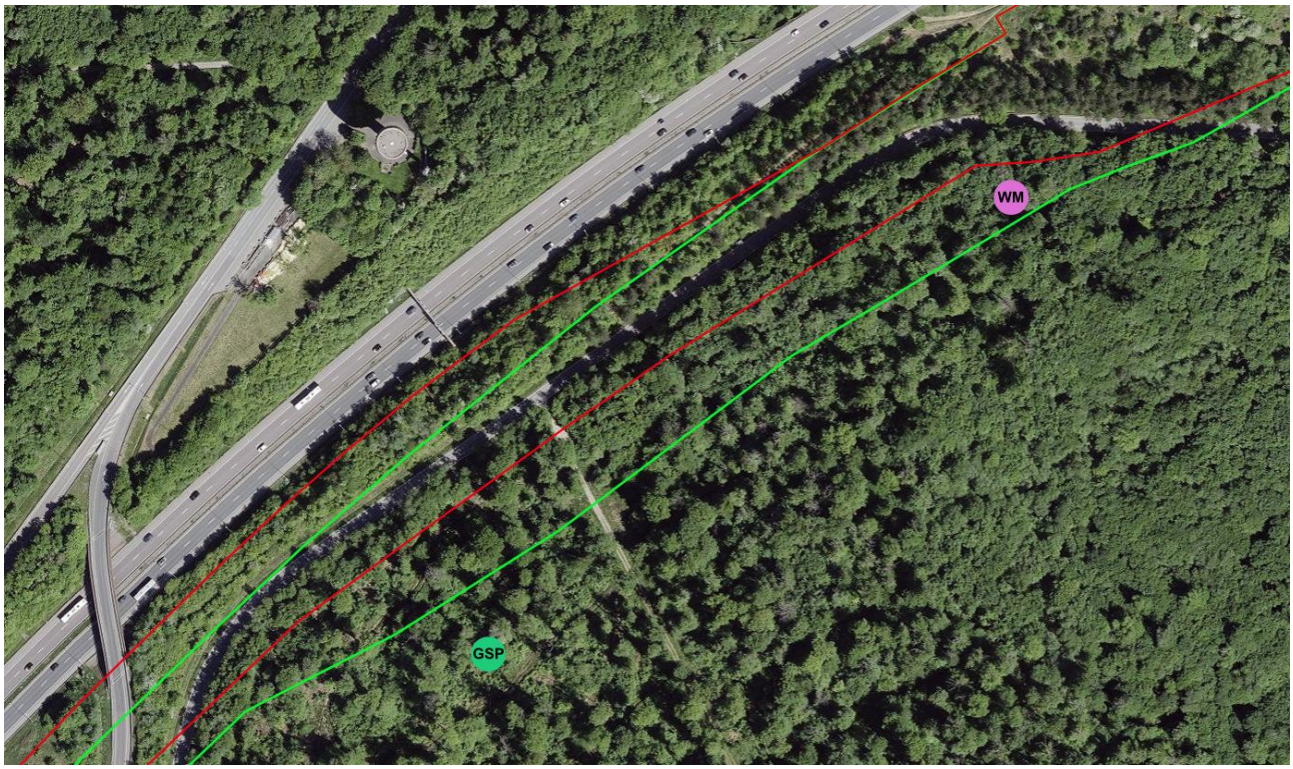


Fig. 242 : Secteur forêt de Leudelange / TR3 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).

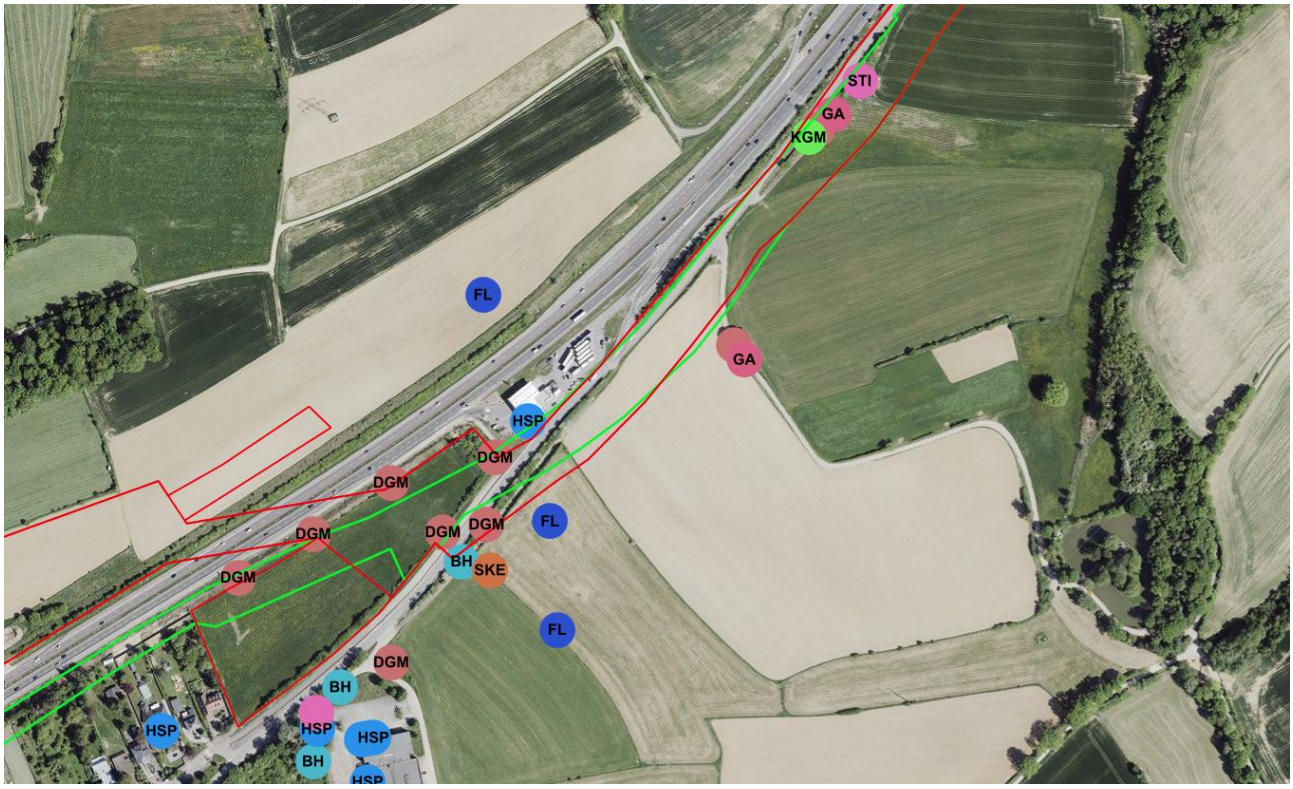


Fig. 243 : Secteur Pontpierre / TR4 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).

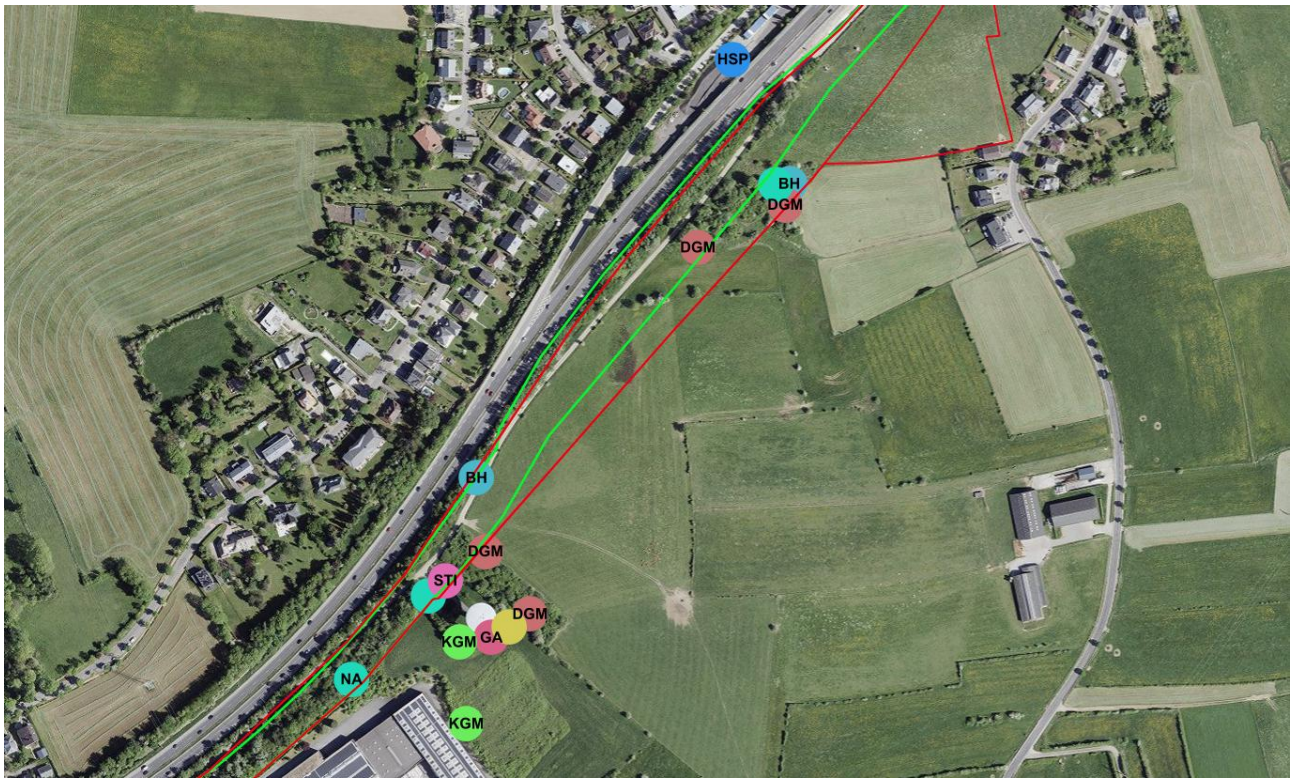


Fig. 244 : Secteur sortie Pontpierre et entrée Foetz / TR5 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).

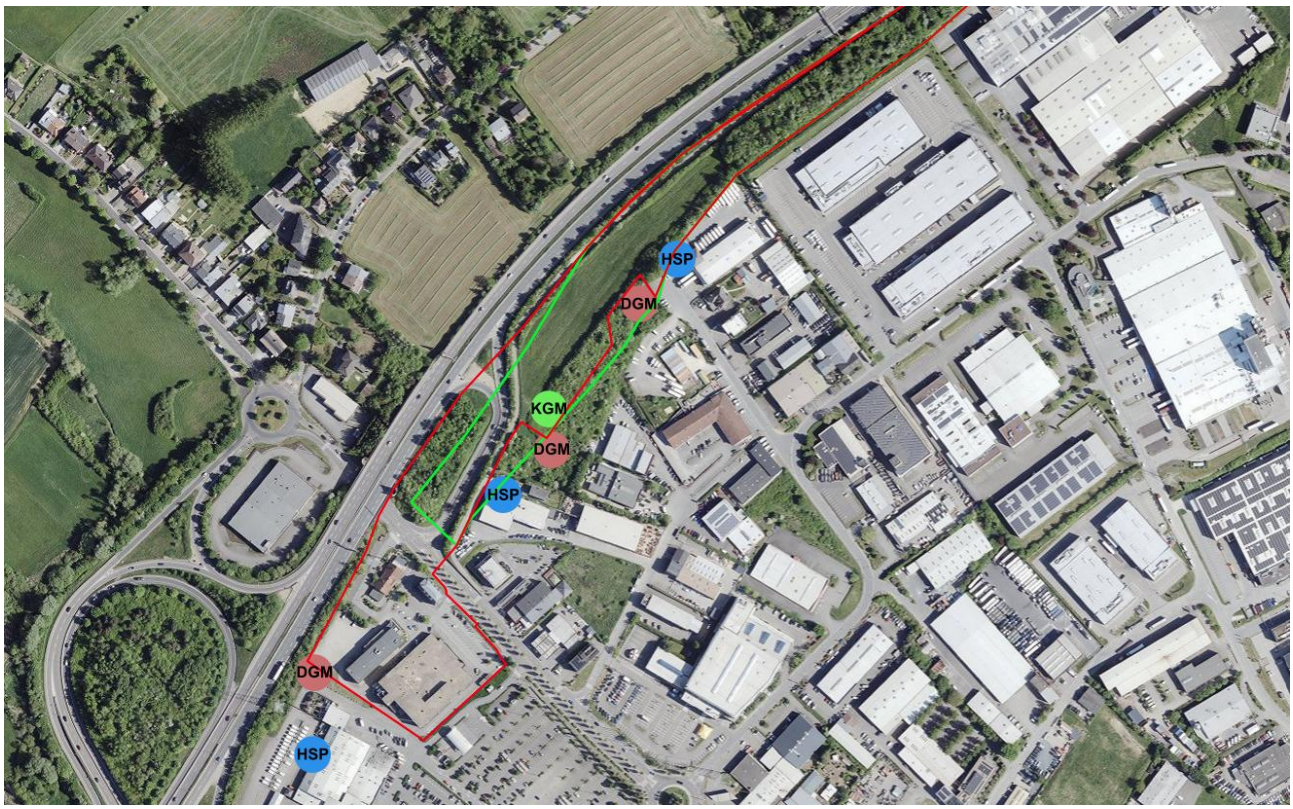


Fig. 245 : Secteur Foetz / TR5 - Localisation des territoires d'oiseaux nicheurs protégés issus de l'inventaire de 2022 réalisé par Milvus GmbH par rapport au tracé du tracé optimisé (rouge) et du tracé initial (vert). Légende voir Fig. 240 (LSC360, 2026).

Le MECB a demandé dans le point 3.2.7 de l'avis relatif au rapport EIE, de considérer les impacts indirects, notamment vis-à-vis de l'alouette des champs en raison de sa sensibilité aux structures verticales.

En effet une densité importante de territoires d'Alouette des champs a été recensée dans les champs agricoles situés le long du tracé, en dehors de son emprise :

- 8 au sud de TR1,
- 1 au niveau de TR2,
- 3 au sud de TR4.

Les figures suivantes montrent la distance du territoire de l'alouette par rapport à l'emprise du projet en rouge et par rapport aux futures voies du tram en noir.

Par rapport à l'emprise du projet, la distance minimale est de 25 mètres.

Par rapport aux futures voies, la distance minimale est de 55 mètres.

Un extrait du concept paysager est rajouté pour une mise en parallèle de la localisation des territoires et du concept paysager envisagé. On peut y voir que dans ces secteurs, des arbres d'alignements sont proposés.

L'impact indirect du projet sur l'alouette des champs est évalué au chapitre 7.3.2.

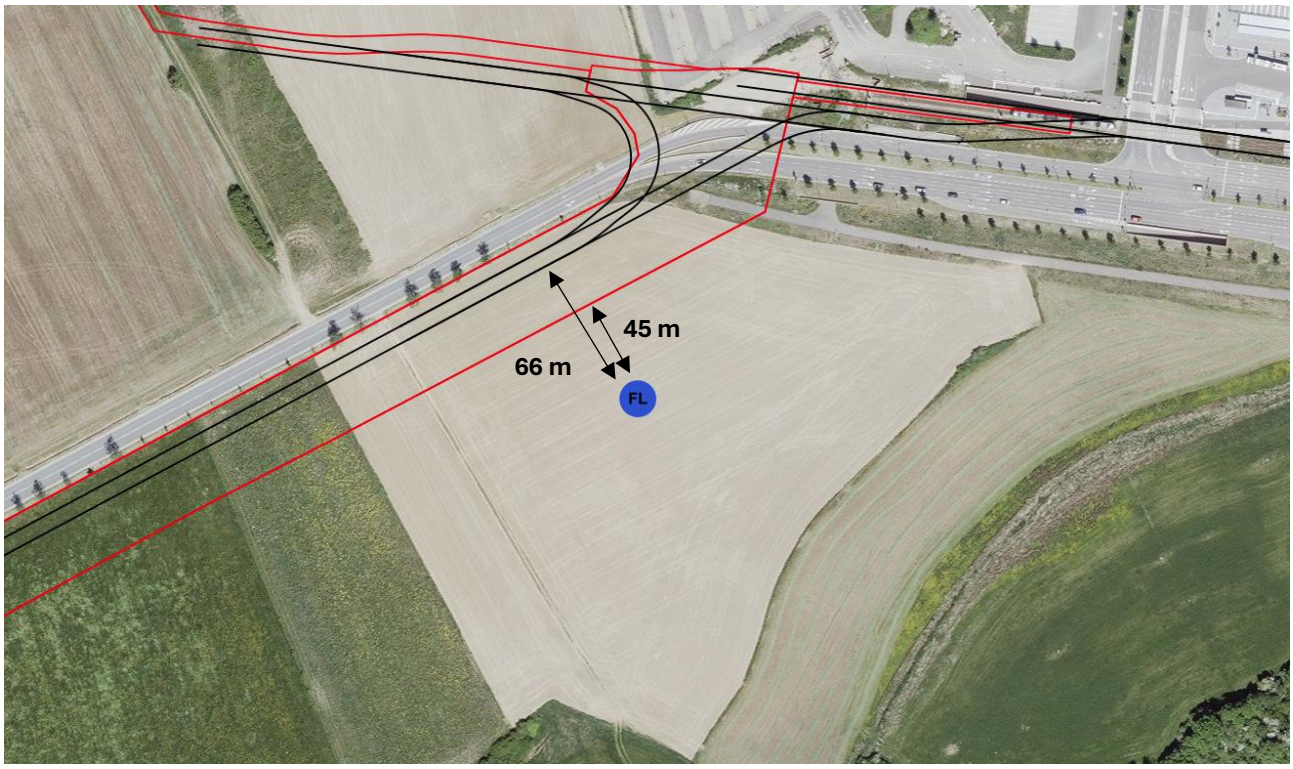


Fig. 246 : Section TR 1 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026).

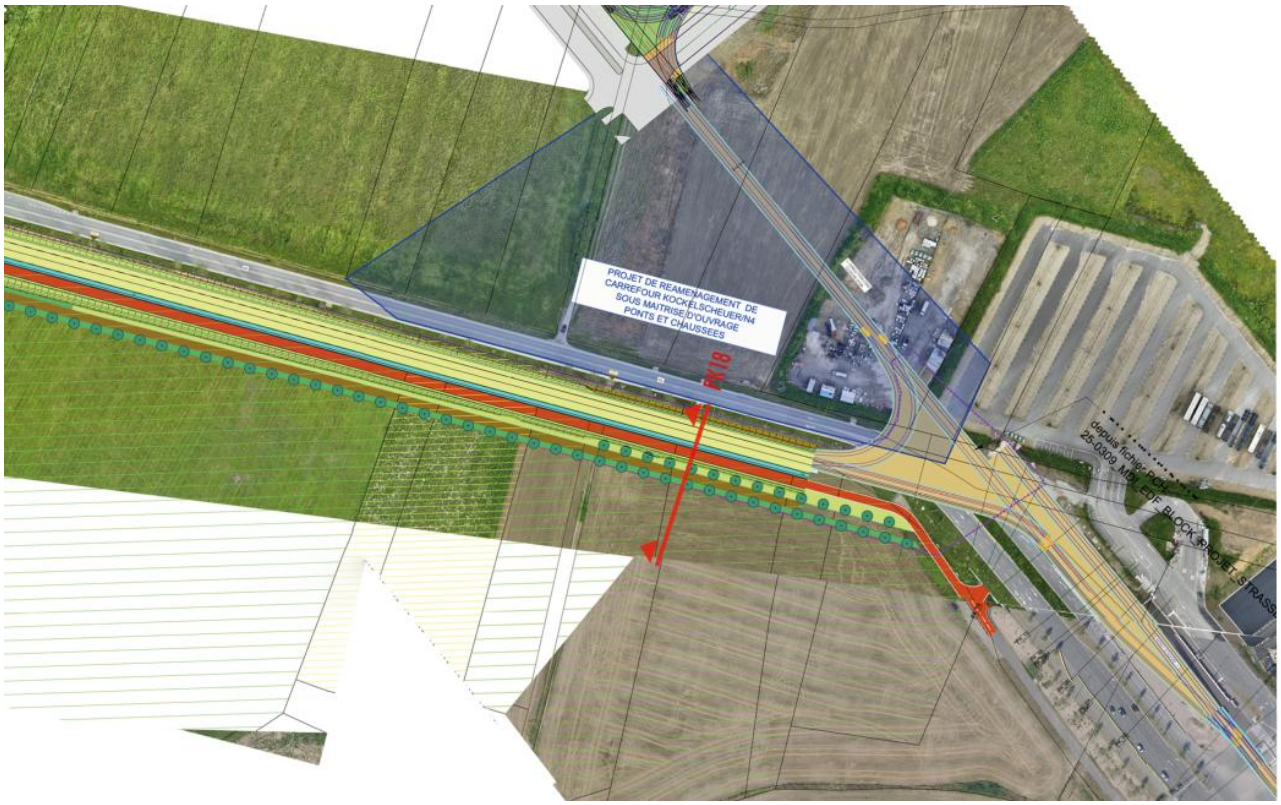


Fig. 247 : Section TR1 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).

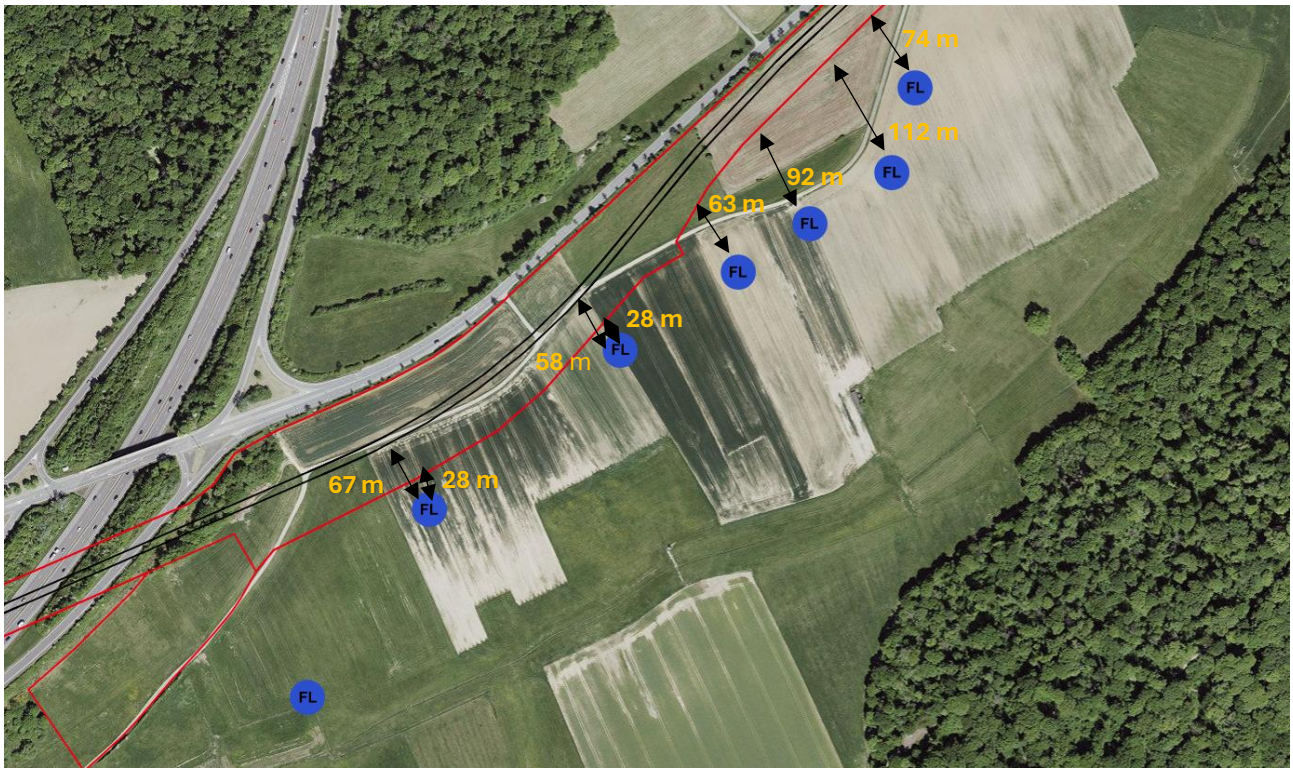


Fig. 248 : Section TR 1 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026).

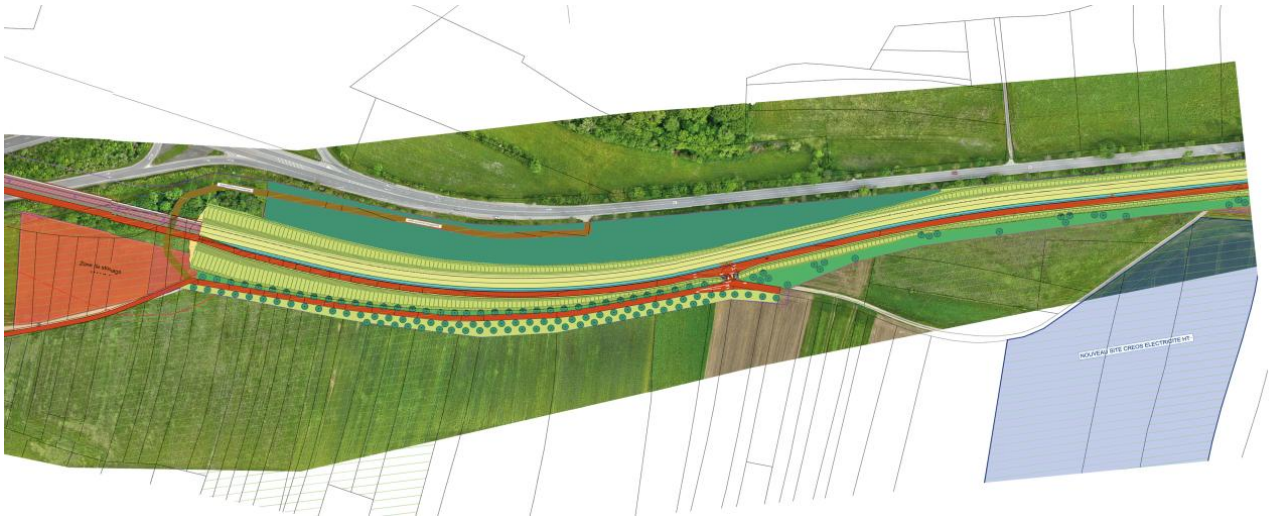


Fig. 249 : Section TR1 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).

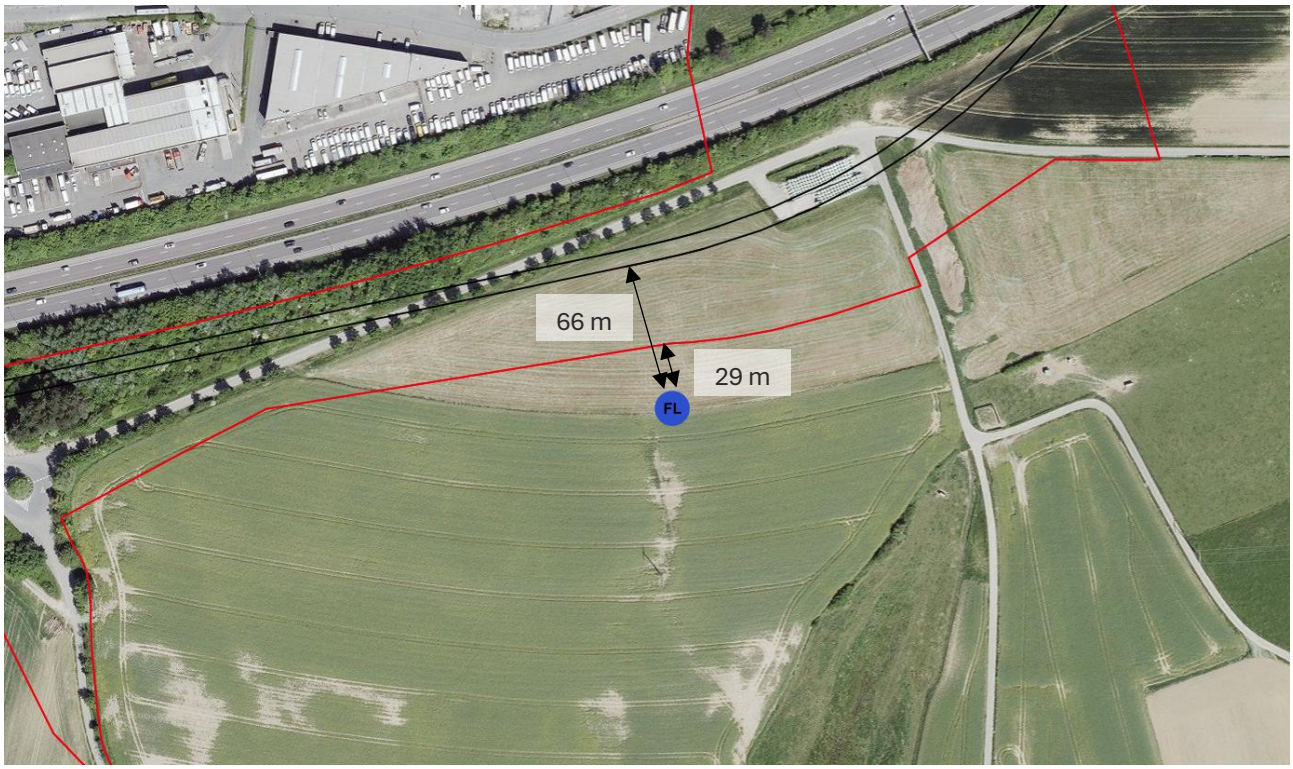


Fig. 250 : Section TR 2 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026).

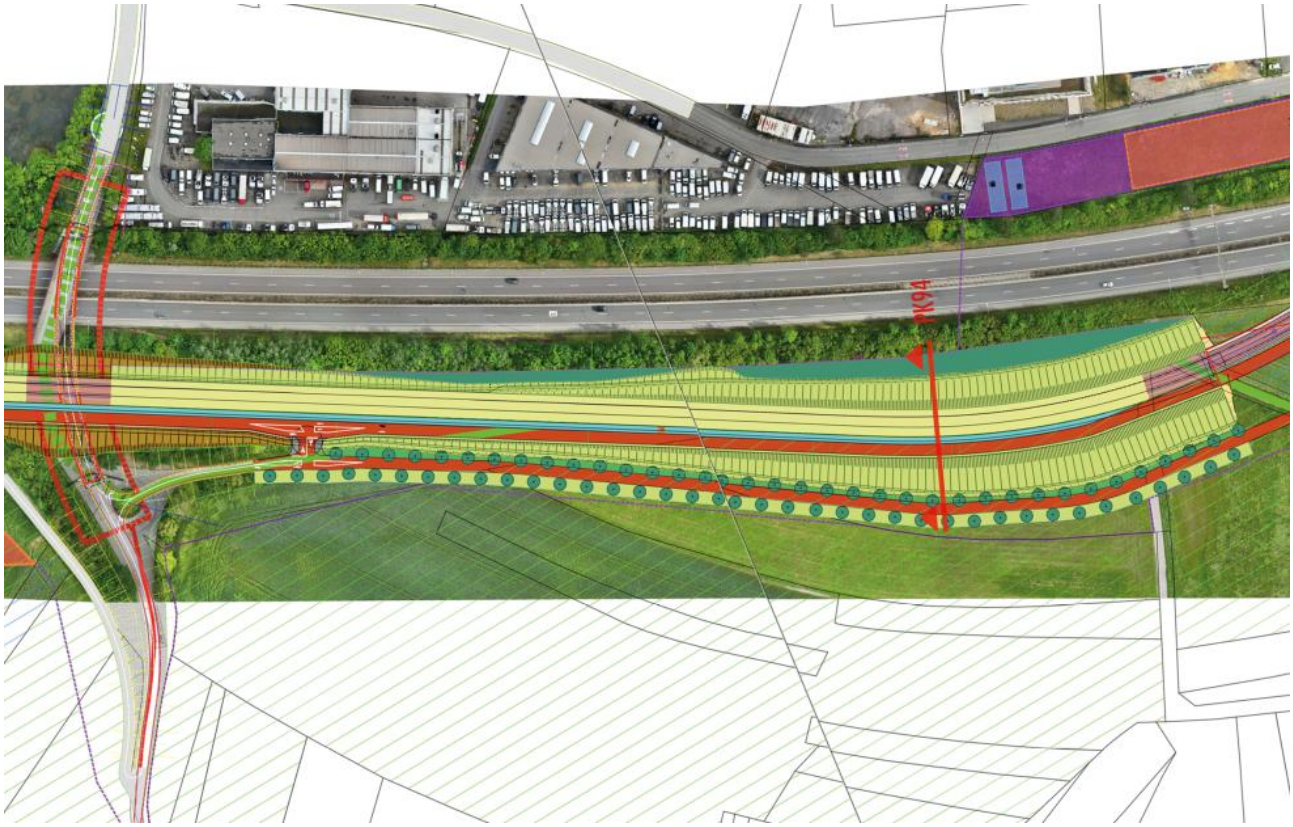


Fig. 251 : Section TR2 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).

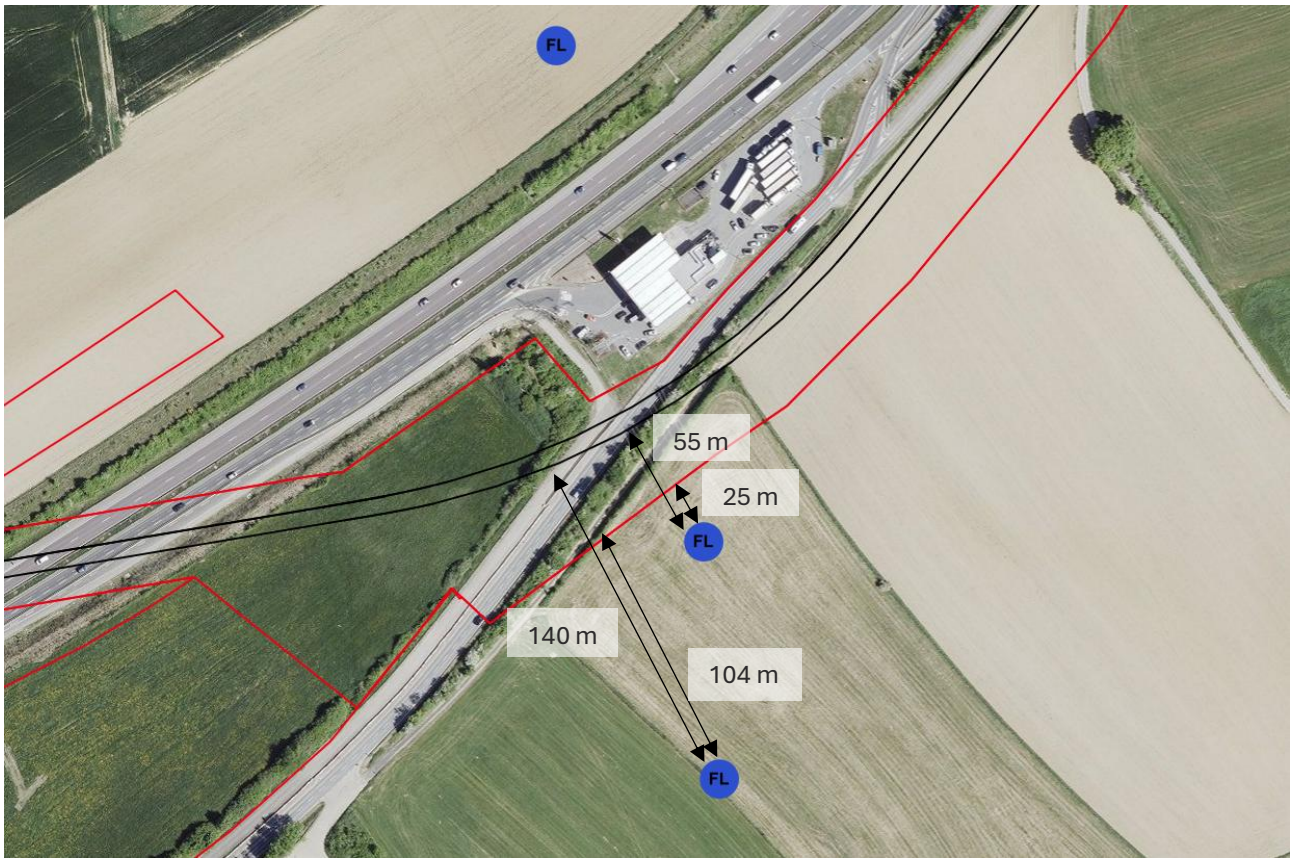


Fig. 252 : Section TR 4 - Localisation des territoires d'alouette des champs (ronds bleus) par rapport à l'emprise du projet (ligne rouge) et l'emprise des futures voies tram (lignes noires) (LSC360, 2026).

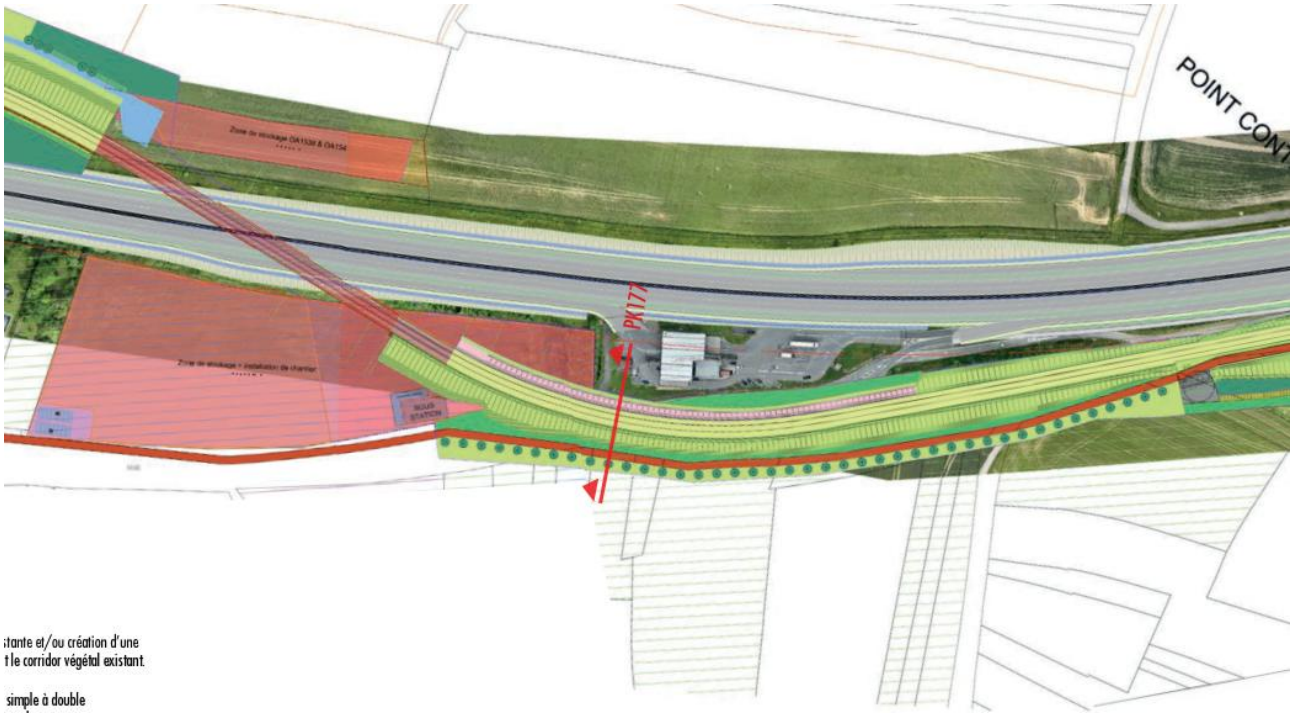


Fig. 253 : Section TR4 – Projet d'aménagement paysager (APS VOL C2.1, 2026).

CHIROPTERES

Pour les chiroptères, les arbres présentant des structures adaptées pour l'utilisation en tant que gite par des chiroptères ont été relevés par Milvus GmbH en 2021 en indiquant si l'arbre a un potentiel de gite élevé, moyen ou faible.

Dans le secteur de la forêt de Leudelange, avec le rétrécissement de l'emprise, plus aucun arbre ayant un potentiel de gite n'est impacté par le projet (Fig. 254).

En revanche, lors du pré-diagnostic réalisé par Milvus dans les nouveaux secteurs, des arbres supplémentaires avec potentiel de gite ont été identifiés, notamment à Leudelange et à Foetz (Fig. 255 & Fig. 256).

Au total 7 arbres avec potentiel de gite ont été recensés, comprenant :

- 4 arbres avec potentiel de gite faible (à Leudelange)
- 1 arbre avec potentiel de gite modéré (à Foetz)
- 2 arbres avec potentiel de gite élevé (à Leudelange et à Foetz)

L'incidence du projet sur les chiroptères est évaluée au chapitre 7.3.2.

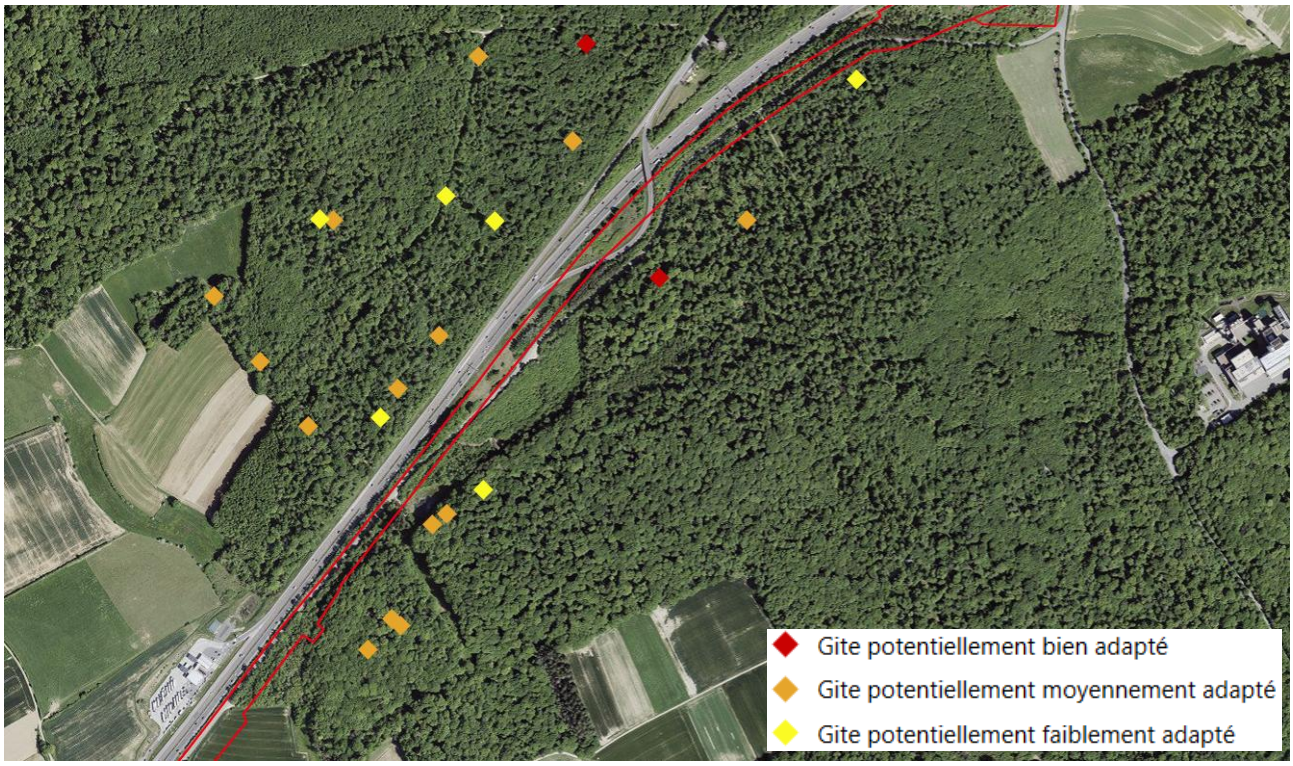


Fig. 254 : Résultats des inventaires d'arbres ayant un potentiel de gites à chauves-souris – emprise en rouge du tracé optimisé (Milvus GmbH, 2022).

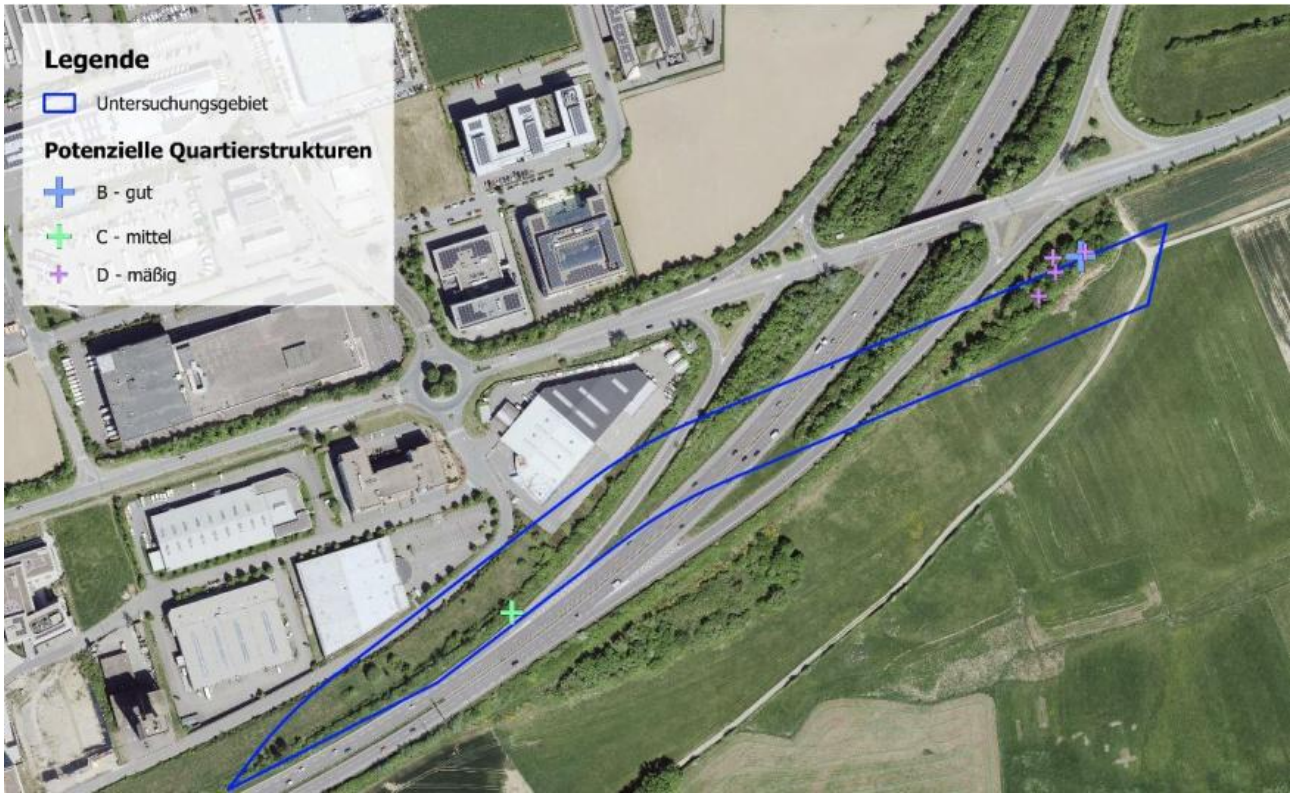


Fig. 255 : Résultats du pré-diagnostic écologique recensant les arbres présentant un potentiel de gîtes pour les chauves-souris. Le tracé représenté en bleu est indicatif et ne correspond pas au tracé de l'APS. En réalité, l'ensemble du bosquet situé au nord, dans lequel se trouvent les cinq arbres à potentiel de gîtes, sera impacté par le tracé du tracé optimisé. (Milvus GmbH, 2026).

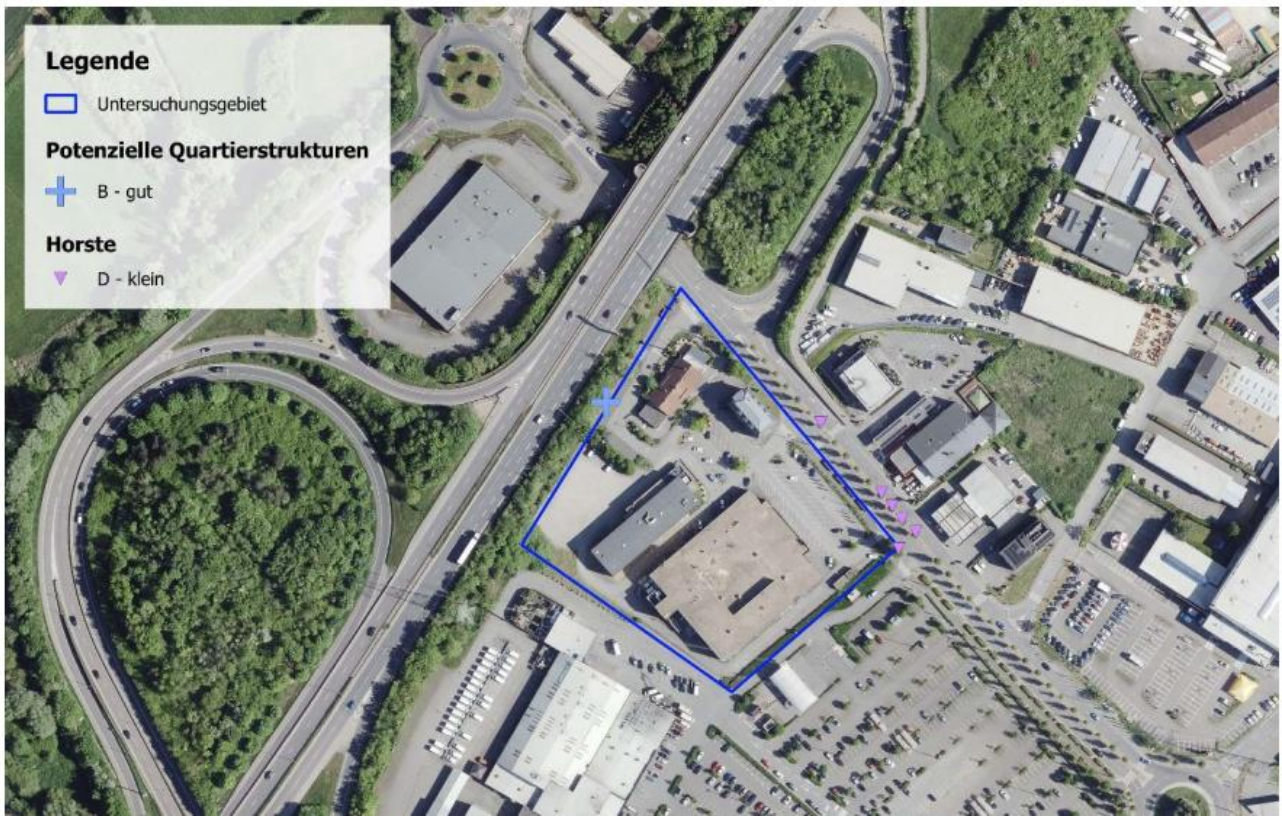


Fig. 256 : Résultats du pré-diagnostic écologique recensant les arbres avec un potentiel de gite pour chiroptères (Milvus GmbH, 2026).

MUSCARDIN

Le tracé optimisé impacte un bosquet supplémentaire dans lequel trois nids de muscardins avaient été recensés par Milvus GmbH lors des inventaires réalisés en 2021 (voir Fig. 225). Par conséquent, l'ensemble des nids de Muscardin identifiés en 2021 se situe désormais à l'intérieur de l'emprise du projet et est directement concerné par les défrichements prévus.

Dans le cadre du pré-diagnostic écologique réalisé en 2026 sur les nouveaux secteurs concernés par le tracé optimisé, Milvus GmbH a procédé à une recherche d'indices de présence du Muscardin (nids, traces d'alimentation, etc.). Aucun indice de présence n'a été mis en évidence. Toutefois, cette absence d'observation ne permet pas d'exclure la présence de l'espèce, les nids étant généralement dissimulés dans une végétation dense ou des cavités d'arbres. En outre, les prospections n'ont pas permis d'inspecter de manière exhaustive l'ensemble des structures boisées, notamment en raison de la présence de clôtures limitant l'accès.

Malgré l'absence d'indices directs, Milvus GmbH considère que la présence du Muscardin demeure très probable dans les boisements situés au nord de l'autoroute, au niveau de Leudelange ainsi que dans les structures boisées subsistant à l'issue des travaux de l'échangeur de Pontpierre. Cette conclusion repose sur la qualité écologique des habitats, comparable à celle des secteurs où l'espèce avait été recensée en 2021. En revanche, le secteur de Foetz présente un potentiel d'accueil plus limité ; une présence ponctuelle du Muscardin dans les bandes boisées longeant l'autoroute ne peut toutefois être exclue.

L’incidence du projet sur le muscardin est évaluée au chapitre 7.3.2.

REPTILES

Comme on peut le voir sur la Fig. 226 p.341, aucun reptile n'avait été recensé en 2021 dans l'emprise du tracé initial et de sa zone élargie. La zone élargie englobe le tracé optimisé. En revanche, lors des prospections dans le cadre du pré-diagnostic écologique réalisé par Milvus GmbH en 2026, un individu de Lézard vivipare (*Zootoca vivipara*) et un individu de Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) ont été observés sur un talus situé au sud de l'autoroute A4, à hauteur de Leudelange Nord (Fig. 257).

L'incidence du projet sur les reptiles est évaluée au chapitre 7.3.2.

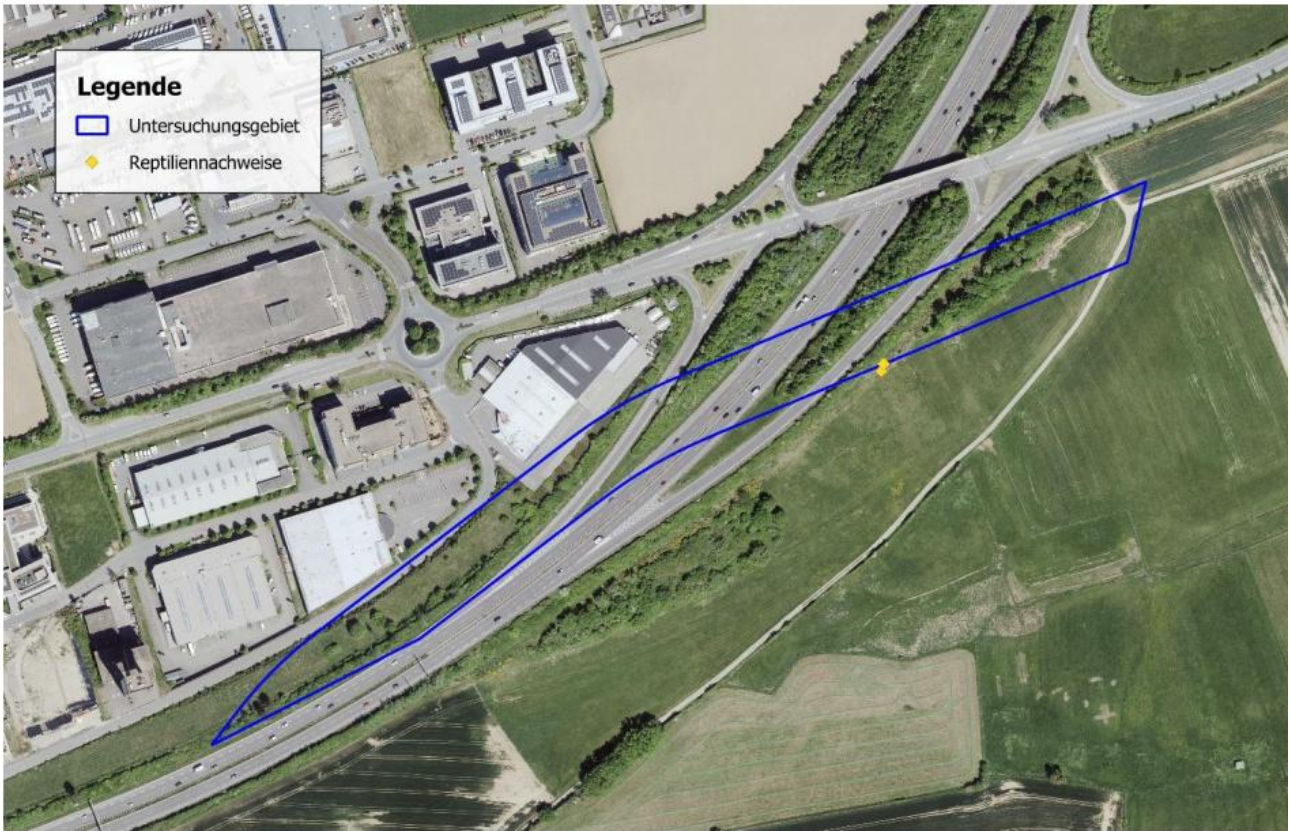


Fig. 257 : Localisation des individus de reptiles observés lors du pré-diagnostic écologique (Milvus GmbH, 2026).

ECAILLE CHINEE ET CUIVREE DES MARAIS

Comme le montre la Fig. 227, aucun individu de cuivrée des marais ne se trouve dans l'emprise du tracé optimisé, ceux-ci se trouvant au sein du PAP am Hau à Pontpierre et à proximité de la station essence au nord de l'autoroute, en sortie de forêt de Leudelange.

Concernant l'écaille chinée, celle-ci ayant été observée en lisière de forêt de Leudelange, le tracé optimisé impacte également cette espèce mais dans un moins grand nombre comparé au tracé initial, voir figure ci-dessous.

L'incidence du projet sur l'écaille chinée est évaluée au chapitre 7.3.2.



Fig. 258 : Localisation des observations de l'écaille chinée (triangles roses) faites par Milvus GmbH en 2021, par rapport à l'emprise du tracé optimisé (ligne rouge) (LSC360, 2026).

AMPHIBIENS

Aucun site de reproduction d'amphibiens n'a été recensé dans l'emprise du tracé optimisé. Le plan d'eau où a été recensé des grenouilles vertes reste préservé. Aucune mesure CEF ne doit être mise en œuvre.

ORCHIDEES

L'emprise au niveau des observations d'orchidées comme documenté pour le tracé initial, au niveau de la station de détente de gaz, ayant très peu varié, l'impact reste donc le même. 5 orchis pyramidal et 1 épipactis à large feuilles avaient été recensées par Milvus GmbH en 2021.

Lors des nouveaux passages effectués pour la cartographie des biotopes au printemps 2026, LSC360 a recensé une quinzaine d'Ophrys abeille (Ophrys apifera) au niveau d'un talus au sud de l'autoroute, au nord de Leudelange, voir figure suivante. Il s'agit également d'une espèce protégée.

Les orchidées étant situées dans l'emprise du projet, des mesures d'atténuation CEF doivent être mises en place. Il s'agit dans ce cas de délocaliser les plants d'orchidées vers un endroit approprié. Ces mesures CEF sont détaillées dans le chapitre 7.3.2.

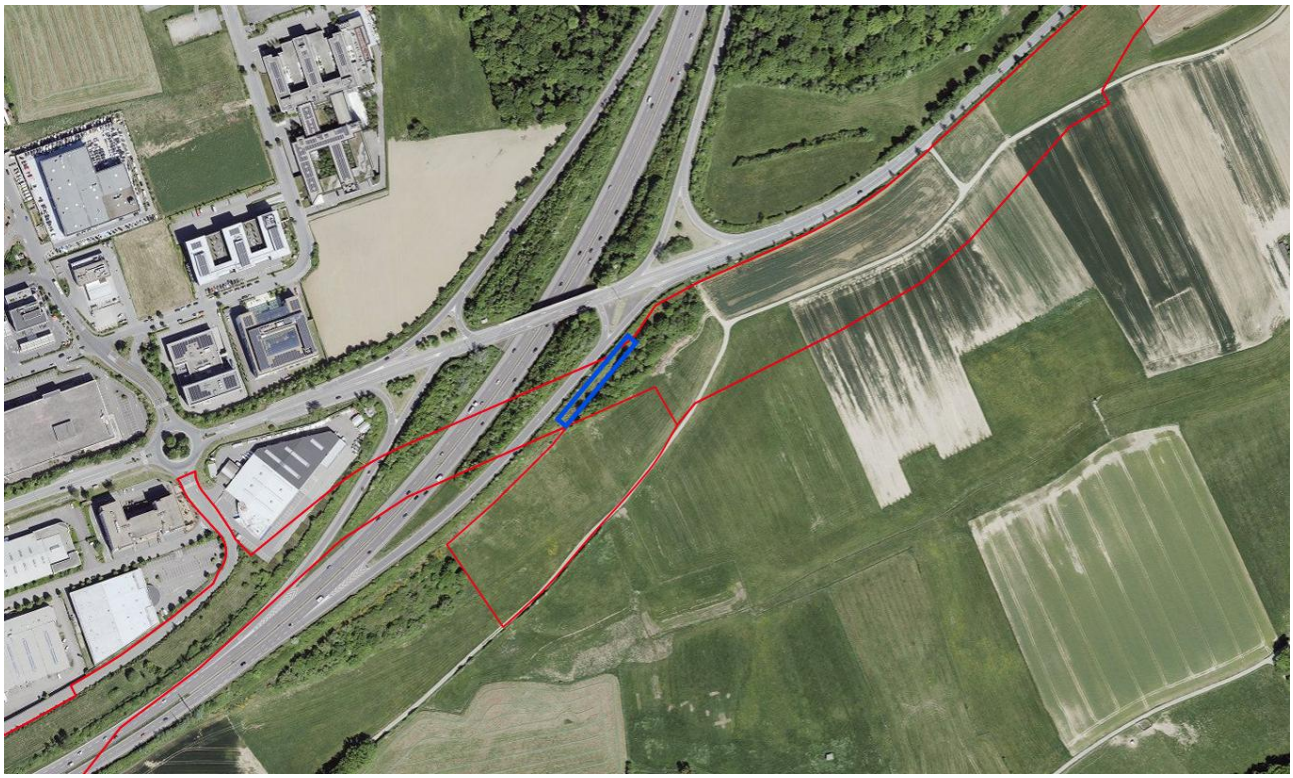


Fig. 259 : Observations d'une quinzaine d'ophrys abeille (encadré bleu) au printemps 2026 (LSC360, 2026).

Protection des arbres d'alignement et forêts (Art. 13 & 14 de la loi PN)

Tracé initial

En plus des biens protégés selon les articles 17, 20, 21 et 32 de la loi PN, les arbres d'alignement (art. 14, al. 1, point 3) et les forêts (art. 13), sont soumis aux dispositions de l'article 14, al. 1, point 3 et l'article 13, respectivement.

Dans ce contexte, il convient d'examiner, dans le cadre d'une EIE si de telles structures sont impactées ou si elles peuvent être conservées. Si tel n'est pas le cas, une compensation en cas d'abattage doit être réalisée. En règle générale, si un arbre d'alignement est abattu, un nouvel arbre doit être replanté.

Le long de la N4, se trouvent des arbres d'alignement (bouleaux et variétés de chênes). Comme un bilan écologique a été réalisé, ceux-ci y ont été inclus (voir chapitre 9.2).

Au total 87 509 m^2 de surface forestière sont situés dans l'emprise du projet, ce qui correspond à 2 444 195 écopoints (voir chapitre 9.2).

Il s'agit de :

- 47 512 m^2 du biotope BK13 peuplement de feuillus et forêts pionnières
- 787 m^2 de peuplement de feuillus exotiques
- 21 394 m^2 de l'habitat 9130 Hêtraie de l'Asperulo-Fagetum
- 8 478 m^2 du peuplement de conifères
- 9338 m^2 du biotope BK16 Bosquets composés d'au moins 50 % d'espèces indigènes

Au stade APS, il est considéré que la totalité de cette surface forestière doit être déboisée. Cela signifie qu'en cas de destruction, des boisements compensatoires au moins égaux quantitativement et qualitativement doivent être réalisés, soit dans le pool compensatoire, soit *in situ* (art. 63 de la loi PN).

Une évaluation des incidences du projet sur la biodiversité se trouve au chapitre 7.3.2.

Tracé optimisé

Avec la modification du tracé, les surfaces de forêt impactées ont été modifiées à la baisse. Au total, 63 408 m^2 de surface forestière sont touchées, correspondant à 2 212 495 écopoints (voir chapitre 9.2).

Il s'agit de :

- 45 063 m^2 du biotope BK13 peuplement de feuillus et forêts pionnières
- 787 m^2 de peuplement de feuillus exotiques
- 7 333 m^2 de l'habitat 9130 Hêtraie de l'Asperulo-Fagetum
- 4 504 m^2 du peuplement de conifères
- 5 721 m^2 du biotope BK16 Bosquets composés d'au moins 50 % d'espèces indigènes

Le tracé optimisé impacte donc 24 101 m^2 de surface forestière en moins. Au stade APS, il est considéré que la totalité de cette surface forestière doit être déboisée. Cela signifie qu'en cas de destruction, des boisements compensatoires au moins égaux quantitativement et qualitativement doivent être réalisés, soit dans le pool compensatoire, soit *in situ* (art. 63 de la loi PN).

Conformément à la demande formulée au point 3.2.15 de l'avis du MECB, les arbres d'alignement ont été exclus du bilan écologique. En effet, celui-ci a pour objectif de déterminer les besoins en mesures compensatoires relatifs aux biotopes, aux habitats d'intérêt communautaire et aux habitats d'espèces d'intérêt communautaire. Les arbres d'alignement relèvent quant à eux d'un régime de compensation spécifique, défini à l'article 14 de la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles, qui prévoit la replantation d'un arbre pour chaque arbre d'alignement abattu.

Sur l'ensemble du linéaire, troissecteurs comportent des arbres d'alignement :

- le long de la N4, secteur Kockelscheuer
- le long d'un chemin sans dénomination situé dans le secteur Alstrooss, à Leudelange
- au sein de la rue du Brill à Foetz.

La maîtrise d'œuvre de la ligne a confirmé que les arbres d'alignement situés le long de la N4 seront conservés, ceux-ci se trouvant en dehors de l'emprise des travaux (bien qu'en bordure de la limite d'acquisition).

En revanche, **34 arbres d'alignement** sont directement impactés dans le secteur d'Alstrooss à Leudelange (voir figure ci-dessous). Afin d'éviter une double comptabilisation des besoins de compensation, ces arbres ont été retirés du bilan écologique de la situation projetée, leur compensation devant être réalisée conformément à l'article 14 de la loi PN. Le projet paysager prévoit en effet, dans ce même secteur, la plantation de nouveaux arbres d'alignement en nombre au moins équivalent, garantissant ainsi le respect des exigences légales applicables.

Au niveau de la rue du Brill, **un jeune arbre d'alignement** serait éventuellement impacté par la mise en place d'une traversée cycliste. Il serait à confirmer au stade APD si celui-ci pourrait être préservé en décalant le passage légèrement au sud.

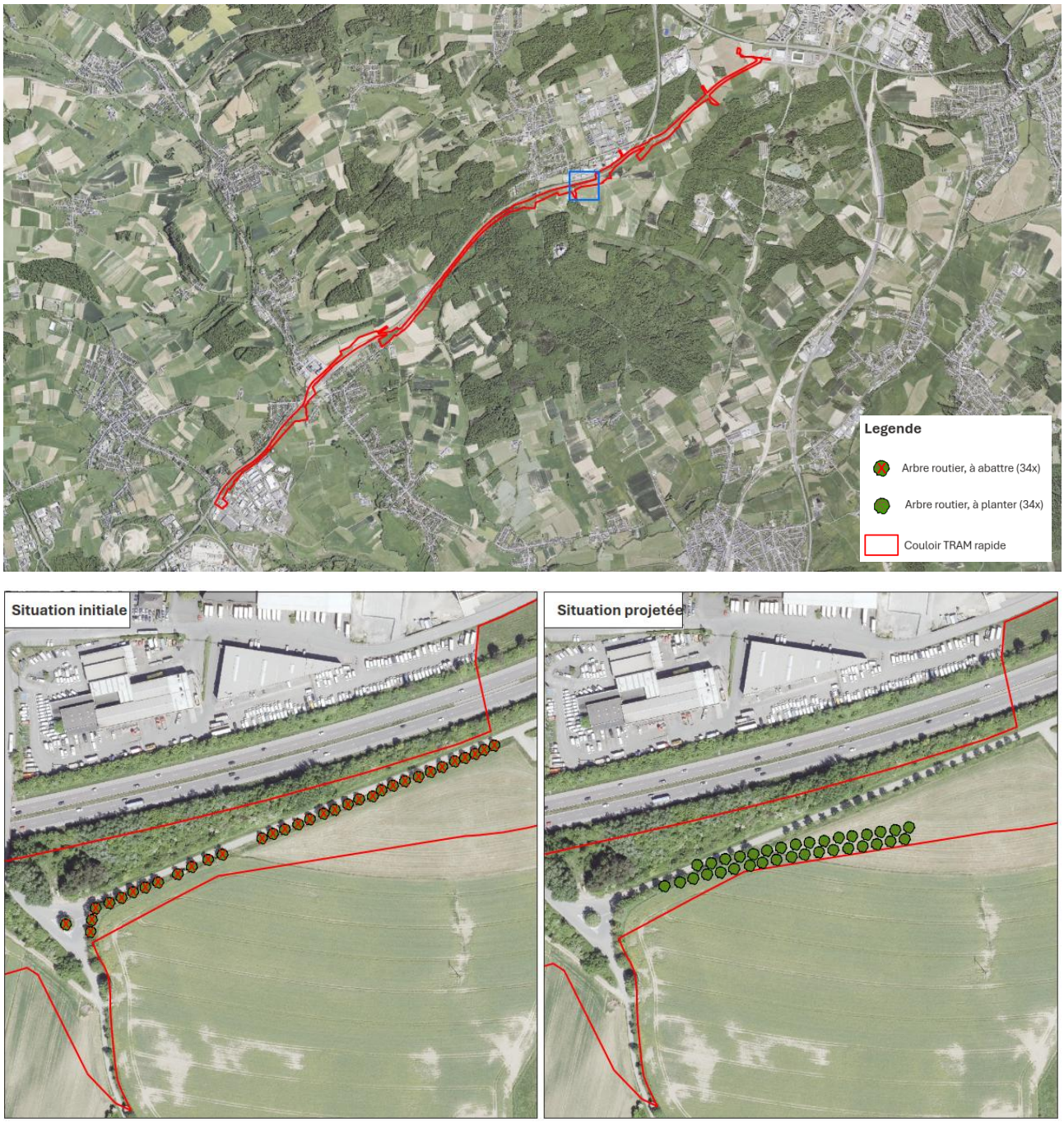


Fig. 260 : Localisation des 34 arbres d'alignements impactés par le projet de tram rapide. Voir annexe 18 (LSC360 2026).

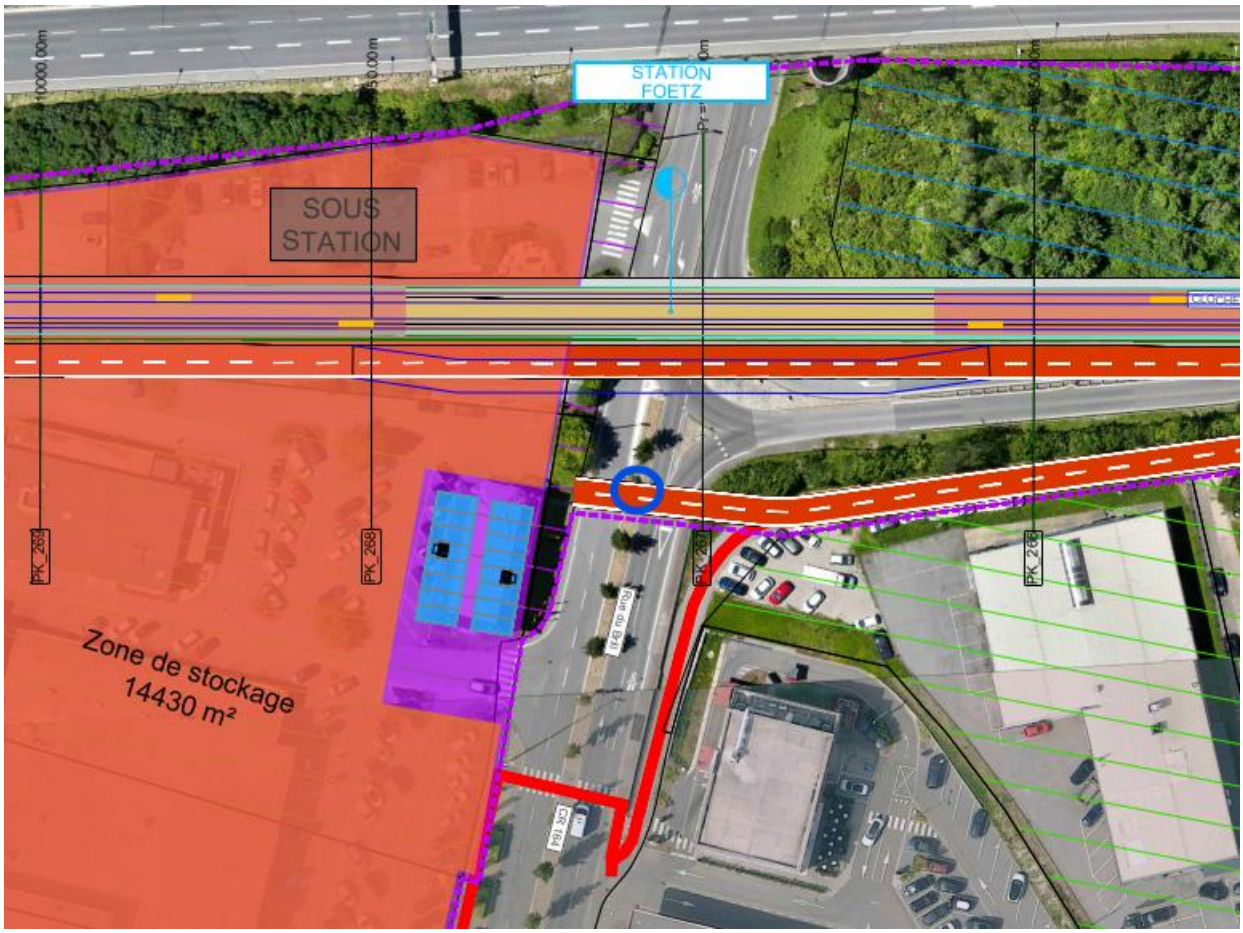


Fig. 261 : Localisation d'un jeune arbre d'alignement pouvant être impacté par la mise en place d'un passage à cycliste (APS ligne, 2026).

7.3.2 Description des incidences du projet sur la biodiversité

Protection des zones protégées (inter-)nationales (Art. 32 de la loi PN)

Tracé initial

Comme mentionné dans le chapitre précédent, au niveau de la section TR3, le tramway empiètera sur 47 100 m^2 de la zone protection spéciale Natura 2000, nommée « Région du Lias moyen » (LU0002017) et la zone protégée d'intérêt national en procédure (ZPIN) « Leidelénger Bësch / Obeler Bësch » (Nr 42).

Un screening Natura 2000 a ainsi été réalisé (annexe 12 du rapport EIE du tracé initial) et vient aux conclusions suivantes :

Plusieurs variantes de tracé, dont des options de contournement, ont été brièvement analysées. Cependant, en raison de contraintes techniques, environnementales et urbaines, ces alternatives ne sont pas favorables. La variante choisie minimise l'emprise sur la ZPS tout en assurant la faisabilité du projet. Il convient également de mentionner que la légère déviation vers le sud au niveau de l'entrée de la forêt de Leudelange est principalement due à la nécessité de contourner la station de détente de gaz, une infrastructure inamovible, entraînant ainsi un empiètement supplémentaire sur la ZPS.

Afin de réduire l'impact sur l'habitat forestier, le tracé du projet suit l'infrastructure existante de l'autoroute A4. Des aménagements spécifiques pour la faune, tels que des passages dédiés, des crapauducs et le respect de critères d'un éclairage respectueux de l'environnement, seront mis en place. Des plantations seront réalisées en bordure d'emprise. Une lisière forestière étagée ou une haie dense sont recommandées. De plus, pour

compenser les impacts résiduels sur la ZPS et l'habitat forestier, des reboisements sont prévus conformément à l'article 13 de la loi PN. Ces boisements compensatoires pourraient être intégrés dans la ZPS de manière à garantir la cohérence du réseau Natura 2000 et garantir leur protection juridique et écologique.

Le projet étant implanté le long de l'A4, déjà source d'une forte pollution sonore, les nuisances sonores supplémentaires induites par le tram rapide resteront inférieures au bruit routier actuel. De plus, les études de terrain montrent que les surfaces concernées ne sont pas utilisées par des espèces cibles de la ZPS.

En conclusion, grâce aux mesures d'évitement, de réduction et de compensation prévues, ainsi qu'aux résultats des études de terrain, il est estimé que le projet n'entraîne pas d'atteinte significative aux objectifs de protection, aux espèces cibles ou aux habitats des zones protégées concernées.

La ZPIN n'étant pas encore en vigueur, l'avant-projet de RGD[28] a été consulté. Il y est indiqué que les interdictions listées à l'art. 3 de ce même avant-projet de RGD ne s'appliquent pas aux interventions réalisées dans le cadre de la réalisation de la ligne de tramway entre Luxembourg-Ville et Esch-sur-Alzette ou encore l'exploitation, l'entretien ou toute autre intervention nécessaire à son bon fonctionnement. Ainsi, avec les mesures prémentionnées pour maintenir l'intégrité de la ZPS, celle de la ZPIN le sera également.

Tracé optimisé

Une évaluation appropriée des incidences Natura 2000 a été réalisée conformément à l'article 32 de la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles et se trouve en annexe 14. Le projet traverse partiellement la zone de protection spéciale (ZPS)« Région du Lias moyen » (LU0002017) et est susceptible d'affecter certains habitats forestiers et espèces ayant motivé la désignation du site.

Depuis la réalisation du screening Natura 2000, le projet a fait l'objet d'importantes optimisations visant à réduire son emprise au sein de la ZPS. L'emprise dans la zone Natura 2000 a ainsi été ramenée d'environ 47 100 m^2 à 22 911 m^2, notamment grâce à un rapprochement maximal de l'infrastructure vers l'autoroute A4 et à l'utilisation de murs de soutènement limitant les besoins en terrassement. Ces adaptations constituent des mesures d'évitement et de réduction intégrées au projet.

L'analyse des objectifs de conservation de la ZPS a montré que seules les espèces forestières et les habitats forestiers sont susceptibles d'être concernés par le projet. Sur la base des données disponibles, des inventaires réalisés par Milvus GmbH et des habitats fonctionnels identifiés pour les espèces cibles de la ZPS, l'évaluation s'est concentrée sur le Pic mar (*Dendrocopos medius*), le Pic noir (*Dryocopus martius*), le Pic vert (*Picus viridis*), le Pouillot siffleur (*Phylloscopus sibilatrix*) ainsi que sur l'habitat d'intérêt communautaire 9130 - Hêtraies de l'Asperulo-Fagetum.

L'emprise du projet au sein de la ZPS représente environ 2,29 ha, dont 20 179 m^2 de surfaces forestières. Les habitats directement concernés comprennent :

- 12 566 m^2 de BK13 - peuplements de feuillus et forêts pionnières ;
- 280 m^2 de peuplements de conifères ;
- 7 333 m^2 d'habitat Natura 2000 9130.

Les surfaces restantes ne constituent pas de biotopes protégés ou des objectifs de conservation de la ZPS.

[28] Avant-projet de règlement grand-ducal déclarant zone protégée d'intérêt national sous forme de réserve naturelle et de corridor écologique, la zone « Leidelénger Bësch / Obeler Bësch » sise sur les territoires des communes de Bettembourg, Leudelange, Mondercange et Reckange-sur-Mess.

L'application de la méthodologie de Lambrecht & Trautner (2007) a montré que les incidences liées aux modifications de la structure des habitats, aux changements des facteurs abiotiques, aux effets de barrière ainsi qu'aux nuisances sonores, lumineuses et vibratoires ne sont pas susceptibles d'entraîner d'incidences significatives sur les objectifs de conservation de la ZPS. Les impacts résiduels sont principalement liés à la perte directe de surfaces forestières.

Pour le Pic noir, le Pic vert et le Pouillot siffleur, les analyses ont montré que les secteurs touchés correspondent essentiellement à des peuplements jeunes et à des structures de lisière présentant une qualité d'habitat limitée. Aucun site de reproduction, aucune cavité occupée et aucun territoire fonctionnel n'ont été identifiés au sein de l'emprise du projet. Compte tenu de la faible proportion d'habitats affectés à l'échelle de la ZPS, aucune incidence significative sur ces espèces n'a été retenue.

En revanche, pour le Pic mar, la perte d'environ 15 459 m^2 d'habitat potentiel dépasse la valeur d'orientation absolue définie par Lambrecht & Trautner (2007). De même, pour l'habitat 9130, la perte directe de 7 333 m^2 dépasse le seuil d'orientation applicable. Bien que les surfaces concernées présentent une qualité écologique relativement limitée et que les autres critères de la méthode soient respectés, le dépassement du critère B ne permet pas d'exclure une incidence significative au sens de l'article 6 de la directive Habitats.

L'évaluation a donc été poursuivie au travers d'une analyse des solutions alternatives. Les variantes Nord et Sud étudiées ne permettent pas d'atteindre les objectifs du projet tout en présentant un meilleur bilan environnemental global. La variante Nord engendrerait des impacts encore plus importants sur Natura 2000, tandis que la variante Sud entraînerait une fragmentation accrue du territoire et limiterait significativement les échanges entre la ZPS et les milieux environnants, une dégradation de la fonctionnalité du système de transport ainsi qu'une augmentation significative des coûts et de la consommation foncière. La variante retenue constitue ainsi le meilleur compromis entre les objectifs de mobilité, les contraintes techniques et la protection de l'environnement.

Le projet répond par ailleurs à des raisons impératives d'intérêt public majeur. Il s'inscrit dans les politiques nationales de mobilité durable, vise à améliorer durablement l'accessibilité entre les principaux pôles d'habitat et d'emploi, favorise le report modal, contribue à la réduction de la congestion routière et participe aux objectifs nationaux de transition climatique. En l'absence d'alternative satisfaisante, les conditions prévues à l'article 6, paragraphe 4, de la directive Habitats peuvent être considérées comme remplies.

Afin d'assurer le maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000, des mesures compensatoires spécifiques sont prévues :

- pour le Pic mar, mise en œuvre d'une mesure forestière de type W1.1 (abandon de l'exploitation forestière) ou W1.4 (report de l'âge d'exploitation) sur une surface minimale de 1,55 ha d'habitat favorable ;
- pour les habitats forestiers impactés, création d'environ 30 898 m^2 de surfaces forestières compensatoires, dont 13 036 m^2 destinés à évoluer vers l'habitat Natura 2000 9130, permettant de générer une valeur écologique équivalente à celle perdue, soit 834 252 écopoints.

Sous réserve de la mise en œuvre effective de ces mesures compensatoires, de leur sécurisation à long terme ainsi que d'un suivi écologique, le projet est considéré comme compatible avec les exigences de l'article 6, paragraphe 4, de la directive Habitats.

Il est ainsi conclu que le projet de Tram rapide 1 présente des incidences significatives résiduelles uniquement pour le Pic mar et l'habitat 9130 au regard de la méthodologie de Lambrecht & Trautner (2007). En l'absence d'alternative satisfaisante, compte tenu de l'existence de raisons impératives d'intérêt public majeur et moyennant la mise en œuvre des mesures compensatoires définies dans le présent rapport, la cohérence globale du réseau Natura 2000 pourra être maintenue à long terme.

Protection des biotopes et habitats d'intérêt communautaire (Art. 17 de la loi PN)

Tracé initial

Les biotopes et habitats d'intérêt communautaires décrits dans le chapitre 7.3.1, protégés par l'article 17 de la loi PN, seront probablement entièrement défrichés dans le cadre de la réalisation du projet.

L'article 17 de la loi PN stipule qu'il est interdit de réduire, de détruire ou de détériorer les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire ainsi que les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquelles l'état de conservation des espèces a été évalué non favorable.

En zone verte, une autorisation portant dérogation à l'interdiction de réduction ou destruction peut être accordée à titre exceptionnel par le ministre de l'Environnement, notamment dans un but d'utilité publique, ce qui est a priori le cas pour le projet de tram rapide 1.

Cela signifie qu'au titre de l'art. 63 de la loi PN, des mesures compensatoires s'imposent. L'envergure de ces mesures est déterminée à l'aide d'un système numérique d'évaluation et de compensation en éco-points.

Un bilan écologique a ainsi été réalisé (cf. chap. 9.2) et il en ressort que les biotopes et habitats impactés présentent une valeur écologique de 5 217 883 écopoints (cf. chap. 9.2) (y compris les habitats d'espèces ; cf. sous-chapitre suivant).

Mais comme la mise en œuvre du projet entraîne également la création de nouvelles structures qui peuvent elles-mêmes remplir une fonction écologique, leur valeur écologique peut être déterminée également en écopoints et compenser la somme prémentionnée (cf. chap.9.2). Il n'existe à l'heure actuelle pas encore de plan précis de plantation, la valeur de la situation du projetée n'a donc pas encore pu être déterminée.

Il est probable que les nouvelles structures ne compensent pas entièrement la perte générée par le projet. Ainsi, la somme en écopoints restante sera à compenser de manière monétaire, par le paiement d'une taxe de remboursement (1 écopoint = 1 euro).

Ainsi, par la possibilité juridique de compenser les biotopes de la sorte, un impact négatif sur les biotopes peut être exclu.

Outre la compensation des biotopes, il convient également de veiller à la protection des biotopes préservés, adjacents au projet.

A cet effet, il convient de mettre en place une clôture de chantier afin d'empêcher le passage ou le stockage de matériaux au niveau de biotopes.

Il convient également de mentionner que le défrichage de la végétation ligneuse ne peut être effectué que pendant la période hivernale (1er octobre à fin février).

Tracé optimisé

L'évaluation et les conclusions relatives aux biotopes et aux habitats d'intérêt communautaire présentées pour le tracé initial restent globalement valables pour le tracé optimisé. Celle-ci entraîne toutefois la destruction de biotopes représentant une valeur totale de 6 814 898 écopoints, dont 1 681 005 écopoints correspondent à des biotopes d'intérêt communautaire (annexe I).

Cette valeur est sensiblement supérieure à celle obtenue pour le tracé initial. Cette différence s'explique principalement par deux éléments. D'une part, la dépréciation de la valeur écologique liée aux nuisances générées par le trafic routier (bruit) n'a plus été appliquée, conformément à la remarque de l'ANF précisant que

cette correction ne peut être utilisée que pour l'occupation du sol 8.0.0. D'autre part, les habitats des oiseaux nicheurs ont été intégrés au bilan écologique, ce qui augmente également la valeur totale en écopoints.

Dans sa remarque n° 3.2.12, le MECB demande de préciser dans quelle mesure la séquence éviter – réduire – compenser a été appliquée lors de la conception du projet.

Les possibilités d'évitement des biotopes sont toutefois limitées par plusieurs contraintes techniques et environnementales. Afin de limiter la fragmentation des milieux naturels, le tracé du tram rapide a été implanté parallèlement à l'autoroute A4, en grande partie sur son talus, où se sont développés au fil du temps de nombreux bosquets et peuplements ligneux en raison de l'absence d'exploitation agricole. Par ailleurs, les exigences techniques du projet, notamment en matière de rayon minimal des courbes et de pente maximale admissible, réduisent les possibilités d'adapter le tracé pour éviter certains biotopes.

Malgré ces contraintes, le principe d'évitement a été mis en œuvre lors de l'élaboration du tracé optimisé. En particulier, au sein de la zone Natura 2000, des échanges avec l'Administration des Ponts et Chaussées ont permis de rapprocher localement le tracé de l'autoroute par rapport au tracé initial, réduisant ainsi de manière significative les emprises sur le biotope d'intérêt communautaire 9130 et des biotopes de type BK13.

En outre, afin de limiter autant que possible les empiètements sur les autres biotopes situés au sein de la zone Natura 2000, Luxtram a privilégié, dans ces secteurs sensibles, la réalisation de murs de soutènement en lieu et place de talus. Cette solution permet de réduire l'emprise du projet sur les habitats naturels. En revanche, dans les secteurs ouverts situés hors zone Natura 2000, les talus ont été privilégiés, ceux-ci s'intégrant davantage au paysage et présentant une meilleure insertion paysagère que des ouvrages de soutènement verticaux.

Protection des habitats d'espèces protégées (Art. 17 de la loi PN)

Tracé initial

L'art. 17 concerne également la protection des habitats de chasse ou de recherche de nourriture, ainsi que les couloirs écologiques, régulièrement visités ou occupés. Il est interdit de réduire, de détruire ou de détériorer les biotopes protégés, les habitats d'intérêt communautaire ainsi que les habitats des espèces d'intérêt communautaire pour lesquelles l'état de conservation des espèces a été évalué non favorable. Selon le paragraphe 2 de l'art. 17, en zone verte, une autorisation portant dérogation à l'interdiction de destruction peut être accordée à titre exceptionnel par le ministre, notamment dans un but d'utilité publique ; ou de santé ou sécurité publiques, ce qui est le cas pour une infrastructure de transport tel que le tram et le *Veloexpresswee*.

Lors de l'inventaire faunistique, des habitats régulièrement utilisés par des espèces de chauves-souris ont été détectés. Il s'agit des espèces suivantes : noctule de Leisler (U1), murin à moustaches (U1) / murin de brandt (U1), murin d'alcathoé (XX), murin à oreilles échancrées (U1) et la sérotine commune (U1).

L'ensemble de ces habitats vont probablement être détruits dans le cadre de la réalisation du projet.

Les occupations du sol utilisées régulièrement par ces espèces sont à considérer dans la bilan écologique (cf. chap. 9.2). En effet, la valeur de base en écopoints d'un biotope ou d'une occupation du sol se voit augmentée de 5 écopoints par m^2 (dans le cas d'une espèce avec un statut de conservation U1), si ce biotope ou occupation du sol est utilisée régulièrement par une espèce d'intérêt communautaire dont le statut de conservation est défavorable.

En intégrant cet aspect de la protection des habitats dans le bilan écologique, les obligations de compensation du maitre d'ouvrage envers les espèces concernées sont définies (voir chapitre 10.2). Comme cela a déjà été évoqué pour la protection des biotopes, le maitre d'ouvrage remplit toutes ses obligations de compensation en matière de protection des habitats en payant la somme déterminée dans le bilan écologique. Dans cette logique, la destruction des habitats d'espèce est considérée comme acceptable puisqu'ils seront compensés.

En revanche, il est prévu de planter une grande partie des talus du projet à l'aide d'arbres ou de haies bocagères et de bandes fleuries et ainsi recréer des structures linéaires utilisable par les chauves-souris pour s'orienter mais également pour s'alimenter (plus de détails quant à la végétalisation du projet se trouvent dans le chapitre paysage 7.6.).

Tracé optimisé

L'évaluation et les conclusions relatives aux habitats d'espèces d'intérêt communautaire présentées pour le tracé initial restent globalement valables pour le tracé optimisé.

Conformément à la remarque du MECB (point 3.2.11), les habitats de chasse des oiseaux nicheurs avec un statut de conservation défavorable sont également à considérer.

Il s'agit des habitats des espèces suivantes, qui ont toutes un statut de conservation U1 (défavorable):

- Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)
- Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)
- Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*)
- Fauvette grisette (*Sylvia communis*)
- Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*)
- Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)

Protection des espèces (Art. 20 & 21 de la loi PN)

Tracé initial

Comme le montre la description des aspects pertinents pour la protection des espèces selon l'article 20 & 21 de la loi PN (voir chapitre 7.2.1), la **phase chantier** du projet entraînera un impact, car le défrichement et le terrassement de la végétation affectera des sites de repos et de reproduction de la faune (oiseaux, papillon, muscardin, chiroptères) et de la flore (orchidées).

Lorsque des projets, plans ou activités sont susceptibles d'avoir un impact significatif sur certaines espèces protégées ou sur leurs sites de reproduction ou leurs aires de repos, ils nécessitent une autorisation ministérielle et des mesures dites d'atténuation afin de minimiser, voire d'annuler cet impact significatif et de préserver la fonctionnalité de l'habitat concerné. Ces dernières sont désignées par la suite comme « mesures CEF » (*continuous ecological functionality measures*).

Pour résumer, en raison de la construction du tram rapide 1, des mesures CEF doivent être réalisées pour les espèces suivantes :

- 4 couple nicheur de bruant jaune
- 4 couple nicheur de chardonneret élégant
- 3 couple nicheur de fauvette babillarde
- 12 couple nicheur de fauvette grisette
- 5 couple nicheur de linotte mélodieuse
- 1 couple nicheur de mésange boréale
- 3 couple nicheur de rossignol philomèle
- 1 couple nicheur d'alouette des champs
- 3 individus de muscardins

- 3 individus d'écaille chinée (imagos)
- 4 spécimens d'orchis pyramidal
- 1 spécimen d'épipactis à larges feuilles

On peut donc considérer une compensation commune pour les espèces nichant dans des structures bocagères (bruant jaune, chardonneret élégant, fauvette babillarde, fauvette grisette, linotte mélodieuse, rossignol philomèle).

Tandis qu'une compensation en milieu forestier est nécessaire pour la mésange boréale, le muscardin et l'écaille chinée ainsi qu'une compensation en milieu ouvert pour l'alouette des champs.

Une description des mesures d'atténuation est disponible ci-dessous. La localisation exacte des mesures n'est cependant pas encore disponible.

Tracé optimisé

Les besoins en mesures d'atténuation lié au tracé optimisé sont presque identiques à ceux du tracé initial.

Des mesures CEF doivent être réalisées pour les espèces suivantes :

- Oiseaux des bocages :
  - 4 Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)
  - 4 Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)
  - 3 Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*)
  - 13 Fauvette grisette (*Sylvia communis*)
  - 6 Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*)
  - 6 Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)
- Chiroptères
- 6 Muscardins
- 3 Ecaille chinée
- Orchidées :
  - Orchis pyramidal
  - Epipactis à larges feuilles
  - Ophrys abeille

Les prochains sous-chapitres sont toujours en grande partie valable pour le tracé optimisé donc pour éviter de reproduire le même paragraphe, les éventuelles modifications sont intégrées directement dans le texte en bleu. **A la fin de la description des mesures de compensation/d'atténuation, une synthèse sous forme de tableau a été effectuée (Tab. 41).**

COMPENSATION OISEAUX DE MILIEUX BOCAGERS :

Il s'agit de développer des bosquets et haies linéaires et/ou en ilot avec un ourlet herbacé autour, avec des strates de hauteur différente pour répondre aux besoins de l'ensemble des espèces. En raison des exigences écologiques similaires des espèces concernées par la compensation, les mesures proposées se réfèrent aux prescriptions du guide CEF (MECB 2021), conformément aux chapitres consacrés à la linotte mélodieuse et à la fauvette grisette (les autres espèces ne figurent pas dans le guide). Entre temps, le guide a été actualisé en 2026 et l'ensemble des espèces d'oiseaux concernées sont reprises dans le guide.

Le guide CEF préconise pour 1 couple de Fauvette grisette la plantation d'arbustes sous forme de haie, avec des arbustes en 3 à 5 rangées, avec un ourlet d'au moins 5 m de large, sur une longueur totale d'au moins 250 m.

Pour la linotte mélodieuse, il est indiqué que par site de reproduction impacté, 10 bosquets doivent être réalisés, sans précision sur la taille nécessaire.

Pour le Bruant jaune, il est prévu la plantation d'une haie d'une longueur minimale de 150 m, bande herbacée comprise. À défaut d'une haie continue, cette amélioration peut être assurée par la création d'au moins dix groupes de buissons adaptés, répartis au sein du territoire et accompagnés d'une bande herbacée.

Pour le chardonneret élégant, il est indiqué qu'au minimum dix arbres ou arbustes adaptés par couple reproducteur doivent être prévus, à proximité d'habitats de chasse adapté. Les arbres et arbustes doivent être suffisamment hauts et denses. Le guide indique que les mesures visant à restaurer les habitats de reproduction du Chardonneret élégant peuvent être mutualisées avec des mesures présentant des caractéristiques structurelles similaires destinées à d'autres espèces de petits passereaux, notamment la Linotte mélodieuse et le Bruant jaune.

Pour la Fauvette babillarde, à titre indicatif un terrain d'au moins 0,7 ha par territoire est recommandée.

Enfin, pour le Rossignol philomèle, il est indiqué à titre indicatif une superficie de 0,4 ha par territoire.

Pour 31 individus d'espèces bocagères (tracé initial), il conviendrait de planter un total de 7750 mètres linéaires de haies, soit sous forme d'ilot, soit sous forme de plusieurs linéaires. Avec une largeur de haie entre 3 et 5 m, cela correspond à 23 250 m^2 et 38 750 m^2 de haie. En considérant le développement d'un ourlet herbacé de 5 m, cela correspondrait à une surface totale comprise entre 62 000 et 77 500 m^2.

Ce nombre étant basé sans prise en compte des synergies entre les espèces, le bureau Milvus avait dès lors proposé une approche de dimensionnement des mesures compensatoires fondée sur les recommandations du guide CEF, approche qui a été validée par l'Administration de la nature et des forêts (ANF) (cf. voir annexe 19).

Le guide CEF prévoit, pour la Fauvette grisette (*Sylvia communis*), un besoin de 250 m de haie d'une largeur de 3 à 5 m, complétés par une bande herbacée de 5 m de largeur, soit une surface d'environ 2 250 m^2 par territoire.

Pour le tracé initial, le projet impactait 12 territoires de Fauvette grisette ainsi que 19 territoires d'autres espèces nicheuses des fourrés. Compte tenu des fortes synergies écologiques entre ces espèces, Milvus a proposé de dimensionner les mesures d'atténuation sur la seule base des 19 territoires des autres espèces nicheuses, considérant que les exigences écologiques de la Fauvette grisette étaient couvertes par ces mêmes aménagements. Cette approche conduisait à une surface totale de 42 750 m^2 (19 × 2 250 m^2) pour un total de 31 territoires impactés, proposition qui a été validée par l'ANF.

À la suite de l'optimisation du projet, les impacts ont été réévalués. Le tracé optimisé affecte désormais 13 territoires de Fauvette grisette ainsi que 23 territoires d'autres espèces nicheuses des fourrés (Bruant jaune, Chardonneret élégant, Fauvette babillarde, Linotte mélodieuse, Rossignol philomèle), soit un **total de 36 territoires impactés.**

Conformément à l'approche méthodologique développée par Milvus et validée par l'ANF pour le tracé initial, les synergies écologiques entre ces espèces permettent de dimensionner les mesures d'atténuation sur la base des 23 territoires des autres espèces nicheuses, les besoins de la Fauvette grisette étant considérés comme couverts par ces mêmes mesures.

Le besoin en mesures d'atténuation est dès lors calculé comme suit :

- surface de référence par territoire : 250 m de haie (largeur moyenne de 4 m) et une bande herbacée de 5 m, soit 2 250 m^2 ;

- nombre de territoires retenus pour le dimensionnement : 23 ;
- surface totale de mesures d'atténuation : 51 750 m^2 (23 × 2 250 m^2).

Sur la base de cette approche, déjà validée par l'ANF dans le cadre du tracé initial et malgré l'adaptation du guide CEF, une **surface de 51 750 m^2 de mesures d'atténuation** est considérée comme suffisante pour garantir le maintien de la fonctionnalité écologique des habitats utilisés par les espèces nicheuses affectées par le tracé optimisé.

L'idéal pour subvenir aux besoins de ces différentes espèces est de planter plusieurs étages de végétation (strate herbacée, buissonnante, arbustive et arborée).

Les essences appropriées pour la formation de bocages sont par exemple le sureau, le prunellier, l'aubépine, fusain d'Europe, cornouiller sanguin, cornouiller mâle, noisetier. Au sein des arbustes, des arbres peuvent être plantés à l'aide d'essences suivantes en guise d'exemple : érable champêtre, merisier, cerisier à grappes, alisier torminal, poirier sauvage, pommier sauvage…

Concernant l'ourlet herbacé, il convient de favoriser une végétation herbacée riche en espèces afin de favoriser les insectes qui constituent la base de l'alimentation des oiseaux.

Cela doit être réalisé en particulier par l'ensemencement d'un mélange de semences régionale adapté au site (p. ex. « LUX - Buntbrache, mehrjährig » de Rieger-Hofman).

L'ourlet herbacé doit être fauché tardivement, après le mois de juillet pour éviter un dérangement de la faune.

Pour assurer une transition temporaire jusqu'à ce que les arbres et arbustes soient fonctionnels (croissance en hauteur et en densité), **36 tas de bois morts** ou des haies « benjes » doivent être également installées.

La localisation des terrains pouvant accueillir les mesures d'atténuation n'est pas encore connue. En raison de contraintes administratives, Luxtram n'est pas en mesure de rechercher activement des terrains pour y réaliser des mesures d'atténuation. Ainsi, des indications sont données dans quel secteur ses terrains doivent se trouver et quels critères doivent être respectés :

- Prairie ou champs agricole
- En zone verte
- Le nouvel habitat doit se trouver à maximum 2 km du projet. Au vu de la longueur du projet et de la répartition des territoires le long de la ligne, trois secteurs de compensation sont proposés :
  - environ 27 350 m^2 à Leudelange/Kockelscheuer (pour 19 individus) (exclure les champs avec l'alouette des champs et respecter une distance de 50 m)
  - env. 11 500 m^2 entre forêt de Leudelange et Pontpierre (8 individus)
  - env. 12 900 m^2 entre Pontpierre et Foetz (9 individus).
  - Voir Fig. 264

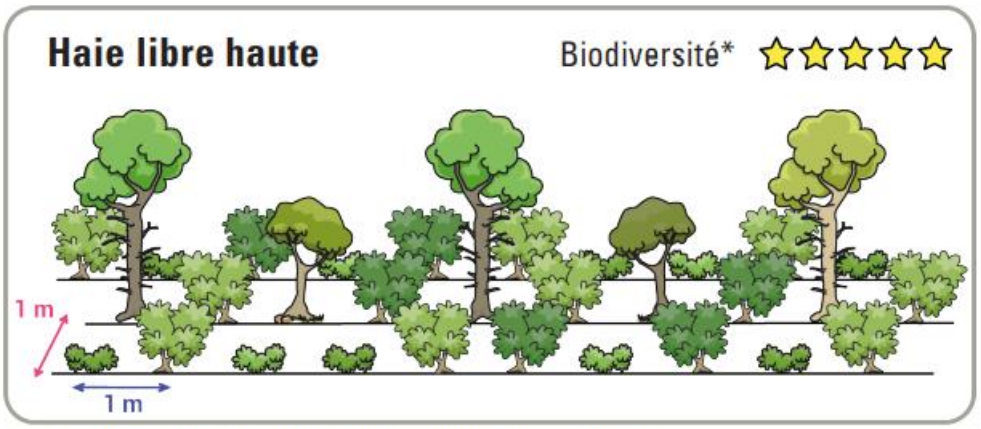


Fig. 262 : Exemple de configuration pour une haie favorable à la biodiversité (ARTHROPOLOGIA, 2021).



Fig. 263 : Exemple de tas de bois/branchages morts (LSC360, 2025).

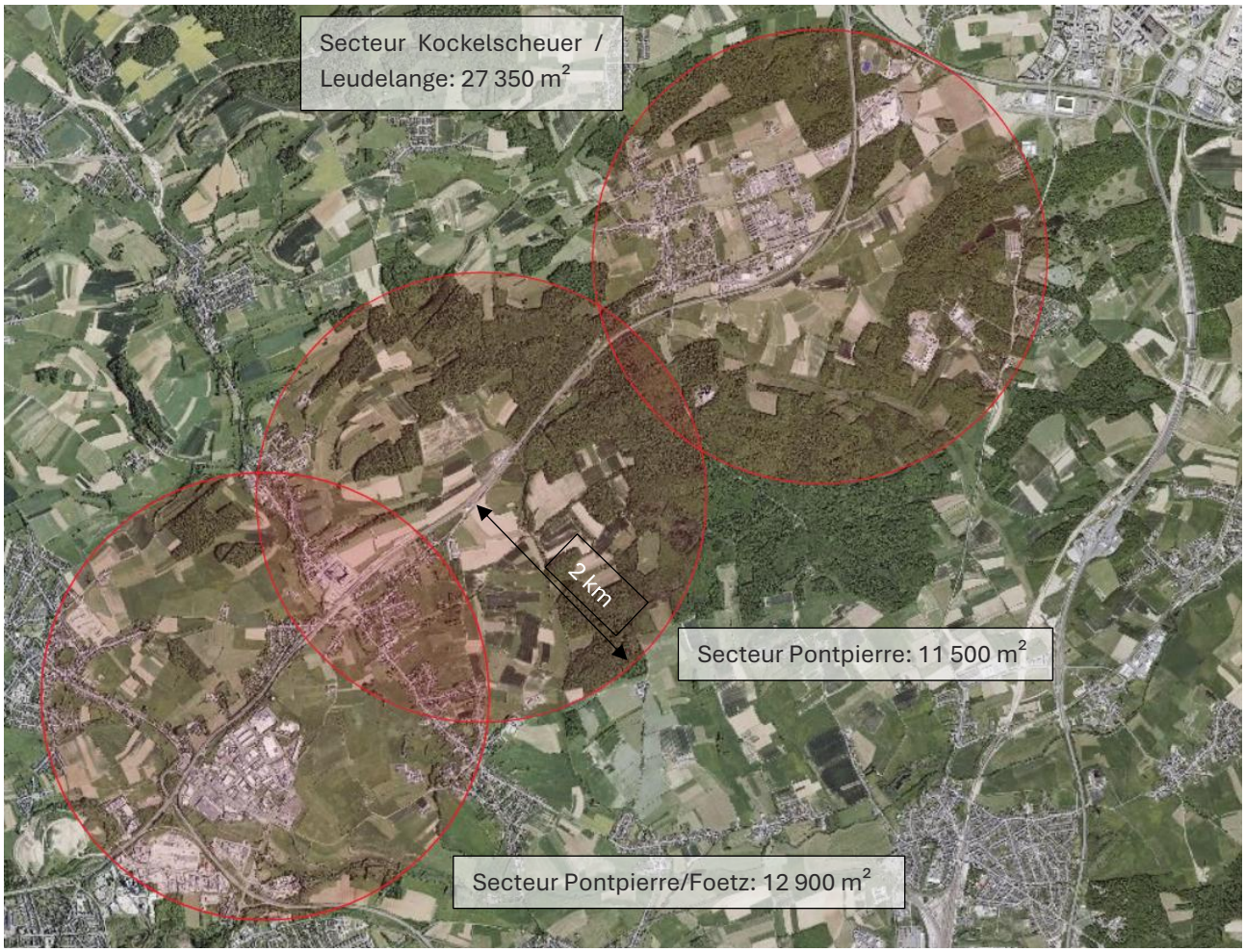


Fig. 264 : Localisation des trois secteurs dans lesquels des terrains de compensation doivent être trouvés. Seuls les milieux ouverts en zone verte sont concernés (LSC360, 2026).

COMPENSATION ALOUETTE DES CHAMPS

Sur la Fig. 265 on peut constater une densité élevée d'alouettes qui se trouve dans les champs agricoles dans la section TR1. Un territoire d'alouette des champs se trouve à la limite d'emprise du projet. Comme le projet n'impacte pas l'ensemble de son habitat (moins d'un tiers), selon le guide CEF, il est possible de mettre en place des « fenêtres » dans des champs agricoles en guise de compensation (au lieu d'extensifier des champs agricoles).

En effet, dans les cultures intensives, l'alouette des champs est souvent confrontée à des problèmes dus à une végétation trop haute et trop dense. L'aménagement ponctuel d'espaces vides dans les céréales (« fenêtres pour l'alouette des champs ») permet l'accès au sol et à la nourriture et au nid.

Le guide prévoit donc :

- Aménagement de petits espaces non ensemencées (« fenêtres à alouettes ») dans les champs de blé d'hiver (mais pas dans l'orge d'hiver, le colza, le maïs ou les céréales de printemps).
- Ces clairières sont réalisées en levant ou arrêtant le semoir, et non par l'utilisation d'herbicides.
- Elles doivent être situées loin des passages de tracteurs (qui attirent les prédateurs) et à au moins 25 mètres des bords du champ.
- Au moins 50 m de distance par rapport aux bosquets, aux haies et aux bâtiments.
- 10 clairières par territoire, chacune d'au moins 20 m².

- Environ 3 clairières par hectare.

Selon le guide, il faudrait donc réaliser un total de 10x20 m^2 de fenêtres, réparties sur un champ d'environ 3 ha.

La localisation des terrains pouvant accueillir les mesures d'atténuation n'est pas encore connue.

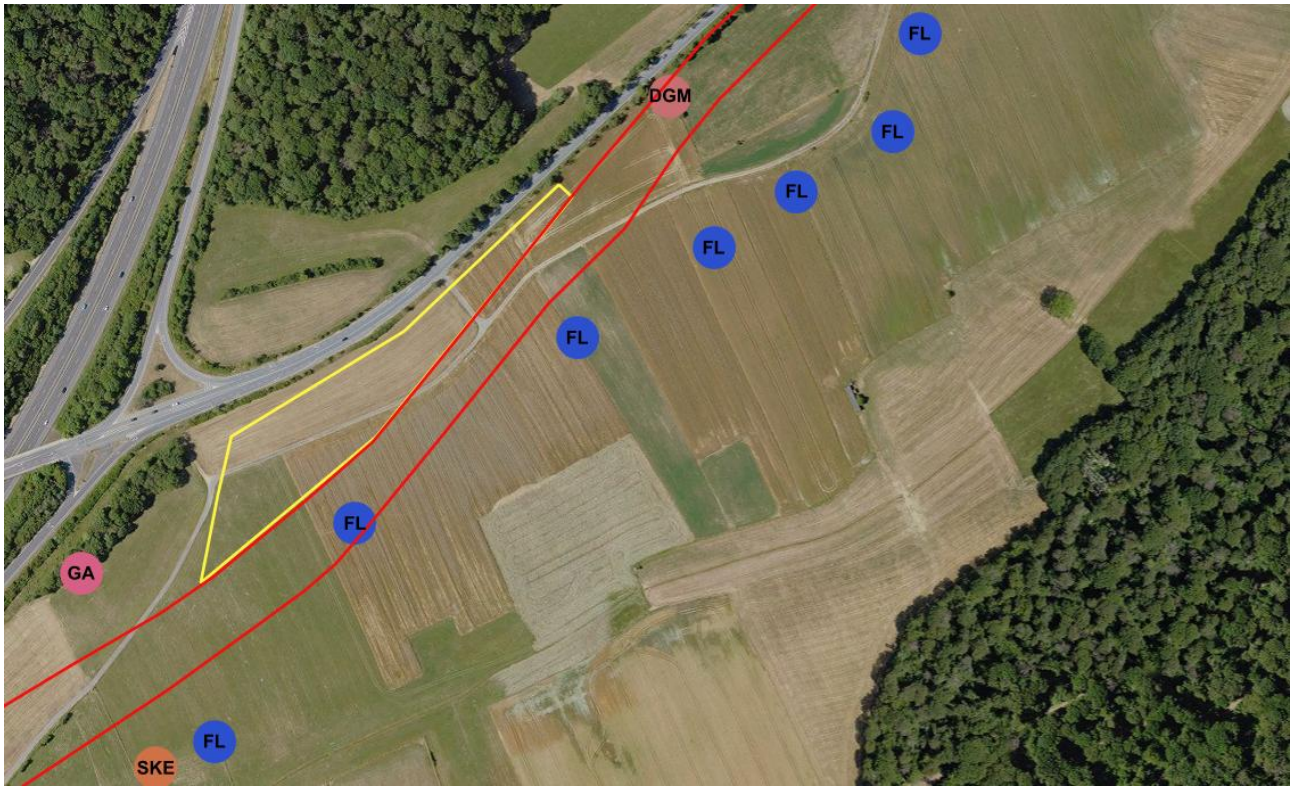
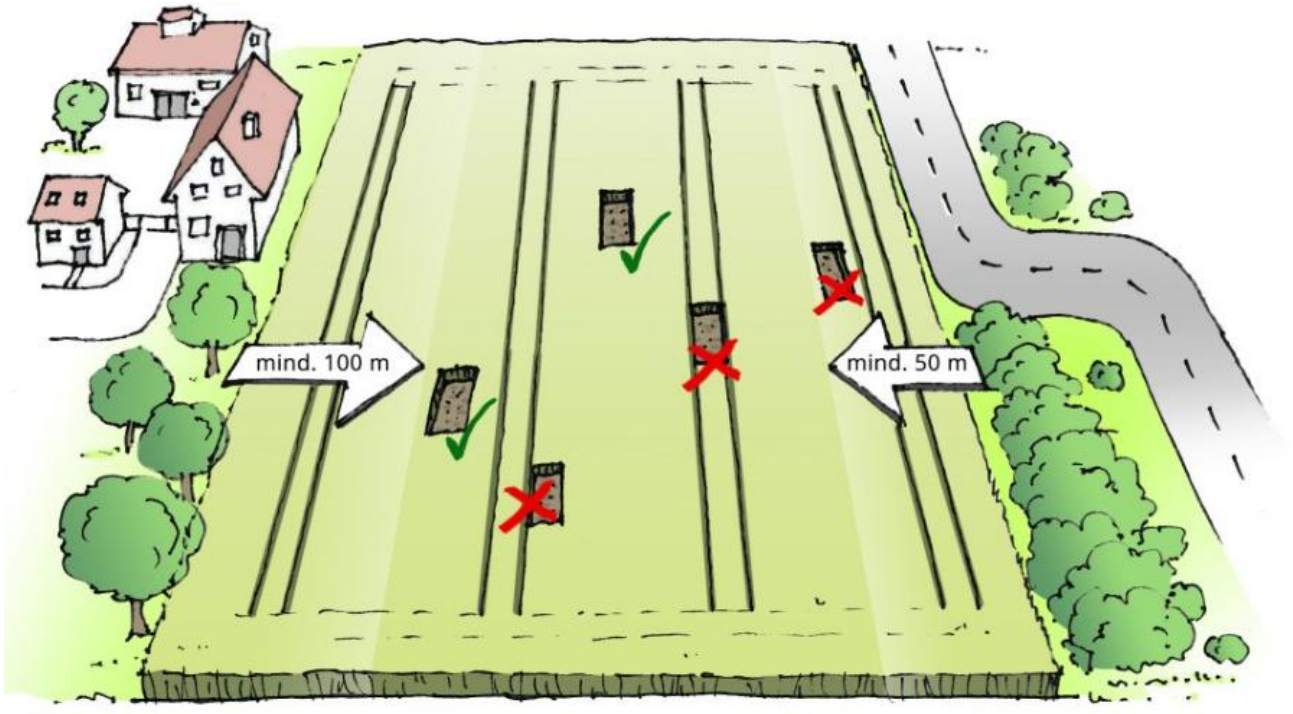


Fig. 265 : Extrait de l'inventaire des oiseaux au niveau de la section TR1 où une densité importante d'alouette des champs est observée (données : Milvus GmbH 2022 ; projection : LSC360, 2025).



Fig. 266 : Exemple de mise en œuvre de « fenêtres » pour l'alouette des champs (Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 2019).



Anlegen von Feldlerchenfenstern
Quelle: Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 2019

Fig. 267 : Exemple de mise en œuvre de « fenêtres » pour l'alouette des champs (Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, 2019).

Le tracé optimisé n'impacte directement aucun territoire de reproduction de l'Alouette des champs. L'espèce étant toutefois sensible aux structures verticales (notamment bâtiments, lisières forestières, haies denses et autres structures susceptibles de fermer le paysage), il convient d'évaluer si le projet et ses aménagements paysagers pourraient entraîner une diminution de la fonctionnalité des habitats favorables situés à proximité.

Les experts MILVUS GmbH indiquent dans leur prise de position (cf. annexe 17) qu'une distance minimale de 50 m entre les territoires de reproduction et les futures voies de tramway doit être maintenue afin d'éviter un risque de perturbation significatif pour l'espèce. Dans le cas contraire, la nécessité de mesures spécifiques devrait être examinée. Comme mentionné dans le paragraphe 7.3.1, tous les territoires se situent à plus de 50 m de la future voie de tramway (distance minimale 55 m).

En revanche, les éléments paysagers sont également à considérer, comme les forts talus et les arbres d'alignement qui sont dans certains cas situés entre 25 et 30 m de distance d'un territoire d'alouette des champs.

La relation entre l'Alouette des champs et les structures ligneuses dépend fortement de la taille et de la configuration de ces dernières. Les études montrent que les lisières forestières et les structures boisées importantes sont généralement évitées par l'espèce, tandis que des arbres isolés et des structures ligneuses de faible superficie peuvent être intégrés au sein des territoires de reproduction (Bezzel et al., 2005).

Cette tendance a également été confirmée dans une étude réalisée au Luxembourg par Glesener, Gräser & Schneider (2023)[29] sur les préférences d'habitat de l'Alouette des champs dans l'ouest et le sud-ouest du pays. Les auteurs montrent que les grandes structures boisées et les complexes boisés de grande superficie (> 5 000 m^2) sont fortement évités par l'espèce, avec des distances minimales généralement plus importantes, tandis que les petites structures ligneuses présentes au sein des milieux ouverts peuvent être davantage intégrées aux territoires de reproduction. Les auteurs soulignent ainsi que l'effet des structures ligneuses dépend principalement de leur taille et de leur configuration, et qu'une distance d'évitement uniforme ne peut pas être appliquée à tous les types de plantations.

Dans ce contexte, les plantations d'arbres d'alignement ne peuvent pas être considérées systématiquement comme une perte d'habitat pour l'Alouette des champs. Lorsqu'elles présentent une structure ouverte, avec des arbres espacés et sans développement d'une strate arbustive dense, elles se rapprochent davantage de petites structures ligneuses pouvant être intégrées dans le paysage agricole. En revanche, la création de structures boisées continues, de haies denses ou de bosquets à proximité immédiate des territoires de reproduction est susceptible d'entraîner une diminution de l'attractivité des habitats ouverts.

Dans les secteurs identifiés sur les Fig. 249, Fig. 251 et Fig. 253 p. 362, les recommandations suivantes devront être prises en compte :

- **Alignements d'arbres :** les plantations d'arbres devront privilégier des structures ouvertes de type alignements lâches. Une interdistance indicative de l'ordre de **15 à 20 m entre les arbres** est recommandée afin d'éviter, à terme, la création d'une structure ligneuse continue par développement des houppiers. Les plantations en double rangée ou les alignements accompagnés d'une strate arbustive dense sont à éviter dans les secteurs identifiés.
- **Choix et structure des plantations :** il convient de privilégier des arbres présentant une structure aérée et de limiter les plantations susceptibles de créer un effet de lisière marqué. Le développement d'une strate arbustive dense sous les arbres est à éviter, car elle peut renforcer l'effet d'évitement lié aux structures verticales. Les arbres isolés ou les groupes d'arbres faiblement structurés sont à privilégier.

[29] Glesener, L., Gräser, P. & Schneider, S. (2023). Habitatpräferenzen der Feldlerche im Westen und Südwesten Luxemburgs während des ersten Brutzyklus – Grundlagen für den Feldlerchenschutz. Naturschutz und Landschaftsplanung 55(5): 12–21. DOI: 10.1399/NuL.2023.05.01.

- **Haies et structures arbustives :** il est possible de remplacer les arbres d'alignement par des haies basses et discontinues plutôt que des haies continues et denses. Ces structures devront conserver un caractère ouvert, avec des interruptions permettant de limiter la fermeture du paysage.

La suppression des arbres d'alignement projetés n'est pas considérée comme nécessaire, compte tenu de leur implantation en dehors des territoires de reproduction et de leur distance aux sites de nidification. De plus, les observations réalisées dans le cadre des inventaires montrent que l'espèce peut également occuper des secteurs présentant certaines structures ligneuses de faible importance : sur la Fig. 253 p. 362, deux territoires de reproduction sont notamment situés à proximité immédiate d'une haie existante.

Ainsi, sous réserve de la prise en compte des recommandations paysagères précitées, les aménagements projetés ne sont pas susceptibles d'entraîner une perte significative de fonctionnalité des habitats de reproduction de l'Alouette des champs. Aucun impact résiduel nécessitant la mise en œuvre de mesures CEF spécifiques pour cette espèce n'est attendu.

COMPENSATION MESANGE BOREALE

Cette espèce ne figure pas dans le guide CEF. Comme il s'agit d'un seul site de reproduction et que la grande majorité de la forêt, qui est son habitat de prédilection, reste préservée, il est proposé d'installer des nichoirs dans cette dernière.

En prenant comme orientation d'autres espèces dans le guide pour lesquelles des nichoirs sont installés en guise de compensation, un nombre de 10 nichoirs est recommandé.

Le trou d'entrée du nichoir doit être de 26-28 mm.

Soit des morceaux de bois pourris peuvent être installés à des arbres (Fig. 268) soit des nichoirs classiques mais le nichoir (type "Mésange bleue") doit être garni de sciure ou de copeaux. L'idéal étant une combinaison des deux comme représenté sur la Fig. 269.

Le nichoir est à installer entre 2 et 5 mètres de hauteur dans un espace boisé.

La localisation exacte n'est pas encore connue, bien qu'il serait judicieux de les installer dans la forêt de Leudelange.

Le tracé optimisé n'impacte plus de territoire de la mésange boréale, que ce soit directement ou indirectement. Aucune mesure CEF n'est requise pour cette variante.



Fig. 268 : Exemple de nichoirs pouvant être installés pour la mésange boréale (nistkasten-online.de). L'idéal étant d'installer un morceau de bois pourri (image de droite) protégée en son sommet par une plaque de métal, une planchette recouverte de papier goudronné ou tout autre matériau étanche (nichoirs.net).



Fig. 269 : Exemple de nichoir idéal : aspect naturel et rempli de sciure de bois (Ecovery).

COMPENSATION MUSCARDIN

3 nids de muscardins sont impactés par le projet. Cette espèce figure dans le guide CEF où des mesures d'atténuation y sont décrites.

L'objectif de ces mesures est de développer une lisière forestière riche en structures.

- Plantation d'un mélange d'arbustes fruitiers, au moins 5-7 espèces différentes en forme d'ilot (p. ex. noisetier, prunellier, aubépine, ronces denses, bourdaine, sureau, cerisier des oiseaux, sorbier, if, chèvrefeuille, etc.) en lisière d'une forêt adaptée.
- Par territoire affecté, au moins 70 m de longueur de lisière doit être réalisée (donc 210 mètres au total pour 3 nids affectés).
- Aménagement de tas de branchages morts (au moins 1 tas par couple donc min. 3 tas) avec une forte proportion de litière de feuilles mortes comme habitat d'hibernation. La taille requise est une base de ≥ 1 x 2 m et jusqu'à une hauteur d'environ 1 à 1,5m. Un trou d'une profondeur d'environ 50 centimètres et d'environ un mètre carré doit être creusé au centre du futur tas. La couche inférieure est constituée de

terre meuble et pierreuse, recouverte de gros morceaux de racines et de branches, les espaces intermédiaires et les couches sont remplis de feuilles séchées, de mousse et de matériaux herbacés.

- Installation de 5 nichoirs à muscardins appropriés par individu (donc 15 au total). Les nichoirs doivent être installés par groupes de cinq. Le trou d'ouverture doit être de 25 mm pour éviter l'utilisation par d'autres espèces. Le nichoir est suspendu à une hauteur de 1,5 à 2,0 mètres. L'idéal est d'orienter le nichoir vers le sud-est, de manière qu'il soit opposé au côté exposé aux intempéries.

La localisation des terrains pouvant accueillir les mesures d'atténuation n'est pas encore connue.



Fig. 270 : Deux types de nichoirs adaptés au muscardin (Naturschutzbedarf Strobel, Haselmauskasten).

Si un effarouchement n'est pas possible en raison de la distance trop importante entre l'habitat initial et le nouvel habitat, les muscardins doivent être déplacés par un bureau spécialisé selon le schéma décrit ci-dessous :

- Jusqu'à fin mars, au moins 20 nichoirs à muscardins par hectare doivent être posés dans l'habitat initial, le nombre peut être adapté en accord avec le bureau chargé de la réalisation.
- Contrôle de l'occupation des nichoirs entre avril et novembre.
- Les nichoirs colonisés sont fermés et transférés immédiatement dans le nouvel habitat.
- Les portées de jeunes de moins de 14 jours ne sont pas déplacées, car le risque que la mère abandonne la portée est trop élevé.
- En fin d'automne phénologique (chute des feuilles), les jeunes animaux d'un poids < 15 g ne doivent pas être déplacés.
- La délocalisation doit être répétée jusqu'à ce que l'on puisse supposer qu'il n'y a plus de muscardins dans la zone de construction (à la fin de l'automne, lors de deux contrôles à sept jours d'intervalle, lorsqu'aucun muscardin n'a été détecté dans la zone d'intervention malgré des conditions météorologiques appropriées).

Le descriptif est également valable pour le tracé optimisé, sauf qu'il s'agit de 6 sites de reproduction du muscardin qui nécessitent d'être compensés. Ce sont donc 420 ml de lisière forestière à recréer, 6 tas de branches et 30 nichoirs pour muscardins à installer.

Il convient d'ajouter que le bureau Milvus GmbH recommande de mettre en œuvre un défrichement des structures ligneuses adapté aux exigences écologiques de l'espèce sur l'ensemble des secteurs concernés par sa présence potentielle.

Les arbres et arbustes à supprimer devront être abattus au-dessus des souches, de manière moto-manuelle, durant la période hivernale (de novembre à février), c'est-à-dire en dehors de la période d'activité du Muscardin. Les rémanents devront être évacués rapidement de la zone d'intervention. En revanche, toute circulation d'engins lourds (camions, engins de chantier, etc.) devra être évitée afin de ne pas détériorer les sites d'hivernage potentiels ni les individus hivernant au niveau du sol.

Les souches et systèmes racinaires, susceptibles de constituer des quartiers d'hivernage, seront laissés en place pendant l'hiver et ne seront extraits qu'au printemps suivant, au début de la période d'activité de l'espèce (à partir de la mi-avril environ, lorsque les températures journalières dépassent 20 °C).

Cette méthode permet aux individus de quitter progressivement les secteurs rendus défavorables pour rejoindre, via les corridors écologiques existants ou maintenus, les habitats favorables situés à proximité. Cette éviction progressive (*Vergrämung*) permet ainsi de limiter le risque de mortalité sans recourir à une capture ou à une manipulation directe des individus.

Ainsi, des secteurs à potentiel, qui ne nécessiterais pas d'une capture ont été identifiés sur la figure ci-dessous.

Les critères suivants sont à respecter :

- Prairie en zone verte en lisière de forêt ou
- Forêt pauvre en structure permettant d'être optimisée

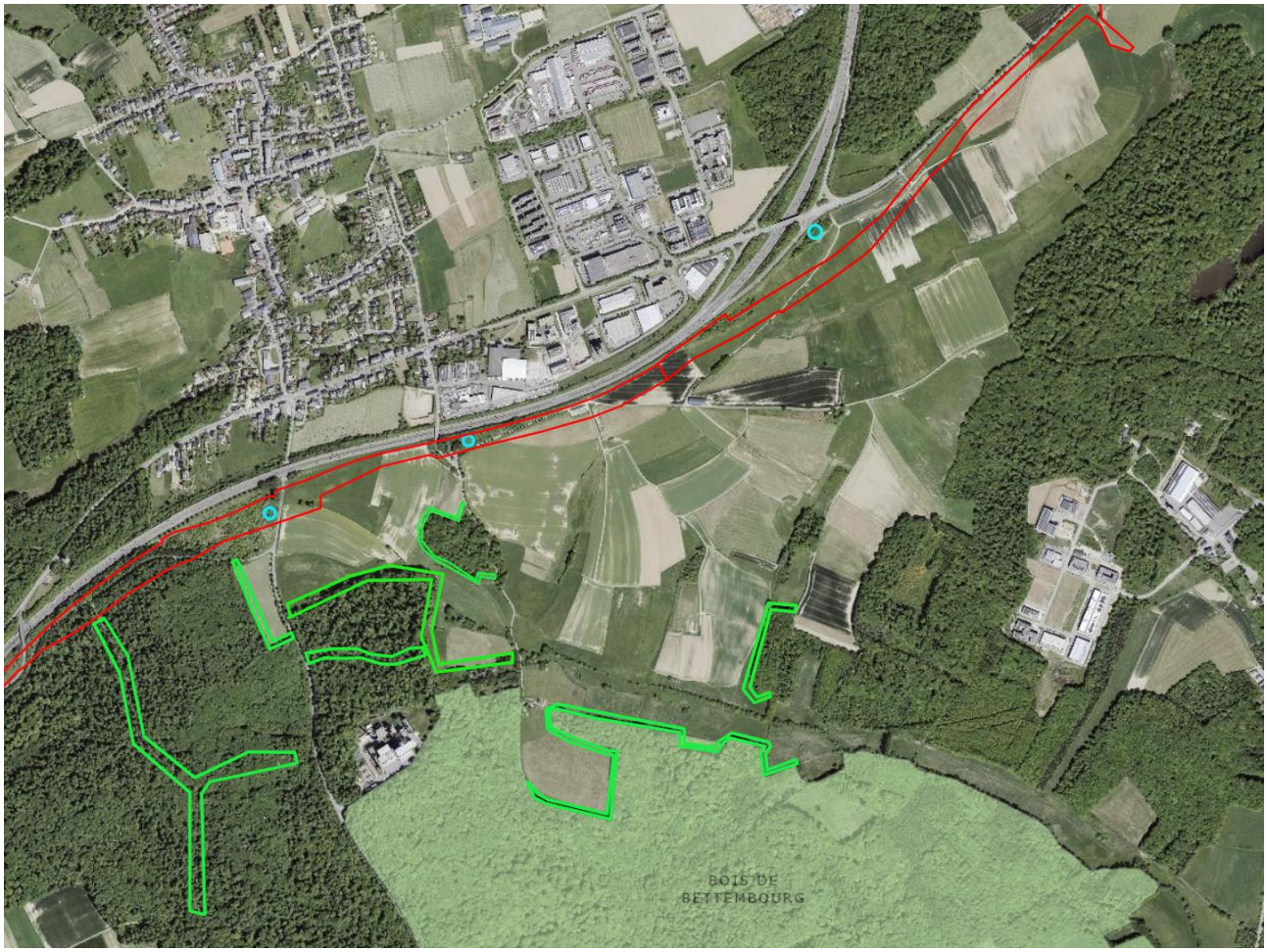


Fig. 271 : Localisation de zones pouvant être favorable à l'accueil de mesures CEF pour le muscardin (vert fluo). Les cercles bleu cyan correspondent aux zones avec la présence avérée du muscardin, en rouge l'emprise du tracé initial (LSC360, 2026).

COMPENSATION ECAILLE CHINEE

3 imagos d'écaille chinée ont été inventoriés au sein de l'emprise du projet, dans la lisière forestière de Leudelange. La localisation de leur site de reproduction n'est pas connue.

L'écaille chinée utilise une variété de biotopes : lisières de forêts (dans les forêts clairsemées et les buissons), carrières, jardins, biotopes humides... Les femelles pondent de juillet à août sur diverses plantes basses, principalement des herbacées comme les orties, les plantains, les pissenlits ou les lamiers. L'Eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*), et les Panicauts (*Eryngium spp*.) sont également des plantes hôtes régulièrement utilisées. Des arbres ou arbustes (sureaux ou noisetiers) peuvent également faire partie des plantes nourricières. Des plantes riches en nectar sont importantes pour le papillon, les chenilles sont polyphages et se nourrissent de divers feuillus et autres herbacées, framboise (*Ribus idaeus*), ortie (*Urtica spec*.) etc.

Pour éviter une destruction des sites de ponte dans la forêt de Leudelange, une recherche de plantes hôtes doit être effectuée et si elles sont situées dans l'emprise du projet, elles doivent être identifiées et marqués sur le terrain pour être déplacés vers un site adapté. Les mesures prévues pour le muscardin (lisière de forêt) ou pour les oiseaux de bocages sont également favorables à l'écaille chinée. C'est pourquoi il est proposé de déplacer les plantes hôtes avec la ponte, vers le futur site choisi pour les mesures des espèces précitées.

COMPENSATION ORCHIDEES

Pour les orchis pyramidal, l'épipactis à larges feuilles et l'ophrys abeille, il conviendra de trouver un endroit approprié pour les délocaliser (idéalement un site avec un type de sol similaire où des orchidées sont déjà présentes). Il convient de respecter les éléments suivants :

- Pendant la période de floraison, les emplacements des orchidées doivent être géoréférencées (au niveau de l'ancienne station de gaz et du secteur à ophrys abeille) et les plantes doivent être marquées sur le terrain.
- Après la floraison, la délocalisation peut être effectuée. Pour ce faire, les plantes doivent être déterrées avec leurs racines tubéreuses et une quantité suffisante de substrat (min. 30x30x30cm), puis transportées à l'aide de seaux sur la zone de stockage temporaire.
- Dans le cas de groupes de plusieurs orchidées, la terre végétale avec les racines peut également être prélevée sur une plus grande surface afin de déplacer plusieurs orchidées en même temps.
- Les mottes de racines des orchidées sont placées dans des trous de plantation préparés à cet effet sur le terrain d'accueil. Un arrosage doit être effectué.
- Le lieu de compensation doit être géré de manière extensive (soit pâturage soit fauche tardive avec exportation du produit de fauche).

La localisation des terrains pouvant accueillir les mesures d'atténuation n'est pas encore connue. Dans ce contexte, la distance par rapport au site impacté ne constitue pas un critère déterminant. Il est toutefois recommandé de privilégier des prairies présentant déjà des orchidées, afin d'augmenter les chances de réussite des mesures. Cette caractéristique constitue néanmoins un atout et non une condition indispensable à leur mise en œuvre. Une proposition d'emplacement est faite à la Fig. 273.



Fig. 272 : Marquage et prélèvement des orchidées (LSC360, 2020 & 2021).



Fig. 273 : Proposition d'emplacement pour la délocalisation des orchidées (en jaune). Il s'agit d'un terrain d'environ 15 280 m^2 ayant également un potentiel pour les mesures CEF des oiseaux et/ou du muscardin (LSC360, 2026).

COMPENSATION CHIROPTERES

Pour les chiroptères, il conviendra d'effectuer une vérification des arbres de la forêt de Leudelange avant abattage quant à la présence de cavités/d'individus et le cas échéant installer des gites artificiels dans la partie de forêt préservée. De plus, Milvus a identifié dans les nouveaux secteurs du tracé optimisé

- 4 arbres avec potentiel de gite faible (à Leudelange)
- 1 arbre avec potentiel de gite modéré (à Foetz)
- 2 arbres avec potentiel de gite élevé (à Leudelange et à Foetz)

Milvus recommande pour chaque gîte potentiel impacté présentant une qualité moyenne, d'installer un gîte artificiel à chauves-souris. Pour chaque gîte potentiel de bonne qualité impacté, les experts recommandent l'installation de deux gîtes artificiels. Il s'agirait donc ici d'un total de 9 nichoirs à installer dans les environs des arbres impactés.

Selon le guide CEF (MECB, 2021), par arbre à cavités impactés, 10 gites artificiels doivent être installés dans la partie de la forêt de Leudelange préservée.

Les gîtes à chauves-souris devraient être suspendus à plus de 2 m de hauteur et 3 à 5 gîtes devraient être placés ensemble dans une zone visible. Les nichoirs doivent être placés en plein soleil (exposition sud) et à la mi-ombre (exposition est et ouest). Il est important que l'approche soit libre et qu'aucun obstacle - comme des branches - ne vienne la perturber.

Les emplacements favorables pour la pose de nichoirs sont :

- les chemins forestiers, les lisières de forêt, les clairières
- les bords de cours d'eau

La localisation exacte des mesures d'atténuation n'est pas encore connue, mais des propositions sont faites aux figures ci-dessous (Fig. 275 et Fig. 276).



Fig. 274 : Exemples de nichoirs pour chauves-souris (Hasselfeldt, 2025).

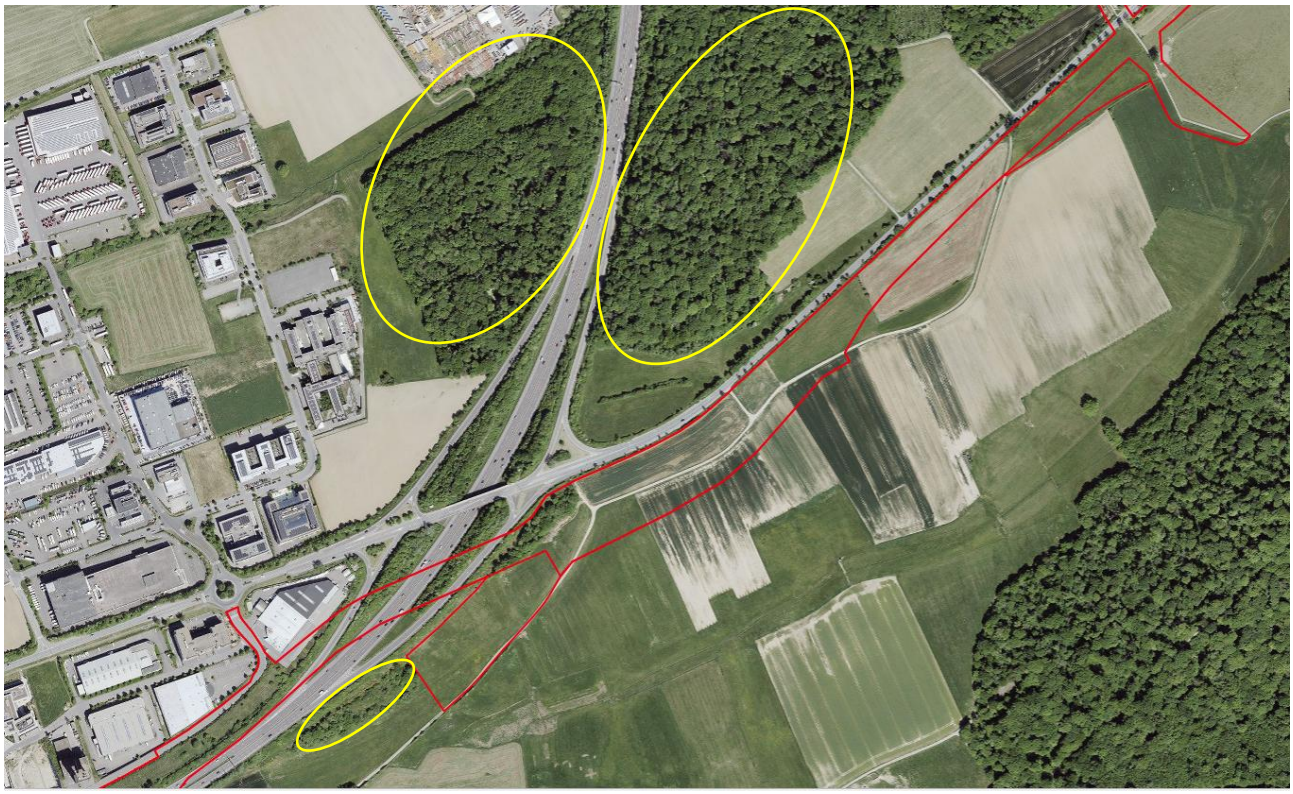


Fig. 275 : Proposition d'emplacement (en jaune) où des nichoirs pour chauves-souris pourraient être installés en guise de compensation des gites du secteur de Leudelange (LSC360, 2026).



Fig. 276 : Proposition d'emplacement (en jaune) où des nichoirs pour chauves-souris pourraient être installés en guise de compensation du gite du secteur de Foetz (LSC360, 2026).

Concernant les **reptiles**, Milvus GmbH a observé en 2026 un individu de lézard des murailles et lézard des souches sur le talus sud de l'autoroute à hauteur de Leudelange Nord.

D'après Milvus GmbH, les structures présentes au sein de la zone d'étude ne constituent pas un habitat optimal, en particulier pour le Lézard des souches. Néanmoins, Milvus GmbH recommande de prendre ces espèces en considération lors des travaux. Le chantier étant susceptible de créer temporairement des habitats attractifs, notamment pour le Lézard des murailles, la nécessité de mettre en place ponctuellement des clôtures de protection pour les reptiles devra être évaluée par un écologue dans le cadre du suivi écologique du chantier.

Pour les **milans** et **amphibiens** aucune mesure d'atténuation n'est nécessaire.

Une synthèse globale sous forme de tableau recensant l'ensemble des mesures CEF à mettre en œuvre est disponible ci-dessous (Tab. 41).

Dans tous les cas, selon le guide CEF, l'ensemble des mesures CEF doivent faire l'objet d'un **monitoring sur 25 ans**, comprenant un monitoring annuel sur cinq ans puis un monitoring tous les cinq ans pour les vingt années restantes.

Ce monitoring, à réaliser par un bureau agréé, permet d'une part de vérifier l'état des mesures CEF mais aussi de proposer des mesures d'améliorations si nécessaire.

De plus, il est devenu pratique courante que durant la mise en œuvre des mesures, un encadrement écologique soit réalisé, afin de vérifier qu'elles soient mises en œuvre dans les règles de l'art.

Tab. 41 : Synthèse des mesures CEF pour chaque espèce recensée sur base du guide CEF lié à la mise en œuvre du tracé optimisé (LSC360, 2026)

Espèce concernée	Nombre d'individus	Type de mesure	Qualité	Quantité	Localisation	Entretien
Bruant jaune (*Emberiza citrinella*)	4	Développer **des bosquets et haies linéaires** et/ou en **ilot** avec un **ourlet herbacé** autour. Planter plusieurs **étages de végétation** (strate herbacée, buissonnante, arbustive et arborée). Mise en place de **36 tas de bois morts** ou des haies « benjes »	**Arbustes :** sureau, prunellier, aubépine, fusain d'Europe, cornouiller sanguin, cornouiller mâle, noisetier… **Arbres :** érable champêtre, merisier, cerisier à grappes, alisier torminal, poirier et pommier sauvages… **Ourlet herbacé** : favoriser une végétation riche en espèces, utile aux insectes (nourriture des oiseaux), notamment via l'ensemencement de mélanges régionaux adaptés, par exemple « LUX – Buntbrache, mehrjährig » de Rieger-Hofmann. **Bois morts** : utiliser de préférence des branchages d'épineux ou au minimum d'essences indigènes (résineux à éviter)	• total de 23 000 m² de haie à planter • total de 28 750 m² d'ourlet herbacée • 36 tas de bois morts → superficie totale : 51 750 m²	• Prairie ou champs agricole situé à max. 2 km du projet, en zone verte (PAG). • respecter une distance de 30-50 m vis-à-vis des territoires d'alouette des champs) • Répartir dans trois secteurs (Fig. 246): ○ 27 350 m² à Leudelange/Kockelscheuer (pour 19 individus) ○ 11 500 m² entre forêt de Leudelange et Pontpierre (8 individus) ○ 12 900 m² entre Pontpierre et Foetz (9 individus).	**Bandes boisées / haies :** Les haies devront être recépées par tronçons, en veillant à ne jamais intervenir sur plus d'un tiers de leur longueur totale ou sur des sections de plus de 50 m. Les essences à croissance rapide (par ex. noisetier, frêne, peuplier tremble) pourront être recépées tous les 5 à 15 ans. Les essences à croissance lente ainsi que les arbustes épineux devront être favorisés par des interventions plus espacées. **La bande herbacée** bordant les haies devra également être fauchée par tronçons, de manière à conserver en permanence une végétation pluriannuelle. **Période d'intervention :** Aucune fauche ne devra être réalisée entre mai et juillet. **Gestion de la végétation :** Il conviendra de limiter la propagation excessive de certaines espèces, notamment le chardon des champs (*Cirsium arvense*), l'ortie dioïque (*Urtica dioica*), le prunellier (*Prunus spinosa*) et l'aubépine (*Crataegus* spp.), au sein des surfaces de mesure ainsi que dans les parcelles adjacentes.
Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*)	4					
Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*)	3					
Fauvette grisette (*Sylvia communis*)	13					
Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*)	6					
Rossignol philomèle (*Luscinia megarhynchos*)	6					

Espèce concernée	Nombre d'individus	Type de mesure	Qualité	Quantité	Localisation	Entretien
Muscardin (*Muscardinus avellanarius*)	6	Développer une **lisière forestière riche en structures** (mesure W4.2 du guide CEF) Installation de **tas de bois morts** Installation de **nichoirs** Eventuelle **délocalisation** entre avril et novembre (8 mois nécessaires) si nouvel habitat situé à plus de >500m de l'habitat initial **Synergie** possible avec les mesures des oiseaux bocager **Défrichement habitat initial** : entre **novembre et février** Abattage **moto-manuel au-dessus des souches** ; évacuation rapide des rémanents. **Absence de circulation d'engins lourds** afin de préserver les sites d'hivernage potentiels situés au niveau du sol. **Extraction des souches** uniquement **au printemps (à partir de mi-avril, T°C < 20 °C)**	**Création ponctuelle de clairières** et éclaircissement de la canopée ou des peuplements ligneux denses en lisière forestière. **Éclaircie du peuplement forestier adjacent** sur une profondeur pouvant atteindre environ **30 m** à partir de la lisière. **Favoriser la succession naturelle**, en privilégiant le développement d'essences ligneuses produisant des fruits. **Plantation sous forme d'ilot** **Essences (exemples)**: noisetier, prunellier, aubépine, ronces denses, bourdaine, sureau, cerisier des oiseaux, sorbier, if, chèvrefeuille, etc. **Dimension par tas de bois mort :** 1x2x1,5 (LxlxH) en mètres Les **nichoirs** doivent être installés par groupes de cinq, suspendus à 1,5–2 m de hauteur, avec une ouverture de 25 mm et idéalement orientés sud-est, à l'abri des intempéries.	• **420 ml de lisière forestière** 6 tas de bois morts 30 nichoirs à muscardin → **environ 2100 m² de surface à replanter en lisière de forêt** • + éclaircissement du peuplement forestier adjacent sur env. 30 m	• en lisière d'une forêt ou • en bordure d'un chemin forestier ou • d'une clairière de la forêt de Leudelange/Kockelscheuer • idéalement à moins de 500 m de la population à déplacer ou d'autres populations connues	• **Gestion des peuplements :** entretien des peuplements en privilégiant la conservation et le développement des essences ligneuses produisant des fruits. • **Fréquence d'entretien :** interventions réalisées selon les besoins, en moyenne tous les 10 à 20 ans, entre décembre et mars. • **Travaux sylvicoles :** ○ création ponctuelle de clairières ; ○ éclaircissement localisé de la canopée ; ○ recépage ponctuel des ligneux (« mise en cépée ») ou autres mesures favorisant le renouvellement de la végétation.
Ecaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*)	3	Vérification au printemps si des larves/chenilles sont présentes dans l'emprise du projet. Mesures CEF uniquement nécessaires si habitat de reproduction est observé.	Lisière forestière ensemencée avec de l'eupatoire chanvrine (*Eupatorium cannabinum*). Synergie avec muscardin ou oiseaux bocagers	à définir en fonction du nombre recensé	**Synergie avec muscardin ou oiseaux bocagers**	• absence de fauche entre **juin et août** (ou gestion par rotation) ; • fauche tardive ; • fauche par bandes ou mosaïque ; • absence de pesticides.

Espèce concernée	Nombre d'individus	Type de mesure	Qualité	Quantité	Localisation	Entretien
Orchidées : • Orchis pyramidal • Epipactis à feuille large • Ophrys abeille	21	**Délocalisation** des orchidées vers un endroit approprié	Réaliser **un inventaire précis** du nombre à transplanter, les **marquer** à l'aide d'un piquet dans le sol, les **délocaliser** à l'automne sur un nouveau site avec le substrat (motte de 30x30x30 cm env.) le sol d'origine est argileux-limoneux.	à définir en fonction du nombre recensé	Pas de distance limite avec l'habitat d'origine Éventuellement sur même parcelle que celles choisies pour les oiseaux ou idéalement sur une prairie maigre de fauche.	Mettre en œuvre une **gestion extensive entre août et septembre**, durant la phase de dormance souterraine de la végétation, c'est-à-dire après la maturation des graines et avant le développement des nouvelles rosettes foliaires à l'automne.
Chiroptères	7 arbres avec cavité	Installation de **gites artificiels** pour les arbres dont le potentiel de gite a été identifié dans le secteur de Leudelange Nord et Foetz **Vérification plus précise** des arbres à abattre dans le secteur de la forêt de Leudelange et le cas échéant, installer des gites artificiels de compensation dans les environs, si les arbres ne peuvent être préservés.	Installation de **9 gites artificiels** en fibre de bois à une hauteur minimale de 2 m. Les gites doivent être installés de **manière groupée** si possible. L'orientation idéale est **plein sud ou sud-est.** Approche **libre d'obstacles**. Deux types de gites sont à proposer : **de type creux et de type plat.**	Min. 9 gites artificiels	Les emplacements favorables pour la pose de nichoirs sont : • les chemins forestiers, les lisières de forêt, les clairières • les bords de cours d'eau La localisation exacte des mesures d'atténuation n'est pas encore connue, mais des propositions sont faites aux Fig. 275 et Fig. 276. En cas d'impact sur des arbres à cavités dans la forêt de Leudelange, des installations de gites artificiels au sein de la forêt est conseillé.	**Contrôler le gîte 1x par an** afin de s'assurer de son bon fonctionnement.
Reptiles : • Lézard des murailles • Lézard des souches	1 individu de chaque espèce	D'après Milvus GmbH, les structures présentes au sein de la zone d'étude ne constituent pas un habitat optimal, en particulier pour le Lézard des souches. Néanmoins, le chantier étant susceptible de créer temporairement	Le cas échéant, pose d'une clôture à reptiles	N/A	Au besoin, à vérifier lors d'un suivi écologique de chantier.	Vérifier la fonctionnalité de la clôture.

Espèce concernée	Nombre d'individus	Type de mesure	Qualité	Quantité	Localisation	Entretien
		des habitats attractifs, notamment pour le Lézard des murailles, la nécessité de mettre en place ponctuellement des clôtures de protection pour les reptiles devra être évaluée par un écologue dans le cadre d'un suivi écologique de chantier.				

Pour conclure, comme mentionné précédemment, la localisation exacte des mesures CEF n'est pas encore connue mais des secteurs sont identifiés et il existe suffisamment de possibilités pour que les mesures CEF puissent être mises en œuvre conformément au guide CEF. Un plan avec la localisation plus précise de ces mesures devra donc être joint à l'APD pour que le ministère de l'Environnement puisse formuler les mesures compensatoires nécessaires.

Il convient également d'évaluer les incidences de la **phase d'exploitation** du projet dont l'impact principal est le risque de collision, particulièrement pour l'avifaune et les chiroptères.

En effet, un risque de collision avec les lignes aériennes de contact ou le tramway en lui-même peut survenir. Toutefois, les lignes aériennes de contact étant relativement basses, elles ne sont pas dans le couloir de vol principal de la plupart des espèces d'oiseaux en transit/migration. Les espèces d'oiseaux qui sont le plus sujet aux collisions sont majoritairement de grands oiseaux qui ne possèdent pas de grande capacité de manœuvre (Bernotat & Dierschke, 2016). L'étude faunistique (Milvus GmbH, 2022) a cependant démontré qu'il s'agit en majorité des oiseaux de petite taille qui se situent aux alentours du projet. Concernant les chauves-souris, au niveau des milieux ouverts, la Pipistrelle commune, espèce ubiquiste, a essentiellement été détectée. Cette espèce est la plus retrouvée en ville et est donc habituée aux perturbations associées. Concernant la présence du tramway dans la forêt, le tramway sera positionné en déblai par rapport au restant de la forêt, ce qui est nettement plus favorable à une position en remblais. Le survol au-dessus de l'infrastructure est ainsi facilité. De nombreuses plantations seront également prévues, permettant d'encourager la faune volante de surélever leur vol.

Notons que le positionnement du couloir tram-vélo le long de l'infrastructure existante peut être considéré comme positif puisque cela n'entraine pas une seconde fragmentation par une nouvelle infrastructure mais uniquement un élargissement de la route existante. Cet élargissement est néanmoins également défavorable pour la faune cependant un passage à gibier est prévu dans le cadre des travaux de l'autoroute (P&Ch). L'ouvrage d'art n°05 permettra de prolonger ce passage à gibier pour que la faune puisse franchir la voie de tramway et le *Veloexpresswee*. Plus de détails se trouvent dans le chapitre « connectivité écologique ».

Concernant les abris des stations ou les garde-corps, s'ils sont équipés de grandes vitres/verre, celui-ci doit être translucide ou ayant une capacité de réflexion moindre, l'effet miroir et les vitres transparentes augmentant le risque de collision des oiseaux. Cela est d'autant plus important pour la station à Leudelange, située en milieu ouvert. Le guide « Vogelfreundliches Bauen mit Glas» (Natur&ëmwelt)[30] est recommandé pour l'utilisation de motifs spéciaux ou autres mesures permettant de réduire ce risque.

[30] *natur&ëmwelt, Birgit Gödert-Jacoby. Vogelfreundliches Bauen mit Glas. 44 p.*

Protection des arbres d'alignement et forêts (Art. 13 &14 loi PN)

Tracé initial

Comme mentionné dans le chapitre 7.3.1, le long de la N4, se trouvent des arbres d'alignement (bouleaux et variétés de chênes) qui seront impactés. Comme un bilan écologique a été réalisé, ceux-ci y ont été inclus et pourraient être compensés via ce biais (voir chapitre 9.2).

Différents biotopes protégés par l'article 13 de la loi PN sont amenés à être détruits. La forêt de Leudelange (hêtraie 9130) tout comme quelques peuplements forestiers BK13 et des bosquets BK16 le long de l'autoroute.

Au total 87 509 m^2 de surface forestière sont situés dans l'emprise du projet, ce qui correspond à 2 444 195 écopoints.

Cela signifie qu'en cas de destruction, des boisements compensatoires au moins égaux quantitativement et qualitativement doivent être réalisés, soit dans le pool compensatoire, soit *in situ* (art. 63 de la loi PN). La localisation des mesures en cas de compensation in situ n'est pas encore connue.

Tracé optimisé

Comme indiqué dans la partie descriptive, le projet entraine le défrichement de 63 408 m^2 de surface forestière, correspondant à 2 212 495 écopoints.

Ce défrichement est inévitable en raison de la traversée de la forêt de Leudelange, qui constitue un passage incontournable pour le projet. Néanmoins, le choix d'un tracé longeant l'autoroute permet de limiter les incidences sur les habitats forestiers les plus remarquables, notamment les peuplements de hêtraies de l'annexe I (9130) situés plus au sud.

Par ailleurs, le projet paysager prévoit la création de peuplements boisés sur une superficie de 29 172m^2 correspondant à 760 779 écopoints. Deux biotopes sont récrés, il s'agit de :

- 20 217 m^2 de BK13 correspondant à 545 859 écopoints, principalement en sortie du tunnel à Pontpierre où une grande surface est disponible pour compenser (Fig. 277)
- 8 955 m^2 de BK15 correspondant à 214 920 écopoints, principalement dans la forêt de Leudelange, afin de protéger la forêt existante (Fig. 279).

Bien que ces plantations ne compensent pas à elles seules la perte des surfaces forestières défrichées, elles participent à la reconstitution progressive de structures boisées et à l'amélioration de la connectivité écologique à l'échelle du projet.

Les impacts résiduels sur les fonds forestiers seront compensés dans le cadre des mesures prévues au titre de la loi PN, conformément au bilan écologique présenté dans le chapitre 9.2.

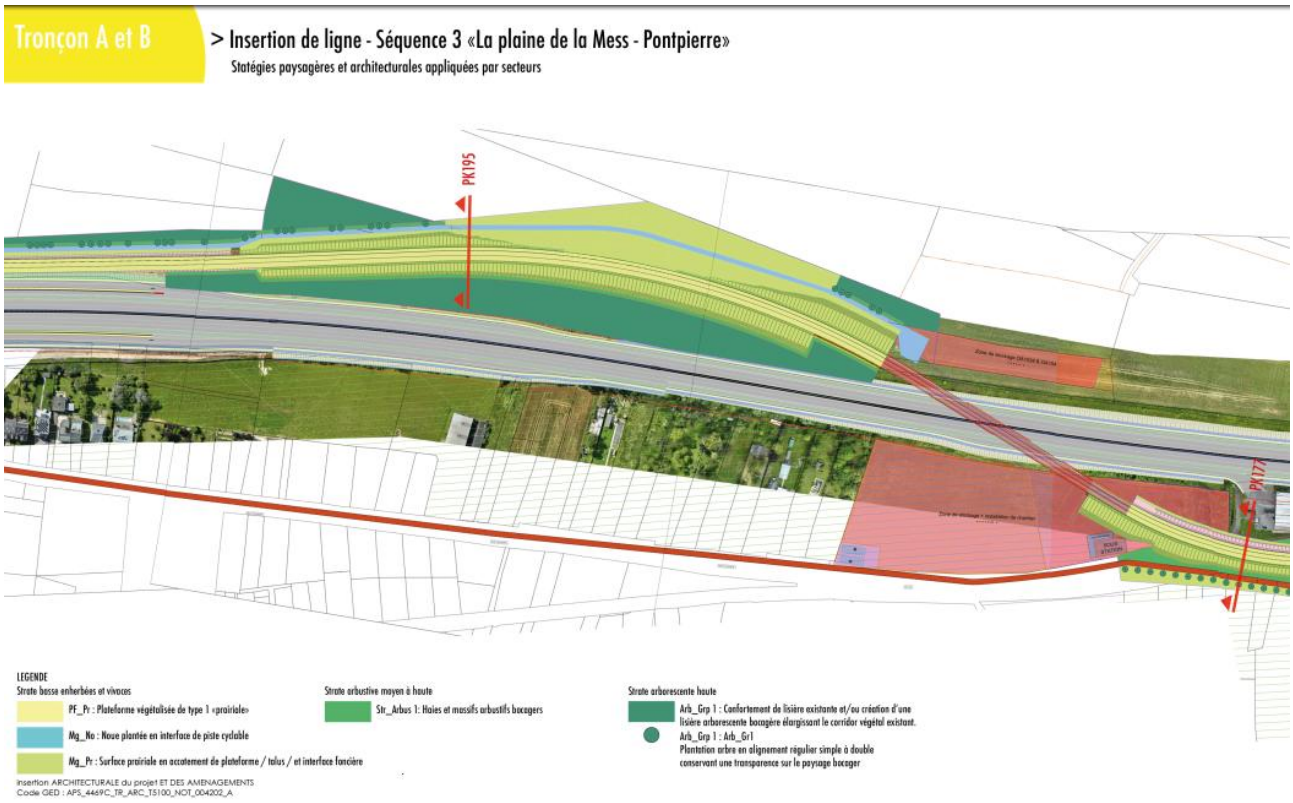


Fig. 277 : Vue en plan - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK13, en sortie du tunnel de Pontpierre (APS, vol C2-1, 2026).

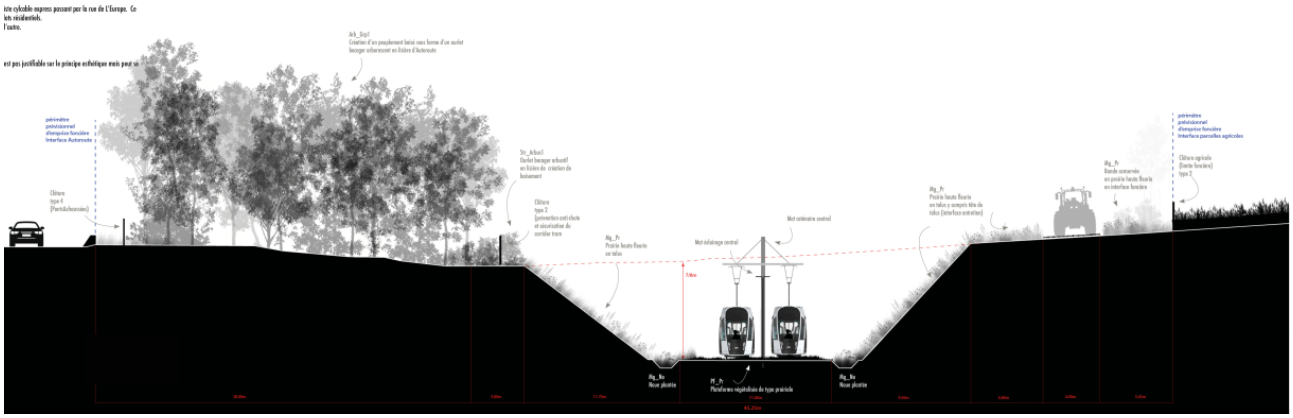


Fig. 278 : Coupe - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK13, en sortie du tunnel de Pontpierre (APS, vol C2-1, 2026).

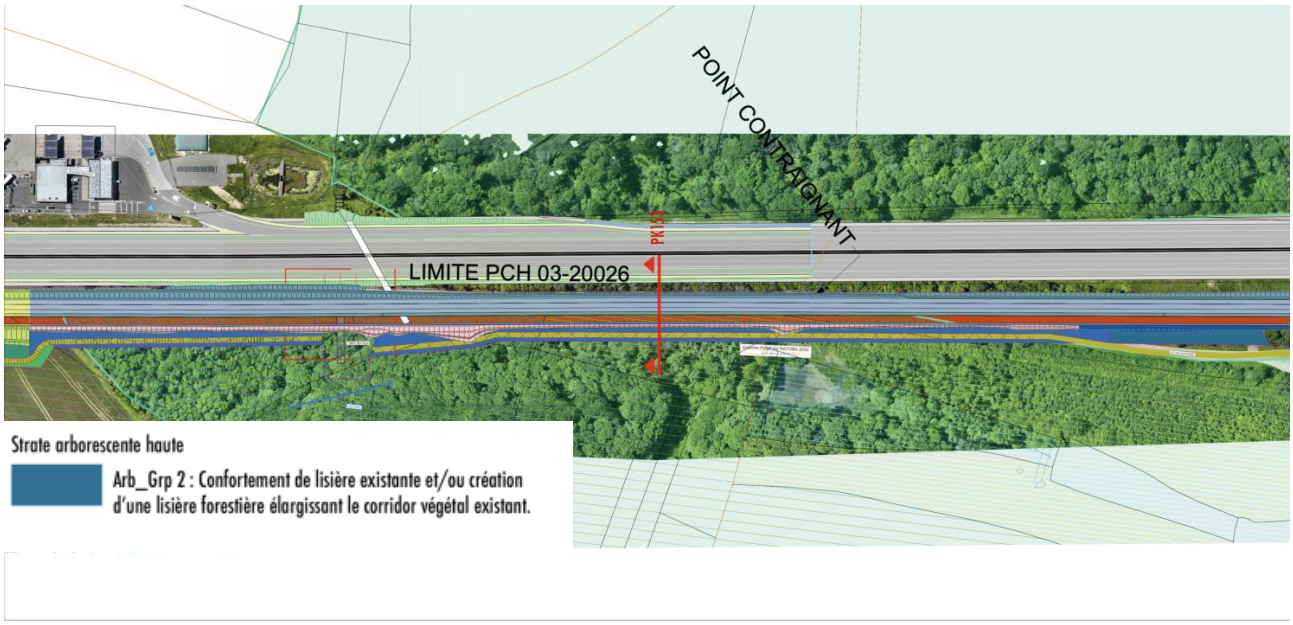


Fig. 279 : Vue en plan - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK15, en bordure de la zone Natura 2000 (APS, vol C2-1, 2026).

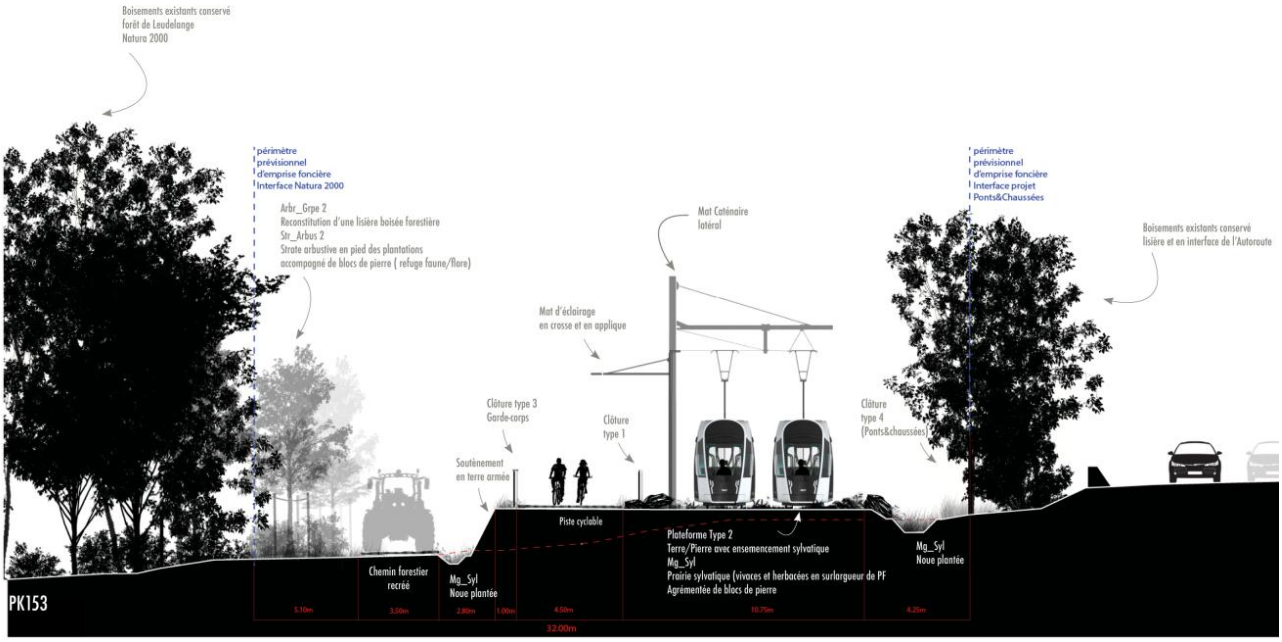


Fig. 280 : Coupe - Replantation des surfaces libres suite à la construction du tram, correspondant à du BK15, en bordure de la zone Natura 2000 (APS, vol C2-1, 2026).

Connectivité écologique

Les informations ci-après étant toujours valables à quelques détails près, que ce soit pour le tracé optimisé que pour le tracé initial, seules les informations ayant évoluées sont remplacées en bleu.

Le projet traverse un corridor écologique au niveau de la forêt de Leudelange (Fig. 281). C'est pourquoi une importance particulière doit être accordée à la connectivité écologique dans ce secteur.

Un pont écologique pour la faune y est prévu, dans le cadre de l'élargissement de l'A4, sous la maitrise d'ouvrage des Ponts & chaussés. Grâce à cette infrastructure, qui doit être combinée avec une clôture de guidage (cf. Fig. 284), la faune pourra traverser l'ensemble de ses infrastructures de transport en sécurité. Il est reconnu que les chauves-souris utilisent également ce type d'infrastructures. Notons que le CR169 sera probablement reconverti en chemin forestier, ce qui est positif d'un point de vue connectivité, supprimant une infrastructure routière dangereuse pour la faune et fragmentant actuellement des habitats.

D'après l'APS initiale, le pont écologique et sa rampe sera végétalisé au moyen d'herbacées, buissons et d'arbustes. Les arbres sont exclus pour des questions d'entretien. Des écrans végétalisés sont également prévus de manière à faciliter son intégration paysagère et protéger la faune des nuisances sonores mais également signaler aux voyageurs et cyclistes la finalité de l'ouvrage. La forme de la rampe de l'ouvrage, sans angles droit est favorable. De plus, la largeur de 50 m est considérée comme idéale (entre 20 et 50 m d'après « Handbook Biodiversity and Infrastructure »).

Un crapauduc est également prévu au niveau du Mierbach, afin de permettre aux amphibiens situés dans l'étang au sud du tracé de traverser les infrastructures routières et rejoindre la partie nord de la forêt de Leudelange. Le passage est possible au niveau du lit du ruisseau ou le long des culées, à hauteur du terrain environnant. Cela permet le passage à la fois de la faune aquatique mais également terrestre. Il peut être recommandé d'aménager des «marches » pour permettre à la faune terrestre de traverser même en période de crue, mais à la fois de conserver des marches humides, nécessaires aux amphibiens (voir Fig. 283). En effet, pour que les amphibiens utilisent ce type d'ouvrage, une humidité permanente et un substrat naturel sont nécessaires.

Pour que le pont écologique et le crapauduc soient fonctionnels, une clôture doit être installée de manière à guider la faune vers ses ouvrages. Sa position est décisive (voir Fig. 284). Une hauteur de 160 – 200 cm est nécessaire pour empêcher les chevreuils de traverser. L'idéal étant d'utiliser une clôture à maille progressive de type 4 (25 x 13 mm ou 25 × 25 mm en bas et 150 x150 mm en haut). L'enfouissement de la clôture sur 30 à 50 cm est recommandé (Fig. 285-Fig. 286). Pour les amphibiens, une clôture opaque est nécessaire, les clôtures à mailles ne seraient pas efficaces (Fig. 286).

Concernant les plantations prévues et la thématique de la pollution lumineuse, cela est abordé respectivement dans le volet « intégration paysagère » et « éclairage » du chap. 7.6 . Ce sont tous deux des éléments significatifs pour une connectivité réussie.

En incluant ces éléments, il peut être conclu que la connectivité écologique a été prise en compte dans le projet et qu'ainsi des impacts significatifs peuvent être évités. Grâce aux ouvrages prévus, la situation actuelle s'en verra même améliorée.

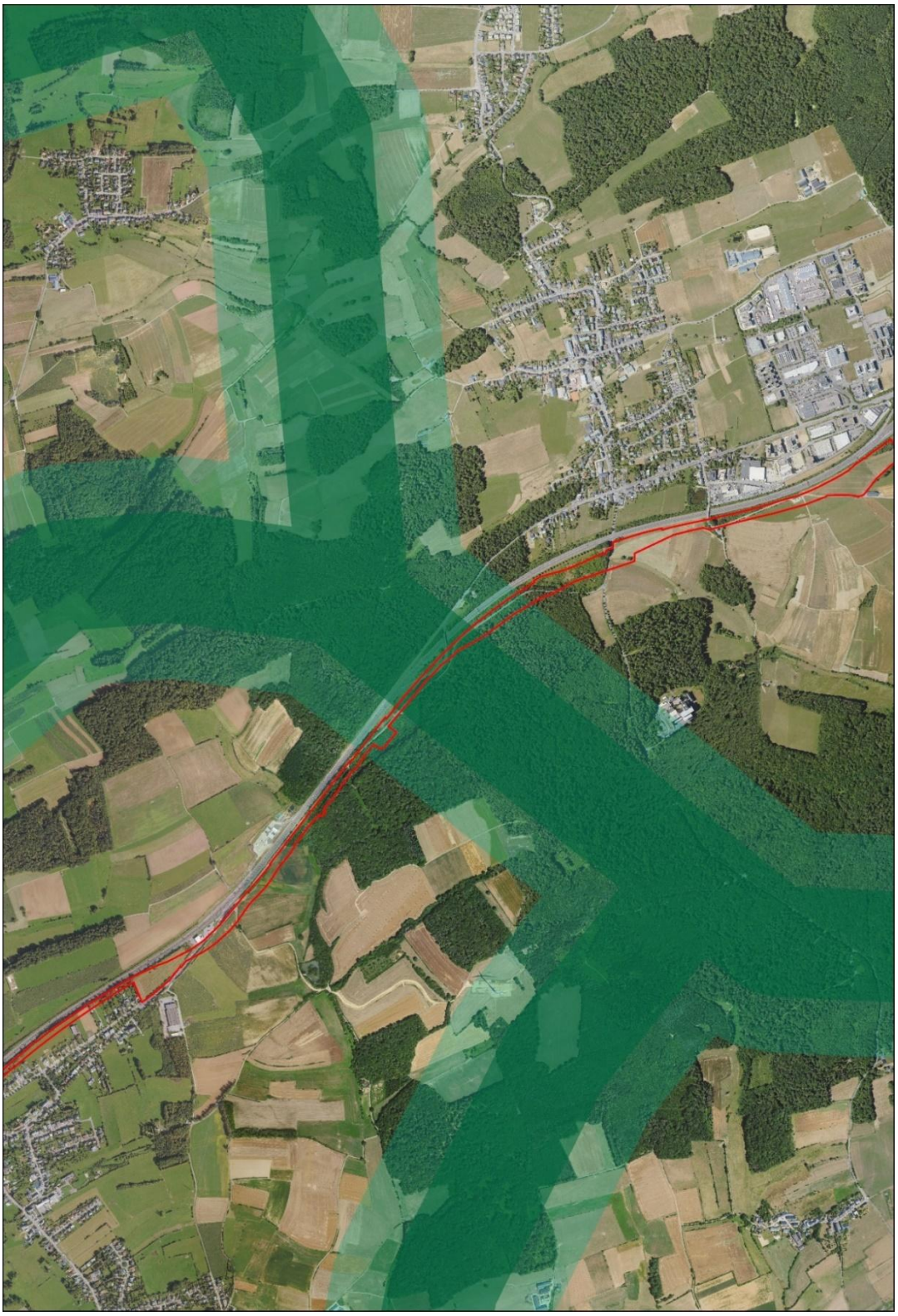


Fig. 281 : Corridor forestier au niveau de la forêt de Leudelange (vert) traversé par le projet (rouge) (LSC360, 2025).



Fig. 282 : Illustration des deux ouvrages de connectivité écologique, OA5 : pont écologique, O6 : crapauduc (APS OA, Vol. A APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

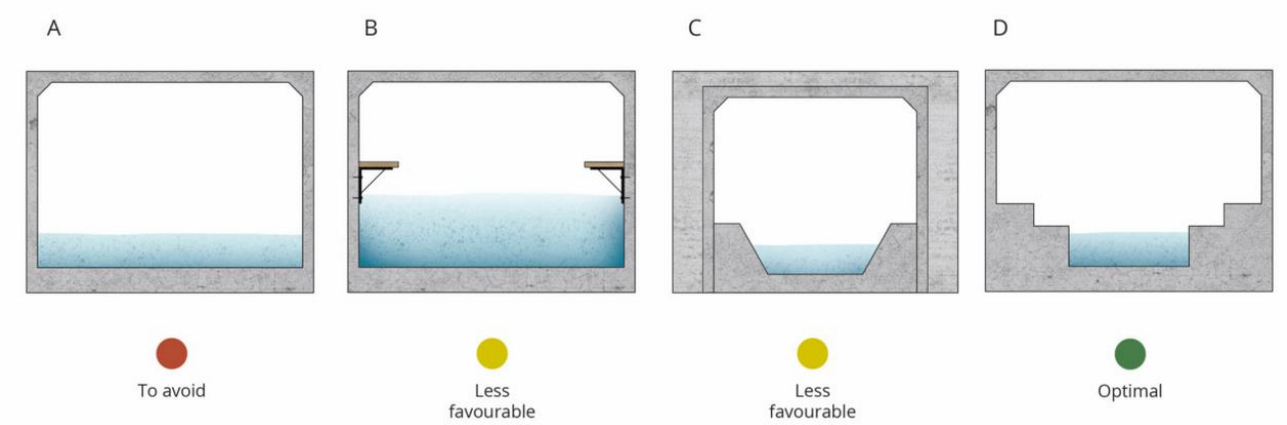


Fig. 283 : Les petits animaux terrestres peuvent utiliser les buses si des passerelles sèches sont prévues. A : ne convient pas aux animaux terrestres ; B : planche en bois au-dessus du niveau de l'eau des deux côtés, fixée aux murs ; C : passerelles préfabriquées en béton au-dessus du niveau de l'eau ; D : solution optimale pour les animaux terrestres (Source : Adapté de Luell *et al.,* 2003).

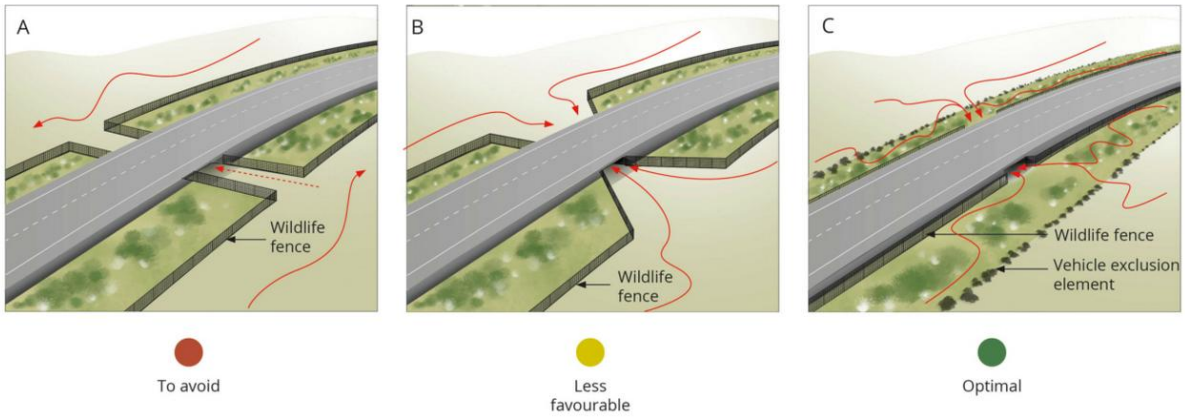


Fig. 284 : Position de la clôture. A : A éviter : Les accotements sont à l'intérieur d'une clôture qui ne conduit pas correctement les animaux vers l'ouvrage de franchissement ; B : Accotements inclus à l'intérieur de la clôture qui dirige correctement la faune vers l'ouvrage de franchissement ; C : Laisser les accotements extérieurs à la disposition de la faune et guider les animaux vers l'ouvrage de franchissement. La gestion des accotements peut se faire depuis l'extérieur (Source : Adapté du Cerema, 2021).

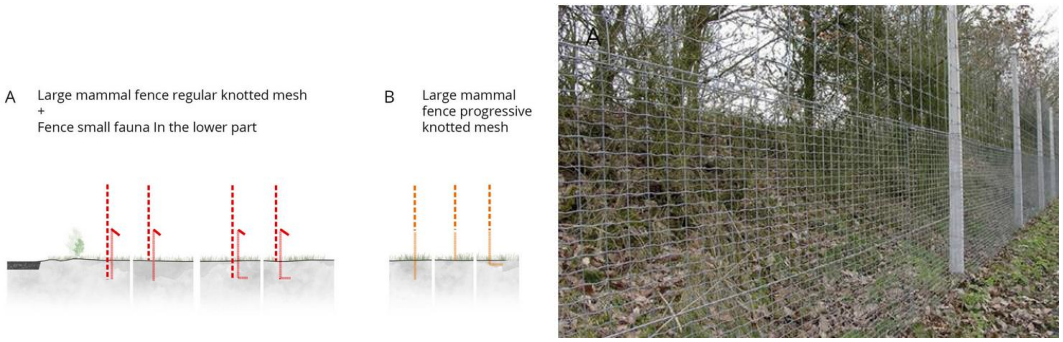


Fig. 285 : Différents types de clôtures pour animaux sauvages en fonction des besoins des espèces cibles. Les clôtures à mailles ne conviennent pas aux amphibiens et aux reptiles et peuvent même causer des dommages lorsqu'ils grimpent et se retrouvent piégés dans les mailles.



Fig. 286 : Clôtures opaques adéquates pour dissuader les amphibiens, les reptiles et d'autres espèces de la petite faune. A : Renforcement à la base d'une clôture pour grands mammifères ; B : Extérieur d'une clôture pour petite faune avec une surface lisse pour empêcher les amphibiens de grimper. C : Intérieur d'une clôture pour la petite faune permettant aux amphibiens de grimper et de s'échapper de la section clôturée (Photos par : Animex International).

En résumé, par l'envergure du projet, la construction du tramway nécessite une importante quantité de mesures compensatoires, que ce soit de la compensation dans le pool compensatoire pour les biotopes, habitats et habitats d'espèces mais également des besoins de mise en œuvre de mesures CEF pour des espèces protégées. Ces mesures permettront de minimiser, voire d'annuler cet impact significatif et de préserver la fonctionnalité des habitats concernés.

Concernant l'exploitation, les impacts sont plus modérés et grâce aux mesures déjà prévues ou à la configuration du projet, des impacts négatifs significatifs durant cette phase ne sont pas attendus.

Une évaluation résumée des effets possibles sur la biodiversité se trouve sous forme de tableau au chapitre suivant 7.3.3.

7.3.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs à la biodiversité, il n'est pas attendu que le projet d'extension de tramway ait un impact négatif significatif sur la biodiversité, moyennant cependant des mesures d'atténuation. Ceci est résumé dans le Tab. 42 pour le tracé initial et le Tab. 43 pour le tracé optimisé ci-dessous.

Ce tableau résume les résultats de l'évaluation précédente sous forme abrégée. Seuls les effets potentiels du projet qui sont considérés comme pertinents sont énumérés. Une distinction entre les différentes phases du projet ci-dessous a été effectuée :

- les effets pendant la phase de construction,
- les effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts liés au projet est suivie, le cas échéant, de recommandations sur les mesures d'évitement et d'atténuation.

Tracé initial

Tab. 42 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur la biodiversité.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Zones protégées : Fragmentation, perte d'HIC, perturbation sonore	Négatif – neutre Localisé Permanent	Le tracé du tram rapide 1 traversant partiellement la ZPS « Région du Lias moyen » (LU0002017), uniquement en entrée et sortie de forêt, le centre au niveau de l'échangeur n'étant pas classé, un screening Natura 2000 selon l'art. 32 de la loi PN a été réalisé (cf. annexe 12 du rapport EIE du tracé initial). Le projet étant implanté le long de l'A4, déjà source d'une forte pollution sonore, les nuisances sonores supplémentaires induites par le tram rapide resteront inférieures au bruit routier actuel. De plus, les études de terrain montrent que les surfaces concernées ne sont pas utilisées par des espèces cibles de la ZPS. Les biotopes impactés sont les suivants : • 19 491 m^2 de BK13 - Peuplements de feuillus et forêts pionnières, • 4 061 m^2 de Peuplements de conifères, • 21 395 m^2 de 9130 - Hêtraies de l'Asperulo-Fagetum.	Afin de réduire l'impact sur l'habitat forestier, le tracé du projet suit l'infrastructure existante de l'autoroute A4 (évitement d'une fragmentation supplémentaire). Des aménagements spécifiques seront mis en place : • Passage à faune • Crapauduc • Respect de critères d'un éclairage respectueux de l'environnement, seront mis en place. • Des plantations en bordure d'emprise. Une lisière forestière étagée ou une haie dense sont recommandées. • Des reboisements sont prévus conformément à l'article 13 de la loi PN. • Ces boisements compensatoires pourraient être intégrés dans la ZPS de manière à garantir la cohérence du réseau Natura 2000 et garantir leur protection juridique et écologique. Grâce à ces mesures, il est estimé que le projet n'entraîne pas d'atteinte significative aux objectifs de protection, aux espèces cibles ou aux habitats des zones protégées concernées.
• Biotopes, habitats et habitats d'espèces : Destruction de végétation	Négatif – neutre Tout le tronçon Permanent	L'ensemble des biotopes, habitats d'intérêt communautaire (HIC) et habitats d'espèces d'intérêt communautaire (HEIC) situés dans l'emprise du projet seront détruits. Une valeur de 5 217 883 écopoints a été déterminée au chap.9.2.	En payant la somme déterminée dans le bilan écologique, le maitre d'ouvrage remplit toutes ses obligations de compensation en matière de protection des habitats et des biotopes. Dans cette logique, la destruction des biotopes, HIC et HEIC est

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			considérée comme acceptable puisqu'ils seront compensés. En revanche le projet prévoit une importante re végétalisation avec de nombreuses plantations. Le concept n'est en revanche pas encore suffisamment précis pour déterminer le nombre d'écopoints générés par le projet.
• Espèces protégées : Destruction de sites de reproduction	Négatif – neutre Localisé Permanent	Des sites de reproduction de différentes espèces se trouvent dans l'emprise du projet et ne peuvent être préservés. Les espèces impactées sont les suivantes : •4 couples de bruant jaune •4 couples de chardonneret élégant •3 couples de fauvette babillarde •12 couples de fauvette grisette •5 couples de linotte mélodieuse •1 couple de mésange boréale •3 couples de rossignol philomèle •1 couple d'alouette des champs •3 sites de reproduction de muscardins •3 imagos d'écaille chinée De même que deux espèces de la flore protégée particulièrement se retrouvent impactées : •4 orchis pyramidal •1 épipactis à larges feuilles	Des mesures d'atténuation (dites mesures CEF) sont à mettre en œuvre avant la destruction de ces sites de reproduction. La localisation des mesures CEF n'est pas connue à l'heure actuelle. La mise en œuvre de ces mesures CEF permet d'exclure un impact négatif significatif.
• Arbres d'alignement et forêts : Destruction	Négatif – neutre Localisé Permanent	Au total 87 509 m^2 de surface forestière sont impactés par le projet, ce qui correspond à 2 444 195 écopoints (chap 9.2). Les arbres d'alignement ont été inclus dans le bilan écologique du projet (chap.9.2).	Des boisements compensatoires au moins égaux quantitativement et qualitativement doivent être réalisés, soit dans le pool compensatoire, soit *in situ* (art. 63 de la loi PN).

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			Avec la mise en œuvre de cette compensation, un impact négatif significatif peut être exclu.
Phase d'exploitation			
• Espèces protégées : Risque de collision	Neutre Localisé Permanent	Il y a un risque de collision notamment pour l'avifaune et les chiroptères, avec les lignes aériennes de contact, le tramway et les vitres des stations/garde-corps.	Aménagements pour la faune volante : • Positionnement du tramway en déblai dans la forêt ce qui facilite le survol de l'infrastructure. • Plantations favorisant l'élévation du vol des oiseaux/chiroptères. Passages pour la faune : • Passage à faune au-dessus des infrastructures, utilisable par tout type de faune • Passage à faune souterrain, utilisable par la petite et grande faune Réduction des risques de collision avec les vitres des stations/garde-corps : • Utilisation de vitres translucides ou avec une faible réflexion pour éviter l'effet miroir. • Application des recommandations du guide « Vogelfreundliches Bauen mit Glas » (Natur&ëmwelt).
• Connectivité écologique : Fragmentation/pollution lumineuse	Négatif - Neutre Tout le tronçon Permanent	Le projet traverse un corridor écologique dans la forêt de Leudelange, nécessitant une attention particulière à la connectivité écologique. Risque pour la faune qui doit traverser ces infrastructures, notamment les amphibiens et les mammifères.	Les ouvrages prémentionnés permettent une reconnexion de la partie nord et sud de la forêt de Leudelange et donc de la zone Natura 2000), actuellement fragmenté par l'autoroute. Des clôtures pour guider la faune vers les passages souterrains ou le pont écologique sont essentiels.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			Pour le passage souterrain, une humidité ambiante doit être garantie pour permettre le passage des amphibiens. Suppression du CR169, ce qui améliore la connectivité écologique en éliminant une barrière existante. Prise en compte de l'impact paysager et lumineux pour garantir une meilleure connectivité écologique (voir synthèse du volet paysage : chap. 7.7.3).

Tracé optimisé

Tab. 43 : Synthèse des impacts potentiels du projet « tracé initial » sur la biodiversité.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Zones protégées : Perte d'habitats, perte d'habitats d'espèces, fragmentation et perturbations	Négatif - neutre Localisé Permanent	Le projet traverse la zone de protection spéciale (ZPS) « Région du Lias moyen » (LU0002017) sur environ 2,29 ha. Les incidences concernent principalement la perte permanente de 20 179 m^2 de surfaces forestières, dont 7 333 m^2 de l'habitat Natura 2000 9130 et 15 459 m^2 d'habitats potentiels du Pic mar. L'analyse Natura 2000 a montré que les incidences liées au bruit, à la lumière, aux modifications abiotiques ainsi qu'aux effets de barrière ne sont pas	Le projet a fait l'objet d'une optimisation importante permettant de réduire d'environ 50 % l'emprise initialement prévue dans la ZPS. Les infrastructures ont été rapprochées au maximum de l'A4 et des murs de soutènement ont été privilégiés afin de limiter les défrichements. Aucune alternative appropriée ne permettant d'atteindre les objectifs du projet tout en réduisant davantage les incidences Natura 2000 n'a pu être

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
		significatives. En revanche, conformément à la méthodologie de Lambrecht & Trautner (2007), le dépassement des valeurs d'orientation pour l'habitat 9130 et le Pic mar ne permet pas d'exclure une incidence significative résiduelle sur les objectifs de conservation de la ZPS.	identifiée. Des mesures compensatoires Natura 2000 spécifiques sont dès lors prévues : • mise en œuvre d'une mesure W1.1 « Abandon de l'exploitation forestière » ou, alternativement, de la mesure W1.4 « Report de l'âge d'exploitation de peuplements forestiers » sur minimum 1,55 ha d'habitat favorable au Pic mar ; • recréation de 30 898 m^2 d'habitats forestiers, dont 13 036 m^2 destinés à évoluer vers l'habitat Natura 2000 9130 ; • encadrement écologique et monitoring des mesures compensatoires. Sous réserve de la mise en œuvre effective des mesures compensatoires prévues, le maintien de la cohérence globale du réseau Natura 2000 est assuré et l'impact résiduel est neutre.
• Biotopes, habitats et habitats d'espèces : Destruction de végétation	Négatif – neutre Tout le tronçon Permanent	L'ensemble des biotopes, habitats d'intérêt communautaire (HIC) et habitats d'espèces d'intérêt communautaire (HEIC) situés dans l'emprise du projet seront détruits. Une valeur de 6 814 898 écopoints a été déterminée au chap.9.2. Aucune dépréciation de la valeur des biotopes n'a été réalisée, les HEIC des oiseaux nicheurs ont été ajoutés comparés au tracé initial où ils n'avaient pas été pris en compte.	En payant la somme déterminée dans le bilan écologique, le maitre d'ouvrage remplit toutes ses obligations de compensation en matière de protection des habitats et des biotopes. En revanche le projet prévoit une importante re végétalisation avec de nombreuses plantations générant 3 796 437 écopoints, permettant de compenser in situ, plutôt que d'uniquement compenser monétairement. Les zones d'installation de chantier devront être remises dans leur état initial à l'issue des travaux. La seule exception concerne la zone défrichée au niveau de la station de détente de gaz, celle-ci étant de toute

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			manière intégrée à l'emprise définitive du projet d'échangeur de P&ch.
• Espèces protégées : Destruction de sites de reproduction	Négatif – neutre Localisé Permanent	Des sites de reproduction de différentes espèces se trouvent dans l'emprise du projet et ne peuvent être préservés. Les espèces impactées sont les suivantes : •4 couples de bruant jaune •4 couples de chardonneret élégant •3 couples de fauvette babillarde •13 couples de fauvette grisette •6 couples de linotte mélodieuse •6 couples de rossignol philomèle •6 sites de reproduction de muscardins •3 imagos d'écaille chinée De même que trois espèces de la flore protégée particulièrement se retrouvent impactées : •4 orchis pyramidal •1 épipactis à larges feuilles •1 ophrys abeille Un potentiel de gite pour les chiroptères a été recensé dans 7 arbres. Un potentiel risque que certains secteurs du chantier deviennent propices pour le lézard des murailles a été identifié par Milvus GmbH. La synthèse de l'ensemble des mesures à mettre en œuvre se trouve au Tab. 41	Des mesures d'atténuation (dites mesures CEF) sont à mettre en œuvre avant la destruction de ces sites de reproduction. La localisation des mesures CEF n'est pas connue à l'heure actuelle mais des propositions ou des secteurs ont été proposés dans le chapitre correspondant. La mise en œuvre de ces mesures CEF permet d'exclure un impact négatif significatif. Un monitoring sur 25 ans à partir de la mise en œuvre des mesures est à réaliser. Un encadrement écologique / suivi écologique de chantier est recommandé vu l'envergure des travaux et afin de pouvoir réagir rapidement en cas de nécessité (mise en place de clôture de reptiles pour éviter leur entrée dans le chantier, vérification des arbres avant leur abattage, mise en place de gites à chiroptères etc).

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Arbres d'alignement et forêts : Destruction	Négatif – neutre Localisé Permanent	Au total 63 408 m^2 de surface forestière sont impactés par le projet, ce qui correspond à 2 212 495 écopoints (chap.9.2). 24 arbres d'alignement sont impactés par le projet. 24 arbres sont replantés à proximité et ont été exclus du bilan écologique.	Des boisements compensatoires au moins égaux quantitativement et qualitativement doivent être réalisés, soit dans le pool compensatoire, soit *in situ* (art. 63 de la loi PN). Le projet prévoit 29 172 m^2 de nouvelle surface forestière (BK13 et BK15). Avec la mise en œuvre de cette compensation, un impact négatif significatif peut être exclu.
Phase d'exploitation			
• Espèces protégées : Risque de collision	Neutre Localisé Permanent	Il y a un risque de collision notamment pour l'avifaune et les chiroptères, avec les lignes aériennes de contact, le tramway et les vitres des stations/garde-corps.	Aménagements pour la faune volante : • Positionnement du tramway en déblai dans la forêt ce qui facilite le survol de l'infrastructure. • Plantations favorisant l'élévation du vol des oiseaux/chiroptères. Passages pour la faune (Ponts & chaussés) : • Passage à faune au-dessus des infrastructures, utilisable par tout type de faune • Passage à faune souterrain, utilisable par la petite et grande faune Réduction des risques de collision avec les vitres des stations/garde-corps : • Utilisation de vitres translucides ou avec une faible réflexion pour éviter l'effet miroir. • Application des recommandations du guide « Vogelfreundliches Bauen mit Glas » (Natur&ëmwelt).
• Connectivité écologique : Fragmentation/pollution lumineuse	Négatif - Neutre Tout le tronçon Permanent	Le projet traverse un corridor écologique dans la forêt de Leudelange, nécessitant une attention particulière à la connectivité écologique.	Les ouvrages prémentionnés permettent une reconnexion de la partie nord et sud de la forêt de Leudelange, zone Natura 2000), actuellement fragmenté par l'autoroute.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
		Risque pour la faune qui doit traverser ces infrastructures, notamment les amphibiens et les mammifères.	Des clôtures pour guider la faune vers les passages souterrains ou le pont écologique sont essentiels. Reconversion du CR169, ce qui améliore la connectivité écologique en réduisant une barrière existante. Végétalisation des talus pour créer une nouvelle trame verte, essentiellement prévue avec des essences indigènes et forte présence d'arbres, de haies, bocages et plantes mellifères. Prise en compte de l'impact paysager et lumineux pour garantir une meilleure connectivité écologique (voir synthèse du volet paysage : chap. 7.7.3).

7.4 Sol et terres

7.4.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Tracé initial

Le sol occupe une place remarquable dans l'équilibre naturel environnemental en raison de ses multiples fonctions. C'est pourquoi il revêt une importance particulière dans la description et l'évaluation des incidences environnementales. Ses fonctions les plus importantes sont :

- Fonction de filtre, de tampon et de transformateur,
- Habitat pour les organismes du sol et substrat pour la végétation,
- Porteur de la fertilité des sols et,
- Fonction de régulateur de l'eau.

Lors de l'évaluation des effets d'un projet sur le « sol » en tant que bien protégé, des aspects tels que la qualité du sol, les sites contaminés, les apports de polluants, l'utilisation des terres/le degré d'étanchéité, ainsi que les modifications du terrain et les risques naturels qui en résultent, comme le risque de glissement de terrain, sont généralement d'une importance capitale.

En outre, le sol est en relation directe et en échange permanent avec les eaux de surface et les eaux souterraines (biens protégés évalués au chapitre 7.5).

Types de terres

Du point de vue géologique, la totalité du tracé présente le même profil géologique se composant d'argiles surplombant des marnes (Fig. 287).

Les horizons superficiels présentent des marnes argileuses feuilletées ou argilites marneuses du Jurassique, plus précisément du Lias. Molles en surface, elles sont plus fermes en profondeur à l'approche du substratum marneux dont elles sont issues.

Le tracé croisera brièvement un secteur composé d'alluvions au droit du franchissement de la Mess.

Au niveau hydrogéologique, des circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration sont susceptibles d'être présentes, notamment aux interfaces remblais/argiles.

S'il n'y a pas d'aquifère à faible profondeur sous le tracé, il est toutefois probable qu'une nappe d'accompagnement soit présente au droit de la Mess.

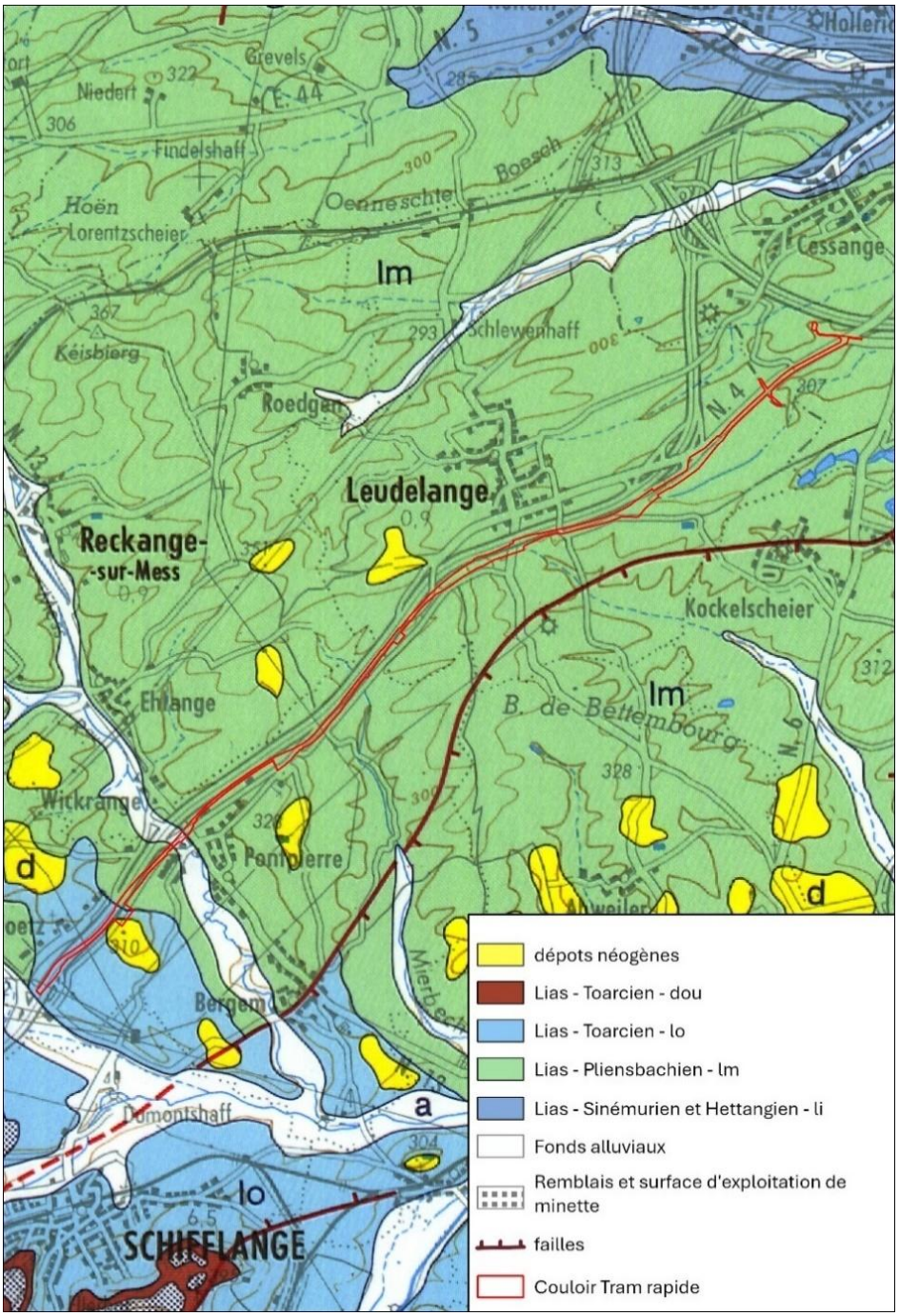


Fig. 287 : Extrait de la Carte géologique du Luxembourg - Position du tracé tram rapide 1 (rouge) par rapport au substratum marneux (Géoportail, 2025).

Sur ces horizons, des terres « lourdes », de limoneuses à argileuses se sont majoritairement développées.

Dans la partie Nord du tracé, les sections 1 et 2 présentent des sols argileux faiblement ou modérément gleyifiés, devenant plus lourds en profondeur. La section 3, dans la traversée de la forêt, se fait sur des terrains plus limoneux avant que les argiles ne reprennent le dessus dans les sections suivantes jusqu'aux abords de la zone d'activités de Foetz. La dernière section se faisant donc en grande partie sur des sols argileux lourds.

La situation pédologique est représentée par la Fig. 288 ci-dessous.

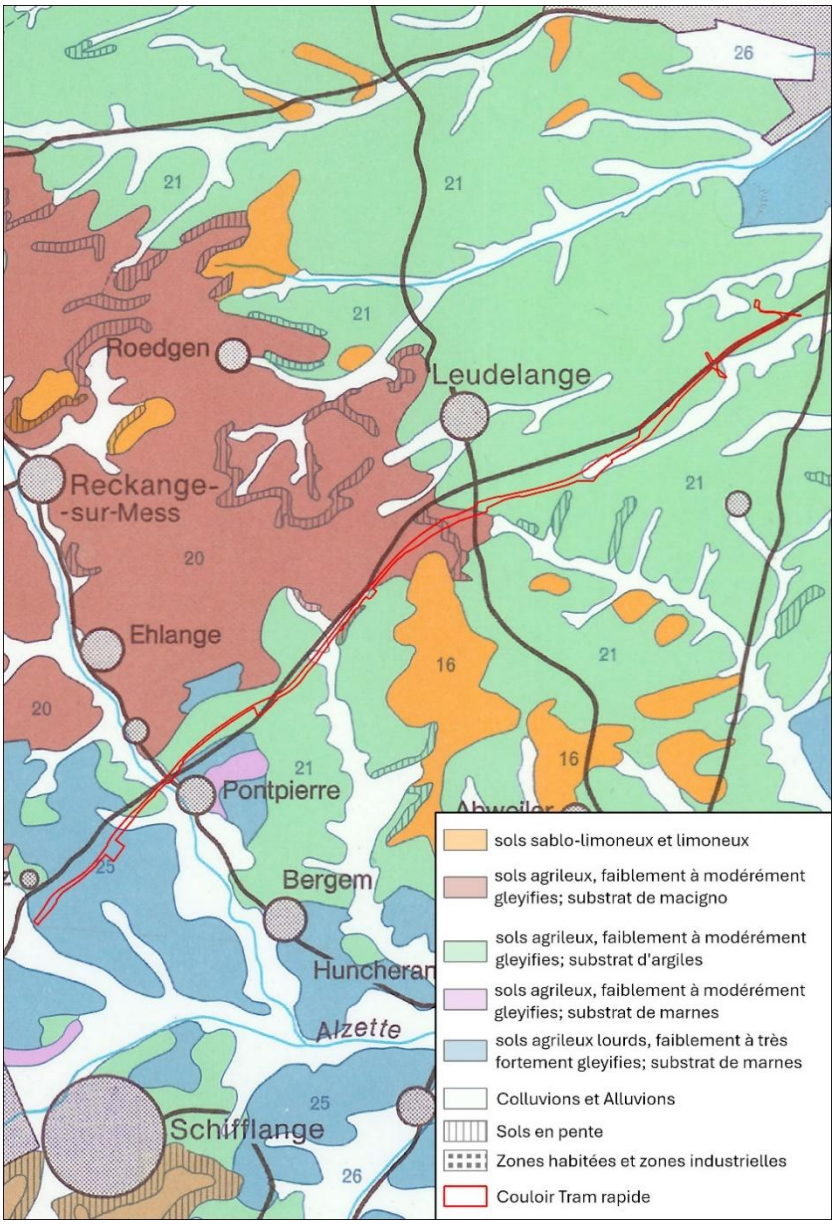


Fig. 288 : Types de sol au droit du tracé - extrait de la carte des sols 1:100.000 ; Jaune = sols sableux, limono-sableux et sablo-limoneux ; Orange = sols sablo-limoneux et limoneux ; Pointillés = sols en pente (Géoportail, 2022).

Afin de connaitre de manière précise le contexte géotechnique et hydrogéologique du secteur d'implantation du projet Tram rapide 1, LUXTRAM a missionné le bureau Fondasol pour la réalisation d'une étude géotechnique G2-AVP disponible en annexe 15 du rapport EIE du tracé initial.

L'étude géotechnique G2-AVP a été menée conformément à la norme NF P94-500 et se présente sous la forme de deux rapports (section A et section B) portant chacun sur un linéaire du projet :

- La section A sur le linéaire entre la Cloche d'Or et l'aval de Leudelange,
- La section B sur le linéaire entre l'aval de Leudelange et le terminus provisoire à Foetz.

Outre la définition du contexte géologique et hydrogéologique, cette étude a pour buts de donner les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages, de prédimensionner les couches de forme granulaire sous

plateforme ferroviaire et de transmettre les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site.

Les investigations réalisées dans le cadre de cette étude géotechnique se composent de sondages de reconnaissance géologiques et d'essais en laboratoire.

Sur la section A, 21 sondages de reconnaissance ont été descendus à une profondeur comprise entre 6 et 15 m, avec réalisation d'essais pressiométriques. Un dernier sondage de reconnaissance a été réalisé à la pelle mécanique avec réalisation d'un essai de perméabilité de type Matsuo.

Sur la section B, 54 sondages de reconnaissance avec essais pressiométriques ont été réalisés et deux sondages supplémentaires ont été faits à la pelle mécanique avec essai de perméabilité Matsuo.

Les essais en laboratoire portaient sur 14 teneurs en eau, 14 analyses granulométriques, 1 limite d'Atterberg, 14 valeurs de bleu et 1 indice portant immédiat pour la section A ; 20 teneurs en eau, 20 analyses granulométriques, 20 limites d'Atterberg, 20 valeurs de bleu et 20 indices portant immédiats pour la section B.

Résultats obtenus pour la section A :

Les sondages de reconnaissance ont permis de définir une lithologie type du secteur d'étude se composant :

- Uniquement sous les voiries existantes, d'une couche de roulement et de liaison en enrobé bitumeux sur 0,1 à 0,3 m d'épaisseur,
- de la terre végétale ou de la terre cultivée sur 0,1 à 0,3 m au droit des espaces verts,
- de remblais sablo-caillouteux généralement insensibles à l'eau jusqu'à une profondeur variant de 0,5 jusqu'à 0,8 m,
- des argiles molles brunes rencontrées jusqu'à 2,8 à 3,2 m de profondeur au droit de deux sondages (SP10 et SP11),
- des argiles plus ou moins marneuses fermes à raides, brunes à grises, rencontrées jusqu'à des profondeurs de 2,8 à 8,6 m. Il s'agit d'une couche d'altération des marnes sous-jacentes d'où des variations d'épaisseur assez importantes,
- des marnes, à partir de 5,7 jusqu'à la base des sondages, correspondant au substratum. Le toit de ces dernières semble présenter un léger pendage vers le Nord-Est.

Les essais pressiométriques réalisés au droit des sondages ont permis de caractériser les propriétés mécaniques du sol :

- Médiocres dans les argiles molles,
- moyennes à moyennement bonnes dans les argiles raides,
- très élevées dans les marnes.

Le test de perméabilité Matsuo a fourni un résultat inférieur à 5.10^{-7} m/s qui caractérise une perméabilité extrêmement faible, conforme à la nature argileuse des sols rencontrés au droit de l'essai.

Un dernier relevé a été effectué au moment de la réalisation des sondages : la présence ou l'absence d'eau.

Plusieurs arrivées d'eau ont été détectées dans les sondages réalisés et ce à différentes profondeurs (variant de 1 à 10 m de profondeur en fonction des secteurs). Ces observations correspondent vraisemblablement à des

circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration au sein des argiles ou à des arrivées de type source dans les marnes.

Il est également possible qu'il s'agisse de circulations d'eau à l'interface des remblais/argiles, dont l'importance varie en fonction des saisons et des conditions météorologiques.

Fondasol précise toutefois que ces relevés traduisent la situation aux dates d'intervention sur site et que seul un suivi sur le long terme permet d'apprécier le contexte hydrogéologique d'un site.

L'étude note encore plusieurs contraintes liées au site :

- Des dénivellations du toit des marnes nécessitant des approfondissements locaux des niveaux d'assise des fondations des ouvrages projetés,
- la présence de remblais sablo-graveleux sur des épaisseurs variables, notamment au droit des voiries existantes, possiblement très indurés et nécessitant donc des moyens de terrassement adaptés,
- la présence de sols argileux, sensibles à l'eau, ce qui nécessite de privilégier la tenue des terrassements en période sèche,
- la présence d'arrivées d'eau à différentes profondeurs,
- la présence de voiries existantes à faible distance des travaux, nécessitant des précautions afin de ne pas les déstabiliser,
- la présence de nombreux réseaux enterrés, à des profondeurs variables.

Résultats obtenus pour la section B :

Les sondages de reconnaissance ont permis de définir une lithologie type du secteur d'étude se composant de :

- Uniquement sous les voiries existantes, d'une couche de roulement et de liaison en enrobé bitumeux sur 0,08 à 0,3 m d'épaisseur,
- de la terre végétale ou de la terre cultivée sur 0,05 à 0,4 m au droit des espaces verts,
- de remblais sablo-caillouteux plus ou moins limoneux jusqu'à une profondeur variant de 0,3 à 8,5 m,
- des argiles molles brunes rencontrées jusqu'à 2,9 à 13,5 m de profondeur,
- des argiles plus ou moins marneuses fermes à raides, brunes à grises, rencontrées jusqu'à des profondeurs de 1,15 à 17,0 m. Il s'agit d'une couche d'altération des marnes sous-jacentes d'où des variations d'épaisseur assez importantes,
- des marnes raides à très raides, à partir des cotes 343,0 à 272,7 jusqu'à la base des sondages, correspondant au substratum.

Les essais pressiométriques réalisés au droit des sondages ont permis de caractériser les propriétés mécaniques du sol :

- Médiocres dans les argiles molles,
- moyennes à moyennement bonnes dans les argiles raides,
- très élevées dans les marnes.

Les tests de perméabilité Matsuo ont fourni le même résultat de 1.10^{-6} m/s qui caractérise une perméabilité faible, conforme à la nature argileuse des sols rencontrés au droit des essais.

Un dernier relevé a été effectué au moment de la réalisation des sondages : la présence ou l'absence d'eau.

De nombreux sondages ne font pas état de présence d'eau. Pour les autres, plusieurs arrivées d'eau ont été détectées dans les sondages réalisés et ce à différentes profondeurs (variant de 1,8 à 12 m de profondeur en fonction des secteurs). Ces observations correspondent vraisemblablement à des circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration au sein des argiles ou à des arrivées de type source dans les marnes.

Il est également possible qu'il s'agisse de circulations d'eau à l'interface des remblais/argiles, dont l'importance varie en fonction des saisons et des conditions météorologiques.

Fondasol précise toutefois que ces relevés traduisent la situation aux dates d'intervention sur site et que seul un suivi sur le long terme permet d'apprécier le contexte hydrogéologique d'un site.

L'étude note encore plusieurs contraintes liées au site :

- Des dénivellations du toit des marnes nécessitant des approfondissements locaux des niveaux d'assise des fondations des ouvrages projetés,
- la présence de remblais sablo-graveleux sur des épaisseurs variables, notamment au droit des voiries existantes, possiblement très indurés et nécessitant donc des moyens de terrassement adaptés,
- la présence de sols argileux, sensibles à l'eau, ce qui nécessite de privilégier la tenue des terrassements en période sèche,
- la présence de sols marneux très raides nécessitant des moyens de terrassement adaptés dans les zones des déblais de grande hauteur,
- la présence d'arrivées d'eau à différentes profondeurs,
- la présence de voiries existantes et notamment de l'autoroute A4 à faible distance des travaux, nécessitant des précautions afin de ne pas les déstabiliser,
- la présence de nombreux réseaux enterrés, à des profondeurs variables,
- la nécessité de réaliser des parois de soutènement provisoires au droit des ouvrages d'art existant en bordure d'autoroute, élargis dans le cadre du projet.

Toutes ces caractéristiques et ces contraintes ont été prises en compte par Fondasol au moment de lister les recommandations d'investigation dans les études relatives aux terrassements et épuisements des fouilles, de l'ébauche dimensionnelle pour les locaux techniques et du prédimensionnement des micropieux des poteaux LAC.

Aptitude agricole des terrains utilisés par le projet

L'analyse de l'aptitude agricole des sols au Luxembourg est une des missions de l'Administration des Services Techniques de l'Agriculture (ASTA), dépendante du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Viticulture.

Cette analyse repose entre autres sur l'utilisation de l'indice d'aptitude agricole basé sur la classification des sols au Luxembourg. Cet indice, appelé indice AHSL2, fait partie d'un système d'analyse plus large des sols, en particulier dans le contexte des politiques agricoles et environnementales du pays.

Il attribue une note ou une classification à chaque parcelle de terrain, en se basant sur un ensemble de critères comme la texture du sol, sa capacité à retenir l'eau, sa fertilité, son pH, sa profondeur, et d'autres facteurs influençant la productivité agricole.

Son utilisation a abouti à la création de cartes d'aptitude agricole couvrant l'ensemble du pays. L'ASTA a été sollicitée afin de recueillir celle correspondant au futur trajet du tram rapide 1 (Fig. 289 à Fig. 291).

Les z-scores qui y sont présentés indiquent la productivité des terres arables ou la productivité des prairies en fonction du type d'utilisation de la parcelle et de la moyenne des scores au niveau national. Ainsi un z-score négatif désigne des terres dont la rentabilité est inférieure à cette moyenne.

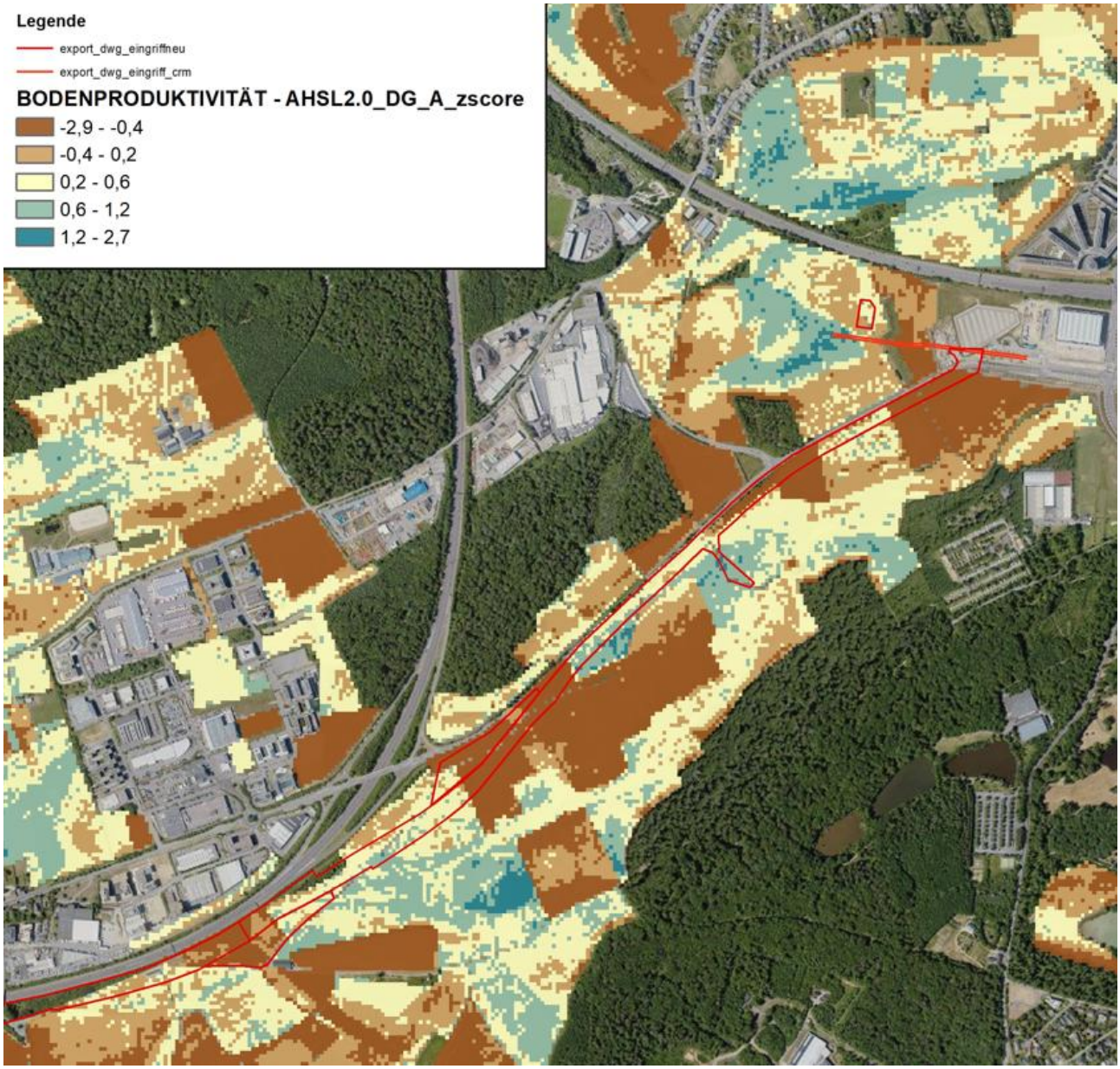


Fig. 289 : Aptitude agricole des sols de la partie Nord du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025).

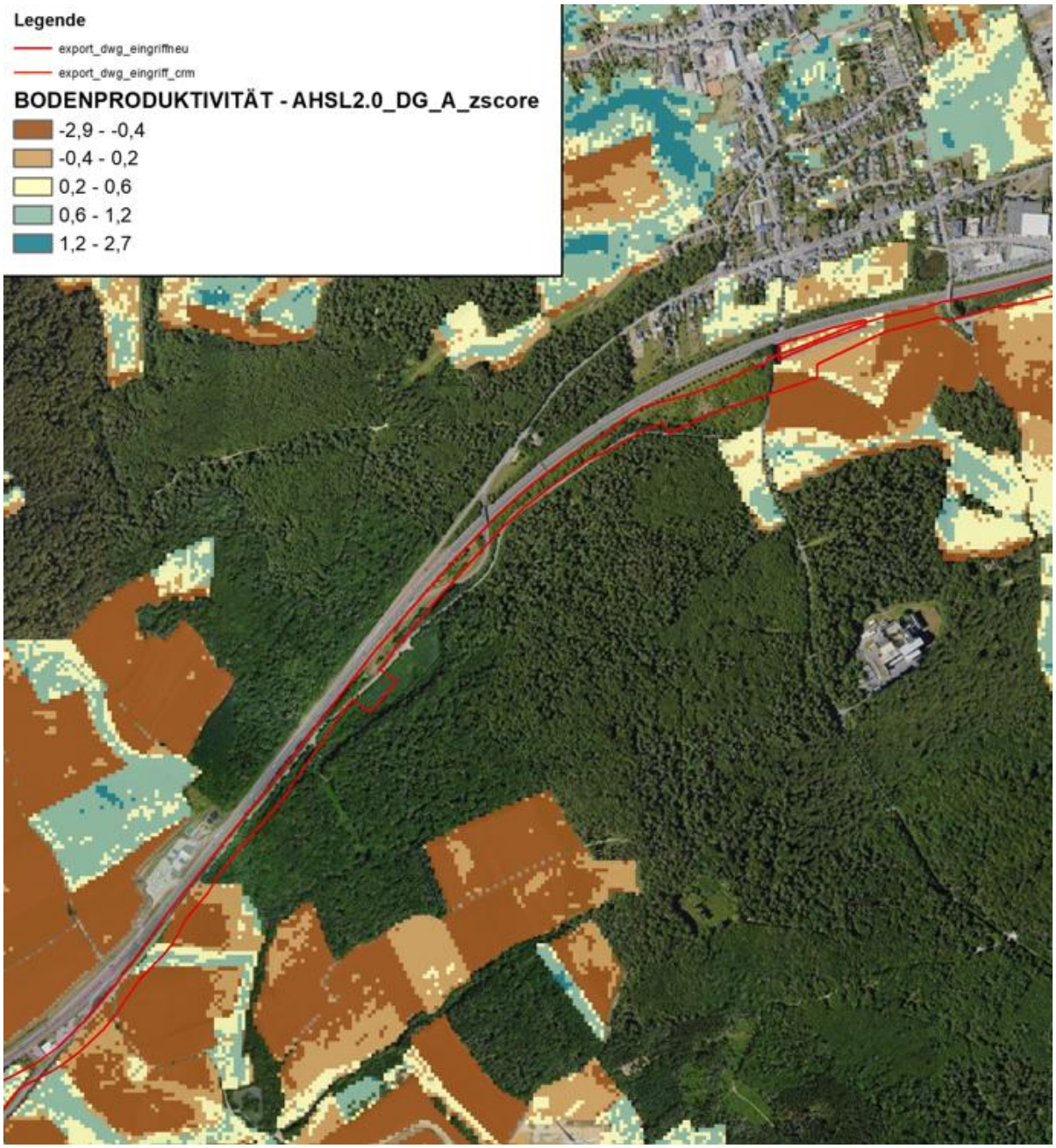


Fig. 290 : Aptitude agricole des sols de la partie centrale du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025).

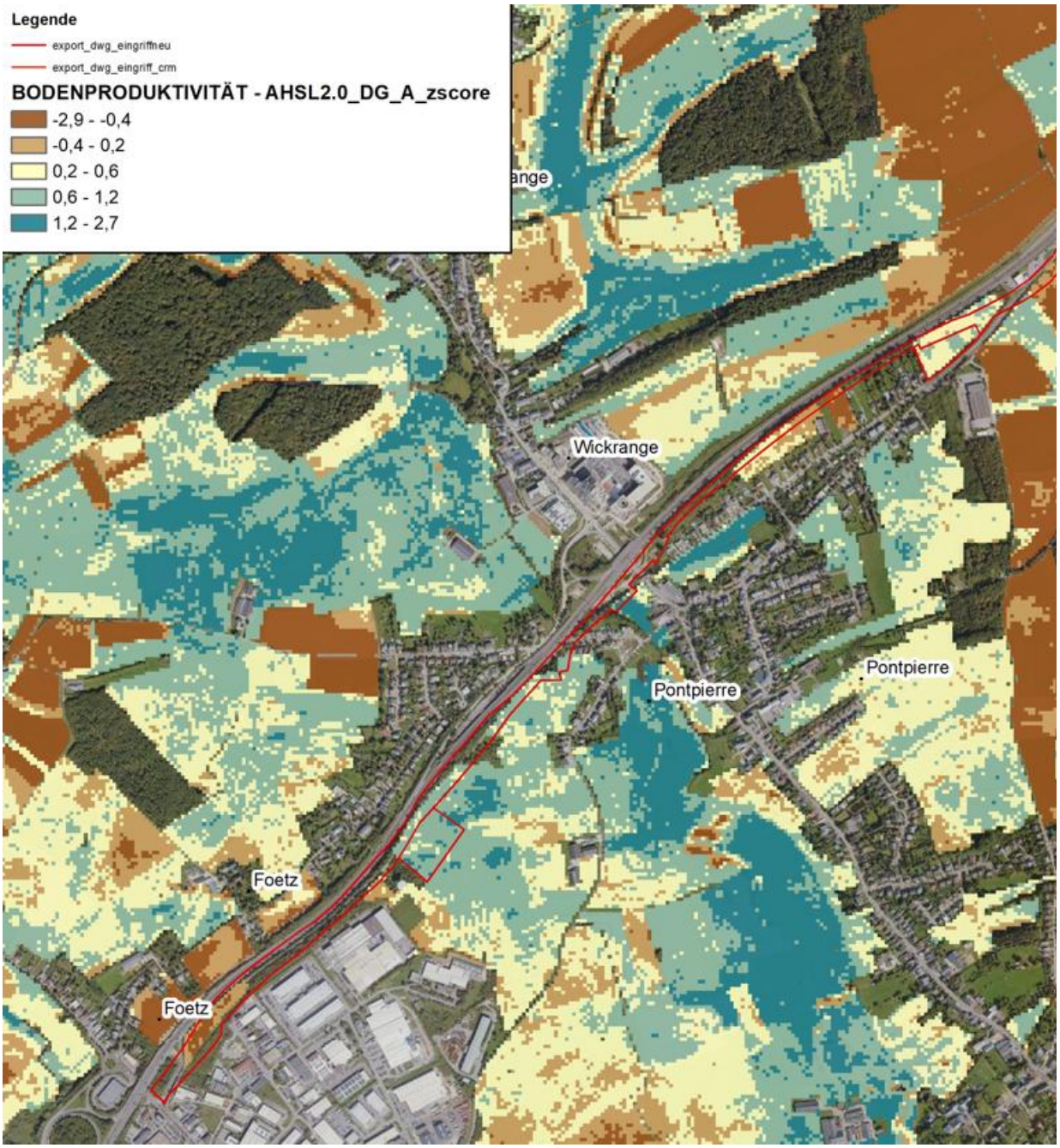


Fig. 291 : Aptitude agricole des sols de la partie Sud du tracé du tram rapide 1 (en rouge) (Source : ASTA, 2025).

Les résultats obtenus font état de deux secteurs très différents. Le premier, correspondant aux terrains situés au Nord-Est de Pontpierre, regroupe des terrains d'aptitude agricole inférieure ou équivalente à la moyenne nationale (une majorité de terres classées en couleur marron ou jaune) alors que le second, pour les terrains situés au Sud-ouest de Pontpierre, porte sur des terrains présentant une aptitude supérieure à cette moyenne (couleur bleue dominante).

Utilisation des terres

L'excavation et le terrassement du sol sont des travaux qui peuvent avoir un impact durable sur la structure du sol (LABO 2009). Cela est dû notamment au fait que de longues périodes sont nécessaires avant que les successions naturelles d'horizons soient rétablies et que les fonctions du sol décrites ci-dessus soient à nouveau pleinement remplies.

Le fait que le tracé suive, quasiment dans sa totalité, des axes de circulation existants et ce sur des terrains en grand partie remaniés par l'homme (remblais, talutage, voiries secondaires, réseaux enterrés et labourage de terrains agricoles) induit qu'il est fort peu probable que des horizons naturels soient encore présents.

L'implantation du projet LUXTRAM intègre des mouvements de terres qui ont principalement pour objectifs d'aménager la plateforme tram et le *Veloexpresswee*, d'implanter les équipements souterrains (pose des massifs LAC, sous-stations de transformation, réseaux divers), de réaliser les différents ouvrages planifiés et de traiter les aménagements extérieurs (espaces verts, murs de soutènement, etc...).

Une première phase va consister à décaper la terre végétale sur une surface d'environ 291.800 m^2, mobilisant ainsi un volume de 87.540 m^3 dont 25.060 m^3 seront réutilisés et 62.480 m^3 évacués.

Par la suite, l'aménagement de la ligne de tramway et du *Veloexpresswee* nécessitera 468.560 m^3 de déblais notamment pour la mise à niveau du tracé (arasement de mouvements de terrain). 279.260 m^3 de ce volume seront évacués et 189.260 m^3 réutilisés.

A cela vont s'ajouter 6.100 m^3 de déblais dus aux ouvrages d'art dont 65 % seront réutilisés. Ces déblais vont concerner les OA1 (500 m^3), OA2 (800 m^3) et OA4 (4.800 m^3) uniquement.

Pour ce qui est des remblais, la ligne et le *Veloexpresswee* nécessiteront environ 116.000 m^3 répartis entre déblais réutilisés (189.260 m^3) et apportés de l'extérieur (157.100 m^3).

Les ouvrages d'art, quant à eux, vont réclamer 55.800 m^3 de remblais répartis de la manière suivante : environ 4.000 m^3 de déblais réutilisés et 51.800 m^3 apportés de l'extérieur (800 m^3 pour l'OA1, 8.300 m^3 pour l'OA3, 21.000 m^3 pour l'OA5, 3.500 m^3 pour l'OA6, 9.200 m^3 pour l'OA7, 5.900 m^3 pour l'OA8 et 3.100 m^3 pour l'OA9).

Le profil en long, présenté dans l'APS ligne, Vol. J-2 (APS_4469B_TR_INF_T3216_PLA_003731_B) à l'annexe 05 du rapport EIE du tracé initial, permet de visualiser les travaux de terrassement projetés.

Sites pollués ou potentiellement pollués

Les sites contenant ou susceptibles de contenir une pollution historique des sols représentent un risque potentiel pour les biens protégés « Sol » et « Eau » (cf. chapitre 7.5). Le risque est lié à une éventuelle remobilisation des polluants qui peuvent avoir des effets néfastes sur les biens protégés.

Pour cette raison, le cadastre des sites et sols potentiellement pollués (CASIPO) a été consulté. Il y est fait une distinction entre les sites contaminés (Sites Contaminés ou Assainis, SCA) et les sites potentiellement contaminés (Sites Potentiellement Pollués, SPC).

Les extraits du CASIPO ont été reportés sur les Fig. 292 et Fig. 293 suivantes.

Il en ressort que le corridor multimodal comprenant le tracé du tronçon tram rapide 1 et le *Veloexpresswee* repose sur deux sites répertoriés comme contaminés ou assainis (SCA).

Le premier (SCA/00/00258) est situé à Pontpierre, 6 rue d'Europe, au niveau de l'ancienne sortie depuis l'A4 (sens Esch-Luxembourg), et accueillait une station-service jusqu'en 2009. La pollution mise en évidence lors de l'étude de sol Soletude de 2010 a été traitée par excavation et traitement hors site mais une contamination persiste dans le remblai.

Le second site (SCA/16/0053) est localisé à Foetz, rue de l'Industrie, et se composait d'un dépôt de fûts de solvants enterrés. Luxcontrol a effectué une étude de sol en 2013 puis rédigé un rapport relatif à des mesures d'urgence en 2014. Les matériaux ont été évacués et traités hors site, aucune contamination résiduelle ne subsiste.

Le projet évolue également à proximité de sites recensés comme potentiellement contaminés (SPC).

Ces derniers sont au nombre de 7 et portent donc sur des activités passées ou actuelles susceptibles d'engendrer une pollution des sols.

- La station-service située le long de l'A4 (réservoirs souterrains d'hydrocarbures), un atelier (réservoir à mazout), un transformateur sur pylône (contenant des PCB) et deux anciens emplacements de stations-services (accès à l'A4) à Pontpierre.
- Une fabrique de revêtements de sols et équipements sportifs ainsi qu'un remblai (rue de l'Avenir) à Foetz.

Seuls l'ancien emplacement de station-service à Pontpierre, celui déjà assaini mais présentant une contamination résiduelle, et le remblai à Foetz sont compris directement dans l'emprise du corridor multimodal.

Sur la base des éléments transmis par l'AEV, la présence d'une pollution conséquente au moment des travaux d'excavation et de terrassement du projet d'aménagement du tronçon tram rapide 1 apparait peu probable.

Ces sites (SCA et SPC) sont présentés sur les Fig. 292 et Fig. 293, et listés dans les Tab. 44 et Tab. 45.

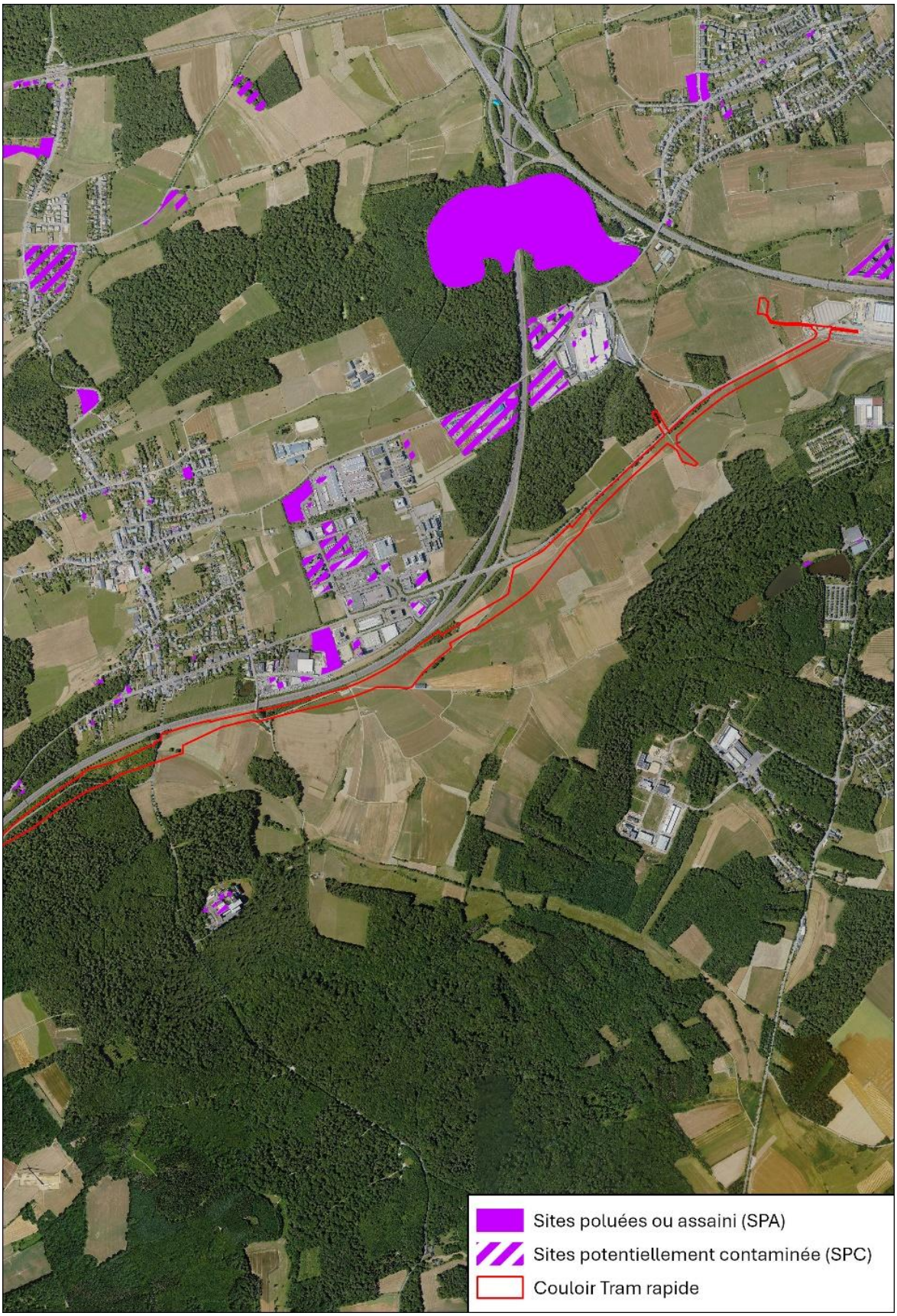


Fig. 292 : Localisation des Sites Contaminés ou Assainis (SCA) et des Sites Potentiellement Pollués (SPC) au droit du tracé du tram rapide 1 / portion Nord (Source image: Géoportail, 2025 ; Base de données AEV, 2025).

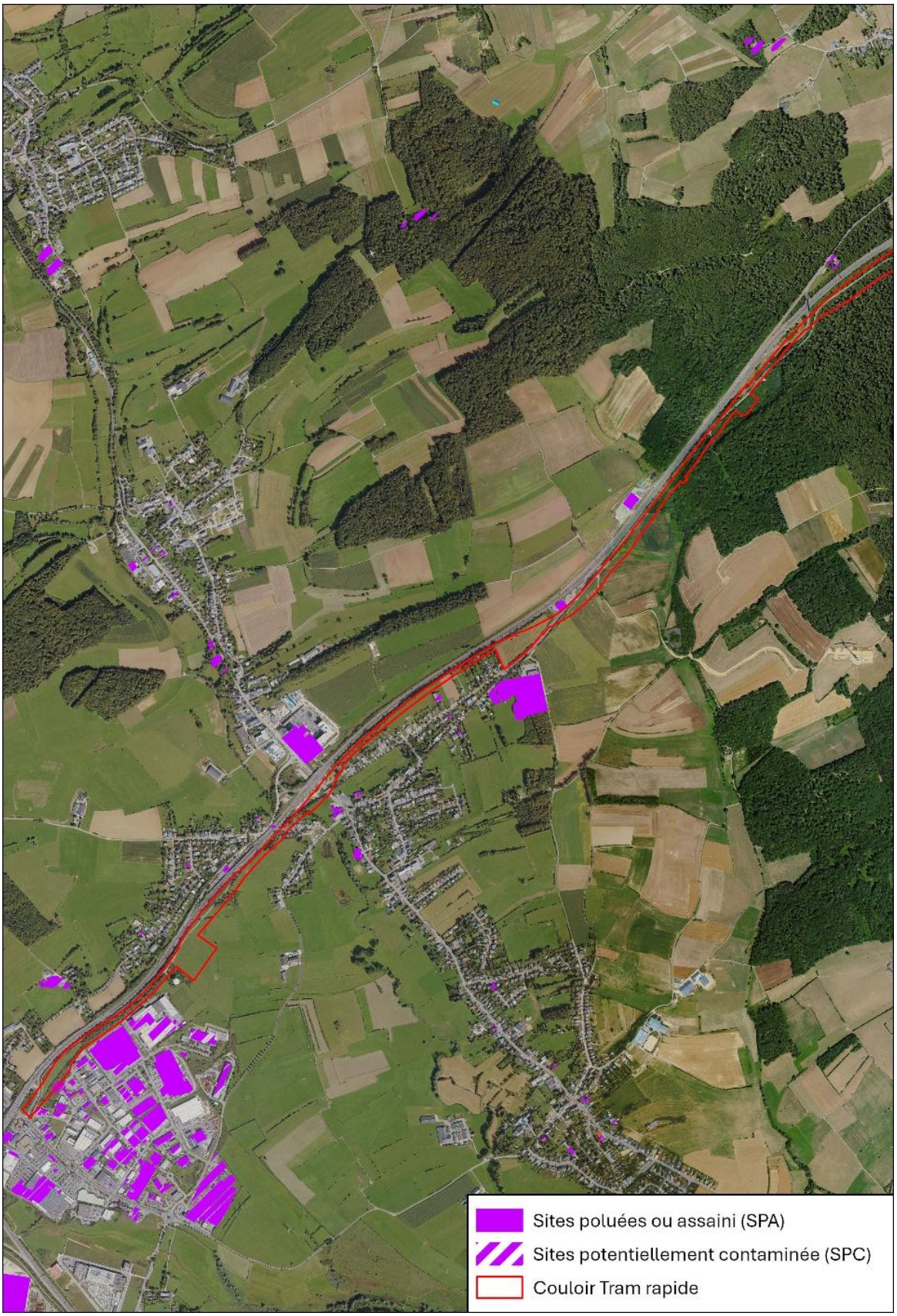


Fig. 293 : Localisation des Sites Contaminés ou Assainis (SCA) et des Sites Potentiellement Pollués (SPC) au droit du tracé du tram rapide 1 / portion Sud (Source image: Géoportail, 2025 ; Base de données AEV, 2025).

Tab. 44 : Extrait des sites contaminés ou assainis au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2025).

N°	Nom	Description	Adresse	Commentaire	Surface [m²]
SCA/16/0053	/	Dépôt de solvants Fûts enterrés	Rue de l'Industrie L-3895 Foetz	Etude Luxcontrol 04.12.2013 Contaminations en BTEX > OPW3 Rapport final mesures d'urgences Luxcontrol 06.03.2014	200
SCA/00/0025	/	Station-service	6 rue d'Europe L-4390 Pontpierre	Niveau d'assainissement 3 Excavation avec traitement hors site Reste des contaminations ponctuelles dans le remblai	100

Tab. 45 : Extrait des sites potentiellement pollués au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2025).

N°	Nom	Description	Adresse	Commentaire	Surface [m²]
SPC/00/0005/VER	/	Station-service	Autoroute A4 Pontpierre	Ancienne station qui n'est plus en activité	280
SPC/00/0277/VER	/	Station-service	6, rue de l'Europe L-4390 Pontpierre	Ancienne station qui n'est plus en activité	110
SPC/21/0299/VER	/	Transformateur avec PCB	Rue d'Europe L-4390 Pontpierre		27
SPC/00/0358/AV2	/	Réservoir à mazout d'un atelier	72, rue d'Europe L-4390 Pontpierre		475
SPC/18/0046/VER	/	Station-service	Autoroute A4 Mondercange		1530
SPC/00/0303/VER	/	Fabrique de revêtements de sols et d'équipements sportifs	14, rue de l'Industrie L-3895 Foetz		26.106
SPC/00/0180/VER	/	Remblai	Rue de l'Avenir Botterbrill Foetz		3.146

Risque de pollution des sols par le projet

En tout premier lieu, l'étude doit déterminer si le projet est susceptible de présenter un risque de pollution des sols, au moment de sa construction ainsi qu'au cours de son exploitation.

Phase chantier

Lors de la phase chantier, des évènements générant une pollution des sols peuvent survenir (accidents, fuites, stockages inappropriés, etc...).

Des mesures sont donc à prendre afin de prévenir toute apparition de pollution des sols au moment de la phase travaux :

- Le déplacement des engins se fera selon les conditions et consignes édictées par l'entreprise retenue. Il sera notamment attendu que les pistes de circulation, la vitesse des engins et leurs lieux de stockage soient clairement précisés.
- Le stockage des produits utilisés sur le chantier se fera dans une zone fermée dont l'accès sera réduit et réservé au personnel habilité. Les produits dangereux seront stockés sur des bacs de rétention correctement dimensionnés.
- Le ravitaillement et l'entretien des machines et engins seront réalisés sur une surface étanche équipée d'un dispositif de collecte en circuit fermé. Leur nettoyage sera réalisé sur une surface étanche pourvue d'un dispositif de prétraitement des effluents et d'un raccordement au réseau existant.
- Des produits absorbants seront disponibles en cas de fuite ou de déversement accidentel.
- Les déchets produits par le chantier seront gérés de manière efficace notamment en ce qui concerne le tri, le ramassage et l'évacuation de ces derniers.
- La base vie sera équipée de toilettes chimiques ou raccordées au réseau d'eaux usées existant.
- Les équipements de lutte contre l'incendie appropriés seront disponibles.
- Des bâches étanches seront mises en place si jamais le stockage de terres polluées est nécessaire.
- Les machines à alimentation électrique seront favorisées.

Toutes ces mesures doivent permettre de préserver la qualité du bien protégé « Sol » au cours de la phase chantier.

Phase exploitation

Les risques de pollution des sols seront bien moins importants au cours de la phase d'exploitation de l'installation. Ceux-ci pourront éventuellement se matérialiser dans l'éventualité d'une fuite d'un produit polluants mais le seul produit utilisé en quantité significative dans le cadre de l'exploitation du tram est le lubrifiant pour joue de roulement KUB 1 K-30 de chez Moklansa (cf. description du produit en annexe 16 du rapport EIE du tracé initial). Ses caractéristiques principales sont une dégradabilité accrue, une bonne résistance aux UV, une très bonne adhérence et surtout une quasi-insolubilité dans l'eau.

Le produit est inscrit en classe 1 (substance faiblement dangereuse pour les eaux) de pollution des eaux selon la réglementation allemande WGK (Wassergefährdungsklasse).

D'autres aspects peuvent être considérés dans l'analyse de l'incidence comme l'usure accrue des rails, des roues ou des freins lors de l'exploitation des tramways, notamment en raison du rayon de courbure plus faible que celui des chemins de fer.

Dans ce cas, des concentrations significatives en métaux sont susceptibles de s'accumuler dans les premières couches du sol au droit des sols non imperméabilisés (revêtement engazonné).

Imperméabilisation des sols

Actuellement, le taux d'imperméabilisation des surfaces concernées par le projet est très faible sur l'ensemble des tronçons qui les compose. Seuls les tronçons TR3 et TR4 présentent quelques surfaces imperméabilisées du fait de la superposition avec des linéaires de voies existantes.

Pour le reste, le tracé emprunte des terrains agricoles et des milieux végétalisés plus ou moins boisés et même des prairies sur le TR5.

En situation future, les revêtements retenus vont inévitablement augmenter le taux d'imperméabilisation.

En effet, 100 % de l'emprise du *Veloexpresswee* seront imperméables par l'utilisation d'un revêtement bitumeux. Quant à la ligne de tramway rapide, elle se présentera sous la forme d'une voie ferrée dont la pose se fera soit sur traverses implantées dans une plateforme béton imperméable soit sur longrines longitudinales. Il convient toutefois de préciser que la majeure partie du tracé emploiera la pose sur longrines, celle sur traverses étant réservée aux stations, ouvrages et appareils de voie.

L'emprise du corridor multimodal présentera donc des surfaces imperméabilisées mais leur étendue sera limitée d'autant plus que différents types de revêtements, pour la plupart semi-perméables, seront utilisés (Tab. 5 p.134).

Il convient toutefois de noter que le revêtement végétalisé est nettement majoritaire sur le linéaire total du tracé.

La variation à la hausse du taux d'imperméabilisation des sols sera donc contenue.

Tracé optimisé

Types de terres

Les modifications de tracé du tracé optimisé du Tram rapide 1 ont nécessité un complément d'étude géotechnique et hydrogéologique aux investigations menées par Fondasol en octobre et novembre 2024.

Ce complément, également mission G2-AVP et dénommé Variante Nord, est consultable en annexe 20. Il se compose, comme pour le tracé initial, de deux rapports (section A et section B) portant chacun sur un linéaire du projet :

- La section A sur le linéaire entre la Cloche d'Or et l'aval de l'ouvrage OA1530,
- La section B sur le linéaire entre l'aval de l'ouvrage OA1530 et le terminus provisoire à Foetz.

Outre la définition du contexte géologique et hydrogéologique, cette étude a pour buts de donner les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages, de prédimensionner les couches de forme granulaire sous plateforme ferroviaire et de transmettre les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site.

Les investigations réalisées dans le cadre de cette étude géotechnique se composent de sondages de reconnaissance géologiques et d'essais en laboratoire.

Sur la section A, 7 sondages de reconnaissance ont été descendus à une profondeur comprise entre 11 et 19,5 m, avec réalisation d'essais pressiométriques.

Sur la section B, 15 sondages de reconnaissance (12 à Pontpierre et 3 à Foetz) avec essais pressiométriques ont été réalisés et deux sondages supplémentaires avec carottage ont été faits sur l'emplacement du futur tunnel.

Les essais en laboratoire portaient sur la teneur en eau, le pourcentage de particules fines, la limite d'Atterberg, l'indice de plasticité, la valeur de bleu et l'indice portant immédiat.

Résultats obtenus pour la section A :

Les sondages de reconnaissance ont permis de définir une lithologie type du secteur d'étude se composant :

- Uniquement au droit du sondage SP96 localisé sur une aire de stockage de ballots de paille, d'une dalle en béton de 0,2 m d'épaisseur,
- de la terre végétale ou de la terre cultivée sur 0,1 à 0,3 m au droit des espaces verts ou parcelles agricoles,
- de remblais argilo-sableux à sableux généralement insensibles à l'eau jusqu'à une profondeur variant de 0,4 jusqu'à 1,6 m,
- des argiles silteuses molles rencontrées jusqu'à 3,0 à 7,5 m de profondeur,
- des marnes argileuses, rencontrées jusqu'à des profondeurs de 4,5 à 13,5 m. Il s'agit d'une couche d'altération des marnes sous-jacentes d'où des variations d'épaisseur assez importantes,
- des marnes raides grises, jusqu'à la base des sondages, correspondant au substratum.

Les essais pressiométriques réalisés au droit des sondages ont permis de caractériser les propriétés mécaniques du sol :

- Médiocres dans les argiles molles,
- moyennes à moyennement bonnes dans les argiles raides,
- très élevées dans les marnes.

Un relevé a été effectué au moment de la réalisation des sondages : la présence ou l'absence d'eau.

Quatre forages ont présenté des arrivées d'eau dans les sondages réalisés et ce à différentes profondeurs (variant de 5 à 15 m de profondeur). Ces observations correspondent vraisemblablement à des circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration au sein des argiles ou à des arrivées de type source dans les marnes.

Il est également possible qu'il s'agisse de circulations d'eau à l'interface des remblais/argiles, dont l'importance varie en fonction des saisons et des conditions météorologiques.

Les essais en laboratoire ont permis de classer les sols selon le GTR 2023, la DIN 18300 et la DIN 18196.

En considérant la norme DIN 18300, les sols sont classés en classes 3 à 5 pour ce qui est de la terre végétale, des remblais et des argiles et classe 6 et 7 (roche) pour les marnes.

Il est attendu que les travaux d'excavation soient difficiles du fait des caractéristiques des horizons rencontrés (sols collants ou roche).

L'étude note encore plusieurs contraintes liées au site :

- la nécessité d'utiliser un brise-roche hydraulique par endroits, notamment sur les marnes,
- la présence de sols argileux, sensibles à l'eau, ce qui nécessite de privilégier la tenue des terrassements en période sèche,
- la présence d'arrivées d'eau à différentes profondeurs,
- la possibilité de traiter des sols à la chaux et/ou au liant routier en remplacement des couches de forme granulaires.

Résultats obtenus pour la section B :

Les sondages de reconnaissance ont permis de définir une lithologie type du secteur d'étude se composant de :

- de la terre végétale ou des limons sableux caillouteux sur 0,18 à 0,3 m au droit des espaces verts,
- de remblais argilo-silteux ou gravelo-sableux jusqu'à une profondeur variant de 0,6 à 9,8 m,
- des argiles silteuses molles rencontrées jusqu'à 1,5 à 5,0 m de profondeur,
- des argiles plus ou moins marneuses fermes à raides, brunes à grises, rencontrées jusqu'à des profondeurs de 1,8 à 17,5 m. Il s'agit d'une couche d'altération des marnes sous-jacentes d'où des variations d'épaisseur assez importantes,
- des marnes raides à très raides, jusqu'à la base des sondages, correspondant au substratum.

Les essais pressiométriques réalisés au droit des sondages ont permis de caractériser les propriétés mécaniques du sol :

- Médiocres dans les argiles molles,
- moyennes à moyennement bonnes dans les argiles raides,
- très élevées dans les marnes.

Un relevé a été effectué au moment de la réalisation des sondages : la présence ou l'absence d'eau.

Sur les sondages répartis le long du tracé (sondages numérotés SP), plusieurs arrivées d'eau ont été détectées et ce à différentes profondeurs (variant de 3,0 à 10 m de profondeur en fonction des secteurs). Ces observations correspondent vraisemblablement à des circulations d'eau de ruissellement et d'infiltration au sein des argiles ou à des arrivées de type source dans les marnes. Il est également possible qu'il s'agisse de circulations d'eau à l'interface des remblais/argiles, dont l'importance varie en fonction des saisons et des conditions météorologiques.

En revanche, les deux sondages réalisés au droit du futur tunnel à Pontpierre (SCA1 et SCA2) présentent des niveaux d'eau correspondant vraisemblablement, selon Fondasol, à une nappe.

Au droit de 3 sondages (SP80, SP82 et SP88), les essais en laboratoire ont permis de classer les sols selon le GTR 2023, la DIN 18300 et la DIN 18196.

En considérant la norme DIN 18300, les sols sont classés en classes 3 à 5 pour ce qui est de la terre végétale, des remblais et des argiles et classe 6 et 7 (roche) pour les marnes.

Il est attendu que les travaux d'excavation soient faciles à moyennement faciles dans les remblais et les argiles molles puis difficiles dans les argiles fermes et les marnes (sols collants et roche).

L'étude note encore plusieurs contraintes liées au site :

- la nécessité d'utiliser un brise-roche hydraulique par endroits, notamment sur les marnes,
- la présence de sols argileux, sensibles à l'eau, ce qui nécessite de privilégier la tenue des terrassements en période sèche,
- la présence d'arrivées d'eau à différentes profondeurs,
- la possibilité de traiter des sols à la chaux et/ou au liant routier en remplacement des couches de forme granulaires.

Aptitude agricole des terrains utilisés par le projet

L'analyse de l'aptitude agricole des sols, sur la base des cartes transmises par l'ASTA, a été mise à jour à la suite des modifications de tracé du Tram rapide 1. Celles-ci concernent principalement 3 secteurs : à Leudelange par le franchissement de l'autoroute (viaduc), à Pontpierre avec l'aménagement du tunnel et du viaduc et enfin à Foetz avec le prolongement de la ligne et la nouvelle implantation de la station.

Il est renvoyé vers les cartes d'aptitude agricole reprenant le tracé du tracé initial (cf. Fig. 290-Fig. 291 p. 423). Il est rappelé que les z-scores qui y sont présentés indiquent la productivité des terres arables ou la productivité des prairies en fonction du type d'utilisation de la parcelle et de la moyenne des scores au niveau national. Ainsi un z-score négatif désigne des terres dont la rentabilité est inférieure à cette moyenne.

Au droit de Leudelange, la modification de tracé permet de préserver des terrains présentant une aptitude supérieure à la moyenne (couleurs jaune et bleue dominantes) au Sud de l'échangeur. Cependant, ces terrains seront utilisés pour une installation de chantier.

A Pontpierre, d'après la carte, l'incidence sera plutôt négative avec la consommation de terrains présentant une aptitude supérieure à la normale (couleur bleue dominante) au Nord du GRIDX. En revanche ce secteur est déjà en grande majorité utilisé pour les travaux de l'échangeur et de l'autoroute. Par la suite, l'impact reste inchangé.

Enfin à Foetz, aucune modification d'incidence n'a lieu puisque la prolongation du tronçon a lieu sur des terrains aménagés de la zone d'activités, au Sud de la rue du Brill.

Utilisation des terres

D'une manière générale, le tracé optimisé du Tram rapide 1 ne modifiera pas l'impact sur la structure des sols puisque les secteurs concernés par l'optimisation restent à proximité de l'autoroute.

Ainsi, les nouvelles surfaces impactées par le projet à Leudelange sont composées de terrains déjà fortement remaniés par talutage et labourage à l'Est de l'échangeur et par remblaiement de l'autre coté de l'autoroute (aménagement de la zone d'activités). A Pontpierre, les zones concernées sont actuellement utilisées en tant

qu'installation de chantier (au Nord-Est du GRIDX) et à Foetz il s'agit de parcelles de la zone commerciale existante.

Avec la modification du tracé, les volumes de matériaux excavés et déplacés ont connu des variations.

Une première phase va consister à décaper la terre végétale sur une surface d'environ 285.565 m^2, mobilisant ainsi un volume de 85.409 m^3 dont 31.067 m^3 seront réutilisés et 54.050 m^3 évacués.

Par la suite, l'aménagement de la ligne de tramway et du *Veloexpresswee* nécessitera 356.682 m^3 de déblais notamment pour la mise à niveau du tracé (arasement de mouvements de terrain). 142.673 m^3 de ce volume seront évacués et 214.009 m^3 réutilisés.

A cela vont s'ajouter 156.146 m^3 de déblais dus aux ouvrages d'art. Ce volume est essentiellement généré par deux ouvrages : le viaduc de Leudelange (OA1531) à hauteur de 26.100 m^3 et le tunnel à Pontpierre pour 108.000 m^3.

Pour ce qui est des remblais, la ligne et le *Veloexpresswee* nécessiteront environ 328.092 m^3 répartis entre déblais réutilisés (210.300 m^3) et apportés de l'extérieur (117.800 m^3).

Les ouvrages d'art, quant à eux, vont réclamer 165.670 m^3 de remblais répartis de la manière suivante : environ 84.200 m^3 de déblais réutilisés et 81.470 m^3 apportés de l'extérieur.

Le profil en long, présenté dans l'APS ligne, Vol. J-2 (APS_4469A_TRAB_INF_T3216_PLO_11020#VF_Profil_en_long) à l'annexe 07, permet de visualiser les travaux de terrassement projetés.

Sites pollués ou potentiellement pollués

Le tracé initial présentait un tracé transitant sur deux sites répertoriés comme contaminés ou assainis (SCA).

Le tracé optimisé ne concerne plus le site de l'ancienne station-service (SCA/00/0025). A ce niveau, le tram rapide sera localisé de l'autre côté de l'autoroute.

Cependant, l'emprise du projet n'évolue pas à Foetz et elle concerne toujours le second site (SCA/16/0053). Il est toutefois rappelé que Luxcontrol y a mené une étude et que les matériaux polluants ont été évacués. Le site ne présente pas de pollution résiduelle (cf. Tab. 46).

Tab. 46 : Extrait des sites contaminés ou assainis au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2026).

N°	Nom	Description	Adresse	Commentaire	Surface [m²]
SCA/16/0053	/	Dépôt de solvants Fûts enterrés	Rue de l'Industrie L-3895 Foetz	Etude Luxcontrol 04.12.2013 Contaminations en BTEX > OPW3 Rapport final mesures d'urgences Luxcontrol 06.03.2014	200

Le projet évolue également à proximité de sites recensés comme potentiellement contaminés (SPC).

Ces derniers étaient au nombre de 7 avec le tracé initial mais ne sont plus que 3 avec le tracé optimisé (cf. Tab. 47).

En effet, l'ancienne station-service de Pontpierre (deux sites) ainsi que le transformateur de PCB et la citerne de mazout (rue d'Europe à Pontpierre) ne sont plus à proximité immédiate du tracé. Il est entendu que le *Veloexpresswee* transite rue d'Europe mais son aménagement est moins problématique que celui initialement prévu pour l'ensemble du couloir multimodal (à l'arrière des habitations).

En ce qui concerne les SPC restants, seul le remblai à Foetz est compris directement dans l'emprise du corridor multimodal.

Tab. 47 : Extrait des sites potentiellement pollués au droit du tracé du tram rapide 1 (AEV, 2026).

N°	Nom	Description	Adresse	Commentaire	Surface [m²]
SPC/18/0046/VER	/	Station-service	Autoroute A4 Mondercange		1530
SPC/00/0303/VER	/	Fabrique de revêtements de sols et d'équipements sportifs	14, rue de l'Industrie L-3895 Foetz		26.106
SPC/00/0180/VER	/	Remblai	Rue de l'Avenir Botterbrill Foetz		3.146

7.4.2 Description des incidences du projet sur le sol et les terres

Tracé initial

Afin d'évaluer les impacts du projet sur le bien protégé « Sol et terres », les aspects techniques pertinents liés aux excavations / terrassements ainsi qu'au risque de pollution seront plus particulièrement abordés.

Types de terres, aptitude agricole et utilisation des terres

Les sols présents sont principalement argileux ce qui est en adéquation avec la nature marneuse du substratum. Seule leur texture, tantôt limoneuse tantôt argileuse, diffère le long du tracé. On recense également quelques zones composées de remblais d'origine anthropique et d'autres d'alluvions (aux abords des cours d'eau).

Bien qu'il ne soit plus possible de qualifier ces sols de « naturels », présentant une succession de couches régulières, du fait de leur origine pour les uns et de leur modification pour les autres (travaux du sol liés à l'exploitation agricole notamment), les fonctions essentielles de ceux-ci sont en grande partie réalisées (rôle épurateur, tampon contre les crues…).

En conséquence, cet aspect du bien à protéger se voit attribué un niveau de valeur élevé et il est considéré que la réalisation du projet va générer une détérioration de l'état des sols, au moins au niveau des zones concernées par les travaux.

En ce qui concerne l'aptitude agricole des terrains concernés par le projet, celle-ci est inférieure ou équivalente à la moyenne nationale sur la quasi-totalité du parcours. Seul le dernier tronçon du linéaire programmé, entre Pontpierre et l'entrée de la zone commerciale de Foetz, présente une aptitude supérieure à la moyenne, au travers des prairies de fauche qui y sont localisées.

A noter également qu'une partie du tracé se compose de terres non agricoles et donc non référencées dans cette évaluation (secteurs imperméabilisés, boisés…).

Sur la base de ces éléments, la valeur de cet aspect du bien à protéger peut être qualifiée de faible : il y a bien sûr une perte de surfaces agricoles mais la valeur agricole de ces dernières est, somme toute, limitée.

La première étape d'utilisation des terres consiste à réaliser des déblais et des remblais ayant trait aux travaux de voirie et d'aménagement de la plateforme du tram, et à réaliser les excavations et terrassements nécessaires à l'implantation des ouvrages/équipements et à la déviation des réseaux existants.

Cette opération va générer un impact sur la structure du sol. Comme cela a été décrit ci-dessus, cette structure a déjà été quelque peu bouleversée, mais cela a concerné les terrains jusqu'à une faible profondeur. L'incidence sera, cette fois-ci plus étendue que ce soit en profondeur (ouvrages, SST, correction de l'altimétrie) comme en étendue (longueur et largeur de l'emprise du corridor).

Toutefois, il est prévu de réutiliser autant que possible les volumes déblayés en remblais, à la condition que leurs qualités chimique et physique soient compatibles avec l'usage qui leur est réservé.

Cette mesure de réutilisation permettra de réduire les quantités déplacées, parfois sur une grande distance, et par ricochet, les incidences annexes issues du nombre de camions nécessaire à l'évacuation et à l'amenée des matériaux à savoir le bruit, la pollution atmosphérique et la charge supplémentaire sur le trafic routier.

Il convient également de souligner les impacts habituellement liés à la réalisation d'un projet d'aménagement comme le compactage ou l'imperméabilisation des sols. En effet, il est considéré que les sols dans leur état

actuel sont, pour leur grande majorité, peu compactés et imperméabilisés sur le tracé du tronçon Tram rapide 1 et qu'ils le seront beaucoup plus lorsque le projet aura été mis en œuvre.

Sites contaminés et suspectés de contamination

En principe, on ne peut pas exclure une pollution des matériaux de sol issus des travaux d'excavation ou de terrassement du sol, sauf si des études contraires sont disponibles.

Afin de ne pas être confronté à cette problématique en phase chantier, une vérification préliminaire a été menée sur la base des informations centralisées dans la base de données CASIPO (Cadastre des sites potentiellement pollués).

Il s'avère que plusieurs sites répertoriés sont localisés à proximité du projet et deux sont même inscrits dans le périmètre de ce dernier : un site pollué qui a été assaini mais où subsiste une pollution résiduelle et un remblai susceptible de contenir une pollution.

Ces deux sites ne sont pas localisés à proximité d'un périmètre de protection de la ressource en eau. Une éventuelle incidence sur les eaux souterraines apparait donc peu plausible mais il conviendra de rester attentif, notamment au droit du site assaini à Pontpierre car la Mess s'écoule à environ 200 m et sa nappe d'accompagnement pourrait être impactée en cas de remobilisation de polluants.

Si tout risque d'être confronté à une pollution conséquente au moment des travaux ne peut être totalement écarté, il est néanmoins peu probable. A l'inverse il est possible que de petites zones polluées soient mises au jour lors de la phase chantier. Si tel est le cas, le maitre d'ouvrage sera tenu de prendre toutes les mesures nécessaires pour les traiter et éviter les atteintes à l'environnement.

Cela se traduira notamment par la supervision d'un organisme spécialisé dans le traitement des pollutions qui coordonnera les investigations. Dans un premier temps, la pollution devra être caractérisée et les travailleurs informés et leurs interventions sécurisées. Puis, dans un second temps, les terres polluées seront excavées et stockées à part, sur des surfaces étanches et munies d'une protection contre les intempéries. Une fois la filière de traitement idoine identifiée, au Luxembourg ou à l'étranger, les matériaux seront évacués.

La mise en place de l'ensemble de ces mesures de précaution, définies préalablement à l'activation du chantier, permettront d'éviter la remobilisation d'éventuels polluants et de minimiser les effets négatifs sur le sol en tant que bien protégé.

Le risque de pollution des sols par le projet

Durant la phase de construction, les travaux sont susceptibles de représenter un risque potentiel de contamination du sol par des polluants. De la même manière, l'exploitation de l'installation peut également constituer une source de pollution des sols. Ces deux aspects sont à prendre en compte dans le cadre de la présente EIE.

En phase chantier, une pollution du sol peut avoir lieu par le déversement d'un produit dangereux utilisé dans le cadre des travaux et stocké sur site ou par la survenue d'un accident ou d'une défaillance d'un engin de chantier.

Généralement les volumes déversés sont peu importants et le traitement de la pollution relativement aisé : absorption du produit, excavation éventuelle du sol souillé.

Afin de réduire le risque de pollution du sol dans le cadre de la phase de construction, tous les véhicules de chantier et les camions peuvent par exemple être équipés d'un kit anti-pollution.

De plus, les produits pouvant présenter un risque potentiel pour la qualité de l'eau et du sol doivent être stockés sur un bac de rétention et transportés dans des conditions optimales de sécurité.

La contamination du sol par l'exploitation de l'installation projetée ne pourra avoir comme origine qu'une fuite d'un produit polluant depuis un équipement spécifique (par exemple un transformateur), le déversement accidentel lors d'une opération de maintenance et l'usure du matériel.

Les fuites sur équipement spécifique sont des évènements marginaux du fait des entretiens et contrôles réguliers qui sont planifiés. Une attention particulière devra toutefois être apportée au respect et au suivi des plannings.

De plus, étant donné que les eaux usées des locaux d'exploitation seront évacuées vers les réseaux eaux usées existants et que les eaux pluviales des surfaces imperméabilisées seront prétraitées avant rejet au milieu naturel (cours d'eau ou sous-sol par infiltration), il est peu probable qu'une pollution des sols ait lieu par le biais de ces vecteurs. Toutefois, il conviendra d'assurer un entretien et un suivi adapté des dispositifs de collecte et de traitement.

Les déversements accidentels au moment des opérations de maintenance sont susceptibles de polluer le sol. Il est recommandé de transporter et d'utiliser les produits polluants selon les règles définies par le fabricant et dans les emballages d'origine.

Enfin, le corridor multimodal reposant en grande partie sur une plateforme imperméabilisée (pose des voies de tramway sur plateforme béton revêtue notamment), il ne faut pas s'attendre à un impact important sur le bien protégé par l'abrasion des rails, des roues et des freins ou par l'apport de lubrifiants et de sels de déneigement.

En outre, le matériau choisi correspond à l'état de la technique, de sorte qu'il ne faut pas non plus partir du principe d'un potentiel de contamination accru. Cela vaut également pour la contamination potentielle due à l'abrasion des freins, qui doit également être prise en compte dans le cadre de cette étude. Celle-ci est particulièrement importante aux alentours des arrêts.

Dans le cadre de l'évaluation de l'aspect des émissions, il faut en outre tenir compte du fait que la réalisation du tramway va permettre de réduire l'incidence du trafic individuel. Une réduction de l'utilisation de la voiture entraîne une diminution des émissions (usure du caoutchouc, usure des disques de frein, poussières fines, etc.) Dans ce contexte, la réalisation du tramway devrait avoir un effet positif sur ce bien à protéger.

Imperméabilisation des sols

Le taux d'imperméabilisation des sols va immanquablement connaitre une variation à la hausse du fait de l'aménagement du *Veloexpresswee* et des tronçons de voies de tramway en pose sur traverses (reposant sur une structure bétonnée imperméable).

Toutefois, la plus grande partie du linéaire des voies de tramway se fera en pose sur longrines longitudinales ce qui limite grandement l'imperméabilisation des sols. Le projet prévoit également des revêtements en grande partie végétalisés.

De plus, l'emprise du corridor multimodal affichera également des surfaces non négligeables d'espaces plantés (Fig. 380 p.552-Fig. 387 p.558). Ces derniers permettront de marquer la séparation entre le *Veloexpresswee* et les voies de tramway, d'agrémenter les ouvrages de gestion des eaux de pluie et d'intégrer le projet dans son environnement par un traitement paysager portant sur les 3 strates (herbacée, arbustive et arborée)

Enfin, il est prévu d'employer, sur de nombreuses surfaces (quais de stations mais également traversées piétonnes, sections de trottoirs), des revêtements minéraux perméables avec l'emploi de dalles ou de pavés en

pierre naturelle. Avec ces matériaux, le scellement des surfaces ne sera pas total et permettra de conserver certaines fonctions du sol.

Après avoir examiné en détail tous les aspects relatifs au bien à protéger « Sol », aucun des effets potentiels décrits dans la zone d'implantation du projet d'aménagement du tronçon Tram rapide 1 n'est considéré comme important.

Une évaluation résumée des effets possibles sur le bien à protéger "sol" se trouve sous forme d'un tableau au chap. 7.4.3.

Tracé optimisé

Types de terres, aptitude agricole et utilisation des terres

Les modifications de tracé, bien que significatives dans certains aspects, n'engendrent pas de changements dans les caractéristiques des sols rencontrés. En effet, les sols décrits dans l'étude Fondasol restent principalement de nature argileuse car issus du même substratum marneux.

Un autre aspect des sols ne diffère pas du tracé initial : ils ne peuvent plus être qualifiés de « naturels » du fait de leur exploitation agricole ou de leur remblaiement. Cependant, étant encore très peu imperméabilisés ou même compactés, plusieurs fonctions clés des sols (rôle épurateur ou tampon contre les crues..) sont fonctionnelles.

Le projet de ligne Tram rapide 1, dans sa tracé optimisé, va également impacter l'état des sols et perturber la réalisation des fonctions essentielles de ceux-ci. On peut cependant noter que la mise en œuvre d'ouvrages d'art va générer un peu moins de surfaces scellées. L'incidence reste toutefois notable du fait de l'importance du projet.

Pour ce qui est de l'aptitude agricole des terrains, les modifications générées par le tracé optimisé sont plutôt positives à Leudelange avec des terrains de moins bonne aptitude impactés. A Pontpierre au contraire, l'incidence est négative puisque les sols situés au Nord-Est du GRIDX présentent une aptitude supérieure à la moyenne. Le tronçon présentant l'aptitude agricole la plus élevée reste celui situé entre Pontpierre et l'entrée de la zone commerciale de Foetz et son atteinte reste inchangée.

Au vu des modifications entrainées par le tracé optimisé, il n'y a pas lieu de changer d'interprétation de l'incidence du projet sur l'aptitude agricole des sols. Celle-ci peut être qualifiée de limitée car elle concerne essentiellement des terrains de faible valeur.

Enfin, les mouvements de terres vont connaitre de grands bouleversements avec le tracé optimisé. Les variations des volumes de déblais et de remblais sont conséquentes avec plus de 35.000 m^3 de déblais mobilisés en plus et près de 322.000 m^3 de remblais en plus. Cela est dû à la réalisation des différents ouvrages, notamment ceux de franchissement de l'autoroute (viaducs et tunnel).

On notera cependant, comme cela a déjà été dit précédemment, que le projet génère moins de surfaces scellées avec le tracé optimisé.

Les phases d'aménagement du projet restent, elles, inchangées et la volonté affichée de réutilisation des matériaux extraits est toujours aussi forte car le pourcentage de réutilisation est renforcé avec le tracé optimisé (55,0 % au lieu de 38,8 %).

Si l'imperméabilisation des sols sera moins importante qu'avec le tracé initial, le compactage des sols restera, lui, tout aussi conséquent du fait de la mise en œuvre des ouvrages d'art.

Sites contaminés et suspectés de contamination

En principe, on ne peut pas exclure une pollution des matériaux de sol issus des travaux d'excavation ou de terrassement du sol, sauf si des études contraires sont disponibles.

Ce risque avait été jugé faible dans le cadre du tracé initial et il le sera encore plus avec le tracé optimisé. En effet, le site de l'ancienne station-service de Pontpierre, au droit duquel une pollution résiduelle subsistait, n'est plus concerné par le projet.

De plus, les nouvelles surfaces concernées par le projet ne présentent pas de sites qui puissent faire augmenter ce risque. Bien entendu, il est toujours possible de rencontrer une pollution lors de travaux de terrassement et dans ce cas les mesures de prévention et d'intervention adaptées, décrites précédemment, sont à appliquer.

Une attention particulière sera apportée à la prévention contre la remobilisation des polluants, notamment si la surface contaminée est située à proximité d'un cours d'eau.

Le respect des prescriptions évoquées permettra de limiter le risque d'atteinte aux personnes et à l'environnement.

7.4.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects concernant le sol, aucun des effets potentiels décrits dans la zone d'étude n'est évalué comme étant significatif, à condition que les mesures de prévention proposées soient appliquées et respectées, autant au moment des travaux que lors de l'exploitation de la ligne.

Une évaluation sommaire des effets possibles sur le bien protégé est présentée sous forme de tableau dans les Tab. 48 (version initiale) et Tab. 53 (tracé optimisé) ci-dessous.

Ils résument les résultats de l'évaluation précédente sous une forme abrégée. Seuls les impacts liés aux critères pertinents sont énumérés. Les éventuels effets sont présentés en fonction des différentes phases ci-dessous :

- Effets pendant la phase de construction,
- Effets pendant la phase d'exploitation/d'utilisation,

L'évaluation des impacts du projet est suivie le cas échéant de recommandations sur les mesures d'évitement et de réduction.

Tracé initial

Tab. 48 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur le sol et les terres.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Excavation du sol, terrassements : Travaux de préparation de l'assise du corridor Travaux de déviation des réseaux existants Aménagements extérieurs	Neutre Localisé Permanent	Les déblais/remblais ont lieu dans des sols qui, en grande partie, ne peuvent plus être qualifiés de naturels. De plus un fort pourcentage des volumes extraits seront, si leur qualité le permet, réutilisés dans le cadre du projet.	En règle générale, la terre végétale est enlevée et stockée séparément du reste du sol excavé avant d'être réutilisée. Le traitement des sites contaminés ou suspectés de l'être doit se faire sous la surveillance d'un organisme spécialisé.
La qualité du sol : Rejet de polluants dans le sol Sites contaminés existants/suspects de sites contaminés	Neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	Les fuites des véhicules de chantier ou le stockage inadéquat de substances potentiellement dangereuses, etc. peuvent entraîner la libération de polluants dans le sol. Dans la zone du tracé et à proximité, il existe des sites contaminés ou suspectés de l'être et des sites assainis. En principe, on ne peut donc pas exclure la présence d'une pollution dans le sol. Toutefois, le risque de mettre à jour une pollution conséquente est peu probable.	Des mesures liées aux règles de circulation et de stationnement des véhicules ainsi qu'à l'entreposage des produits et matières dangereuses sont prévues et doivent être appliquées et respectées. Tous les véhicules de chantier et les camions peuvent par exemple être équipés d'un kit anti-pollution Les zones polluées mises en évidence seront purgées et les matériaux extraits traitées dans une filière spécialisée et agréée. La vigilance reste de mise afin d'éviter la remobilisation d'une éventuelle pollution présente dans le sol, notamment aux abords de la zone de protection de la ressource en eau et à proximité des cours d'eau et de leurs nappes d'accompagnement.
Phase d'exploitation			

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
La qualité du sol : Contamination par des polluants inorganiques (abrasion des roues et des freins).	Négatif – neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	Lors de l'exploitation de tramways, il faut s'attendre à une usure accrue des roues au niveau des virages. L'abrasion des freins peut également provoquer une contamination du sol au niveau des arrêts. L'ensemble des eaux pluviales, qui va rincer les surfaces contaminées, sera collecté, évacué et traité. Par conséquent, il ne faut pas s'attendre à un potentiel de contamination accru dû à l'abrasion. Des émissions ponctuelles ayant un impact sur le sol (par exemple en cas d'incident / d'accident) ne peuvent pas être totalement exclues.	Des mesures de réduction de l'abrasion des roues/freins ont déjà été mises en œuvre, notamment par le choix du matériel roulant. De plus, les lubrifiants utilisés sont biodégradables. Enfin, une attention particulière sera apportée à l'entretien et la maintenance du matériel roulant ainsi que de tous les équipements.

Tracé optimisé

Tab. 49 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur le sol et les terres.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Excavation du sol, terrassements : Travaux de préparation de l'assise du corridor Travaux de déviation des réseaux existants Aménagements extérieurs	Positif Localisé Permanent	Les sols en place ne peuvent plus être qualifiés de naturels. L'imperméabilisation sera moins importante sur le tracé mais le compactage des sols reste lui conséquent. Les volumes de matériaux extraits et remblayés sont plus importants qu'avec le tracé initial. Cependant, le pourcentage de réutilisation est plus élevé.	/
La qualité du sol : Rejet de polluants dans le sol Sites contaminés existants/suspects de sites contaminés	Neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	Dans la zone du tracé et à proximité, il existe des sites contaminés ou suspectés de l'être et des sites assainis. En principe, on ne peut donc pas exclure la présence d'une pollution dans le sol. Toutefois, le risque de mettre à jour une pollution conséquente est peu probable.	Les zones polluées mises en évidence seront purgées et les matériaux extraits traitées dans une filière spécialisée et agréée. Le traitement des sites contaminés ou suspectés de l'être doit se faire sous la surveillance d'un organisme spécialisé. La vigilance reste de mise afin d'éviter la remobilisation d'une éventuelle pollution présente dans le sol, notamment aux abords de la zone de protection de la ressource en eau et à proximité des cours d'eau et de leurs nappes d'accompagnement.

7.5 Eau

7.5.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Tracé initial

Dans le cadre de l'évaluation des impacts liés au projet, les informations sur les eaux de surface et les eaux souterraines, mais aussi sur les aspects techniques tels que le risque d'inondation, la disponibilité en eau potable et le traitement des eaux pluviales sont pertinentes en ce qui concerne le patrimoine Eau.

Eaux superficielles - présentation

Pour décrire et évaluer les effets du projet sur le bien protégé « Eau », les impacts éventuels sur les eaux de surface sont déterminants. Cela est principalement dû au fait que les effets en aval peuvent avoir un impact direct sur la santé humaine (voir chapitre 7.2) (par exemple dans le cas d'apports de polluants). En conséquence, la directive-cadre sur l'eau (DCE31) impose non seulement une obligation de suivi de l'état des masses d'eau, mais aussi, conformément à l'article 4, une interdiction de détérioration. En conséquence, dans le cas présent, il ne doit pas y avoir d'impact négatif sur les eaux réceptrices en aval lorsque le plan est mis en œuvre.

De ce fait, les aspects relatifs aux eaux de surface ci-dessous sont à considérer.

- Intervention sur la morphologie des eaux courantes et des eaux stagnantes,
- modification de l'écoulement,
- les rives comme éléments structurels au sens de la DCE,
- les zones inondables,
- modifications en termes d'hydrologie/hydraulique.

Il n'y a pas d'eaux stagnantes à proximité immédiate du tracé du tram rapide 1. L'élément le plus proche qui puisse être cité est un petit étang d'agrément situé dans un parc public à Pontpierre, à la jonction entre les rues de Schifflange et d'Esch. La Mess s'écoule à quelques mètres seulement.

Concernant les eaux courantes, le tracé du tram rapide 1 va croiser plusieurs cours d'eau. Certains vont être impactés par le projet car ce dernier va les franchir, d'autres vont servir d'exutoires aux eaux de ruissellement que le projet génère.

Les cours d'eau impactés sont au nombre de 5 : un affluent du Drosbech, le Bibeschbaach, le Mierbech et la Mess.

Un **cours d'eau affluent en rive droite du Drosbech**, au bout d'environ 700 m de tracé. Ce cours d'eau apparait dans les terrains agricoles qui séparent la route d'Esch de la forêt de Kockelscheuer. Il s'écoule parallèlement à la route d'Esch, en direction du Nord-Est puis franchit l'autoroute au niveau du bâtiment du service des Sports de la ville de Luxembourg. Il rejoint le Drosbech au Sud de la rue François Hogenberg, dans le quartier de la Cloche d'Or (Fig. 294).

Ce cours d'eau ne sera pas franchi mais servira d'exutoire pour les eaux pluviales de ce secteur du projet.

[31] Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23.10.2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.



Fig. 294 : localisation de la zone d'impact du projet sur un affluent du Drosbech- l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).

Le **Bibeschbaach**, après environ 3,4 km de tracé. Il s'agit là d'un cours d'eau qui nait au pied de l'autoroute A4, à l'entrée de la forêt de Leudelange (Fig. 295).

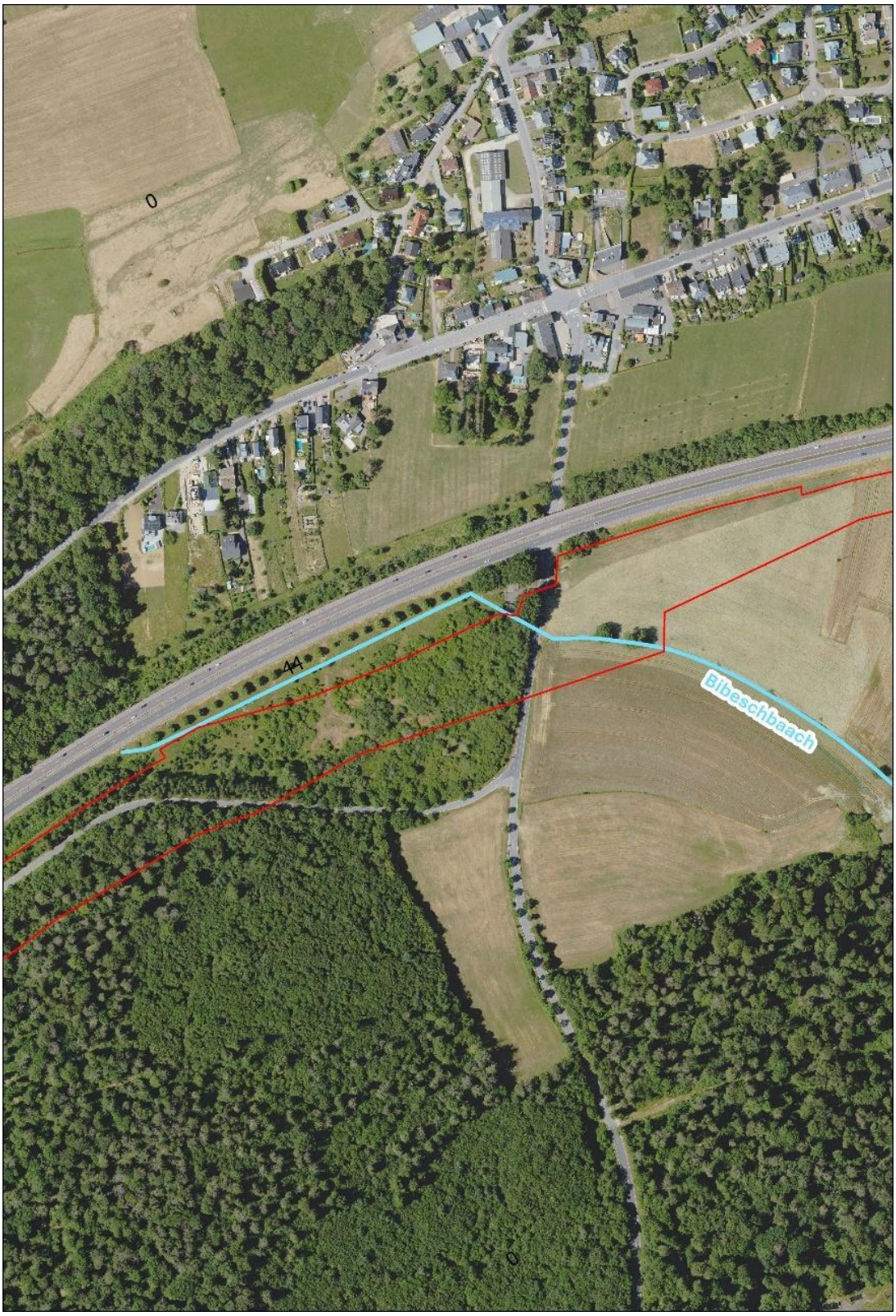


Fig. 295 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Bibeschbaach - l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).

Son tracé a été artificialisé (canal bétonné – Fig. 296) pour qu'il longe l'axe de circulation jusqu'à la rue de Bettembourg (CR163), qu'il franchit au Sud de la station gaz avant de poursuivre son chemin à travers champs en direction du Sud-Est.



Fig. 296 : le Bibeschbaach dans sa partie parallèle à l'autoroute A4 (Geprolux, 2025).

Dans le cadre de l'aménagement du projet, son parcours sera une nouvelle fois modifié, cette fois-ci dans le but de franchir rapidement le corridor multimodal puis de le rediriger vers son cours actuel à l'aval de la rue de Bettembourg. Au total le tronçon modifié du cours d'eau présentera 3 franchissements : le premier par le corridor (TRB OH 30), le second par une bretelle cyclable entre le *Veloexpresswee* et le CR163 (TRB OH 20) et le dernier pour le franchissement de ce même CR163 (TRB OH 10).

Cette nouvelle modification aura également pour objectif de redonner un aspect plus naturel au Bibeschbaach qui est répertorié dans le Plan de Gestion des Eaux et fait l'objet de propositions de réaménagements portant sur le reméandrage, la mise en place de bandes rivulaires et le rétablissement de la continuité écologique au droit du franchissement de la rue de Bettembourg (Fig. 297).

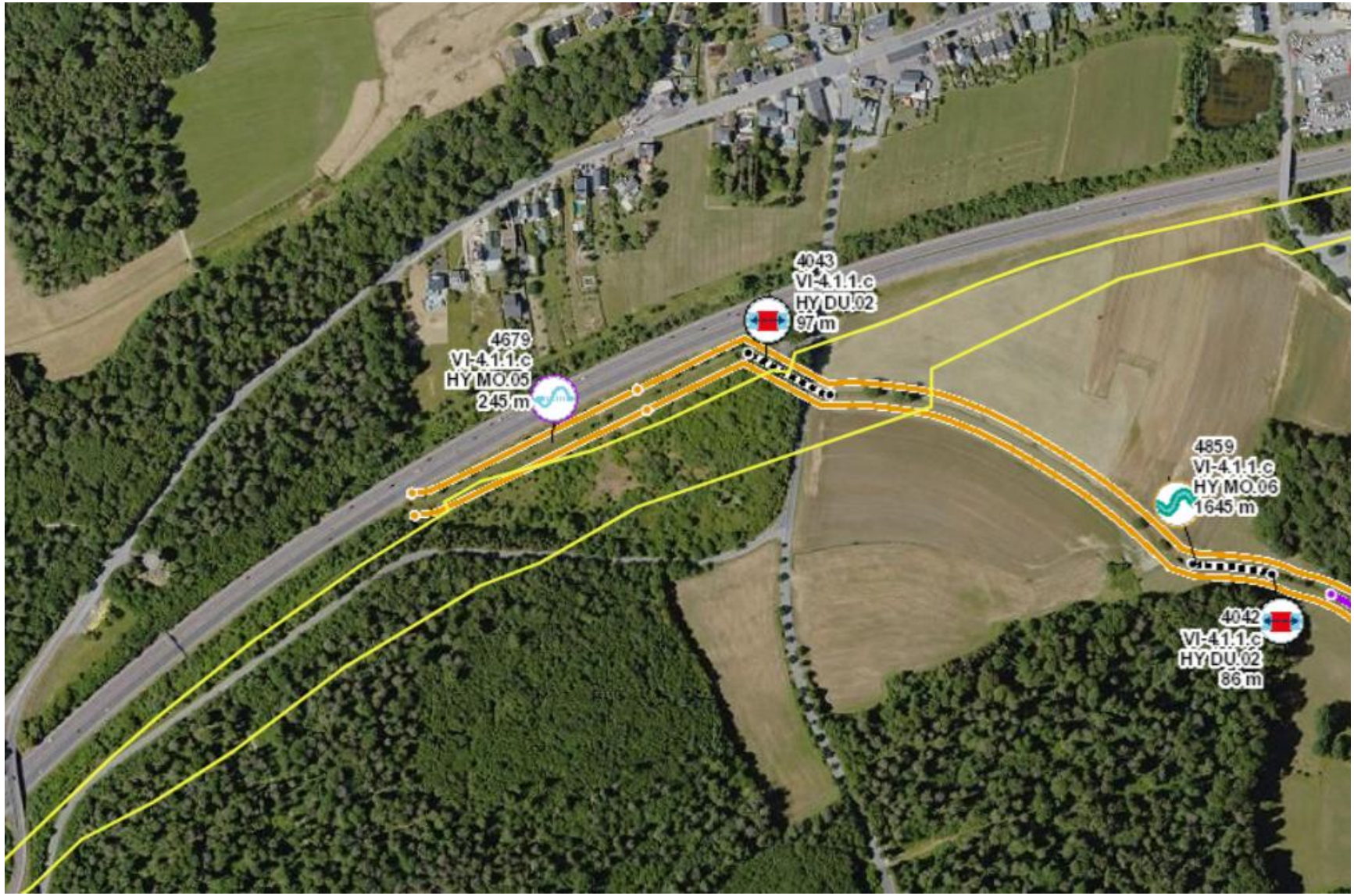


Fig. 297 : Propositions de réaménagements du Bibeschbaach au droit du projet (en jaune) selon le Plan de Gestion des Eaux 2021 (Géoportail, 2025).

Un **fossé affluent du Mierbech**, après environ 5,35 km de tracé. Il s'agit d'un fossé forestier drainant un petit thalweg parallèle à l'autoroute et débouchant sur celui du Mierbech. Le long de son tracé, une mare s'est créée, qu'il traverse avant de poursuivre son chemin vers le Sud-Ouest.

Dans le cadre de l'aménagement du projet, il est attendu que le linéaire de ce fossé impacté par le projet sera dévié en bas de talus. Sa confluence avec le Mierbech sera également déplacée un peu plus en aval.

Les détails de ces aménagements seront fournis au stade APD.

Le **Mierbech**, après environ 5,5 km de tracé. Ce cours d'eau draine le thalweg situé au Nord de la station-service Total. Il franchit d'ailleurs l'autoroute actuelle à proximité du bassin de rétention de cette dernière (Fig. 298). Par la suite, son tracé se fait vers le Sud et l'Alzette qu'il rejoint à Huncherange.

Dans le cadre du projet, ce cours d'eau verra le corridor multimodal le franchir par le biais d'un nouvel ouvrage (OA6). Son lit mineur ne sera pas impacté par les travaux d'aménagement de l'ouvrage.

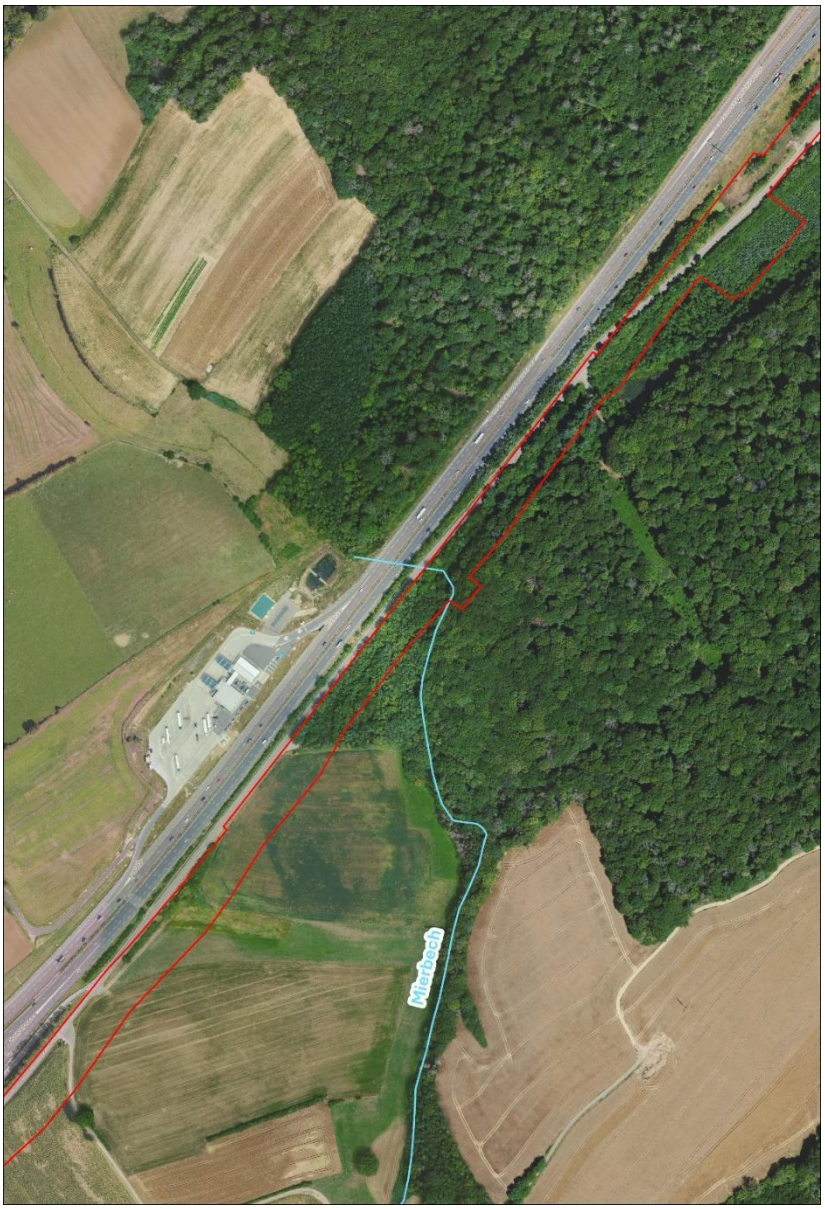


Fig. 298 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).

La **Mess**, après environ 7,7 km de tracé. Ce cours d'eau nait au Nord-Ouest de la localité de Dippach et reçoit les apports de nombreux affluents tels le Klausbaach avant de franchir l'autoroute A4 à Reckange -sur-Mess, à proximité du projet GridX (Fig. 299 et Fig. 300).

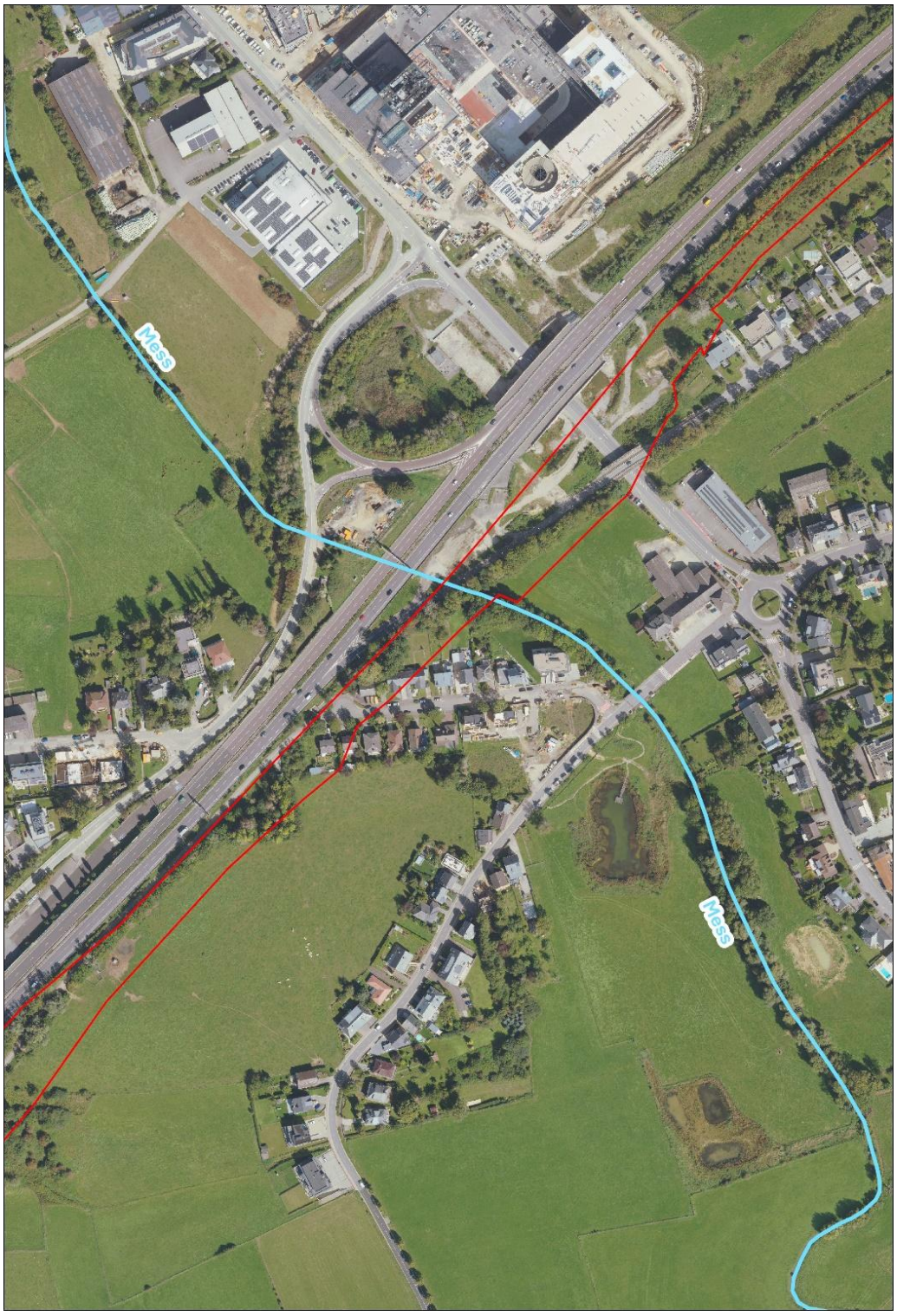


Fig. 299 : localisation de la zone d'impact du projet sur la Mess - l'emprise du projet est représenté en rouge (Géoportail, 2025).



Fig. 300 : la Mess au droit du franchissement de l'autoroute A4 (Géoportail, 2025).

Au Sud de l'autoroute, la Mess poursuit sa route en direction de l'Alzette qu'elle rejoint au Nord de Noertzange.

Le franchissement de la Mess par le corridor multimodal se fera par prolongement des ouvrages mis en place par les Ponts & Chaussées dans le cadre du réaménagement de l'échangeur de Pontpierre.

De manière similaire au Bibeschbaach, la Mess est répertoriée dans le Plan de Gestion des Eaux et fait l'objet de propositions de réaménagements portant sur l'aménagement de déflecteurs de courant favorisant la dynamique fluviale, la mise en place de bandes rivulaires et le rétablissement de la continuité écologique au droit du franchissement de l'autoroute (Fig. 301).

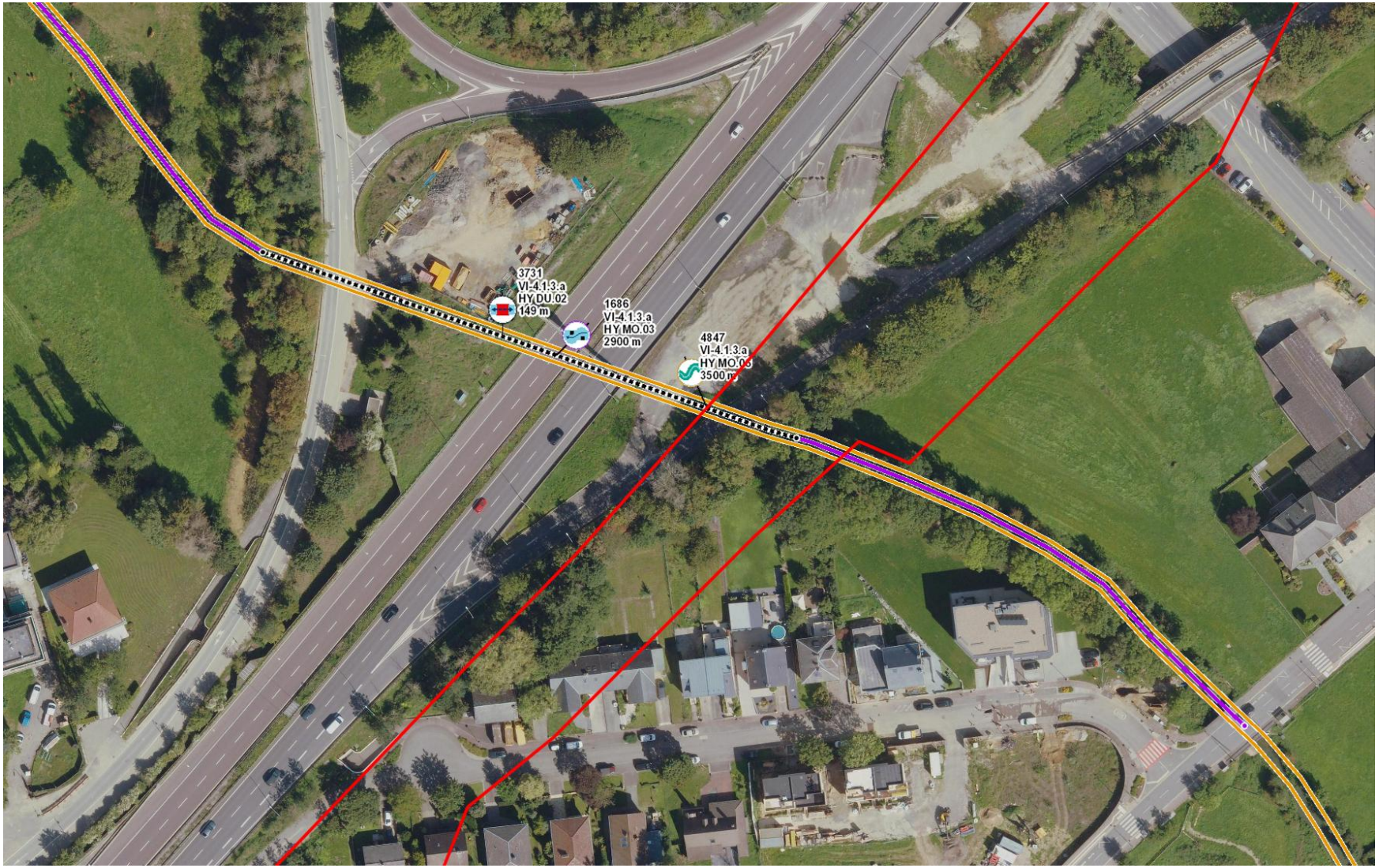


Fig. 301 : Propositions de réaménagements de la Mess au droit du projet (en rouge) selon le Plan de Gestion des Eaux 2021 (Géoportail, 2025).

Qualité des cours d'eau concernés par le projet

HYDROMORPHOLOGIE

La directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE définit la méthodologie à appliquer afin d'évaluer la qualité hydromorphologique des cours d'eau. Tous les 6 ans, un monitoring est réalisé sur le lit mineur, les berges et la plaine alluviale, dont une partie (31 paramètres) permet l'établissement d'une cartographie. Celle-ci se présente sous la forme de 5 bandes parallèles au tracé du cours d'eau, découpées en tronçons.

Les 5 bandes représentent :

- Le lit pour la bande centrale
- Les talus / berges pour les deux bandes attenantes au lit
- La bande rivulaire, le haut de talus pour les deux bandes aux extrémités

Les informations données portent sur la morphologie et la continuité des cours d'eau et suivent une classification à 5 niveaux, représentés chacun par une couleur :

- Bleu : classe 1 (qualité supérieure)
- Vert : classe 2
- Jaune : classe 3
- Orange : classe 4
- Rouge : classe 5 (qualité inférieure)
- Gris : non évalué

Tous les cours d'eau croisés ou touchés par le projet n'ont pas fait l'objet d'une telle cartographie. Seuls le Biebeschbaach et la Mess ont été évalués (Fig. 302 et Fig. 303) :

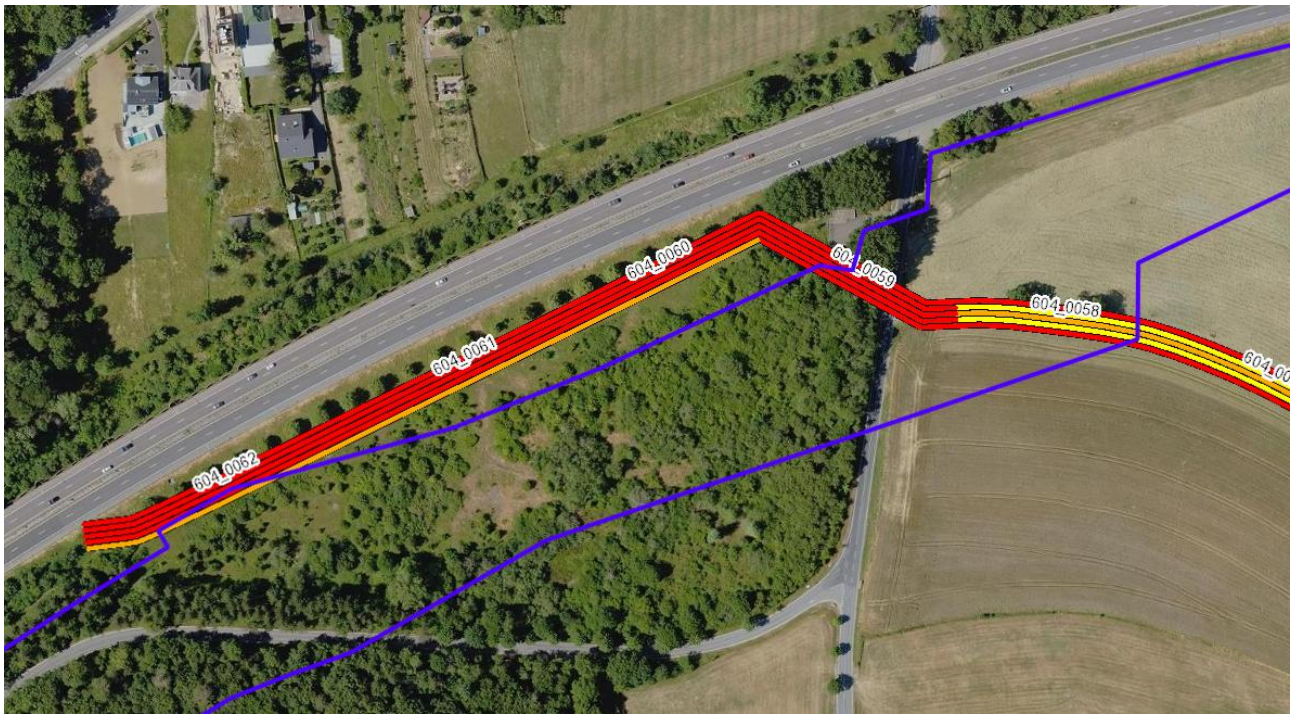


Fig. 302 : qualité hydromorphologique du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).

Ce tronçon du Biebeschbaach présente une qualité mauvaise à l'exception de la bande rivulaire à l'opposé de l'autoroute qui présente une qualité moyenne.

Ce tronçon de la Mess présente une qualité mauvaise sur les 5 bandes.

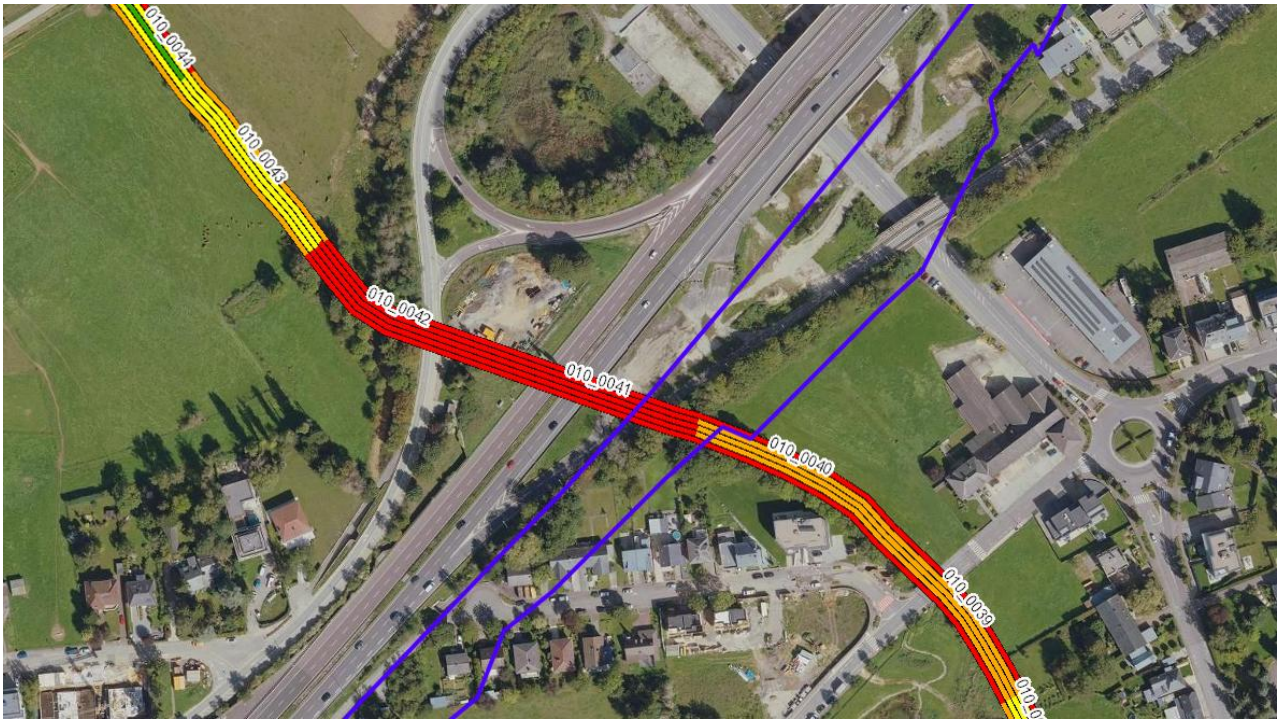


Fig. 303 : qualité hydromorphologique de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).

ETAT ECOLOGIQUE

L'état écologique des cours d'eau a également été évalué dans le cadre du Plan de Gestion 2021 et a porté sur les critères de qualité biologiques, physico-chimiques et éventuellement hydromorphologiques.

Il se présente sous la forme d'une cartographie qui affecte une couleur aux tronçons de cours d'eau évalués :

- Bleu : très bon
- Vert : bon
- Jaune : moyen
- Orange : médiocre
- Rouge : mauvais
- Gris : non évalué

Sur cette évaluation également, seuls le Biebeschbaach et la Mess ont fait l'objet d'investigations. Il apparait que tous deux présentent une qualité mauvaise au droit du projet (Fig. 304 et Fig. 305).

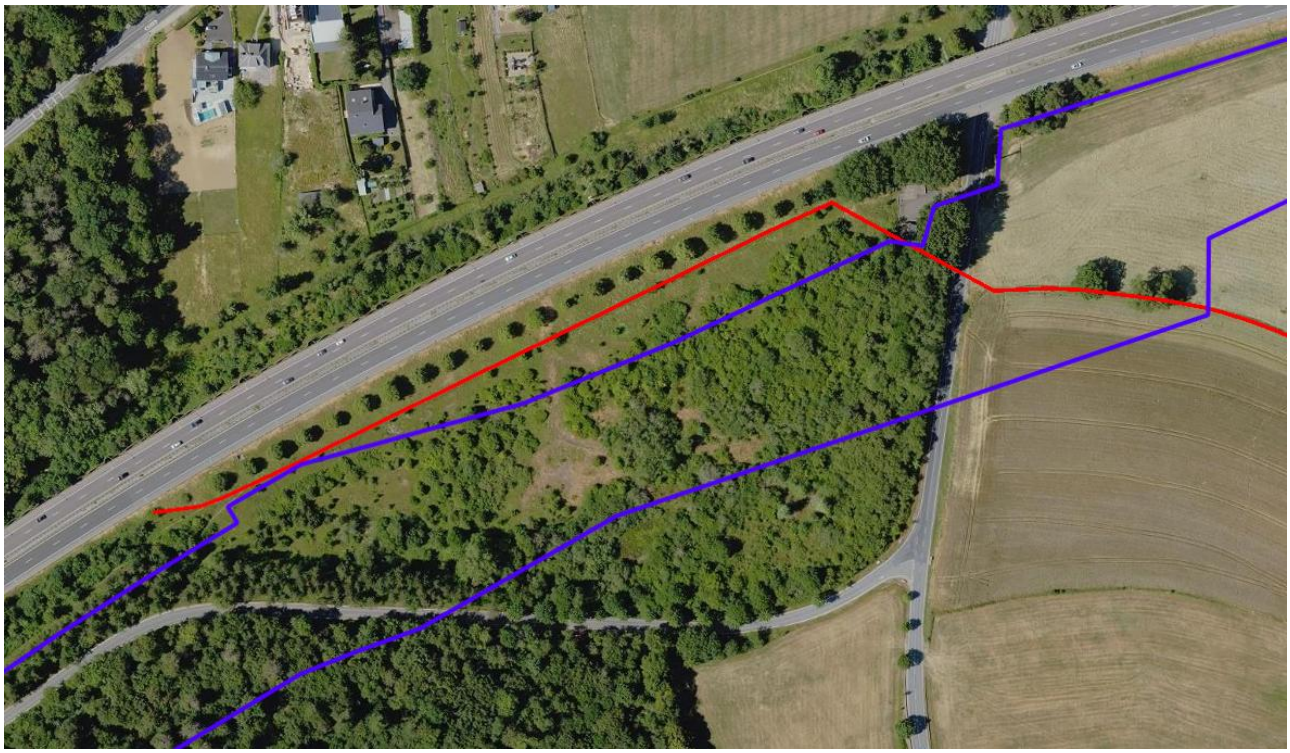


Fig. 304 : qualité écologique du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).



Fig. 305 : qualité écologique de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).

CONCEPT DE CONNECTIVITE

Le concept de la connectivité des habitats aquatiques permet d'évaluer la migration des espèces aquatiques depuis des habitats présentant des conditions locales favorables vers des habitats présentant des conditions moins favorables.

Il se base sur la cartographie du milieu physique réalisée en 2013-2014, les conditions-cadre de planification et sur les restrictions présentes sur site.

Au Luxembourg, le réseau hydrographique des masses d'eau de surface a été divisé en six catégories d'éléments fonctionnels :

- Habitat central (entièrement présent)
- Habitat central (pas entièrement présent)
- Habitat relais (entièrement présent)
- Habitat relais (pas entièrement présent)
- Tronçon de liaison (entièrement présent)
- Tronçon de liaison (pas entièrement présent)
- Tronçon de restriction

Tous les cours d'eau concernés par le projet n'ont pas fait l'objet de l'établissement d'un tel concept. Une nouvelle fois, seuls le Biebeschbaach et la Mess présentent des résultats (Fig. 306 et Fig. 307).

Tous deux sont considérés comme des tronçons de liaison pas entièrement présents.

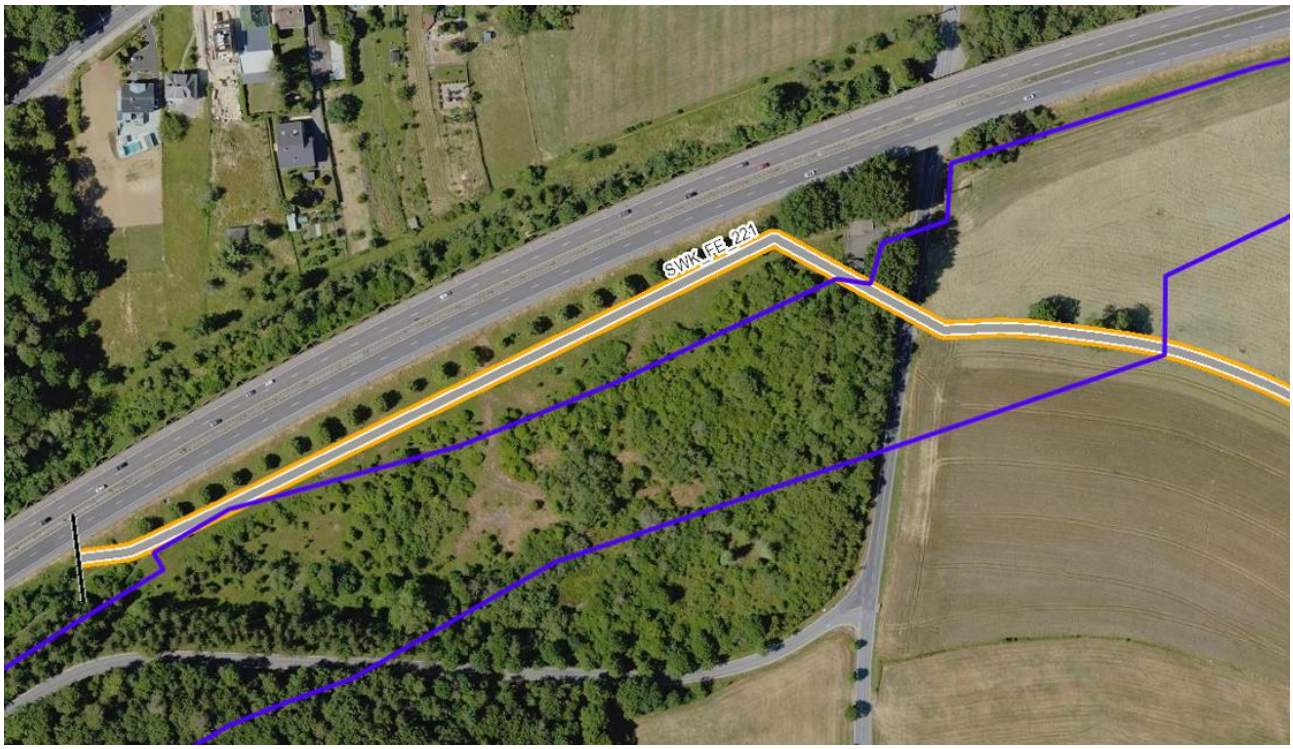


Fig. 306 : concept de connectivité du Biebeschbaach au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).



Fig. 307 : concept de connectivité de la Mess au droit du projet (en bleu) (Géoportail, 2025).

Franchissements des cours d'eau concernés par le projet

Comme énoncé au sous-chapitre « Eaux superficielles – présentation », l'un des impacts du projet sur les cours d'eau concernés sera leur franchissement par le biais d'ouvrages d'art.

Sur les 4 cours d'eau présentés précédemment, 3 seront franchis par le corridor multimodal : le Biebeschbaach, le Mierbech et la Mess.

Le tracé du Biebeschbaach sera le plus impacté par le projet avec un linéaire non négligeable du cours d'eau dévié et au final 3 franchissements (2 nouveaux et 1 existant modifié). Il est toutefois à noter que l'aspect du cours d'eau y gagnera par la renaturation de son lit mineur ; opération qui accompagnera la modification de tracé.

Les 3 franchissements prévus sont dus au corridor multimodal (ouvrage TRB OH 30), à une bretelle cyclable entre le *Veloexpresswee* et le CR163 (ouvrage TRB OH 20) et au CR163 lui-même (ouvrage TRB OH 10).

Les 3 ouvrages permettant ces franchissements présenteront un gabarit identique, à savoir une portée de 2 m pour une hauteur de 1,5 m. Seule la longueur variera avec 28 m couverts par le corridor multimodal, 5 m par la bretelle cyclable et 10 m par le CR163.

Le franchissement du Mierbech par le corridor multimodal se fera grâce à un ouvrage de type pont rail, dénommé OA6, disposé dans le prolongement des deux ouvrages existants (cours d'eau et crapauduc) des Ponts & Chaussées. Ses dimensions seront les suivantes : sa portée maximale sera de 22 m, sa largeur de 16,6 m et la hauteur libre sous l'ouvrage atteindra environ 3,50 m.

Un passage de 1,5 m de large permettra son entretien et la circulation de la faune.

Sa mise en œuvre ne modifiera pas le tracé du Mierbech, sa portée étant prévue pour l'enjamber sans avoir à l'impacter (Fig. 308).

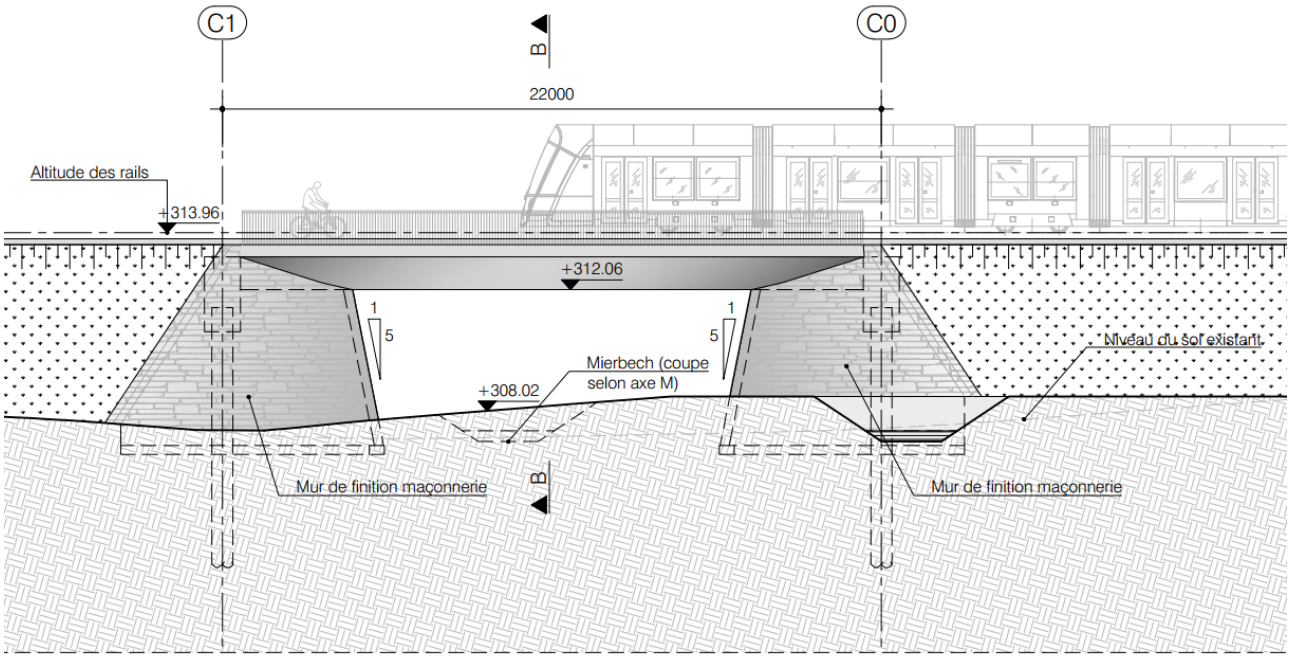


Fig. 308 : coupe de l'ouvrage de franchissement du Mierbech (APS OA Vol J-3 / APS-4468B-TRB-ARC-T4110-PGE-600001, 2025).

Enfin, le franchissement de la Mess se fera par prolongement de l'ouvrage existant des Ponts & Chaussées, en conservant toutefois une séparation de quelques mètres.

L'ouvrage projeté, répertorié sous le sigle OA8, est de type pont rail, présentant des dimensions supérieures à celles de l'ouvrage existant avec une portée maximale de 25 m, une largeur de 20 m environ. La hauteur libre sous l'ouvrage atteindra près de 4,40 m et un passage de 1,5 m permettra son entretien et la circulation de la faune.

Là également, sa mise en œuvre ne modifiera pas le tracé de la Mess, sa portée étant prévue pour l'enjamber sans avoir à l'impacter (Fig. 309).

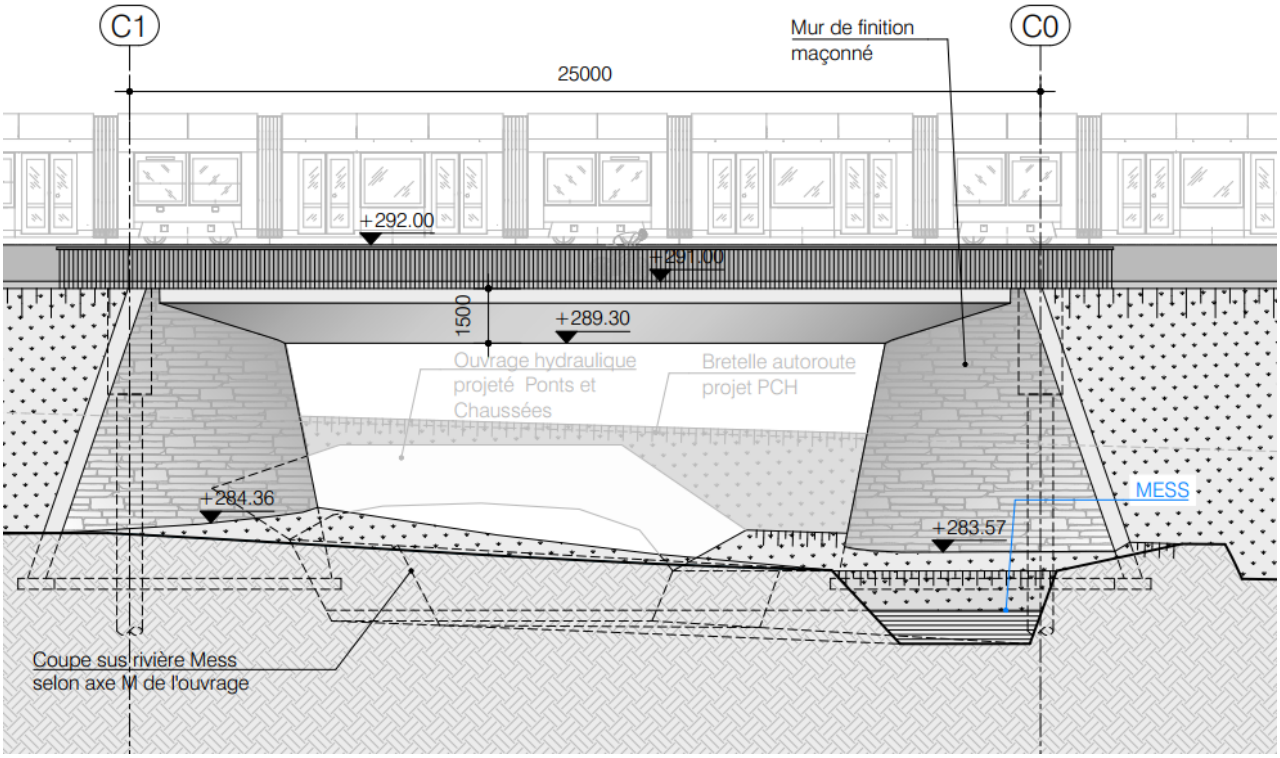


Fig. 309 : coupe de l'ouvrage de franchissement de la Mess (APS OA Vol J-3 / APS-4468B-TRB-ARC-T4110-PGE-800001, 2025).

Problématiques d'inondabilité et de risque de crues subites

Concernant le risque d'inondation, une cartographie spécifique, reposant sur les résultats de modélisations 2021 d'une pluie d'occurrence 100 ans, est disponible en ligne.

Ces évaluations permettent de répondre aux demandes de la Directive Inondation 2007/60/CE.

Aucun des cours d'eau présentés ci-dessus ne présente de zones inondables au droit du projet. Cet aspect ne concerne toutefois que l'inondation par débordement de cours d'eau lors d'un épisode centennal.

D'autres aspects sont également étudiés et doivent être pris en compte dans l'évaluation et notamment celui du risque de crues subites. Celles-ci sont dues à des pluies intenses (occurrence centennale) intervenant sur un laps de temps réduit (ici 1h).

Bien que le tracé du corridor multimodal ne soit pas localisé en zones inondables, son altimétrie et celle des terrains environnants l'expose à une montée d'eau en cas de phénomènes pluviaux extrêmes.

En effet, la carte des risques de crues subites (Fig. 311), consultable sur Géoportail, indique que certains points spécifiques du tracé sont soumis à un risque d'accumulation d'eau présentant une hauteur d'eau et/ou une vitesse d'écoulement problématique (Fig. 310).

Ce risque est croisé avec la topographie et la configuration générale des lieux et aboutit à la cartographie du danger de crue subite. A noter que sur cette cartographie, seules les hauteurs supérieures ou égales à 4 cm et les vitesses supérieures ou égales à 0,2 m/s sont affichées.

		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

Fig. 310 : critères pris en compte pour l'évaluation des crues subites et leurs seuils (LUBW, 2019).

Les zones critiques pour ce type de risque sont systématiquement les petits cours d'eau, fossés et thalwegs. On en récence plusieurs sur le tracé de la ligne.

Tout d'abord, il semble que le cours d'eau longeant la route d'Esch (TR1) soit l'exutoire des eaux de ruissellement des terrains situés du côté Nord de la N4. Celles-ci traversent la route et s'accumulent en amont du cours d'eau, sur des terrains concernés par le tracé du corridor multimodal (Fig. 311).



Fig. 311 : Situation en cas de crue subite au droit du cours d'eau longeant la N4 / TR1– l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).

Le second secteur concerné est situé au droit du Biebeschbaach. D'une manière similaire au cours d'eau précédent, le Biebeschbaach reçoit les eaux de ruissellement des terrains situés de l'autre côté de l'autoroute A4 cette fois-ci.

Pour cela, les eaux de crue utilisent l'ouvrage OA1099-1 pour franchir l'autoroute (Fig. 312). Or, il s'agit du site d'implantation du futur ouvrage OA3.



Fig. 312 : Situation en cas de crue subite au droit du Bibeschbaach / TR2 – l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).

La traversée de la forêt de Leudelange présente également un secteur soumis aux crues subites. Il concerne tout d'abord le fossé de collecte des eaux de ruissellement en bordure Sud de l'autoroute. Son tracé, qui mène à un étang, est en grande partie situé sur celui du futur corridor multimodal.

Dans le même secteur, le Mierbesch, qui traverse l'autoroute en reprenant les eaux de la station-service Nord de Pontpierre, peut également générer des mises en charge. L'amont et l'aval du franchissement sont des zones sensibles qui présentent un risque élevé.

Ces deux secteurs problématiques sont représentés sur la Fig. 313.



Fig. 313 : Situation en cas de crue subite au droit de la fôret de Leudelange et du Mierbech / TR3 – l'emprise du projet est représentée en bleu (Géoportail, 2025).

Le dernier secteur concerné est celui de l'échangeur de Pontpierre qui présente deux situations liées au risque. Tout d'abord, une forte sensibilité de la Mess au phénomène de crue subite qui génère donc des zones à risque, notamment à l'amont de l'échangeur mais également à la sortie du franchissement. La seconde situation est la sensibilité au risque affichée par le secteur urbanisé au Sud de l'autoroute et dont les voiries servent à évacuer les eaux de crue (Fig. 314).

Il est toutefois à noter que l'échangeur considéré dans l'étude des crues subites n'est pas dans sa configuration future.



Fig. 314 : Situation en cas de crue subite au droit de l'échangeur de Pontpierre / TR4 et TR5 (Géoportail, 2025).

Eaux souterraines et zones de protection de l'eau potable

Outre les eaux courantes et les eaux stagnantes, les eaux souterraines sont également à considérer dans l'EIE. En effet, les impacts sur les eaux de surfaces influencent directement les eaux souterraines. Dans certaines circonstances, cela peut affecter le taux de recharge des eaux souterraines, mais cela peut également entraîner des modifications de la qualité physique/chimique de celles-ci.

Il est nécessaire de veiller à ce que l'aménagement et l'exploitation du tram rapide 1 n'introduise pas de substances dans les eaux souterraines, qui peuvent avoir des effets en aval sur le sol (voir chapitre 7.4) ou sur l'Homme (voir chapitre 7.2).

De plus, les effets potentiels du projet sur la zone de protection de l'eau potable impactée par la partie Nord du tracé sera à considérer dans l'EIE.

Le grès de Luxembourg est un horizon géologique renfermant un aquifère qui revêt une importance capitale pour l'alimentation en eau potable de la population de Luxembourg-Ville.

En effet, la ville de Luxembourg y puise une grande partie (plus de 60 %) de ses besoins en eau, le reste étant fourni par le Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-sur-Sûre (SEBES).

L'approvisionnement est issu de 6 zones à sources, toutes situées à moins de 10 kilomètres de la commune :

- Les sources de Kopstal en rive droite (22 sources) et rive gauche (11 sources) de la Mamer,
- Les sources de Millebaach et Siweburen (4 sources),
- Les sources de Glaasburen et Dommeldange (11 sources),
- Les sources du Birelergronn (13 sources),
- Le captage de Polfermillen (1 source),
- Le forage-captage Tubishaf (2 puits)

La répartition d'approvisionnement entre les différentes zones au cours de l'année 2023 est présentée sur la Fig. 315.



Fig. 315 : Graphique de répartition de la provenance de l'eau potable distribuée à Luxembourg-Ville en 2023 (Ville de Luxembourg, Service Eaux, rapport d'activités 2023).

Ces zones à sources sont pourvues de Zones de Protection (ZPS). Seule l'une d'entre-elles est impactée par le projet d'aménagement du tronçon tram rapide 1 : il s'agit de la zone du Tubishaff.

Sur cette zone, l'étude de délimitation des ZPS a été achevée en juin 2023 et la démarche est actuellement à l'étape de la procédure d'enquête publique. Les ZPS sont présentées sur la Fig. 316 :

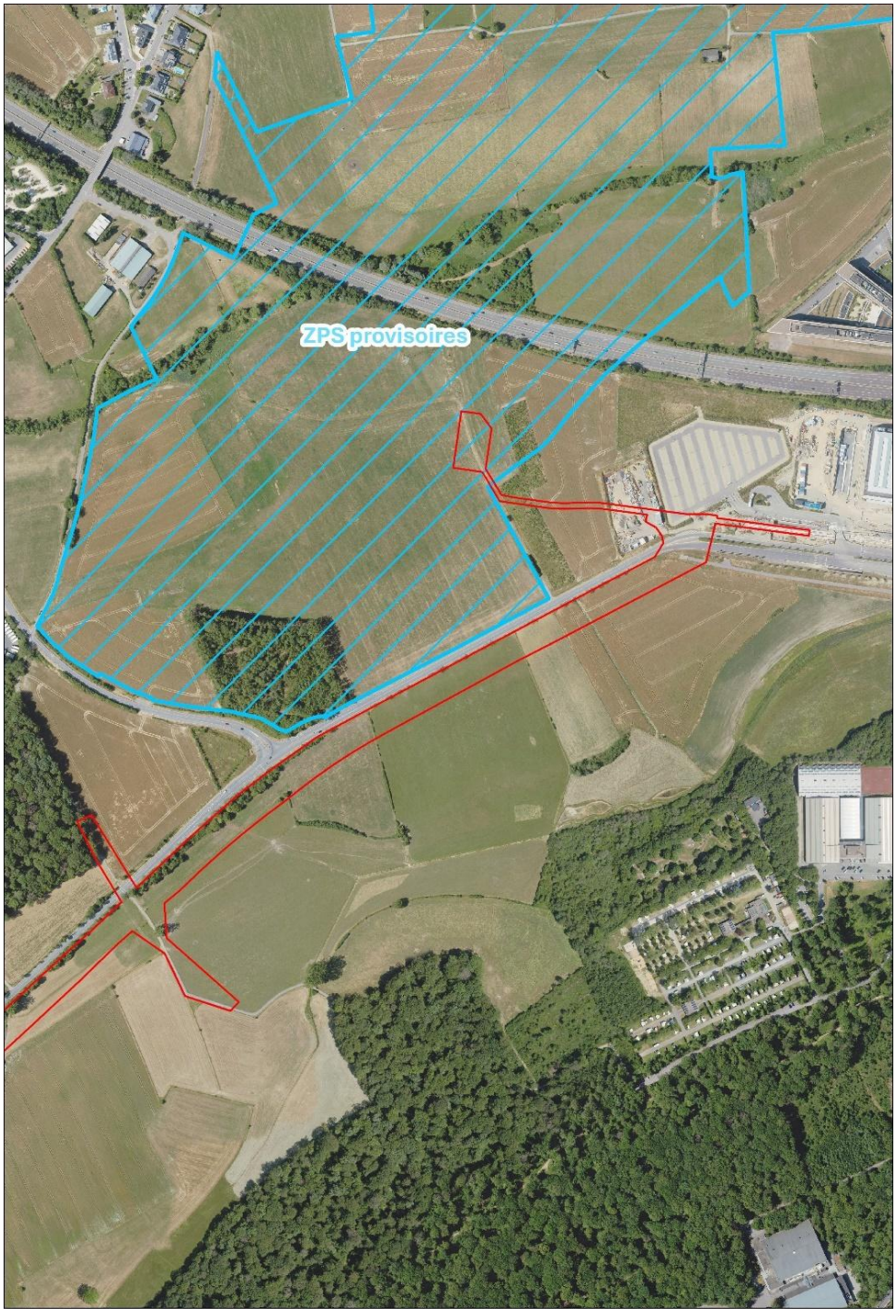


Fig. 316 : Proposition de ZPS des forages-captages Tubishaff – l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2025).

Un « Projet de Règlement Grand-Ducal portant création de zones de protection autour des captages d'eau souterraine Tubishaff 1 et Tubishaff 2 situées sur le territoire de la commune de la ville de Luxembourg » a également été rédigé.

On y apprend que l'eau est captée respectivement à 140 et 122 m de profondeur dans la nappe captive du grès de Luxembourg. Elle subit ensuite une déferrisation et une démanganisation, puis est filtrée sur des filtres à sables sous pression pour éliminer l'excès de fer.

La capacité de production est de 5 m^3/h pour le forage 1 et de 35 m^3/h pour le forage 2.

L'assainissement pluvial du périmètre d'étude

L'aménagement du corridor multimodal va entrainer l'imperméabilisation d'une partie des surfaces concernées. Lors des phénomènes pluvieux, les débits et volumes d'eaux pluviales générées par ces surfaces scellées ne correspondront plus à ceux de surfaces naturelles.

En vertu de la loi relative à l'eau du 19 décembre 2008 et des prescriptions de l'Administration de la Gestion de l'Eau, ces différences doivent être compensées par la régulation des débits de ruissellement et le tamponnage des volumes pour une pluie d'occurrence décennale.

Or, le tracé du corridor multimodal est situé en grande partie en secteur extra-urbain où il n'y a pas de réseaux pluviaux existants. Le concept d'assainissement pluvial du projet doit donc s'adapter aux caractéristiques du tracé et des secteurs traversés.

Concept d'assainissement du projet

Sur le tronçon tram rapide 1, différents types de revêtement sont planifiés (chapitre 3), certains étant semi-perméables (revêtement végétalisé) alors que d'autres seront imperméables (béton désactivé ou bitumeux, stabilisé renforcé…).

Il est rappelé que les voies de tramway sont aménagées selon le principe des longrines longitudinales.

La bande verte projetée dans le profil d'aménagement est, elle, perméable car recouverte de terre végétale et végétalisée. En section standard, elle est située en position centrale, entre les voies de tramway et le *Veloexpresswee* alors qu'en section restreinte, elle est aménagée le long de la piste cyclable (Fig. 317 et Fig. 318).

Cet espace est prévu pour la collecte, la rétention voire l'infiltration des eaux pluviales du projet par son aménagement sous forme de noue.

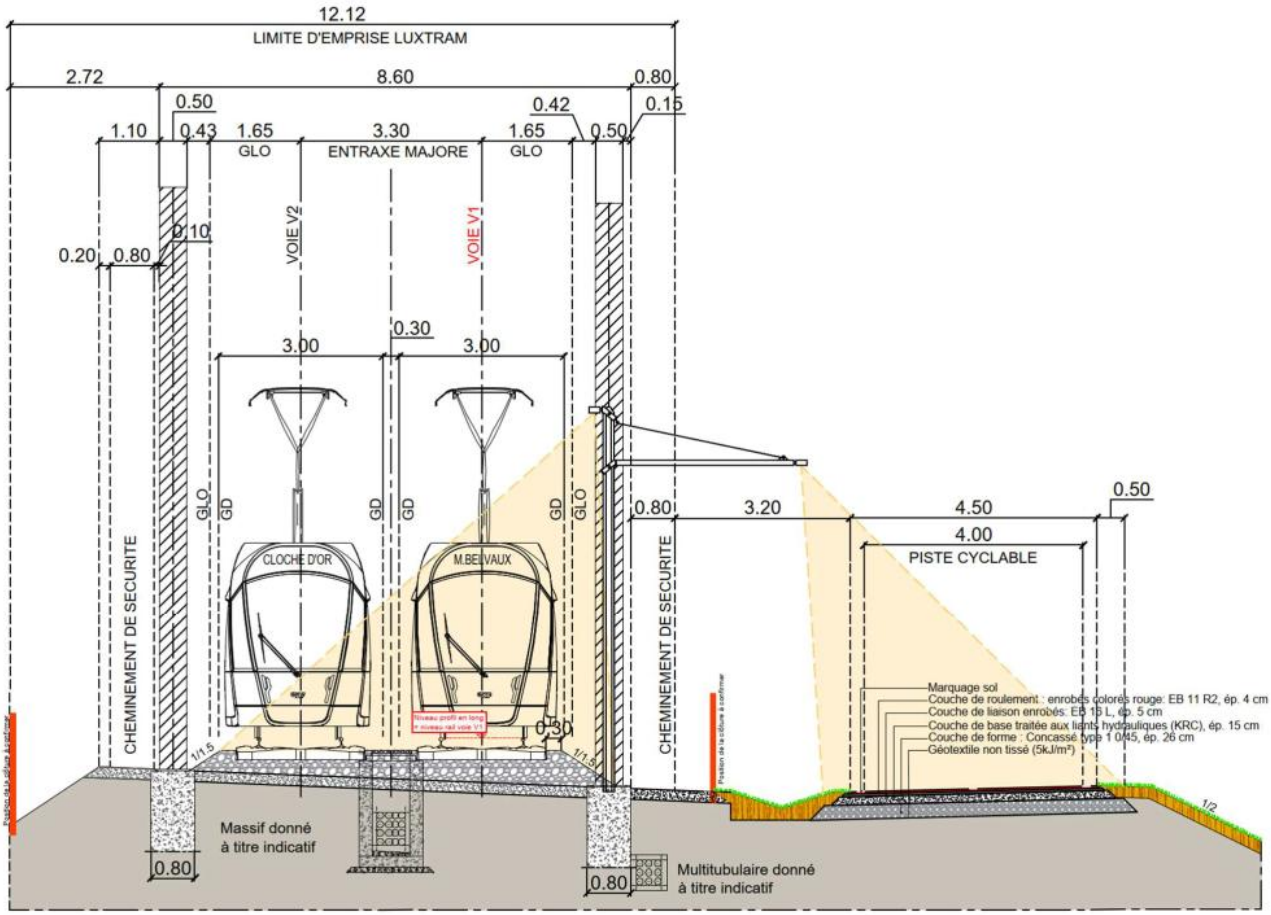


Fig. 317 : Emplacement de la noue d'infiltration dans une section standard d'aménagement du corridor multimodal (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).

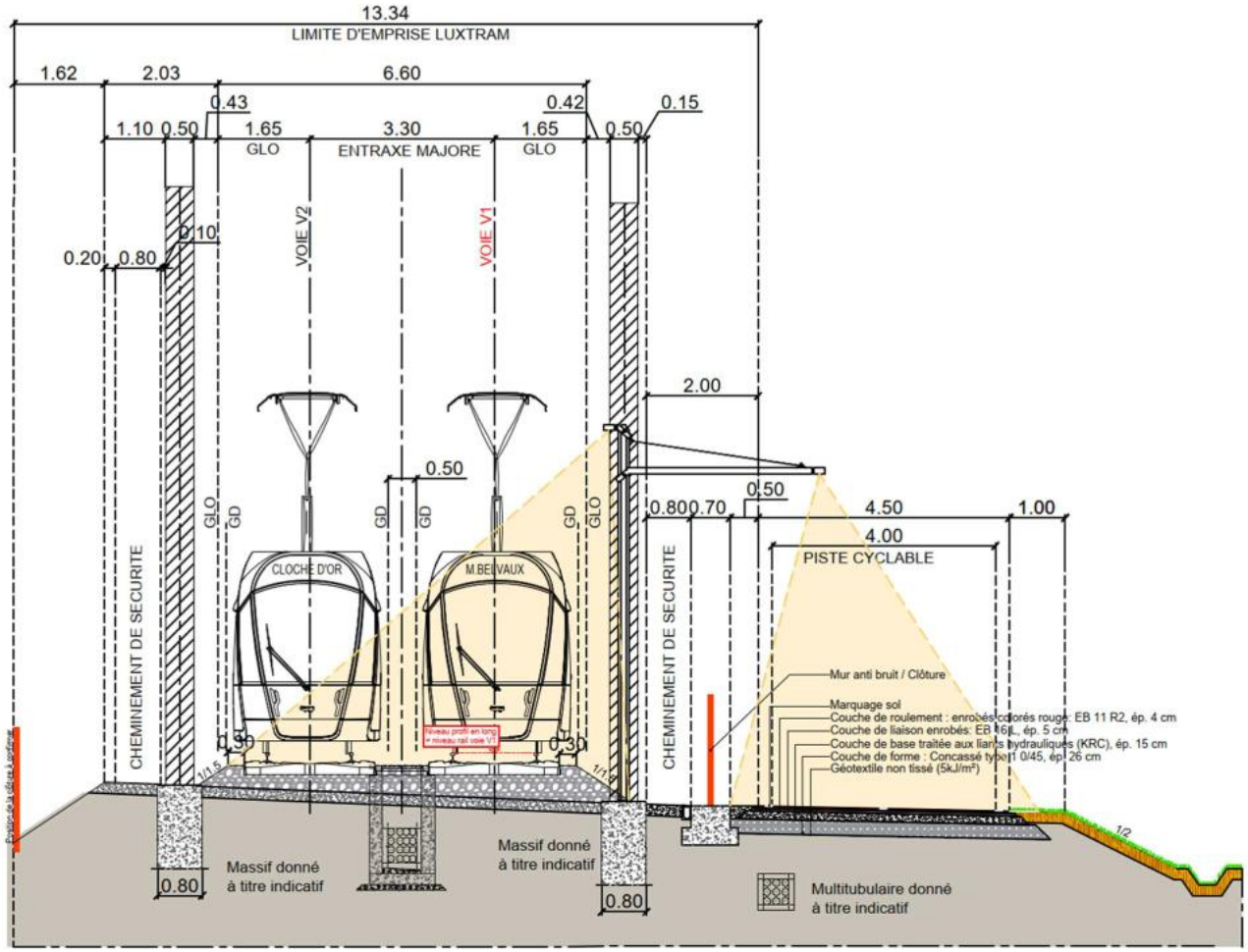


Fig. 318 : Emplacement de la noue d'infiltration dans une section restreinte d'aménagement du corridor multimodal (APS Vol. J-8 / APS_4469B_TR_INF_T3218_PCP_000001_F#Profil en travers type, 2025).

En section standard, les voies de tramway et le *Veloexpresswee* présenteront un dévers en direction de la noue alors qu'en section restreinte, le dévers sera unique en direction de l'espace vert, disposé en bordure de section.

Sur la base de coefficients d'imperméabilisation affectés à chaque surface de revêtement, un prédimensionnement a été réalisé pour chaque section d'aménagement.

Ce prédimensionnement a concerné dans un premier temps les débits ruisselés : 100 m de section standard génèrera un débit de 14,7 l/s et 100 m de section restreinte un débit de 14,9 l/s.

Dans un second temps, la capacité d'infiltration des sols a été évalués par la réalisation d'essais Matsuo par un géotechnicien à 3 endroits du tracé (annexe 17 du rapport EIE du tracé initial).

Les résultats font état de 2 essais caractérisant un sol présentant une capacité d'infiltration suffisante (>10^{-6} m/s) et un essai caractérisant un sol insuffisamment perméable (<10^{-6} m/s).

Tab. 50 : Résultats des essais Matsuo réalisés le long du tracé (Source : Fondasol, 2024).

N° essai	Essai	Perméabilité
1	L1	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
2	L2	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
3	L3	$<5.10^{-7}$ m/s

Ces résultats ont orienté les choix d'aménagement.

Ces derniers consistent à collecter les eaux pluviales gravitairement dans une rigole centrale réalisée sous forme de noue de rétention dans la section standard ou d'un caniveau à grille dans la section restreinte. Dans le cas de la noue, on se servira de celle-ci pour assurer déjà un premier volume de rétention. Ce volume sera complété ensuite d'un massif filtrant sous-jacent réalisé en gravier (Fig. 319). Dans le cas de la section restreinte, toute la rétention sera réalisée dans ce massif (Fig. 320).

En sortie de rétention, lorsque cela est possible (sol suffisamment perméable), l'infiltration sera préconisée. Lorsqu'elle ne pourra pas être utilisée (mauvaise perméabilité), les eaux seront évacuées via des canalisations vers les exutoires identifiés (cours d'eau ou réseaux pluviaux existants).

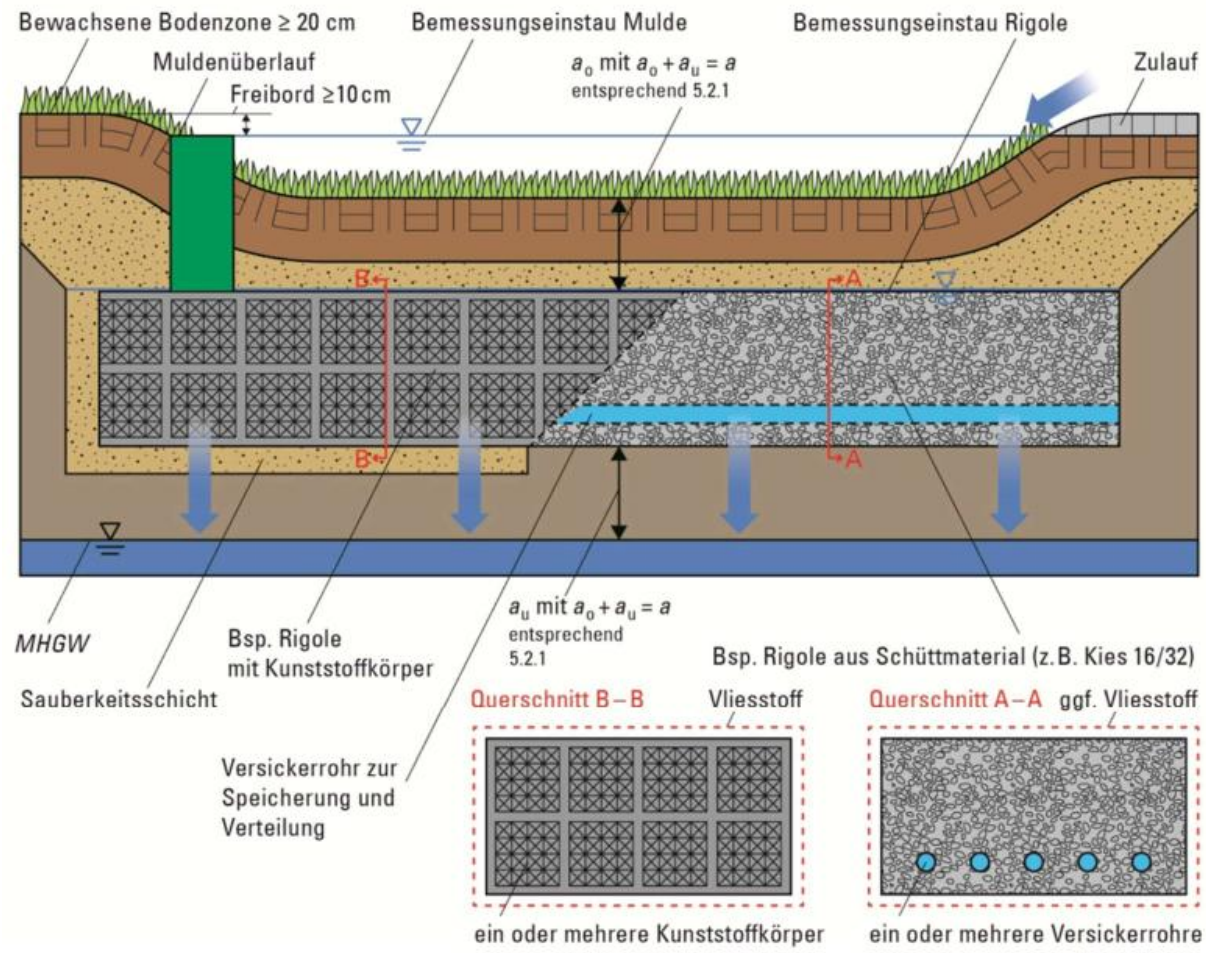


Fig. 319 : Représentation du principe d'assainissement sur base du combiné noue / massif d'infiltration (section standard) (norme DWA A138, 2005).

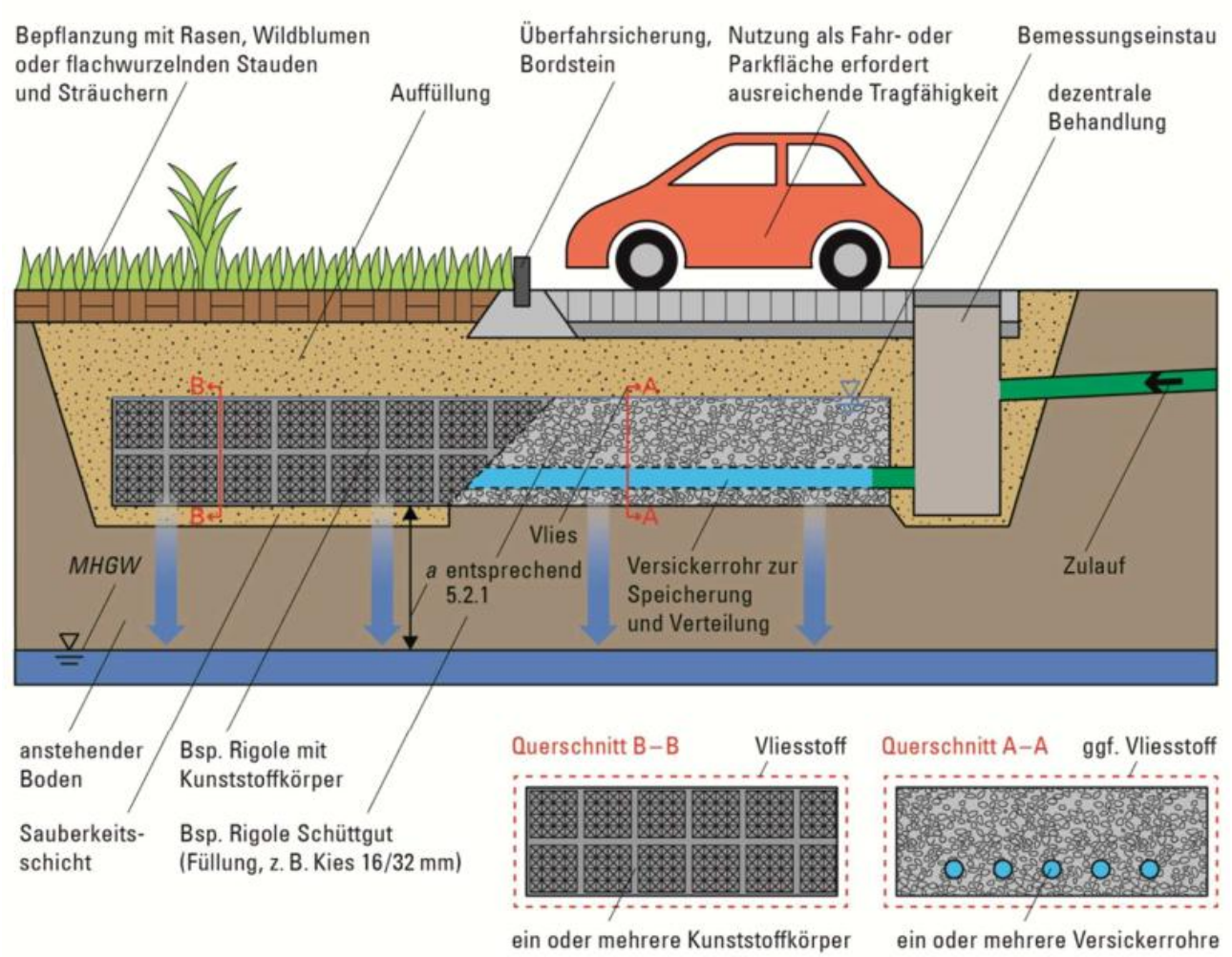


Fig. 320 : Représentation du principe d'assainissement sur base du massif d'infiltration (section restreinte) (norme DWA A138, 2005).

La dernière étape du prédimensionnement a consisté à vérifier la capacité de rétention de la noue et des massifs filtrants afin d'optimiser le stockage des volumes d'eaux pluviales générées.

Pour les secteurs présentant des perméabilités jugées suffisantes, les dimensionnements retenus sont les suivants :

- En section standard, le profil retenu pour la noue enherbée permettra la rétention de 14,5 m^3 sur 100 m et présentant un temps de vidange d'environ 18 heures.
  Une fois ce volume de rétention atteint, les eaux collectées seront dirigées vers le massif d'infiltration sous-jacent de 2 m de large pour une hauteur de 0,46 m. Le volume de rétention atteindra 27,5 m^3 (sur 100 m / indice de vide de 30%). En cas de pente, la hauteur du massif sera passée à 0,92 m.
  Le débit d'infiltration considéré est de 2,39 l/s.ha.
- Pour ce qui est de la section restreinte, le manque de place nécessite de remplacer la noue par un caniveau central de collecte amenant les eaux pluviales à un massif filtrant souterrain après transit par un dispositif de prétraitement (rendement de 40% sur les MES et de 50% sur la pollution dissoute).
  Le massif filtrant présentera une largeur de 4 m pour une hauteur de 0,29 m, ce qui permettra une rétention d'environ 35 m^3 (sur 100 m / indice de vide de 30%). En cas de pente, la hauteur du massif sera passée à 0,58 m.
  Le débit d'infiltration considéré est de 4,03 l/s.ha.

Pour les secteurs présentant des perméabilités insuffisantes, la rétention à hauteur d'une occurrence décennale est assurée :

- En section standard, le besoin de rétention est de 26 m^3 pour 100 m de voie ce qui est inférieure à la capacité de la noue enherbée (29 m^3) pour une pente nulle. En cas de présence d'une pente, des redents et/ou cloisonnements étanches seront aménagés dans la noue et le massif filtrant complémentaire afin de proposer une série de compartiments indépendants. La hauteur du massif sera adaptée aux besoins.
- Pour ce qui est de la section restreinte, le massif filtrant souterrain devra stocker un volume de 27 m^3 pour 100 m de voie. La hauteur du massif sera adaptée en cas de pente.

Dans chaque cas, des mesures seront prises afin de limiter les risques de colmatage.

Les exutoires identifiés

Plusieurs exutoires ont d'ores et déjà été identifiés.

En secteurs urbains, il pourra s'agir des réseaux pluviaux existants sous réserve d'une vérification des capacités de ces derniers.

En secteurs extra-urbains, les exutoires seront les cours d'eau et fossés croisés par le projet et donc la présentation a été faite précédemment.

Les bassins de rétention complémentaires

A certains endroits du projet, la rétention et l'infiltration des eaux décrites précédemment ne pourra pas être appliquée : il s'agit des zones présentant des ouvrages de franchissement, certaines stations et les sous-stations de traction isolées.

En remplacement, le projet prévoit l'aménagement à ces endroits de bassins de rétention complémentaires.

Sur le tronçon tram rapide 1, les ouvrages de franchissement mais également le nouvel échangeur de Pontpierre, les stations de Leudelange et de Foetz et deux sous-stations de traction (SST) isolées sont concernées.

En ce qui concerne les ouvrages de franchissement, chaque cas sera traité en fonction des caractéristiques d'implantation en privilégiant en priorité le raccordement à un système de rétention/infiltration de la ligne ou à un bassin de rétention complémentaire. Si aucune de ces deux solutions n'est envisageable, l'implantation d'un bassin de rétention spécifique sera réalisée.

Au droit du futur échangeur de Pontpierre, les ouvrages OA7 (franchissement de la Grand-rue) et OA8 (franchissement de la Mess), sont précédés et suivis de sections restreintes ne permettant pas l'implantation des systèmes de rétention/infiltration planifiés sur les autres tronçons. De ce fait, il est prévu d'aménager un bassin de rétention paysager avant rejet à la Mess ou raccordement au dispositif prévu sous la piste cyclable.

Le linéaire concerné porte sur 1150 mètres de sections restreintes sans piste cyclable.

Une proposition d'implantation de l'éventuel bassin a été étudiée et est représentée sur la Fig. 321.

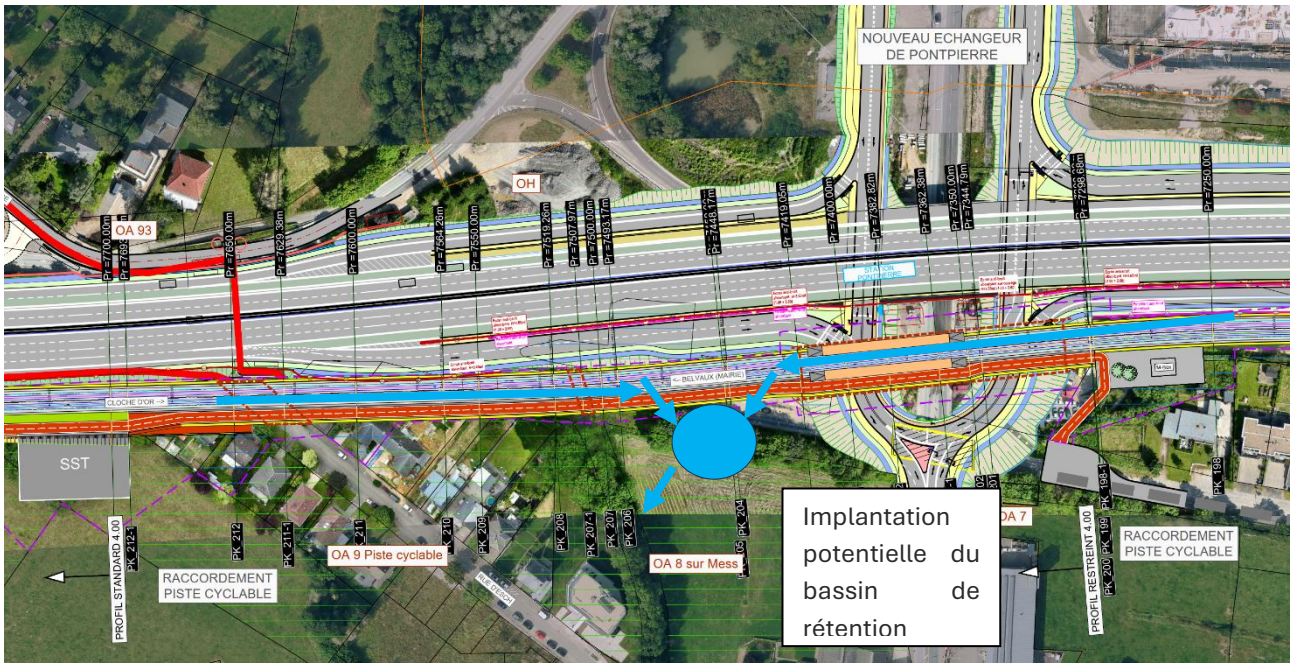


Fig. 321 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de l'échangeur de Pontpierre (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

Au niveau de la station de Leudelange, les surfaces imperméables représenteront 3.965 m^2. Les eaux de ruissellement qu'elles génèreront seront dirigées vers un bassin de rétention strict, l'infiltration n'étant pas envisageable à cet endroit (perméabilité des sols incompatible).

Le volume de rétention décennal, dimensionné selon l'ATV A117, atteindra 108 m^3 (0,5 m de hauteur d'eau) pour un débit de fuite de 4,36 l/s (Fig. 322).

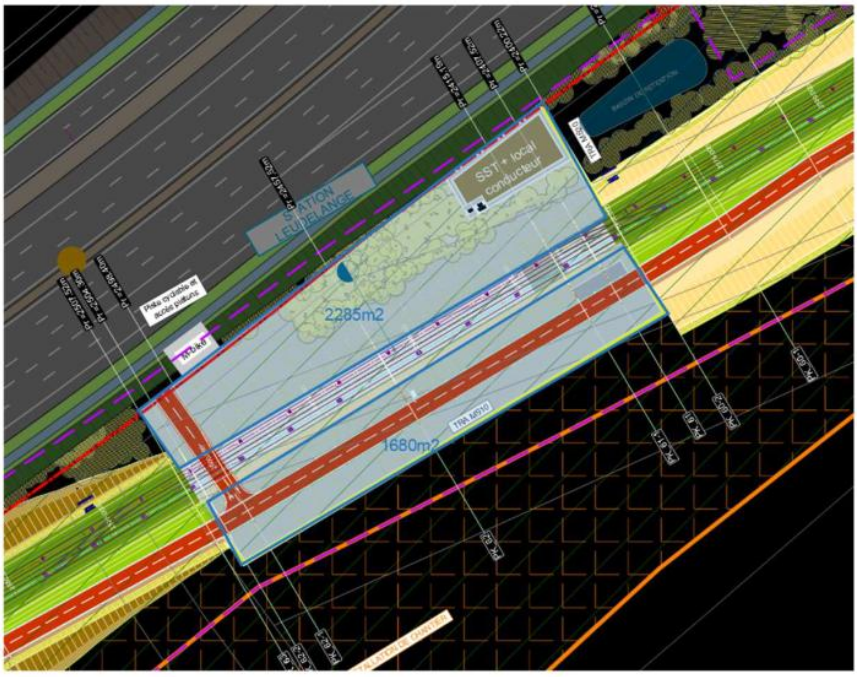


Fig. 322 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de la station de Leudelange (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

Au droit de la station de Foetz, la perméabilité des sols étant favorable, c'est l'infiltration qui sera retenue. Les eaux générées par les 2.580 m^2 de surfaces imperméables seront dirigées vers une noue de 100 m de long pour 5 m de large (Fig. 323).

Le volume de rétention décennal atteindra également 108 m^3 sur cet aménagement.

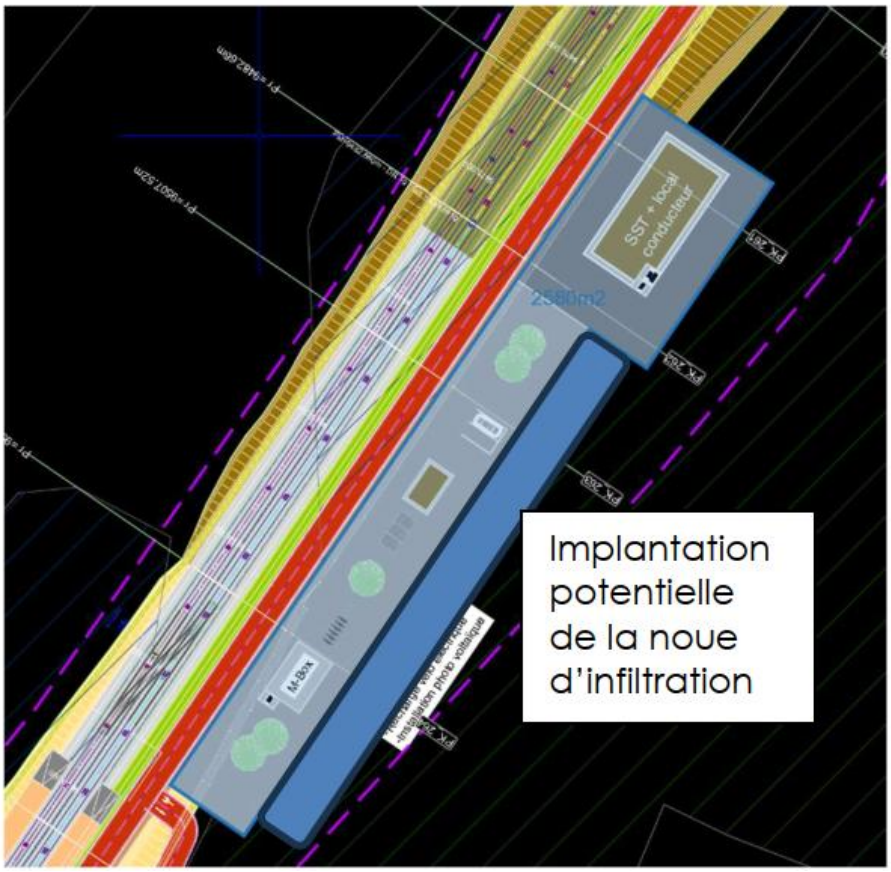


Fig. 323 : Proposition d'implantation d'une noue d'infiltration des eaux pluviales au droit de la station de Foetz (APS Vol. J-3, APS_4469B_TR_INF_T3310_PLA_000002_F#VueEnPlanGeneral, 2025).

Les eaux pluviales générées par les surfaces imperméables d'une sous-station de traction isolée (1025 m^2 pour chaque SST) seront gérées de la même manière que pour celles de la station de Foetz, à savoir par l'usage d'une noue d'infiltration.

Cette sous-station est planifiée au PK 164, à proximité de la station-service Sud de Pontpierre.

L'ouvrage d'infiltration projeté présentera les caractéristiques suivantes : 50 m de long pour 5 m de large et un volume de rétention décennal disponible de 54,5 m^3.

Tracé optimisé

Eaux superficielles - présentation

En ce qui concerne la description des cours d'eau impactés par le projet, il convient en premier lieu de procéder à un rectificatif relatif au Bibeschbaach.

Celui-ci faisait partie de la liste des cours d'eau impactés par le projet lors du tracé initial. Cependant, l'AGE a rapidement signalé qu'une vérification de tracé devait avoir lieu, ce qui a été fait au cours du printemps 2025. Les constations faites sur site par l'administration ont été jointes à l'avis relatif au contenu du rapport d'évaluation daté du 09/07/2025.

Il apparait alors que le cours d'eau Bibeschbaach ne s'écoule plus comme cela est représenté sur la couche « Cours d'Eau » du site Géoportail, utilisé en référence (cf. Fig. 324).

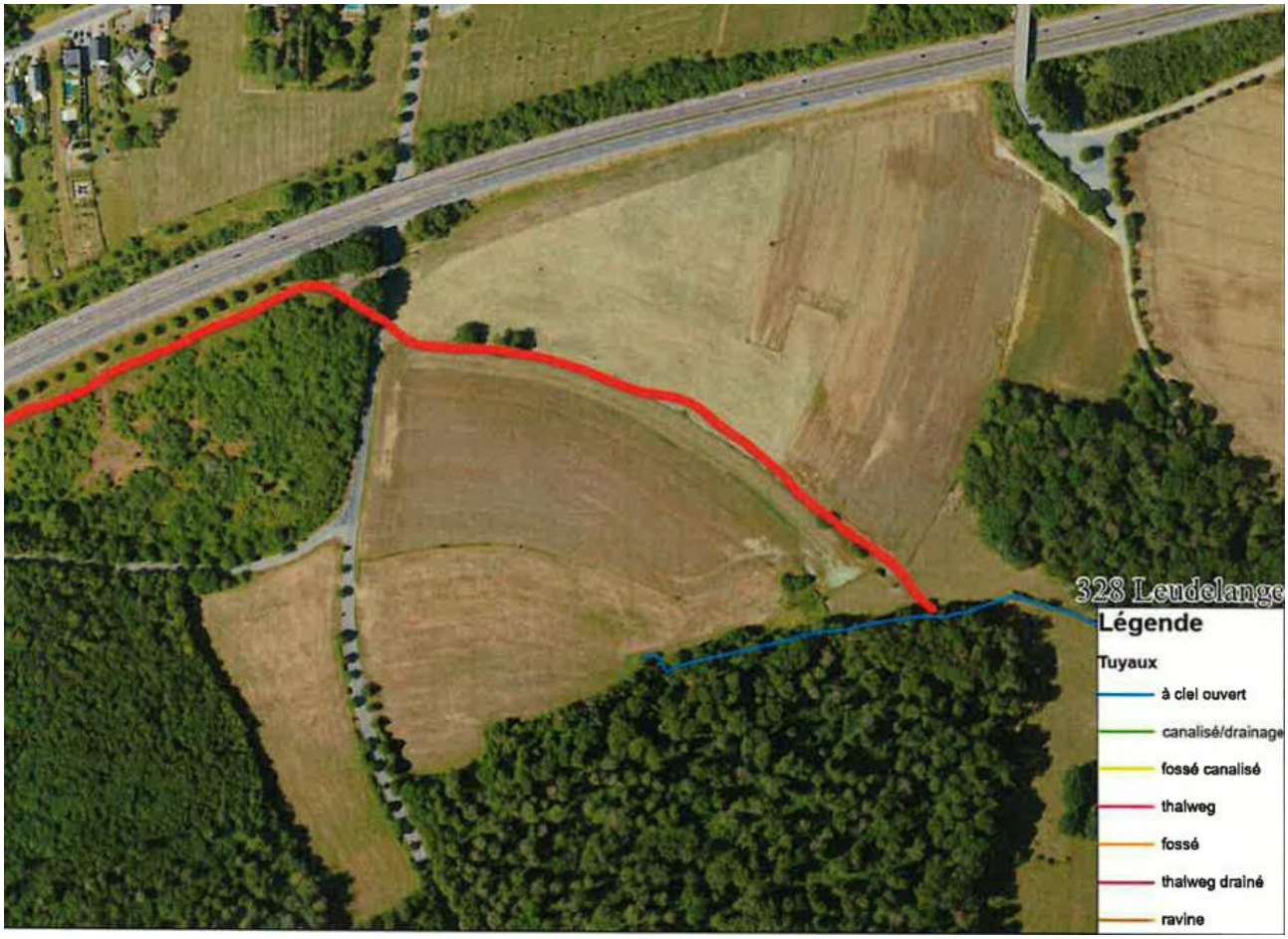


Fig. 324 : Constations in situ de l'AGE relatives au tracé du Bibeschbaach (ancien tracé en rouge et nouveau tracé en bleu) (AGE, 2025)

Le Bibeschbaach ne s'écoule donc plus à proximité de l'autoroute et ne traverse plus le couloir multimodal. L'ancien tracé du cours d'eau correspond à un écoulement de fond de thalweg qui sera aménagé le long du *Veloexpresswee* à l'Ouest de la rue de Bettembourg et retrouvera son tracé actuel à l'Est. Le franchissement de la voirie sera assuré par la mise en place de l'ouvrage hydraulique OH 30 d'une largeur de 2 m.

Concernant les autres cours d'eau listés, les affluents du Drosbech et du Mierbech seront impactés en tracé optimisé de façon similaire au tracé initial.

Pour ce qui est du Mierbech, le franchissement de l'autoroute A4 ainsi que les aménagements annexes ont fait l'objet d'une réunion spécifique le 14 mai 2025 regroupant l'AGE, Luxtram et les Ponts & Chaussées. Initialement projeté en diagonale sous l'A4 (comme le busage existant – cf.Fig. 325), il est maintenant prévu d'aménager le franchissement commun autoroute/couloir multimodal perpendiculairement à ces équipements (cf. Fig. 326).



Fig. 325 : localisation de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet est représenté en jaune (Géoportail, 2026).

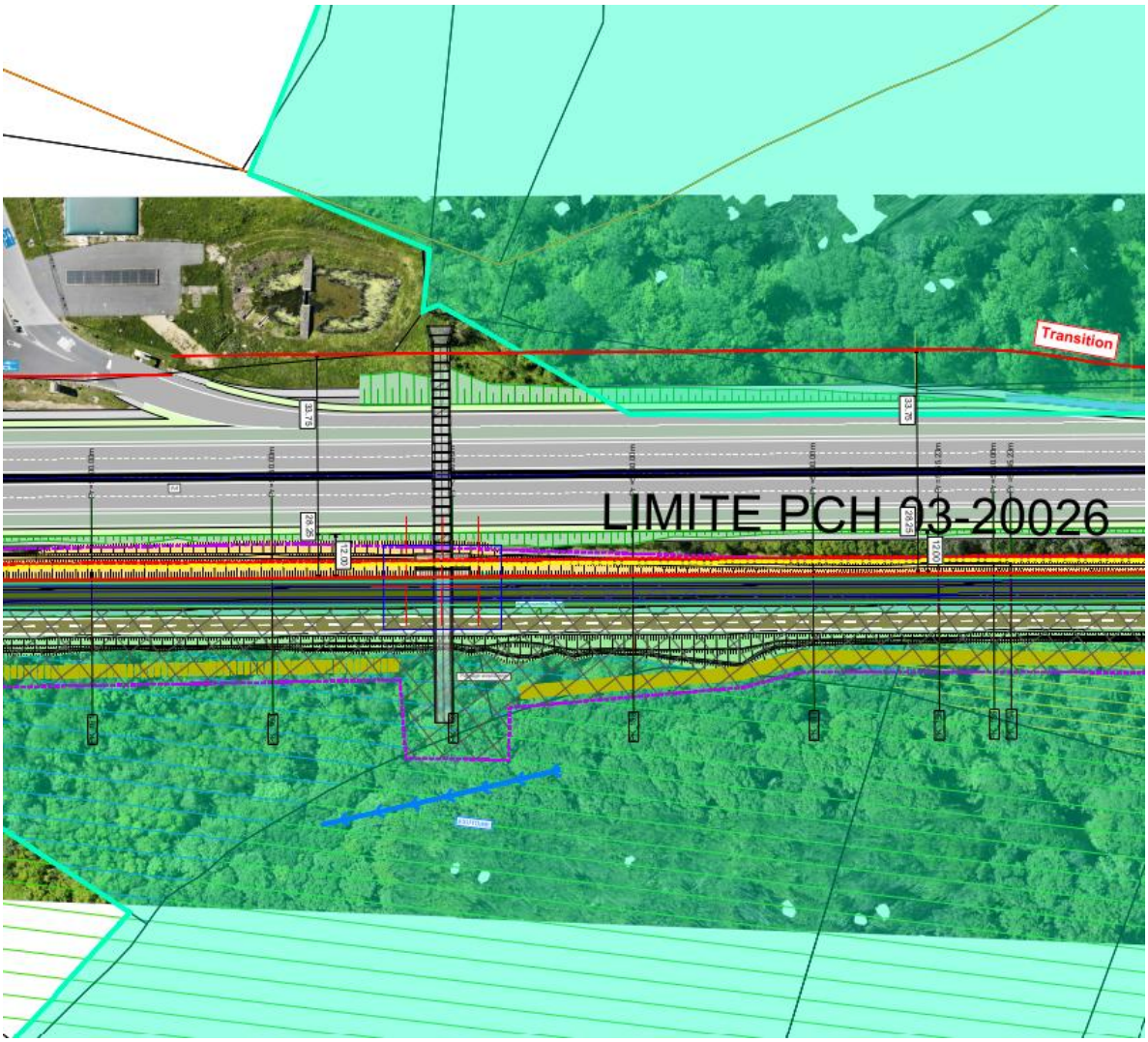


Fig. 326 : Présentation de l'ouvrage de franchissement projeté au droit de la zone d'impact du projet sur le Mierbech- l'emprise du projet Tram rapide 1 est représenté en violet (Géoportail, 2026).

Conformément à la demande de l'AGE, le franchissement du couloir multimodal n'est pas réalisé dans la continuité de celui de l'autoroute. Un écartement de quelques mètres permet notamment l'entrée de la lumière (cf. Fig. 327).

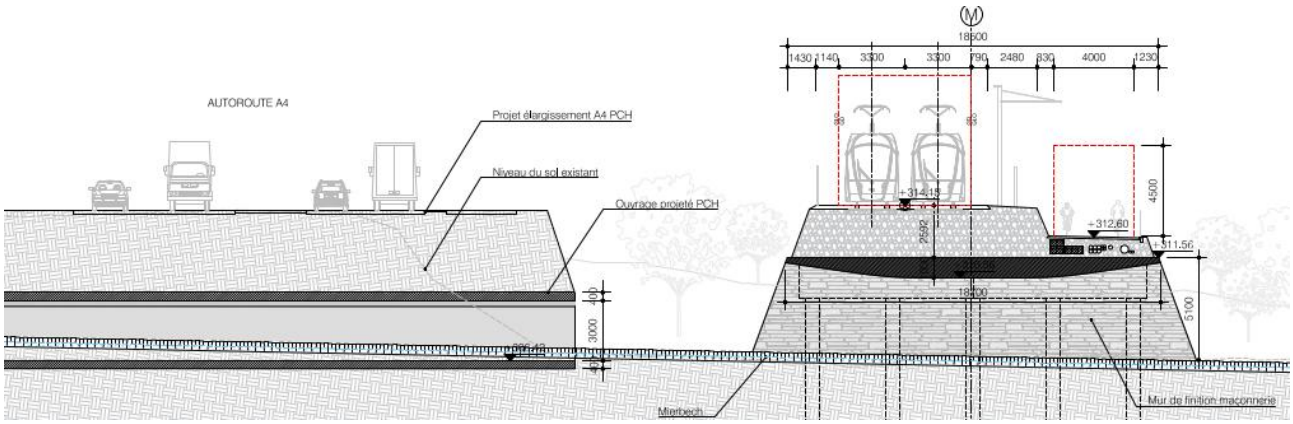


Fig. 327 : Coupe représentant les ouvrages de franchissement projetés de l'autoroute et du Mierbech (APS Ouvrages - APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026).

Toutes les explications liées à cet ouvrage ainsi que les plans détaillés des aménagements seront fournis dans le dossier APD, conformément à la demande de l'Administration de la Gestion de l'Eau.

Plus au Sud, le franchissement de la Mess est également modifié avec le tracé optimisé. En effet, deux modifications majeures ont lieu à Wickrange, quelques centaines de mètres avant le cours d'eau :

- Passé du côté Nord de l'autoroute, le tramway va emprunter le viaduc projeté au droit du bâtiment GRIDX
- Resté du côté Sud de l'A4, le *Veloexpresswee* va suivre un tracé indépendant de celui du tramway

Avec la première modification, le viaduc de Pontpierre va permettre au tramway de franchir le nouvel échangeur mais également l'autoroute une seconde fois pour rebasculer du côté Sud et retrouver le *Veloexpresswee*.

Ce dernier aura emprunté la rue d'Europe puis franchit successivement le futur échangeur de Pontpierre puis la Mess. Les deux ouvrages de franchissement sont sous maitrise d'ouvrage de l'Administration des Ponts & Chaussées tout comme l'aménagement de ce tronçon de piste cyclable.

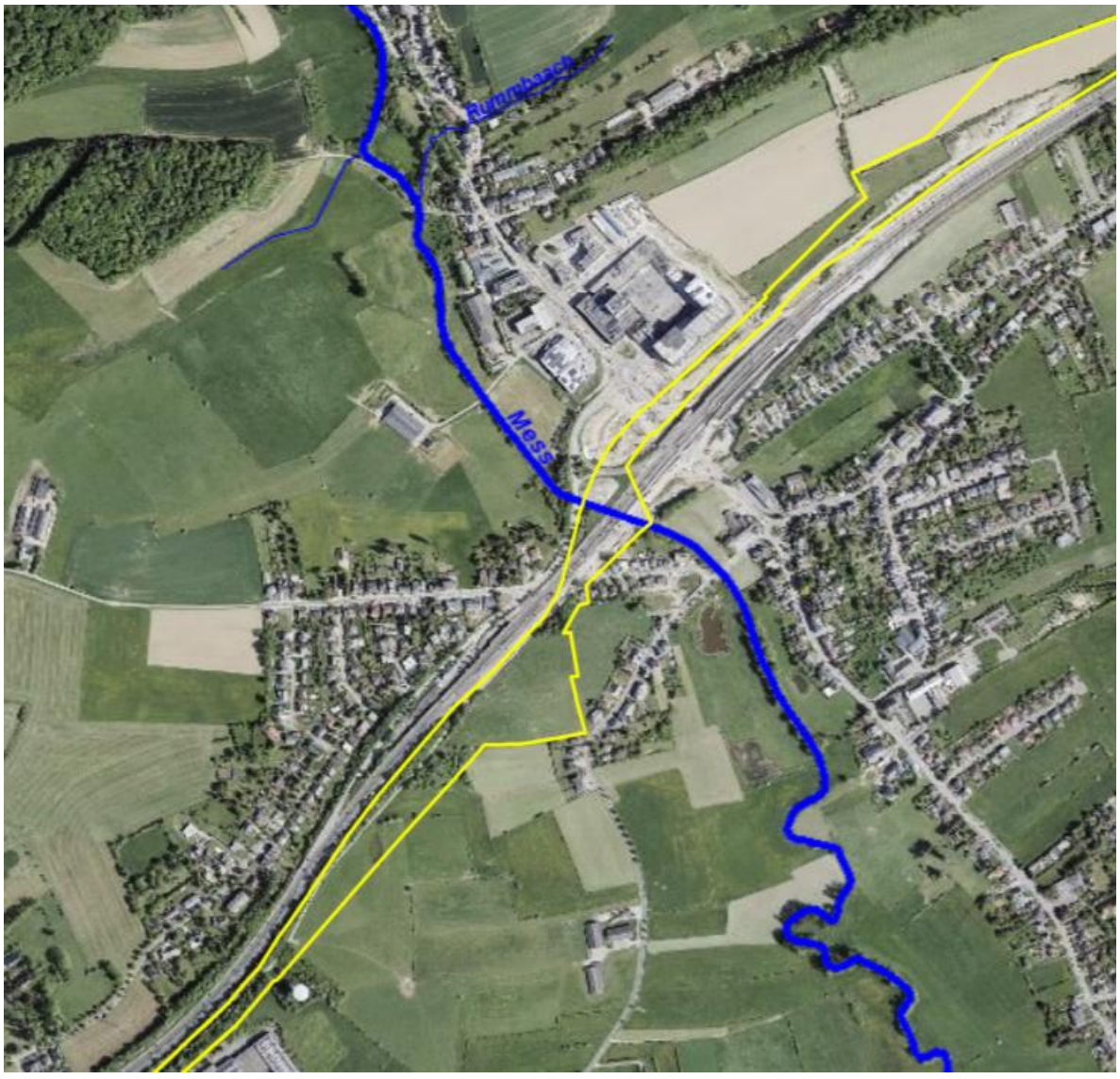


Fig. 328 : Localisation de la zone d'impact du projet sur la Mess- l'emprise du projet est représenté en jaune (Géoportail, 2026).

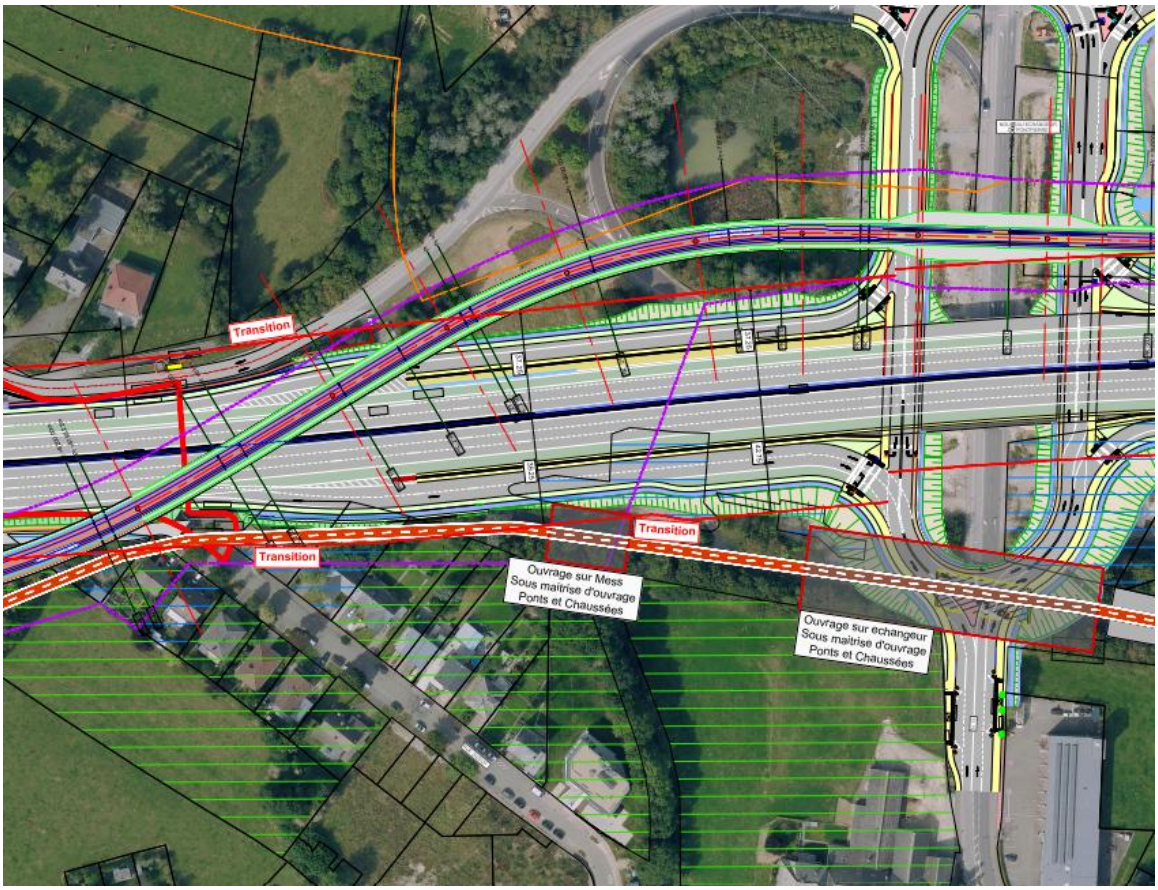


Fig. 329 : Présentation de l'ouvrage de franchissement projeté au droit de la zone d'impact du projet sur la Mess- l'emprise du projet Tram rapide 1 est représenté en violet (Géoportail, 2026).

Franchissements des cours d'eau concernés par le projet

Comme énoncé au sous-chapitre « Eaux superficielles – présentation », les franchissements de certains cours d'eau seront modifiés avec le tracé optimisé.

Il est rappelé que :

- l'affluent du Drosbech n'est pas franchi par le projet mais sert d'exutoire,
- le Bibeschbaach n'est plus concerné par le projet,
- l'affluent du Mierbech est dévié pour suivre le bas de talus du couloir multimodal mais n'est pas franchi non plus,
- la Mess ne sera franchie que par le Veloexpresswee, sous maitrise d'ouvrage des Ponts & Chaussées.

Seul le Mierbech est donc concerné par un franchissement au travers d'un ouvrage d'art.

Le franchissement du Mierbech par le corridor multimodal se fera grâce à un ouvrage de type pont rail, dénommé OA1537, disposé dans le prolongement de l'ouvrage projeté par les Ponts & Chaussées. Ses dimensions seront les suivantes : sa portée maximale sera de 20 m, sa largeur totale de 10 m et la hauteur libre sous l'ouvrage atteindra environ 3,00 m pour une largeur de 7,00 m environ à sa base.

Un passage de 1,5 m de large de part et d'autre du cours d'eau permettra son entretien et la circulation de la faune.

Sa mise en œuvre ne modifiera pas le tracé du Mierbech, sa portée étant prévue pour l'enjamber sans avoir à l'impacter (cf. Fig. 330).

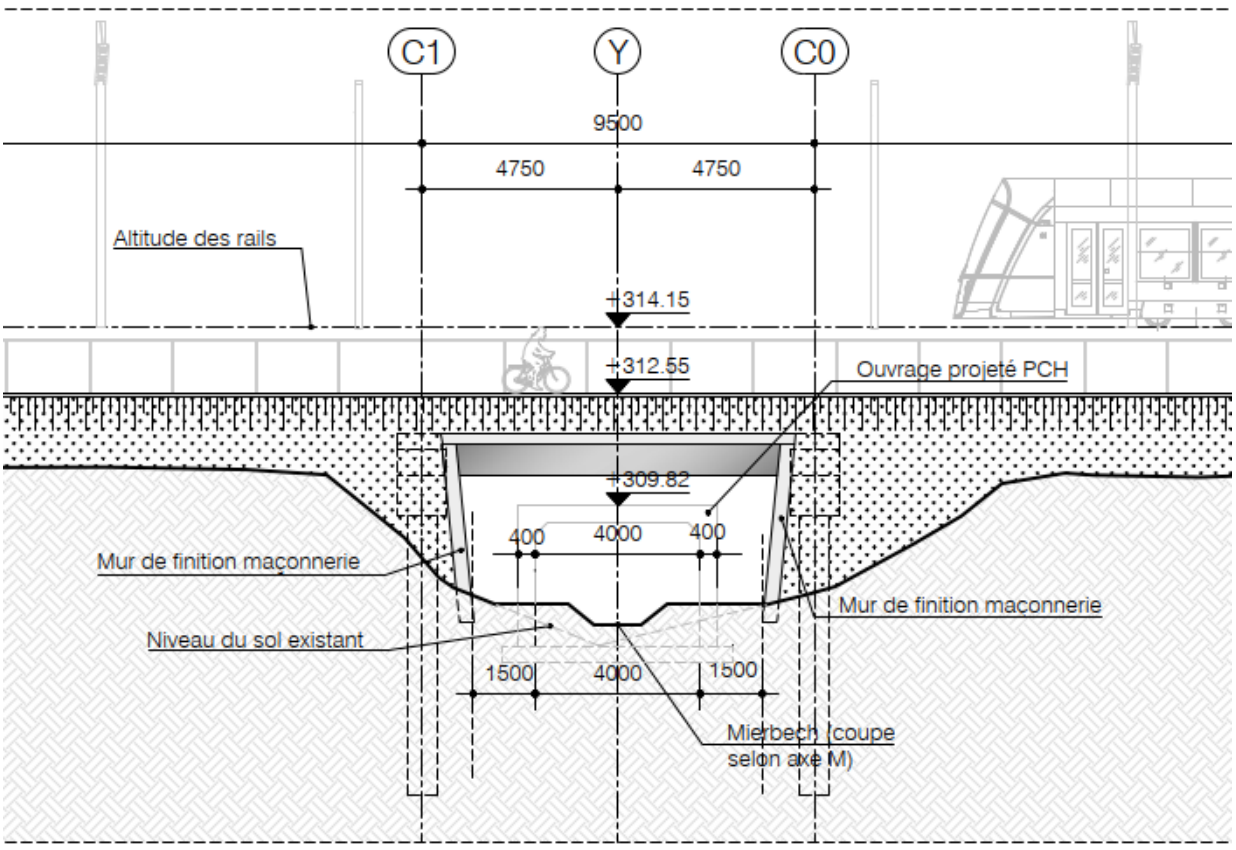


Fig. 330 : coupe de l'ouvrage de franchissement du Mierbech (APS OA / APS_4468B_TRAB_ARC_T4110_PGE_153701_A, 2026).

Eaux souterraines et zones de protection de l'eau potable

Concernant le volet de la ressource en eau et des zones de protection de l'eau potable, aucune modification n'est générée par le tracé optimisé. Comme demandé par l'AGE dans l'avis sur le contenu du rapport d'évaluation du 09/07/2025, de plus amples éléments et détails seront fournis dans le cadre du dossier APD.

Il apparait toutefois qu'une information essentielle liée aux eaux souterraines doit être prise en considération.

L'étude géotechnique de la société Fondasol (cf. chapitre 7.4.1 ; annexe 20) fait état de la présence d'une nappe au droit du futur tunnel prévu dans le secteur de Pontpierre Est. En effet, les deux sondages réalisés au droit du futur tunnel à Pontpierre (SCA1 et SCA2) présentent des niveaux d'eau correspondant vraisemblablement, selon Fondasol, à une nappe.

Ce constat a été confronté aux éléments connus du projet (cf. Fig. 331), notamment ses dimensions et les cotes atteintes par l'infrastructure.

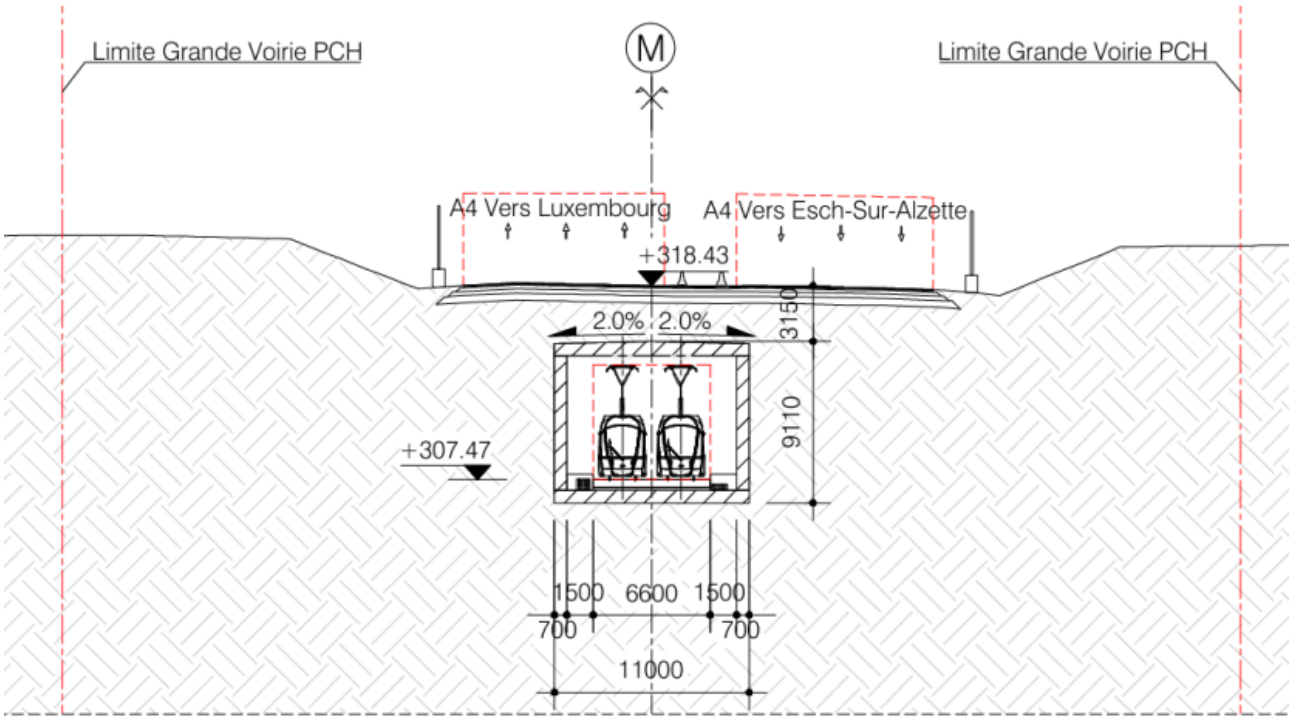


Fig. 331 : Etude géotechnique - Coupe présentant le projet de tunnel à Pontpierre Est (Fondasol, 2026)

En y reportant les couches pédologiques et les niveaux d'eau rencontrés, l'incidence sur l'infrastructure est apparente (cf. Fig. 332).

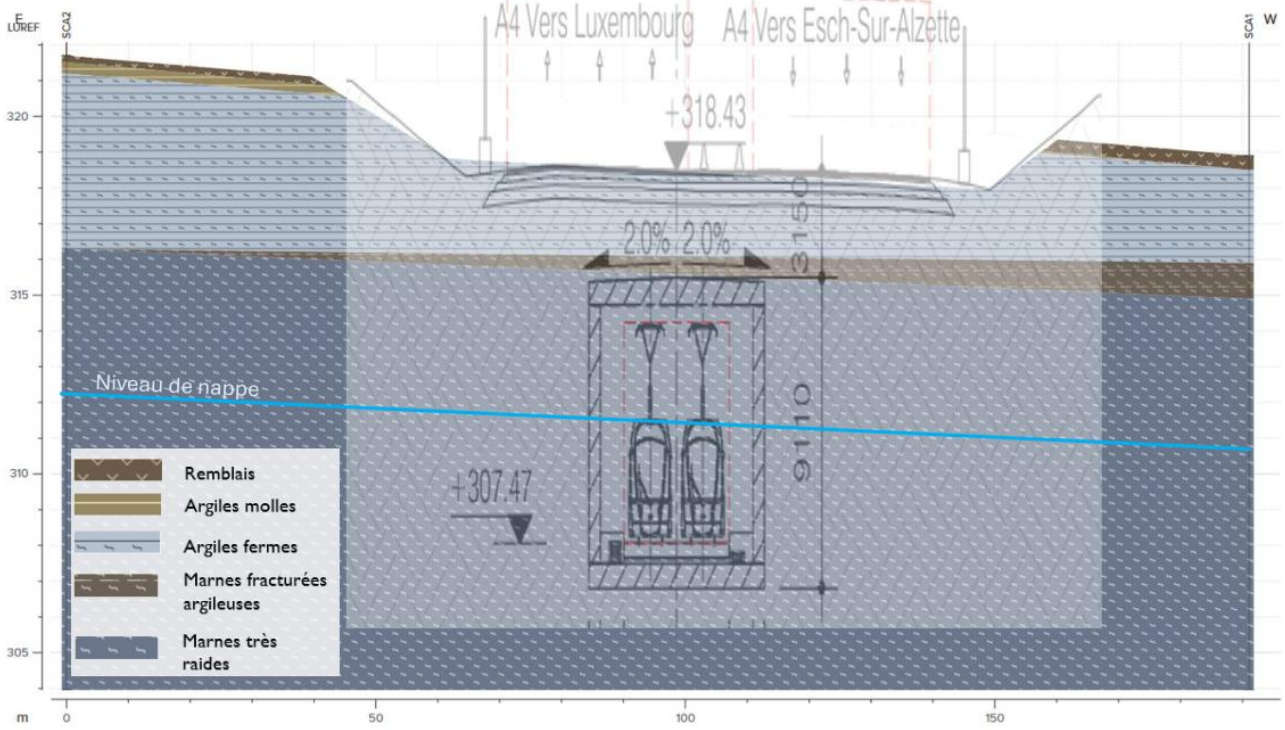


Fig. 332 : Etude géotechnique - Projet de tunnel à Pontpierre Est et niveaux d'eau relevés (Fondasol, 2026)

Problématiques d'inondabilité et de risque de crues subites

Le risque d'inondation en cas de pluie torrentielles doit être considéré au droit des modifications du tracé du couloir multimodal.

Tout d'abord, il semble que les surfaces concernées par la modification de tracé à Leudelange ne soient pas très sensibles à ce phénomène. De plus, le projet étant aérien à cet endroit, il n'est pas soumis au risque d'inondation (Fig. 333).

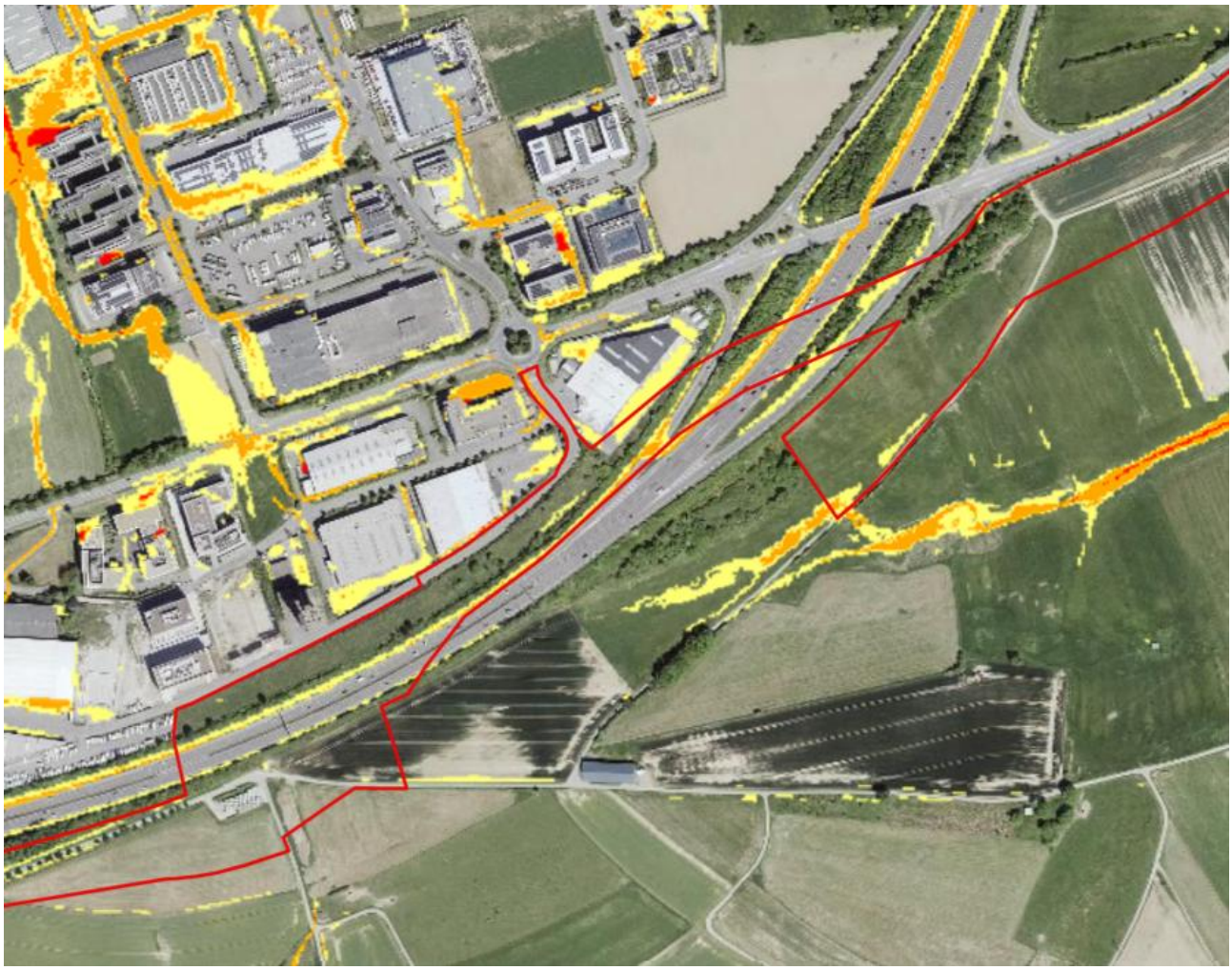


Fig. 333 : Situation en cas de crue subite au droit du futur viaduc de Leudelange– l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026).

Le second secteur concerné est celui de l'échangeur de Pontpierre qui présente deux situations liées au risque. Tout d'abord, une forte sensibilité de la Mess au phénomène de crue subite qui génère donc des zones à risque, notamment à l'amont de l'échangeur mais également à la sortie du franchissement. La seconde situation est la sensibilité au risque affichée par le secteur urbanisé au Sud de l'autoroute et dont les voiries servent à évacuer les eaux de crue (Fig. 335).

Il est toutefois à noter que l'échangeur considéré dans l'étude des crues subites n'est pas dans sa configuration future. De plus, le projet sera là encore en aérien et donc moins soumis au risque d'inondation.



Fig. 334 : Situation en cas de crue subite au droit de l'échangeur de Pontpierre – l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026).

La situation au droit du futur viaduc de Foetz est identique à celle de Leudelange avec des surfaces peu concernées par le risque d'inondation et un projet situé en hauteur à cet endroit.

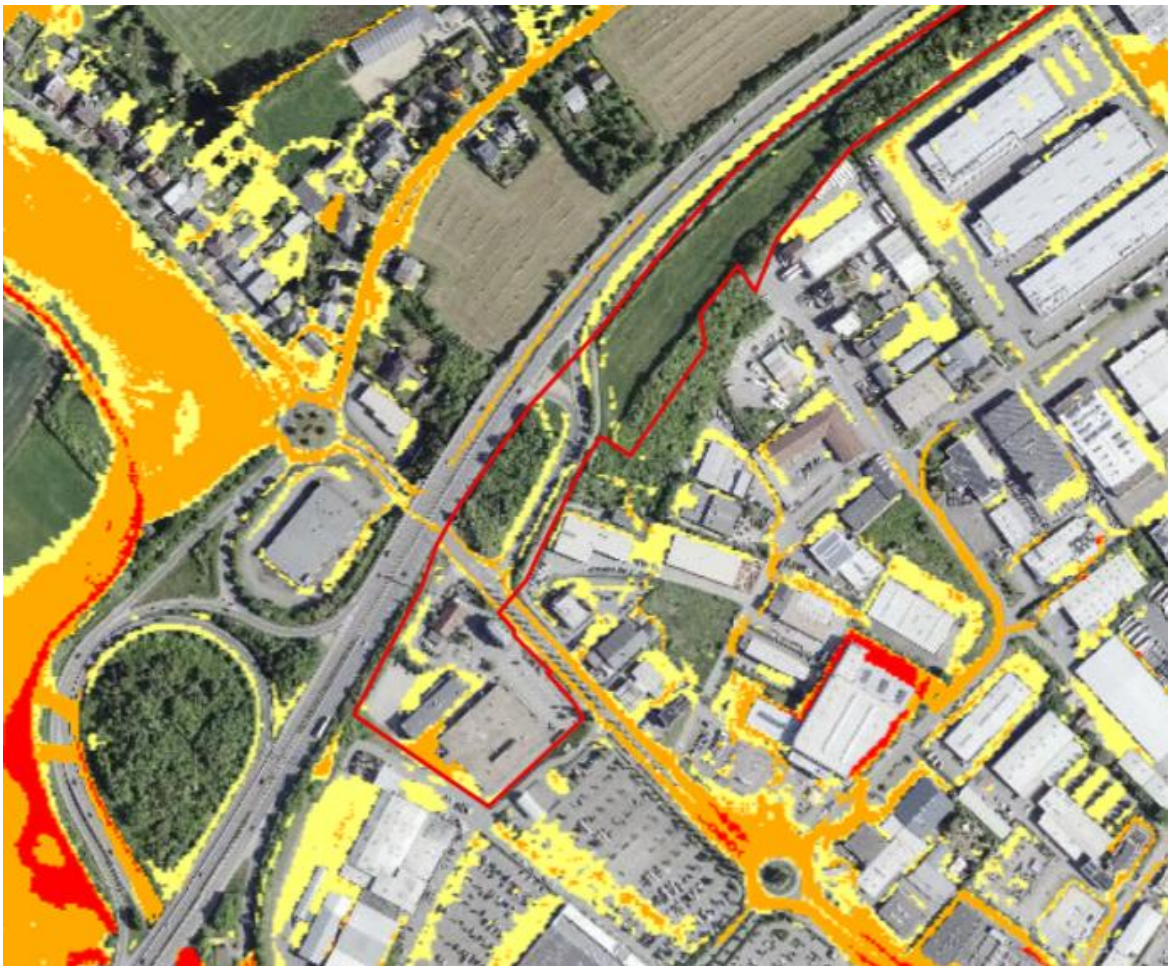


Fig. 335 : Situation en cas de crue subite au droit du futur viaduc de Foetz– l'emprise du projet est représentée en rouge (Géoportail, 2026).

Concept d'assainissement du projet

Avec le tracé optimisé du projet, le concept d'assainissement a été mis à jour sans toutefois que les principes généraux ne soient modifiés.

Dans le cadre du dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales, 4 revêtements différents, présentant chacun un coefficient de ruissellement qui lui est propre, ont été considérés :

- Revêtement végétalisé de la ligne de tramway : coefficient de 0,4
- Espaces verts : coefficient de 0,1
- Enrobé du *Veloexpresswee* : coefficient de 0,9
- Cheminements de sécurité en concassé : coefficient de 0,6

Le dimensionnement est réalisé pour un linéaire type (100 m) de section standard puis de section restreinte telles qu'elles ont été présentées dans le tracé initial.

En section standard, les voies de tramway et le *Veloexpresswee* présenteront un dévers en direction de la noue alors qu'en section restreinte, le dévers sera unique en direction de l'espace vert, disposé en bordure de section.

Le prédimensionnement a concerné dans un premier temps les débits ruisselés : 100 m de section standard génèrera un débit de 13,3 l/s et 100 m de section restreinte un débit de 13,8 l/s.

La vérification de la capacité d'infiltration des sols, réalisée dans le cadre du tracé initial, reste valable et est utilisée pour le dimensionnement des ouvrages de rétention et d'infiltration.

Les principes généraux du dispositif de gestion des eaux sont également inchangés :

- Collecte des eaux pluviales gravitairement dans une rigole centrale réalisée sous forme de noue de rétention dans la section standard ou d'un caniveau à grille dans la section restreinte.
- La noue permettra une première rétention, complétée par un massif filtrant sous-jacent réalisé en gravier.
- Dans le cas de la section restreinte, toute la rétention sera réalisée dans ce massif.

En sortie de rétention, lorsque cela est possible (sol suffisamment perméable), l'infiltration sera préconisée. Lorsqu'elle ne pourra pas être utilisée (mauvaise perméabilité), les eaux seront évacuées via des canalisations vers les exutoires identifiés (cours d'eau ou réseaux pluviaux existants).

Pour les secteurs présentant des perméabilités jugées suffisantes, les dimensionnements retenus sont les suivants :

- En section standard, avec une pente longitudinale nulle, la noue enherbée permettra une rétention de 29 m^3 sur un linéaire de 100 m (hauteur d'eau de 35 cm),
- En section standard avec une pente, des cloisons seront installées à intervalles réguliers. Le volume de rétention passe alors à 14,5 m^3 sur 100 m et présente un temps de vidange d'environ 18 heures.

Une fois ce volume de rétention atteint, les eaux collectées seront dirigées vers le massif d'infiltration sous-jacent de 2 m de large pour une hauteur de 0,39 m. Le volume de rétention atteindra 23,5 m^3 (sur 100 m / indice de vide de 30%). En cas de pente, la hauteur du massif sera passée à 0,78 m.

Le débit d'infiltration considéré est de 2,91 l/s.ha.

- Pour ce qui est de la section restreinte, le manque de place nécessite de remplacer la noue par un caniveau central de collecte amenant les eaux pluviales à un massif filtrant souterrain après transit par un dispositif de prétraitement (rendement de 40% sur les MES et de 50% sur la pollution dissoute).

Le massif filtrant présentera une largeur de 4 m pour une hauteur de 0,27 m, ce qui permettra une rétention d'environ 31,89 m^3 (sur 100 m / indice de vide de 30%). En cas de pente, la hauteur du massif sera passée à 0,54 m.

Le débit d'infiltration considéré est de 4,35 l/s.ha.

Pour les secteurs présentant des perméabilités insuffisantes, la rétention à hauteur d'une occurrence décennale est assurée :

- En section standard, le besoin de rétention est de 23 m^3 pour 100 m de voie ce qui est inférieure à la capacité de la noue enherbée (29 m^3) pour une pente nulle. En cas de présence d'une pente, des redents et/ou cloisonnements étanches seront aménagés dans la noue et le massif filtrant complémentaire afin de proposer une série de compartiments indépendants. La hauteur du massif sera adaptée aux besoins.
- Pour ce qui est de la section restreinte, le massif filtrant souterrain devra stocker un volume de 25 m^3 pour 100 m de voie. La hauteur du massif sera adaptée en cas de pente.

Dans chaque cas, des mesures seront prises afin de limiter les risques de colmatage.

Les exutoires identifiés

Plusieurs exutoires ont d'ores et déjà été identifiés.

En secteurs urbains, il pourra s'agir des réseaux pluviaux existants sous réserve d'une vérification des capacités de ces derniers.

En secteurs extra-urbains, les exutoires seront les cours d'eau et fossés croisés par le projet : l'affluent du Drosbech, l'écoulement de fond de thalweg menant au Bibeschbaach, le Mierbech, la Mess dont les présentations ont été faites précédemment et un autre écoulement de fond de thalweg situé quelques dizaines de mètres au Sud du futur viaduc de Pontpierre (cf. Fig. 336). Ce dernier sera pérennisé par la mise en place de l'ouvrage hydraulique OH 40.

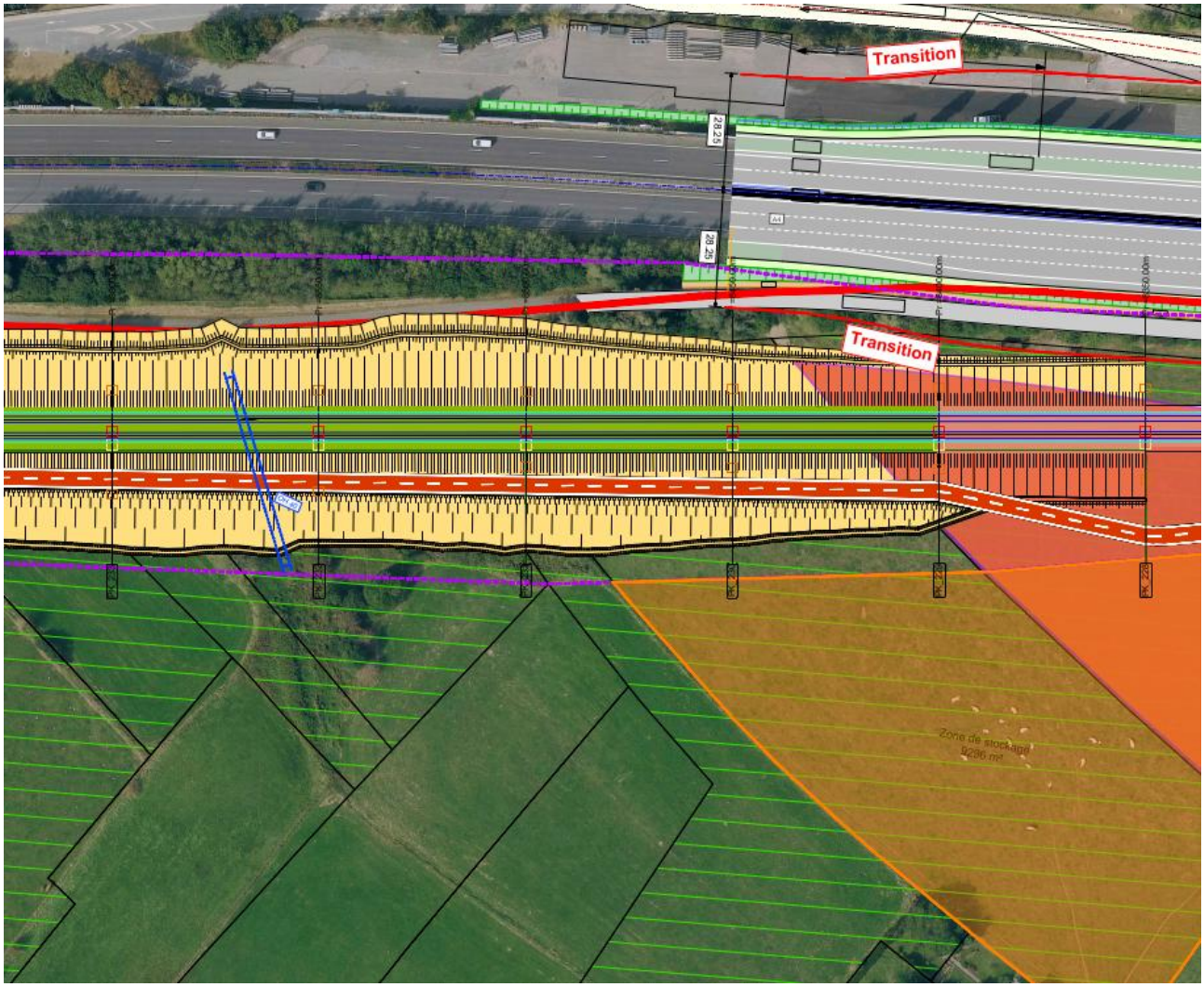


Fig. 336 : Localisation de l'écoulement de fond de thalweg à Pontpierre (APS Ligne, 2026)

Les bassins de rétention complémentaires

A certains endroits du projet, la rétention et l'infiltration des eaux décrites précédemment ne pourra pas être appliquée : il s'agit des ouvrages de franchissement et d'une sous-station de traction (SST) isolée.

En remplacement, le projet prévoit l'aménagement à ces endroits de bassins de rétention complémentaires.

En ce qui concerne les ouvrages de franchissement, chaque cas sera traité en fonction des caractéristiques d'implantation en privilégiant en priorité le raccordement à un système de rétention/infiltration de la ligne ou à un bassin de rétention complémentaire. Si aucune de ces deux solutions n'est envisageable, l'implantation d'un bassin de rétention spécifique sera réalisée.

Les dispositifs retenus seront détaillés dans l'APD.

Référence	Description	Portée totale totale [m]	Largeur (m) [m]	Situation spéciale	Surface (m2) [m^2]	Pentes	Pluie de référence [l/s/ha]	Débit à évacuer [l/s]
OA1530	Passerelle route d'Esch	183,5	4,5		826	Pente en toit : L63,5 vers C0 - L120m vers C4	155	12,8
OA1531	Viaduc et station Leudelange	790	15	VR : 120*4,5=540m2	12.390	Pente en toit : L745m vers C0, L45m vers C19	155	192,0
OA1533	Passerelle Al Strooss	102	6,5		663	Pente en toit : L51m vers C0, L51m vers C2	155	10,3
OA1534	Pont-rail rue de Bettembourg	41	16		656	Monopente vers C0, L41m	155	10,2
OA1535	Pont-rail échangeur Leudelange Sud	89	4,5		401	Monopente vers C0, L89m	155	6,2
OA1537	Pont-rail au-dessus du Mierbech	10	15		150	Monopente vers C1, L10m	155	2,3
OA1538	Tunnel Pontpierre	200	9		1.800	Monopente vers Foetz, L200m	155	27,9
OA1541	Viaduc et station Pontpierre	610	10,2		6.222	Pente en toit : 385m vers C0, L225m vers C13	155	96,4
OA1542	Viaduc et station Foetz	228	15		3.420	Pente en creux : L148m depuis C0, L80m depuis P6	155	53,0

Système de récolte et d'évacuation des eaux

Passerelle	L'eau de pluie est récoltée sur l'ouvrage dans des chéneaux placés aux deux extrémités de la section transversale. Les chéneaux évacuent les eaux de pluie au droit des culées. Les eaux sont ensuite ramenées au système de drainage de la plateforme tram.
Viaduc	L'eau de pluie est récoltée sur l'ouvrage dans des chéneaux placés aux deux extrémités de la section transversale. Les chéneaux évacuent les eaux de pluie au droit des piles. Les eaux sont ensuite ramenées au système de drainage existant.
Pont-rail	L'eau de pluie est récoltée sur l'ouvrage dans des chéneaux placés aux deux extrémités de la section transversale. Les chéneaux évacuent les eaux de pluie au droit des culées. Les eaux sont ensuite ramenées au système de drainage de la plateforme tram.
Tunnel	Le niveau de l'eau souterraine doit être confirmé. En attente d'information sur base de sondages en cours. L'eau sera evécué par un système de pompes de relevage pour être amené, soit au système de drainage de la plateforme tram, soit au système de drainage existant.

Au droit du franchissement de la Mess, un linéaire de 1350 m présente une section réduite qui ne permet pas l'implantation des systèmes de rétention/infiltration planifiés sur les autres tronçons.

De ce fait, il est prévu d'aménager un bassin de rétention paysager avant rejet à la Mess ou raccordement au dispositif prévu sous la piste cyclable.

Une proposition d'implantation de l'éventuel bassin a été étudiée et est représentée sur la Fig. 337.

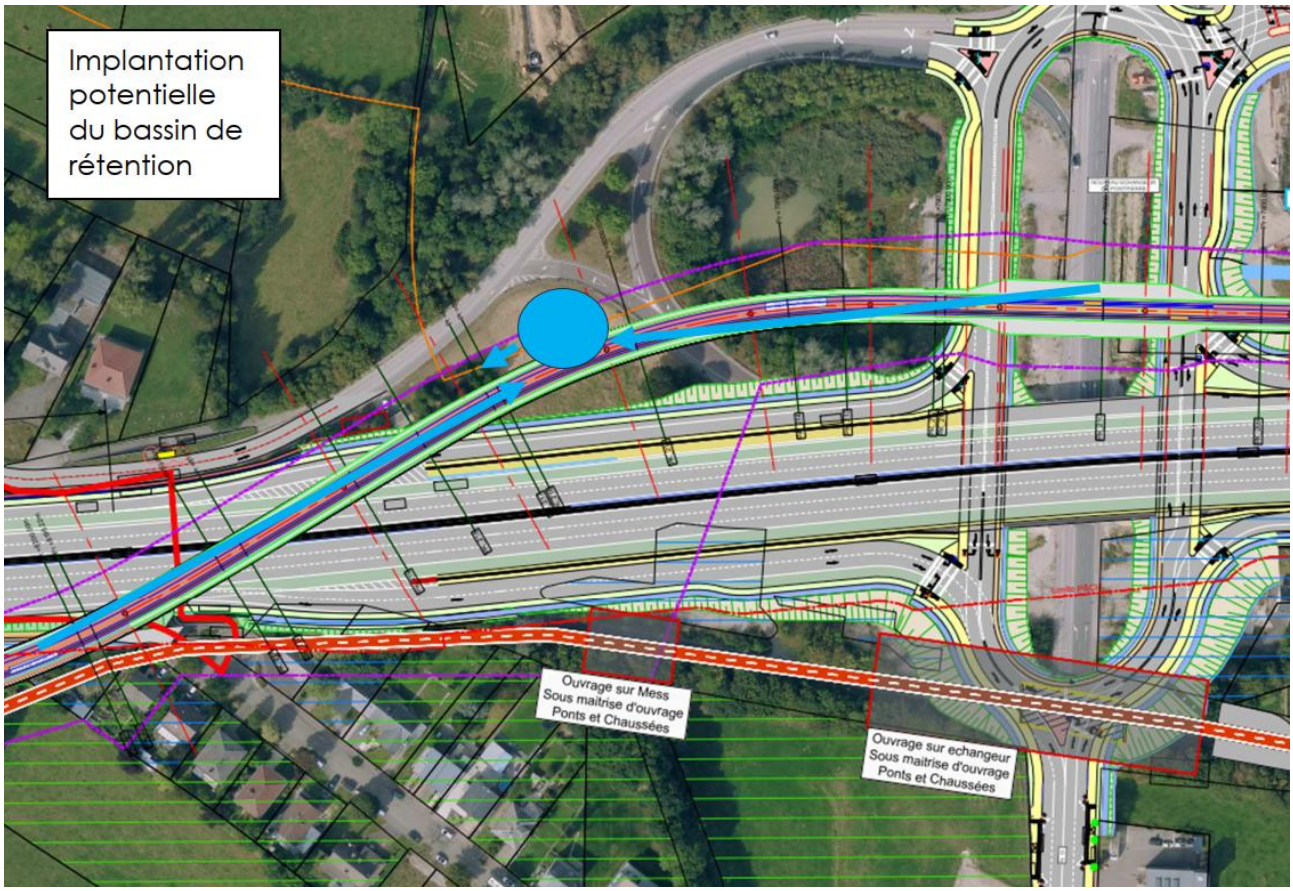


Fig. 337 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit du franchissement de la Mess (APS Ligne, 2026).

Au niveau de la SST planifiée à Pontpierre, à proximité de la station-service Sud, l'infiltration est envisageable (perméabilité des sols compatible) par le biais d'une noue d'infiltration (cf. Fig. 338).

Le volume de rétention décennal sera dimensionné selon la DWA A138.

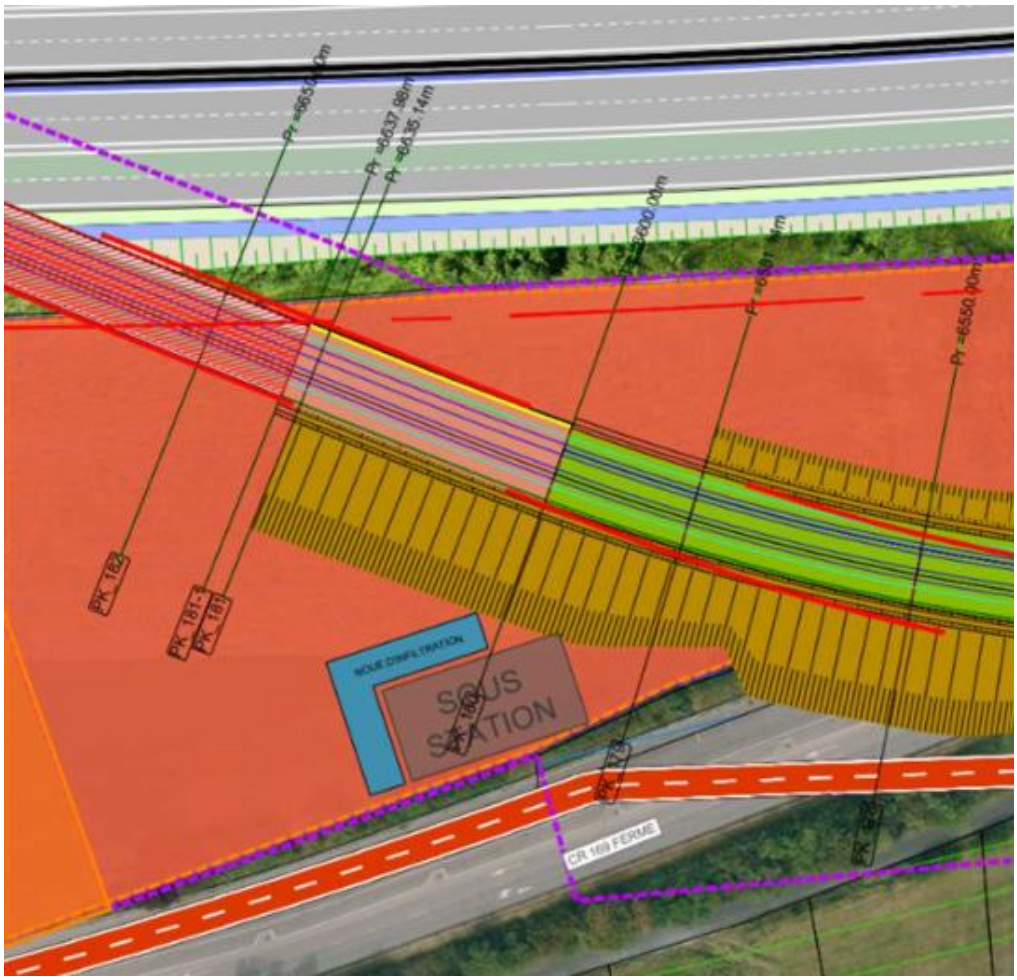


Fig. 338 : Proposition d'implantation d'un bassin de rétention complémentaire des eaux pluviales au droit de la SST de Pontpierre (APS Ligne, 2026).

7.5.2 Description des incidences du projet sur l'eau

Tracé initial

Eaux superficielles

Comme expliqué ci-dessus, aucun plan d'eau n'est situé à proximité du projet mais plusieurs cours d'eau croisent le tracé du tronçon Tram rapide 1.

Le premier, ruisseau affluent du Drosbech, ne sera pas impacté par un franchissement mais par le rôle d'exutoire qui lui sera donné. Les 3 autres verront une partie de leur tracé recouverte par le couloir multimodal et pourront également servir d'exutoire des eaux pluviales (en cas de surverse des dispositifs d'infiltration).

Il est à noter que le second cours d'eau rencontré, le Bibeschbaach, sera le plus impacté des cours d'eau croisés par le projet car il subira une importante modification de son tracé ainsi qu'un total de trois franchissements liés au projet. Toutefois, cette opération présentera également des aspects positifs avec l'application des mesures de renaturation prévues dans le Plan de Gestion des Eaux.

Ce dernier prévoit également des mesures de renaturation sur la Mess.

L'impact principal sur les cours d'eau réside donc dans les différents franchissements qui vont être aménagés.

Durant la phase chantier, des mesures doivent être prises pour préserver les cours d'eau franchis. En effet, les gabarits des ouvrages d'art ont été étudiés afin de générer un minimum d'impact sur le milieu aquatique mais les travaux à proximité des cours d'eau sont susceptibles de les affecter que ce soit par la déstabilisation des berges ou le rejet de substances dans l'eau.

Des instructions et procédures permettant d'empêcher les incidents générant des déversements accidentels (laitance de béton, produits chimiques, fuites d'huile ou de carburant des véhicules de chantier) doivent être mises en place (règles de déplacement des engins sur la zone chantier, modalités de stockage des produits polluants, etc...). Une distance de sécurité avec les cours d'eau devra également être définie.

En phase d'exploitation, les incidences susceptibles d'affecter les cours d'eau auront pour origine la couverture d'un linéaire de leur tracé et les éventuels rejets d'eaux pluviales en provenance du corridor multimodal.

L'absence ou du moins la raréfaction de la lumière sous un ouvrage de franchissement de cours d'eau va entrainer un appauvrissement de la biodiversité (que ce soit en termes de faune comme de flore) et une modification de la chimie du cours d'eau.

Cependant, tel que cela est exposé au chapitre 7.6.1, la qualité des cours d'eau traversés est d'ores et déjà fortement dégradée que ce soit sur les aspects de l'hydromorphologie, de la qualité écologique ou de la connectivité.

Il faut toutefois noter que les ouvrages sont, pour la quasi-totalité, des prolongements d'ouvrages existants sous l'autoroute A4 et que le maitre d'ouvrage a déjà pris des mesures d'atténuation des incidences.

Outre l'enjambement des cours d'eau sans appuis dans ou à proximité de ces derniers, il est prévu de conserver un retrait de quelques mètres avec l'ouvrage existant, ce qui permet un apport de luminosité. La portée des ouvrages est également suffisamment importante pour assurer le passage de la faune sur les berges (conservation d'un passage de 1,5 m).

Le projet intègre une phase de renaturation des cours d'eau au travers de plantations.

Enfin la modification de tracé et renaturation du Bibeschbaach (reméandrage, mise en place de bandes rivulaires et rétablissement de la continuité écologique) ainsi que la renaturation de la Mess sont également des actions positives sur le milieu naturel.

La seconde incidence notable sera le rejet éventuel d'eaux par surverse des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement. Si les dispositifs d'infiltration des eaux collectées sur les surfaces imperméabilisées sont dimensionnés en fonction des capacités du sol en place, ils permettent de les stocker jusqu'à une occurrence définie, ici la décennale. Pour toutes les fréquences de pluies supérieures, les surverses ou points bas vont diriger les eaux directement vers le milieu naturel et notamment les cours d'eau.

Ce phénomène est impactant en terme quantitatif mais doit être minimisé en ce qui concerne le qualitatif car les eaux déversées à ce moment-là ne font pas partie du « flot de rinçage des surfaces imperméables ».

Par conséquence, il est attendu que les eaux pluviales collectées sur le périmètre d'étude et amenées au milieu récepteur superficiel seront d'une qualité équivalente à celles y arrivant actuellement. De ce fait l'impact sur la qualité physico-chimique des cours d'eau devrait être réduit.

Problématique d'inondabilité et de risque de crues subites

Les crues subites générées par des phénomènes pluvieux intenses sont susceptibles d'impacter plusieurs secteurs du tracé du projet, définis au chapitre 3.

Ces submersions de zones sensibles au risque sont susceptibles de se poursuivre à l'avenir si le maitre d'ouvrage ne prend pas en compte ce phénomène. Outre la sécurité des usagers et la continuité du service, il est possible que le projet engendre une incidence plus grande encore par un rôle de barrage sur le ruissellement des eaux.

Il conviendra donc d'assurer et même de faciliter la libre circulation des eaux de ruissellement ainsi que leur évacuation en aval du projet. Pour cela, s'il n'existe aucune possibilité de dévier l'écoulement, des ouvrages hydrauliques tels que des buses ou dalots devront être posés sous le corridor multimodal.

Ces ouvrages seront à entretenir afin d'en éviter le comblement et l'obturation.

Eaux souterraines et zone de protection d'eau potable

Le projet tram rapide 1 concerne une zone de protection de la ressource en eau, notamment en phase travaux au cours de laquelle une installation de chantier y sera installée.

Lors de la phase d'exploitation, le projet longera la Zone de Protection Eloignée des forages-captages Tubishaff (cf. Fig. 316) si bien que cet aspect est à considérer dans la présente évaluation.

Comme vu au paragraphe 7.5.1, certains terrains composant le tracé présentent des pollutions, certes modestes, dues aux activités passées mais dont la prise en compte et le traitement approprié sont nécessaires.

Lors de la phase de terrassement, les zones polluées seront excavées et stockées provisoirement sur des surfaces imperméables et à l'abri des précipitations, avant leur évacuation vers un centre de traitement agréé.

L'ensemble de l'opération de dépollution sera mené et/ou supervisé par une société spécialisée.

Pendant la phase travaux, des mesures doivent être prises pour prévenir efficacement les incidences sur les eaux souterraines, notamment à l'intérieur de la ZPS et à proximité des cours d'eau (incidence sur une éventuelle nappe d'accompagnement). Il s'agit d'éviter les fuites d'huile des véhicules de chantier et des stocks de produits

dangereux et d'appliquer les instructions et procédures permettant d'empêcher les incidents générant des déversements accidentels.

On peut notamment citer l'interdiction de laver les engins de chantier ou de procéder à des réparations au droit des zones de travaux. Les stocks de produits dangereux se feront sur bacs de décantation, dans un endroit clôturé et sécurisé.

Le fonctionnement du chantier devra également être régi par des règlements portant sur les modalités d'accès et de déplacement ainsi que sur les procédures de sécurité à appliquer afin d'éviter les accidents et incidents pouvant provoquer une pollution des sols et donc des eaux souterraines.

Si les précautions générales de sécurité sont respectées, une dégradation des eaux souterraines peut être évitée.

En phase d'exploitation, de nouvelles procédures seront à définir afin de limiter les risques de déversement de substances polluantes et donc de migration vers la nappe ainsi que les modalités d'intervention et de traitement en cas d'incident.

Ces procédures porteront pour la grande majorité sur l'emploi de produits de maintenance des équipements et installations. En effet, le seul produit qui sera utilisé en quantité significative dans le cadre de l'exploitation du tram est le lubrifiant pour joue de roulement KUB 1 K-30 de chez Moklansa. Ce produit présent au niveau des graisseurs automatiques, dont la fiche descriptive est disponible en annexe 16 du rapport EIE du tracé initial, ne présente pas de risque accru de pollution des sols.

Ses caractéristiques principales sont une dégradabilité accrue, une bonne résistance aux UV, une très bonne adhérence et surtout une quasi-insolubilité dans l'eau.

Le produit est inscrit en classe 1 (substance faiblement dangereuse pour les eaux) de pollution des eaux selon la réglementation allemande WGK (Wassergefährdungsklasse).

D'autres aspects peuvent être considérés dans l'analyse de l'incidence comme l'usure accrue des rails, des roues ou des freins lors de l'exploitation des tramways.

Dans ce cas, des dépôts en métaux sont susceptibles de s'accumuler dans les premières couches du sol au droit des sols non imperméabilisés (revêtement végétalisé avec pose sur longrines). Toutefois, sur la base des équipements retenus (performance), de leur mise en œuvre (pose limitant l'abrasion), de leur entretien et des conditions d'exploitation (graisseurs automatiques), il n'est pas attendu de concentrations élevées.

Il est à noter qu'aucun produit phytosanitaire ne sera utilisé dans le but d'entretenir les plantations ou de procéder à un désherbage.

Concept d'assainissement pluvial

En raison de la hausse du degré d'imperméabilisation des terrains concernés par le projet, et ce malgré les mesures de limitation initiées par le maitre d'ouvrage, il convient de mettre en place une gestion efficace des eaux pluviales générées.

Le concept proposé repose sur des aménagements de collecte en surface amenant les eaux vers des dispositifs de rétention et d'infiltration. Ces derniers sont dimensionnés pour la gestion d'une pluie décennale et permettent le tamponnage des volumes et l'évacuation des débits engendrés.

De ce fait les quantités d'eau produites seront restituées au milieu naturel (sous-sol) de manière similaire à la situation existante et contribueront à la recharge de la nappe phréatique.

Certains tronçons urbains localisés dirigeront les eaux pluviales en direction des réseaux pluviaux urbains situés à proximité sous réserve de la capacité de ces derniers.

Dans ces conditions, le concept d'assainissement décrit apparait adapté aux besoins induits par le projet. L'aspect quantitatif (régulation de débit et stockage) comme l'aspect qualitatif (traitement) seront gérés avant rejet aux différents exutoires : réseaux pluviaux, cours d'eau ou sous-sol.

Il est donc attendu que la situation quantitative et qualitative des eaux collectées ne connaisse pas de grande variation.

Besoins en eau du projet

Les besoins en eau du projet en phase d'exploitation seront infimes.

En effet, les surfaces végétalisées des voies seront composées d'espèces ne nécessitant pas d'arrosage telles que le Sedum. Les autres plantations d'espaces verts nécessiteront un arrosage lors des premières semaines suivant leur plantation.

En ce qui concerne le nettoyage, les rames seront entretenues exclusivement au droit des CRM aucun entretien ne se fera sur les lignes.

Les stations seront nettoyées à intervalle de temps régulier par une équipe spécifique à l'aide de jets d'eau ou de nettoyeurs haute pression.

Enfin, les conducteurs et autres agents d'exploitation auront à disposition des locaux au droit des stations Leudelange et Foetz. Ils contiendront respectivement un bureau, une kitchenette et des toilettes. La consommation d'eau ne devrait pas être importante au vu du nombre de personnes qui fréquentera ces lieux.

Tracé optimisé

Eaux superficielles

Avec le tracé optimisé, l'impact principal du projet, à savoir le recouvrement de plusieurs cours d'eau par des ouvrages de franchissement est allégé. En effet, le nouveau tracé ne nécessite plus de tels ouvrages pour le croisement du Bibeschbaach, dont l'écoulement a fait l'objet d'une mise à jour, et de la Mess, franchie uniquement par le *Veloexpresswee* sous maitrise d'ouvrage des Ponts &Chaussées.

Il est rappelé que le Plan de Gestion des Eaux prévoit des mesures de renaturation sur le Bibeschbaach et la Mess.

Ainsi, seul un franchissement de cours d'eau subsiste, celui du Mierbech.

Durant la phase chantier, les mesures de prévention listées précédemment, ainsi que les instructions et procédures mises en place, doivent être respectées.

En phase d'exploitation, les incidences mises à évidence sont la couverture d'un linéaire de leur tracé et les éventuels rejets d'eaux pluviales en provenance du corridor multimodal.

L'incidence du recouvrement a été fortement réduite par la limitation du nombre d'ouvrages de franchissement de cours d'eau et par le respect de la consigne de l'AGE quant à dissocier les ouvrages Ponts & Chaussées de ceux de Luxtram afin de garantir un apport en lumière. Les choix architecturaux bénéfiques pour les cours d'eau (enjambement conséquent et sans appuis à proximité du lit mineur) sont conservés.

La seconde incidence porte sur le rejet éventuel d'eaux par surverse des ouvrages de gestion des eaux de ruissellement. En effet, les cours d'eau assurent un rôle d'exutoire des dispositifs de gestion des eaux pluviales pour les fréquences de pluies supérieures à la décennale.

Ces dispositifs ne connaissent pas de modification avec le tracé optimisé si bien que les eaux susceptibles de rejoindre le milieu naturel ne feront pas partie du flot de rinçage des surfaces imperméabilisées et représenteront un impact négligeable sur la qualité physico-chimique, déjà altérée, des cours d'eau.

Il apparait ainsi que les incidences sur les eaux superficielles semblent être plus réduites avec le tracé optimisé et que la préservation du bien protégée s'en trouve renforcée.

Eaux souterraines et zone de protection d'eau potable

Comme énoncé au chapitre 7.5.1, l'état des lieux et l'incidence du projet sur une zone de protection de la ressource en eau restent d'actualité avec le tracé optimisé.

Les mesures de prévention et éventuelles mesures d'intervention après incident sont à respecter, que ce soit en phase chantier comme en phase exploitation.

Concernant le tunnel projeté à Pontpierre Est, le niveau de la nappe mise en évidence par Fondasol va complexifier la réalisation de l'ouvrage et son exploitation.

Actuellement, le mode de réalisation n'est pas connu (terrassement sous voute parapluie en micropieux, tranchée ouverte avec ripage d'un ouvrage préfabriqué…) mais quel que soit celui retenu, il nécessitera un rabattement de la nappe en phase chantier.

Fondasol indique dans son étude géotechnique disponible en annexe 20 que le phasage des travaux sera réalisé en deux temps :

« Dans un premier temps, nous recommandons de réaliser les travaux de terrassement par la zone de préfabrication aval (côté Nord). En effet, les hauteurs de déblai atteindront environ 10 m, ceci facilitera l'écoulement gravitaire des eaux rencontrées dans les fonds de déblai qui s'écouleront suivant la pente du terrain vers le Nord-Ouest. Ce procédé permettra de réduire sensiblement les arrivées d'eau dont une partie aura été préalablement drainée lors des terrassements la zone de préfabrication côté Sud.

Un pompage permanent sera nécessaire durant la phase de terrassement des zones de préfabrication et dans l'emprise de l'autoroute jusqu'aux opérations de ripage du tunnel-cadre depuis les aires de préfabrication jusqu'à son emplacement définitif. Compte-tenu de la nature argileuse et marneuse des sols rencontrés, les débits devraient être assez importants au début des travaux de terrassement mais devraient toutefois diminuer par la suite.

Les débits de pompage à considérer seront déterminer avec précision dans le cadre d'une étude hydrogéologique complémentaire. Le présent document sera mis à jour dans une version indicée. »

Il conviendra de prendre toutes les dispositions nécessaires pour préserver la qualité de la nappe lors de la phase chantier : réalisation d'étude hydrogéologique complémentaire, mise en place d'écrans étanches, limitation et contrôle des rabattements de nappe, traitement (et oxygénation) des eaux pompées avant rejet au milieu naturel, surveillance continue des niveaux piézométriques et de la qualité des eaux souterraines.

Un plan de gestion des risques doit également prévoir des mesures d'urgence en cas de pollution accidentelle ou de modification des écoulements souterrains. L'objectif est de garantir la stabilité de l'ouvrage tout en préservant durablement la ressource en eau souterraine et les écosystèmes associés.

Pour la phase exploitation, les dispositions nécessaires à la protection des parties enterrées des ouvrages vis-à-vis des eaux souterraines et au dimensionnement des infrastructures sous les éventuels effets de ces eaux ne pourront être définies qu'à l'issue d'une étude hydrogéologique.

D'après Fondasol, les deux aspects suivants devront être étudiés par le BE statique en phase APD :

- Protection des parties enterrées vis-à-vis des entrées d'eau.
- Stabilité STR : les poussées hydrostatiques sur les éléments composant la structure devront être prises en compte dans le dimensionnement.
- Stabilité UPL : il conviendra de vérifier la stabilité au soulèvement général de l'ouvrage enterré sous l'action de la poussée d'Archimède.

Concept d'assainissement pluvial

Les lignes directrices du concept d'assainissement pluvial du projet n'ont pas évolué avec le tracé optimisé. Celui-ci consiste toujours en une gestion des eaux jusqu'à l'occurrence décennale par le biais de dispositifs de rétention et d'infiltration. Pour les pluies de fréquences dépassées, les eaux rejoindront le milieu naturel par surverse.

Il subsiste toutefois des précisions à apporter sur la gestion des eaux pluviales des ouvrages d'art, notamment les viaducs. Certaines informations ont été fournies et présentées au chapitre 7.5.1, notamment sur les principes d'évacuation des eaux et de transit vers les dispositifs de gestion situés à l'amont et à l'aval des ouvrages.

Il conviendra de détailler dans le dossier APD, les types d'équipements projetés pour la collecte, le transit et la gestion des eaux pluviales des ouvrages d'art ainsi que les hypothèses prises pour leur dimensionnement.

D'une manière générale, le dossier APD répondra à toutes attentes de l'AGE en ce qui concerne les dimensionnements de ouvrages de gestion des eaux et leurs représentations graphiques, tels qu'ils ont été exprimés dans l'avis sur le contenu du rapport d'évaluation EIE du 09/07/2025.

7.5.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs à l'eau, aucun des effets potentiels décrits ci-dessus dans la zone d'aménagement du projet d'aménagement du tronçon Tram rapide 1 n'est considéré comme significatif.

Une évaluation sommaire des effets possibles sur le bien protégé est présentée sous forme de tableau dans les Tab. 51 (version initiale) et Tab. 52 (tracé optimisé) ci-dessous.

Ces tableaux résument les résultats de l'évaluation précédente sous forme abrégée. Seuls les effets potentiels du projet qui sont considérés comme pertinents sont énumérés. Une distinction entre les différentes phases du projet ci-dessous a été effectuée :

- les effets pendant la phase chantier,
- les effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts liés au projet est suivie, le cas échéant, de recommandations sur les mesures d'évitement et d'atténuation.

Tracé initial

Tab. 51 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'eau.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Eaux superficielles : Atteinte à la morphologie des cours d'eau Rejet de substances dangereuses pour les eaux superficielles	Négatif – neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Temporaire	Les travaux, notamment ceux liés à la réalisation des ouvrages, peuvent affecter la morphologie des cours d'eau (dégradation des berges par exemple). Les travaux situés à proximité des cours d'eau sont susceptibles de générer des rejets de polluants dans les eaux superficielles (laitance de béton, produits chimiques, huiles ou carburants des engins et équipements).	Application et respect des règles de circulation, de stockage et d'entretien des véhicules. Une zone de retrait par rapport aux berges doit être définie. L'enjambement des ouvrages est suffisamment grand pour ne pas les impacter. Absence d'appuis dans les cours d'eau ou en berge. Les produits qui pourraient présenter un risque potentiel pour les eaux superficielles doivent être stockés sur bacs de rétention. Les engins de chantier peuvent être équipés de kit anti-pollution.
Eaux souterraines : Infiltration de substances dangereuses pour les eaux souterraines Atteinte à la ressource en eau	Négatif – neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Temporaire	Par les fuites des véhicules de chantier ou le mauvais stockage de substances potentiellement dangereuses, etc., des polluants peuvent pénétrer dans le sol, ce qui affecte également la qualité des eaux souterraines notamment au droit de l'installation de chantier projetée au sein de la ZPS des forages-captages Tubishaff.	Application et respect des règles de circulation, de stockage et d'entretien des véhicules. Les produits qui pourraient présenter un risque potentiel pour les eaux souterraines et le sol doivent être stockés sur bacs de rétention. Les engins de chantier peuvent être équipés de kit anti-pollution.
Phase d'exploitation			
Eaux superficielles : • Dégradation de la biodiversité et chimie	Négatif - neutre Tout le tronçon Tram rapide 1	La construction des ouvrages va réduire la luminosité de certains tronçons de cours d'eau, entrainant une incidence négative sur la biodiversité et la chimie de l'eau.	Les ouvrages sont implantés en retrait de quelques mètres des ouvrages existants, laissant ainsi un apport de lumière.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
de l'eau par réduction de la luminosité • Rejet de substances dangereuses pour les eaux superficielles	Permanent	Le rejet des eaux de ruissellement générées par les surfaces imperméables du projet est susceptible d'amener des polluants (métaux issus des freins et des rails, lubrifiant, produits de maintenance…) au milieu naturel.	Le Bibeschbaach et la Mess vont être renaturés par la réalisation des mesures prévues dans le Plan de Gestion des Eaux. Préalablement à leur rejet au milieu aquatique, les eaux pluviales générées par le projet seront traitées. Les flots de rinçage seront principalement infiltrés.
Eaux souterraines : • Infiltration de substances dangereuses pour les eaux souterraines • Atteinte à la ressource en eau	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	La phase d'exploitation peut être source de pollution (maintenance, usure freins, roues) au droit des surfaces perméables du projet, bien que les concentrations attendues soient faibles.	Le produit utilisé majoritairement en phase d'exploitation présente un faible danger pour les eaux souterraines. En outre, en appliquant l'état de la technique et en respectant les travaux réguliers d'entretien et de réparation, il est possible de minimiser autant que possible les fuites incontrôlées de liquides dangereux pour l'environnement. Le respect des procédures de sécurité et des modalités d'intervention en cas d'incident y contribue également.
Inondabilité et crues subites	Négatif - neutre Ponctuel Permanent	Certains secteurs bien définis présentent un risque de submersion en cas de phénomène pluvieux intense. La sécurité des usagers du corridor multimodal et la continuité du service peuvent alors apparaitre problématiques.	Cet aspect doit être pris en compte et traiter par le maitre d'ouvrage au travers d'aménagements (fossés, buses ou dalots…) permettant la déviation ou, si cela n'est pas faisable, l'évacuation vers l'aval des eaux ruisselées.

Tracé optimisé

Tab. 52 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'eau.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
Eaux superficielles : Atteinte à la morphologie des cours d'eau Rejet de substances dangereuses pour les eaux superficielles	Négatif – neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Temporaire	Les travaux, notamment ceux liés à la réalisation des ouvrages, peuvent affecter la morphologie des cours d'eau ou générer des rejets de polluants dans les eaux superficielles (laitance de béton, produits chimiques, huiles ou carburants des engins et équipements). Cependant le nombre de franchissement de cours d'eau a été réduit, il n'en subsiste plus qu'un, sur le Mierbech.	Les mesures listées dans le cadre du tracé initial restent d'actualité et sont à respecter.
Eaux souterraines : Infiltration de substances dangereuses pour les eaux souterraines Atteinte à la ressource en eau	Négatif – neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Temporaire	Le risque d'atteinte à la ressource en eau du fait de l'installation de chantier projetée au droit de la ZPS des forages captages Tubishaff persiste avec le tracé optimisé. La réalisation du tunnel à Pontpierre se fera en présence d'une nappe. Le rabattement qui sera mis en place, couplé aux travaux, sont sources potentielles de pollution des eaux souterraines.	Toutes les mesures de prévention listées dans le cadre du tracé initial doivent être respectées. L'eau de la nappe pompée lors de travaux de réalisation du tunnel devra être traitée et oxygénée en cas de rejet au milieu naturel.
Phase d'exploitation			

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Eaux superficielles : • Dégradation de la biodiversité et chimie de l'eau par réduction de la luminosité • Rejet de substances dangereuses pour les eaux superficielles	Négatif - neutre Tout le tronçon Tram rapide 1 Permanent	La construction de l'ouvrage de franchissement du Mierbech va réduire la luminosité sur le cours d'eau, entrainant une incidence négative sur la biodiversité et la chimie de l'eau. Le rejet des eaux de ruissellement générées par les surfaces imperméables du projet est susceptible d'amener des polluants (métaux issus des freins et des rails, lubrifiant, produits de maintenance…) au milieu naturel. Le projet est susceptible de perturber l'écoulement des eaux de ruissellement.	L'ouvrage de franchissement du Mierbech est implanté en retrait de quelques mètres de l'ouvrage planifié par les Ponts & Chaussées. Le Bibeschbaach et la Mess, qui ne sont plus impactés par le projet, vont être renaturés par la réalisation des mesures prévues dans le Plan de Gestion des Eaux. Préalablement à leur rejet au milieu aquatique, les eaux pluviales générées par le projet seront traitées. Les flots de rinçage seront principalement infiltrés. Plusieurs ouvrages hydrauliques sont planifiés afin d'assurer les écoulements d'eaux superficielles, notamment dan les fonds de thalwegs.
Eaux souterraines : • Infiltration de substances dangereuses pour les eaux souterraines • Atteinte à la ressource en eau	Négatif - neutre Tout le tronçon tram rapide 1 Permanent	Le risque de pollution accidentelle et chronique (maintenance, usure freins, roues) lors de la phase d'exploitation de la ligne persiste.	Toutes les mesures de prévention listées dans le cadre du tracé initial doivent être respectées. Une étude hydrogéologique, basée sur un suivi piézométrique et la réalisation d'essais de pompage, permettra de définir les niveaux d'eau caractéristiques à prendre en compte et dimensionner le tunnel.

Effet notable potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Inondabilité et crues subites	Négatif - neutre Ponctuel Permanent	L'impact sur le projet de cette problématique est réduit du fait du choix porté sur les ouvrages aériens que sont les viaducs. Les nouvelles surfaces concernées par le projet sont peu soumises au risque de submersion.	Cet aspect doit être pris en compte et traité par le maitre d'ouvrage au travers d'aménagements (fossés, buses ou dalots…) permettant la déviation ou, si cela n'est pas faisable, l'évacuation vers l'aval des eaux ruisselées. Plusieurs exutoires ont été identifiés et réceptionneront ces eaux.

7.6 Air et climat

7.6.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Le réchauffement climatique est une préoccupation qui concerne autant la Société LUXTRAM que les autres institutions publiques Luxembourgeoises et Européennes. La nécessité de prendre en compte le climat en tant que bien protégé dans le cadre d'une EIE découle notamment de l'importance de l'air en tant que milieu environnemental pour l'Homme, d'une part, et pour la faune et la flore d'autre part. Étant donné que l'état physique et la qualité de l'air, cruciale pour les organismes, dépendent dans une large mesure de facteurs climatiques (par exemple, la température de l'air, l'humidité), le climat et l'air sont également directement liés à l'Homme et à la faune/flore.

En conséquence, lorsqu'un projet impacte le bien protégé air et climat, automatiquement des effets sont attendus sur les biens protégés « population et santé humaine » (voir chapitre 7.2) et « biodiversité » (voir chapitre 7.3). La nécessité d'évaluer les impacts engendrés par certains projets sur le climat dans le cadre d'une EIE est justement particulièrement lié aux interactions possibles avec la santé humaine.

Conditions climatiques locales

Tracé initial

En ce qui concerne les conditions climatiques locales du site, il convient d'examiner, dans le cadre de l'EIE, les effets du projet sur la température de l'air, la vitesse du vent, les flux d'air froid et d'air frais, les zones de captage d'air frais et/ou les zones d'écoulement d'air froid ainsi que la création éventuelle de barrières d'échange d'air.

Une analyse climatique élaborée par GEO-NET Umweltconsulting et LIST pour le compte de l'Administration de l'environnement (02/2021) a été publiée en avril 2022. Celle-ci peut être utilisée comme base pour décrire les différents microclimats et conditions climatiques du site d'implantation. Cette analyse climatique s'est intéressée au phénomène des ilots de chaleur qui entrainent des situations de stress thermique de la population tant de jour que de nuit, notamment en période estivale. L'effet d'îlot de chaleur décrit la différence de température entre la ville chaude et ses environs plus froids et atteint son maximum pendant la nuit ainsi que dans des conditions météorologiques de rayonnement à vent faible.

La carte d'analyse climatique (Fig. 339) représente les fonctions et les processus de l'échange d'air nocturne dans l'ensemble de la zone étudiée (couloir d'air froid et sens d'écoulement, les zones d'échange d'air froid et les zones de génération d'air froid). Pour les zones d'habitation et les infrastructures de transport, elle représente la surchauffe nocturne, basée sur la température de l'air près du sol lors d'une nuit d'été à 4 heures du matin. Cela représente donc l'effet d'ilot de chaleur.

L'incidence des aménagements, notamment des surfaces imperméabilisées (routes, bâtiments et parkings) est clairement visible sur l'extrait de la carte de l'analyse climatique (Fig. 339). Au niveau des surfaces imperméabilisées la température de l'air à 2 m du sol est élevée (généralement supérieure à 16 °C) ce qui induit un effet d'ilot de chaleur. A contrario, la végétation et notamment les arbres ou les prairies ont une influence positive sur le climat. Les espaces verts et ouverts sont ainsi source d'air froid, avec un débit variable. Certaines zones sont également plus prédisposées pour générer de l'air froid, comme les cours d'eau et leurs environs. En fonction de la topographie, des couloirs d'air frais sont présents, permettant de renouveler l'air par son mouvement.

Le tracé étant prévu en majorité sur des sols encore non imperméabilisés, les surfaces concernées par le projet présentent aujourd'hui une situation bioclimatique favorable (Fig. 339). Le tracé traverse des zones de génération d'air froid (généralement des prairies), des zones d'échanges d'air froid (généralement aux abords des zones urbanisées comme à Pontpierre) et des couloirs d'air froid.

Au niveau de la section TR1 et plus précisément au niveau du futur arrêt à Leudelange, le tracé traverse une zone de génération d'air froid qui ramène de l'air froid la nuit en direction de la Cloche d'Or. La ZAE de Leudelange est à contrario concernée par les phénomènes d'ilots de chaleur.

La section TR2 traverse le cours d'eau Bibeschbaach qui possède une fonction bioclimatique importante en tant que zone de génération d'air froid et où l'air peut y circuler et apporter de l'air froid en direction du sud-est (fonction de compensation bioclimatique).

La section TR3 concerne principalement la forêt de Leudelange où la température ressentie en journée est bien plus faible que les environs et qui a donc un effet rafraîchissant sur son environnement pendant la journée. C'est donc un lieu qui peut faire office de refuge lors de journées de fortes chaleurs.

A la sortie de la forêt de Leudelange jusqu'à l'entrée de Pontpierre/Wickrange (section TR4), se trouvent des prairies avec un fort débit d'air, s'évacuant vers le sud mais permettant également le refroidissement de Pontpierre/Wickrange, qui comme la majorité des zones urbanisées, présente de fortes températures en journée et plus ou moins fortes également la nuit (effet d'ilot de chaleur).

La zone d'activités économique à Foetz est concernée par des ilots de chaleurs élevés, l'autoroute par des ilots de chaleurs faibles. La section TR4 est située entre ces deux zones, encore non ou peu imperméabilisée et donc exempt d'ilots de chaleurs.

L'analyse climatique (AEV, 2021) a abouti à une carte indicative de planification (Fig. 341-Fig. 342) avec un catalogue de mesures associé. D'une part, la carte rend visible la nécessité d'une action graduée pour améliorer le confort thermique en été dans toutes les zones de vie/travail et de loisirs (« espace d'action ») de la population au Luxembourg. D'autre part, la carte indicative de planification attribue également une valeur à tous les espaces verts et ouverts du pays (« espace de compensation ») en fonction des fonctions climato-écologiques qu'ils assurent. Enfin, le catalogue de mesures présente des exemples et des possibilités d'amélioration pour la situation climatique au Luxembourg. Il est divisé en trois catégories : « Bien-être thermique dans les espaces extérieurs », « Amélioration de la ventilation nocturne » et « Réduction de la charge thermique intérieure ».

Au niveau de la section TR1, ce sont essentiellement des espaces verts et ouverts qui sont concernés. Ils sont classés comme ayant une faible importance bioclimatique à très grande importance bioclimatique. Pour cette dernière catégorie, il s'agit de deux prairies dans la commune de Luxembourg au sud de la Cloche d'or, qui ont une fonction de compensation pour renouveler l'air des zones urbanisées au sud de la Cloche d'Or. Plus la fonction bioclimatique est considérée comme importante, plus les surfaces sont sensibles à l'intensification de l'utilisation du sol.

Pour la section TR2, ce sont majoritairement des prairies et des champs ayant une importance bioclimatique accrue.

La section TR3 traverse la forêt de Leudelange qui est classée comme forêt de grande importance, qui peut être visitée en tant que lieu de retraite pour échapper à la chaleur pendant la journée.

A Foetz (TR4), les espaces verts entre la ZAE et l'autoroute sont classés comme ayant une faible importance bioclimatique.

Pour finir, l'étude préconise différentes mesures d'atténuation pour améliorer la situation climatique au Luxembourg. Les mesures suivantes peuvent s'appliquer lors de la planification du projet de tram :

- M03 Aménager les surfaces extérieures en optimisant le climat
- M04 Désimperméabiliser / minimiser le taux d'imperméabilisation
- M05 Aménagement « trame bleue et verte » de l'espace de circulation
- M06 Ombrage des aires de séjour en plein air
- M07 Espaces verts publics - développer et optimiser

Une évaluation de l'impact du projet sur la situation climatique actuelle au niveau de l'emprise du projet est réalisée au chapitre 7.6.2.

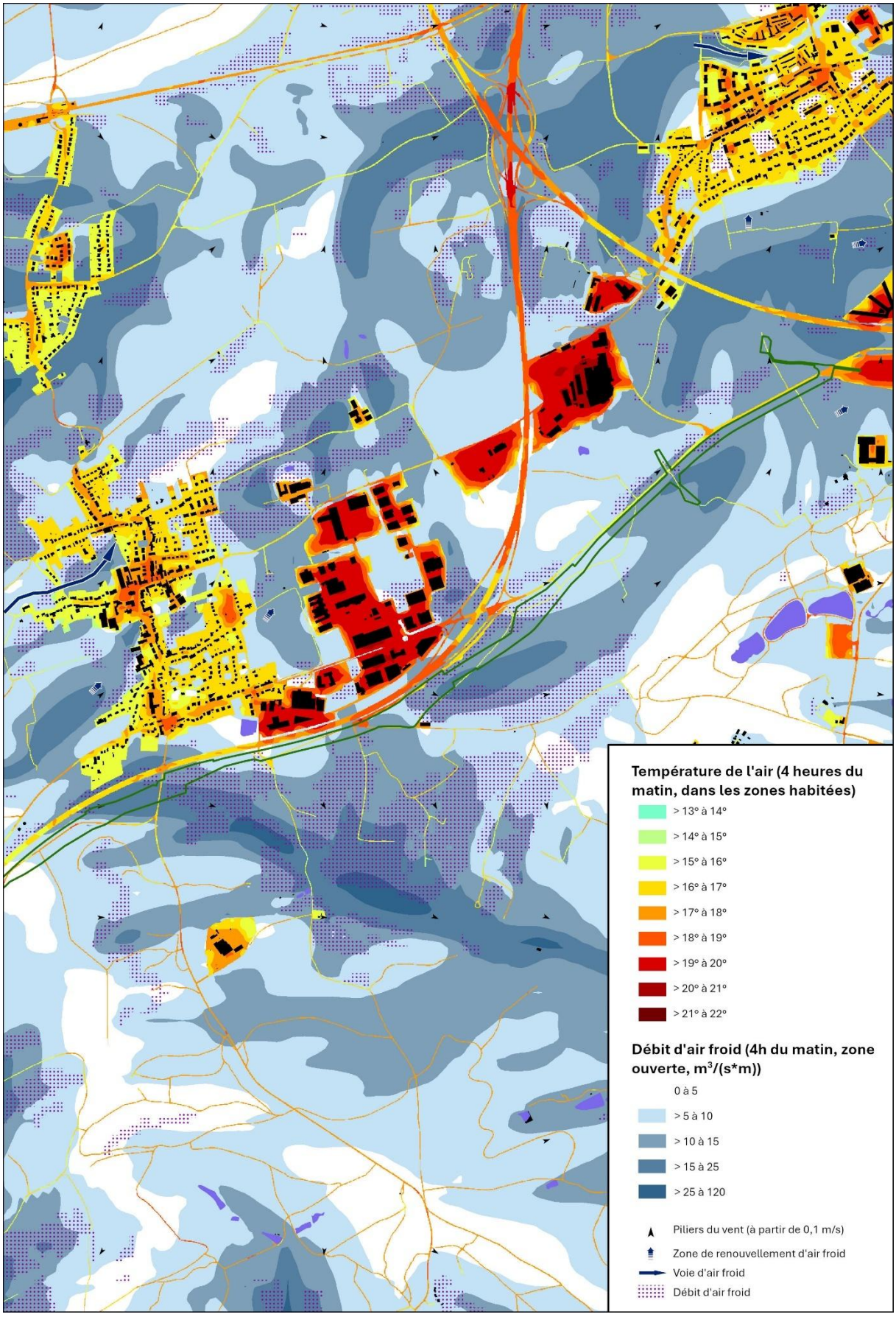


Fig. 339 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (vert foncé) (GEONET & LIST, 2021).

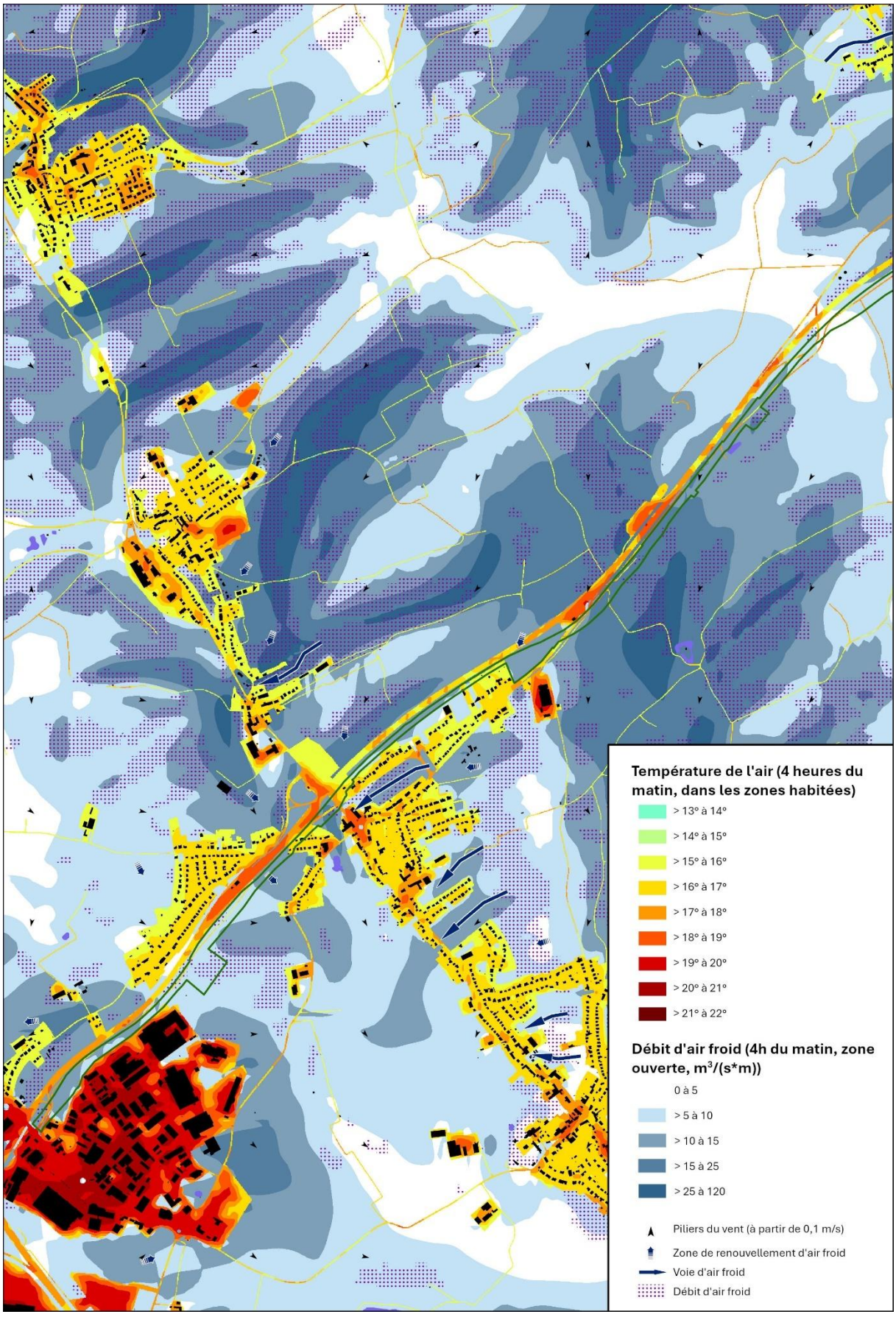


Fig. 340 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du projet (vert foncé) (GEONET & LIST, 2021).

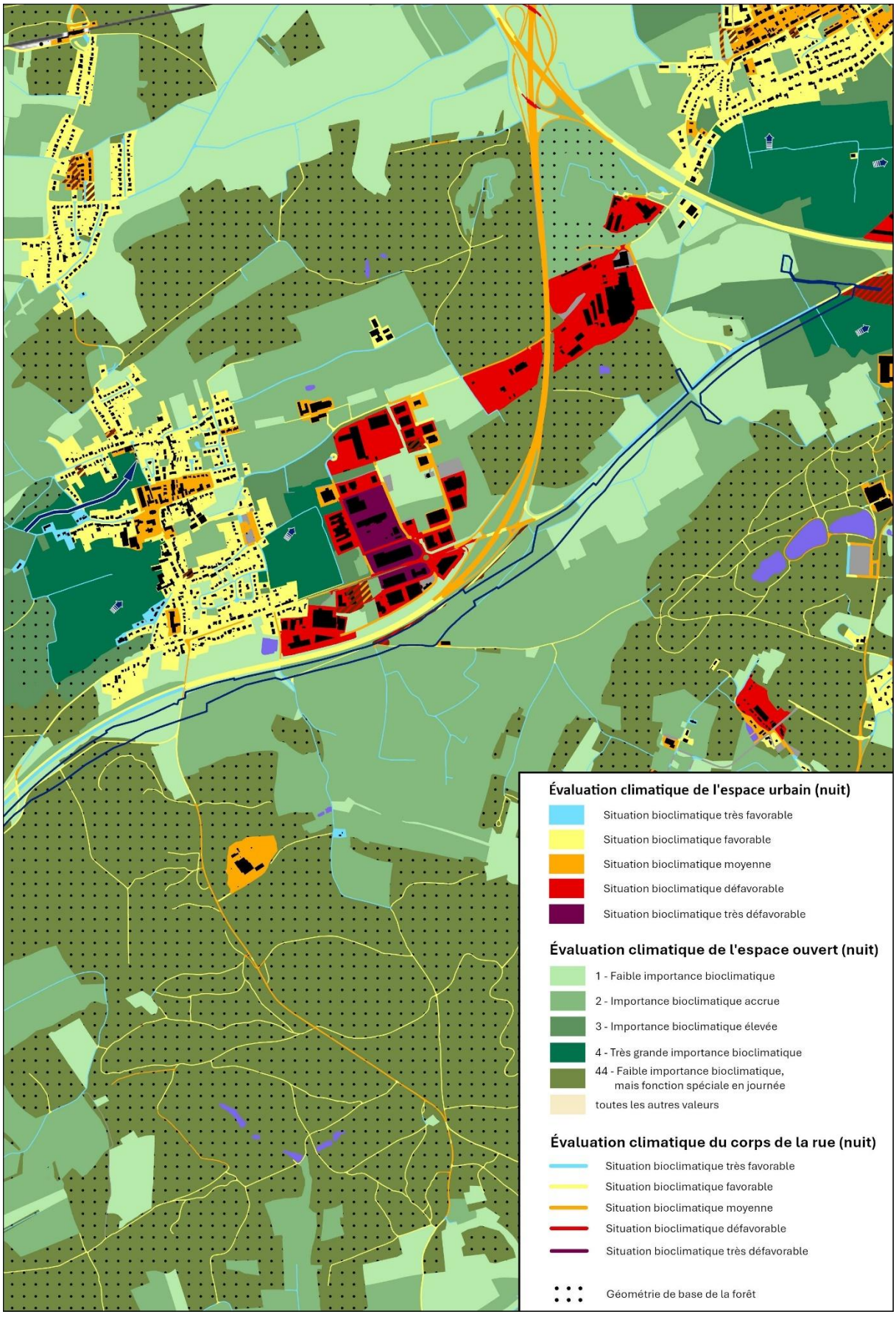


Fig. 341 : Extrait de la carte indicative de planification climatique au droit du projet (bleu). (GEONET & LIST, 2021).

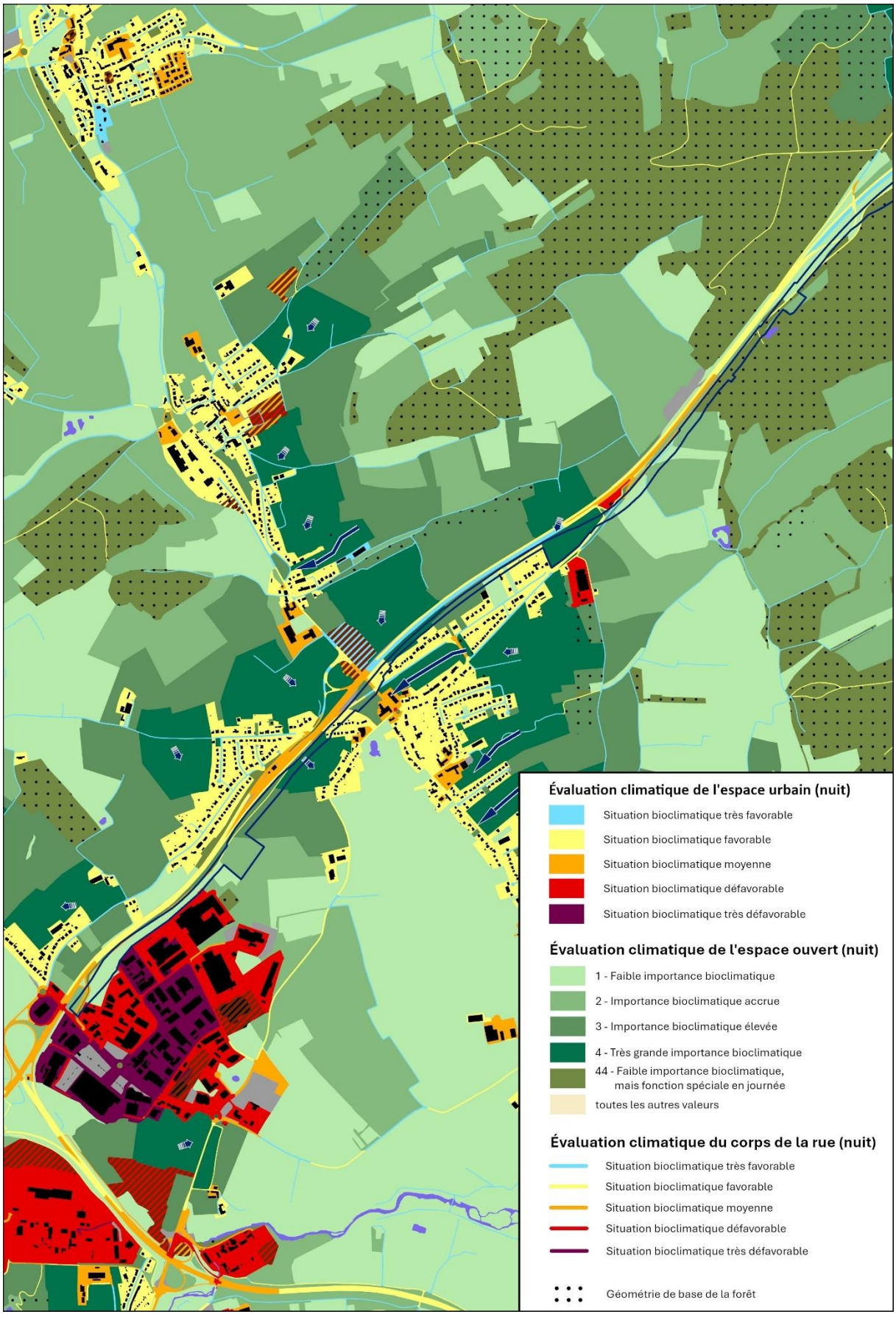


Fig. 342 : Extrait de la carte indicative de planification climatique au droit du projet (bleu). (GEONET & LIST, 2021).

Tracé optimisé

Comme l'illustrent les figures ci-dessous, la modification du tracé n'entraîne que peu de changements par rapport au tracé initial. Les adaptations restent en effet localisées et concernent principalement des secteurs qui ne sont pas encore urbanisés, tout comme le tracé initial. Ainsi la description concernant le tracé initial reste valable.

L'une des principales évolutions concerne toutefois la réduction de la surface forestière à défricher, notamment au niveau de la forêt de Leudelange. Celle-ci passe ainsi de 87 509 m^2 dans le tracé initial à 63 408 m^2 dans le tracé optimisé, soit une réduction d'environ 27,5 % de la surface forestière concernée.

Une évaluation de l'impact du projet sur la situation climatique actuelle au niveau de l'emprise du projet est réalisée au chapitre 7.6.2.

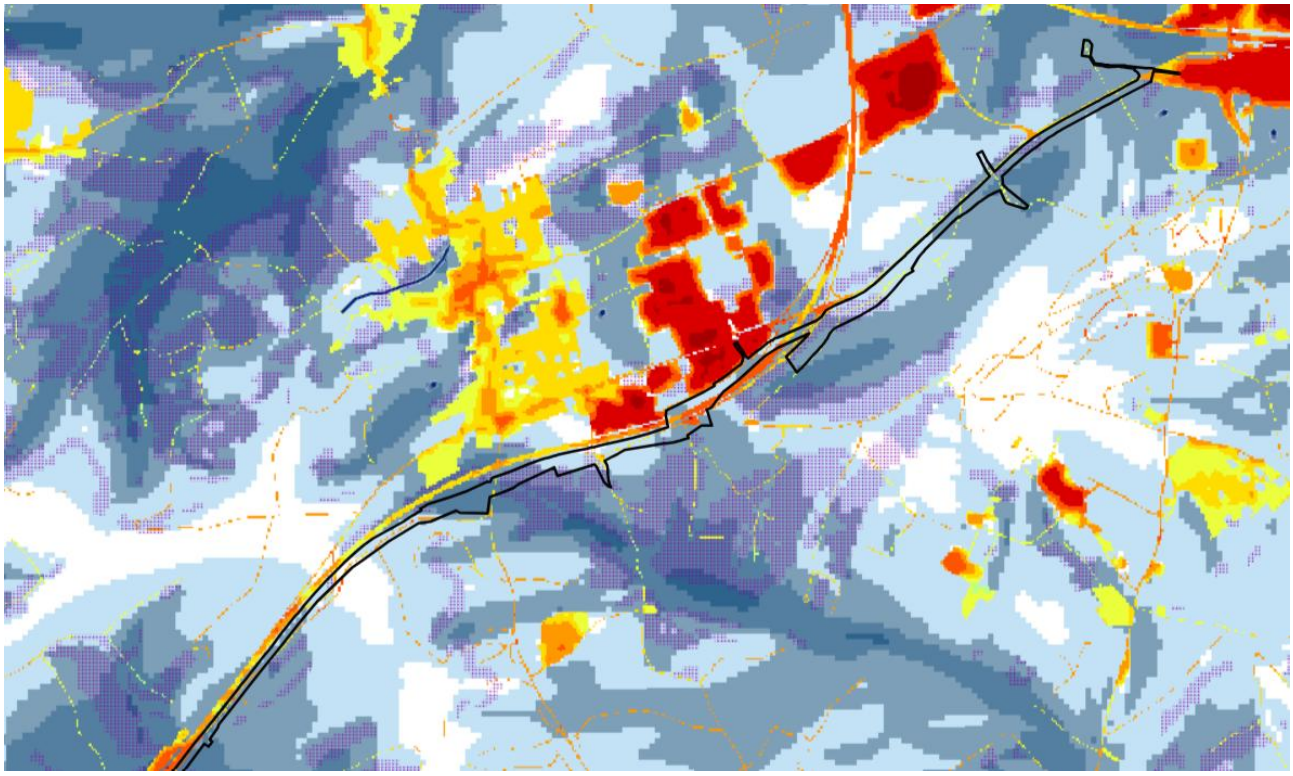


Fig. 343 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (noir) (Géoportail, 2026).

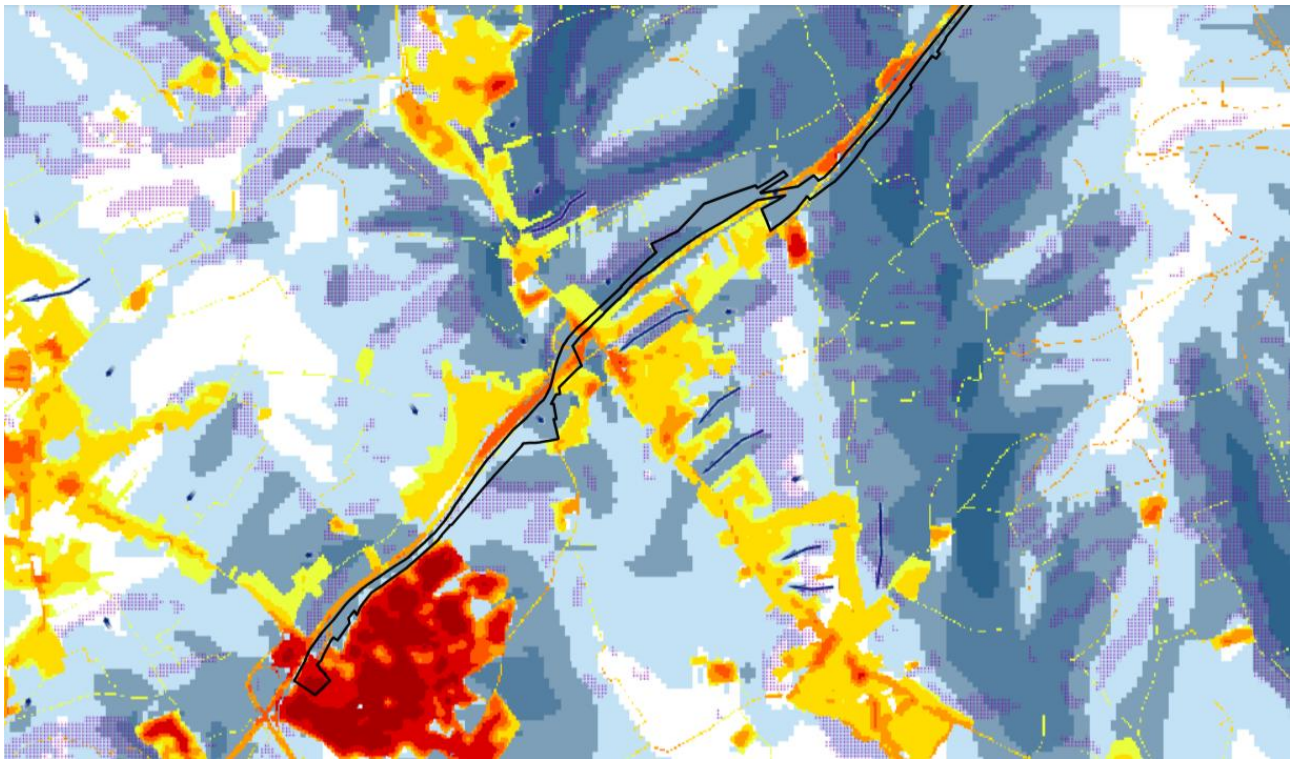


Fig. 344 : Extrait de la carte de l'analyse climatique au droit du tracé du projet (noir) (Géoportail, 2026).

Les informations concernant les besoins en énergie/empreinte carbone ainsi que la vulnérabilité au changement climatique du tracé initial (voir ci-après) restent inchangés pour le tracé optimisé.

Besoins en énergie/Empreinte carbone

Afin de lutter contre le changement climatique en cours, il est indispensable de prendre en compte les émissions produites par les nouveaux projets et d'identifier les moyens pour les limiter. L'utilisation d'énergie renouvelables dans la planification de toute nouvelle construction permet également de participer à la transition énergétique.

Le tramway sera alimenté en énergie grâce à trois sous-stations de traction, 2 monogroupe (1350 kW) et 2 bi-groupe (2700 kW), alimentée en 20kV par le réseau HT CREOS via une artère dédiée.

Les sous-stations de traction permettent de produire :

- L'énergie de traction 750 V=, par l'intermédiaire des Groupes traction (GT) et de la distribution Traction associée,
- L'énergie Basse Tension 400/230V~, par l'intermédiaire de transformateurs pour :
    - Les auxiliaires des sous-stations de traction,
    - La signalisation,
    - Les appareils de voie,
    - L'alimentation des stations voyageurs situées à proximité,
    - Et utilités diverses en tant que de besoin.

L'ensemble des équipements HT, BT et Traction est regroupé dans les locaux sous-stations. Les distributions terminales BT de la signalisation et des stations voyageurs sont implantées respectivement dans les locaux de signalisation, les coffrets ou armoires BT de stations.

En outre, dans l'APS est mentionné qu'à ce stade du projet des consommations de l'ordre de 25 kVA par station voyageur sont attendues.

Pour l'exploitation de la ligne de tramway jusqu'à Foetz, LUXTRAM a estimé un besoin en énergie électrique de 14 000 000 kWh/an. Dans la mesure où le tramway repose sur la traction électrique, des émissions de CO_2 directes ne sont pas attendues, d'autant plus que LUXTRAM achète 100% d'énergie renouvelable.

A titre d'exemple, le ministre des Transports et des travaux publics évoque par ailleurs qu'une étude de LUXTRAM réalisée en 2017 a permis de montrer que « les émissions de gaz à effet de serre évitées par rapport à un scénario de mobilité moyenne au Luxembourg (2007) ont été estimées à 3.400 tonnes de CO_2 par an pour le tronçon A (pour 20.000 passagers par jour). À la mise en service de l'ensemble de la ligne de 16km entre la Cloche d'Or et l'aéroport du Findel, ce bénéfice serait de 54.000 tonnes de CO_2 par an ». Notons qu'actuellement, avec la mise à jour du tronçon D, ce sont environ 120.000 voyageurs.

En outre, l'APS OA mentionne 4 mesures importantes concernant la gestion durable et provenance des matériaux :

- L'analyse du cycle de vie guide le choix des matériaux en intégrant leur impact carbone, de la production au transport, afin de privilégier les options les plus durables.
- Matériaux locaux : réduction de l'empreinte carbone et soutien aux filières locales (béton de centrales locales, terres de déblais réutilisées, grès du Luxembourg pour les murs de culées).
- Traçabilité : priorité aux matériaux certifiés environnementalement.
- Recyclage : recours aux matériaux recyclés et recyclables pour limiter l'extraction et les déchets

L'installation de photovoltaïque au niveau des talus du projet n'est plus envisagée, la majorité des talus étant revégétalisé (cf. chapitre 7.6).

Vulnérabilité au changement climatique

Lors de l'évaluation des incidences environnementales, il convient de vérifier la vulnérabilité du projet face au changement climatique, par exemple en cas de forte pluie, lors des canicules, lors des tempêtes, conformément à l'annexe III de la loi EIE (point 5). Une évaluation de la vulnérabilité du projet figure dans le chapitre 7.6.2.

7.6.2 Description des incidences du projet sur l'air et le climat

Conditions climatiques locales

Tracé initial

Dans une EIE, il est nécessaire d'évaluer l'impact du projet sur la situation climatique actuelle au niveau de l'emprise du projet.

Comme indiqué dans le chapitre précédent, les terrains concernés par le projet présentent une situation bioclimatique favorable et participent au rafraichissement de l'air pour compenser les milieux plus défavorables comme les zones urbanisées. La forêt de Leudelange est également un lieu de refuge lors de fortes chaleurs, où la température ressentie est bien plus faible comparé aux milieux ouverts ou urbanisés.

Généralement les impacts négatifs des projets sur le climat local sont liés à une entrave à la circulation de l'air (par ex. bâtiments hauts) ou lors d'une forte imperméabilisation (surchauffe en été). La destruction de prairies ou forêts compensatoires (d'un point de vue climatique) sont également des situations défavorables pour le climat.

Dans le cadre du projet de tram rapide, le maitre d'ouvrage a comme but de limiter l'imperméabilisation du sol au maximum. En effet, la voie de tramway sera en grande partie perméable. Les revêtements de la plateforme utilisés à savoir un revêtement végétalisé sur quasi toute la longueur du tronçon en alternance avec du béton désactivé de couleur claire au niveau des stations, sont avantageux pour limiter l'absorption de la chaleur (couleur claire évitant la surchauffe ou évaporation de la végétation) et permettent ainsi d'éviter ou atténuer un réchauffement local. En effet la végétation refroidit son environnement par le processus d'évapotranspiration et les minéraux clairs ont un albédo plus élevé comparé à de l'asphalte noir par exemple. Le revêtement retenu de la piste cyclable est un revêtement bitumeux afin de garantir un confort de roulement élevé. Ce type de revêtement est à contrario totalement imperméable. Par contre, la couleur rouge retenue permet d'augmenter l'albédo comparé à un revêtement noir. Cela permet donc de limiter les phénomènes de réchauffement des sols et donc d'ilot de chaleur.

Concernant la circulation de l'air, il n'est pas attendu que le projet de tram rapide 1 entraine un effet de barrière à l'échange d'air entre les zones urbanisées et les milieux ayant une situation climatique favorable. En effet, les abris aux stations sont de faible envergure.

Avec la faible imperméabilisation du projet et le fait que la circulation de l'air ne sera guère modifiée, il n'est pas attendu que le projet engendre des phénomènes d'ilots de chaleur.

En phase de construction, l'impact principal est le déboisement et le défrichement de boisements, bosquets, haies et arbres d'alignement. Ceux-ci possèdent une certaine importance climatique. Le projet prévoit en revanche une re-végétalisation d'envergure (détaillé dans le chapitre biodiversité et paysage). L'impact sera donc ponctuel bien que les arbres doivent atteindre un certain âge afin de remplir les conditions pour améliorer les conditions climatiques locales. En outre, l'abondance en nouvelles plantations permettra d'apporter de l'ombre et du rafraichissement aux cyclistes, ce qui est une mesure importante lors des canicules (en plus des impacts positifs pour la biodiversité et le paysage).

Tracé optimisé

Comme indiqué précédemment, l'ensemble de l'évaluation présentée ci-avant reste valable pour le tracé optimisé comme pour le tracé initial.

La principale différence réside dans la réduction significative de la surface à déboiser. Cette réduction de l'emprise sur les surfaces forestières permet de limiter la perte de capacité de stockage et de séquestration du carbone liée au défrichement.

Par ailleurs, les deux principales modifications de la configuration du tracé concernent les nouveaux ouvrages d'art OA1531 (viaduc à Leudelange) et OA1541 (viaduc à Pontpierre). Ces ouvrages seront réalisés sur piliers, ce qui permet de réduire l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols et de maintenir, sur une partie de leur emprise, les conditions favorables au redéveloppement de la végétation. Cette configuration permet également de préserver les couloirs d'air frais, contribuant ainsi à limiter les incidences du projet sur les conditions microclimatiques locales.

L'évaluation concernant les besoins en énergie/empreinte carbone ainsi que la vulnérabilité au changement climatique du tracé initial (voir ci-après) restent inchangés pour le tracé optimisé.

Besoins en énergie/Empreinte carbone

Comme mentionné dans le chapitre 7.6.1, dans la mesure où le tramway repose sur la traction électrique, des émissions de CO_2 directes ne sont pas attendues. Evidemment, si l'on considère l'ensemble des émissions (« du puits à la roue »), l'impact carbone est tributaire de l'origine de l'électricité utilisée. LUXTRAM confirme acheter

de l'électricité 100% renouvelable. De plus, avec son offre compétitive (env. 11 min du Stade de Luxembourg à Foetz), le tramway a pour objectif principal de favoriser l'utilisation des transports en commun et ainsi réduire les déplacements individuels motorisés et par conséquent les émissions de GES. En effet, vu le développement attendu de Foetz et Leudelange, il est particulièrement bénéfique de proposer une alternative attractive à la voiture. A long terme, lors de l'exploitation de l'ensemble de la ligne jusqu'à Esch/Belval, cela sera également intéressant pour récupérer une partie du flux transfrontalier venant de la France. Concernant le *Veloexpresswee*, son empreinte carbone se limite à sa phase de construction (utilisation d'engins de chantier et d'enrobés).

La phase de construction du tramway, des ouvrages d'art et du *Veloexpresswee* génère indéniablement des impacts environnementaux et climatiques. Toutefois, ces effets peuvent être considérés comme des compromis temporaires, compte tenu des bénéfices significatifs à long terme de leur exploitation. En réduisant l'usage des transports individuels motorisés, le tram rapide 1 contribue de manière substantielle à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la promotion de la mobilité durable.

Vulnérabilité au changement climatique

En raison du changement climatique, les phénomènes météorologiques sont de plus en plus extrêmes (fortes pluies, inondations, tempêtes, canicules). En tant qu'infrastructure de transport, le tramway n'est pas spécialement vulnérable au changement climatique. Les canicules n'ont pas d'impact spécifique sur le fonctionnement du tramway en tant que tel. La plateforme végétalisée pourrait éventuellement dessécher bien qu'elle soit spécialement conçue pour ne pas nécessiter d'arrosage. Concernant les tempêtes, des arrêts ponctuels peuvent survenir si des obstacles se trouvent sur la voie du tramway mais cela n'est pas considéré comme significatif. Enfin, en cas de fortes de pluie, il n'est pas impossible que la voie de tramway ou la piste cyclable soit ponctuellement inondée, ce qui pourrait provoquer un arrêt d'exploitation ponctuel. Néanmoins, notamment grâce à l'emploi de revêtements en majorité perméables et à la gestion des eaux par infiltration (noues), la vulnérabilité du tramway face au changement climatique est considérée comme faible.

7.6.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs à l'air et au climat, il n'est pas attendu que le projet d'extension de tramway ait un impact négatif significatif sur le climat et l'air, au contraire. Par conséquent, le fait que le projet soit principalement réalisé dans la zone verte n'a pas d'incidence à cet égard. Ces impacts majoritairement supposés positifs sont repris dans le Tab. 53 ci-dessous ; –valable à la fois pour le tracé initial et le tracé optimisé.

Ce tableau résume les résultats de l'évaluation précédente sous forme abrégée. Seuls les effets potentiels du projet qui sont considérés comme pertinents sont énumérés. Une distinction entre les différentes phases du projet ci-dessous a été effectuée :

- les effets pendant la phase de construction,
- les effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts liés au projet est suivie, le cas échéant, de recommandations sur les mesures d'évitement et d'atténuation.

Tab. 53 : Synthèse des impacts potentiels du projet sur l'air et le climat – valable à la fois pour le tracé initial et le tracé optimisé

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Microclimat	Négatif – neutre Localisé Temporaire	Pour la construction du projet, des espaces verts boisés (haies, forêts, arbres) nécessitent d'être défrichés. De plus, des prairies seront également impactées par le projet. Ceux-ci possèdent une certaine importance climatique, participant à la régulation du climat : stockage du CO_2 et modulation des températures locales grâce à l'évapotranspiration.	Une revégétalisation de grande envergure sur l'ensemble du linéaire est prévue, permettant à terme de compenser la perte induite par le projet (cf. chapitre 7.6).
• Circulation de l'air	Négatif – Neutre Localisé Temporaire	La circulation de l'air se verra modifiée suite aux abattages puisque les bocages et lisières forestières servent de barrières naturelles contre le vent, en ralentissant sa vitesse.	Une revégétalisation de grande envergure sur l'ensemble du linéaire est prévue, permettant à terme de compenser la perte induite par le projet (cf. chapitre 7.6).
• Besoins en énergie	Négatif – Neutre Tout le tronçon Temporaire	Un chantier d'une telle envergure nécessite une quantité importante d'énergie : production et transport des matériaux, utilisation des engins de construction, évacuation des déchets etc. L'objectif de ce projet est la promotion de la mobilité douce et d'encourager l'utilisation des transports en communs.	Les mesures suivantes sont à considérer : • Optimisation des transports et logistique (par ex. positionnement rapproché des zones d'installation de chantier, réduction des distances de transport, planning optimisé en regroupant les livraisons, minimiser les aller-retours des engins de chantier). • Employer tant que possible des matériaux à faible empreinte carbone.

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase d'exploitation			
• Microclimat	Positif – neutre Tout le tronçon Permanent	Les matériaux choisis dans la construction sont décisifs pour éviter ou réduire la formation de nouveaux ilots de chaleur. Actuellement du fait de la faible imperméabilisation des sols dans l'emprise du tracé, la problématique des ilots de chaleur n'est pas présente au droit du tracé. Il est donc important d'éviter l'imperméabilisation au maximum.	LUXTRAM a retenu une voie de tramway en grande partie perméable avec des revêtements végétalisés ou du béton désactivé clair, minimisant la surchauffe locale. Un bitume rouge est choisi pour la piste cyclable dont l'albédo est ainsi plus élevé comparé à du bitume noir.
• Circulation de l'air	Neutre Tout le tronçon Permanent	Les superstructures (stations voyageurs, pylônes, candélabres) ne créent qu'une faible résistance à la circulation de l'air, de telle sorte qu'un impact non significatif sur la circulation/échange d'air.	Aucune mesure n'est nécessaire.
• Besoins en énergie	Positif – neutre Tout le tronçon Permanent	L'impact carbone du projet est considéré comme négligeable étant donné qu'aucune émission directe de CO_2 n'est attendue lors de son exploitation. Cela dépend de l'origine de l'électricité utilisée. De plus, l'objectif principal du tramway est d'encourager l'utilisation des transports en commun pour réduire les déplacements individuels motorisés et les émissions de gaz à effet de serre (GES).	LUXTRAM achète 100 % de l'électricité renouvelable.
• Vulnérabilité au changement climatique	Neutre Tout le tronçon Permanent	Le tramway n'est pas particulièrement vulnérable au changement climatique (fortes pluies, inondations, tempêtes, canicules).	Utilisation de revêtements perméables et gestion des eaux par infiltration (noues).

7.7 Paysage

7.7.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Dans le cadre de l'évaluation des incidences potentielles sur le paysage, il convient de décrire des aspects purement anthropocentriques et visuels, tels que la diversité, l'unicité et la beauté du paysage global et urbain, les unités paysagères et structures identitaires, composantes remarquables ainsi que, des contraintes paysagères (Roth & Bruns 2016). Afin de décrire l'état actuel de la zone, la section suivante se concentre sur le relief, les différentes utilisations des terres ainsi que l'état actuel du paysage. Ceci permet dans un second temps d'évaluer les mesures d'intégrations paysagères.

Relief et végétation marquante

Tracé initial

L'analyse du relief de la zone d'étude est déterminante afin d'identifier et de vérifier si un projet peut avoir un impact sur le paysage, notamment s'il est visible de loin.

Le paysage et la topographie sont marquées par les infrastructures routières, comme l'autoroute au nord du projet, la forêt de Leudelange et le cours d'eau de la Mess. Quelque peu vallonné, les altitudes varient entre 285 et 346m (cf. profil en long dans l'APS ligne, Vol. J-2 en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial), avec la localité de Foetz au plus bas et le massif de Leudelange au plus haut (Fig. 83, Fig. 84). Globalement le terrain naturel dans l'emprise du tronçon est ascendant jusqu'à l'entrée du massif forestier de Leudelange et descendant jusqu'à Foetz.

Les éléments de végétation qui façonnent le paysage et qui ont une influence significative sur les axes visuels et sur le paysage local ou global (par exemple, les avenues, les forêts, les arbres individuels proéminents) sont également des éléments marquants à prendre en compte. Le long de l'autoroute, les bosquets et arbres d'alignement jouent un rôle d'écran de verdure et ont notamment à hauteur de Pontpierre, un rôle important pour les habitants situés au sud de l'autoroute. La majorité du tracé se trouve en revanche au niveau de champs agricoles et prairies.

Les illustrations suivantes donnent un aperçu du relief au niveau du projet et de ses alentours.

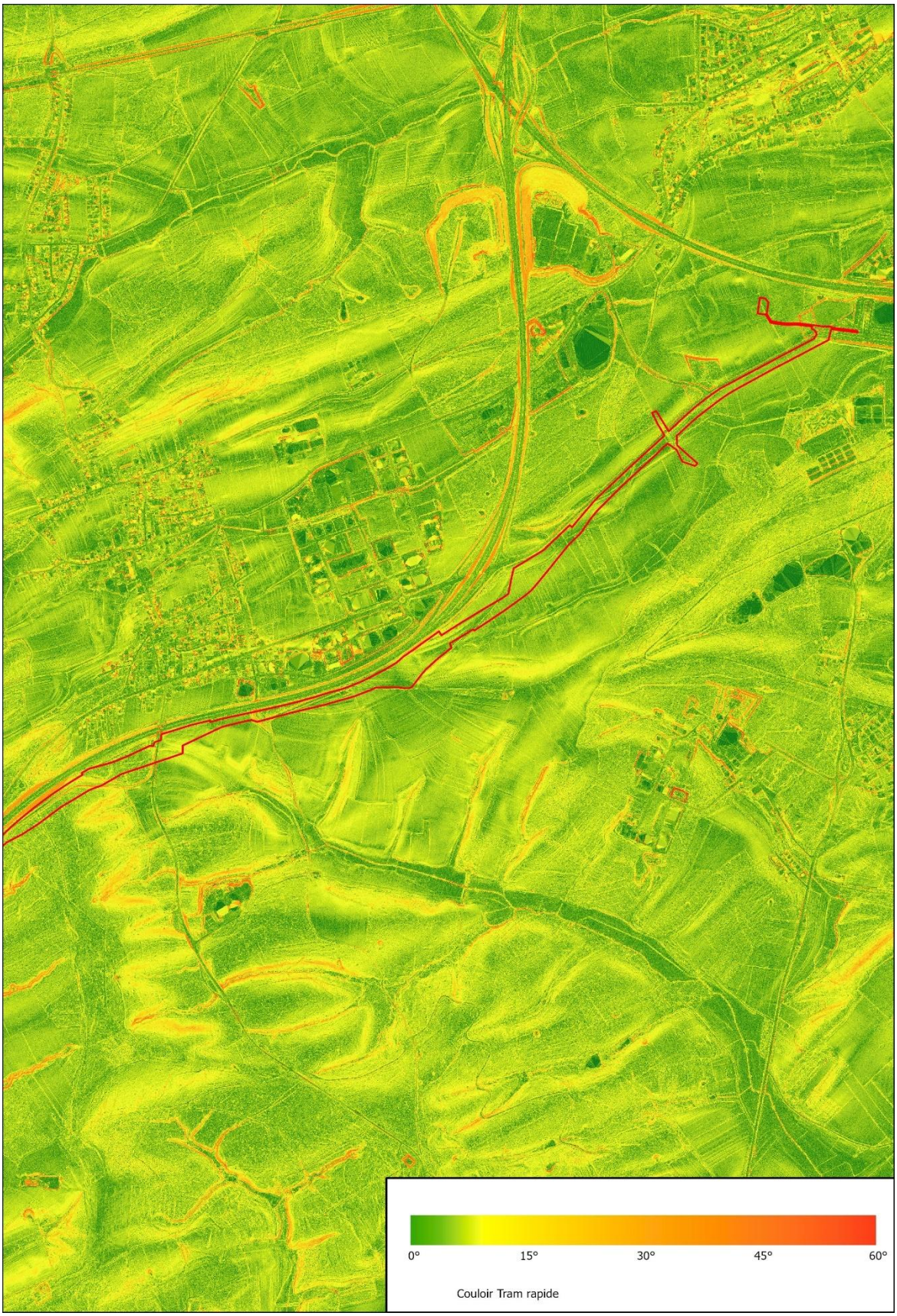


Fig. 345 : Modèle numérique de terrain avec des hauteurs LUREF, basé sur le survol Lidar de 2024 avec une résolution de 50cm. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2025).

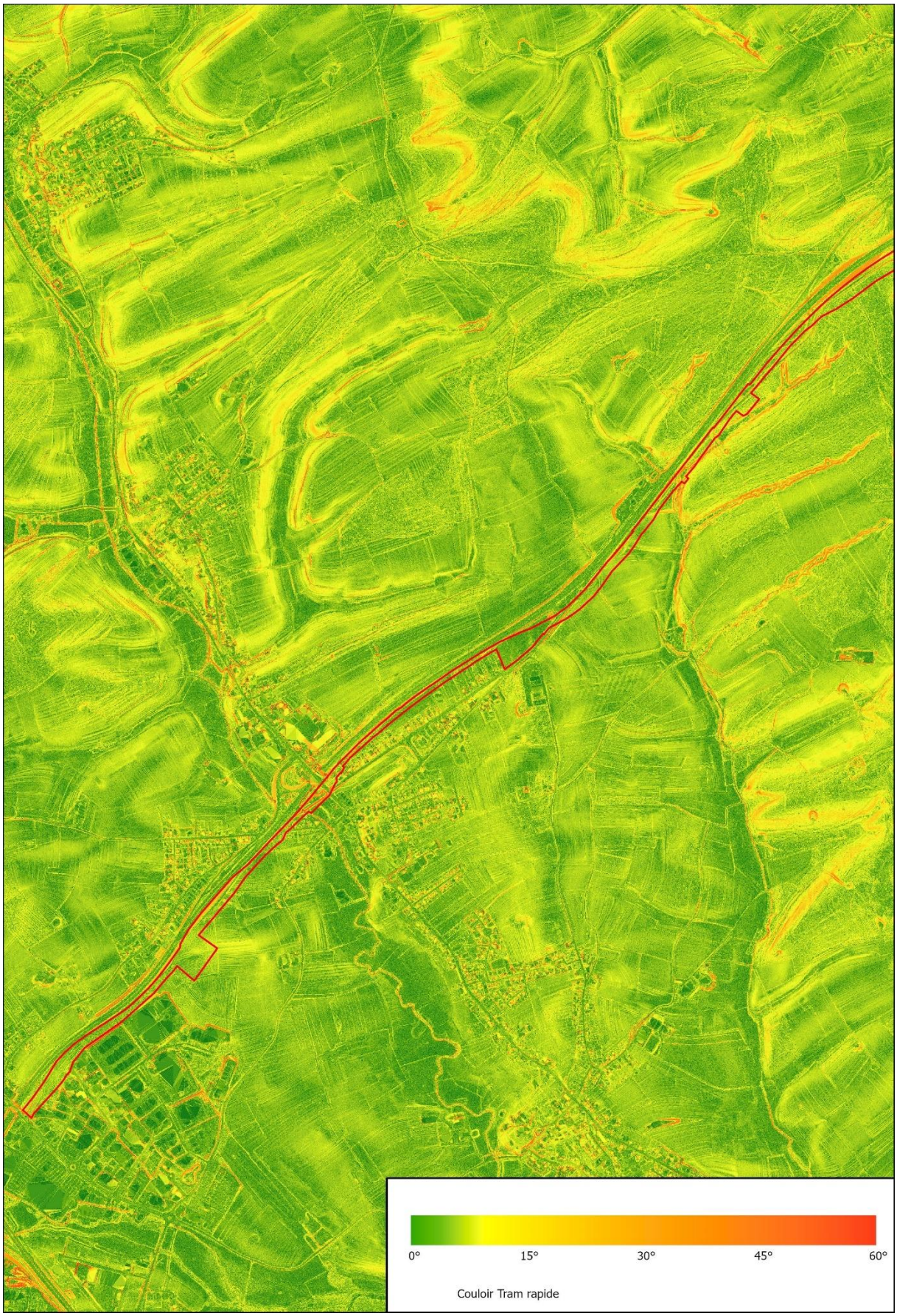


Fig. 346 : Modèle numérique de terrain avec des hauteurs LUREF, basé sur le survol Lidar de 2024 avec une résolution de 50cm. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2025).

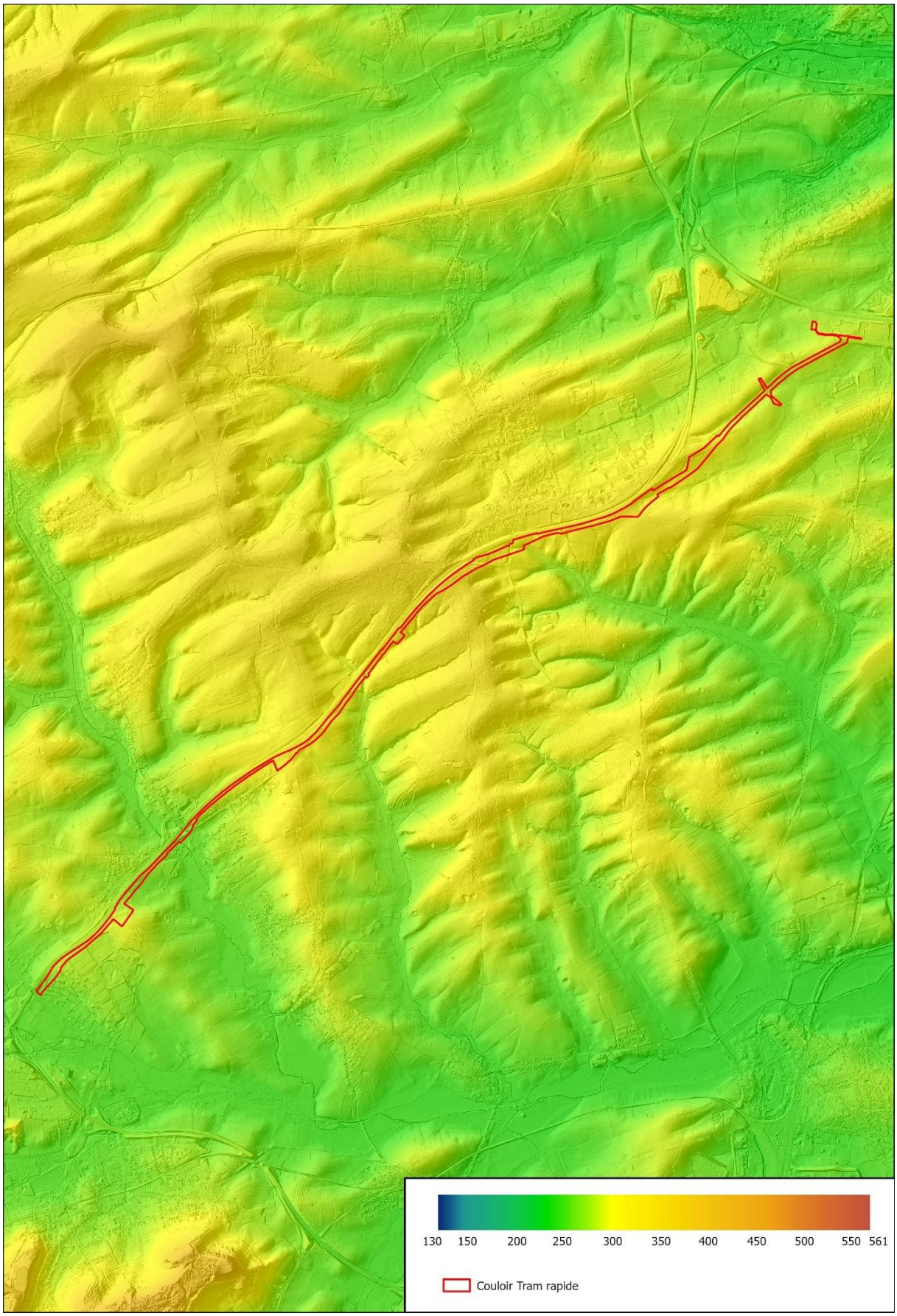


Fig. 347 : Pente (MNT) colorée basée sur le modèle numérique de terrain de 2024 avec une résolution au sol de 50cm (Géoportail, 2025).

Tracé optimisé

Le relief au niveau des nouvelles zones concernées par le tracé optimisé est similaire, puisque le tracé est toujours situé sur les talus de l'autoroute. La description ci-avant reste donc valable pour le tracé optimisé.

Intégration locale et paysagère

Tracé initial

L'évaluation du paysage est essentiellement basée sur les critères de diversité, d'unicité, de beauté et de valeur récréative de la nature et du paysage. La présence de réserves naturelles ou autres éléments paysagers protégés sont également utilisés comme critère d'évaluation car ils peuvent avoir une grande importance pour le paysage ou pour les loisirs (Roth & Bruns 2016).

Pour évaluer l'atteinte au paysage, selon Roth & Bruns (2016), le degré de dégradation/altération du paysage doit être défini. La dégradation est définie comme « une perturbation de l'impression générale qui est facilement reconnaissable pour l'observateur moyen instruit et ouvert aux impressions esthétiques » (Roth & Bruns 2016). Le paysage est perturbé par les infrastructures du trafic routier, ferroviaire et aérien, par les zones commerciales et industrielles ainsi que par l'absence de transitions entre les zones résidentielles et les campagnes. Les lignes électriques à haute tension, les pylônes de transmission, les dépôts/décharges et les stations d'épuration des eaux usées contribuent également à la dégradation du paysage. Ces éléments visuels, acoustiques et olfactifs peuvent également avoir un impact négatif sur la fonction récréative du paysage pour la population (cf. chap. 7.2).

Au niveau de la zone d'étude, plusieurs entités ou séquences paysagères se distinguent :

- la plaine agricole, principalement située au sud de la Ville de Luxembourg et Leudelange,
- la forêt de Leudelange,
- les infrastructures routières, notamment l'A4,
- la plaine urbanisée, avec un caractère résidentiel à Pontpierre et industriel/commercial à Foetz.

En effet, le tram s'implante en premier lieu (description du nord vers le sud,) principalement sur des champs agricoles en bordure de la N4 puis de l'A4 en traversant des bosquets et la forêt de Leudelange pour ensuite traverser des jardins à Pontpierre et un chemin rural bordé de haies et bocages jusqu'à la zone d'activités à Foetz.

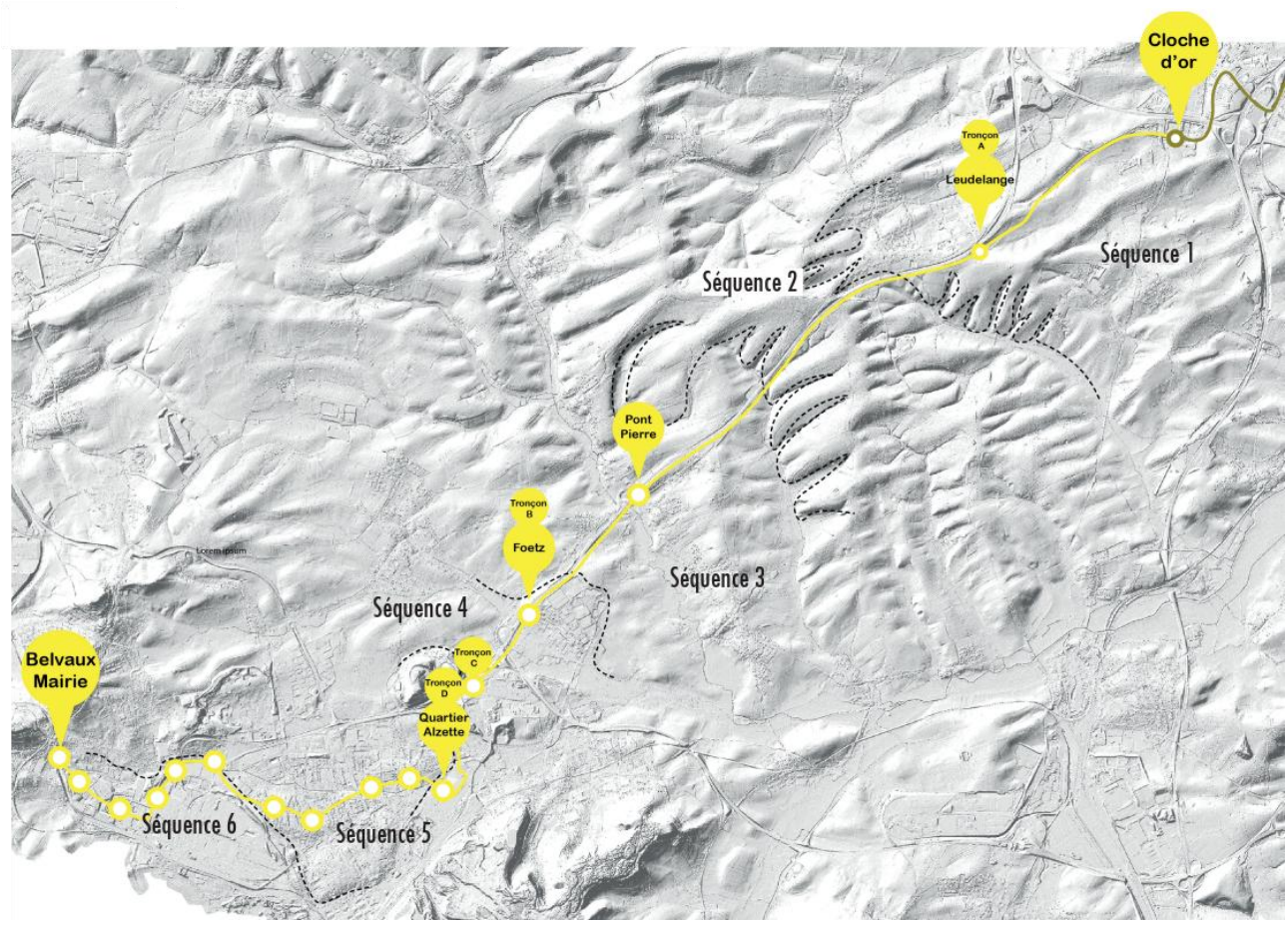


Fig. 348 : Topographie au niveau du tram rapide 1 : la séquence 1 : la plaine agricole, séquence 2 : massif forestier de Leudelange, séquence 3 la plaine agricole habitée, séquence 4 la zone industrielle (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le vol. C2-1 de l'APS ligne en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

Dans l'optique d'un développement urbain et d'un aménagement du territoire durables, il convient également de tenir compte des directives formulées par le Plan Directeur Sectoriel Paysages (PSP 2021). Au sein de la zone d'étude ne se trouve pas de grand ensemble paysager mais une « zone verte interurbaine » (cf. chap. 6.2.3). Presque 2/3 du tracé transite au sein de celle-ci (de la Cloche d'Or jusqu'à la station essence à Pontpierre).

La zone verte interurbaine est une zone superposée désignant un paysage peu fragmenté situé entre deux agglomérations et menacé par une urbanisation expansive. C'est la seule désignée au Luxembourg. Elle s'étend au sud de la Ville de Luxembourg et sur une grande partie de la région Sud. Notons que l'autoroute A4 y est incluse.

Les objectifs de planification pour la zone verte interurbaine, visent notamment la conservation de l'intégrité de cet espace, la valorisation de son potentiel récréatif pour les habitants des agglomérations avoisinantes, la préservation des fonctions et services écologiques, dont notamment la production d'air frais et d'air froid, ainsi que le maintien des fonctions agricoles et sylvicoles.

Partant, selon le *Règlement grand-ducal modifié du 10 février 2021 rendant obligatoire le plan directeur sectoriel « paysages »,* dans la zone verte interurbaine, toute nouvelle fragmentation causée par des infrastructures linéaires est interdite. Cependant, certaines exceptions sont permises, par exemple :

- De nouvelles infrastructures linéaires peuvent être réalisées si elles sont regroupées et situées à proximité immédiate d'infrastructures similaires déjà existantes.
- Les pistes cyclables, chemins piétonniers, chemins ruraux et forestiers restent autorisés.

Il est essentiel d'assurer un développement urbanistique harmonieux au sein de la zone verte interurbaine, en privilégiant principalement l'extension à l'intérieur du tissu urbain existant. Cette approche permet de réduire l'impact paysager, notamment en limitant la fragmentation du territoire, à l'exception des secteurs dédiés aux infrastructures techniques d'approvisionnement et d'assainissement. Elle garantit également la préservation de la fonction agricole de cette zone, en évitant une urbanisation dispersée qui pourrait la compromettre à long terme.

En phase d'exploitation, plusieurs éléments du projet sont susceptibles d'avoir un impact sur le paysage. Parmi ceux-ci, on peut citer les lignes aériennes de contact, les ouvrages d'art, l'éclairage, les stations voyageurs ainsi que les revêtements de voie choisis, qui influenceront l'aspect visuel du territoire traversé.

En phase de chantier, les principales modifications paysagères concernent l'altération du profil en long, liée au remodelage du terrain naturel, ainsi que le déboisement nécessaire à l'implantation des infrastructures. Ces interventions peuvent modifier la perception du paysage, tant à court qu'à long terme.

L'aménagement d'un nouveau linéaire de transport entraîne inévitablement des transformations du paysage existant. Toutefois, des mesures d'intégration paysagère permettent d'atténuer, voire d'améliorer, ces impacts en favorisant une insertion harmonieuse du projet dans son environnement.

Une analyse détaillée de l'impact paysager du projet et des mesures envisagées est ainsi présentée au chapitre 7.7.2 suivant.

Des vues aériennes sont présentées dans la suite, au départ de la la Cloche d'Or en direction de Foetz (du Nord-Est vers Sud-Ouest) (Fig. 349-Fig. 359).



Fig. 349 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction la Cloche d'Or avec le Stade en arrière-plan (Nord-Est) (LSC360, 2025).



Fig. 350 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 351 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 352 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 353 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 354 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 355 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 356 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 357 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 358 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).



Fig. 359 : Vue aérienne au niveau de l'emprise du projet et de ses alentours depuis le Sud-Ouest direction le Nord-Est (LSC360, 2025).

Tracé optimisé

L'environnement ayant fortement changé au niveau de Pontpierre en raison des travaux d'élargissement de l'autoroute, les Fig. 357-Fig. 358 ne sont plus d'actualité et sont donc remplacées par de nouvelles figures ci-dessous (Fig. 360-Fig. 363). Le survol drone disponible datant du printemps 2024, aucune image drone plus récente n'est disponible. Les figures ci-dessous reprennent donc les orthophotos de l'été 2025.

On constate notamment qu'une grande partie de la haie longeant l'autoroute a déjà été supprimée dans le cadre des travaux d'élargissement de l'autoroute.

En dehors de ce secteur, la quasi-totalité de l'emprise du projet est actuellement bordée de haies, de bosquets, d'arbustes et d'arbres d'alignement, qui forment un écran de verdure et contribuent notamment à masquer l'autoroute.



Fig. 360 : Orthophoto été 2025 - Entrée Pontpierre à hauteur de la station-service. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026).

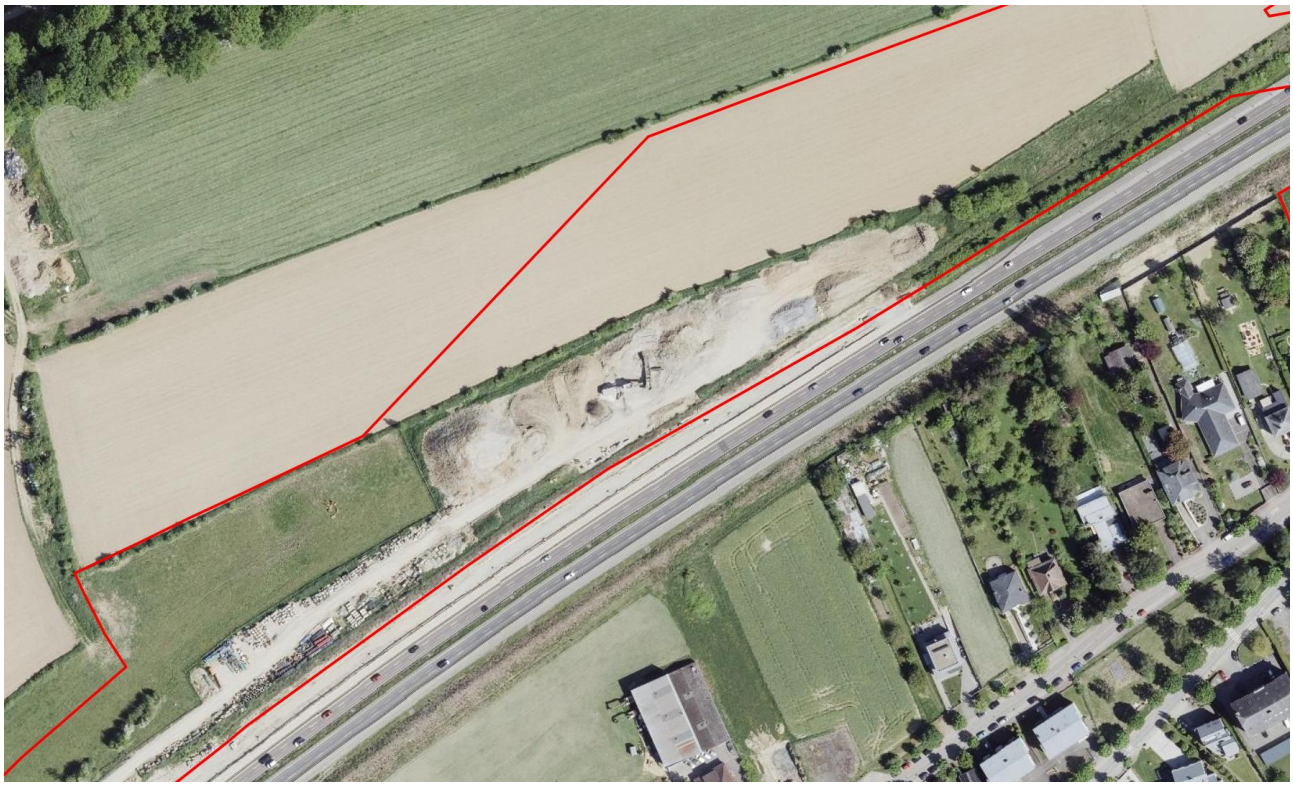


Fig. 361 : Orthophoto été 2025 – à hauteur du futur viaduc OA1541. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026).



Fig. 362 : Orthophoto été 2025 – à hauteur du GRIDX. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026).

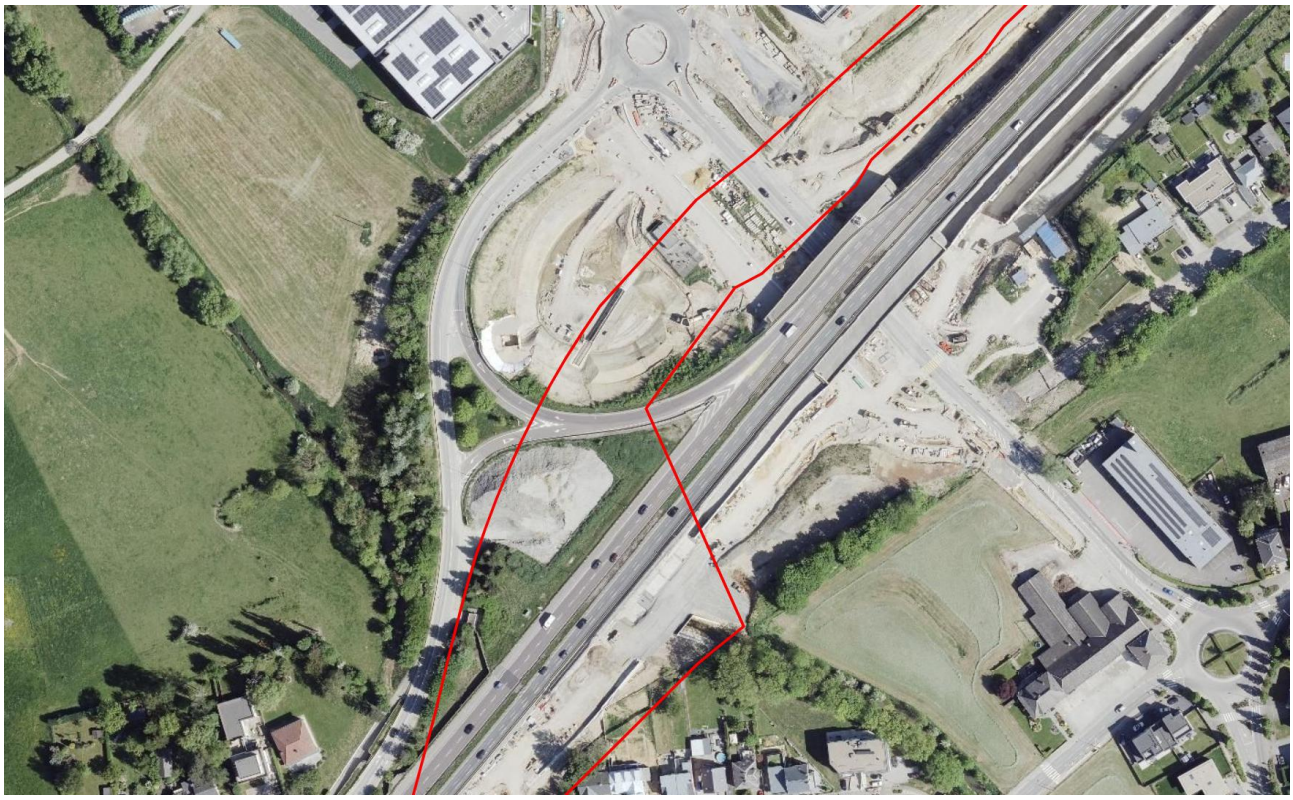


Fig. 363 : Orthophoto été 2025 – à hauteur de l'échangeur de Pontierre et la future station. Emprise du projet en rouge (Géoportail, 2026).

Conformément au point 3.7.3 de l'avis du MECB sur le précédent rapport EIE, il convient de préciser quels écrans de verdure seront amenés à disparaître et à quels endroits de nouveaux écrans seront recréés.

De manière générale, il convient de préciser que l'emprise du projet représentée sur l'ensemble des plans et figures correspond à l'emprise d'acquisition. Il est considéré que la végétation présente dans cette emprise sera susceptible d'être défrichée, même lorsque les terrassements ne sont pas représentés dans certains secteurs. En effet, une emprise suffisante doit être maintenue pour permettre la circulation des engins de chantier. Le plan général présenté dans le volume J-3 de l'APS Ligne permet de visualiser cette emprise ainsi que les principaux aménagements et terrassements prévus.

En partant de la Cloche d'Or, des arbres d'alignement doublés d'arbustes sont présents le long de la N4. Les arbres d'alignement seront conservés, tandis que les arbustes, situés dans l'emprise du projet, devront être défrichés. Le tracé du projet a notamment été décalé afin de préserver les arbres routiers existants.

Sur les Fig. 364 et Fig. 365, les différents écrans de verdure présents le long des infrastructures de transport existantes ont été identifiés par un code couleur :

- vert : écran de verdure qui sera préservé dans le cadre du projet de Tram Rapide ;
- orange : écran de verdure entièrement ou partiellement préservé dans le cadre du projet de Tram Rapide, mais susceptible de disparaître ultérieurement dans le cadre des projets d'élargissement de l'autoroute ou de création de nouveaux échangeurs ;
- rouge : écran de verdure qui sera défriché dans le cadre du projet de Tram Rapide.

Il convient toutefois de préciser que les informations disponibles concernant les projets connexes ne sont pas exhaustives. L'identification des écrans de verdure susceptibles de disparaître dans le cadre de ces projets est donc donnée à titre indicatif, afin de mieux apprécier la visibilité future du Tram Rapide dans ce contexte de réaménagement des infrastructures routières. Il ne peut notamment être exclu que certains écrans actuellement identifiés comme préservés soient ultérieurement supprimés dans le cadre de projets connexes qui ne sont pas connus à ce stade.

Ainsi, depuis la Cloche d'Or jusqu'à l'embranchement de l'autoroute, l'écran végétal constitué par les arbres d'alignement sera préservé. En revanche, les arbustes situés en pied de talus et dans l'emprise du Tram Rapide seront défrichés dans le cadre du projet.

Au niveau de la zone d'activités économiques, une partie importante des écrans de verdure devra être défrichée pour permettre la réalisation du viaduc du Tram Rapide. Dans le secteur de la forêt de Leudelange, une bande de haies et de bosquets, d'une largeur pouvant atteindre environ 5 à 15 m, devrait être préservée dans le cadre du projet de Tram Rapide. Celle-ci pourrait toutefois être amenée à disparaître dans le cadre de l'élargissement de l'autoroute.

Au niveau du passage sous l'autoroute à l'entrée de Pontpierre, des haies ainsi que des reliquats de haies, dont une partie a déjà été défrichée dans le cadre des travaux liés à l'échangeur de Pontpierre, devront également être supprimés. Dans le secteur de Pontpierre, peu de végétation supplémentaire devra être supprimée dans le cadre du Tram Rapide, l'emprise du projet se situant en grande partie au sein de la zone déjà concernée par les travaux de l'échangeur de Pontpierre.

Enfin, entre la sortie de Pontpierre et Foetz, une haie dense et large d'environ 10 à 20 m est présente entre l'autoroute et le chemin Foetzerkopp. Celle-ci devra être partiellement défrichée pour les besoins du Tram Rapide, mais est également susceptible d'être supprimée dans le cadre du projet d'élargissement de l'autoroute.

Ainsi, une grande partie des écrans végétaux présents le long du tracé est amenée à disparaître, indépendamment du projet à l'origine de leur suppression. La visibilité future de l'infrastructure doit donc être considérée en tenant compte à la fois de la disparition de ces écrans végétaux et de la position du Tram Rapide par rapport au terrain naturel.

La visibilité de l'infrastructure sera également influencée par les terrassements nécessaires à son insertion. Deux secteurs sont particulièrement concernés par des remblais importants, pouvant entraîner une visibilité plus lointaine de l'infrastructure selon la topographie environnante :

- le secteur de Leudelange ;
- le secteur de Pontpierre / château d'eau de Foetz.

À l'inverse, certains secteurs sont principalement concernés par des déblais importants, limitant potentiellement la visibilité de l'infrastructure depuis les secteurs environnants :

- le secteur de la forêt de Leudelange ;
- le secteur situé entre la sortie de la forêt de Leudelange et l'entrée de Pontpierre ;
- le secteur de Foetz.

Ces terrassements sont visibles sur les profils en long présentés dans le volume J-2 de l'APS de la ligne, en annexe 07 (*APS_4469A_TRAB_INF_T3216_PLO_11020-B#VF_Profil_en_long*). Une illustration simplifiée des secteurs concernés par des déblais et des remblais est présentée à la Fig. 366. Cette illustration est indicative et ne vise pas à représenter précisément la géométrie des terrassements. Pour les données précises ainsi que les hauteurs des remblais/déblais, il convient de se référer au profil en long précité.

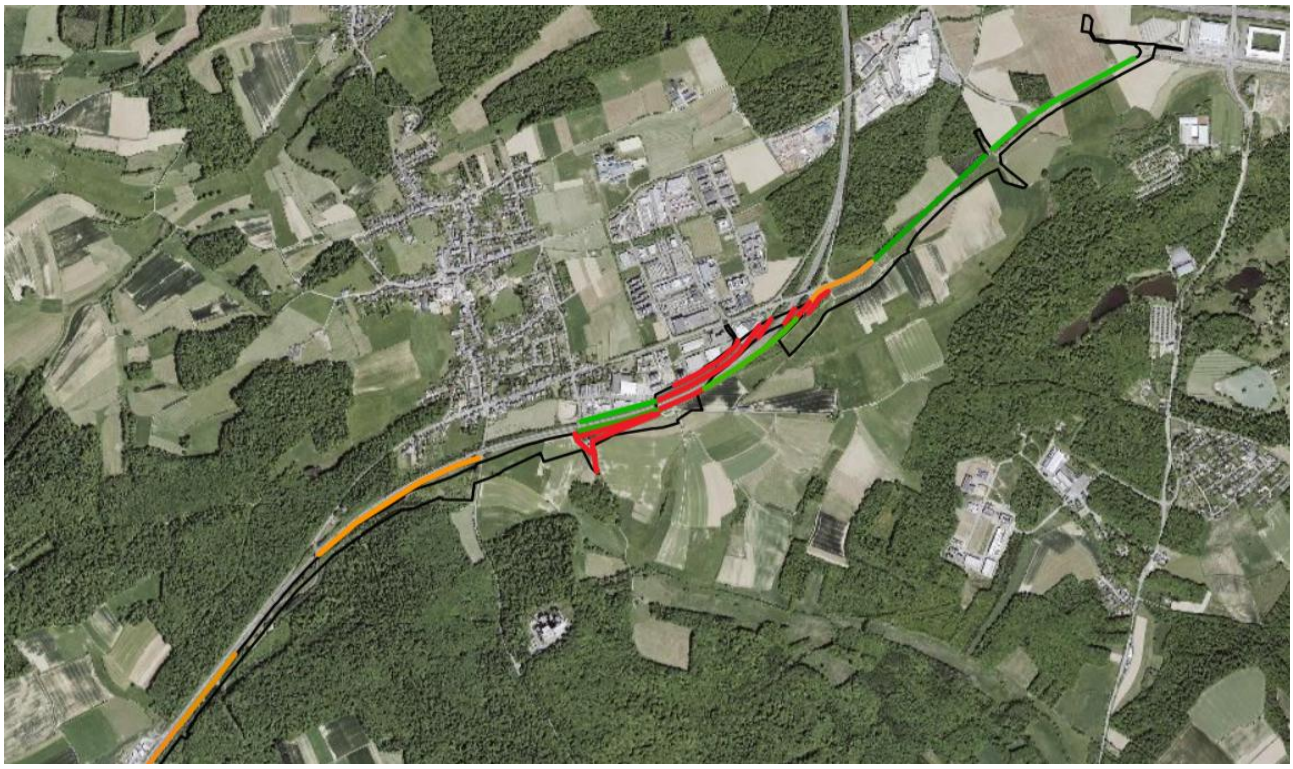


Fig. 364 : Localisation des écrans de verdure présents en bordure du tracé, le long de l'autoroute et de la route nationale. En vert : écrans de verdure préservés, en rouge : écrans de verdure défrichés dans le cadre du tram, en orange : écran de verdure probablement défrichés au cours des travaux P&Ch futurs (Géoportail, 2026).

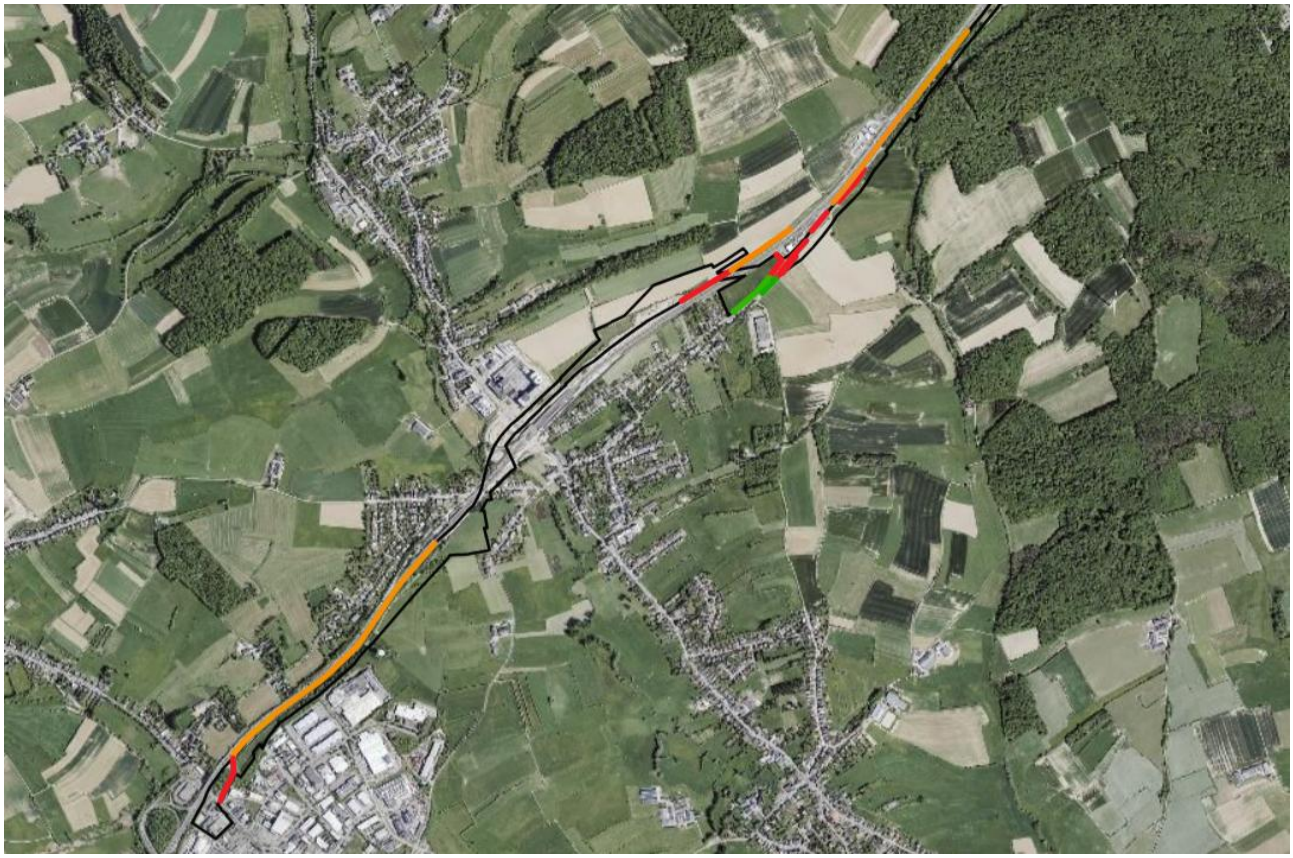


Fig. 365 : Localisation des écrans de verdure présents en bordure du tracé, le long de l'autoroute et de la route nationale. En vert : écrans de verdure préservés, en rouge : écrans de verdure défrichés dans le cadre du tram, en orange : écran de verdure probablement défrichés au cours des travaux P&Ch futurs (Géoportail, 2026).

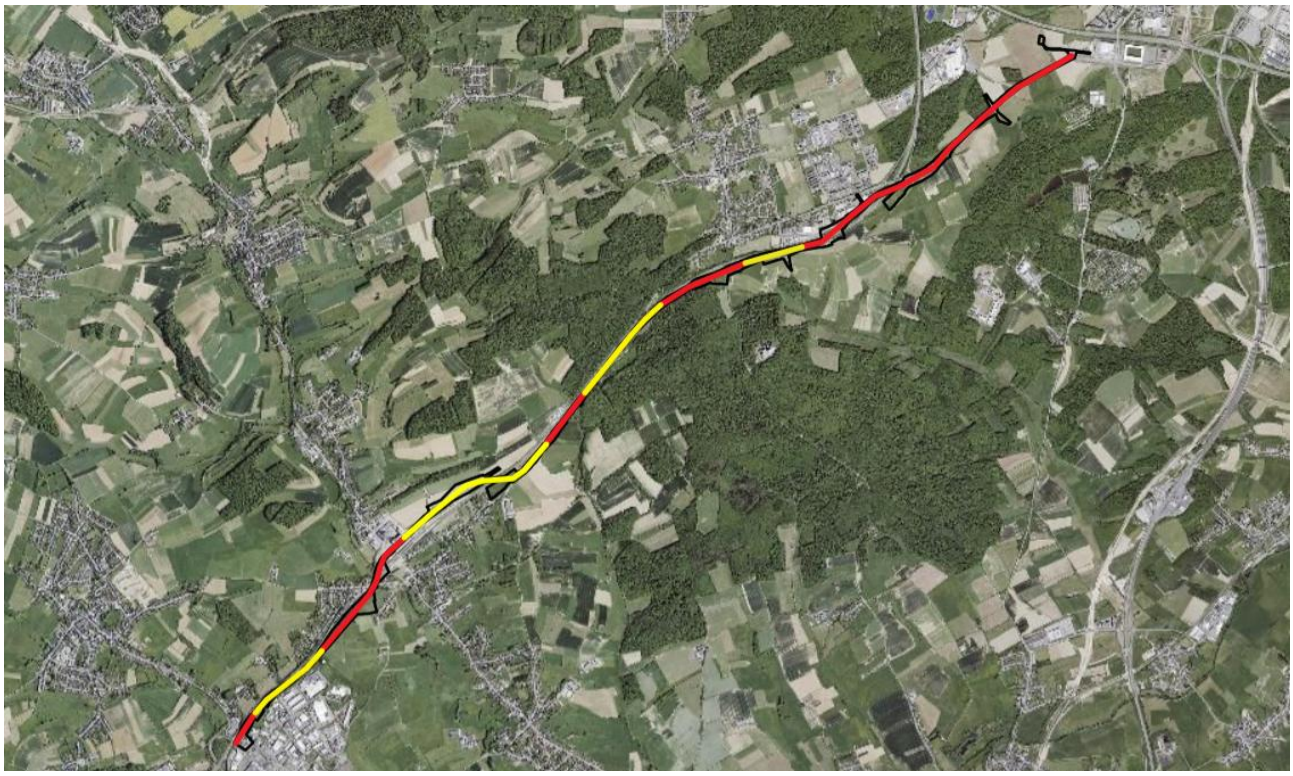


Fig. 366 : Illustration représentant de manière approximative les secteurs en remblai par rapport au terrain naturel (rouge) et en déblai par rapport au terrain naturel (jaune). Pour les données précises, se référer au profil en long présenté dans le volume J-2 de l'APS Ligne (Géoportail, 2026).

En croisant les informations relatives aux écrans de verdure et aux terrassements, les secteurs de Kockelscheuer/Leudelange ainsi que celui situé à la sortie de Pontpierre, à l'ouest de la Grand-Rue, apparaissent comme particulièrement concernés par une potentielle exposition visuelle à l'infrastructure. Cette exposition revêt une importance particulière dans le premier secteur en raison de son potentiel caractère récréatif, et dans le second en raison du caractère résidentiel du secteur.

Afin de réduire l'exposition visuelle du projet liée à la suppression de certains écrans de verdure et à la présence de remblais pouvant atteindre localement 5-10 m de hauteur, la revégétalisation constitue un élément déterminant.

À ce titre, la **notice d'insertion architecturale du volume C2-1** ainsi que **le plan de plantation (volume J-4)** de l'APS Ligne permettent d'apprécier le concept paysager envisagé. Les coupes de la notice permettent notamment de visualiser la végétation projetée ainsi que la végétation existante préservée. En raison de leur manque de lisibilité à l'échelle du présent rapport, les documents complets ne sont pas repris ici. Ils sont disponibles en annexe 07 et peuvent être consultés en se référant aux volumes prémentionnés.

Le plan de plantation met en évidence un traitement paysager par strates, adapté aux caractéristiques des milieux traversés. Dans les secteurs de milieu ouvert, une végétation de type bocager est privilégiée, associant des arbres à hautes tiges, des massifs arbustifs bocagers ainsi que des végétations herbacées de type prairial, ou adaptées aux conditions plus spécifiques des noues, fossés et talus plus secs.

À l'inverse, dans les secteurs forestiers, notamment au niveau de la forêt de Leudelange, des boisements davantage associés aux caractéristiques forestières existantes sont proposés, accompagnés d'une végétation herbacée adaptée aux conditions plus ombragées de ces milieux.

La notice d'insertion architecturale présente quant à elle la palette végétale associée aux différentes strates et aux différents types de milieux ainsi que les coupes du projet.

On peut ainsi constater à travers ces documents que, sur l'ensemble du linéaire, à l'exception des derniers 500 m au niveau de Foetz, des plantations sont prévues sur le versant sud de la ligne, sous forme d'arbres à hautes tiges et de végétation arbustive. En revanche, les talus eux-mêmes, souvent trop abrupts ou constitués de terres armées, ne permettent pas la plantation d'arbres ou d'arbustes de grande taille. Les plantations sont donc majoritairement prévues en pied de talus, permettant ainsi de recréer progressivement des écrans végétaux tout en tenant compte des contraintes techniques liées à la configuration des talus. Par ailleurs, la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre souhaitent préserver certaines vues lointaines depuis le Tram Rapide, en tenant compte du point de vue des voyageurs. La végétation est ainsi implantée de manière à éviter la création d'un effet de tunnel, qui pourrait résulter d'une végétation bocagère trop dense et continue. Néanmoins, régulièrement le long du tracé, des arbres sont plantés avec un pas d'environ 10 m, permettant de concilier l'intégration du projet dans le paysage avec le maintien de vues ouvertes depuis la piste cyclable et le tram. Ces plantations présentent également un intérêt pour les cyclistes en période estivale, en apportant ponctuellement de l'ombrage le long de l'itinéraire. Par ailleurs, les remblais sont généralement aménagés en redans, permettant d'atténuer leur caractère massif et d'éviter un effet monobloc.

Sur le versant nord de la ligne, la végétation ligneuse sera présente dans des proportions plus faibles, à l'exception du secteur du viaduc de Pontpierre, où une superficie importante est réservée aux abords de l'ouvrage pour la réalisation de plantations.

En ce qui concerne la palette végétale choisie, celle-ci se trouve également dans la note architecturale du volume C2-1 avec essentiellement des essences indigènes ou adaptées au réchauffement climatique figurant sur la liste du pacte nature. En de très faibles proportions, des essences exotiques comme par exemple le Neflier, le Tilleur argenté, Févier d'Amérique et Mélèze d'europe, Arbousier, Argousier, Chêne vert et tauzin sont proposées. En revanche la grande majorité des essences proposées (+ de 75 %) sont indigènes ou sur la liste du pacte nacture.

On peut voir dans la notice architecturale que, dans les milieux ouverts de Leudelange, Pontpierre et Foetz, la strate arbustive est composée d'arbustes bas à moyens, plantés à des densités de 1 à 1,5 plant/m^2, complétés par des arbustes hauts et des cépées implantés de manière plus lâche (1 plant tous les 2 à 3 m^2), afin de préserver des vues ouvertes sur le paysage pour les usagers. Il est par ailleurs précisé que, dans les secteurs nécessitant un effet d'écran plus important vis-à-vis des infrastructures ou des zones urbanisées, ces densités pourront être renforcées. Des arbres sont également intégrés à cette strate arbustive, à raison d'environ 1 sujet tous les 20 à 40 m^2, permettant ainsi de créer une végétation étagée présentant différentes hauteurs et de renforcer progressivement la structure végétale.

Dans la forêt de Leudelange, lorsque les emprises disponibles le permettent, une nouvelle lisière forestière structurée est proposée, associant une strate arbustive et une strate arborée. Lorsque l'espace disponible est plus limité, la plantation d'arbustes forestiers bas est privilégiée. La strate arborée est composée d'arbres de premier et de second rang, avec notamment des essences à croissance rapide destinées à assurer rapidement une transition végétale et à protéger la forêt préservée. Les arbres de second rang sont plantés à une densité de 1 plant tous les 2 à 4 m^2, tandis que les arbres de premier rang sont implantés à raison d'un sujet tous les 15 à 30 m^2, avec des essences de plus grand développement et de valeur paysagère telles que le chêne, le hêtre et le tilleul.

Pour finir, afin d'avoir un meilleur aperçu de l'implantation du projet au sein de son environnement, **des visuels 3D du projet** ont été réalisés depuis plusieurs points de vue, en partie prédéfinis en concertation avec le MECB, afin d'apprécier l'insertion du projet dans le paysage. En effet, malgré la présence de remblais ou d'écrans de verdure, la visibilité du projet peut varier fortement en fonction de la topographie environnante et du point de vue considéré.

Les Fig. 367 à Fig. 375 présentent ainsi des comparaisons entre la situation existante et la situation projetée depuis les différents points de vue retenus. Ceux-ci sont majoritairement situés dans des secteurs ouverts, notamment entre Leudelange et Kockelscheuer ainsi qu'à Pontpierre. La forêt de Leudelange, qui limite les vues lointaines, n'a pas été retenue. Il en est de même pour le secteur de Foetz, où la dominante industrielle et la présence de la zone d'activités limitent l'intérêt de ces points de vue pour l'analyse paysagère.

L'évaluation de l'impact visuel du projet sur le paysage en tenant compte de l'ensemble de ces informations est présentée au chapitre 7.7.2.



Fig. 367 : Prise de vue depuis l'accotement de la route d'Esch, sortie de la Cloche d'Or. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).



Fig. 368 : Prise de vue depuis un chemin lieudit Schwaarzeweier sur l'OA1530. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).



Fig. 369 : Prise de vue depuis l'emprise du projet sur l'OA1530. En haut : situation existante, en bas : situation projetée. Ici le plan de plantation prévoit une strate arbustive haute à moyenne en bas de talus (Ney Partners, 2026).



Fig. 370 : Prise de vue depuis un chemin en sortie de la forêt de Kockelscheuer. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).



Fig. 371 : Prise de vue depuis un chemin en sortie de la forêt de Palsbësch. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).



Fig. 372 : Prise de vue depuis le CR163. En haut : situation existante, en bas : situation projetée. Ici le plan de plantation prévoit finalement des arbres jusqu'au CR163 (Ney Partners, 2026).



Fig. 373 : Prise de vue depuis la Rue de Mondercange à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).

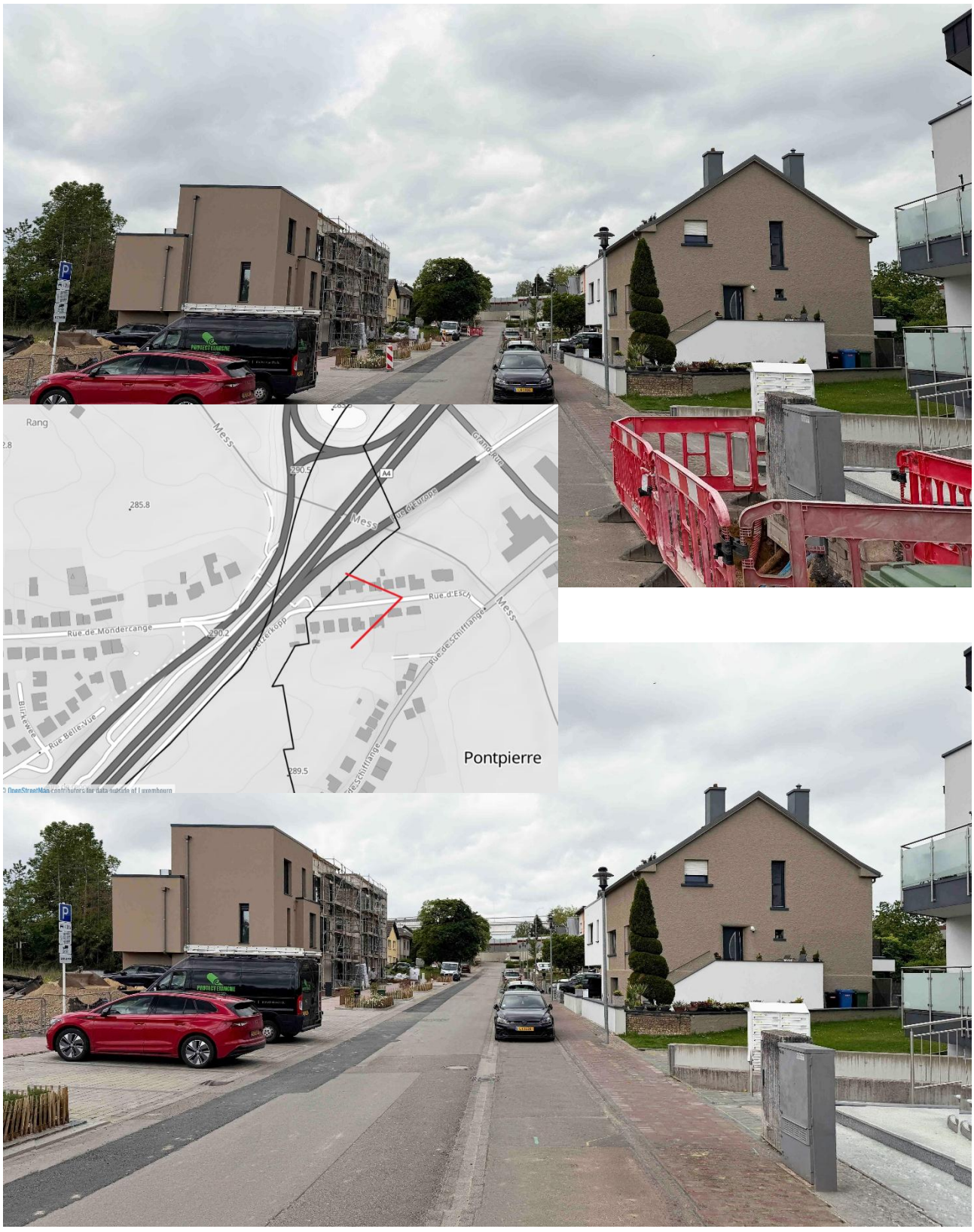


Fig. 374 : Prise de vue depuis la Rue d'Esch à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).



Fig. 375 : Prise de vue depuis la Rue de Schifflange à Pontpierre. En haut : situation existante, en bas : situation projetée (Ney Partners, 2026).

7.7.2 Description des incidences du projet sur le paysage

Relief et végétation marquante

Tracé initial

La construction de cette nouvelle ligne de tramway et de piste cyclable aura certainement un impact sur le relief existant, visible sur les profils en long en annexe (APS Ligne Vol. J-2, APS_4469B_TR_INF_T3216_PLA_003731_B, annexe 05 du rapport EIE du tracé initial). En effet, des travaux de nivellement (décaissement ou remblai) sont nécessaires pour obtenir une pente adaptée au tram rapide et par la même occasion pour le *Veloexpresswee*. Les pentes naturelles doivent donc être nivelées. La création des ouvrages d'art nécessite également des travaux de terrassement.

En revanche, le projet s'implantant à proximité immédiate de l'autoroute et de ses talus, l'impact visuel restera limité d'autant plus que des mesures d'intégration paysagère sont prévues (détaillées dans le chapitre suivant).

Tracé optimisé

L'insertion du Tram Rapide nécessite la réalisation de remblais pouvant atteindre ponctuellement 10 m de hauteur (au niveau des culées des viaducs) ou des déblais de même profondeur (forêt de Leudelange/entrée Pontpierre).

Les principales sections marquées par d'importants déblais/remblais sont les suivantes :

- Sections en fort remblai :
  - secteur de Leudelange ;
  - secteur de Pontpierre / château d'eau de Foetz.
- Sections en fort déblai :
  - secteur de la forêt de Leudelange (Fig. 376) ;
  - secteur entre la sortie de la forêt de Leudelange et l'entrée de Pontpierre ;
  - secteur de Foetz.

Ces terrassements sont visibles sur les profils en long présentés dans le volume J-2 de l'APS de la ligne, en annexe 07 (APS_4469A_TRAB_INF_T3216_PLO_11020-B#VF_Profil_en_long) ainsi que sur les coupes de la notice architecturale du volume C2-1 de l'APS ligne.

En raison des contraintes techniques liées à l'insertion du tracé, il n'est pas possible d'éviter ces terrassements. Il convient dès lors de réduire leur impact paysager par des mesures d'intégration et d'atténuation adaptées.

L'une d'entre elle étant d'éviter un terrassement monobloc et continu et d'autre part la végétalisation du projet.

Le projet prévoit le recours à des remblais aménagés en redans permet d'atténuer la perception des mouvements de terre en évitant la création de talus continus et monolithiques. Ce modelé contribue à mieux intégrer l'infrastructure dans la topographie existante, tout en permettant une végétalisation progressive des différentes banquettes et en renforçant ainsi la transition entre l'infrastructure et les paysages environnants.

Toutefois, au droit des culées des viaducs, où la hauteur des remblais peut atteindre environ 10 m, les possibilités de modelage du terrain sont davantage limitées par les contraintes techniques liées aux ouvrages. Dans ces secteurs, l'intégration paysagère repose donc principalement sur le traitement des talus et leur végétalisation, avec la mise en place d'une couverture végétale étagée permettant d'atténuer progressivement la perception de ces volumes importants depuis les espaces environnants. Le choix et la disposition des plantations devront ainsi contribuer à fragmenter visuellement les talus et à assurer une transition progressive avec la végétation existante.

Une importante revégétalisation est prévue reposant sur différents types de plantations, détaillés dans le sous-chapitre suivant.



Fig. 376 : Coupe 3D du projet dans le secteur de la forêt de Leudelange (APS Vol. C2-1, 2026).

Intégration locale et paysagère

Tracé initial

Le projet est autorisable au sein de la zone verte interurbaine étant donné qu'il se situe à proximité immédiate d'infrastructures similaires déjà existantes (l'A4 et N4). Le *Veloexpresswee* est également conforme car le RGD relatif au PSP stipule explicitement que les pistes cyclables restent autorisées.

En revanche il est tout de même nécessaire d'accorder une attention particulière à l'intégration paysagère du projet afin de proposer une transition fluide avec les milieux ouverts naturels.

L'un des principaux éléments visibles du projet **lors de la phase d'exploitation** est la présence des lignes aériennes de contact, nécessaires à l'alimentation électrique du tram rapide. Ces infrastructures, tout comme les mâts d'éclairage peuvent générer une perception d'encombrement visuel, notamment dans les secteurs ouverts. Cependant, leur impact est atténué par leur alignement régulier et leur intégration aux éléments existants, tels que les infrastructures routières voisines. Il en va de même pour les ouvrages d'art du projet (cf. chap. 3.4.3), qui sont majoritairement des extensions d'ouvrages existants ou alignés sur le même axe qu'un ouvrage d'art de l'autoroute. L'impact visuel du projet est donc atténué par leur implantation le long des deux infrastructures de transport existantes, l'A4 et la N4. L'exception concerne l'ouvrage d'art n°1 (Fig. 51 p.112 et Fig. 379 p. 551), qui, avec son gabarit imposant, constituera un nouvel élément structurant du paysage. L'impact paysager de ce type d'ouvrages est difficile à évaluer, car leur perception varie selon les points de vue. Certains peuvent les apprécier pour leur envergure et leur architecture distinctive tandis que d'autres les considèrent comme une nuisance, altérant l'harmonie du paysage et obstruant les perspectives vers l'horizon. Leur intégration réussie dépend donc de la sensibilité des observateurs.

De plus, des aménagements spécifiques sont prévus pour renforcer l'insertion et minimiser l'impact visuel du projet :

- Revêtement végétalisé sur l'ensemble du tracé, hormis au niveau des quais où un revêtement minéral sera privilégié.
- Re-végétalisation des talus avec la plantation de bosquets et de haies champêtres pour recréer des continuités écologiques et visuelles. Les plantations le long des infrastructures permettent ainsi de limiter leur perception et de renforcer la trame verte locale. Ainsi, une grande partie des écrans de verdures détruits seront recréés.
- Le nivellement et la gestion des talus.
- La gestion hydraulique du projet au maximum à ciel ouvert au moyen de noues (cf. chap. 7.5).

Un carnet de coupes architecturales a été réalisée (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial) dont certains éléments sont repris ci-dessous. De plus, une note « concept de plantation » pour les ouvrages d'art a également été réalisée et se trouve en annexe 18 du rapport EIE du tracé initial.

Comme mentionné dans le chapitre 7.7.1, quatre séquences paysagères y ont été définies :

- Le versant bocager, correspondant aux sections d'évaluation TR1 & TR2,
- La forêt de Leudelange, correspondant au TR3,
- La plaine de la Mess, correspondant au TR4,
- Le périurbain infrastructurel, correspondant au TR5.

Des coupes transversales au niveau de chacune de ces séquences paysagères ont été définies, montrant l'état existant, un scénario de base et celui préconisé par la maitrise d'œuvre.

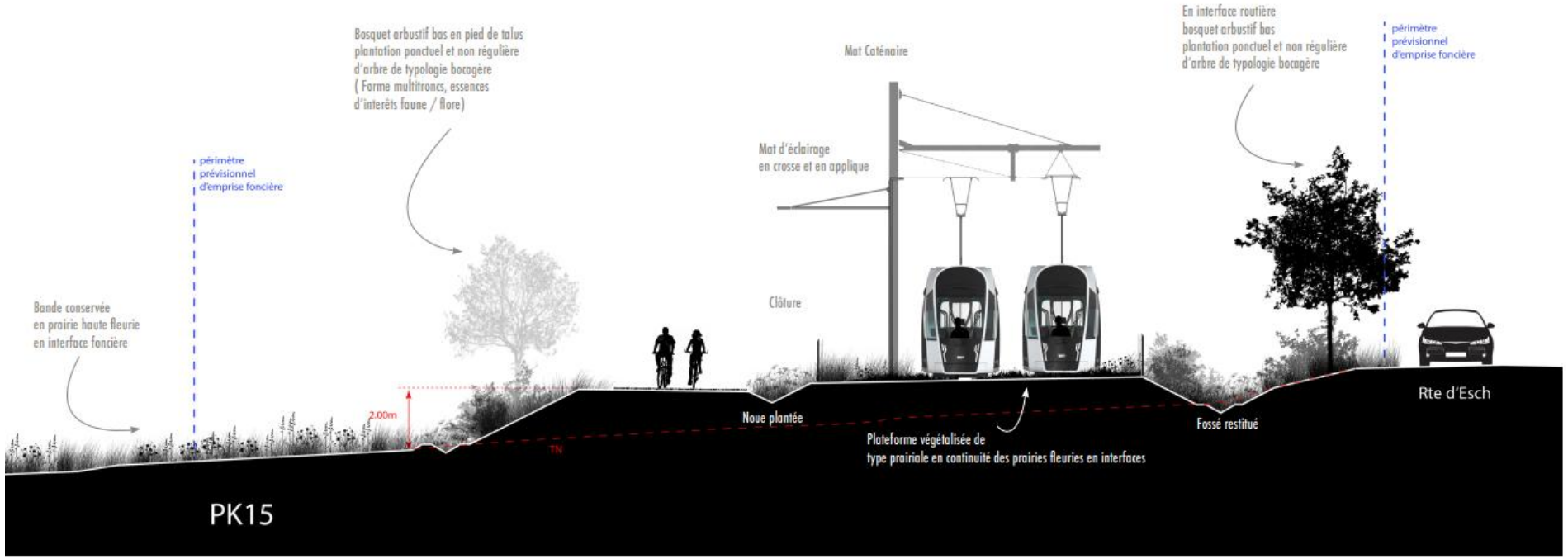


Fig. 377 : Coupe transversale sur la section TR1 : scénario préconisé. Un remblai d'une hauteur max. de 2 m est nécessaire. Des bosquets arbustifs sont prévus jusqu'à l'OA1 (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

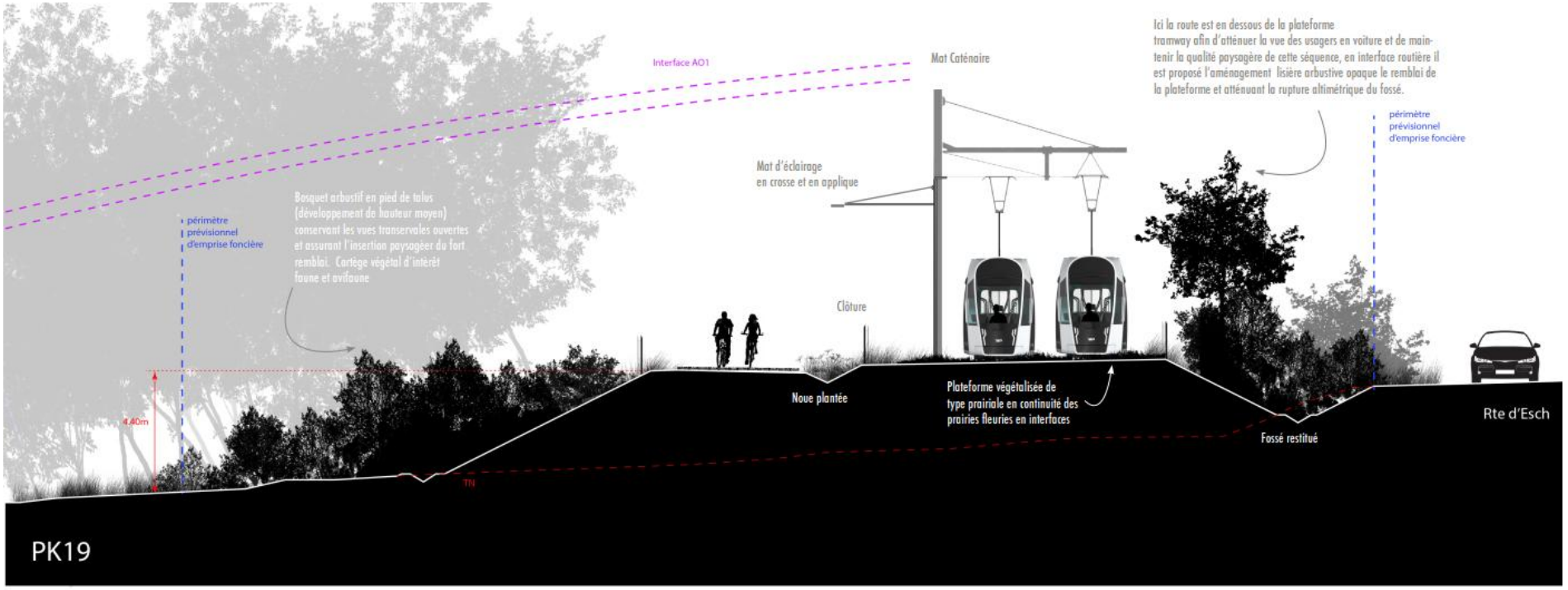


Fig. 378 : Coupe transversale sur la section TR1 : scénario préconisé. Ici un remblai max. de 4,4 m est nécessaire. Des plantations sont prévues en limite d'emprise (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).



Fig. 379 : Illustration de l'OA1 – Passerelle pour la piste cyclable au niveau de la section TR1 (APS OA, Vol. A1 / APS_4468B_TRO_ARC_T5100_NOT_109002_A).

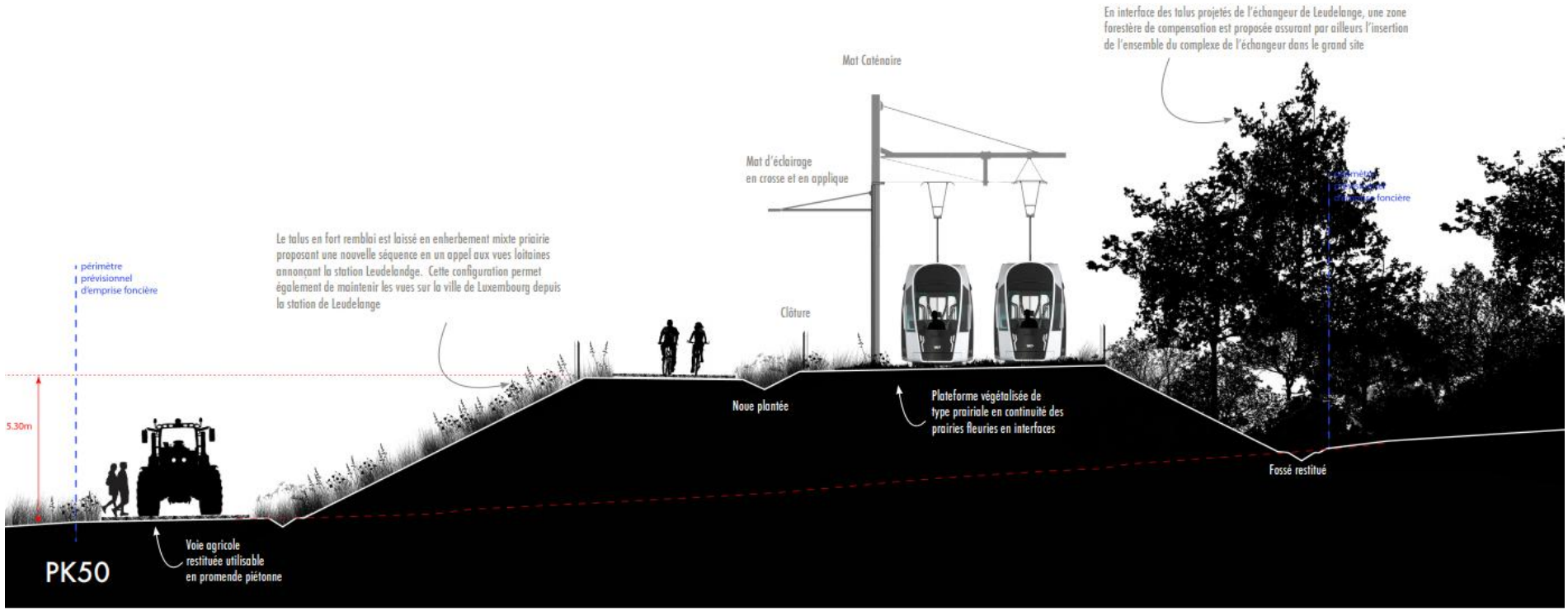


Fig. 380 : Coupe transversale sur la section TR1: scénario préconisé (à proximité du futur échangeur Leudelange). Un fort talus est nécessaire (env. 5,5 m). La voie agricole sera restituée et le talus sera reverdit avec de la végétation herbacée. La création d'une petite forêt en interface avec l'échangeur est envisagée (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

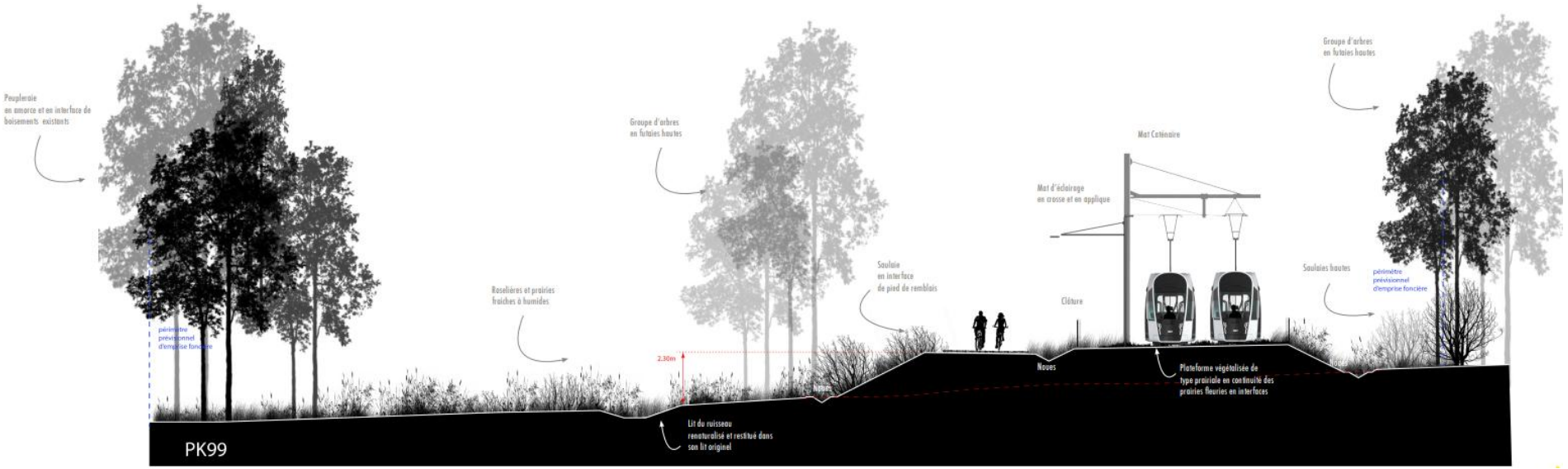


Fig. 381 : Coupe transversale sur la section TR2 (entrée forêt Leudelange): scénario préconisé (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

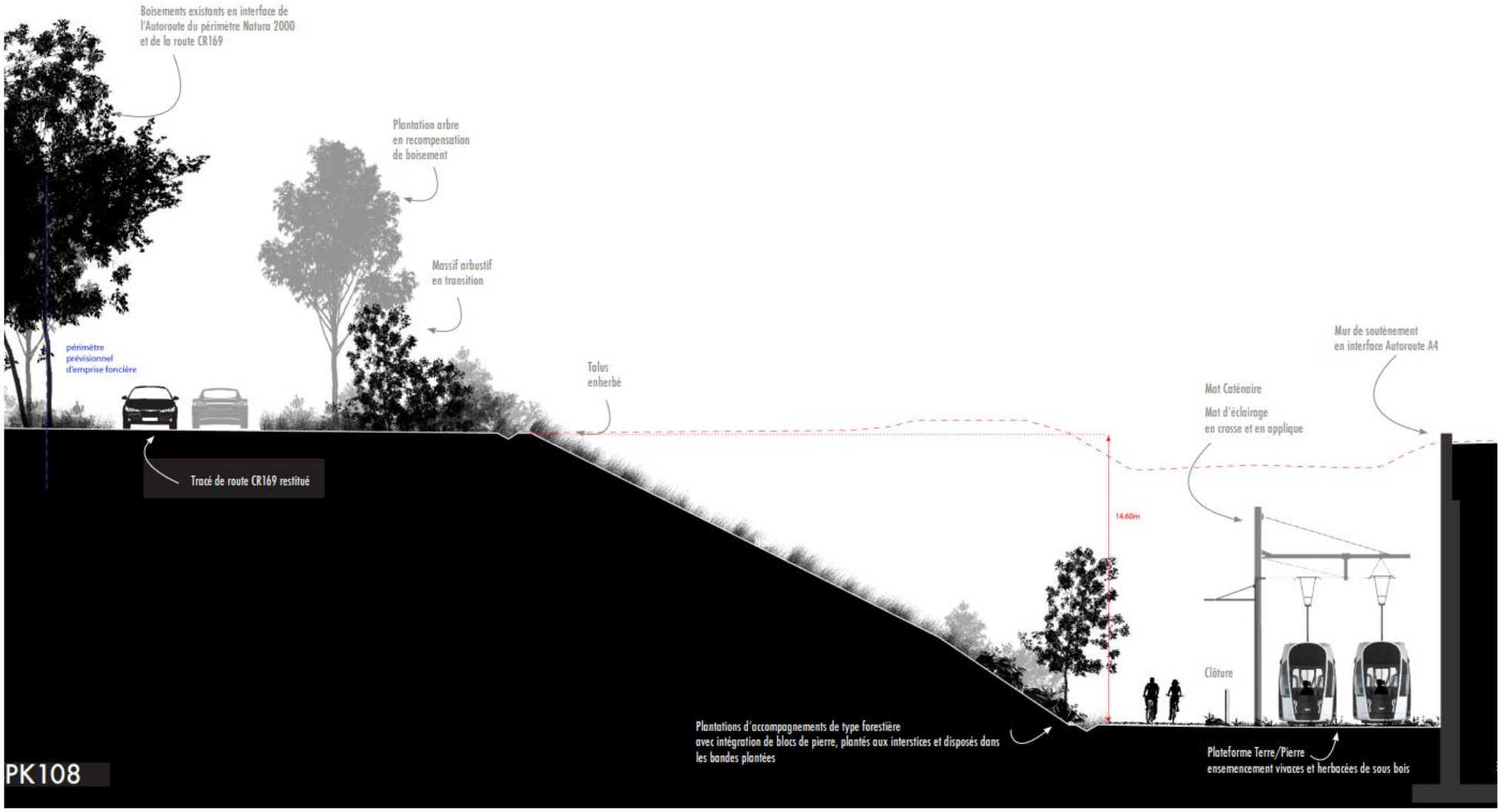


Fig. 382 : Coupe transversale sur la section TR3 (forêt Leudelange): scénario préconisé. Un talus imposant de 14,60 m de hauteur est nécessaire tout comme un mur de soutènement en interface de l'A4 (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

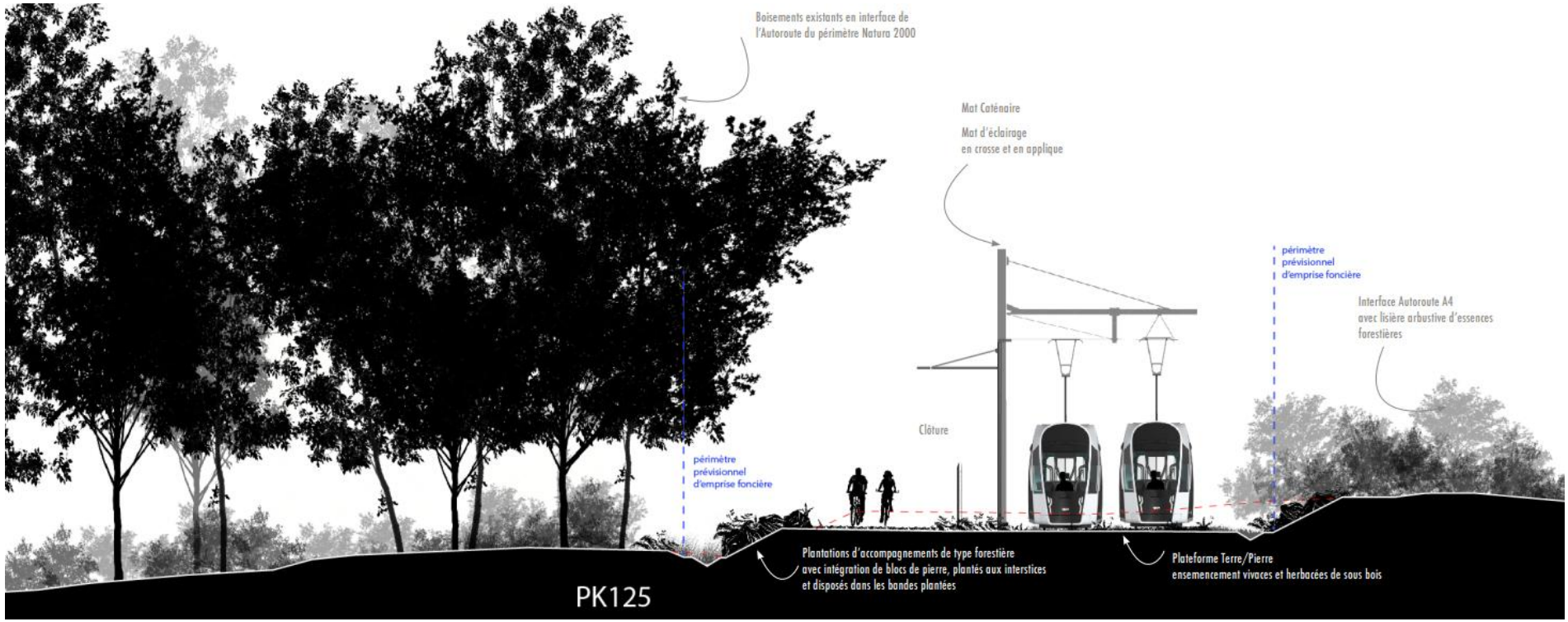


Fig. 383 : Coupe transversale sur la section TR3 (forêt Leudelange): scénario préconisé. Un talus imposant de 14,60 m de hauteur est nécessaire tout comme un mur de soutènement en interface de l'A4 (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

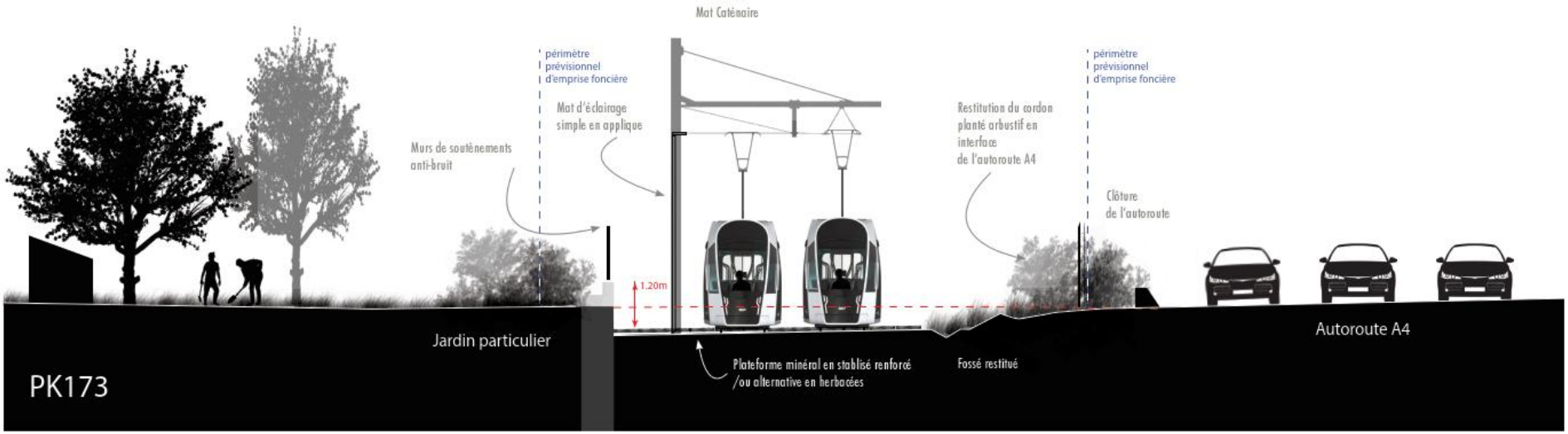


Fig. 384 : Coupe transversale sur la section TR4 (Pontpierre): scénario préconisé. Le *Veloexpresswee* passe par la rue de l'Europe (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

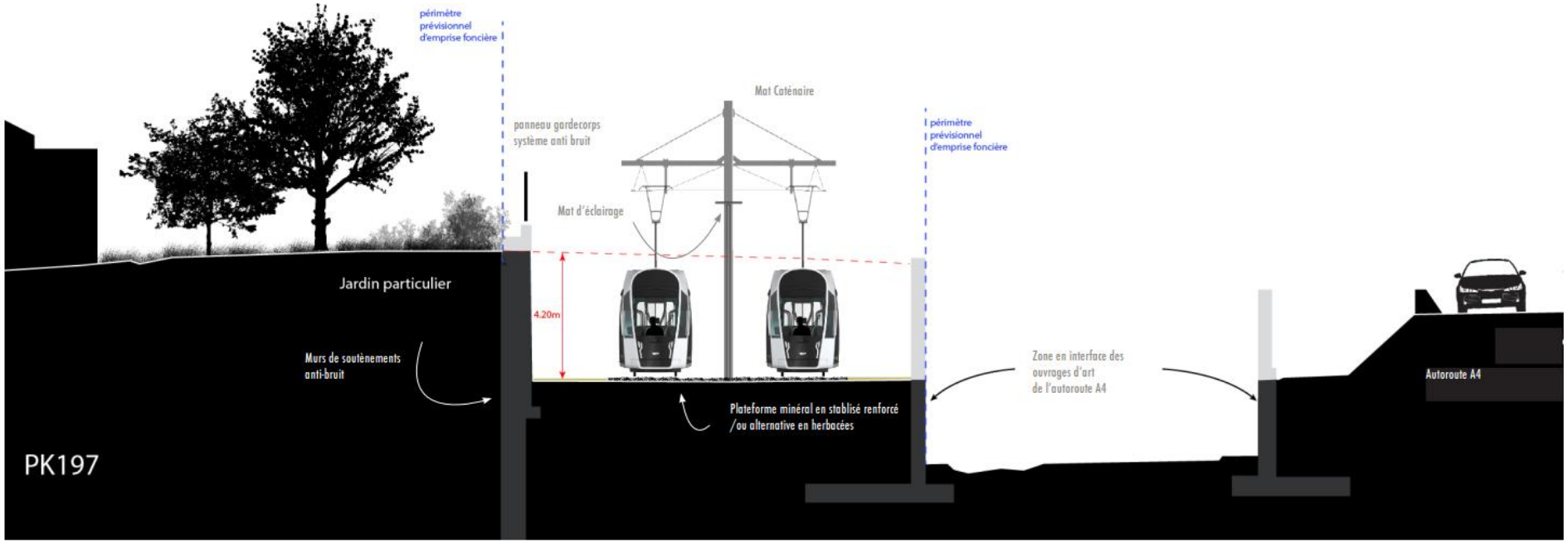


Fig. 385 : Coupe transversale sur la section TR4 (Pontpierre): scénario préconisé. Le *Veloexpresswee* passe par la rue de l'Europe (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

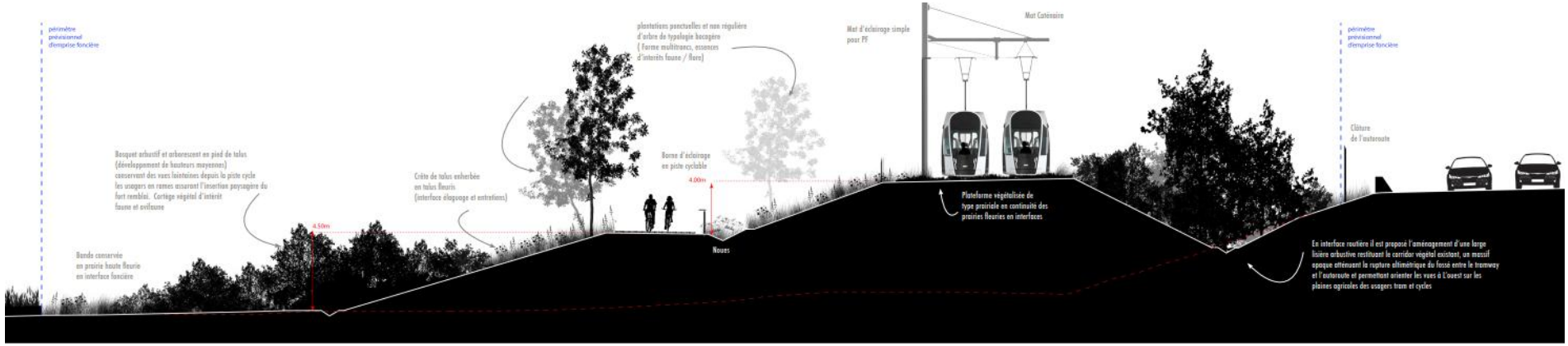


Fig. 386 : Coupe transversale sur la section TR5 (avant château d'eau à Foetz): scénario préconisé. Divers bosquets et talus fleuris sont prévus (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

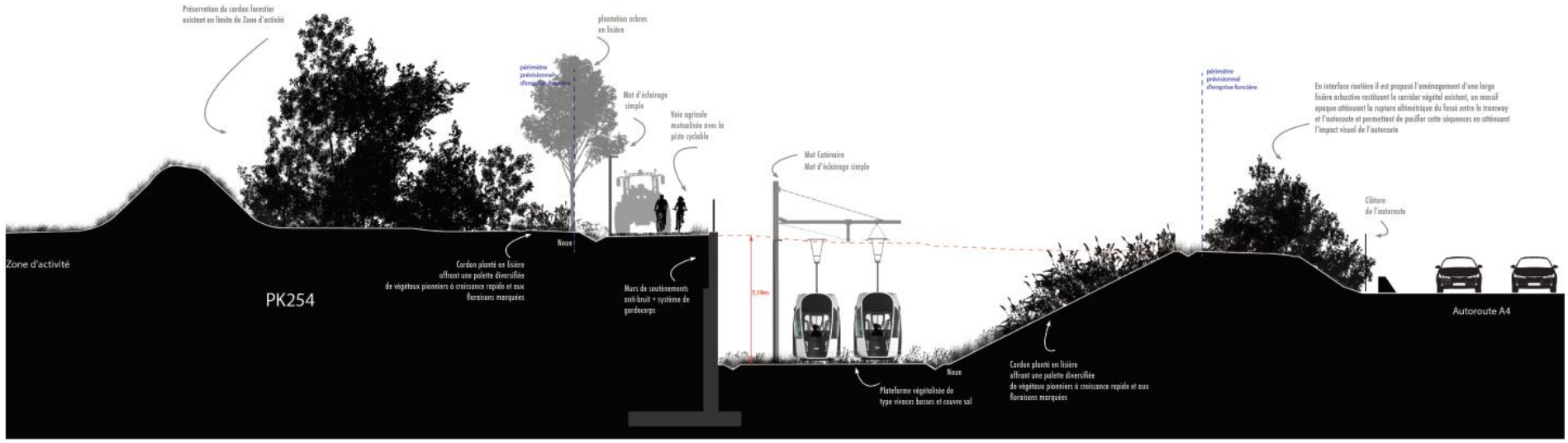


Fig. 387 : Coupe transversale sur la section TR5 (zone industrielle Foetz): scénario préconisé. Un mur de soutènement est nécessaire d'environ 7,19 m (4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_B, dans le volume J9 de l'APS ligne, en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

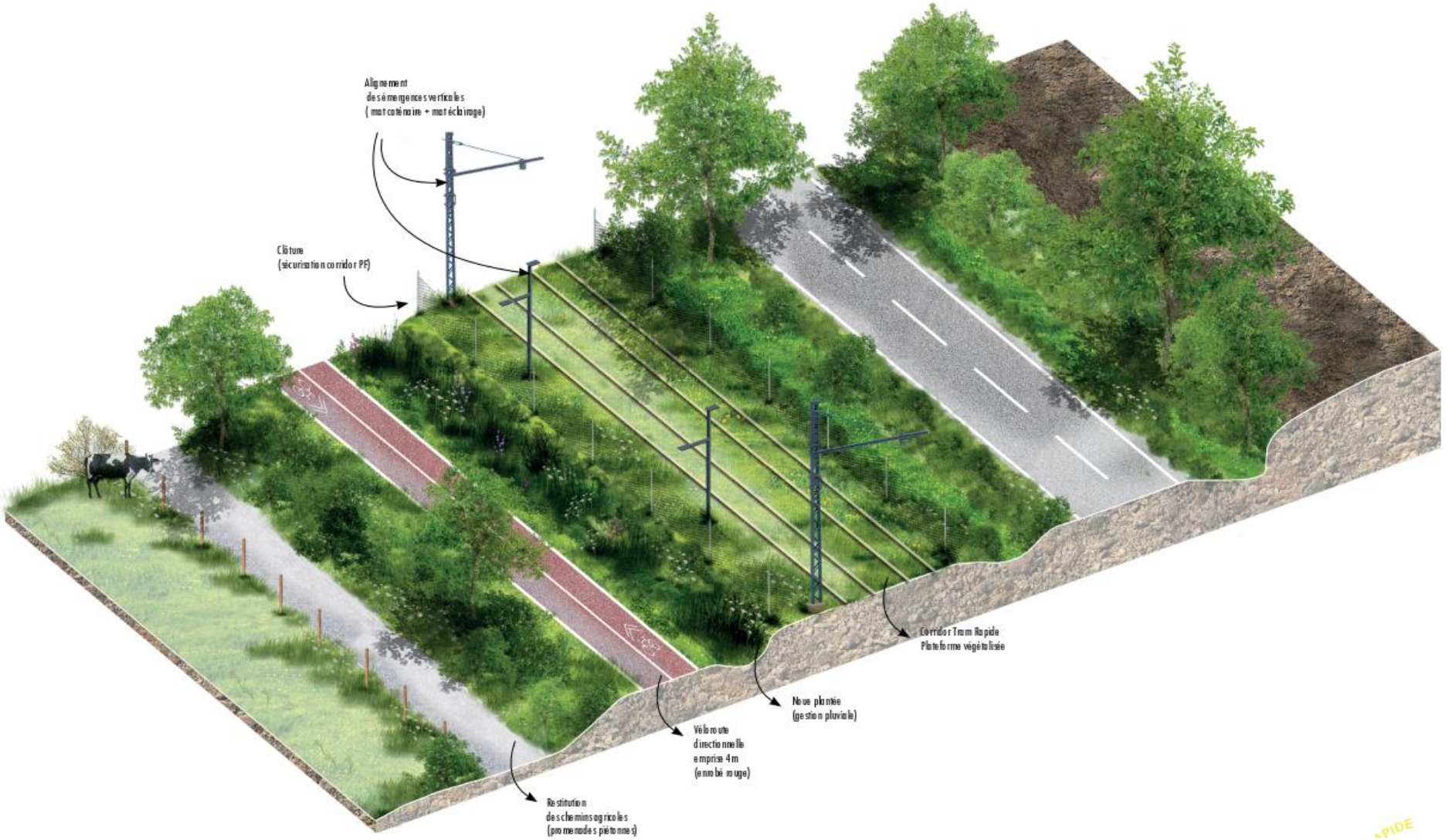


Fig. 388 : Synthèse de la conception paysagère du projet (APS_4469C_TR_ARC_T5100_NOT_004202_A, dans le volume C2-1 de l'APS ligne en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

A travers les coupes précédentes ainsi que celles figurant dans le Volume J-4 (APS_4469C_TR_ARC_T5100_PCP_004454_A) de l'APS ligne (annexe 05 du rapport EIE du tracé initial) et le concept de plantation des ouvrages d'art (annexe 18), on peut voir que dans la majorité des cas, les nouveaux talus se verront replantés, à l'aide d'arbustes ou d'arbres indigènes et adaptés à la station (« plantations ponctuelles et non régulière d'arbre de typologie bocagère (Forme multi troncs, essences d'intérêts faune / flore) » ou « Bosquet arbustif et arborescent en pied de talus »). Des talus fleuris sont également proposés (« Crête de talus enherbée en talus fleuris »). Au minima, les talus seront végétalisés d'herbacées et graminées. Lorsque cela est possible, les chemins agricoles à recréer sont mutualisés avec le *Veloexpresswee* afin de limiter ponctuellement un défrichement.

Les essences pour les plantations ne sont pas encore définies à ce stade mais celles-ci seront en adéquation avec la faune protégée dont les habitats nécessitent d'être compensés (synergie avec le chapitre 7.3).

Pour conclure, le projet prévoit une insertion paysagère réfléchie qui sera amenée à évoluer et se préciser davantage lors de l'APD. À ce stade, les mesures envisagées – telles que les plantations, la gestion des eaux à ciel ouvert, l'aménagement de revêtements végétalisés et le traitement des talus – garantissent une intégration harmonieuse du tram rapide dans son environnement. De plus, le projet se situant le long d'infrastructures routières/ouvrages d'art existants facilite son insertion dans le paysage, tout en offrant l'opportunité d'améliorer la qualité écologique et visuelle du corridor traversé.

Bien que la **phase de construction** entraine des modifications temporaires du paysage, la mise en place des mesures précitées contribuera à rétablir l'équilibre paysager du site. La lisière nord de la forêt de Leudelange (au sud de l'A4 sera détruite. Etant donné qu'il s'agit d'uniquement la périphérie, l'ensemble du massif forestier reste préservé (48 500 m^2 impactés sur 6,7 km^2 donc moins de 1%). La piste cyclable, par sa nature et son emprise réduite, s'intègre plus aisément dans les milieux ouverts.

L'emprise du chantier notamment au niveau des zones habitées comme Pontpierre devraient être clôturées avec une barrière de chantier. Ainsi l'impact visuel serait limité en phase chantier. De plus, la mise en œuvre du projet nécessite le déboisement et l'abattage de haies, bosquets, forêt ce qui entrainera également une perturbation du paysage. En revanche, compte tenu de la revégétalisation et plantations prévues, il ne faut pas s'attendre à des effets importants sur le bien à protéger en cas de défrichage des structures mentionnées.

Toutefois, si la végétation en bordure de l'infrastructure contribue à son intégration, elle peut aussi masquer certains panoramas. L'aménagement pourrait donc être conçu de manière à préserver des fenêtres paysagères, permettant une alternance entre espaces boisés et vues dégagées sur le territoire traversé.

Concernant l'**éclairage** en tant que tel, conformément au point 3.7.4 de l'avis scoping, il convient d'évaluer son impact en termes de pollution lumineuse, qui peut avoir un impact sur le paysage mais aussi sur la biodiversité (chap. 7.3). Pour ce faire, la notice d'éclairage a été analysée (cf. APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans volume C-2-3 de l'APS ligne en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

Pour le tram rapide, un éclairage est nécessaire pour la sécurité des passagers et des usagers à proximité. La piste cyclable, se voulant être « express » et efficiente, elle doit garantir un déplacement rapide, sûre et à toute heure.

Les données d'entrées suivantes ont été considérées par la maitrise d'œuvre lors de l'étude de différentes solutions d'éclairage. Il s'agit des mêmes données d'entrées que pour le tronçon E où l'éclairage a été approuvé en zone Natura 2000 (arrêté CN 85874):

- Une réduction de l'éclairage à 10% sur le corridor tram lorsqu'il n'y a pas de présence de tram,
- La réduction doit se faire de manière progressive,
- Une coupure de l'éclairage du tram entre 1h et 4h (plage horaire sans circulation),

- Hauteur des luminaires limitée à 6 m pour limiter l'impact visuel dans le paysage,
- Température de couleur comprise entre 1800K et 2400K,
- Avoir une attention particulière concernant la réduction des UV produits par les luminaires.

Note : Pour le dernier point qui concerne la limitation des émissions d'Ultraviolets, il n'existe pas de critère technique répandu pour attester de cette réduction. La prise en compte de cette demande sera donc traitée via un choix de température de couleur compris entre 1800K et 2400K.

La réglementation considérée est la norme Européenne EN 13201 qui prescrit un éclairement moyen de 10 lx pour le tram et 5 lx moyen pour le *Veloexpresswee*.

3 solutions d'alimentation électrique ont été envisagés :

- alimentation électrique classique
- pas d'alimentation électrique centralisée : luminaires autonomes
- installation électrique standard couplée à une installation photovoltaïque semi-centralisée

Cette dernière solution semble être la plus favorisée. Il s'agit de prévoir une installation photovoltaïque sur les postes de transformation, qui seront installés tous les 2 à 2.5 km le long du corridor.

En ce qui concerne l'éclairage, 6 variantes ont été étudiées :

- solution 4.1[32] : mixte : un seul luminaire sur un mat pour le tram et pour la piste cyclable (hauteur 5 m, inter distance 11 m)
- solution 4.2 : deux luminaires sur un mat (hauteur 6 m, inter distance 27 m)
- solution 4.3 : éclairage de la piste cyclable depuis une clôture/main courante (hauteur 0,70- 1,30 m)
- solution 4.4 : éclairage de la piste cyclable depuis le sol
- solution 4.5 : pas d'éclairage de la piste cyclable : marquage phosphorescent
- solution 4.6 : deux luminaires sur mat(s) : variante plus haute (identique à 4.2 mais hauteur de 8 m)

Tab. 54 : Récapitulatif des six solutions d'éclairage étudiées par la maitrise d'œuvre, en recensant les avantages et inconvénients des systèmes (APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans le vol. C-2-3 de l'APS ligne en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

Solution étudiée	Avantages	Inconvénients
Solution 4.1	Design plus commode que du simple éclairage routier, Coût réduit (un seul luminaire et un seul circuit d'éclairage).	Inter distance moins espacée qu'avec de l'éclairage routier, Impossibilité de gérer différemment l'éclairage des 2 pistes, Difficulté à éclairer uniquement ce qui est nécessaire.
Solution 4.2	Maintenance facilitée car regroupée, Gestion séparée possible, L'éclairage est dirigé au mieux pour éclairer ce qui a besoin de l'être,	Aucune mention

[32] Numérotation reprise du document APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans volume dans volume C-2-3 de l'APS

	Coûts réduits car une seule tranchée, de même que pour les fondations (1 seul mât).	
Solution 4.3	Gestion séparée possible, Maintenance facilitée	Coût plus élevé que qu'un système sur mât Risque de vandalisme ou de dégâts, du fait de l'accessibilité aux luminaires
Solution 4.4	Esthétisme	Non conforme à la norme européenne en vigueur EN 13201, Durée de vie des luminaires très variables, Maintenance récurrente Pollution lumineuse verticale Flux lumineux et portée sont généralement faibles. L'inter distance serait de l'ordre du mètre, impliquant des coûts très élevés.
Solution 4.5	Aucune mention	Aucune réglementation applicable au Luxembourg indique que ce moyen vaut pour un « éclairage » de la piste
Solution 4.6	Maintenance facilitée car regroupée, Gestion séparée possible, L'éclairage est dirigé au mieux pour éclairer ce qui a besoin de l'être, Coûts réduits car une seule tranchée, de même que pour les fondations (1 seul mât). Possibilité d'utiliser des luminaires routiers plutôt qu'urbain, augmentant l'inter distance, et réduisant donc le nombre de luminaires. Coûts et maintenance seraient encore un peu plus réduits par rapport à la solution 4.2. Réduction de l'éblouissement puisque la luminosité vient d'un point plus haut.	Manque d'esthétisme possible, dépendant du modèle sélectionné.

D'après la maitrise d'œuvre, la solution la plus avantageuse est celle avec des luminaires séparés pour la voie de tram et le *Veloexpresswee*, installés sur un ou deux mâts, avec une alimentation centralisée et du photovoltaïque : la solution 4.2. Elle offre un éclairage efficace et maîtrisé, réduit la pollution lumineuse, reste abordable et permet une gestion flexible des éclairages pour chaque infrastructure. La Fig. 389 récapitule les principales caractéristiques retenues de la solution 4.2.

Variante d'éclairage privilégiée	4.2 : 2 luminaires sur 1 mât
Gestion retenue (tram)	**Dimming à 10% si absence de trafic** **Passage à 0%** entre 1h et 4h Nécessité d'une horloge astronomique et d'une sonde crépusculaire
Gestion retenue (piste cyclable)	**Dimming à 10%** si absence de trafic Ajout de **détecteurs de mouvement** pour allumage Nécessité d'une horloge astronomique et d'une sonde crépusculaire
Hauteur optimale de pose	**6m**
Interdistance estimée	**27m**
Température de couleur	**2200K** (pour **limitation des UV**)
IRC (Indice de rendu des couleurs)	Minimum 70
Eclairement moyen/Uniformité (tram) suivant norme	10lux / 0.4
Eclairement moyen/Uniformité (tram) suivant Maitre d'Ouvrage	7lux / 0.4
Eclairement moyen/Uniformité (piste cyclable) suivant norme	5lux / 0.2

Fig. 389 : Récapitulatif de la solution privilégiée ou retenue par le Maître d'Ouvrage, ou recommandée par la Maîtrise d'œuvre (APS_4469B_TR_INF_T2330_NOT_000001_B dans le volume C-2-3 de l'APS en annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

On observe que les recommandations des deux guides sur l'éclairage et la pollution lumineuse au Luxembourg[33] sont non seulement respectées, mais même dépassées, puisque la température de couleur choisie est de 2200 K, soit une valeur inférieure à la limite de 3000 K préconisée dans le guide *Gutes Licht im Außenraum*.

De manière générale, LUXTRAM et la maîtrise d'œuvre appliquent le principe d'un éclairage ciblé, limité aux besoins réels. En effet, toutes les mesures permettant de réduire au maximum la pollution lumineuse ont été adoptées :

- adaptation quotidienne de la durée d'éclairement en fonction de l'ensoleillement (système équipé d'une horloge astronomique),
- coupure de l'éclairage du tram entre 1h et 4h,
- réduction de l'intensité lumineuse à 10% après le passage du tramway ou d'un cycliste,
- programmation d'une rampe pour une modification graduelle de l'intensité lumineuse pour éviter l'effet stéréoscopique/éblouissement,
- éclairage de la piste cyclable à l'aide de détecteur de mouvement,
- température de couleur de 2200 K,
- hauteur de mât relativement faible.

Il conviendra de respecter également un ULR maxi de 1% (idéalement 0 %), ce qui pourra être vérifié lors de l'APD, lorsqu'un modèle spécifique aura éventuellement été défini.

Pour conclure, le concept d'éclairage est en adéquation avec les recommandations pour un éclairage respectueux de l'environnement, un impact significatif négatif sur la biodiversité et le paysage ne sont pas attendus.

- [33]Pollution lumineuse - préserver l'environnement nocturne pour la biodiversité (ANF, 2021)
- *Leitfaden „Gutes Licht" im Außenraum für das Großherzogtum Luxemburg* (MDDI, 2018).

Tracé optimisé

L'analyse des écrans de verdure existants, des terrassements, du concept de plantation et des visualisations permet d'identifier les secteurs dans lesquels le projet présente un enjeu particulier en matière d'exposition paysagère. Elle permet également d'évaluer dans quelle mesure les principes d'aménagement proposés permettent de limiter ces incidences et d'identifier, le cas échéant, les possibilités d'amélioration à intégrer aux phases ultérieures de conception.

De manière générale, les visuels et les coupes montrent qu'à moyenne et longue distance, la plateforme du tramway constitue en elle-même un élément relativement peu perceptible dans le paysage. Les principaux éléments susceptibles de constituer des points d'appel visuel sont davantage les terrassements associés à la plateforme, notamment les talus de remblais, ainsi que les éléments verticaux que constituent les mâts de caténaires et, le cas échéant, les mâts d'éclairage. Leur perception pourra toutefois être progressivement atténuée par la reconstitution d'une couverture végétale adaptée. L'enherbement des talus et, dans les secteurs présentant une forte exposition visuelle, la mise en place de plantations arbustives et arborées permettront notamment de rompre la géométrie des terrassements, d'adoucir leur raccordement avec le terrain naturel et de favoriser leur intégration dans les structures végétales existantes.

Il convient toutefois d'éviter la création d'écrans végétaux systématiques, continus et trop réguliers le long de la plateforme. Une telle approche pourrait paradoxalement renforcer la perception linéaire du tracé du tramway, tout en fermant certaines vues sur le paysage environnant. Les plantations devront ainsi s'appuyer autant que possible sur les structures paysagères existantes, telles que les haies, bosquets et lisières, afin de créer des transitions progressives entre l'infrastructure et son environnement, tout en maintenant des ouvertures visuelles. Dans cette optique, le principe retenu dans le concept de plantation, fondé sur une diversification des strates végétales et de leurs densités, apparaît globalement adapté aux enjeux identifiés. Il permet de rechercher un équilibre entre l'atténuation de la perception de l'infrastructure, le maintien de vues ouvertes pour les usagers et la préservation de la qualité paysagère et récréative des espaces traversés. En effet, au-delà de la perception du tramway depuis les espaces riverains, il est important de prendre en compte la perception du paysage pour les futurs usagers de l'infrastructure. Les remblais, viaducs et secteurs en position dominante offriront ponctuellement des panoramas sur les paysages traversés. Le maintien d'ouvertures visuelles et l'absence d'écrans végétaux continus présentent dès lors un intérêt non seulement du point de vue de l'insertion de l'infrastructure, mais également pour la qualité du parcours paysager offert aux voyageurs.

La palette végétale proposée renforce cette approche par une diversification des essences, associant des espèces présentant un intérêt écologique et paysager à certaines essences davantage tolérantes aux épisodes de chaleur et de sécheresse susceptibles de devenir plus fréquents dans le contexte du changement climatique. Le recours à des essences telles que le tilleul argenté, le févier d'Amérique, l'arbousier, l'argousier ou encore différents chênes contribue ainsi à renforcer la résilience des plantations à long terme, tout en diversifiant les formes, les feuillages et les ambiances paysagères. Cette diversité apparaît cohérente avec les enjeux actuels d'adaptation des plantations au changement climatique et permet également de limiter une composition végétale trop homogène ou dépendante d'un nombre restreint d'essences.

La diversité des hauteurs à maturité constitue également un élément favorable à l'insertion paysagère du projet. Les strates arbustive et arborée regroupent des essences présentant des développements variables, permettant de composer des plantations de hauteurs et de densités différentes. Cette gradation contribue à éviter l'effet d'un écran végétal uniforme et permet au contraire de recréer progressivement des volumes végétaux, notamment au droit des remblais les plus importants. À Kockelscheuer, par exemple, la palette retenue comprend des essences arbustives et arborées susceptibles d'atteindre, selon les espèces, environ 2 à 10 m de hauteur à maturité, voire davantage pour certaines essences telles que l'orme champêtre. Cette variété de hauteurs et d'essences est cohérente avec les structures végétales actuellement présentes dans le secteur, notamment composées d'aubépines, de ronces et de prunus, et offre ainsi la possibilité de reconstituer des écrans de verdure présentant une certaine diversité de formes et de hauteurs plutôt que de reproduire une structure végétale homogène.

La replantation prévue sur l'ensemble du linéaire constitue par ailleurs un élément important pour limiter l'incidence paysagère du projet. Elle permet de reconstituer progressivement les écrans végétaux existants qui seront supprimés dans le cadre de la réalisation du tram rapide et des projets connexes, sans pour autant conduire nécessairement à la création d'écrans végétaux continus. Cette reconstitution devra toutefois être appréciée à différentes échelles temporelles, les plantations ne retrouvant leur rôle d'écran et leur volume paysager qu'après plusieurs années de développement.

Enfin, les compositions herbacées prévues sur les talus, à forte composante fleurie et privilégiant les espèces indigènes, constituent un élément positif pour l'intégration des terrassements. Elles permettent de rompre l'aspect minéral et géométrique des talus et de leur conférer une apparence plus proche des structures végétales environnantes. En période de floraison, notamment au printemps et en été, la diversité des espèces et des couleurs contribuera également à atténuer la perception des surfaces de remblais et à renforcer leur caractère paysager et écologique. Leur intérêt sera toutefois conditionné par la mise en place d'une gestion adaptée permettant de maintenir durablement la diversité floristique recherchée.

Au niveau des culées des ouvrages d'art en viaduc, la plantation d'arbres à haute tige apparaît particulièrement pertinente compte tenu de la hauteur potentiellement importante des remblais, qui peuvent atteindre environ 10 m dans certains secteurs. À terme, le développement de ces arbres permettra de rompre la perception frontale et fortement géométrique des talus et d'améliorer leur raccordement avec les structures végétales environnantes. L'association d'arbustes de hauteurs et de densités variables en pied de talus constitue également une mesure intéressante, dans la mesure où elle permet d'introduire une gradation végétale entre le pied et le sommet des remblais et ainsi de renforcer la profondeur de la composition paysagère. La présence d'une strate arbustive peut par ailleurs contribuer à maintenir un certain degré d'écran visuel en période hivernale, même après la chute des feuilles des arbres caducs.

Un point d'attention particulier concerne toutefois la culée de l'ouvrage d'art située en sortie de Pontpierre en direction de Foetz, pour laquelle aucun arbre n'est actuellement envisagé. Ce secteur présente un enjeu paysager significatif du fait de sa proximité avec les habitations de la rue de Schifflange et de la rue d'Esch, depuis lesquelles l'ouvrage et les terrassements associés seront directement perceptibles. L'absence de strate arborée dans ce secteur limite ainsi les possibilités d'atténuation de la perception de l'ouvrage à moyen et long terme. Il est dès lors recommandé d'affiner le concept paysager au stade APD afin d'étudier la possibilité d'intégrer une végétation plus structurante au droit de cette culée, en tenant compte des contraintes techniques et de sécurité associées à l'ouvrage. Une composition associant différentes strates végétales pourrait notamment permettre de mieux accompagner le talus et d'atténuer la perception de la culée depuis les habitations.

Les ouvrages d'art constituent toutefois des éléments de perception paysagère plus significatifs que la plateforme elle-même, en particulier lorsque leur hauteur les rend visibles depuis des points de vue éloignés. C'est notamment le cas des deux viaducs OA1531 et OA1541 ainsi que de la passerelle modes doux à Cloche d'Or (OA1530). Les viaducs présentent une hauteur d'environ 8 m jusqu'au niveau de la plateforme, à laquelle s'ajoute la hauteur des mâts de caténaires, portant la hauteur totale perçue à environ 10 m. La passerelle présente quant à elle une hauteur d'environ 10 m, rambarde comprise. Ces dimensions confèrent aux ouvrages une présence visuelle qui ne pourra pas être totalement neutralisée par les aménagements végétaux.

La maîtrise d'œuvre a néanmoins recherché une implantation des viaducs aussi basse que possible. La hauteur résiduelle résulte principalement de contraintes techniques incompressibles, notamment le maintien d'une hauteur libre suffisante au-dessus de l'autoroute, la présence des équipements et panneaux routiers ainsi que la prise en compte des futurs murs antibruit. Dans ce contexte, la hauteur d'environ 8 m jusqu'à la plateforme apparaît en grande partie contrainte par les conditions de franchissement et ne constitue donc pas, en l'état, un levier d'amélioration paysagère facilement mobilisable.

Contrairement à la plateforme et aux terrassements, la présence des ouvrages d'art ne pourra toutefois pas être entièrement masquée par la végétation. Leur insertion doit dès lors être appréhendée non pas dans une logique de dissimulation systématique, mais comme l'introduction d'une nouvelle structure dans le paysage, dont la perception doit être maîtrisée. L'enjeu consiste notamment à limiter l'effet de rupture des ouvrages et à assurer

leur cohérence avec les caractéristiques paysagères des secteurs traversés. À ce titre, la simplicité et la régularité de la structure, la limitation du nombre et de la complexité des éléments émergents ainsi que le traitement soigné des culées, des pieds de piles et des terrassements associés constituent des leviers importants d'insertion.

La végétalisation ponctuelle de certains éléments, notamment au moyen de plantes grimpantes lorsque les contraintes techniques le permettent, pourrait également contribuer à réduire la perception minérale et artificielle des ouvrages (exemples à la Fig. 390).

À cet égard, la configuration actuellement proposée dans l'APS pour les viaducs constitue un élément favorable à leur insertion. La conception relativement filigrane des ouvrages, reposant notamment sur un nombre limité d'appuis et sur une structure visuellement épurée, permet de réduire la densité d'éléments verticaux perceptibles dans le paysage. Le principe d'un appui central et l'espacement relativement important entre les appuis contribuent ainsi à conserver une certaine transparence visuelle sous les viaducs. Cet aspect devra néanmoins être maintenu dans les phases ultérieures de conception, en veillant à ce que les éventuelles adaptations techniques ne conduisent pas à augmenter inutilement la masse visuelle des ouvrages.

Dans l'ensemble, le projet présente des principes d'insertion paysagère cohérents, notamment par le recours à une végétation diversifiée, la reconstitution progressive des structures végétales affectées et une conception relativement sobre des ouvrages d'art. Les analyses menées montrent que la plateforme du tramway demeure globalement peu perceptible à moyenne et longue distance et que les principaux enjeux paysagers concernent essentiellement certains terrassements et ouvrages d'art dont la visibilité est liée à des contraintes techniques de franchissement.

Les mesures d'intégration prévues, en particulier la reconstitution des écrans végétaux, la diversification des strates de plantation, l'accompagnement paysager des remblais ainsi que le traitement soigné des ouvrages et de leurs abords, sont de nature à réduire sensiblement la perception de ces éléments et à favoriser leur inscription dans les structures paysagères existantes. Bien que certains ouvrages restent ponctuellement visibles du fait de leurs dimensions et de leur position dans le paysage, leur perception est atténuée par les aménagements proposés et ne remet pas en cause la lecture globale des unités paysagères traversées.

L'objectif de l'insertion paysagère ne consiste pas à rendre l'infrastructure totalement imperceptible, mais à assurer une intégration cohérente de ses composantes dans les structures paysagères existantes. Au regard des mesures prévues et des possibilités d'optimisation identifiées pour les phases ultérieures du projet, notamment au droit de certains remblais et culées plus exposés, notamment à Pontpierre, les modifications apportées au paysage demeurent maîtrisées et compatibles avec les caractéristiques paysagères des secteurs concernés. Sous réserve de la mise en œuvre effective des mesures proposées, les incidences paysagères résiduelles peuvent dès lors être considérées comme faibles à modérées et non significatives.



Fig. 390 : Différentes possibilités de végétalisation d'ouvrages d'art.

7.7.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs au paysage, il n'est pas attendu que le projet d'extension de tramway ait un impact négatif significatif sur le paysage, moyennant certaines mesures d'atténuation. Ceci est résumé dans le Tab. 55 (tracé initial) et le Tab. 56 (tracé optimisé) ci-dessous.

Ce tableau résume les résultats de l'évaluation précédente sous forme abrégée. Seuls les effets potentiels du projet qui sont considérés comme pertinents sont énumérés. Une distinction entre les différentes phases du projet ci-dessous a été effectuée :

- les effets pendant la phase de construction,
- les effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts liés au projet est suivie, le cas échéant, de recommandations sur les mesures d'évitement et d'atténuation.

Tracé initial

Tab. 55 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé initial) sur le paysage.

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Impact visuel : Terrassement	Négatif – neutre Tout le tronçon Temporaire	Le projet nécessite de modifier le terrain naturel : nivellement par décaissement ou remblai pour adapter la pente au tram rapide et au *Veloexpresswee*. Des travaux de terrassement sont également requis pour la création des ouvrages d'art.	L'impact visuel est limité grâce à la proximité de l'autoroute et à ses talus. Des mesures paysagères sont prévues pour améliorer l'intégration du projet.
• Impact visuel : Défrichement	Négatif – neutre Localisé Temporaire	Le projet nécessite le défrichement de différentes structures ligneuses (bocages, haies, arbustes) et d'une partie de la forêt de Leudelange. Pour cette dernière, l'entité paysagère qu'est ce massif forestier sera conservé, le déboisement étant marginal.	Des mesures d'intégration paysagères sont prévues (gestion des eaux à ciel ouvert, revêtements végétalisés, plantations indigènes, bandes fleuries).
• Impact visuel : Zone de chantier	Négatif – neutre Localisé Temporaire	Les travaux de construction marqueront le paysage pendant toute la phase de construction.	Des clôtures de chantier sont recommandées au minimum au niveau des zones urbanisées comme Pontpierre.
Phase d'exploitation			
• Conformité par rapport au Plan Directeur Sectoriel Paysages (PSP)	Neutre Localisé Permanent	Le tram rapide est autorisable dans la zone verte interurbaine grâce à sa proximité avec l'A4 et la N4. Le *Veloexpresswee* l'est également, le RGD du PSP, autorise explicitement les pistes cyclables.	Des mesures d'intégration paysagères sont prévues (gestion des eaux à ciel ouvert, revêtements végétalisés, plantations indigènes, bandes fleuries).

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Insertion paysagère	Neutre - positif Ponctuel Permanent	Plusieurs éléments du projet sont susceptibles d'avoir un impact sur le paysage. Parmi ceux-ci, on peut citer les lignes aériennes de contact, les ouvrages d'art, l'éclairage, les stations voyageurs ainsi que les revêtements de voie choisis, qui influenceront l'aspect visuel du territoire traversé.	Des mesures d'intégration paysagères sont prévues (gestion des eaux à ciel ouvert, revêtements végétalisés, plantations indigènes, bandes fleuries).
• Eclairage – pollution lumineuse	Neutre Tout le tronçon Permanent	Un éclairage du tram et du *Veloexpresswee* sont envisagés. Une note d'éclairage a été élaborée.	Toutes les mesures envisageables pour limiter au mieux la pollution lumineuse ont été adoptées: • Adaptation quotidienne de la durée d'éclairement en fonction de l'ensoleillement (système équipé d'une horloge astronomique), • Coupure de l'éclairage du tram entre 1h et 4h, • Réduction de l'intensité lumineuse à 10% après le passage du tramway ou d'un cycliste, • Programmation d'une rampe pour une modification graduelle de l'intensité lumineuse pour éviter l'effet stéréoscopique/éblouissement, • Eclairage de la piste cyclable à l'aide de détecteur de mouvement, • Température de couleur de 2200 K, • Hauteur de mât relativement faible. Il conviendra de respecter également un ULR maxi de 1% (idéalement 0 %), ce qui pourra être vérifié lors de l'APD, lorsqu'un modèle spécifique sera défini. De plus, grâce à l'alignement des mâts LAC et de ceux de l'éclairage, et leur faible hauteur, leur intégration paysagère est améliorée.

Tracé optimisé

Tab. 56 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé optimisé) sur le paysage.

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Impact visuel : Terrassement	Négatif – neutre Tout le tronçon Temporaire	Le projet nécessite des adaptations du terrain naturel par déblais et remblais afin d'assurer l'insertion de la plateforme du tram rapide, du Veloexpresswee et des ouvrages d'art. Ces modifications entraînent temporairement une perception accrue des mouvements de terrain, en particulier au droit des ouvrages et des remblais les plus importants.	L'impact visuel demeure limité par le contexte anthropisé du corridor, marqué notamment par la présence de l'autoroute A4, des infrastructures associées et de leurs talus. Les talus du projet feront l'objet d'un traitement paysager comprenant enherbement, plantations arbustives et arborées adaptées aux secteurs les plus exposés.
• Impact visuel : Défrichement	Négatif – neutre Localisé Temporaire	Le projet nécessite le défrichement de différentes structures ligneuses (bocages, haies, arbustes) et d'une partie de la forêt de Leudelange. Pour cette dernière, l'entité paysagère qu'est ce massif forestier sera conservé, le déboisement étant marginal.	Réduction de la surface à défricher au sein de la forêt de Leudelange par rapport au tracé initial. Reconstitution des écrans végétaux supprimés au moyen de plantations diversifiées adaptées au contexte paysager local. Les mesures de compensation et d'intégration paysagère permettront de restaurer à terme les fonctions visuelles et écologiques des écrans végétaux affectés.
• Impact visuel : Zone de chantier	Négatif – neutre Localisé Temporaire	Les travaux de construction marqueront le paysage pendant toute la phase de construction.	Des clôtures de chantier sont recommandées au minimum au niveau des zones urbanisées comme Pontpierre.
Phase d'exploitation			
• Conformité par rapport au Plan Directeur Sectoriel Paysages (PSP)	Neutre Localisé Permanent	Le tram rapide est autorisable dans la zone verte interurbaine grâce à sa proximité avec l'A4 et la N4. Le *Veloexpresswee* l'est également, le RGD du PSP, autorise explicitement les pistes cyclables.	Des mesures d'intégration paysagères sont prévues (gestion des eaux à ciel ouvert, revêtements végétalisés, plantations indigènes, bandes fleuries).

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
• Insertion paysagère	Neutre - positif Ponctuel Permanent	La plateforme du tramway demeure globalement peu perceptible à moyenne et longue distance. Les principaux enjeux d'insertion concernent les remblais, les équipements verticaux (LAC, éclairage) et certains ouvrages d'art. Le tracé optimisé intègre dès la conception des mesures d'accompagnement paysager permettant de réduire leur visibilité et de favoriser leur intégration dans les structures paysagères existantes. Les ouvrages demeurent ponctuellement perceptibles mais sans remettre en cause la lecture globale des unités paysagères traversées.	Concept paysager fondé sur la reconstitution des écrans végétaux, la diversification des strates de plantation, l'accompagnement des remblais et le traitement paysager des ouvrages. Les plantations sont conçues de manière différenciée afin d'éviter la création d'écrans continus et de préserver les ouvertures visuelles. Des optimisations complémentaires pourront être précisées au stade APD pour les secteurs les plus exposés. Les incidences résiduelles sont considérées comme faibles à modérées et non significatives.
• Eclairage – pollution lumineuse	Neutre Tout le tronçon Permanent	Un éclairage du tram et du *Veloexpresswee* sont envisagés. Une note d'éclairage a été élaborée.	Toutes les mesures envisageables pour limiter au mieux la pollution lumineuse ont été adoptées: • Adaptation quotidienne de la durée d'éclairement en fonction de l'ensoleillement (système équipé d'une horloge astronomique), • Coupure de l'éclairage du tram entre 1h et 4h, • Réduction de l'intensité lumineuse à 10% après le passage du tramway ou d'un cycliste, • Programmation d'une rampe pour une modification graduelle de l'intensité lumineuse pour éviter l'effet stéréoscopique/éblouissement, • Eclairage de la piste cyclable à l'aide de détecteur de mouvement, • Température de couleur de 2200 K, • Hauteur de mât relativement faible.

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
			Il conviendra de respecter également un ULR maxi de 1% (idéalement 0 %), ce qui pourra être vérifié lors de l'APD, lorsqu'un modèle spécifique sera défini. De plus, grâce à l'alignement des mâts LAC et de ceux de l'éclairage, et leur faible hauteur, leur intégration paysagère est améliorée.

7.8 Patrimoine culturel et biens matériels

7.8.1 Description des aspects pertinents pour l'évaluation

Dans le cadre de la description et de l'évaluation des effets environnementaux potentiels engendrés par le projet, la prise en compte du patrimoine culturel et des biens matériels est essentielle (Kleefeld 2002, Boesler & Scheu 2004). En raison de l'approche anthropocentrique, ils sont naturellement étroitement liés au bien protégé « Population et santé humaine » (cf. chapitre 7.2). Les biens culturels et autres biens matériels sont considérés comme des preuves de l'activité humaine qui peuvent être de nature idéaliste, spirituelle et matérielle et sont significatifs pour l'histoire humaine (Kleefeld 2002, UVP-Gesellschaft e.V. 2014). Cela comprend :

- les monuments et bâtiments dignes de protection (par exemple, les églises, les chapelles, les châteaux, les bâtiments historiques),
- les sites archéologiques (par exemple les forts, les tumulus, les sites préhistoriques),
- les paysages culturels historiques et les sites d'utilisation historique des terres (par exemple, les vignobles historiques en terrasse),
- les paysages de villes et de villages d'importance culturelle (par exemple, formes spécifiques de lieux, places, vieilles villes, silhouettes, styles de construction ou avenues).

Ces biens culturels et matériels peuvent être visibles en surface ou, en raison de l'utilisation des terres au cours des dernières décennies, peuvent être enfouies sous terre. Ces derniers, peuvent être détruits relativement facilement lors de chantiers de construction. Cela peut être le cas, par exemple, si de la terre est excavée, déplacée, éliminée ou décontaminée dans le cadre de la préparation du chantier. Afin de préserver et de protéger les biens susmentionnés pour les générations futures, il est nécessaire d'évaluer dans cette présente étude, en amont du chantier, les effets éventuels du projet sur ces biens protégés culturels et matériels.

Archéologie

Tracé initial

Les sites archéologiques sont d'une importance capitale dans l'évaluation des impacts possibles sur les biens culturels (Ermert, 2002). Au Luxembourg, ceux-ci sont enregistrés, recherchés, conservés et rendus accessibles au public sous forme d'expositions et de visites guidées par l'Institut national de recherches archéologiques – INRA.

Conformément aux dispositions de la loi du 25 février 2022[34], l'INRA a établi une carte des Zones d'Observation Archéologique (ZOA), basée d'une part sur l'Inventaire du patrimoine archéologique et d'autre part sur des informations et données complémentaires fournies par les administrations étatiques ou communales. La ZOA est « une zone territoriale qui comprend ou est susceptible de comprendre des éléments faisant partie du patrimoine archéologique. Dans la zone d'observation archéologique, on distingue les zones dans lesquelles des éléments faisant partie du patrimoine archéologique ont déjà été détectés et les zones qui n'ont pas encore fait l'objet d'une opération archéologique et pour lesquelles il n'existe pas encore de données permettant d'exclure toute potentialité archéologique, regroupées dans la « sous-zone » ».

La ZOA a été délimitée et arrêtée règlementairement par le RGD du 26 juillet 2023[35].

[34] Loi du 25 février 2022 relative au patrimoine culturel et modifiant :
1°la loi modifiée du 4 mars 1982 a) portant création d'un Fonds culturel national ; b) modifiant et complétant les dispositions fiscales tendant à promouvoir le mécénat et la philanthropie ;
2°la loi modifiée du 25 juin 2004 portant réorganisation des instituts culturels de l'État ;
3°la loi modifiée du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles ;
4°la loi du 17 août 2018 relative à l'archivage.

[35] *Règlement grand-ducal du 26 juillet 2023 portant délimitation de la zone d'observation archéologique.*

La zone d'observation archéologique fait partie intégrante en tant que zone superposée de tout plan ou projet ayant pour objet un aménagement du territoire, un aménagement communal ou un aménagement urbain.

En ce qui concerne la probabilité de découvertes archéologiques, l'INRA distingue les zones suivantes :

- Zone d'observation archéologique
  - sous-zone,
  - ZOA
    - sites archéologiques listés sur l'inventaire supplémentaire dans la ZOA,
    - sites archéologiques classés monument national dans la ZOA,
- Terrains ne faisant pas partie de la ZOA
  - les terrains complètement aménagés,
  - les terrains complètement fouillés,
  - site archéologique classé en tant que patrimoine culturel national.

En cas de classement d'un site dans ces zones d'observation, il est indispensable d'informer l'INRA en amont du chantier. L'INRA/le ministre prescrit, en fonction de la potentialité archéologique du terrain :

- une opération de diagnostic archéologique sur des terrains ayant une haute potentialité archéologique ou
- une opération de fouille d'archéologie préventive qui peut être prescrite soit à la suite d'une opération de diagnostic archéologique, soit directement à la suite d'une demande d'évaluation de terrain lorsque ces terrains contiennent des sites archéologiques connus,
- une levée de contrainte archéologique sur des terrains ayant une faible potentialité archéologique.

Dans le cas du projet de tram rapide 1, plusieurs zones d'observation archéologique (ZOA) sont présentes et visibles en orange dans les Fig. 391 et Fig. 392 suivantes.

L'INRA a donc été consulté dans le cadre du scoping et a formulé une réponse par courrier en date du 24 février 2023. Il y est déclaré qu'une grande partie du tracé présente une haute potentialité archéologique et qu'au vu de ce classement et conformément à l'article 5 point 1 de la loi du 25 février 2022 relative au patrimoine culturel, une opération de diagnostic archéologique est prescrite avant travaux.

Une réunion avec l'INRA a eu lieu le 17/10/24 (Compte-rendu en annexe 19 du rapport EIE du tracé initial) pour spécifier le déroulement de la procédure de sondage archéologique. Il y a été convenu qu'en raison de la quantité de parcelles privés où l'acquisition ne peut pas encore avoir lieu et de l'impossibilité d'obtenir les autorisations pour la destruction des habitats et biotopes protégées (notamment prairies maigres de fauche) dans les temps, les sondages seront réalisés après le dépôt de l'EIE.

Une évaluation des incidences du projet sur le patrimoine culturel et les biens matériels se trouve au chap. 7.8.2.

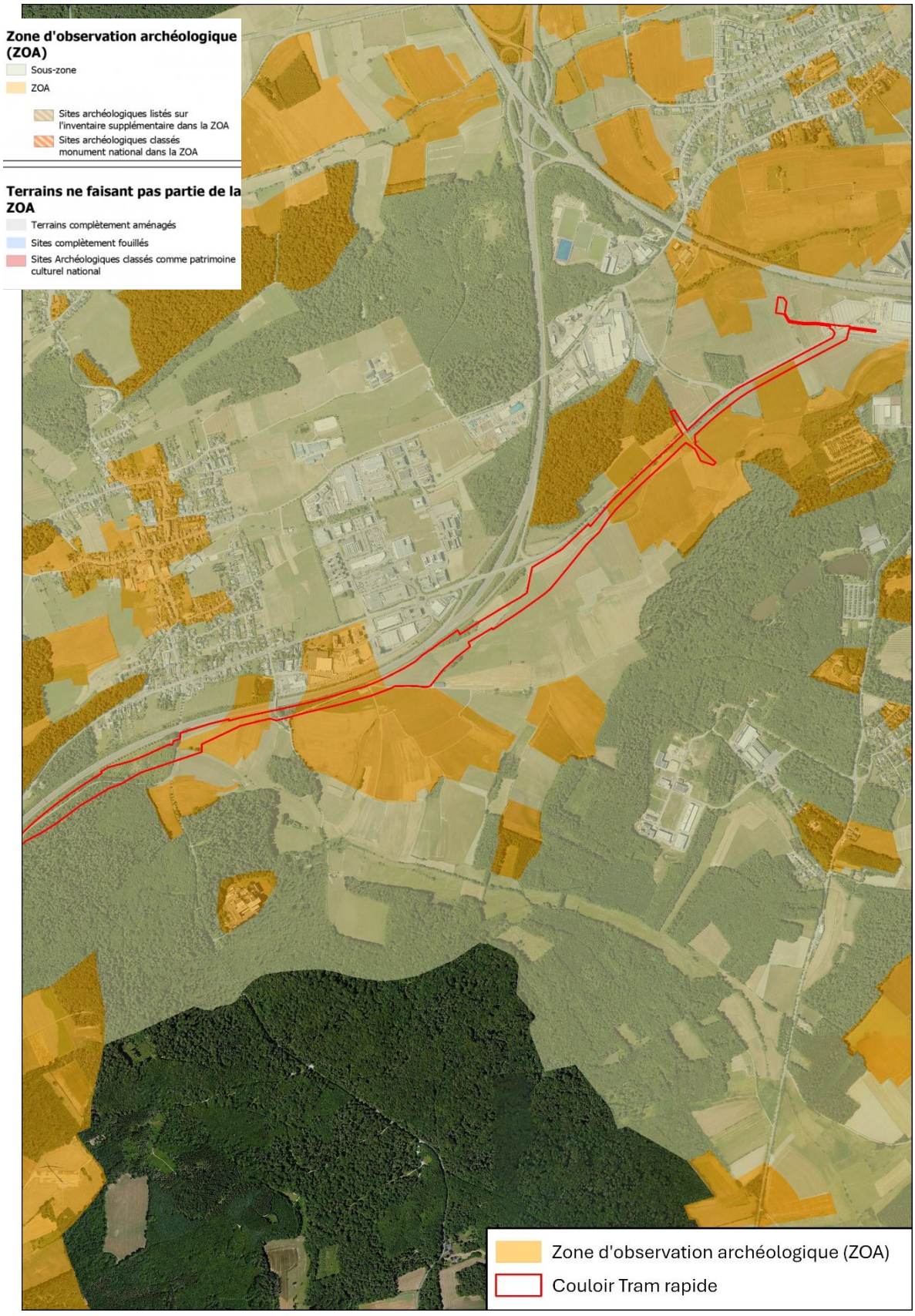


Fig. 391 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (Géoportail, 2025).

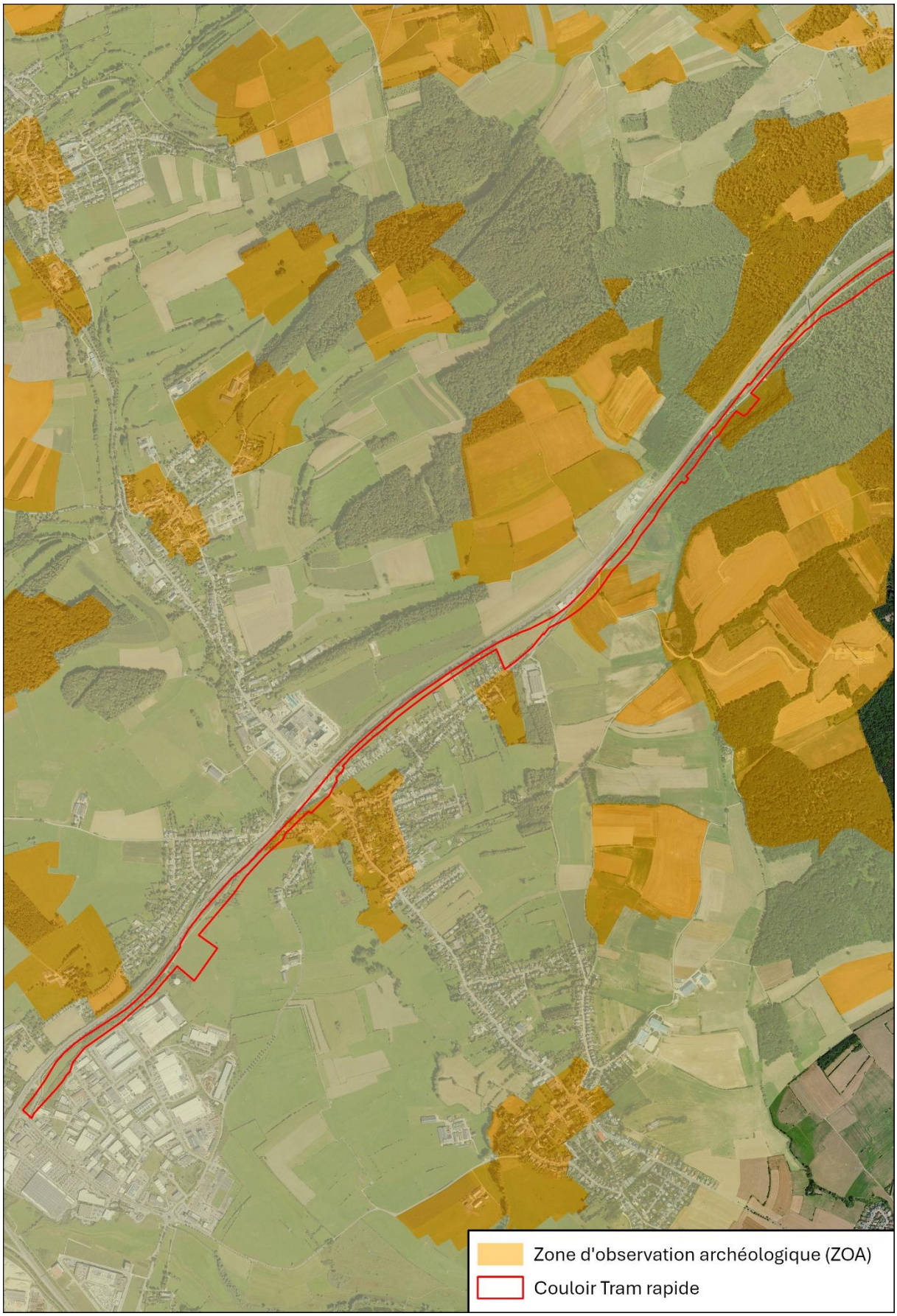


Fig. 392 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (Géoportail, 2025).

Tracé optimisé

Comme on peut le voir sur les figures suivantes, ce sont les mêmes zones d'observations archéologiques qui sont concernées par le tracé optimisé par rapport au tracé initial.

Malgré le temps écoulé entre le dépôt du premier rapport EIE, il est toujours d'actualité qu'en raison de la quantité de parcelles privés où l'acquisition ne peut pas encore avoir lieu (ne peut pas avoir lieu avant le projet de loi) et de l'impossibilité d'obtenir les autorisations pour la destruction des habitats et biotopes protégées (notamment prairies maigres de fauche) dans les temps, les sondages seront réalisés après l'obtention de la conclusion motivée et de la validation du projet de loi.

Concernant la procédure des sondages, cela débute par la préparation d'un cahier de charges par l'INRA qui précise le déroulement de l'opération et y intègre une liste d'opérateurs agréés qui sont à mandater par le maitre d'ouvrage.

Environ 10 % de la surface de l'emprise du projet (hors surfaces déjà aménagées) sont sondées. Il s'agit de tranchées mécaniques uniques ou en quinconce. Il faut compter en général 2 à 3 j par hectare, rebouchage compris (dépendant de la complexité du terrain). Il a été convenu avec l'INRA que les zones de boisements ou de biotopes sont évitées, tout comme la zone Natura 2000.

Les opérateurs archéologiques doivent demander l'autorisation au Ministère de la Culture pour la réalisation des sondages. L'autorisation est délivrée sous 30 jours ouvrés.

Par ailleurs, l'INRA indique dans son courrier en annexe 21 que suite au diagnostic archéologique, et en fonction des résultats, une fouille archéologique préventive peut s'avérer nécessaire. Si des sites majeurs et exceptionnels sont trouvés lors du diagnostic, le ministre de la Culture peut procéder au classement de ces sites en tant que patrimoine culturel national. Il serait dès lors nécessaire de protéger ces sites en déviant le tracé du tram rapide.

Les frais des opérations de diagnostic et de fouilles sont à la charge du maitre d'ouvrage, même si les fouilles sont réalisées après l'obtention de la conclusion motivée.

Une évaluation des incidences du projet sur le patrimoine culturel et les biens matériels se trouve au chap. 7.8.2.



Fig. 393 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (orange) (Géoportail, 2026).



Fig. 394 : Localisation du projet (rouge) par rapport aux zones d'observation archéologique (orange) (Géoportail, 2026).

Monuments historiques

Tracé initial

L'Institut national pour le patrimoine architectural (INPA) est en charge de la sauvegarde et de la mise en valeur du patrimoine bâti. L'INPA tient à jour la liste des immeubles et objets classés monuments nationaux ou inscrits à l'inventaire supplémentaire. Il s'agit de bâtiments et d'objets pour lesquels l'INPA a le devoir de superviser les réparations. La liste, qui est mise à jour à intervalles réguliers, est disponible sur le site www.inpa.public.lu (état actuel au 31.01.25). Une distinction est faite entre Immeubles et objets classés monuments nationaux, Immeubles et objets classés monuments nationaux et Immeubles et objets inscrits à l'inventaire supplémentaire.

Le MECB a saisi l'INPA pour émettre son avis quant aux incidences du projet sur les monuments historiques. L'institut n'a pas émis d'avis.

En consultant la liste prémentionnée, il peut être constaté qu'aucun immeuble ou objet classé monument national ou inscrit à l'inventaire supplémentaire ne se trouve sur le tracé (les bâtiments démolis ne figurent pas sur la liste).

En anticipation de l'évaluation du chapitre 7.8.2, cet aspect peut donc être jugé sans objet dans cette EIE.

Tracé optimisé

Les conclusions formulées ci-avant dans le cadre du tracé initial demeurent valables pour le tracé optimisé.

7.8.2 Description des incidences du projet sur le patrimoine culturel et biens matériels

Archéologie

Tracé initial

Comme mentionné dans le chapitre précédent, l'INRA a formulé dans son avis scoping (24 février 2023) que plusieurs sections du tracé présentent une haute potentialité archéologique et qu'au vu de ce classement et conformément à l'article 5 point 1 de la loi du 25 février 2022 relative au patrimoine culturel, une opération de diagnostic archéologique est prescrite avant le démarrage des travaux.

Pour réaliser une évaluation appropriée des incidences du projet sur le patrimoine archéologique, il conviendrait d'effectuer des sondages archéologiques. Or, en raison des possibles variations de tracé pouvant encore survenir lors de l'avant-projet détaillé, la quantité de parcelles encore privées où l'acquisition ne peut pas encore avoir lieu et la difficulté d'obtenir les autorisations pour la destruction des habitats et biotopes protégées (notamment prairies maigres de fauche) en amont, il y a été convenu que les sondages seront réalisés après le dépôt de l'EIE. Les résultats de ces sondages devront être effectués et communiqués lors de la transmission de l'APD, pour que le ministre de l'Environnement puisse formuler les mesures compensatoires nécessaires.

Le procédé de sondages préventifs permet en l'absence de découvertes de lever la contrainte archéologique. A contrario, si des vestiges archéologiques sont découverts, l'INRA prendra une décision sur le sort des vestiges.

Il convient de mentionner qu'en cas de découverte d'éléments du patrimoine archéologique, que ce soit à la suite de travaux ou pour toute autre raison, l'auteur de la découverte ainsi que le propriétaire du terrain concerné doivent assurer leur conservation provisoire. Ils sont également tenus d'en informer l'Institut national de recherches archéologiques au plus tard le jour ouvré suivant, en précisant l'emplacement exact des découvertes.

Dans l'ensemble, ces procédures permettent d'éviter de manière suffisante les effets négatifs sur le patrimoine culturel et de garantir sa préservation.

Tracé optimisé

De manière générale, l'ensemble des informations formulées pour le tracé initial restent valables pour le tracé optimisé. Il convient toutefois de préciser que les sondages archéologiques n'entraîneront pas de défrichement et ne concerneront pas la zone Natura 2000, permettant ainsi de limiter considérablement les incidences sur la faune et la flore.

Il ne sera en revanche pas possible d'éviter totalement les incidences sur certains biotopes protégés prairiaux de type 6510 ainsi que sur les habitats de chasse d'espèces protégées. Néanmoins, les sondages archéologiques ne concerneront qu'une partie ponctuelle des surfaces encore non aménagées, estimée à environ 10 % de leur superficie totale. De plus, les sondages seront rapidement rebouchés après leur réalisation. Les incidences associées seront ainsi temporaires, ponctuelles et de faible ampleur. L'utilisation de ces surfaces comme habitats de chasse pourra par conséquent être maintenue.

Afin de permettre au MECB de définir, le cas échéant, les mesures compensatoires nécessaires, il conviendra que les résultats des sondages archéologiques lui soient transmis au plus tard lors de la transmission de l'APD.

Il conviendra également de clarifier avec le MECB et l'ANF si une autorisation spécifique est nécessaire pour la réalisation des sondages archéologiques.

En conclusion, les procédures envisagées, ainsi que l'absence de défrichement et de sondages archéologiques au sein de la zone Natura 2000, permettent de réduire significativement les incidences potentielles du tracé optimisé sur le patrimoine culturel et naturel de la zone d'étude.

Monuments historiques

Tracé initial

Les bâtiments classés monuments historiques par l'INPA se trouvent en dehors de l'emprise du projet et ne sont pas affectés par les travaux de construction. Par conséquent, aucun impact significatif sur le patrimoine protégé n'est attendu.

Tracé optimisé

Les conclusions formulées ci-avant dans le cadre du tracé initial demeurent valables pour le tracé optimisé.

7.8.3 Synthèse

Après un examen détaillé de tous les aspects relatifs au patrimoine culturel et biens matériels, il n'est pas attendu que le projet d'extension de tramway (tracé initial ou tracé optimisé) ait un impact négatif significatif sur ce patrimoine, à condition que la procédure et les engagements décrits plus tôt soient respectés. Ceci est résumé dans le Tab. 57 ci-dessous.

Ce tableau résume les résultats de l'évaluation précédente sous forme abrégée. Seuls les effets potentiels du projet qui sont considérés comme pertinents sont énumérés. Une distinction entre les différentes phases du projet ci-dessous a été effectuée :

- les effets pendant la phase de construction,
- les effets pendant la phase d'exploitation,

L'évaluation des impacts liés au projet est suivie, le cas échéant, de recommandations sur les mesures d'évitement et d'atténuation.

Tab. 57 : Synthèse des impacts potentiels du projet (tracé initial et tracé optimisé) sur le patrimoine culturel et biens matériels.

Effet significatif potentiel	Évaluation de l'impact du projet		Mesures d'évitement et de réduction des impacts
	Degré de changement Dimension spatiale Dimension temporelle	Description	
Phase chantier			
• Archéologie	Négatif – neutre Tout le tronçon Temporaire	Étant donné la présence de nombreuses zones d'observation archéologique dans l'emprise du projet, les travaux d'excavation présentent un risque potentiel d'endommagement d'éléments du patrimoine archéologique. Selon l'INRA, une opération de diagnostic archéologique doit être réalisée.	LUXTRAM s'engage à faire réaliser des sondages archéologiques ce qui permettra de détecter et d'identifier des éléments archéologiques et assurer leur conservation si nécessaire. Les résultats de ces sondages devront être communiqués au plus tard lors de la transmission de l'APD, pour que le ministre de l'Environnement puisse formuler les mesures compensatoires nécessaires. Il a été convenu avec l'INRA qu'aucun défrichement ne devra être réalisé et aucun sondage ne sera réalisé en zone Natura 2000. Ce procédé permet donc d'éviter un impact négatif sur le patrimoine archéologique.
• Monuments historiques	Neutre Tout le tronçon Temporaire	Il n'existe aucun monument historique dans l'emprise du projet.	Aucune mesure n'est nécessaire.
Phase d'exploitation			
• Aucun	Aucun	Le projet n'entraine pas d'effet négatif significatif sur le patrimoine culturel et les biens matériels lors de la phase d'exploitation.	Aucune mesure n'est nécessaire.

7.9 Autres incidences

La présente évaluation des incidences sur l'environnement a identifié, décrit et évalué de manière appropriée, les incidences notables directes et indirectes du projet sur les facteurs suivants (chap. 7.2 à 7.6) :

- La population et la santé humaine,
- la biodiversité comprenant la faune et la flore,
- le sol,
- l'eau,
- l'air et le climat,
- le paysage et
- le patrimoine culturel et biens matériels.

Des incidences sur des biens protégés non énumérés ci-dessus sont théoriquement possibles, mais ne sont pas considérés comme suffisamment importantes dans le cadre de la présente EIE.

Les interactions entre les différents facteurs et les effets cumulatifs potentiels avec d'autres projets sont décrits au chapitre 8. En outre, les aspects qui sont importants dans le cadre de l'EIE, mais qui n'ont pas pu être intégrées dans les parties précédentes sont évalués ci-dessous.

L'ensemble des informations formulées dans les sous-chapitres 7.9.1 à 7.9.5 pour le tracé initial restent valables pour le tracé optimisé.

7.9.1 Occupation des terres

Avec la directive modificative du 16 avril 2014[36], l'utilisation des ressources, au sens de la consommation et occupation des terres a été incluse comme facteur à protéger supplémentaire dans l'évaluation des incidences sur l'environnement. Cela souligne l'importance de l'utilisation durable des sols et la nécessité de limiter l'augmentation difficilement soutenable à terme des zones urbanisées et donc la dégradation des terres associée.

Avec la réalisation du projet le long de l'infrastructures routières existantes, il est considéré que l'impact du projet sur l'occupation des terres est réduit significativement. Cet aspect a été traité plus en détail dans le chap. 7.4.

7.9.2 Influence transfrontalière du projet

Comme cela a déjà été mentionné dans le dossier screening-scoping, les impacts qu'un projet peut avoir sur des pays frontaliers doit être étudié, si pertinent, dans le cadre d'une EIE. Cela se justifie par le fait que des effets pertinents pour l'environnement peuvent être observables à grande échelle en fonction du milieu environnemental considéré (p. ex. dans le cas d'implantations industrielles à fortes émissions). Dans le cas présent, en raison de la distance importante du projet jusqu'à la frontière française (frontière la plus proche), un impact transfrontalier n'est pas attendu. En revanche, ce point sera pertinent et à détailler dans le cadre du tram rapide 2.

[36] Directive 2014/52/EU du Parlement européen et du Conseil du 16. Avril 2014 modifiant la directive 2011/92/EU concernant l'évaluation des incidences de certains projets privés et publics sur l'environnement.

7.9.3 Vulnérabilité du projet par rapport aux accidents majeurs ou aux catastrophes

Pour mieux protéger l'environnement, il est important de prendre des précautions pour certains projets sensibles aux accidents majeurs ou aux catastrophes naturelles (comme les inondations, la montée des eaux ou les séismes). Il faut donc évaluer leur vulnérabilité, le risque d'accident ou de catastrophe, ainsi que leurs éventuelles conséquences négatives sur l'environnement.

Comme le montrent les explications du chapitre 7.5, le projet n'est pas localisé dans une zone inondable. En outre, la zone d'étude n'est pas menacée par des tremblements de terre et/ou des éruptions volcaniques.

Par conséquent, des impacts résultant de dangers naturels peuvent être exclus.

7.9.4 Réversibilité

Avec le démantèlement de la ligne, l'état d'origine actuel pourrait en principe être rétabli. Cependant, cette option n'est pas jugée pertinente pour plusieurs raisons :

- Intégration dans la planification à long terme : La ligne est inscrite dans le plan directeur sectoriel ainsi que dans plusieurs programmes nationaux de mobilité durable (cf. chap. 6), ce qui souligne son importance stratégique et son caractère pérenne.
- Investissements financiers et ressources mobilisées : Le projet représente un investissement conséquent en infrastructures et en aménagements. Son démantèlement entraînerait non seulement des coûts élevés, mais aussi une perte significative des ressources déjà engagées.
- Bénéfices environnementaux et sociaux : La ligne de tramway et la piste cyclable favorisent une mobilité plus durable, contribuant à la réduction des émissions de CO_2, à l'amélioration de la qualité de l'air et à une diminution du trafic automobile. Une suppression de ces infrastructures compromettrait ces bénéfices.
- Impact sur les usagers et l'aménagement du territoire : Le tramway et la piste cyclable répondent à une demande croissante de transports alternatifs, améliorent l'accessibilité urbaine et s'inscrivent dans une logique d'aménagement durable. Leur suppression nuirait à la continuité des réseaux de transport et à l'accessibilité pour les usagers.

En conclusion, bien que la réversibilité du projet soit théoriquement possible, elle n'est ni souhaitable ni cohérente avec les objectifs de mobilité durable, d'aménagement du territoire et de transition écologique.

7.9.5 Effets liés à des évènements indésirables

Outre le « fonctionnement normal » prévu, les effets possibles liés à des évènements indésirables théoriquement possibles doivent être identifiés, décrits et évalués. Par définition, il s'agit d'événements qui ne correspondent pas à un déroulement normal d'un chantier ou d'une exploitation.

Il peut s'agir :

- D'un déversement incontrôlé de liquides dangereux pour l'environnement (engin de chantier)
- D'un incident (par exemple sous la forme d'un incendie).

Dans les deux cas, des liquides dangereux pour l'environnement peuvent s'écouler dans les égouts, mais cela a été évalué dans les chapitres relatifs au sol et à l'eau (chap. 7.4 & 7.5).

Au niveau de l'exploitation, en cas d'incident mineure (ex. : panne de tramway), les répercussions seraient avant tout locales et n'auraient pas de conséquences majeures sur l'environnement ou la population. En cas de collision ou de déraillement, un risque plus élevé pour la santé et sécurité des personnes peut être attendu, notamment en raison de la vitesse élevée du tramway (env. 80 km/h) et du nombre élevé de passagers (plus de

400 voyageurs). En revanche, grâce aux différents dispositifs de sécurité prévus pour les infrastructures de transport, notamment un éclairage adapté, une signalisation appropriée et des mesures pour assurer la sécurité des voyageurs, piétons et des cyclistes, le risque d'accident majeur reste faible. Les probabilités d'accident et leurs conséquences seraient donc comparables à un accident de train, même si les vitesses réalisées dans le trafic ferroviaire sont nettement plus élevées. En somme, si l'on considère la probabilité d'accident dans le trafic routier et ferroviaire, le tramway peut être considéré comme un moyen de transport sûr.

Des incidences significatives peuvent être exclues si les mesures de prévention sont appliquées.

8 DESCRIPTION ET EVALUATION DES INTERACTIONS ET EFFETS CUMULATIFS POSSIBLES

8.1 Interactions

Des interactions existent lorsque les milieux environnementaux sont spatialement ou fonctionnellement liés les uns aux autres. Cela est le cas pour le sol et l'eau par exemple. En effet, lors d'une contamination chimique du sol, des répercussions sur les eaux souterraines sont généralement attendues. Dans des cas extrêmes, des incidences sur la santé humaine ou sur la faune et la flore peuvent également survenir. Comme il s'agit d'effets en cascades secondaires, ceux-ci ont déjà été pris en compte lors des évaluations dans le chapitre 7.

Un exemple d'interaction entre différents facteurs environnementaux concerne le lien entre l'occupation des terres, le paysage et la biodiversité.

Si l'objectif est de réduire au maximum l'emprise au sol du tramway, il faudra installer de nombreux murs de soutènement, en raison de la topographie du territoire. Ces structures peuvent avoir un impact visuel marqué et, selon les matériaux utilisés, influencer la biodiversité locale. Par exemple, un mur en béton lisse crée une barrière artificielle limitant les habitats naturels, tandis qu'un mur en pierre ou végétalisé peut atténuer cet effet en offrant un support à certaines espèces.

À l'inverse, si l'on privilégie le paysage et la biodiversité, il est possible d'aménager des talus aux pentes plus douces, qui pourront être végétalisés et servir de refuge à la faune locale. Cette approche permet une meilleure intégration paysagère tout en réduisant l'impact écologique de l'infrastructure.

Cet exemple illustre la nécessité de trouver un équilibre entre plusieurs facteurs environnementaux.

En termes d'impacts positifs, on peut également citer comme exemple l'absence d'émissions de gaz à effet de serre par le tramway, qui a non seulement un effet bénéfique sur le climat et la qualité de l'air mais également sur la santé humaine.

Un autre exemple, est l'aménagement de noues qui ont des bénéfices certains déjà décrits dans le chapitre relatif à l'eau (cf. chap. 7.5), elles peuvent favoriser la biodiversité locale en créant des nouveaux habitats pour des espèces animales et végétales adaptées aux milieux humides. Cela permet donc non seulement une meilleure infiltration des eaux pluviales, mais aussi le développement de corridors écologiques.

Il convient de souligner la complexité d'identifier toutes les interactions possibles. Cette liste n'est pas à considérer comme exhaustive. De plus, au vu des informations disponibles, une quantification des interactions n'est actuellement pas possible. Cela s'applique en particulier aux approches plus complexes, tels que les effets en cascade.

Sur cette base, d'autres interactions dont l'impact pourrait être significatif ne sont pas attendues.

8.2 Effets cumulés

Les effets cumulatifs désignent un impact qui s'accroît ou s'intensifie par l'addition d'effets nuisibles, pouvant, dans certains cas, dépasser un seuil critique et entraîner des perturbations significatives.

Comme l'analyse de l'évaluation des impacts potentiels sur les éléments protégés (voir chapitre 7) l'a montré, le projet tram rapide 1 ne génère globalement que peu d'effets considérés comme significatifs. Le cas échéant, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation spécifiques ont été définies afin d'atténuer ces impacts de manière suffisante.

Selon l'annexe III de la loi modifiée du 15 mai 2018 point 5.e), seules les incidences de projets existants et/ou approuvés sont à prendre en compte pour l'analyse des effets cumulés.

Le ministère de l'Environnement distingue plusieurs cas de figures :

- Les projets autorisés
- Les projets en cours de construction
- Les projets construits
- Les projets projetés en cours de procédure qui seront éventuellement autorisés avant la finalisation de la procédure EIE du présent projet.

Dans ce contexte, différents projets de différents types sont à considérer (Fig. 395), conformément à l'avis scoping:

- Nouveau Centre de remisage (CRM Sud) de LUXTRAM,
- Réaménagement du corridor multimodal le long de l'autoroute,
- Projet de la zone d'activités PAP « Am Hau » à Pontpierre,
- Projet Gridx à Wickrange,
- Projet de transformation de la zone d'activités / zone commerciale à Foetz.



Fig. 395 : Localisation des projets pouvant avoir des effets cumulés (délimités en bleu) avec le projet de tram rapide 1 (jaune) (Géoportail, 2025).

Nouveau centre de remisage et de maintenance Sud

Un nouveau Centre de remisage et de maintenance sera réalisé à la Cloche d'Or pour accueillir les nouvelles rames urbaines et celles du tram rapide (Fig. 396). La capacité sera de 24 rames tram rapide et 16 rames urbaines. En effet le CRM existant au Kirchberg n'aurait pas les capacités suffisantes pour accueillir l'ensemble des nouvelles rames nécessaires à l'exploitation du tram rapide et des nouvelles extensions urbaines. Cela permet une injection efficiente des rames vers le sud. Il s'agit d'un bâtiment administratif de 3000 m^2, d'un bâtiment de remisage de 12 000 m^2 et d'un atelier de 10 000 m^2.

L'APD du projet a été réalisé mais les procédures d'autorisation n'ont pas encore débuté. La mise en service est prévue pour 2030.

Les travaux du CRM et du tram rapide 1 se dérouleront conjointement. Ces deux chantiers simultanés risquent de provoquer des bouchons sur l'A4 et à la Cloche d'Or/ Kockelscheuer, surtout aux heures de pointe. Il sera important de coordonner les calendriers des travaux pour éviter que les pics de nuisances ne coïncident et de mettre en place un plan de circulation optimisé pour gérer les flux de camions et limiter la congestion.

En phase d'exploitation, les effets peuvent être positifs comme négatifs. La présence d'un centre de remisage à proximité du départ de la ligne améliore l'efficacité opérationnelle : les rames du tram rapide pourront être déployées rapidement en début de service et rapatriées en fin de journée sans trajets à vide excessifs.

Par contre, le passage fréquent des rames sur la ligne, combiné aux opérations de maintenance (mécanique, nettoyage, essais de rames), peut accroître les nuisances sonores, surtout de nuit si des interventions ont lieu en dehors des heures de service. En revanche, le CRM se situe dans un environnement non critique et sera de toute manière soumis à une autorisation Commodo dans laquelle les conditions d'exploitations seront vérifiées.

Pour conclure, des effets cumulés significatifs ne sont pas attendus. Les mesures spécifiques prévues dans le chapitre 7 permettront de réduire significativement les incidences.



Fig. 396 : Extrait d'une conférence de presse du 19/04/2024 - Vue sur le futur CRM au niveau de la Cloche d'Or (LUXTRAM, 2024).

Réaménagement du corridor multimodal le long de l'autoroute

En plus du tram rapide, le nouveau corridor multimodal a pour but de réduire la congestion chronique de l'A4, mais également de permettre aux communes de la Région Sud de réorganiser la mobilité entière au sein de leurs territoires communaux. Le corridor multimodal, consiste en plusieurs optimisations entre Luxembourg et Belvaux (Fig. 397):

- Une troisième voie pour covoiturage et bus sur l'autoroute A4,
- Des adaptations des échangeurs autoroutiers (sécurisation et optimisations),
- Des apaisements de rues dans les localités adjacentes (Leudelange, Wickrange, Pontpierre, Foetz),
- Des coupures du réseau routier existant (CR169, CR110, rue H. Hoch, rue Romain Fandel)
- 5 nouveaux pôles d'échanges

Ces projets se mettront en place successivement mais un planning général n'est pas connu, rendant l'évaluation des effets cumulés difficile. Notons que le projet de tram rapide est indépendant du projet de corridor multimodal.

Etant donné que l'emprise du projet tram rapide 1 a été calée selon l'emprise donnée par l'Administration des Ponts & chaussés, les réserves pour les différentes infrastructures prémentionnées sont bien considérées et

laissées libres. L'échangeur de Leudelange Nord est également visible sur les plans généraux de la ligne (APS Vol. J-3 ; annexe 05 du rapport EIE du tracé initial).

Les interactions entre le tram rapide et le corridor multimodal en phase exploitation peuvent générer plusieurs effets cumulés, majoritairement jugés positifs :

- La mise en place d'une troisième voie pour covoiturage et bus sur l'A4 et l'extension du réseau tramway offriront des alternatives attractives à la voiture individuelle.
- Cette double offre de transport collectif peut accélérer la réduction du trafic automobile sur l'A4 et les axes secondaires.
- La création de 5 nouveaux pôles d'échange renforcera l'accessibilité du tram rapide, favorisant le report modal des automobilistes vers les transports en commun.
- Ces pôles permettront une meilleure répartition des flux entre les usagers du tram, des bus, du covoiturage et du vélo, optimisant ainsi l'ensemble du réseau de transport.
- La combinaison de ces infrastructures devrait accélérer la diminution des émissions de gaz à effet de serre, car elle incite plus fortement à abandonner la voiture individuelle.

En phase exploitation, les effets cumulatifs d'un point de vue acoustique et vibratoire ont également été traités dans les études respectives (annexe 08 et 09 du rapport EIE du tracé initial). Dans les deux cas, des effets cumulatifs peuvent être exclus. Concernant l'acoustique, le bruit généré par le trafic routier est nettement supérieur à celui du tramway. Cette observation est confirmée par les mesures effectuées lors de l'étude de l'état initial ainsi que par les cartes de bruit stratégiques. Les calculs montrent que l'impact sonore du tramway est généralement faible, ce qui signifie que sa contribution au niveau de bruit global est négligeable. À titre d'exemple, si le bruit du tramway est inférieur de 10 dB à celui du trafic routier, l'augmentation du niveau sonore global n'est que de 0,4 dB en raison du tramway, ce qui est imperceptible pour l'oreille humaine. À Pontpierre, le niveau sonore actuel mesuré est de 70,4 dB(A) en raison du trafic routier. Le bruit généré par le tramway, estimé à 54 dB(A) au point 162, ne s'ajoute pas directement à celui de l'autoroute. En acoustique, lorsque deux sources sonores présentent un écart important (environ 10 dB ou plus), la source la plus faible n'influence quasiment pas le niveau global. Autrement dit, le bruit du tramway est masqué par celui de l'autoroute et n'entraîne donc pas d'augmentation significative du niveau sonore global.

Concernant les vibrations, le trafic routier génère généralement moins de vibrations que le trafic ferroviaire. Les poids lourds peuvent provoquer des vibrations à proximité de la route, surtout si celle-ci est en mauvais état, mais pour une autoroute nouvellement aménagée, ce risque est faible. De plus, les mesures actuelles montrent que les vibrations dues au trafic routier sont faibles. Le tramway génère plus de vibrations, mais au sud, les bâtiments sont plus proches des voies du tram que de l'autoroute, ce qui réduit l'impact vibratoire de cette dernière. Au nord, les calculs montrent que l'impact du tramway est négligeable. Enfin, des mesures de transmissibilité sont réalisées au sud pour s'assurer que l'élargissement de l'autoroute n'augmentera pas la transmission des vibrations entre les voies du tramway et les bâtiments proches. Les résultats montrent que le réaménagement n'aura pas d'impact sur ces vibrations. Les mesures de mitigation proposées (type de pose – 8 dB aux endroits problématiques) sont jugées suffisantes.

En phase chantier, si les chantiers se déroulent parallèlement à celui du tram rapide 1, des effets cumulés peuvent être attendus sur les problématiques suivantes :

- Fluidité du trafic routier : avec les rotations d'engins évacuant des déblais, des déchets ou amenant des remblais ou des matériaux sur le chantier,
- Report du trafic vers les localités environnantes,
- Pollution sonore : avec la multiplicité des zones de travaux, l'augmentation du nombre d'engins et de machines intervenant simultanément,
- Emissions de vibrations : en lien avec les engins de chantier,

- Pollution de l'air : de plus grandes émissions de poussières sont attendues avec l'augmentation du nombre de zones de travaux,
- De plus, l'ensemble de ces nuisances pourra entrainer un impact négatif sur la biodiversité, notamment la zone Natura 2000.

En revanche, la construction simultanée du tram rapide 1 et des infrastructures précitées peut présenter l'avantage de limiter les travaux dans la durée (évite que les travaux se succèdent dans le temps). De plus, dans le cadre de ses travaux, la Mess sera renaturée, ce qui peut être considéré comme positif.

Etant donné que les effets en phase d'exploitation sont positifs et que ceux en phase chantier sont temporaires, des effets cumulés significatifs ne sont pas attendus. Les mesures spécifiques prévues dans le chapitre 7 permettront de réduire significativement les incidences.

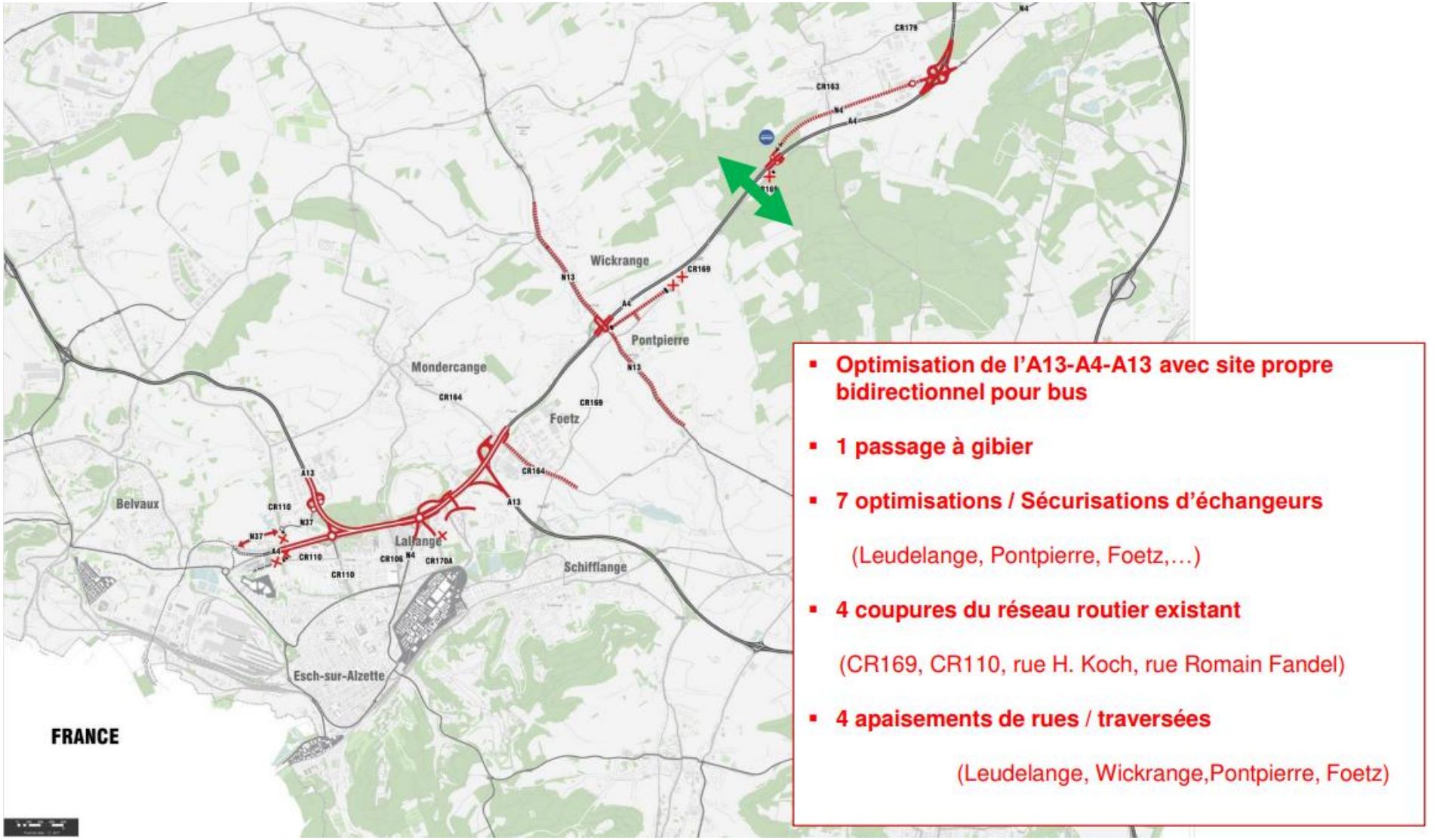


Fig. 397 : Extrait de la conférence de presse 21 octobre 2020 - Schéma du corridor multimodal prévu entre Luxembourg et Belvaux (MMTP, 2020).

Projet de la zone d'activités « Am Hau » à Pontpierre

A l'est de Pontpierre, un nouveau centre Mercedes-Benz qui permettra de remplacer le garage existant actuellement à Luxembourg-Hollerich (rue de Bouillon) verra le jour (Fig. 398). Nommé PAP « am Hau », le nouveau garage de Pontpierre comprendra, outre des salles d'exposition et de vente, des ateliers, y compris de peinture, des installations de lavage de voitures et un parking de stockage ainsi que des parkings souterrains pour les collaborateurs et la clientèle. Environ 200 emplois sont prévus pour ce site. Le début des travaux est envisagé pour 2026, la durée ne nous est pas connue.

Le projet a été soumis à un screening EIE (au cas par cas) et un rapport environnemental n'a pas été requis.

Étant donné qu'il s'agit d'une zone d'activités, les impacts environnementaux diffèrent généralement de ceux d'un projet d'infrastructure de transport. Les effets cumulés concernent principalement la phase de chantier, en particulier si les chantiers des deux projets se déroulent simultanément et à proximité.

Un impact indirect du tram rapide sur la circulation routière pourrait être amplifié par la fermeture du CR169. Le chantier du tramway et l'accès au garage pourraient perturber la fluidité du trafic local, notamment en raison des livraisons de véhicules et des mouvements des camions transportant des matériaux. Cependant, la mise en service imminente du nouvel échangeur de Pontpierre permettra de rediriger le trafic vers l'A4, ce déjà avant les travaux du tram rapide 1 assurant ainsi une desserte optimale. L'impact sur le trafic local sera temporaire tandis que des effets cumulés en phase exploitation ne sont pas attendus. Les mesures spécifiques prévues dans le chapitre 7 permettront de réduire significativement les incidences.



Fig. 398 : Partie graphique du plan d'aménagement particulier « Am Hau » à Pontpierre (Jonas Architectes, 2023).

Projet Gridx à Wickrange

Le projet Gridx à Wickrange est un complexe mêlant commerces, restaurants, bureaux, hôtel, musée d'art digital, hall évènementiel et un espace Motorworld® sur environ 5 ha (Fig. 399). La réception doit avoir lieu au printemps 2025 et l'ouverture au public est programmée en été 2025. Ce projet sera donc terminé lorsque les travaux du tram rapide 1 débuteront. 150-200 personnes seront nécessaires au quotidien pour faire fonctionner le site.

Un projet d'une telle ampleur qui attirera une grande quantité de visiteurs aura un impact certain sur le trafic. En raison de ce potentiel et donc d'une forte demande, le MMTP et LUXTRAM ont donc décidé d'aménager une station à Pontpierre, à hauteur de Gridx. La répercussion d'un arrêt supplémentaire sur la durée du trajet serait inférieure à une minute. Ainsi, une alternative à la voiture est proposée.

Le projet Gridx sera donc terminé avant le commencement des travaux LUXTRAM. Le nouvel échangeur de Pontpierre sera également entre temps finalisé. Cela signifie que l'accès à l'A4 sera facilité depuis ce complexe.

Lors de la création de l'OA 7 nécessaire au tram rapide 1, l'échangeur prémentionné sera impacté par les travaux liés à cet ouvrage d'art. Ainsi un impact temporaire et ponctuel sur le trafic est probable. Des déviations ou des réductions de voie seront probablement nécessaires. En revanche l'impact restera temporaire et ponctuel. Des effets cumulés significatifs ne sont donc pas attendus. Les mesures spécifiques prévues dans le chapitre 7 permettront de réduire significativement les incidences.



Fig. 399 : Vue sur le projet Gridx depuis le sud-ouest direction nord-est (Visuel GRIDX, Virgule.lu, 2025).

Projet de transformation de la zone d'activités / zone commerciale à Foetz

Un projet pilote de reconversion de la zone commerciale de Foetz en un quartier multifonctionnel est en cours, bien qu'à un stade très peu avancé (projet encore non autorisé) (Fig. 400). A ce stade, il s'agit d'une étude préliminaire, débutée en 2023, permettant d'identifier les obstacles urbanistiques, techniques, juridiques et économiques et de définir une programmation avec comme objectif l'élaboration ultérieure d'un « Masterplan ». A notre connaissance, le masterplan n'est pas encore disponible.

Le projet vise à donner un exemple sur comment reconvertir une zone à activités économiques et commerciales telle que la zone de Foetz d'un espace monofonctionnel vers une utilisation multifonctionnelle de qualité avec un usage plus rationnel des surfaces disponibles (p.ex. l'intégration de logements, de commerces de proximité, d'espaces de recréation, d'espaces verts, etc.).

D'après le peu d'informations disponibles actuellement, le principal effet attendu ou plutôt synergie est que le premier objectif de ce projet pilote est de réduire drastiquement la voiture au sein de la zone industrielle. Une condition majeure pour parvenir à cet objectif, est la connexion à un transport public efficace. Le tram rapide est donc pris en compte dans les études en cours.

Le projet de tram rapide 1 est ainsi un élément clé dans ce projet de reconversion. Des effets cumulatifs négatifs ne sont par conséquent pas attendus.

De manière générale, l'ensemble de ces aménagements entraine une artificialisation des sols et une perte de biodiversité locale. Toutefois, ces projets mettent en place ou mettront en place des mesures d'atténuation pour compenser cette perte et limiter leur impact écologique, réduisant ainsi le risque d'un effet cumulatif significatif.



Fig. 400 : Extrait de « Luxembourg 2050 – A Guide on Repairing Commercial Zones – Report Phase 3 ». A gauche, la zone industrielle en 2021, au centre : en 2025, à droite en 2030 (Luxembourg in Transition, 2022)

9 MESURES DE PREVENTION, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION

Lors de la planification et de la mise en œuvre de projets soumis à une étude d'incidences environnementales, la question se pose si un impact significatif sur le plan environnemental - sur les biens protégés/facteurs à considérer – peut être évité ou du moins être réduit par une planification adaptée. Si cela n'est pas possible, une compensation peut s'avérer nécessaire conformément à l'article 16 de la loi modifiée du 15 mai 2018 (loi EIE) ou également conformément à l'article 17 et/ou à l'article 21 de la loi modifiée du 18 juillet 2018 (loi PN). Cela signifie que d'un point de vue législatif, le présent rapport EIE doit décrire les mesures d'évitement, les mesures de réduction et, si nécessaire, les mesures de compensation.

Étant donné que les impacts environnementaux négatifs importants sont principalement « à éviter » et que cela peut et devrait idéalement être mis en œuvre dans les phases initiales de planification d'un projet, les mesures d'évitement revêtent une importance particulière. En effet, la mise en œuvre de mesures d'évitement peut contrecarrer l'apparition de situations prohibitives et permettre la réalisation d'un projet dans le respect de la législation et de l'environnement. L'obligation légale de prendre des précautions environnementales, signifie que le porteur du projet doit prendre toutes les mesures possibles et raisonnables pour prévenir les impacts environnementaux d'un point de vue opérationnel, organisationnel et économique. Les mesures préventives comprennent donc toutes les mesures qui servent à identifier les éventuels points de conflit à un stade précoce de la planification et qui, grâce à une planification adaptée, contribuent à prévenir les éventuels impacts. Un exemple classique est la planification d'alternatives/variantes, qui au cours d'études de faisabilité préliminaires, analysent comparativement la faisabilité technique, l'efficacité économique et les préoccupations environnementales d'un projet (voir également le chap. 5).

Si les incidences sur l'environnement ne peuvent être évitées pour des raisons techniques, le porteur du projet est tenu de concevoir la planification de manière à ce que les incidences sur l'environnement soient maintenues aussi faibles que possible (« réduction »). Cette exigence de minimisation oblige le responsable du projet à veiller à ce que la planification et la réalisation soient mises en œuvre de la manière la plus écologique possible et, si nécessaire, que des mesures soient prises qui dérivent éventuellement de la planification initiale mais qui respectent au mieux les préoccupations environnementales. Des mesures d'atténuation appropriées sont par définition capables de réduire l'ampleur des incidences potentiellement négatives sur l'environnement liées au projet et, le cas échéant, de les maintenir en dessous d'un seuil au-delà duquel les impacts seraient significatifs. En outre, des mesures d'atténuation appropriées peuvent réduire l'impact à un point tel que des mesures compensatoires coûteuses peuvent être évitées ou réduites au minimum. Des exemples de telles mesures d'atténuation se trouvent à la fois dans l'approche technique sur les chantiers (par ex. fixation de la poussière) et au niveau de la planification (par exemple, études de vibrations, barrières antibruit, limitation spatiale des installations du chantier de construction). Dans ce présent rapport EIE, des mesures d'atténuation ont été définies dans le cadre de la description et de l'évaluation des éventuelles incidences du projet sur les biens à protéger.

Si, malgré l'utilisation de mesures d'atténuation appropriées (évitement ou réduction), le projet entraine des incidences sur la nature et le paysage qui ne peuvent être minimisées davantage et qui sont contraires aux réglementations, des mesures compensatoires peuvent être nécessaires conformément à l'art. 16 de la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement. Pour le tram rapide 1, il s'agit essentiellement de la compensation des biotopes, habitats et habitats d'espèces (cf. chap. 7.3).

9.1 Autres mesures d'évitement et de réduction

Outre les mesures d'évitement et d'atténuation décrites au chapitre 7, d'autres mesures peuvent être citées comme étant bénéfiques pour minimiser l'impact environnemental. Les mesures ci-dessous sont mentionnées à titre indicatif.

M01 – Limitation au stricte nécessaire de l'emprise des travaux et des installations de chantier

L'utilisation temporaire de terres pour les travaux et les installations de chantier doit être limitée au minimum nécessaire. Cela a des effets positifs à la fois au niveau des routes existantes aux alentours de la zone de planification (par ex. trafic, bruit) et à l'intérieur de la zone de planification. En outre, cela est particulièrement pertinent car le projet est réalisé en zone verte.

M02 - Sélection de zones de faible sensibilité pour les installations de chantier et le stockage

Il convient de sélectionner des zones peu importantes (faible sensibilité) d'un point de vue de la conservation de la nature et des sols (y compris eaux souterraines) pour les installations de chantier et de stockage.

M03 - Réduction des perturbations optiques et acoustiques dues à la construction

Afin de réduire les perturbations visuelles et acoustiques liées à la construction pour les riverains et la faune (notamment chauve-souris), les travaux de construction de nuit sont à éviter dans la mesure du possible.

M04 - Limitation de la dégradation du sol (par ex. suivi pédologique de chantier)

L'application stricte des réglementations actuelles devrait réduire la dégradation des sols pendant la phase de construction. Les contaminants doivent être évités en respectant les règles de sécurité conformément aux pratiques de construction en vigueur.

M05 - Végétalisation du projet au moyen d'espèces indigènes et adaptées au site

L'aménagement des espaces verts sert à remplir des fonctions climatiques et de qualité de l'air (par exemple, atténuation des îlots de chaleur / réduction du stress thermique), a des effets positifs sur le bilan hydrique (soulagement du réseau d'égouts grâce au retard de l'écoulement des précipitations) et contribue au bien-être humain (fonction récréative). En outre, elle peut également contribuer à long terme à la préservation de la biodiversité.

M06 – Mesure de réduction concernant la qualité de l'air en phase chantier

Si nécessaire, en période sèche, un arrosage des pistes de circulation pour limiter les émissions de particules fines est conseillé.

M07 – Délimitation de la zone de travaux

La mise en place d'une clôture de chantier ou au minima une quelconque délimitation du chantier permet d'éviter le risque d'accident avec les piétons. Dans le périmètre de la zone Natura 2000, un écran en bois (ou autre matériaux opaque) est recommandé.

9.2 Bilan écologique sommaire

Tracé initial

Sur la base de la cartographie réalisée en 2024, la valeur en écopoints des biotopes et habitats présents dans l'emprise du projet ont été définis, conformément au RGD modifié du 1er août 2018 instituant un système numérique d'évaluation et de compensation en éco-points.

Deux tableaux récapitulatifs (Tab. 63 - Tab. 64) sont donnés ci-dessous afin de visualiser les biotopes protégés par l'article 17 de la loi relative à la protection de la nature et des biotopes qui sont des habitats pour des espèces d'intérêt communautaire (HEIC).

En effet, de nombreuses surfaces sont utilisées régulièrement par des espèces de chiroptères ayant un statut de conservation défavorable. Lors de la présence d'une telle espèce, le biotope ou l'occupation du sol se voit pondéré selon l'article 3 du RGD modifié du 1er août 2018. De même qu'il est possible d'après l'article 2 de ce même RGD de pondérer la valeur écologique d'un biotope. Ici en l'occurrence, ils ont été généralement dépréciés en raison de la forte pollution sonore dans l'emprise du projet (présence de l'autoroute).

On peut constater que l'état initial du projet a une valeur de :

- **1 358 585 écopoints pour les biotopes protégés par l'art. 17 (dont habitat d'intérêt communautaire HIC)**
- **3 859 298 écopoints pour les habitats d'espèces d'intérêt communautaire (HEIC)**

➔ **Ce qui correspond à un total de 5 217 883 écopoints.**

Parmi ces écopoints, 2 444 195 écopoints sont des biotopes protégés par l'art. 13 (avec ou sans HEIC).

Cette somme correspond à l'ensemble des biotopes et habitats protégés situés au sein de l'emprise du tramway. Il n'est pas encore possible de définir à l'heure actuelle si certains de ces biotopes/habitats peuvent être épargnés.

Si l'ensemble de ces éléments doivent être détruits, la réalisation du projet entrainerait donc une perte d'une valeur écologique estimée à **5 217 883** écopoints, ce qui, selon le RGD du 1er août 2018 déterminant la valeur monétaire des éco-points (1 écopoint = 1 EUR), correspond à **5 217 883** euros. Un bilan écologique provisoire est disponible en annexe 20 du rapport EIE du tracé initial. Il s'agit donc un scénario worst-case qui pourra être affiné au stade APD.

Avec le projet de revégétaliser le projet à la suite des travaux, il est possible de générer des écopoints et ainsi compenser directement (en partie) la perte en écopoints prémentionnée.

Actuellement le projet de plantation n'est pas encore suffisamment détaillé pour pouvoir estimer la valeur en écopoints de la situation projetée et donc du potentiel de compensation du projet.

Les mesures CEF nécessaires permettront également de générer des écopoints et ainsi compenser une partie de la somme prémentionnée.

Tab. 58 : Bilan écologique provisoire de la valeur des biotopes en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2025).

Occupation de sol	Surface (m^2) / Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Pondération	Justification pondération	Valeur Ecopoints totale
3.2.1. BK11 - Marais à petites Laîches, parvocariçaies (sites pauvres en bases ou riches en bases)	159	61	1		9699
3.2.3. BK11 - Bas-marais et Marécage	951	45	0,9	Pollution sonore modérée	38515
3.2.3. BK11 - Bas-marais et Marécage	98	45	1		4410
3.5.1. 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) et pâturage fauché maigre (6510 catégorie A et B)	19024	33	0,75	Pollution sonore élevée	470843
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	626	16	1		10016
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	2954	16	0,75	Pollution sonore élevée	35448
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	6073	16	0,9	Pollution sonore modérée	87232
4.1.11. BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	11353	20	0,75	Pollution sonore élevée	170295
4.1.11. BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	1839	20	0,9	Pollution sonore modérée	33102
4.4.1. BK18 - Arbres isolés, groupes ou rangées d'arbres indigènes, adaptés au site ou arbre fruitier	2068	18	1		37224
5.6.1. BK13 - Peuplements de feuillus et forêts pionnières (essences indigènes, adaptées à la station)*	18153	33	0,75	Pollution sonore élevée	449285
5.8.1. Peuplements de feuillus à essences exotiques*	787	12	0,75	Pollution sonore élevée	7083
6.2.3. BK19 Chemin rural non stabilisé	315	23	0,75	Pollution sonore élevée	5433
Total surface	**64400**			**Total écopoints**	**1358585**

Tab. 59 : Bilan écologique provisoire de la valeur des habitats d'espèces protégées en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2025).

Occupation de sol	Surface (m^2) / Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Pondération	Justification pondération	Habitat d'espèces	Valeur unitaire liée à HEIC	Valeur Ecopoints totale
3.5.1. 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) et pâturage fauché maigre (6510 catégorie A et B)	15350	33	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	456662
3.5.3. Herbages extensifs - Prairies et pâturages avec herbes typiques des prairies	5520	16	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	93840
3.5.5. Herbage intensif	45530	9	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	534976
3.5.5. Herbage intensif	1514	9	0,9	Pollution sonore modérée	2.1. Noctule de Leisler	5	19833
3.7.1. Champs sans ou avec végétation fragmentée d'espèces végétales	5386	9	1		2.1. Noctule de Leisler	5	75404
3.7.3. Champs mis en jachère avec végétation d'espèces ségétales (pauvres/riches en bases)	1888	16	1		2.1. Noctule de Leisler	5	39648
3.8.1. Végétation rudérale annuelle	896	9	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	10527
3.8.8. Lisières et franges herbagères (sans bordures ligneuses, ainsi que prairies en jachère)	763	16	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	12971
3.8.8. Lisières et franges herbagères (sans bordures ligneuses, ainsi que prairies en jachère)	3834	16	0,9	Pollution sonore modérée	2.1. Noctule de Leisler	5	74379
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	153	16	1		2.1. Noctule de Leisler	5	3213
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	746	16	0,9	Pollution sonore modérée	2.1. Noctule de Leisler	5	14472
4.1.8. BK17 - Buissons et broussailles de sites rudéraux et / ou riches en azote	1679	16	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	28543
4.1.9. BK16 - Bosquets composés d'au moins 50% d'espèces indigènes *	9338	20	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	186760
4.1.11. BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	22922	20	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	458440

Occupation de sol	Surface (m^2) / Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Pondération	Justification pondération	Habitat d'espèces	Valeur unitaire liée à HEIC	Valeur Ecopoints totale
4.1.11. BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	1976	20	0,9	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	45448
5.4.1. 9130 - Hêtraies de l'Asperulo-Fagetum*	21394	43	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	796926
5.6.1. BK13 - Peuplements de feuillus et forêts pionnières (essences indigènes, adaptées à la station)*	28788	33	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	856442
5.6.1. BK13 - Peuplements de feuillus et forêts pionnières (essences indigènes, adaptées à la station)*	571	33	1		2.1. Noctule de Leisler	5	21698
5.8.2. Peuplements de conifères*	4417	12	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	61838
5.8.2. Peuplements de conifères*	4061	12	0,9	Pollution sonore modérée	2.1. Noctule de Leisler	5	64163
6.2.3. BK19 Chemin rural non stabilisé	140	23	0,75	Pollution sonore élevée	2.1. Noctule de Leisler	5	3115
Total surface	**176866**					**Total écopoints**	**3859298**

Tracé optimisé

Sur la base de la cartographie réalisée en 2024 et complétée en 2026, la valeur en écopoints des biotopes et habitats présents dans l'emprise du projet ont été définis, conformément au RGD modifié du 1er août 2018 instituant un système numérique d'évaluation et de compensation en éco-points.

Deux tableaux récapitulatifs (Tab. 63 - Tab. 64) sont donnés ci-dessous afin de visualiser les biotopes protégés par l'article 17 de la loi relative à la protection de la nature et des biotopes qui sont des habitats pour des espèces d'intérêt communautaire (HEIC).

En effet, de nombreuses surfaces sont utilisées régulièrement par des espèces de chiroptères ou d'oiseaux ayant un statut de conservation défavorable. Lors de la présence d'une telle espèce, le biotope ou l'occupation du sol se voit pondéré selon l'article 3 du RGD modifié du 1er août 2018.

On peut constater que l'état initial du projet a une valeur de :

- **1 840 215 écopoints pour les biotopes protégés par l'art. 17 (dont habitat d'intérêt communautaire HIC)**
- **5 200 724 écopoints pour les habitats d'espèces d'intérêt communautaire (HEIC)**
- ➔ **Ce qui correspond à un total de 7 040 939 écopoints.**

Parmi ces écopoints, 2 212 495 écopoints sont des biotopes protégés par l'art. 13 (avec ou sans HEIC).

Cette somme correspond à l'ensemble des biotopes et habitats protégés situés au sein de l'emprise du tramway, qui seront tous détruits.

Ainsi la réalisation du projet entrainerait donc une perte d'une valeur écologique estimée à **7 040 939** écopoints, ce qui, selon le RGD du 1er août 2018 déterminant la valeur monétaire des éco-points (1 écopoint = 1 EUR), correspond à **7 040 939** euros. Un bilan écologique provisoire est disponible en annexe 22.

Notons que les zones d'installation de chantier ont également été incluses dans le bilan écologique. Conformément à ce qui a déjà été fait dans d'autres projets, les terrains étant remis en état à la suite des travaux et n'étant pas totalement détruits, un second bilan écologique de type « mesure compensatoire » est réalisé, pour « recréer » les biotopes mais avec leur valeur à leur état planifié, ainsi une qualité légèrement inférieure à leur état de base. Ainsi, **306 216 écopoints** sont à nouveau générés (voir bilan écologique en annexe 23).

Avec le projet de revégétaliser le projet à la suite des travaux, il est possible de générer des écopoints et ainsi compenser directement (en partie) la perte en écopoints prémentionnée.

Un concept paysager a été proposé (plan de plantation dans le volume J-4 de l'APS ligne) et sur cette base le bilan écologique de la situation projeté en tant que bilan écologique « mesure compensatoire » a été réalisé et se trouve en annexe.

Au total, **3 540 459 écopoints** sont générés, répartis entre des biotopes protégés par l'article 17 (2 129 067 écopoints) et des occupations du sol générant des points (1 411 392 écopoints) (cf. bilan écologique en annexe 24). Une synthèse des biotopes prévus est disponible au Tab. 65.

Le bilan comparatif entre la situation initiale et la situation projetée met en évidence un déficit résiduel de 3 194 264 écopoints, correspondant à une compensation financière de 3 194 264 € :

−7 040 939 + (306 216+3 540 459) =−3 194 264 écopoints

Toutefois, **les mesures CEF** prévues permettront également de générer des écopoints et de réduire ce déficit. Les bilans écologiques définitifs pourront être établis une fois les parcelles d'implantation retenues. Sur la base du concept présenté au chapitre 7.3.2, les gains potentiels peuvent être estimés comme suit (tableau ci-dessous) :

Tab. 60 : Nombre d'écopoints générés par les mesures CEF prévues (estimation)

Mesure	Surface (m^2)	Biotope	Valeur unitaire (écopoints/m^2)	Écopoints générés
Haies et arbustes pour le muscardin	21 000	BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur talus	18	378 000
Haies et arbustes pour les oiseaux	23 000	BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur talus	18	414 000
Ourlets herbacés pour les oiseaux	28 750	Lisières et franges herbagères (sans bordures ligneuses) et prairies en jachère	14	402 500
Total				**1 194 500**

Pour finir, les **mesures compensatoires Natura 2000** permettent également de générer 834 252 écopoints en recréant des forêts 9130 et BK13 comme le montre le tableau ci-dessous.

Tab. 61 : Aperçu des caractéristiques des biotopes à recréer dans le cadre de l'évaluation Natura 2000– État projeté – Valeur en écopoints

Biotope à recréer	Surface min. nécessaire [m^2]	Valeur unitaire en écopoints	Écopoints générés
BK13	17 862	27 écopoints/m^2	482 268
9130	13 036	27 écopoints/m^2	351 984
Total	**30 898**	**/**	**834 252**

Ainsi, après prise en compte des écopoints générés par les mesures compensatoires et les mesures CEF, le déficit résiduel est estimé à 1 165 512 écopoints, correspondant à un montant de compensation financière de 1 165 512 €.

Tab. 62 : Synthèse des bilans écologiques provisoires du projet

Élément	Écopoints
Destruction	-7 040 939
« gain » généré par la remise en état des zones d'installation de chantier	+306 216
Gain généré par la compensation *insitu*	+3 540 459
Gain généré par les mesures CEF	+1 194 500
Gain généré par les mesures compensatoires Natura 2000	+834 252
Déficit résiduel à compenser monétairement	**-1 165 512**

En plus des trois bilans écologiques en annexe 22, 23, 24, des plans de la situation initiale et de la situation projetée sont également disponibles en annexe 15 et 25, pour plus de lisibilité.

Tab. 63 : Bilan écologique provisoire de la valeur des biotopes en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2026).

Occupation de sol	Surface (m^2) Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Valeur Ecopoints totale
3.2.3. - BK11 - Bas-marais et Marecage	1 380	45	62 100
3.5.1. - 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) et paturage fauche maigre (6510 categorie A et B)	22 027	33	726 891
3.5.12. - BK10 - Prairies humides du Calthion et divers types de prairies humides extensives en friche	3 110	27	83 970
4.1.8. - BK17 - Buissons et broussailles de sites ruderaux et / ou riches en azote	10 177	16	162 832
4.1.9. - BK16 - Bosquets composes d'au moins 50% d'especes indigenes*	991	20	19 820
4.1.11. - BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	10 108	20	202 160
4.4.1. - BK18 - BK18 - Arbres isoles, groupes ou rangees d'arbres indigenes, adaptes au site ou arbre fruitier	1 924	18	34 632
5.6.1. - BK13 - Peuplements de feuillus et forets pionnieres (essences indigenes, adaptees a la station)*	15 980	33	527 340
6.2.3. - BK19 Chemin rural non stabilise	890	23	20 470
Total	**66 587**		**1 840 215**

Tab. 64 : Bilan écologique provisoire de la valeur des habitats d'espèces protégées (HEIC) en l'état actuel au niveau du projet. Les biotopes munis d'un astérisque sont également protégés par l'article 13 de la loi PN (LSC360 2026).

Occupation de sol	Surface (m²) Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Habitat d'espèce	Valeur unitaire liée à HEIC	Valeur totale liée à HEIC	Valeur Ecopoints totale
3.2.1. - BK11 - Marais a petites Laiches, parvocaricaies (sites pauvres en bases ou riches en bases)	641	61	Noctule de Leisler	5	3 205	42 306
3.2.3. - BK11 - Bas-marais et Marecage	826	45	Fauvette grisette	5	4 130	41 300
3.5.1. - 6510 - Prairies maigres de fauche de basse altitude (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) et paturage fauche maigre (6510 categorie A et B)	17 067	33	Noctule de Leisler	5	85 335	648 546
3.5.3. - Herbages extensifs - Prairies et paturages avec herbes typiques des prairies	15 732	16	Noctule de Leisler	5	78 660	330 372
3.5.5. - Herbage intensif	61 595	9	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	307 975	862 330
3.7.1. - Champs sans ou avec vegetation fragmentee d'especes vegetales	5 386	9	Noctule de Leisler	5	26 930	75 404
3.7.1. - Champs sans ou avec vegetation fragmentee d'especes vegetales	1 401	9	Alouette des champs	10	14 010	26 619
3.8.2. - Vegetation ruderale perseverante (sites chauds et secs ou frais a humides ou riches en herbes)	3 385	16	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	16 925	71 085
3.8.8. - Lisieres et franges herbageres (sans bordures ligneuses, ainsi que prairies en jachere)	5 328	16	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	26 640	111 888
4.1.8. - BK17 - Buissons et broussailles de sites ruderaux et / ou riches en azote	7 464	16	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	37 320	156 744
4.1.9. - BK16 - Bosquets composes d'au moins 50% d'especes indigenes*	4 730	20	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	23 650	118 250
4.1.11. - BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	46 595	20	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	232 975	1 164 875
5.4.1. - 9130 - Hetraies de l'Asperulo-Fagetum*	7 333	43	Noctule de Leisler	5	36 665	351 984
5.6.1. - BK13 - Peuplements de feuillus et forets pionnieres (essences indigenes, adaptees a la station)*	29 083	33	Noctule de Leisler / Fauvette grisette	5	145 415	1 105 154
5.8.1. - Peuplements de feuillus a essences exotiques*	787	12	Fauvette grisette	5	3 935	13 379
5.8.2. - Peuplements de coniferes*	4 504	12	Noctule de Leisler	5	22 520	76 568
6.2.3. - BK19 Chemin rural non stabilise	140	23	Noctule de Leisler	5	700	3 920
Total	**211 997**					**5 200 724**

Tab. 65 : Bilan écologique provisoire basé sur le plan de plantation du projet (volume J-4 de l'APS ligne) (LSC360 2026).

Occupation de sol	Surface (m^2) Circonférence (cm)	Valeur Ecopoints unitaire	Valeur Ecopoints totale
3.5.8. - Pelouse fleurie, gazon sur du gravier avec des especes qui conferent une valeur ecologique	116 971	10	1 169 710
3.8.8. - Lisieres et franges herbageres (sans bordures ligneuses, ainsi que prairies en jachere)	17 263	14	241 682
4.1.8. - BK17 - Buissons et broussailles de sites ruderaux et / ou riches en azote	22 698	14	317 772
4.1.11. - BK17 - Haies des bords de champ de plain-pied ou sur des talus	23 941	18	430 938
4.4.1. - BK18 - BK18 - Arbres isoles, groupes ou rangees d'arbres indigenes, adaptes au site ou arbre fruitier	31 920	15	478 800
4.5.1. - BK15 - Manteau forestier(emplacements humides ousecs et chauds)	8 955	24	214 920
5.6.1. - BK13 - Peuplements de feuillus et forets pionnieres (essences indigenes, adaptees a la station)	25 431	27	686 637
Total	**247 179**		**3 540 459**

10 DIFFICULTES RENCONTRES LORS DE LA REDACTION DE L‘EIE

Conformément au point 8 de l'annexe IV de la directive européenne 2011/92/UE ou au point 6 de l'annexe III de la loi EIE, la référence aux éventuels problèmes liés à la création d'une évaluation des incidences environnementales est obligatoire. Il s'agit de signaler les éventuelles lacunes dans les données ou l'absence de documentation jugées importantes en particulier pour la rédaction de l'EIE ou pour l'évaluation des résultats obtenus.

Bien qu'en principe aucun problème sérieux ne soit apparu dans le cadre de la préparation de ce rapport sur l'évaluation des incidences environnementales, il convient néanmoins de noter les aspects suivants.

Difficulté à évaluer les effets cumulés avec d'autres projets

L'un des défis de l'EIE réside dans l'identification et l'analyse des effets cumulés avec d'autres projets en cours de développement. Dans le cas présent, plusieurs initiatives parallèles, telles que l'élargissement de l'autoroute A4 ou la construction de nouveaux ensembles résidentiels et mixtes, pourraient avoir des impacts environnementaux qui se superposent à ceux du projet de tram rapide 1. L'interaction entre ces projets peut amplifier certains effets négatifs, notamment en matière de circulation, d'émissions de gaz à effet de serre et de nuisances sonores, rendant leur quantification complexe. De plus, l'absence de données consolidées sur ces projets voisins complique l'évaluation d'un impact global et cohérent.

Difficulté à prévoir les effets indirects à long terme

L'évaluation des impacts à long terme représente une difficulté supplémentaire dans l'élaboration du rapport EIE. Certains effets indirects, comme l'augmentation progressive du trafic et de la pollution, sont difficiles à anticiper avec précision. Les effets sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre évoluent au fil du temps en fonction des comportements des usagers et des évolutions économiques. L'absence de données fiables sur ces tendances à long terme complique l'intégration de ces paramètres dans l'EIE.

Evolution du tracé suite à l'introduction du rapport EIE

La principale difficulté rencontrée dans le cadre de la présente étude concerne l'intégration des évolutions successives du projet au sein d'un même document. Afin de retracer l'évolution du projet et de conserver la cohérence du processus d'évaluation, les éléments relatifs au tracé initial ont été maintenus tout en intégrant les analyses associées au tracé optimisé.

Au cours de la rédaction, il est toutefois apparu que cette approche compliquait quelque peu la structuration du rapport et pouvait affecter sa fluidité de lecture. La présence d'informations relatives à différentes étapes de conception du projet a nécessité certains renvois entre chapitres ainsi que le maintien de développements qui ne concernent plus directement le tracé optimisé.

Avec le recul, une restructuration complète de l'étude d'impact sur la base du seul tracé optimisé aurait probablement permis de gagner en lisibilité et en concision. Le présent rapport s'attache néanmoins à concilier cet objectif de clarté avec la nécessité de conserver une vision transparente de l'évolution du projet et des analyses ayant conduit à la variante finalement retenue.

11 RESUME NON TECHNIQUE

Tracé initial

La société LUXTRAM, est chargée de la conception, de la réalisation et de l'exploitation du tramway pour le ministère de la Mobilité et des Travaux publics. LUXTRAM S.A. prévoit ainsi la construction d'une ligne de tramway rapide de 10,1 km de long, entre le Sud de Luxembourg-Ville et la localité de Foetz. Cette ligne, appelée tronçon tram rapide 1, représente la première des deux phases de développement du tramway entre les villes de Luxembourg et d'Esch-sur-Alzette (terminus à Belvaux).

Le tronçon tram rapide1 se débranchera de la ligne urbaine existante à proximité de l'arrêt Stadion à la Cloche d'Or et desservira successivement Leudelange, Pontpierre et Foetz où un terminus provisoire sera aménagé.

Le projet répond aux critères du RGD du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement, annexe II (*Liste des projets soumis à une évaluation des incidences pour lesquels les seuils et critères fixés sont atteints*), point 7 (*les projets de ligne de* tram*way, de plus d'un kilomètre à l'intérieur d'un tissu urbanisé composé principalement de zones d'habitation et de zones mixtes et de 2,5 km en dehors*).

L'objectif de ce rapport EIE est donc de décrire et d'évaluer les effets possibles du projet, que ce soit liés à sa phase de construction, d'exploitation ou à ses installations permanentes (mobilier, LAC etc.), sur différents facteurs. Ceux-ci sont : la population et la santé humaine, la biodiversité, le sol, l'eau, l'air et le climat, le paysage et le patrimoine culturel et biens matériels.

Dans les chapitres techniques du présent rapport EIE, le projet est présenté en détails (chapitre 3.4) et la variante zéro ainsi que des solutions alternatives sont analysées (chapitre 4 et chapitre 5).

Afin d'évaluer les incidences directes et indirectes du projet de construction projeté sur les facteurs susmentionnés, les sous-chapitres correspondants du chapitre 7 décrivent l'état actuel de chaque bien à protéger et examinent, sous forme d'un examen au cas par cas, si les caractéristiques du projet ont des effets sur l'environnement. Une distinction est faite entre les effets causés par la construction, les effets causés par l'exploitation ainsi que par les installations permanentes.

Pour la description et l'évaluation de ces facteurs, les exigences et recommandations formulées dans l'avis des autorités compétentes dans le cadre du scoping ont été prises en compte. L'expertise technique de bureaux d'experts accrédités a également été nécessaire dans certains cas pour des études détaillées et ont été prises en compte dans l'évaluation. Dans le cas des impacts qui ont été évalués comme significatifs, des mesures d'évitement, réduction ou de compensation ont été proposées.

Les principales conclusions de l'évaluation des impacts possibles sur les facteurs protégés sont présentées ci-dessous :

En ce qui concerne la **population et la santé humaine**, l'analyse se concentre sur le bien-être et la santé des personnes. L'aire d'étude comporte des secteurs urbains où se concentrent les incidences, qu'elles soient de nature économique, acoustique, vibratoire ou en lien avec les transports ou les émissions atmosphériques.

La localisation du projet, à proximité d'un axe routier majeur, l'autoroute A4, et parallèle à celui-ci est un aspect primordial dont il faut tenir compte dans l'évaluation des incidences. En effet, il faut partir du principe que la pollution de base ou la pollution préexistante est élevée pour les aspects de protection étudiés.

Les effets de l'arrivée du tramway dans les localités de Leudelange, Pontierre et Foetz peuvent être qualifiés de bénéfiques pour ce qui est des aspects liés au logement et au commerce ainsi que sur le trafic routier et tous les aspects qui y sont liés (offre de mobilité, gain de temps, bruit, pollution de l'air).

Ceci est valable pour la phase d'exploitation qui verra les bénéfices être bien supérieurs aux désagréments. Ceux-ci seront, de plus, atténués voire même supprimés par l'application de mesures spécifiques (qualité du matériel, respect des prescriptions d'entretien, technique de pose de voie antivibratoire de -8 dB sur certains tronçons problématiques...).

Il faut toutefois garder à l'esprit que le projet sera plus impactant en phase chantier avec des incidences marquées du point de vue de l'exposition au bruit, aux vibrations et aux poussières. Cela est dû à la proximité entre les zones de chantier et les zones d'habitation. Des mesures adaptées d'atténuation de l'impact (adaptation du matériel de travail dans la roche, barrière anti-bruit, organisation et gestion du chantier...) sont décrites dans les sous-chapitres correspondants.

D'autres aspects comme la présence d'installations classées, les champs électromagnétiques, les risques liés à la présence de munitions non explosées, la production de déchets et la fonction de détente ont également été examinés sans qu'une incidence significative sur le bien protégé ait pu être mise en évidence.

En ce qui concerne la **biodiversité**, l'étude s'est concentrée sur les effets possibles du projet sur la zone de protection spéciale « Région du Lias moyen » (LU0002017), sur les biotopes et habitats d'intérêt communautaire et habitats d'espèces protégés au titre de l'art. 13/17 de la loi PN et sur les espèces protégées particulièrement. L'impact du projet sur la connectivité écologique a également été analysé.

Le tracé du tram rapide 1 traverse partiellement la ZPS « Région du Lias moyen » en suivant l'infrastructure existante de l'autoroute A4 pour limiter la fragmentation de l'habitat. Les nuisances sonores supplémentaires seront inférieures au bruit routier actuel, et les surfaces impactées ne sont pas utilisées par les espèces cibles de la ZPS. Pour réduire l'impact sur les habitats forestiers touchés, des mesures d'atténuation ou compensatoires sont prévues, notamment des passages pour la faune, des crapauducs, un éclairage respectueux de l'environnement, des plantations en bordure d'emprise et des reboisements (au titre de l'art. 13 de la loi PN) pouvant être intégrés à la ZPS. Grâce à ces aménagements, le projet ne devrait pas porter atteinte aux objectifs de conservation de la zone protégée.

La valeur écologique en écopoints déterminée au sein de l'emprise du projet, en considérant les biotopes, les habitats d'intérêt communautaire (HIC) et habitats d'espèces d'intérêt communautaire (HEIC) représente 5 217 883 écopoints. Le projet prévoit également une revégétalisation importante, bien que le nombre d'écopoints générés par ces plantations reste à préciser (possible au stade APD). Une compensation in situ et dans le pool compensatoire évitera un impact négatif durable sur cet aspect de la biodiversité.

Plusieurs sites de reproduction d'oiseaux, du muscardin, de l'écaille chinée et d'orchidées protégées seront détruits par le projet, mais des mesures d'atténuation (CEF) seront mises en place pour compenser ces pertes. Ces mesures ont été décrites au chap. 7.3.2. Bien que leur localisation ne soit pas encore définie, ces mesures permettront d'éviter un impact négatif significatif.

Le projet traverse un corridor écologique dans la forêt de Leudelange, nécessitant des aménagements pour maintenir la connectivité écologique, notamment pour les amphibiens et les mammifères. La création de passages souterrains, de clôtures de guidage et d'un pont écologique, ainsi que la suppression du CR169, permettront de reconnecter la forêt fragmentée par l'autoroute. L'éclairage a également été analysé et considéré comme respectueux de l'environnement.

Enfin, le risque de collision de la faune (LAC, tramway, vitres des stations/garde-corps est considéré comme faible. Les aménagements précités limitent grandement le risque de collision, de plus, le projet est situé en délai sur une grande partie de la forêt de Leudelange, facilitant le survol de l'infrastructure. Les plantations permettront également un « hop over » de la faune. Il convient néanmoins d'utiliser des vitres translucides ou à faible réflexion pour éviter l'effet miroir.

L'évaluation des impacts du projet sur le **sol** a porté non seulement sur la structure des types de sol en eux-mêmes, mais aussi sur les éventuelles interventions liées aux projets en matière de physique et de chimie des sols.

Les travaux d'excavation du projet Luxtram portent sur des volumes conséquents s'expliquant par le linéaire du projet et la nécessité d'atténuer les dénivelés. Toutefois, un fort pourcentage de ces volumes sera réutilisé dans le cadre de l'aménagement.

La majeure partie des sols concernés ne peut plus être considérée comme naturelle car la proximité de l'autoroute suggère un remblaiement et/ou nappage des surfaces proches et l'activité agricole a également altéré la structure des sols. Ces derniers sont en revanche peu imperméabilisés au sein du périmètre défini.

L'analyse de l'usage passé des sols n'a pas abouti à un risque important de mise au jour d'une pollution des terres, en dehors de celles éventuellement présentes et circonscrites au droit des quelques établissements listés au chap. 7.4. La phase de dépollution, avec évacuation voire mise en décharge, sera menée avec toutes les précautions d'usage.

Enfin, de manière générale, ni le chantier d'aménagement ni l'exploitation de la ligne tram rapide 1 ne devraient générer d'impact significatif sur le bien protégé « sol », à condition de respecter les mesures de prévention lors des travaux et d'entretien lors de l'exploitation.

En ce qui concerne **l'eau**, les incidences potentielles du projet sur la structure et/ou les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surfaces, des eaux souterraines et de l'eau potable ont été étudiées.

Le projet impacte plusieurs cours d'eau et se situe, avec une installation de chantier et le tronçon de liaison vers le futur CRM dans une zone de protection des eaux potables.

Si les précautions d'usage sont respectées (application et respect des règles de circulation, de stockage des produits dangereux et des véhicules et des interdictions), la phase chantier ne devrait pas présenter d'incidence sur le bien protégé « eau ». De plus, les aménagements tels que les ouvrages d'art ont été dimensionnés de telle sorte qu'ils impactent très peu les cours d'eau. Certains linéaires de ces derniers seront également réaménagés par l'application des mesures prévues au Plan de Gestion des Eaux.

En phase d'exploitation, les incidences quantitative et qualitative des eaux générées par le projet seront limitées grâce au choix d'un aménagement semi-perméable, d'une majorité de revêtements végétalisés et de l'infiltration de la majeure partie des eaux de ruissellement.

La végétalisation du projet n'augmentera pas les besoins en eau potable qui resteront infimes grâce à l'emploi d'espèces végétales ne nécessitant pas d'arrosage et aux faibles consommations attendues pour le nettoyage des stations et les locaux provisoires du personnel.

L'évaluation de **l'air et du climat** se concentre en particulier sur les possibles impacts du projet sur les conditions climatiques locales et propres au site, sur l'empreinte carbone et la vulnérabilité au changement climatique.

Le chantier du projet nécessite des défrichements d'espaces boisés et de prairies, ce qui impacte le climat local (CO_2, évapotranspiration) et la circulation de l'air, mais une revégétalisation de grande envergure est prévue pour compenser ces pertes. En phase d'exploitation, le tram rapide minimise les îlots de chaleur grâce au choix des revêtements semi-perméables et végétalisés. L'impact carbone est négligeable, car aucune émission directe de CO_2 n'est attendue et l'électricité utilisée est 100 % renouvelable. Le projet contribue également à réduire les émissions de GES en encourageant l'usage des transports en commun et n'est pas particulièrement vulnérable aux aléas climatiques. L'impact du projet sur l'air et le climat est donc considéré comme positif.

Concernant le **paysage**, ce sont les effets sur l'intégration dans le paysage de la future ligne qui doivent être évalués.

En phase chantier, le projet impacte le paysage par des travaux de terrassement et des défrichements, notamment dans la forêt de Leudelange, tout en conservant l'entité paysagère du massif forestier puisque l'impact se situe en périphérie. L'impact visuel est atténué par la proximité de l'autoroute, et des mesures d'intégration paysagère sont prévues, telles que des plantations indigènes, une gestion des eaux à ciel ouvert et des revêtements végétalisés. Des clôtures de chantier sont recommandées pour limiter la gêne visuelle, notamment près des zones urbanisées. L'éclairage sera optimisé pour réduire la pollution lumineuse, avec par exemple une adaptation de l'intensité en fonction de l'ensoleillement, des détecteurs de mouvement et une température de couleur adaptée. L'impact du projet sur le paysage est donc considéré comme non significatif.

En ce qui concerne le **patrimoine culturel et les biens matériels**, les impacts possibles sur les monuments, les sites archéologiques et les installations d'importance historique et culturelle situés dans le secteur d'étude doivent être évalués. En ce qui concerne l'archéologie, le Ministère de la Culture recommande la réalisation de sondages d'archéologie préventive étant donné que d'après les cartes de l'INRA, les terrains concernés par le projet présentent une sensibilité archéologique. LUXTRAM s'engage à faire réaliser des sondages archéologiques ce qui permettra de détecter et d'identifier des éléments archéologiques et assurer leur conservation si nécessaire.Les résultats de ces sondages devront être communiqués lors de la transmission de l'APD, pour que le ministre de l'Environnement puisse formuler les mesures compensatoires nécessaires. Ce procédé permet donc d'éviter un impact négatif sur le patrimoine archéologique.En ce qui concerne les monuments protégés, aucun ne se trouve au sein du tracé. Par conséquent, aucun impact négatif sur le patrimoine culturel et les biens matériels n'est attendu.

Les **interactions et les effets cumulés** possibles (chapitre 8) doivent être examinés obligatoirement dans le cadre de l'évaluation des incidences environnementales. Pour les interactions, il peut s'agir d'interaction entre les biens protégés qui sont étroitement liés en termes de fonctions (par exemple, le sol et les eaux souterraines, qualité de l'air et la population). Les effets cumulés entre le projet de tram rapide et les projets connexes (centre de remisage, corridor multimodal, zones d'activités et commerciales) sont globalement limités. En phase chantier, les impacts sont principalement liés aux nuisances temporaires (trafic, bruit, vibrations, pollution), mais considérés comme non significatif. En phase d'exploitation, les effets sont plutôt positifs, notamment grâce à l'amélioration de la mobilité multimodale et à la réduction du trafic routier. Les mesures d'atténuation prévues propres au projet permettront de limiter les incidences cumulées sur l'environnement.

Dans un rapport EIE, des impacts liés à **des évènements indésirables** (chap. 7.9.5) doivent également être décrits et évalués. Les risques liés à des événements indésirables dans le cadre du projet de tram rapide concernent principalement les déversements accidentels de liquides dangereux (chantier) et les incidents d'exploitation (pannes, collisions, déraillements). Bien que les accidents graves puissent présenter un risque pour la santé et la sécurité en raison de la vitesse et de la capacité du tramway, les mesures de sécurité prévues réduisent considérablement ce risque. Globalement, le tramway reste un moyen de transport sûr, avec des incidences significatives exclues si les mesures de prévention sont appliquées.

Lors de la planification et de la mise en œuvre de projets concernés par une EIE, la priorité est d'éviter de nuire à l'environnement. Si cela n'est pas possible, une planification détaillée et adaptée s'avère nécessaire afin de réduire les incidences. Celle-ci peut être optimisée par la mise en place de **mesures de réduction** proposées au chapitre 9, bien que des mesures spécifiques figurent dans les chapitres correspondant du chapitre 7. Lorsque la mise en place de mesures de réduction n'est pas possible ou pas suffisante, des mesures compensatoires sont nécessaires conformément aux dispositions légales applicables.

Les difficultés rencontrées dans la préparation de l'EIE (chapitre 10) qui doivent être décrites dans le contexte de l'évaluation des incidences environnementales, concernent principalement l'estimation des effets cumulés avec d'autres projets en développement ainsi que la prévision des impacts indirects à long terme, en raison d'un manque de données consolidées et de l'évolution incertaine des comportements des usagers. Malgré ces contraintes, aucun problème majeur n'a été identifié lors de l'élaboration du rapport.

En résumé, nous pouvons donc affirmer que la réalisation et l'exploitation du projet de tram rapide 1, prévu par la société LUXTRAM, aura que peu d'incidences sur les biens protégés à considérer dans le cadre de l'EIE ; ceux-ci pourront dans tous les cas être atténués par des mesures appropriées et maintenus en dessous du seuil de significativité.

Tracé optimisé

À la suite de l'élaboration du projet initial, plusieurs adaptations ont été apportées afin d'améliorer son intégration technique et environnementale. Cette variante dite « tracé optimisé » prévoit notamment la modification de plusieurs franchissements de l'autoroute A4, la création de nouveaux viaducs et tunnels au niveau de Leudelange, Pontpierre et Foetz, ainsi qu'une réduction significative des emprises dans certains secteurs sensibles, notamment au niveau de la forêt de Leudelange et de la zone Natura 2000. Le rapport EIE de la variante initiale a donc été modifié de façon à évaluer les nouveaux éléments du tracé optimisé. Le tracé optimisé constitue désormais la solution retenue par le maitre d'ouvrage. **Les informations propres au tracé optimisé sont identifiées en bleu dans l'ensemble du document. En l'absence de distinction entre les sections « Tracé initial » et « Tracé optimisé » au sein d'un chapitre, les informations présentées sont considérées comme valables pour les deux variantes du projet.**

Concernant la **population et santé humaine**, le tracé optimisé permet de conserver l'ensemble des bénéfices du projet tout en réduisant, voire en supprimant, certains de ses effets défavorables. L'objectif principal, consistant à assurer une liaison rapide et respectueuse de l'environnement entre Luxembourg-Ville et Esch-sur-Alzette, demeure pleinement atteint malgré les adaptations apportées au projet. Ces modifications contribuent même à améliorer son exploitation et son accessibilité pour tous les usagers grâce au rapprochement des stations par rapport aux principaux pôles d'intérêt, qu'il s'agisse des zones urbanisées ou des centres commerciaux.

Les principales améliorations de ce tracé concernent la qualité de vie des riverains. Les nuisances sonores et vibratoires associées au corridor multimodal sont en effet sensiblement réduites. Les niveaux de bruit prévus, tant en phase de chantier qu'en phase d'exploitation, sont globalement inférieurs à ceux du tracé initial. De même, les vibrations générées par les infrastructures présentent des incidences plus faibles, à tel point que certaines mesures d'atténuation initialement envisagées, telles que les semelles d'absorption vibratoire, ne sont plus nécessaires.

Les autres composantes du projet demeurent quant à elles inchangées et ne sont pas affectées par les adaptations retenues dans cette variante.

Concernant la **biodiversité**, le tracé optimisé permet une réduction importante des surfaces forestières impactées dans le secteur de la zone Natura 2000 « Région du Lias moyen ». Malgré ces améliorations, le projet nécessite la réalisation de mesures compensatoires Natura 2000 pour le Pic mar et l'habitat 9130. Des incidences concernent également plusieurs espèces d'oiseaux, certains chiroptères, le muscardin, l'écaille chinée ainsi que plusieurs stations d'orchidées protégées. Afin d'éviter, réduire ou compenser ces effets, de nombreuses mesures sont prévues.

Les incidences du projet sur le bien protégé **« Sol »** évoluent avec le tracé optimisé. Les volumes de matériaux à excaver et à remblayer sont revus à la hausse, principalement en raison de l'intégration de nouveaux ouvrages au projet. Cette variante présente toutefois plusieurs améliorations notables. La préservation des terrains disposant de la meilleure aptitude agricole est renforcée et le taux global d'imperméabilisation des sols est légèrement réduit. Par ailleurs, la modification du tracé simplifie la gestion de la problématique des sites potentiellement contaminés en limitant les interactions avec ces zones sensibles. Dans l'ensemble, malgré une augmentation des mouvements de terres, le tracé optimisé apporte plusieurs bénéfices en matière de préservation des sols et de maîtrise des contraintes environnementales associées.

En ce qui concerne le bien protégé **« Eau »,** le principal avantage du tracé optimisé réside dans la suppression de plusieurs franchissements de cours d'eau, rendue possible par la modification du tracé et par l'utilisation de sections déjà couvertes. Cette évolution permet de réduire les interactions directes avec le réseau hydrographique. En revanche, les incidences liées à la gestion des eaux pluviales, pour lesquelles des précisions

restent attendues, ainsi qu'au risque d'inondation, n'évoluent pas de manière significative par rapport au tracé initial.

Concernant les eaux souterraines, le tracé optimisé présente toutefois une incidence plus marquée en raison de la réalisation d'un tunnel au Nord-Est de Pontpierre. Les profondeurs atteintes par cet ouvrage entraînent une interaction avec une nappe phréatique, impliquant la mise en œuvre d'un rabattement temporaire de celle-ci durant la phase de chantier. En phase d'exploitation, l'ouvrage devra par ailleurs être conçu avec un niveau d'étanchéité adapté afin de prévenir toute infiltration et de préserver le fonctionnement des eaux souterraines.

Hormis cet aspect spécifique, les incidences du projet sur le bien protégé « Eau » demeurent globalement inchangées. Le tracé optimisé n'entraîne pas d'évolution notable en ce qui concerne les effets sur la disponibilité quantitative de la ressource ni sur la qualité des rejets susceptibles d'affecter le milieu aquatique.

Concernant **l'air et le climat**, les modifications apportées au tracé n'entraînent pas de changement fondamental des conclusions de l'évaluation relative à l'air et au climat. L'utilisation d'ouvrages sur piliers, en particulier au niveau des viaducs de Leudelange et de Pontpierre, permet toutefois de limiter l'artificialisation des sols par rapport à certaines solutions précédemment envisagées et de préserver davantage les couloirs locaux de circulation de l'air. La réduction des surfaces forestières défrichées contribue également à limiter les effets potentiels du projet sur le microclimat local. Comme pour le tracé initial, le tram rapide constitue un projet favorable à la transition vers une mobilité plus durable en offrant une alternative performante à l'automobile individuelle. À long terme, le report modal attendu vers les transports publics devrait contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements. Les conclusions de l'évaluation demeurent donc globalement inchangées et les incidences résiduelles sur l'air et le climat restent faibles.

Pour le **paysage**, les principales évolutions du tracé optimisé concernent l'implantation de nouveaux ouvrages d'art de grande ampleur à Leudelange, Pontpierre et Foetz. Ces ouvrages modifient localement la perception visuelle du projet en introduisant plusieurs viaducs et franchissements autoroutiers supplémentaires. En contrepartie, ils permettent de réduire certains terrassements, de limiter les emprises au sol dans les secteurs ouverts et de mieux s'adapter aux contraintes topographiques et environnementales. L'intégration paysagère du projet a également été renforcée par l'actualisation du concept d'aménagement des espaces extérieurs, incluant la reconstitution des écrans végétaux supprimés, la végétalisation des talus, la plantation d'arbres et d'arbustes ainsi que l'utilisation de revêtements végétalisés sur une partie importante du tracé. La conception architecturale des ouvrages et le développement des plantations prévus permettront une meilleure intégration du projet dans son environnement à moyen et long terme. Les incidences paysagères restent principalement limitées aux secteurs où les ouvrages d'art constituent de nouveaux éléments dominants du paysage.

Concernant le **patrimoine culturel**, les modifications du tracé n'entraînent pas de changement notable concernant le patrimoine culturel. Aucun monument historique ne se situe dans l'emprise directe du projet et cette situation demeure inchangée par rapport au tracé initial. Comme précédemment, certaines parties du projet concernent des zones d'observation archéologique. Les investigations archéologiques prescrites par les autorités compétentes devront être réalisées avant le début des travaux afin de vérifier l'absence de vestiges ou de permettre leur étude le cas échéant. Les conclusions de l'évaluation restent donc inchangées : sous réserve de la réalisation des investigations archéologiques requises, aucune incidence significative sur le patrimoine culturel n'est attendue.

Les effets cumulés restent inchangés par rapport au tracé initial.

En résumé, nous pouvons donc affirmer que la réalisation et l'exploitation du projet de tram rapide 1, tracé optimisé prévu par la société LUXTRAM, aura que peu d'incidences sur les biens protégés à considérer dans le cadre de l'EIE ; ceux-ci pourront dans tous les cas être atténués par des mesures appropriées et maintenus en dessous du seuil de significativité.



4, rue Albert Simon
L-5315 Contern
T (+352) 26 390-1
LSC360.lu