

Maître d'ouvrage

Etat de Genève - DSM

Office cantonal du génie civil
Chemin des Olliquettes 4
Case postale 149 - 1213 Petit-Lancy 1
Tél. 022 546 63 25
contact : M. Damien Duclos
damien.duclos@etat.ge.ch



REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département de la Santé et des Mobilités
Office cantonal du génie civil

BOULEVARD DES ABAROIS



Groupement BERNORD

Ingénieur civil

T INGÉNIERIE (GENÈVE) SA
Quai du Seujet 18 1201
Genève
tél. 022 716 08 00
contact : M. Vincent Bujard
vb@t-groupe.ch

Urbaniste Paysagiste

MSV ARCHITECTES URBANISTES SARL
Rue Eugène-Marziano 37
1227 Les Acacias
tél. 022 809 50 00
contact : Mme Béatrice Manzoni
b.manzoni@msv-au.ch

Environnement

CSD INGÉNIEURS SA
Chemin des Semailles 50
1212 Grand-Lancy
tél. 022 308 89 00
contact : M. Eric Säuberli
e.saeuberli@csd.ch

Mobilité

CITEC ING.-CONSEILS SA
Route des Acacias 47
1227 Les Acacias
tél. 022 809 60 00
contact : M. Gianluigi Giacomel
gianluigi.giacomel@citec.ch

Géomatique

HCC INGÉNIEURS GEOMETRES SA
Clair-Val 6
1226 Les Thônex
tél. 022 860 20 00
contact : M. Philippe Calame
philippe.calame@hccgeo.ch

RAPPORT

RAPPORT D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Autorisation

	ind	date	des	modification
Date	0	26.05.2023	ebr/esa	1 ^{ère} diffusion
Échelle	1	05.07.2023	ebr/esa	Mise à jour suite aux remarques MO - envoi
Établi/Vérfifié				
Format				
Pages				

Fichier : J02 GE1841-Abarois-RIE.pdf

1841 ABA-33-CSD-RIE-001-A

affaire projet - phase - émetteur - type - numéro - indice

Pièce J02

CSD INGÉNIEURS SA
Chemin des Semailles 50
CH-1212 Grand-Lancy
+41 22 308 89 00
geneve@csd.ch
www.csd.ch

CSDINGENIEURS+
INGÉNIEUX PAR NATURE



République et Canton de Genève - Département de la santé et des mobilités (DSM)

Boulevard des Abarois - Procédure de demande d'autorisation

Rapport d'impact sur l'environnement

Genève, le 05.07.23 / GE01841

Table des matières

1	Généralités.....	10
1.1	Objet du projet et contexte de l'étude	10
1.2	Horizons d'étude	11
1.3	Données et documents de base	11
2	Procédures.....	12
2.1	Procédure décisive.....	12
2.2	Procédures antérieures et connexes	12
3	Sites et environs.....	13
3.1	Site d'implantation du projet.....	13
3.2	Périmètres de référence.....	15
3.3	Projets environnants.....	15
4	Projet	18
4.1	Description du projet de Boulevard des Abarois	18
4.1.1	Description générale	18
4.1.2	Gestion des eaux	21
4.1.2.1	Contexte d'implantation, contraintes et objectifs.....	21
4.1.2.2	Description du concept retenu de gestion des eaux et du projet	23
4.1.2.3	Conception et dimensionnement du collecteur secondaire EP principal de Bernex Est	32
4.1.3	Ecoconception.....	34
4.1.4	Concept d'éclairage du boulevard	35
4.1.5	Coordination avec les projets connexes	35
4.2	Conformité avec l'aménagement du territoire et justification du projet	36
4.3	Données de base concernant le trafic.....	38
4.4	Utilisation rationnelle de l'énergie	41
4.5	Description de la phase de réalisation	41
5	Impacts du projet sur l'environnement	44
5.1	Protection de l'air.....	44
5.1.1	Bases légales	44
5.1.2	Périmètre et bases d'étude	44
5.1.3	Etat actuel	45
5.1.4	Etat futur sans projet	46
5.1.5	Etat futur avec projet	46
5.1.6	Identification et évaluation des impacts à l'état intermédiaire.....	46
5.1.7	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	47
5.2	Protection du climat.....	48
5.2.1	Bases légales	48
5.2.2	Enjeux pris en compte dans le cadre du projet.....	49

5.3	Protection contre le bruit et les vibrations	51
5.3.1	Bases légales	51
5.3.2	Degrés de sensibilité au bruit	52
5.3.3	Récepteurs sensibles	53
5.3.4	Bruit généré par le boulevard (art. 7 OPB)	54
5.3.4.1	Paramètres de simulation	55
5.3.4.2	Evaluation de la conformité art. 7 OPB	57
5.3.4.3	Evaluation de la conformité à l'article 9 OPB	58
5.3.5	Phase de réalisation	61
5.3.6	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	62
5.3.7	Vibrations et bruit solidien	62
5.3.7.1	Phase de chantier	62
5.4	Protection contre les rayonnements non-ionisants	63
5.5	Protection des eaux	63
5.5.1	Bases légales	63
5.5.2	Eaux souterraines	63
5.5.2.1	Contexte géologique et hydrogéologique	63
5.5.2.2	Etat futur avec projet	64
5.5.3	Eaux de surface	64
5.5.4	Eaux à évacuer	65
5.5.4.1	Synthèse et évaluation des impacts en phase d'exploitation	65
5.5.5	Etat intermédiaire	66
5.5.6	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	67
5.6	Protection des sols	68
5.6.1	Définitions	68
5.6.2	Bases légales et normes	68
5.6.3	Etat actuel	69
5.6.3.1	Méthodologie	70
5.6.3.2	Description des sols	70
5.6.3.2.1	Historique de l'occupation du périmètre	70
5.6.3.2.2	Typologie des sols	72
5.6.3.2.3	Sensibilité à la compaction	78
5.6.3.2.4	Pollution des sols	78
5.6.4	Etat futur avec projet	82
5.6.5	Etat intermédiaire (concept de gestion des sols)	85
5.6.6	Filières de valorisation et d'évacuation des sols	89
5.6.7	Mesures de protection intégrées au projet	89
5.6.8	Eléments à préciser au stade du projet d'exécution	92
5.6.9	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	92
5.7	Sites pollués	93
5.7.1	Bases légales	93

5.7.2	Etat actuel	93
5.7.3	Etat intermédiaire et état futur avec projet.....	94
5.7.4	Proposition de cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	94
5.8	Déchets, substances dangereuses pour l'environnement	95
5.8.1	Bases légales.....	95
5.8.2	Principes de gestion des déchets	95
5.8.3	Catégories et quantités de déchets générés et mode de gestion.....	95
5.8.3.1	Matériaux de déconstruction.....	96
5.8.3.2	Matériaux d'excavation.....	100
5.8.3.3	Déchets de construction	101
5.8.4	Mesures intégrées au projet.....	102
5.8.5	Gestion des déchets en phase d'exploitation	103
5.8.6	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	103
5.9	Organismes dangereux pour l'environnement	104
5.9.1	Bases légales.....	104
5.9.2	Etat actuel	104
5.9.3	Impacts du projet.....	105
5.9.4	Mesures intégrées au projet.....	105
5.9.5	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	106
5.10	Protection contre les accidents majeurs	107
5.10.1	Bases légales et enjeux liés au projet.....	107
5.10.2	Evaluation des risques et de la conformité selon l'OPAM	107
5.10.2.1	Risques population	107
5.10.2.2	Risques environnement.....	109
5.10.3	Mesures de sécurité inhérentes au projet.....	111
5.10.3.1	Mesures de protection de la population.....	111
5.10.3.2	Mesures de protection de l'environnement.....	113
5.10.4	Mesures de sécurité supplémentaires	114
5.10.4.1	Mesures de protection supplémentaires de la population.....	114
5.10.4.2	Mesures de protection supplémentaires de l'environnement.....	114
5.10.4.3	Efficacité des mesures considérées	115
5.10.5	Coût-bénéfice des mesures supplémentaires.....	115
5.11	Conservation de la forêt	116
5.11.1	Bases légales.....	116
5.11.2	Etat actuel	116
5.11.3	Impacts.....	119
5.11.4	Mesures.....	120
5.11.5	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	121
5.12	Protection de la nature	122
5.12.1	Bases légales.....	122
5.12.2	Méthodologie et sources de données	122
5.12.3	Etat actuel	123

5.12.3.1	Généralités	123
5.12.3.2	Biotopes classés ou protégés.....	123
5.12.3.3	Milieux semi-naturels et flore	125
5.12.3.4	Patrimoine arboré et intérêt faunistique.....	127
5.12.3.5	Faune	127
5.12.3.6	Connexions biologiques.....	132
5.12.4	Impacts du projet.....	133
5.12.4.1	Etat futur - Phase d'exploitation.....	133
5.12.4.2	Etat intermédiaire - Phase de réalisation.....	137
5.12.5	Mesures intégrées au projet.....	138
5.12.5.1	Etat futur – Phase d'exploitation	138
5.12.5.2	Etat futur – Phase de réalisation.....	143
5.12.6	Mesures d'accompagnement	143
5.12.7	Cahier des charges pour la conception du projet d'exécution et le suivi environnemental de réalisation	144
5.13	Protection du paysage naturel et bâti.....	145
5.13.1	Bases légales	145
5.13.2	Etat actuel	145
5.13.3	Effets du projet	148
5.14	Protection du patrimoine bâti et des monuments, Archéologie.....	151
5.14.1	Bases légales	151
5.14.2	Etat actuel	151
5.14.3	Effets du projet	153
5.14.4	Mesures d'accompagnement pour la phase réalisation	154
5.14.5	Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	154
6	Synthèse des éléments à préciser au stade du projet d'exécution	155
7	Synthèse du cahier des charges pour le SER	156
8	Conclusion.....	159

Liste des figures

Figure 1: Périmètre d'implantation du boulevard des Abarois et des urbanisations prévues dans le cadre du PDQ Bernex-Est.....	14
Figure 2: Insertion du boulevard des Abarois dans les urbanisations planifiées par le PDQ Bernex-Est	17
Figure 3: Extrait du Grand Projet Bernex (novembre 2019) et périmètre du projet de boulevard (rose)	21
Figure 4: Principe général d'évacuation des eaux du boulevard des Abarois	22
Figure 5 : Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Profil en travers d'un filtre	25
Figure 6: Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Plan de principe.....	26
Figure 7: Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Profil en long E-E'	26
Figure 8: Implantation du fossé d'évacuation des eaux de ruissellement de la zone agricole	27
Figure 9 : Coupe-type noue – Berme Nord	29
Figure 10 : Coupe-type noue - Berme centrale	29
Figure 11 : Géométrie des bermes végétalisées (centrale : en bas ; nord : en haut) – Tronçon Grouet – Bretelle (pente = 0.57%)	30
Figure 12 : Géométrie des bermes végétalisées (centrale : en bas ; nord : en haut) – Tronçon Borbaz – Rouettes (pente = 2.75%)	31
Figure 13 : Réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées prévus en coordination avec la réalisation de Bernex Est	33
Figure 14: Fiche de mesure DC1 - Plan Cantonal de gestion des déchets 2020-2025.....	34
Figure 15: Dévoisement du CADIOM (ancien tracé en jaune, futur tracé en bleu clair) et tracé prévu pour le projet de CAD SIG Rive Gauche (bleu foncé)	36
Figure 16: Plan de charge pour l'état actuel (Bernord, février 2023)	38
Figure 17: Plan de charge pour état futur « court terme » sans projet (Bernord, février 2023)	39
Figure 18: Plan de charge pour état futur « court terme » avec projet (Bernord, février 2023)	39
Figure 19: Plan de charge pour l'état futur « long terme » avec projet (Bernord, février 2023).....	40
Figure 20: Périmètre d'influence considéré pour l'évaluation des impacts sur la pollution de l'air	44
Figure 21: Immissions annuelles moyennes (2021) de NO ₂ (ug/m ³) et périmètre du projet.....	45
Figure 22: Evolution du stock de carbone dans le sol associé aux pratiques provoquant les stockage ou déstockages extrêmes (Arrouays et al., 2002)	50
Figure 23: Enjeux liés à la durabilité et à la protection du climat pris en compte dans le cadre du projet de boulevard des Abarois	50
Figure 24: Degrés de sensibilité au bruit (source SITG, 2023)	52
Figure 25: Récepteurs sensibles existants.....	54
Figure 26: Eléments de simulation et emprise des revêtements phonoabsorbants	56
Figure 27 : Evaluation niveau d'immission sur les récepteurs existants	58
Figure 28 : Augmentation et diminution des charges de trafic sur les routes connexes	60
Figure 29 : Nappe principale du Rhône et emprise du projet.....	64
Figure 30 : Plan de l'utilisation du sol du périmètre d'étude.....	69
Figure 31 : Cartographie historique de l'utilisation des sols	71
Figure 32 : Plan de situation de la typologie des sols	73
Figure 33 : Plan de situation de l'épaisseur de la terre végétale (horizon A)	74
Figure 34 : Plan de situation de l'épaisseur de la sous-couche (horizon B).....	75
Figure 35 : Exemple de sol brun (Sondage 25).....	76
Figure 36 : Exemple d'anthroposol calcaire (S27).....	77
Figure 37 : Plan de l'état de pollution des sols:	80

Figure 38 : Coupe de principe de remise en état des bandes arborées (cf. rapport paysager).....	82
Figure 39 : Plan de situation des sols naturels reconstitués après travaux	84
Figure 40 : Phasage des travaux.....	86
Figure 41 : Extrait du cadastre des sites pollués.....	93
Figure 42: Bâtiments démolis dans le cadre du projet de boulevard des Abarois	96
Figure 43 : Carte des Néophytes envahissantes (base de données SITG).....	105
Figure 44: Carte des segments homogènes concernant les risques sur la population	108
Figure 45: Courbe PC - risque sur la population - segment n°2 – état à réalisation du projet (2040)	109
Figure 46: Carte des segments homogènes concernant les risques sur l'environnement	109
Figure 47: Courbe PC - risque sur l'environnement - segment n°2.....	110
Figure 48: Courbe PC - risque sur l'environnement - segment n°2 avec bassin OPAM.....	110
Figure 49: Nappe présente le long de la noue sans mesures de protection.....	112
Figure 50: Nappe présente le long de la noue avec mesures de protection.....	113
Figure 51 : Contexte d'implantation de la forêt par rapport à l'emprise du projet et caractéristiques attribuées selon le plan directeur forestier	117
Figure 52 : Massif du talus situé à l'ouest du stand de tir de Bernex	118
Figure 53 : Massif du talus situé à l'est du stand de tir de Bernex	118
Figure 54: Défrichement définitif.....	119
Figure 55: Secteur retenu pour accueillir le reboisement compensatoire	120
Figure 56: Carte des périmètres protégés.....	124
Figure 57: Carte des milieux et de la flore d'intérêt (SITG + CSD relevés 2022).....	126
Figure 58: Carte du patrimoine arboré et des arbres avec un enjeux pour la faune (relevé CSD 2022).....	128
Figure 59: Carte de la faune d'intérêt dans et autour du périmètre (données Infospecies 2001-2022 et relevé CSD 2022).....	130
Figure 60 : Chêne centenaire	131
Figure 61: Réseau de gîtes découvert en 2011, terrains de chasse et routes de vol du Murin de Bechstein observés entre 2009 et 2011	131
Figure 62: Carte des corridors biologiques et des différentes trames.....	132
Figure 63: Carte de la trame noire.....	133
Figure 64: Extrait du plan d'abattage – zooms sur les trois zones d'abattage.....	134
Figure 65: Coupes longitudinale et transversale d'une berme centrale végétalisée, extraites du rapport paysager.....	136
Figure 66: Vue d'une berme latérale côté mobilité douce, avec milieu rudéral et arbustes extraite du rapport paysager.....	136
Figure 67: Coupe transversale sur berme centrale avec fosse de plantation, extraite du rapport paysager	137
Figure 68 : Plans de principe, avec variantes, de l'ouvrage de franchissement pour les chiroptères	140
Figure 69: Principes d'implantation de l'ouvrage de franchissement pour les chiroptères	141
Figure 70: Proposition de mesures en faveur de la faune.....	142
Figure 71: Paysages d'importance à proximité du périmètre du projet de boulevard	146
Figure 72: Vue depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord-ouest, Archigraphie)	147
Figure 73 : Vue depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord, Archigraphie)	147
Figure 74: Vue depuis la route d'Aire-la-Ville au niveau du futur carrefour d'accroche avec le boulevard des Abarois (Streetview)	148
Figure 75: Image d'insertion du boulevard des Abarois (niveau approximatif : profil P68, direction route d'Aire-la-Ville).....	149
Figure 76: Vue, avec projet de boulevard des Abarois, depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord-ouest, Archigraphie)	149

Figure 77 : Vue, avec projet de boulevard des Abarois, depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord, Archigraphie)	150
Figure 78: Emprise du boulevard des Abarois et voies de circulation classées à l'IVS	152
Figure 79: Relevés IVS des chemins présents dans le périmètre du projet	152

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques techniques principales du boulevard	20
Tableau 2: Flux de matériaux concernés par la réalisation du projet.....	43
Tableau 3 : Flux totaux des matériaux terreux et d'excavation	43
Tableau 4 : Valeurs limites d'exposition au bruit	52
Tableau 5 : Récepteurs sensibles existants considérés	53
Tableau 6 : Paramètres du modèle acoustique.....	55
Tableau 7 : Niveaux d'évaluation Lr sur les récepteurs existants	57
Tableau 8 : Variation des charges de trafic sur les routes existantes	59
Tableau 9 : Répartition de l'occupation des sols	69
Tableau 10 : Synthèse de la description des sols bruns.....	76
Tableau 11 : Synthèse de la description des anthroposols calcaires	77
Tableau 12 : Sensibilité à la compaction des sols selon leurs textures	78
Tableau 13 – Synthèse des résultats de pollution des sols selon OSol.....	79
Tableau 14 : Estimation des volumes de sols décapés / besoins / soldes	85
Tableau 15 : Utilisation et phasage des sols (NP = non pollué / PP = Peu pollué / TP = Très pollué).....	88
Tableau 16: Déchets de déconstruction liés au projet et modalités de valorisation	98
Tableau 17 : Bilan des volumes de matériaux de déconstruction	99
Tableau 18: Matériaux d'excavation et modalités de valorisation	100
Tableau 19: Déchets de construction générés par le projet et modalités de valorisation	101
Tableau 20: Estimation des quantités de déchets liés à la construction	102
Tableau 21 : Synthèse de niveaux de risque sur la population.....	108
Tableau 22 : Synthèse de niveaux de risque sur l'environnement.....	110
Tableau 23 : Mesures de sécurité pour la population par segments	111
Tableau 24 : Mesures de sécurité pour l'environnement par segment selon la configuration de base du projet	114
Tableau 25 : Caractéristiques du bassin OPAM	114
Tableau 26 : Synthèse de niveaux de risque sur l'environnement.....	115
Tableau 27 : Rapport coût-bénéfice par segment	115
Tableau 28 : Liste des milieux et leur surface à l'intérieur du périmètre	125
Tableau 29 : Synthèse des éléments à préciser au stade de projet d'exécution	155
Tableau 30 : Synthèse du cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation	158

Liste des annexes

- Annexe A Plan de situation du projet (format A3)
- Annexe B Profil en long du projet de boulevard des Abarois (format A3)
- Annexe C Coupes types du boulevard des Abarois
- Annexe D Emissions de polluants atmosphériques liées au trafic dans la maille kilométrique du projet de boulevard des Abarois
- Annexe E Relevé des fosses pédologiques selon méthode FAL
- Annexe F Relevé des sondages à la tarière et des sondages disponibles sur le SITG
- Annexe G Etat de référence pédologique de la parcelle 2'244 avant travaux, 2019 / Etat de référence après travaux, 2021 (Ecotec SA)
- Annexe H Résultats des analyses physico-chimiques réalisées par Sol Conseil
- Annexe I Résultats des analyses de pollution selon l'OSol (Wessling / Scitec)

1 Généralités

1.1 Objet du projet et contexte de l'étude

Le Grand Projet d'extension urbaine de Bernex est inscrit dans le Plan Directeur cantonal (PDCant 2030) dont la première mise à jour a été adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par la Confédération le 18 janvier 2021.

La nécessité de réaliser ce projet est intégrée au Plan Directeur de Quartier Bernex-Est (PDQ Bernex-Est N° 29948-507-517) adopté par le Conseil d'Etat le 26 avril 2017. Associé au PLQ de Vailly Sud, le PDQ Bernex Est prévoit de réaliser, environ 2'800 nouveaux logements et 2'550 nouveaux emplois. La réalisation d'une première tranche de ce programme, pour 1'600 logements et 1'600 emplois, est prévue à l'horizon 2025.

Dans le cadre de ce projet, les priorités en matière de déplacements sont données aux mobilités douces et aux transports publics. Le développement d'infrastructures routières destinées aux transports individuels motorisés reste toutefois essentiel.

En particulier, la concrétisation du Grand Projet Bernex, nécessite la réalisation d'une nouvelle route cantonale connectée à la bretelle autoroutière, dénommée boulevard des Abarois, dont la fonction et les principes de réalisation sont définis comme suit par le PDCant 2030 : « assurer l'accessibilité et la desserte locale des nouveaux quartiers et favoriser le report du trafic de transit en dehors des zones habitées et de la route de Chancy, pour assurer un fonctionnement optimal du tramway. Cette route sera structurée en boulevard urbain paysager, dialoguant avec le futur tissu bâti, les espaces publics et la trame paysagère des quartiers. ».

Initialement prévu d'être réalisé directement sur l'ensemble du linéaire considéré dans le PDCant 2030, entre la bretelle autoroutière de Bernex et sa connexion à la route de Chancy au niveau du giratoire avec la route de Laconnex, la mise à jour des perspectives et horizons d'urbanisation future et des réflexions générales relatives à la réorganisation des mobilités à l'échelle territoriale élargie et à la limitation des impacts du projet, ont conduit le Comité de pilotage du projet à ramener la réalisation du boulevard des Abarois sur le linéaire de 1'300 mètres compris entre la bretelle autoroutière et la route d'Aire-la-Ville.

La réalisation du second tronçon entre la route d'Aire-la-Ville et la route de Chancy au niveau du giratoire avec la route de Laconnex n'est plus intégrée à la planification actuelle et est uniquement potentiellement susceptible d'être reconsidérée à très long terme dans le cadre d'une révision ultérieure des planifications d'urbanisation.

Le projet de boulevard des Abarois entre la bretelle autoroutière et la route d'Aire-la-Ville est actuellement concrétisé au stade du projet d'ouvrage, élaboré par le Groupement de mandataires Bernord, mandaté par la Direction du génie civil du Département de la santé et des mobilités de l'Etat de Genève.

Le présent document constitue le Rapport d'impact sur l'environnement, qui accompagne le dossier de requête en autorisation de construire.

Il a été établi sur la base du rapport d'enquête préliminaire d'impact édité en janvier 2022 dans le cadre de la phase d'avant-projet de l'ouvrage qui comportait une proposition de cahier des charges pour le rapport d'impact.

Le rapport d'enquête préliminaire d'impact et le cahier des charges ont été examinés par les services spécialisés concernés qui ont établi des préavis dont le contenu a été pris en compte pour l'établissement du présent rapport d'impact sur l'environnement.

Le présent rapport d'impact intègre une proposition de cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation du boulevard des Abarois.

1.2 Horizons d'étude

Les horizons de référence considérés pour l'évaluation des impacts environnementaux, repris du rapport d'enquête préliminaire d'impact, sont les suivants :

A. Etat actuel : 2021 ;

À noter que le plan de charges de trafic établi pour définir l'état actuel dans le périmètre d'influence du projet dans le cadre du présent RIE (cf. chapitre 4.3), se base sur des comptages de trafic effectués en 2018. Les relevés de trafic effectués entre 2020 et 2022 affichent des valeurs moyennes inférieures aux comptages de 2018, en lien avec la situation sanitaire (diminution des déplacements dus au COVID-19). Pour ces raisons, les valeurs de référence de 2018 ont été utilisées en accord avec l'OTC afin de disposer d'un état représentatif et de ne pas sous-évaluer les impacts environnementaux liés au trafic routier.

B. Etat futur sans projet : 2026-2027

Un plan de charge correspondant à cet état a été établi (cf. chapitre 4.3) en considérant les hypothèses suivantes validées par l'OTC :

- Pas d'augmentation rampante du trafic à partir de l'Etat actuel
- Ajout des charges de trafic induites par les PLQ accessibles depuis la route de Chancy (St-Mathieu, Vailly-Sud, PDZIA Rouettes 1ère phase)
- Accès au PDZIA Rouettes par le chemin des Rouettes

C. Etat futur avec projet « Mise en service + 2 ans » : 2026-2027

Cet horizon inclut le boulevard et les PLQ prévus pour la première étape de développement (St-Mathieu, Vailly-Sud, PDZIA Rouettes 1ère phase) correspondant à 980 logements et 940 emplois supplémentaires. Un plan de charges de trafic a été établi pour cet horizon d'étude et est présenté au chapitre 4.3.

D. Etat futur « long terme » avec PDQ « Bernex-Est » : Horizon indicatif 2030-2035

Cet état, considéré uniquement à titre indicatif et non déterminant pour l'évaluation formelle des impacts du projet, inclut le boulevard et l'ensemble des PLQ prévus dans le cadre du PDQ « Bernex-Est » (St-Mathieu, Grouet, Abarois, Stand, Croisée, Vuillonex et PDZIA Rouettes complet), ainsi que celui de Vailly-Sud correspondant à 2'520 logements et 2'860 emplois.

Un plan de charge de trafic non liant a été établi pour cet horizon d'étude et est présenté au chapitre 4.3 à titre indicatif.

1.3 Données et documents de base

Le présent rapport a été établi sur la base des données et documents de référence suivants :

- Eléments du dossier de projet de boulevard des Abarois élaboré par le Groupement Bernord (mai 2023), notamment :
 - Dossier de plans et coupes ;
 - Rapport mobilité, intégrant les plans de charge des horizons d'étude considérés ;
 - Rapport technique routier ;
 - Rapport paysager ;
 - Notice hydraulique, dimensionnement des réseaux et concept de gestion des eaux pluviales ;
 - Rapport succinct selon l'OPAM ;
- Données du Système d'information du territoire de Genève (SITG) ;
- Données spécifiques fournies par les services spécialisés ;
- Relevés et investigations de terrain
- Préavis du SERMA (5 mai 2022) et de l'OFEV (19 septembre 2022) concernant le rapport d'enquête préliminaire d'impact sur l'environnement, intégré au dossier d'avant-projet du boulevard des Abarois.

2 Procédures

2.1 Procédure décisive

Instituée par l'article 10a de la loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE, RS814.01), l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) est réglementée dans son déroulement par l'Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE RS 814.011, 19 octobre 1988).

Le projet de boulevard des Abarois est soumis à étude d'impact sur l'environnement en tant que « Routes principales aménagées avec l'aide de la Confédération », qui constitue le type d'installation mentionné au chiffre 11.2 de l'annexe de l'OEIE.

Le règlement cantonal d'application de l'ordonnance relative à l'étude d'impact sur l'environnement du 11 avril 2001 (ROEIE, K 1 70.05) précise le déroulement de la procédure. Dans le cas présent d'une route non intégrée à un plan localisé de quartier préalable, il s'agit d'une procédure en une étape constituée par l'autorisation de construire (art. 7, al. 2 ou art. 8, al. 1, loi cantonale sur les routes).

Un Rapport d'enquête préliminaire (REP) d'impact sur l'environnement, a été établi dans le cadre de l'avant-projet du boulevard des Abarois, en janvier 2022. Ce rapport avait pour but de démontrer et de vérifier de manière préliminaire la faisabilité environnementale de l'avant-projet. Il présentait une analyse systématique des différents domaines d'impact et intégrait une proposition de cahier des charges pour l'établissement du Rapport d'impact sur l'environnement (RIE), soumise pour validation ou complément aux services spécialisés du canton. Les domaines présentant des impacts non déterminants ont été évalués définitivement au stade du REP.

Le REP a fait l'objet du préavis de synthèse du SERMA, daté du 5 mai 2022, qui couvre l'ensemble des thématiques environnementales traitées dans le cadre d'une EIE. Ce préavis formule différentes conditions à intégrer à la conception du projet et au cahier des charges du présent rapport d'impact.

S'agissant d'une route principale aménagée avec l'aide de la Confédération, le REP et le préavis du SERMA ont également été transmis à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), qui a transmis sa prise de position (selon l'art.12 al.3 OEIE) dans un courrier daté du 19 septembre 2022. Cette prise de position approuve le REP et le cahier des charges pour le RIE en formulant quelques conditions spécifiques pour les domaines liés à la nature et au paysage, à la protection des sols et à la protection contre le bruit.

Le présent document constitue le Rapport d'impact sur l'environnement (RIE), qui évalue de manière détaillée les impacts potentiellement déterminants, identifiés au stade de l'avant-projet et précisés dans le cahier des charges.

Dans le cadre du présent projet de boulevard des Abarois, l'autorité compétente en matière d'autorisation de construire est constituée par l'Office des autorisations de construire (OAC) du Département du territoire (DT).

Le service spécialisé de la protection de l'environnement, chargé d'évaluer le présent rapport, est le service cantonal de l'environnement et des risques majeurs (SERMA) du Département du territoire (DT).

2.2 Procédures antérieures et connexes

Comme mentionné au paragraphe précédent, le boulevard des Abarois est soumis à une seule procédure d'autorisation, constituée par la procédure de requête en autorisation de construire.

La nécessité de réaliser le boulevard et la définition de ces principes de conception sont mentionnées dans les documents de planification directrice :

- à l'échelle cantonale : PDCant 2030 – 1^{ère} mise à jour adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par la Confédération le 18 janvier 2021 – Fiche P04 : Grand Projet Bernex ;
- à l'échelle de la planification localisée : Plan directeur de quartier PDQ Bernex Est n° 29948-507-517 adopté le 26 avril 2017, Plan directeur communal de Bernex et modification des limites de zone (MZ) Bernex Est n°29954 adoptés le 11 mai 2017.

En outre, le volet environnemental du rapport d'Etude préliminaire du boulevard des Abarois, édité en février 2021 et examiné par le SERMA et les différents services spécialisés concernés, vaut rapport de synthèse (Etude Environnementale Stratégique) au sens de l'art. 3, al. 5 ROEIE.

3 Sites et environs

3.1 Site d'implantation du projet

Le projet du boulevard des Abarois, est implanté sur le territoire de la commune de Bernex, au nord de la route de Chancy (cf. Figure 1 en page suivante).

D'une longueur d'environ 1'300 m, cette route cantonale projetée se raccordera aux deux infrastructures routières existantes suivantes :

À l'Ouest : la route d'Aire-la-Ville ;

À l'Est : la jonction autoroutière de Bernex intégrant la bretelle de raccordement au réseau routier cantonal (route de Chancy).

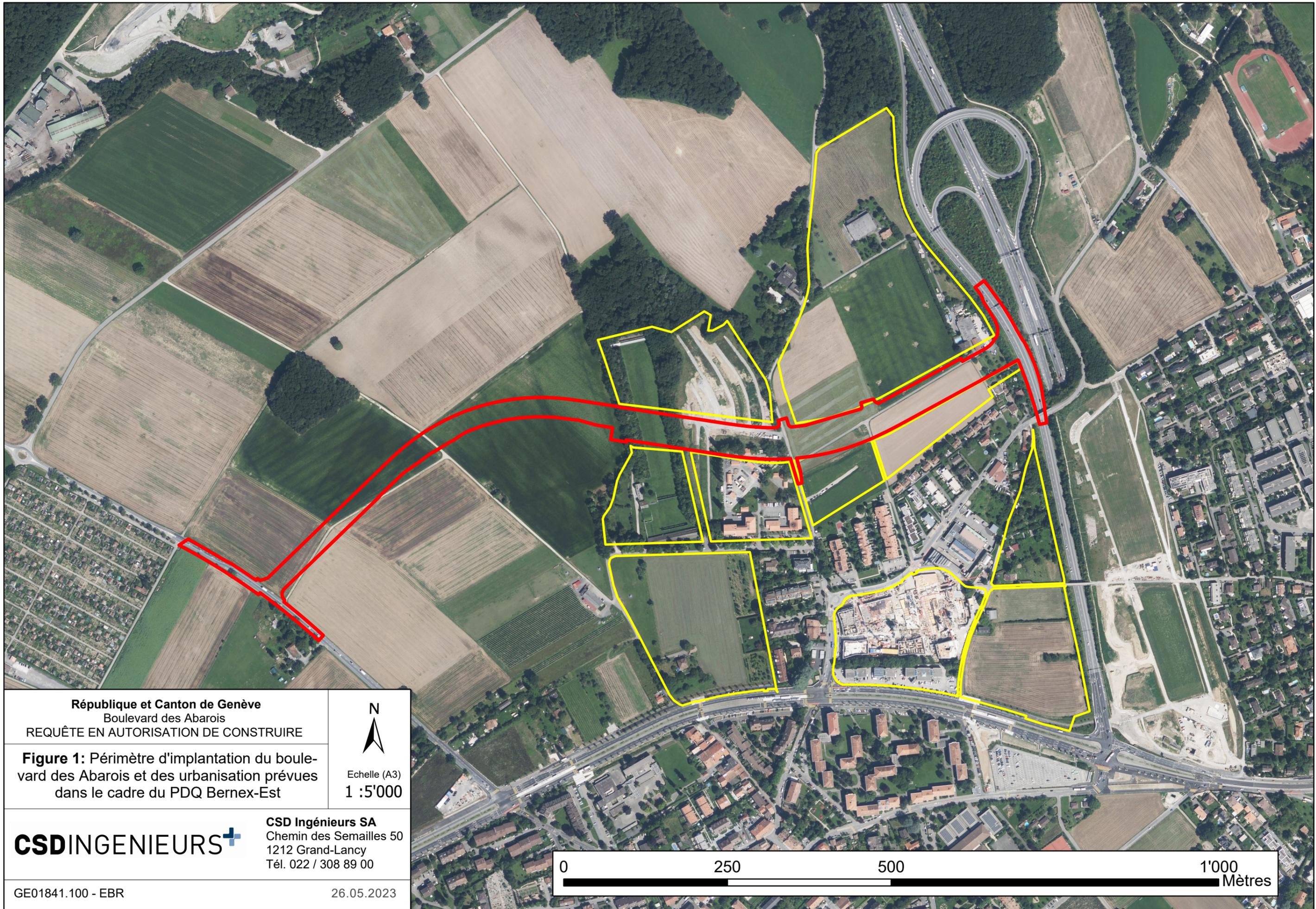
L'emprise du projet est actuellement très majoritairement occupée par des surfaces agricoles avec la présence de chemins existants, ainsi que du stand de tir cantonal de Bernex et de l'extrémité nord du périmètre du centre cantonal de protection civile.

Les terrains mis à contribution par le projet de boulevard couvrent une emprise totale d'environ 5.78 hectares. Ils sont la propriété de la Confédération (2 parcelles privées), de l'Etat de Genève (2 parcelles du domaine public et 3 parcelles privées), de la commune de Bernex (10 parcelles du domaine public et 1 parcelle privée), ou de propriétaires privés (20 parcelles) représentant au total 38 parcelles.

Le tracé du boulevard présente une topographie vallonnée, avec plusieurs points hauts et points bas répartis le long du tracé.

Depuis l'accrochage à la route d'Aire-la-Ville, le projet s'insère d'abord sur environ 600m dans un contexte agricole maintenu comme tel selon la planification directrice en vigueur, avec le franchissement des chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz. Le second chemin est inscrit à l'IVS comme tracé historique d'importance locale avec beaucoup de substance et est bordé par le cordon boisé inscrit au cadastre forestier constitué par la butte latérale « ouest » du stand de tir. Le projet franchit ensuite la butte latérale « est » du stand de tir, également inscrite au cadastre forestier, puis s'implante à l'intérieur du périmètre du PDQ Bernex-Est sur des surfaces actuellement affectées à l'agriculture ou occupées par l'extrémité nord du centre de protection civile, le chemin des Rouettes et le chemin des Abarois implantés longitudinalement sur l'emprise du futur boulevard.

L'altitude du futur boulevard variera entre 412.7 m.s.m. (au niveau du profil P75) et 420.7 m.s.m. (au niveau du profil P50, à l'extrémité ouest du boulevard). La pente maximale sera d'environ 4.7 % au niveau du profil P56 Les pentes du futur boulevard seront généralement comprises entre 0.5 et 3%, en direction de l'est ou de l'ouest, selon le tronçon étudié.



République et Canton de Genève
Boulevard des Abarois
REQUÊTE EN AUTORISATION DE CONSTRUIRE



Echelle (A3)
1 : 5'000

Figure 1: Périmètre d'implantation du boulevard des Abarois et des urbanisation prévues dans le cadre du PDQ Bernex-Est

CSDINGENIEURS+

CSD Ingénieurs SA
Chemin des Semailles 50
1212 Grand-Lancy
Tél. 022 / 308 89 00

GE01841.100 - EBR

26.05.2023

0 250 500 1'000
Mètres

3.2 Périmètres de référence

La portée des effets du projet détermine les périmètres d'études à considérer pour chaque domaine environnemental évalué. Conformément aux directives en vigueur, deux types de périmètres seront à examiner :

- Un périmètre restreint, limité à l'emprise même du projet et à ses éventuelles infrastructures annexes ;
- Un périmètre d'influence, englobant le secteur sur lequel les effets directs et indirects du projet seront perceptibles. Ce périmètre varie en fonction du domaine environnemental considéré, tel que présenté ci-après pour le présent projet :
 - Aménagement du territoire : périmètre restreint ;
 - Trafic : voies de circulation où une modification du trafic est induite par le projet, tant en phase d'exploitation que de chantier ;
 - Évaluation énergétique : périmètre restreint ;
 - Qualité de l'air : périmètre d'influence englobant le tracé du projet du boulevard, ainsi que les principaux axes subissant des modifications de leurs charges de trafic suite à la réalisation du projet ;
 - Bruit : périmètre comportant l'emprise du projet, ainsi que les bâtiments situés aux abords du projet et le long des axes routiers concernés par une modification significative de leurs charges de trafic ;
 - Vibrations : périmètre restreint et alentours directs ;
 - Eaux : nappes souterraines, systèmes d'écoulement des eaux de surface et émissaires naturels ;
 - Sols, sites pollués et déchets : périmètre restreint et ensemble du canton de Genève, voire de la France voisine, potentiellement concerné par la destination des matériaux évacués ;
 - Milieux naturels, forêts et paysage : périmètre restreint, connexions avec les milieux naturels proches et zone de visibilité ;
 - Risques et accidents majeurs : périmètre restreint et zone d'influence des risques.

3.3 Projets environnants

L'extension du tram T14 sur la route de Chancy entre le P+R Bernex et le terminus de Vailly a été mise en service en juillet 2021.

Le plan directeur de quartier Bernex-Est, approuvé par le Conseil d'Etat le 26 avril 2017, s'inscrit dans le cadre du Grand Projet Bernex et prévoit le développement de nouveaux quartiers, dévolus à l'habitat et aux activités, principalement au nord de la route de Chancy. Une seconde partie du PDQ est située au sud de la route de Chancy et comprend les quartiers de Vuillonex et de la Croisée.

Le projet de boulevard des Abarois s'inscrit dans le PDQ de Bernex-Est en permettant de desservir les différents quartiers d'activités et d'habitations planifiés.

L'état d'avancement des différents périmètres d'urbanisation au PDQ Bernex Est peut être résumé comme suit :

- PLQ St-Mathieu, adopté le 27.02.2019, DD délivrée, construction en cours (les 250 premiers logements ont été livrés) ;
- PLQ Grouet, dont l'élaboration est prévue en 2024 ;
- PDZIA Rouettes, dont l'élaboration et les enquêtes techniques sont finalisées et dont le processus d'adoption est engagé (phase EP) ;

Le développement de ce périmètre débutera par la mise en service de l'usine Caran d'Ache au sud-est du périmètre prévue en 2025 (requête en autorisation de construire déposée en mars 2023). L'accès rationnel à ce périmètre nécessite la réalisation du boulevard des Abarois. Une solution d'accès provisoire par le nord est potentiellement envisagée pendant une période transitoire limitée.

- Goutte de Saint-Mathieu, dont le programme prévoit la construction d'un cycle d'orientation, de deux centres de formation professionnelle (santé et social), d'un centre socioculturel et sportif et d'un nouveau P+R. Ce périmètre a fait l'objet d'un concours d'architecture organisé en fin d'année 2021. Le projet lauréat est en cours de développement et fera l'objet d'un projet de loi d'investissement associé à la requête en autorisation de construire (DD), avec une livraison prévue pour l'été 2029.

Le projet de Boulevard des Abarois est coordonné au niveau de son accrochage avec le projet de modification de la jonction autoroutière de Bernex mené par l'OFROU dans le cadre de l'extension de la capacité de l'auto-route N1a dont l'horizon de mise en service est planifié pour 2040.

La décharge de Tuilière-Foëx, inscrite au « Plan directeur des décharges pour matériaux d'excavation non pollués (Décharges de type A) » adopté par le Conseil d'Etat en 2017, située à l'ouest du chemin de Borbaz et au nord du projet de boulevard, est également en cours de planification. Le dossier technique de « Plan de zone » correspondant à la première des 2 procédures d'autorisation est prévue d'être déposée au GESDEC en été 2023.

Les emprises d'exploitation de graviers du plateau de Bernex/Aire-la-Ville se situent au nord-ouest du périmètre du projet, de part et d'autre de la route d'Aire-la-Ville.

Le projet de boulevard des Abarois implique la suppression du stand de tir cantonal de Bernex. Des demandes ont été engagées par le Canton afin de définir un site de substitution. Ce projet de relocation fera le cas échéant l'objet d'une procédure d'autorisation distincte. Une solution transitoire, mettant à contribution des stands existants est en outre envisagée.

Les plans localisés de quartier restants (Abarois, Stand) n'ont pas encore été déposés ou initiés.

Le secteur d'implantation du boulevard est également concerné par des projets de développement et d'extension des réseaux structurants (cf. chapitre 4.1.5) dans un objectif de facilitation de la transition énergétique. Le dévoiement de la branche principale du réseau CADIOM fait l'objet d'une coordination avec les SIG et d'une étude séparée. En complément, un tronçon du CAD SIG Rive Gauche est également planifié dans le secteur.

L'emprise projetée du boulevard des Abarois ainsi que les périmètres des projets environnants, à l'horizon de livraison de l'ensemble du PDQ Bernex-Est est représenté à la Figure 2 ci-après.

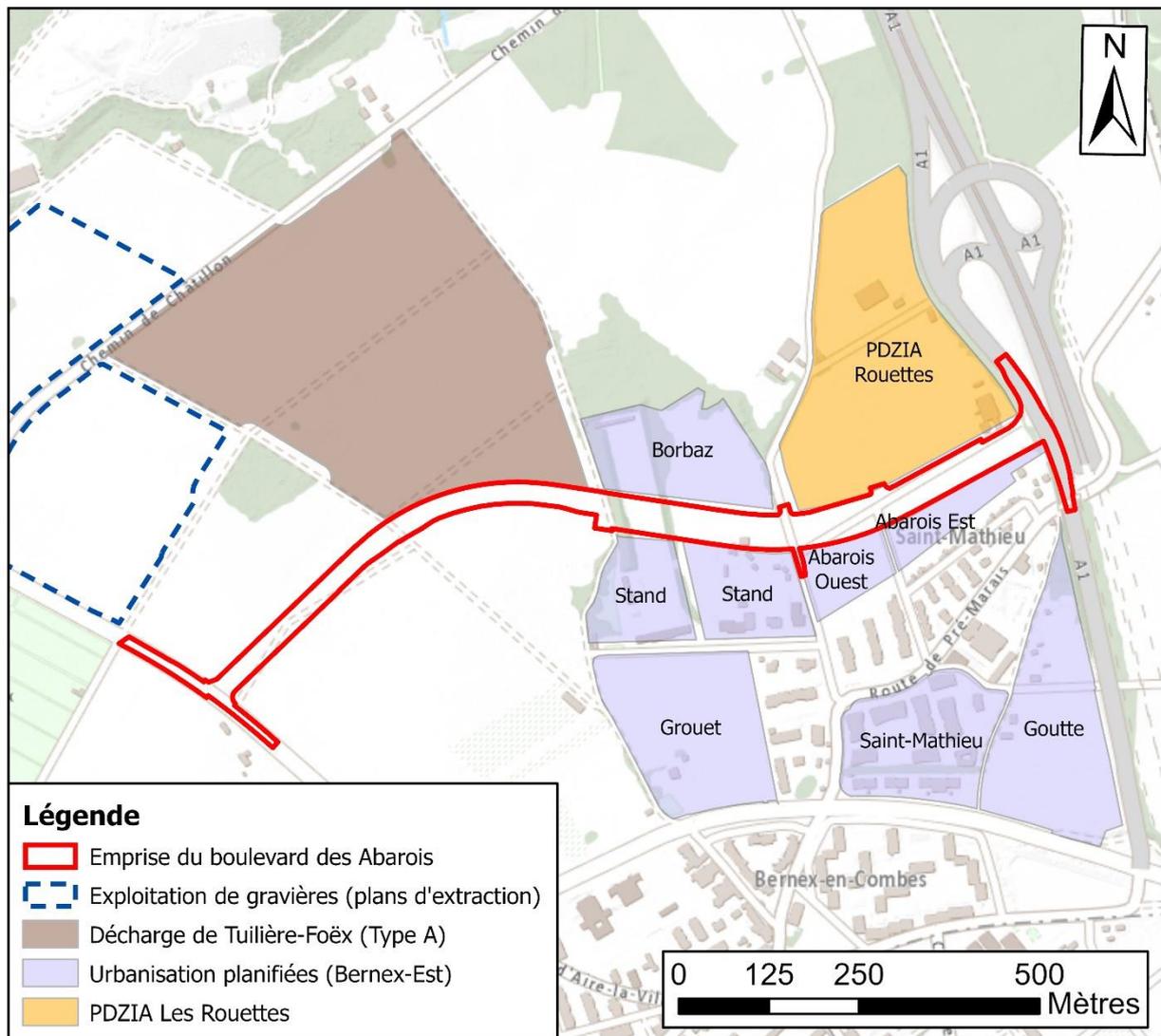


Figure 2: Insertion du boulevard des Abarois dans les urbanisations planifiées par le PDQ Bernex-Est

4 Projet

4.1 Description du projet de Boulevard des Abarois

4.1.1 Description générale

Le projet du boulevard des Abarois concerne une nouvelle route, qui s'implantera en surface sur une longueur d'environ 1'300 m et qui se raccordera aux entités suivantes du réseau routier public :

- La route d'Aire-la-Ville à son extrémité Ouest ;
- La bretelle de l'autoroute N1a à son extrémité Est ;
- Le chemin des Rouettes ;
- La future voie de desserte de la ZIA des Rouettes.

Des raccords sont également prévus au niveau du chemin de Borbaz (mobilité douce uniquement) et du chemin de Tuilière-Foëx (maintien du chemin agricole et mobilité douce).

Les fonctions attendues du boulevard sont notamment la desserte efficace des futurs quartiers liés au Grand Projet Bernex-Nord et Bernex-Est, le transit entre la bretelle autoroutière et la route d'Aire-la-Ville permettant de décharger la route de Chancy, ainsi que le support de plusieurs lignes de bus à court et long, permettant notamment de relier la ZIA des Rouettes avec le centre-ville.

À sa mise en service, le boulevard sera intégré au réseau routier primaire cantonal.

Le boulevard projeté comportera des cheminements réservés aux transports publics, aux transports individuels et aux modes de mobilité douce (cycles, piétons). La mobilité douce sera entièrement séparée des transports motorisés et les cycles disposeront d'une voie séparée des piétons.

La vitesse de circulation des transports individuels est planifiée à 50 km/h sur le boulevard.

Il convient de souligner que la desserte dévolue aux transports publics, s'étend sur la quasi-totalité du tronçon concerné par une ligne de transports publics, entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin des Rouettes. Un seul arrêt sera aménagé à l'horizon de la mise en service du boulevard, situé stratégiquement au croisement entre le boulevard et le chemin des Rouettes. Ces éléments sont développés dans le « Rapport mobilité », joint au dossier de requête en autorisation de construire.

Le tracé du boulevard des Abarois présentera une topographie vallonnée, avec une alternance de tronçons avec des pentes générales variant entre 0.5 et 3%. Le profil en long a été défini et optimisé d'épouser au mieux la topographie actuelle avec une implantation altimétrique moyenne très légèrement en remblai (+ 4cm en moyenne soit un bilan final positif d'environ 1'500 m³) afin d'optimiser la gestion des matériaux d'excavation. Ces aspects sont développés au chapitre 5.8 du présent rapport.

En comparaison avec le projet développé en phase d'avant-projet (janvier 2022) et ayant fait l'objet du rapport d'enquête préliminaire d'impact sur l'environnement, le projet de boulevard des Abarois mis à jour au stade du projet de l'ouvrage et de la présente requête en autorisation de construire intègre les modifications suivantes :

- Intégration au périmètre du projet de la nouvelle piste cyclable, prévue en bordure ouest de la route d'Aire-la-Ville et reliant le boulevard des Abarois au chemin des Olliers ;
- Suppression de la voie de bus et de l'alignement d'arbres au sud du boulevard sur le tronçon entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz, répondant ainsi aux demandes formulées et validées lors de la séance du COPIL du Grand Projet Bernex du 26 novembre 2021 ;
- Pour la séquence urbaine du boulevard, intégration d'un dispositif de seuils-avaloirs dans la berme végétalisée située au nord afin de garantir une évacuation rapide des substances déversées en cas d'accident impliquant un camion transportant des substances dangereuses ;
- Adaptations du profil en long du boulevard et des principes d'aménagements des carrefours, suite aux coordinations avec les projets environnants.

L'emprise définitive globale du boulevard a ainsi pu être réduite de 5'200 m² en comparaison avec l'avant-projet et s'établit ainsi à 57'790 m².

Le plan général de situation du boulevard et le profil en long sont joints au présent dossier de requête en autorisation de construire (format original) et en Annexe A et Annexe B du présent rapport (format A3).

La nécessité de réaliser l'intégralité du boulevard, intégrant le tronçon entre le chemin de Borbaz et la route d'Aire-la-Ville est explicitée dans le « Rapport mobilité ». Elle découle notamment d'une exigence de l'OFROU qui stipule qu'une jonction autoroutière (i.e. bretelle autoroutière à l'extrémité est du projet) ne peut être reliée qu'au réseau primaire maillé cantonal, afin de respecter la hiérarchie des réseaux routiers. De ce fait, pour garantir le maillage du réseau primaire, le boulevard des Abarois doit se raccorder de part et d'autre à une voie de circulation appartenant au réseau routier primaire. Afin de répondre à cette exigence, le boulevard des Abarois doit se raccorder à la route d'Aire-la-Ville à son extrémité ouest, et le tronçon de bretelle autoroutière reliant le boulevard des Abarois à la route de Chancy sera transféré au domaine public cantonal en tant que maillon du réseau routier primaire. Seul un décalage temporel de mise en service, permettant une desserte provisoire de la future ZDIA des Rouettes puis, dans un second temps, la réalisation complète du boulevard, est admis pour autant que ce décalage soit inférieur à 24 mois.

Les caractéristiques principales du boulevard sont résumées dans le Tableau 1 ci-après.

Longueur :	<i>Env. 1'300m</i>
Profil type :	<p><i>3 voies principales pour le tronçon Aire-la-Ville – Borbaz, 4 voies principales pour le tronçon Borbaz - Bretelle :</i></p> <p><i>Un cheminement pour piétons et cyclistes d'une largeur d'environ 6 m, en bordure nord du boulevard. Le trottoir et la piste cyclable sont séparés par une berme plantée de 50cm, à l'exception de l'extrémité est, entre la future voie industrielle de la ZIA des Rouettes et la bretelle autoroutière.</i></p> <p><i>Un axe TPG dans chaque sens de circulation d'une largeur de 3.5m. Cet axe est compris dans les voies de circulation principales. Les bus disposeront d'une voie qui leur est exclusivement réservée sur le tronçon reliant la route d'Aire-la-Ville au chemin de Borbaz (uniquement en direction d'Aire-la-Ville, Annexe C en haut), à l'exception du rétrécissement prévu au niveau du chemin de Tuilière-Foëx, et sur le tronçon reliant les chemins de Borbaz et des Rouettes (uniquement en direction des Rouettes, Annexe C au centre).</i></p> <p><i>Une voie trafic individuel motorisé (TIM) dans chaque sens de circulation (3.5m de largeur) entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin des Rouettes. Une seconde voie de circulation est prévue entre le chemin de Borbaz le chemin des Rouettes (uniquement direction Aire-la-Ville, Annexe C au centre), entre le chemin des Rouettes et la bretelle autoroutière (toutes directions, Annexe C en bas) et également pour certaines présélections à l'approche des carrefours.</i></p> <p><i>Ces voies de circulation sont respectivement séparées par :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- Une berme végétalisée entre mobilité douce et transport motorisé, d'une largeur de 4.5m à l'exception de rétrécissements dus à l'aménagement de voies de présélection ;</i> <i>- Une berme centrale végétalisée séparant les deux sens de circulation, d'une largeur de 5 mètres, à l'exception des rétrécissements dus aux voies de présélection et à la présence d'arrêts TPG.</i> <i>- En bordure sud, une bande herbeuse d'une largeur de 2.5m est aménagée entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz, intégrant un fossé de récupération des eaux de ruissellement des parcelles agricoles situées à l'amont hydrologique (au sud) du boulevard. Pour le tronçon compris entre le chemin de Borbaz et la bretelle, l'aménagement de cet espace sera plus conséquent, avec l'aménagement d'une première berme en bordure de route, puis d'un espace de réserve d'une largeur de 7m abritant des aménagements</i>

	<i>paysagers en pleine terre hormis au droit des carrefours. Une seconde berme d'une largeur de 3.5m est placée au sud de cet espace de réserve, puis un chemin piéton en stabilisé d'une largeur de 3m.</i>
Emprise au sol :	<i>Emprise globale définitive d'environ 57'800 m², en incluant les voies de circulation, l'axe de mobilité douce et les bermes et autres aménagements paysagers et/ou de gestion des eaux décrits ci-dessus.</i> <i>Emprise temporaire d'environ 24'600 m² en phase de chantier, dont 13'200 m² pour les installations de chantier (cf. chapitre 4.5 ci-après).</i>
Raccordements principaux :	<i>L'extrémité est du boulevard se raccordera à la bretelle de l'autoroute N1a, réaménagée ultérieurement dans le cadre du projet d'augmentation de la capacité mené par l'OFROU.</i> <i>L'extrémité ouest du boulevard se raccordera à la route d'Aire-la-Ville.</i>
Raccordements secondaires :	<i>Outre les deux extrémités, le boulevard présente plusieurs embranchements secondaires reliant les axes suivants :</i> <i>- Ch. des Rouettes ;</i> <i>- Voie de desserte industrielle de la ZIA des Rouettes.</i> <i>- Ch. de Borbaz (desserte de mobilité douce)</i> <i>- Ch. de Tuilière-Foëx (desserte agricole et mobilité douce)</i>
Revêtement routier	<i>Le choix du revêtement routier a fait l'objet d'une démarche consultative au sein de l'OCGC et tenant compte de diverses thématiques (mitigation des îlots de chaleur, durabilité, gestion des matériaux, protection contre le bruit, coûts, etc.). À la suite de cette consultation, le choix s'est porté sur la mise en œuvre d'un revêtement phonoabsorbant constitué de granulats clairs, qui sera poncé dès sa mise en œuvre afin d'anticiper son éclaircissement.</i>
Gestion des eaux	<i>Concept de gestion des eaux à ciel ouvert avec traitement par filtration selon description au chapitre 4.1.2.</i>
Eclairage :	<i>Le concept d'éclairage s'intègre à la nouvelle stratégie cantonale OPTIMALUX, avec un éclairage des carrefours, des axes pour la mobilité douce et de la connexion avec la bretelle autoroutière dans la séquence urbaine (Borbaz – Bretelle) et une absence d'éclairage pour la totalité de la séquence agricole (Aire-la-Ville – Borbaz).</i>
Arrêts TPG	<i>Un seul arrêt TPG est prévu au croisement entre le boulevard et le chemin des Rouettes.</i>

Tableau 1 : Caractéristiques techniques principales du boulevard

L'horizon de mise en service du boulevard des Abarois est planifié pour l'année 2026.

Le boulevard fait l'objet d'un projet d'aménagement paysager, développé dans le cadre de l'étude préliminaire, de l'avant-projet et du présent projet de l'ouvrage, qui vise à aménager des espaces publics de qualité en cohérence avec les caractéristiques actuelles de l'emprise maintenue en zone agricole et la trame paysagère des futurs quartiers. Le projet intègre en particulier la mise en œuvre de bermes végétalisées accueillant la gestion des eaux de surface, une arborisation généreuse garantissant un ombrage optimal dans le contexte de l'adaptation au changement climatique et le développement de milieux favorables du point de vue de la biodiversité.

4.1.2 Gestion des eaux

La gestion des eaux de ruissellement du boulevard des Abarois est décrite en détail dans la notice hydraulique « Dimensionnement des réseaux et concept de gestion des eaux du boulevard des Abarois », jointe au présent dossier de requête en autorisation de construire, et dont les éléments clés sont repris ci-après :

4.1.2.1 Contexte d'implantation, contraintes et objectifs

L'élaboration du concept de gestion des eaux du boulevard des Abarois s'inscrit dans la gestion globale des eaux du projet du PDQ de Bernex-Est (cf. Figure 3).

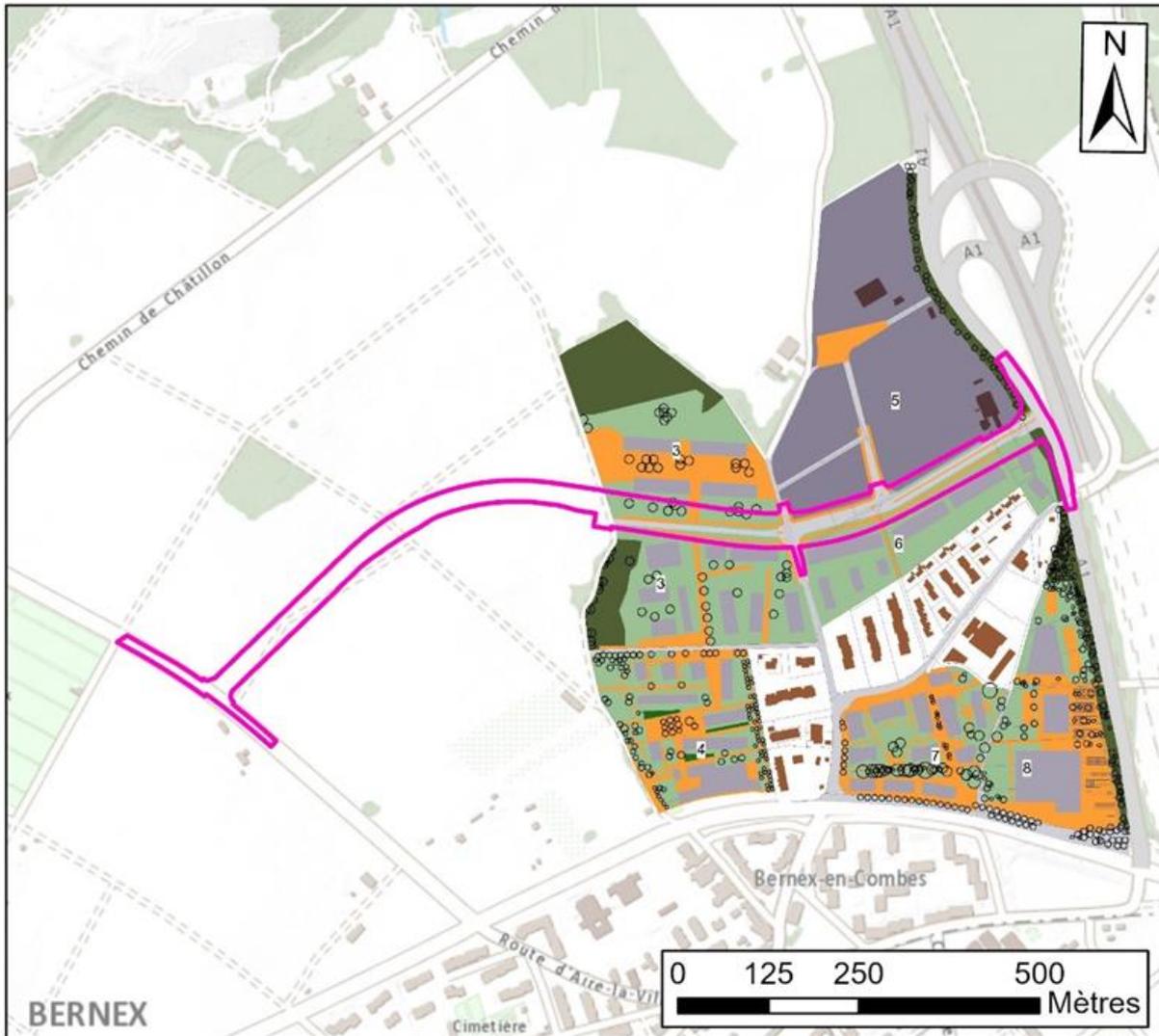


Figure 3: Extrait du Grand Projet Bernex (novembre 2019) et périmètre du projet de boulevard (rose)

L'emprise du boulevard est incluse dans le bassin versant du Nant de Lanance, affluent du Rhône, à l'exception d'un tronçon d'une vingtaine de mètres en limite « Est » à proximité de la bretelle autoroutière qu'il est prévu de raccorder sur le réseau de collecteurs de l'autoroute lui-même raccordé au Rhône (cf. Figure 4).

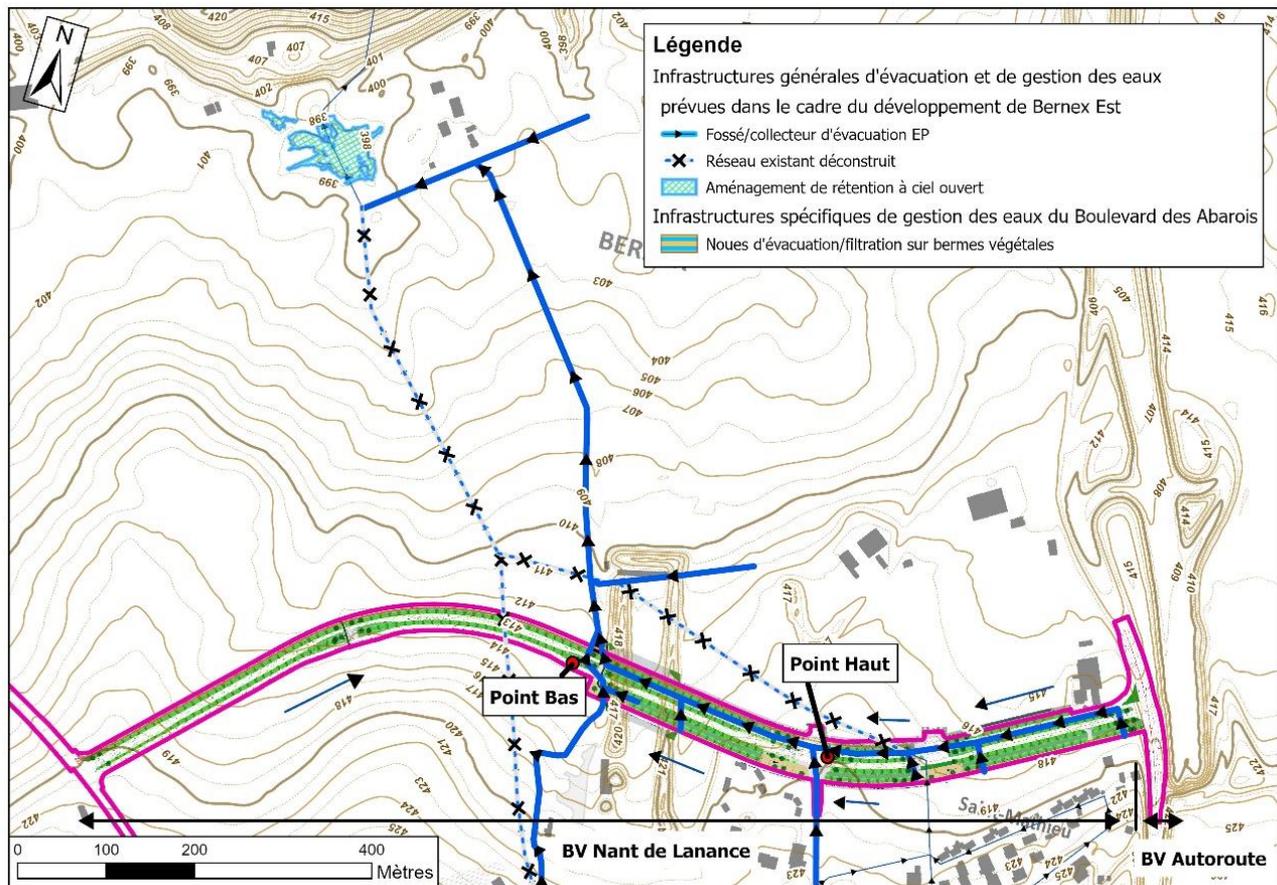


Figure 4: Principe général d'évacuation des eaux du boulevard des Abarois

Hormis le tronçon d'environ 20 m en extrémité est raccordé sur l'autoroute, les 1'250 m linéaires du boulevard, inclus dans le bassin versant du Nant de Lanance, seront évacués vers ce dernier au moyen d'une nouvelle infrastructure d'écoulement préférentiellement constituée par un fossé à ciel ouvert planifié pour l'évacuation générale des eaux pluviales de l'extension urbaine de Bernex Est, implanté en bordure ouest du chemin de Borbaz, au nord du boulevard des Abarois.

Le dispositif général de gestion des eaux de Bernex-Est intègre ensuite la mise en œuvre d'un volume de rétention d'environ 5'000 m³, valorisant une légère dépression naturelle dans la forêt de Châtillon, afin de lamener les débits de pointe en fonction de la capacité du collecteur existant du Nant de Lanance qui assurera l'évacuation des eaux en direction du Rhône. Ce dispositif a été validé par l'OCEau et la commune de Bernex.

A partir de ce contexte d'insertion et des caractéristiques du projet, les exigences suivantes sont à considérer pour la gestion et l'évacuation des eaux du boulevard des Abarois :

- **Exigences quantitatives**

Les exigences quantitatives dépendent à la fois de la sensibilité écomorphologique du milieu récepteur et de la capacité du réseau existant à l'aval. Dans le cas présent, les contraintes déterminantes sont liées à la capacité limitée de la galerie d'évacuation du Nant de Lanance avant son raccordement au Rhône via le Nant de Lagnon, en aval du périmètre. En considérant l'aménagement de rétention général planifié à l'aval du bassin versant global dans le cadre de l'urbanisation de Bernex Est, l'exigence de limitation des débits à la source de chaque sous bassin-versant, également à considérer pour l'emprise du boulevard des Abarois, a été fixée, d'entente avec l'OCEau et la commune de Bernex, à environ 40 l/s/ha pour un temps de retour de 10 ans.

- **Exigences qualitatives**

Les eaux de chaussée entraînent le ruissellement de polluants dont la charge dépend en premier lieu du volume de trafic attendu.

En fonction des différents sous-tronçons, le trafic journalier moyen estimé se situe entre 9'000 et 14'600 véhicules par jour. Ces valeurs correspondent aux classes de pollution moyenne, pour les tronçons avec un TJM inférieur à 14'000 et élevée pour le tronçon présentant le TJM de 14'600 vhc/j, telles que définies par la Directive de l'OCEau « Admissibilité du déversement des eaux pluviales – aspects qualitatifs » d'août 2019.

L'autre paramètre à considérer pour définir l'exigence d'un traitement préalable des eaux de chaussée rejetées selon la directive précitée est la sensibilité du cours d'eau récepteur. Dans le cas présent les eaux seront rejetées dans le nant de Lagnon, constituant un bras du Rhône, qui est un secteur sensible aux rejets d'eaux de route, impliquant un traitement obligatoire des rejets de classes de pollution élevée et moyenne.

De plus, le concept global de gestion des eaux du périmètre de Bernex-Est, qui englobe le boulevard des Abarois, prévoit comme déjà mentionné, un aménagement de rétention à ciel ouvert valorisant une dépression naturelle dans le Bois de Borbaz, qui implique que les eaux évacuées soient non polluées afin de n'engendrer aucune atteinte au milieu naturel à long terme. De ce point de vue, il paraît adéquat de qualifier la totalité des milieux récepteurs de « sensible ».

Dans le cas présent, le traitement à la source des eaux de chaussée a donc été intégré au concept de gestion défini pour l'ensemble du linéaire de la route projetée en raison des exigences réglementaires et de la volonté de développer un projet exemplaire en matière de gestion durable de l'eau.

- **Exigences liées à la protection contre les accidents majeurs**

Le report du trafic de matières dangereuses de la route de Chancy sur le boulevard des Abarois nécessite la mise en œuvre de mesures de limitation des risques liés aux accidents majeurs qui sont détaillées dans le rapport succinct au sens de l'OPAM joint au dossier de requête en autorisation de construire.

Afin de limiter les risques d'atteinte à l'environnement (eaux de surface), la réalisation d'un bassin de sécurité de 30 m³ implanté au niveau du point bas à proximité du chemin de Borbaz est intégrée au projet.

Afin de limiter les risques sur la population sur le tronçon du boulevard situé entre le chemin de Borbaz et la bretelle autoroutière, un dispositif adéquat de limitation de la surface des nappes d'hydrocarbures susceptibles de se former a été intégré au projet afin de répondre aux exigences formulées par le SERMA.

Ce dispositif spécifique, mis en œuvre dans la berme végétalisée située au nord du boulevard, permet d'assurer l'évacuation rapide des hydrocarbures au moyen de seuils-avaloirs tout en maintenant l'infiltration diffuse et le traitement des eaux de ruissellement dans la berme végétalisée pour 95% du flux total de précipitations.

4.1.2.2 Description du concept retenu de gestion des eaux et du projet

Le concept de gestion des eaux décrit ci-après porte sur la conception du système de gestion, de prétraitement et d'évacuation des eaux de chaussée du futur boulevard, qui permet de répondre aux objectifs quantitatifs, qualitatifs et de protection contre les accidents majeurs décrits ci-avant. La conception définitive du système présenté ci-après a fait l'objet de coordinations avec les services cantonaux (OCEau, SERMA, OCGC) et d'adaptations successives aboutissant à un projet global optimal du point de vue des objectifs précités.

La collecte et le prétraitement des eaux de chaussée sont assurés, pour l'ensemble du périmètre de projet, par la mise en œuvre de fossés / noues de gestion et d'évacuation des eaux intégrés dans les bermes végétalisées prévues de part et d'autre de la chaussée du futur boulevard.

Pour le tronçon routier « Ouest » situé entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz, l'évacuation des eaux de chaussées depuis les bermes végétalisées vers l'exutoire du boulevard (réseau EP communal au droit du ch. de Borbaz d'écoulant vers le nord) sera assurée par la mise en œuvre d'un nouveau collecteur d'eaux de chaussées privé cantonal.

Concernant le tronçon « Est », compris entre la bretelle autoroutière et le chemin de Borbaz, l'évacuation des eaux de chaussée vers l'exutoire du boulevard sera mutualisée avec l'évacuation des eaux pluviales du quartier Bernex-Est assurée par la réalisation d'un nouveau collecteur EP secondaire prévu en synergie sous le boulevard des Abarois.

Les chapitres insérés ci-après décrivent de manière détaillée le système de gestion, de prétraitement et d'évacuation des eaux de chaussée pour les tronçons « Est » et « Ouest » mentionnés ci-avant.

Tronçon « Ouest » Aire-la-Ville - Borbaz

Le concept de gestion des eaux pluviales développé répond aux objectifs d'une gestion durable de l'eau en favorisant le principe d'une gestion à ciel ouvert permettant de préserver un cycle de l'eau non perturbé des points de vue quantitatif et qualitatif avec une économie des moyens mis en œuvre. Ce concept valorise l'alternance des voies de circulation avec les bermes végétales (largeur : env. 5m) avec un profil en travers général orienté Sud – Nord (voir Figure 5, Figure 6 et Figure 7).

Le principe général défini consiste à récolter par ruissellement de surface les eaux de chaque segment de chaussée dans la berme végétale située à l'aval de ce dernier, intégrant des noues sous la forme de cuvettes/rigoles filtrantes.

Pour des pluies jusqu'à un temps de retour de 1 an, la quasi-totalité du débit s'infiltré dans des tranchées filtrantes en sol reconstitué de granulométrie adéquate, d'une largeur de 1m et d'une longueur de 4 mètres situées entre chaque arbre implanté tous les 10 mètres, permettant d'assurer un traitement optimal de l'eau ruisselée évacuée à l'aval par un dispositif de drainage et de filtration (cf. Figure 5 et Figure 6). Les bermes seront aménagées par modules horizontaux de 10 à 20 m avec une géométrie spécifique (cf. schéma de principe et profil en long en Figure 6 et Figure 7) afin de permettre une mise en charge de l'eau sur une hauteur maximale de 15 à 20 cm pour favoriser l'infiltration lors de fortes pluies. Ces tranchées filtrantes s'interrompent au droit de chaque arbre pour assurer l'aménagement d'une fosse de plantation, composée d'un horizon A (40cm d'épaisseur), d'un horizon B (60cm d'épaisseur) et d'un horizon C (minimum 50cm d'épaisseur).

Ces tranchées filtrantes seront aménagées de manière à favoriser la percolation des eaux en direction de l'espace racinaire des arbres plantés, afin de contribuer à leur pérennité selon les principes du concept « Eau-sol-arbre ». Les eaux excédentaires sont récupérées dans un drain de récolte transversal mis en œuvre sous la tranchée de filtration et connecté à un collecteur acheminant les eaux vers les exutoires principaux.

Les aspects suivants sont également à prendre en considération :

- Afin de permettre l'infiltration efficace des eaux dans les tranchées filtrantes, la noue devra être aménagée sous la forme de paliers horizontaux délimités par des seuils de 15 à 20 cm de hauteur, d'une longueur comprise entre 10 et 20 m en fonction de la pente longitudinale de la chaussée.
- Pour des pluies plus intenses, d'un temps de retour compris entre 1 et 10 ans, le débit excédentaire ne pouvant s'infiltrer est évacué en surface dans le système de noues. Lorsqu'une noue est pleine, les eaux excédentaires s'écoulent « en cascade » au-dessus du palier en direction de la noue située à l'aval. Lors de pluies d'intensité maximale (T = 10 ans), la quasi-totalité de la largeur de la berme pourra être inondée sur une faible épaisseur et sur une courte durée).
- En aval de chaque système continue de noues, un ouvrage exutoire permettra de raccorder les eaux pluviales excédentaires, fortement laminées par l'effet de ruissellement dans les noues, dans le collecteur EP implanté sous le boulevard et raccordé au Nant de Lanance.

La définition et le dimensionnement du concept de gestion des eaux sont basés sur une division du boulevard en modules de 10 mètres, correspondant à la distance entre chaque arbre planté dans les bermes. Chaque module est ainsi équipé d'une tranchée filtrante, présentant les caractéristiques suivantes :

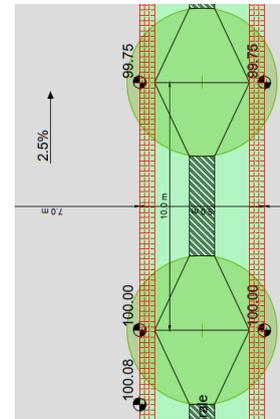
- Surface : 4m² (Longueur : 4m ; Largeur 1m)
- Profondeur : 1m (40 cm d'horizon A ; 60 cm de sable gravier)
- Perméabilité du filtre : 1 x 10⁻⁵ m/s
- Capacité d'infiltration : 0.5 l/min/m²
- Débit infiltré (par tranchée) : 0.033 l/s

Afin de permettre un fonctionnement optimal de la tranchée filtrante, les paramètres suivants sont à considérer :

- Horizon A : L'horizon doit présenter une teneur en humus d'environ 3% pour obtenir une épuration des eaux de route. Du point de vue de la granulométrie, les teneurs suivantes sont recommandées : plus de 50% de limons et sables fins, moins de 30% de grains > 2mm et 10 à 20% d'argiles.
- Filtre sablo-graveleux : La granulométrie recommandée est la suivante : 5 % de sables fins, 40 % de sables moyens, 40 % de sables grossiers, 15 % de graviers fins.

Les besoins en rétention à intégrer dans les bermes végétalisées ont été calculés sur la base des surfaces connectées à chaque filtre, pour un temps de retour T=1an, en considérant un rendement de 90% (infiltration de 90% des volumes de pluies annuelles, vérifié sur la base d'une simulation hydrodynamique du présent système sur le logiciel SWMM à l'aide d'une série de pluie continue sur une durée de 30ans).

Type de surface	Largeur [m]	Longueur [m]	Surface [m ²]	Cr [-]	Surface réduite [m ²]
Chaussée	7	10	70	0.9	63
Berme centrale enherbée	5	10	50	0.15	7.5
Total	-	-	120	0.59	70.5



Sur cette base, **les besoins en rétention pour chaque filtre infiltrant une longueur de chaussée de 10 m sont estimés à 0.7 m³.**

Chaque tranchée filtrante est équipée d'une tranchée transversale permettant de relier le filtre au collecteur d'évacuation des eaux situé sous la chaussée, afin d'évacuer le débit excédentaire après saturation de l'espace radulaire en direction des points de raccordement aux collecteurs EP principaux.

Vue aval

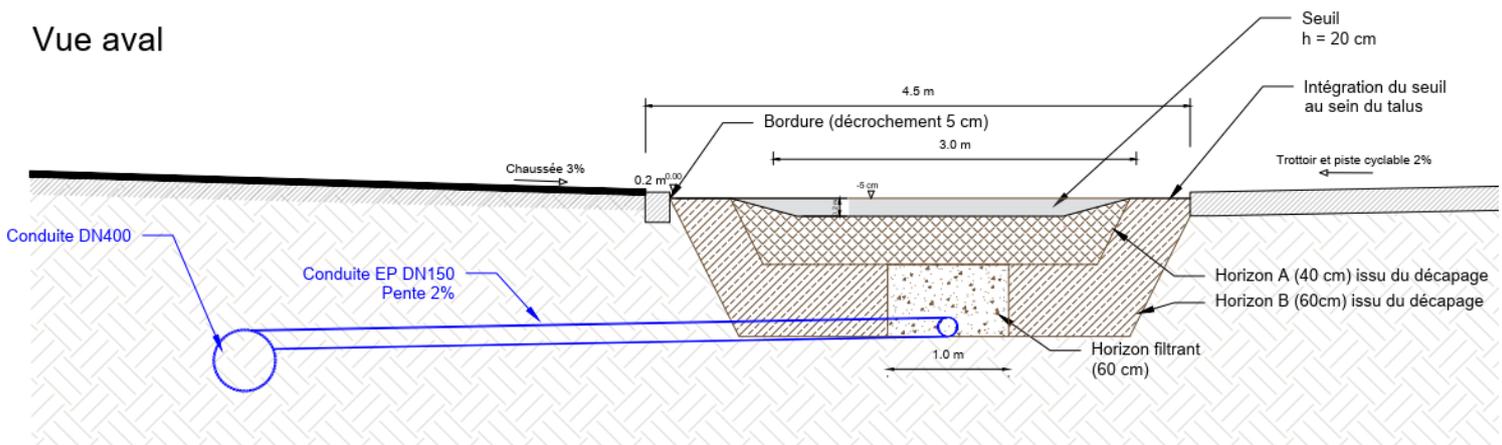


Figure 5 : Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Profil en travers d'un filtre

La configuration géométrique à mettre en œuvre au niveau des bermes végétalisées afin de concrétiser le concept défini et permettre la mise à disposition du volume de rétention nécessaire tout en considérant une bonne intégration paysagère et en garantissant la conformité par rapport aux exigences de sécurité routière est présenté sur le plan de principe et le profil en long ci-après.

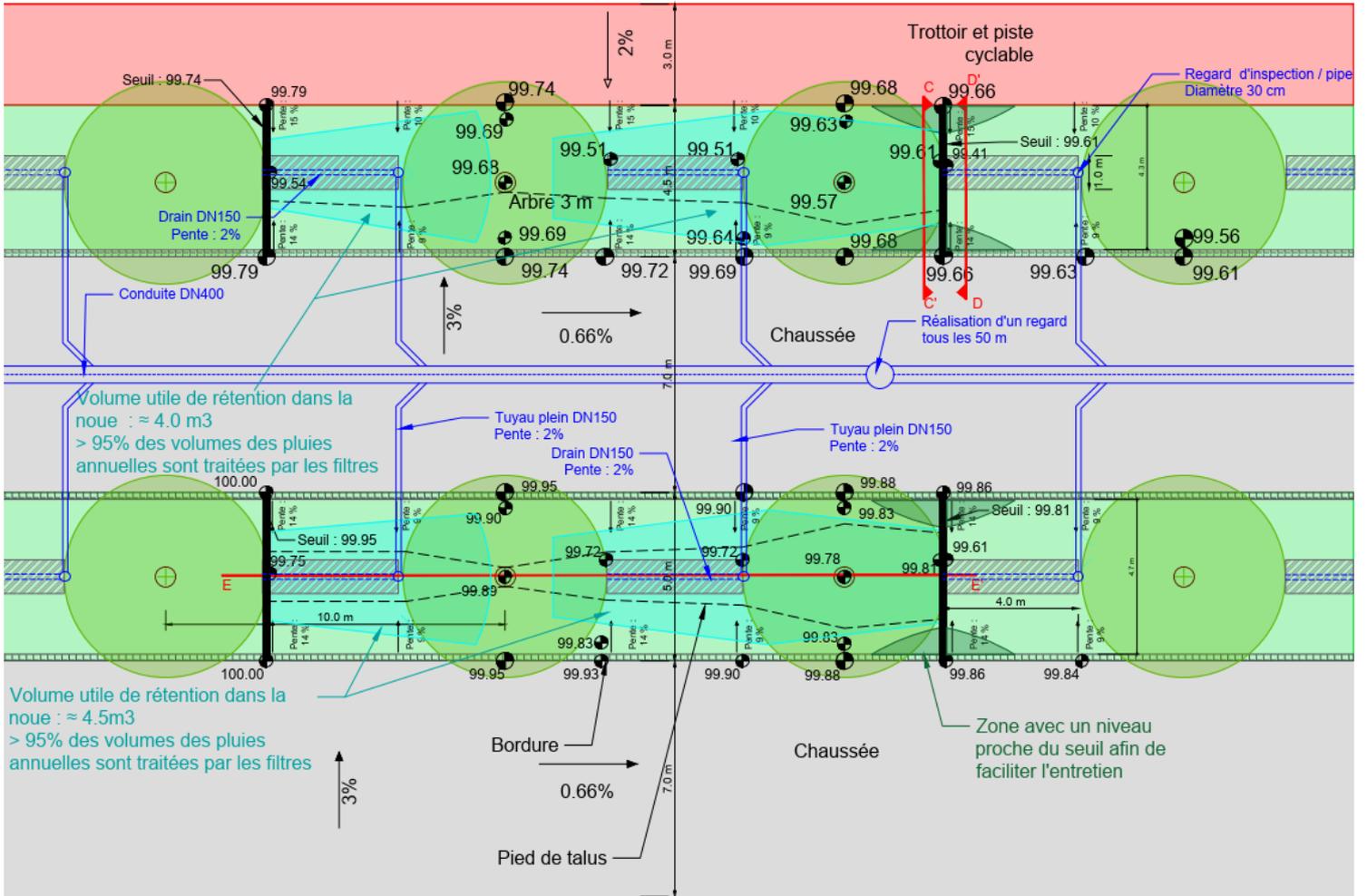


Figure 6: Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Plan de principe

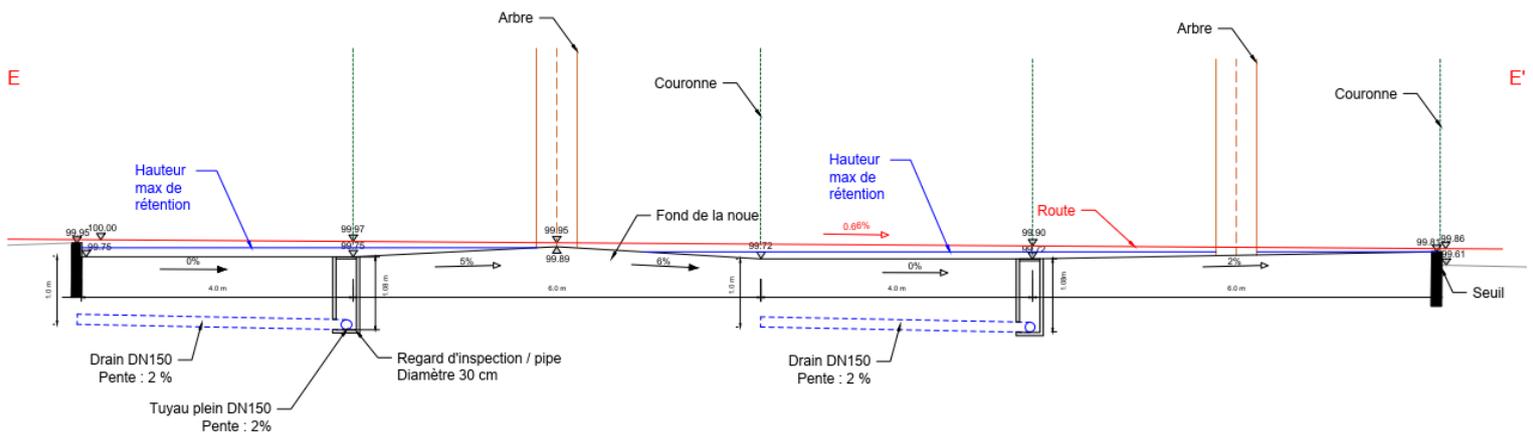


Figure 7: Schéma de fonctionnement hydraulique du système de gestion des eaux de chaussée - Profil en long E-E'

Le dispositif d'infiltration des eaux dans les bermes végétalisées assure également une rétention des polluants dans les bermes végétalisées dans le cas d'un déversement de polluants à la suite d'un accident sur un tronçon du boulevard. La marge de dimensionnement prévue pour l'assainissement des eaux du boulevard permet de concentrer et de retenir les polluants sur un linéaire de bermes végétalisées limité. Les volumes de sol ainsi contaminés devront être évacués selon la législation en vigueur et remplacés par des sols non pollués.

La gestion des eaux de ruissellement pour les différents temps de retour peut être synthétisée comme suit :

- **T = 1 an** : La quasi-totalité du volume de pluie est infiltrée et prétraitée dans les filtres aménagés dans les bermes végétalisées
- **T = 10 ans** : Infiltration d'une fraction du volume dans les filtres et ruissellement « en cascade » du surplus entièrement confiné dans les bermes
- **T > 10 ans** : Le projet présente des marges de dimensionnement permettant de contenir l'ensemble des écoulements à l'intérieur des bermes végétalisées jusqu'aux points de raccordement aux collecteurs d'évacuation.
- **T >> 10 ans** : Pour des événements exceptionnels, le concept et la géométrie développés assurent un déversement contrôlé de manière diffuse en direction des chaussées à l'aval, puis convergeant avec des hauteurs d'écoulement limitées (< 0.2 cm) vers le point bas topographique global situé au niveau du chemin de Borbaz.

En complément au système de noues « en cascade » aménagées dans les bermes végétalisées, le tronçon ouest du boulevard intègre la réalisation d'un fossé d'évacuation des eaux de ruissellement en provenance de la zone agricole située au sud du boulevard. En effet, le boulevard étant principalement réalisé en remblais, l'axe d'écoulement de surface préférentiel sera interrompu dans la zone agricole. La réalisation d'un fossé, d'une profondeur maximale de 40cm, en bordure sud du boulevard permet de récolter les eaux de ruissellement et de les évacuer vers le réseau d'assainissement de eaux pluviales du boulevard (cf. Figure 8).

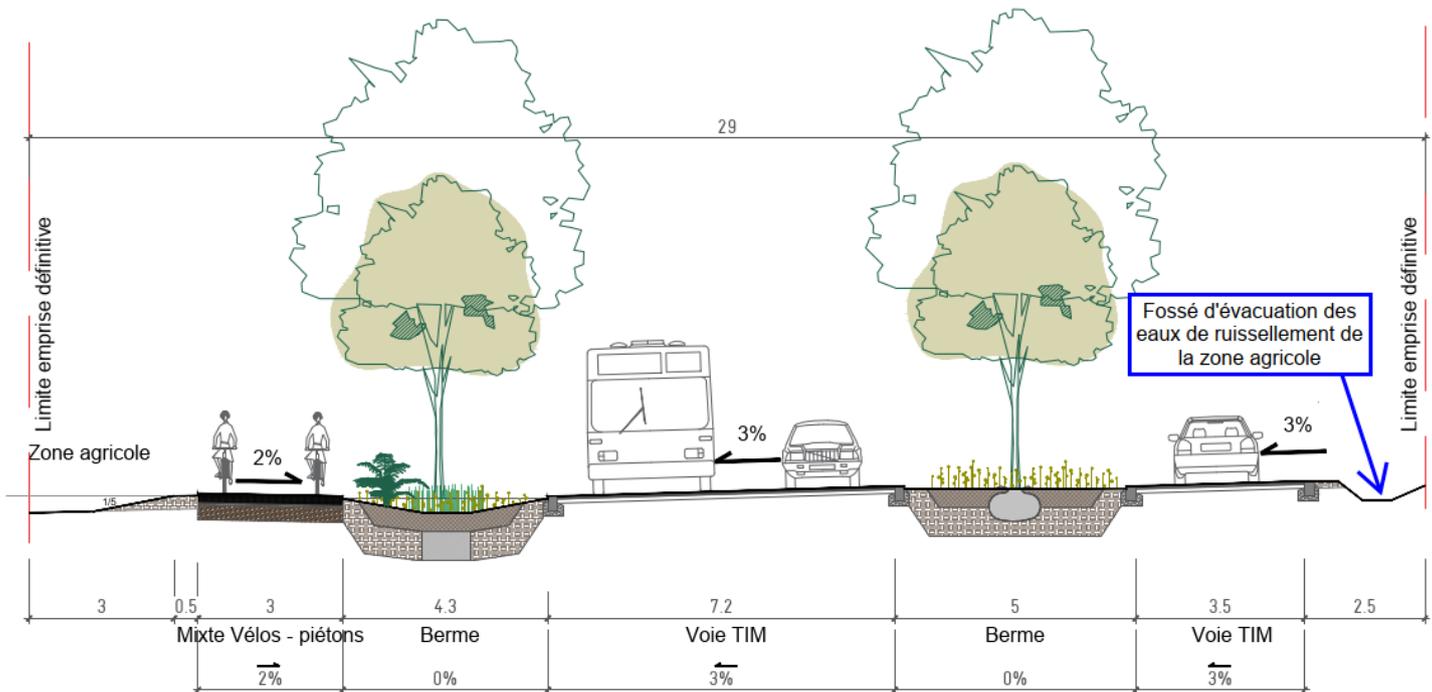


Figure 8: Implantation du fossé d'évacuation des eaux de ruissellement de la zone agricole

Tronçon « Est » Borbaz – Bretelle

Le concept de gestion des eaux pluviales de ce tronçon est identique à celui du tronçon « ouest » situé entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz décrit de manière détaillée dans le chapitre précédent. Le concept répond aux objectifs d'une gestion durable de l'eau en favorisant le principe d'une gestion à ciel ouvert permettant de préserver un cycle de l'eau non perturbé des points de vue quantitatif et qualitatif, tout en intégrant les contraintes liées à l'OPAM en assurant une évacuation rapide des liquides inflammables en cas d'accident afin de limiter la surface des nappes susceptibles de se créer.

La géométrie des noues et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques ont été développés pour les tronçons de la route avec une pente longitudinale du boulevard à 0.57 % et 2.75 %.

Du Sud au Nord, quel que soit le tronçon de la route, ce bassin versant est caractérisé par l'alternance :

- D'une chaussée avec un dévers latéral de 3% et une largeur de 7m
- D'une noue de 5 m de largeur
- D'une chaussée avec un dévers latéral de 3% et une largeur de 7m
- D'une noue de 4.5 m de largeur
- D'un trottoir et d'une piste cyclable avec un dévers latéral de 2% et une largeur de 3m

De manière générale, afin de permettre un fonctionnement optimal des noues filtrantes, les paramètres suivants sont à considérer :

- Horizon A : L'horizon doit présenter une teneur en humus d'environ 3% pour obtenir une épuration des eaux de route. Du point de vue de la granulométrie, les teneurs suivantes sont recommandées : plus de 50% de limons et sables fins, moins de 30% de grains > 2mm et 10 à 20% d'argiles.

Cet horizon sera principalement issu du décapage et aura une épaisseur projetée de 40 cm.

- Horizon B : Cet horizon sera issu du décapage. L'épaisseur projetée sera de 60 cm.
- Filtre sablo-graveleux : La granulométrie recommandée est la suivante : 5 % de sables fins, 40 % de sables moyens, 40 % de sables grossiers, 15 % de graviers fins.

Ce filtre sera mis en œuvre sur une épaisseur de 60 cm. Il sera complété par un drain DN150 mis en place à la base du filtre, afin de récupérer les eaux pluviales et les diriger vers le réseau de collecte des eaux pluviales situé sous la chaussée.

Une pipe de rinçage devra être installée au besoin sur le drain du filtre afin de garantir un entretien adéquat de ce dernier par curage.

La géométrie des noues a été conçue afin de répondre aux différentes contraintes et exigences hydrauliques, de sécurité en cas d'accident majeur, de prétraitement des eaux, d'intégration paysagère et de sécurité routière.

Concernant le respect des exigences liées à l'OPAM pour la protection de la population, elle implique en particulier de limiter les surfaces de nappes d'hydrocarbures susceptibles de s'enflammer à un maximum de 170 m² pour la berme nord uniquement, située au droit du front bâti implanté au nord du boulevard. Cette exigence implique de compléter le dispositif d'infiltration de la berme nord mis à contribution pour des pluies de temps de retour de 1 an par un dispositif d'évacuation de grande capacité activé lors de déversements accidentels.

Le cas de figure déterminant selon l'OPAM est constitué par le scénario de « fuite instantanée » qui implique l'évacuation d'un déversement d'hydrocarbures d'environ 20 tonnes (env. 27 m³ en considérant une densité de 0.75 to/m³) sur une durée de 50 secondes, correspondant à un débit de pointe à évacuer d'environ 550 l/s.

Afin de répondre à cette exigence, un concept systématique a été développé pour la berme nord uniquement (situé au point bas du dévers de la route) selon les coordinations effectuées avec le SERMA. Ce concept comprend les éléments spécifiques ci-après :

- La mise en œuvre de caniveaux / avaloirs intégrés aux seuils à l'amont de chaque palier, séparés d'une distance de 10 à 20m selon la pente longitudinale du boulevard ;
- En considérant une capacité d'évacuation de chaque avaloir de l'ordre de 290 l/s, et donc un débit surversé sur le palier suivant de l'ordre de 260 l/s, le système conçu permet d'évacuer la totalité du débit de pointe de 550 l/s sur 2 paliers de noues successives au maximum ;
- Les avaloirs sont disposés à une hauteur de 10cm par rapport au fond de la berme du palier amont, permettant de garantir un volume de rétention avant surverse suffisant pour garantir l'infiltration intégrale et ainsi le prétraitement des eaux de chaussée jusqu'à un temps de retour de 1 an ;
- Une géométrie spécifique établie pour chaque noue en fonction des sections routières différentes selon leur pente longitudinale, implantée avec une légère dépression par rapport à la route, permettant l'activation de la surverse uniquement dans un second temps, notamment pour des pluies avec un temps de retour supérieur à 1 an, ou lors d'un déversement accidentel important ;

- Du côté du trottoir et de la piste cyclable, une butée de 20 cm sera mise en place pour stopper l'écoulement des hydrocarbures en cas de déversement accidentel dans la noue. Du côté de la chaussée, une bordure de 20 cm de largeur sera mise en œuvre. De plus, un décrochement de 5 cm sera réalisé, afin de ne pas impacter la sécurité routière.

La coupe-type insérée en Figure 9 ci-après illustre la géométrie des noues pour la berme nord intégrant le caniveau / avaloir pour l'évacuation des débits de pointe en cas de déversement accidentel.

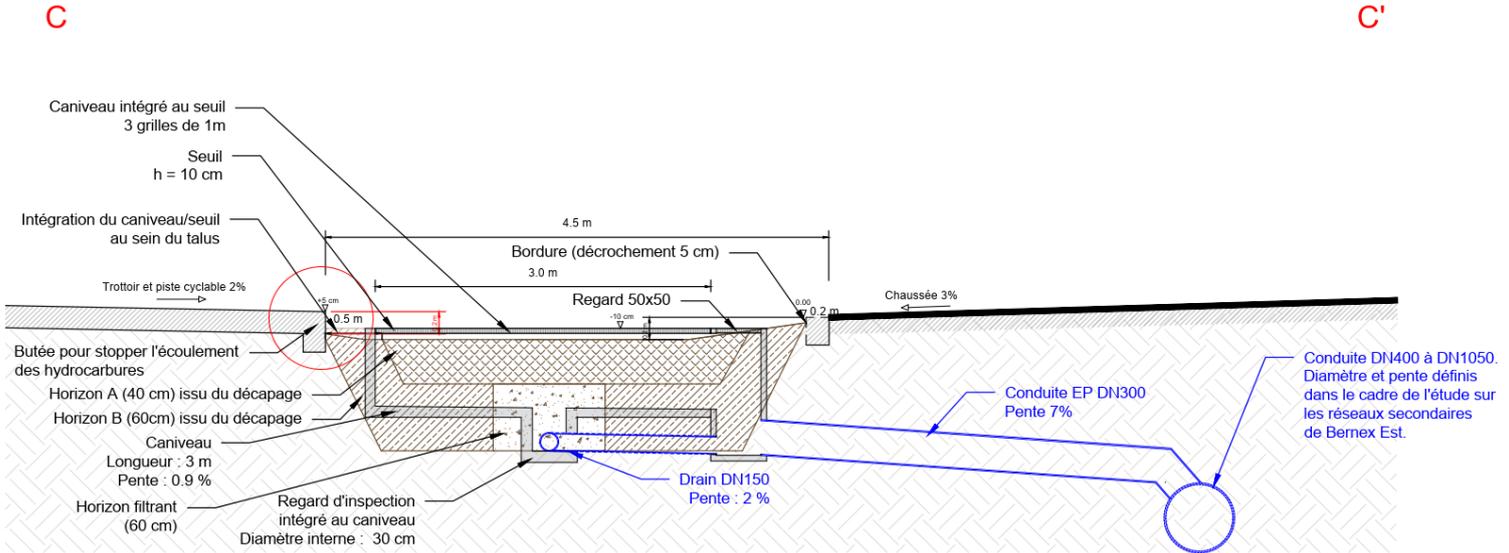


Figure 9 : Coupe-type noue – Berme Nord

Pour la berme centrale, leur conception est identique aux noues du secteur « Ouest » décrit dans le chapitre précédent (exigences moins contraignantes d'évacuation des déversements accidentels selon le scénario de « fuite instantanée »). Ces noues incluent notamment des bordures de 20 cm de largeur aux limites avec les chaussées. De plus des décrochements de 5 cm aux jonctions avec les chaussées seront réalisés afin de ne pas impacter la sécurité routière. La mise en œuvre de seuils transversaux dans chaque berme permettra de garantir l'infiltration de plus de 95% du volume des pluies annuelles pour le prétraitement des eaux de chaussées dans les filtres. La coupe-type insérée en Figure 10 ci-après illustre la géométrie des noues pour la berme centrale.

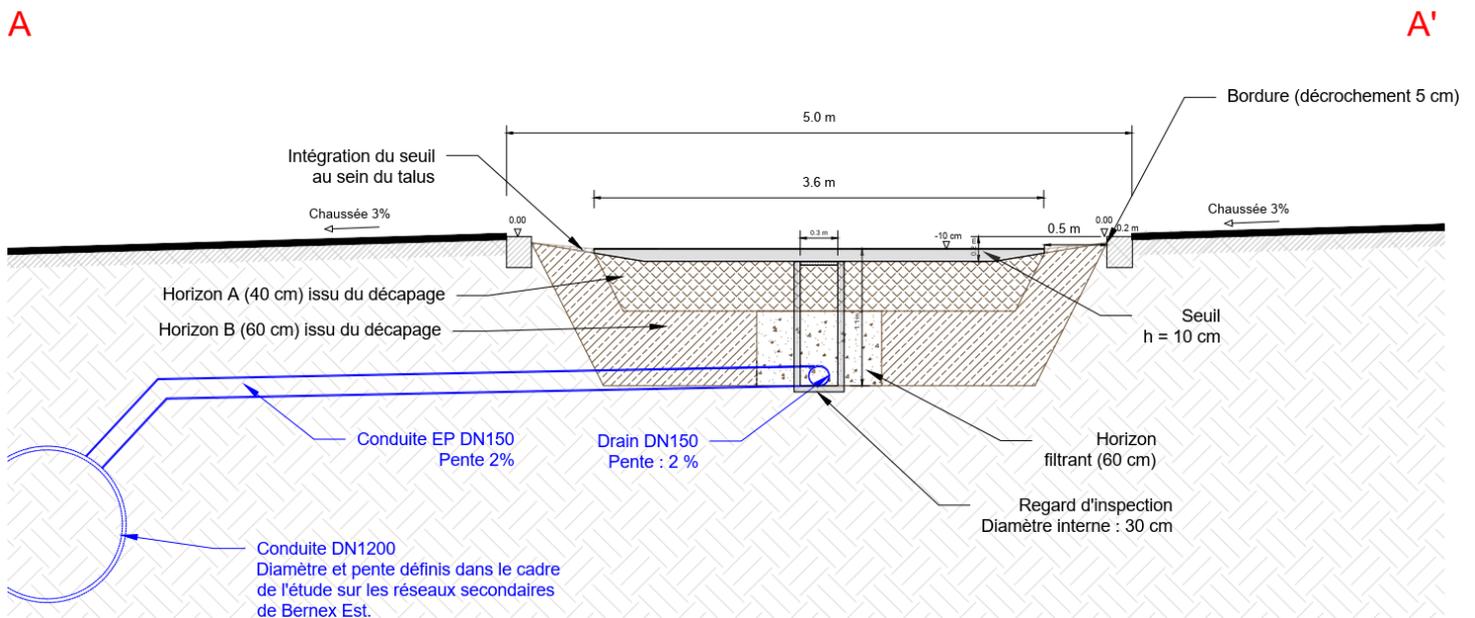


Figure 10 : Coupe-type noue - Berme centrale

Comme décrit précédemment, la configuration des bermes végétalisées dépend de la pente longitudinale de la route au droit du tronçon considéré. Deux cas de figure principaux sont à distinguer.

Pour une pente longitudinale de la route de 0.57% (soit entre la bretelle autoroutière à l'est et le chemin du Grouet à l'ouest), les bermes seront aménagées par des modules horizontaux de 20 m linéaire avec une géométrie spécifique, qui se répètent de manière régulière. Chaque module est composé d'une alternance de deux arbres et deux filtres (voir Figure 11 ci-dessous).

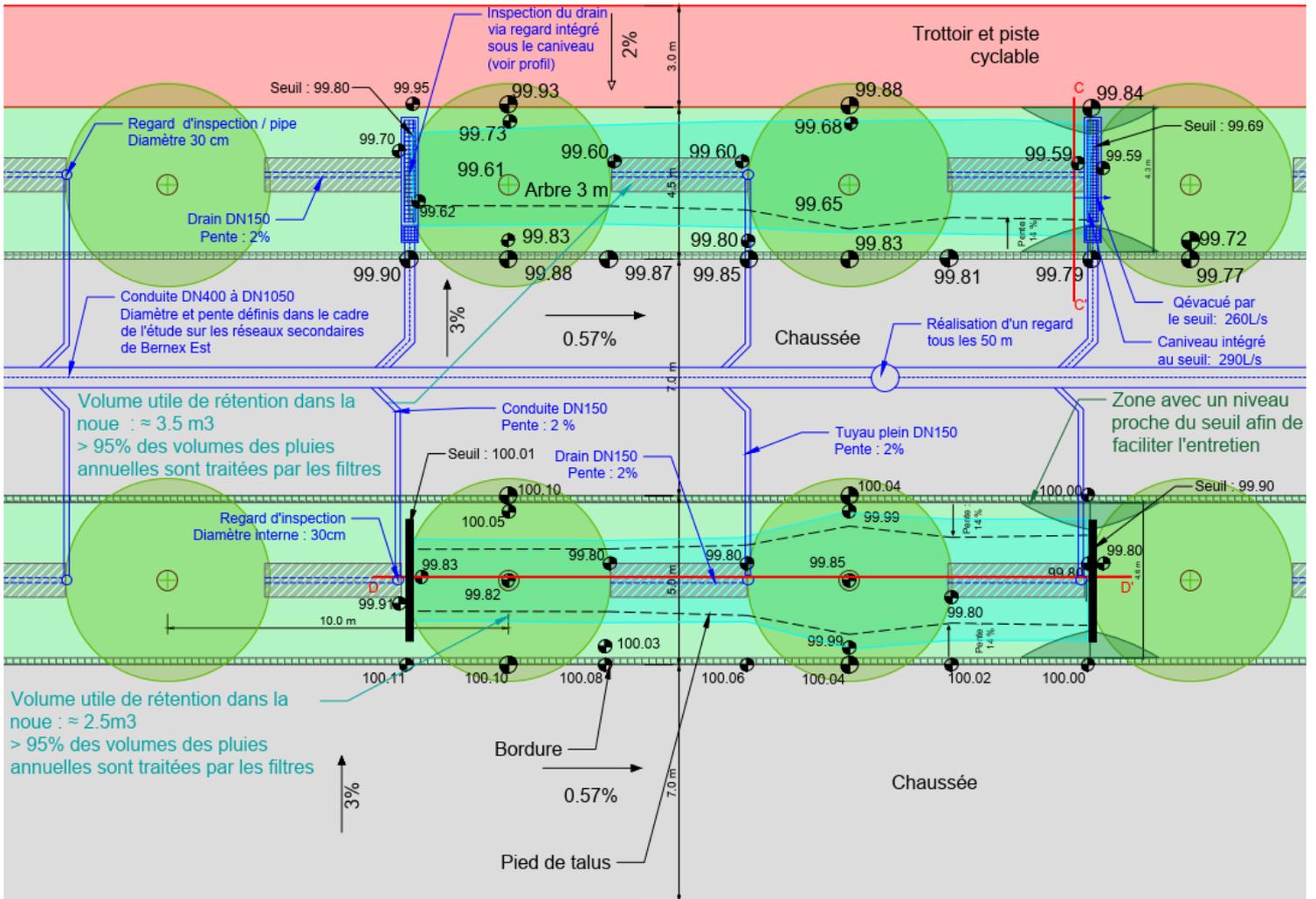


Figure 11 : Géométrie des bermes végétalisées (centrale : en bas ; nord : en haut) – Tronçon Grouet – Bretelle (pente = 0.57%)

Pour une pente longitudinale de la route de 2.75% (soit entre le chemin des Rouettes à l'est et le chemin de Borbaz à l'ouest), les bermes seront aménagées par des modules horizontaux de 10 m linéaire avec une géométrie spécifique, qui se répètent de manière régulière. Chaque module est composé d'une alternance d'un arbre et d'un filtre (voir Figure 12 ci-dessous).

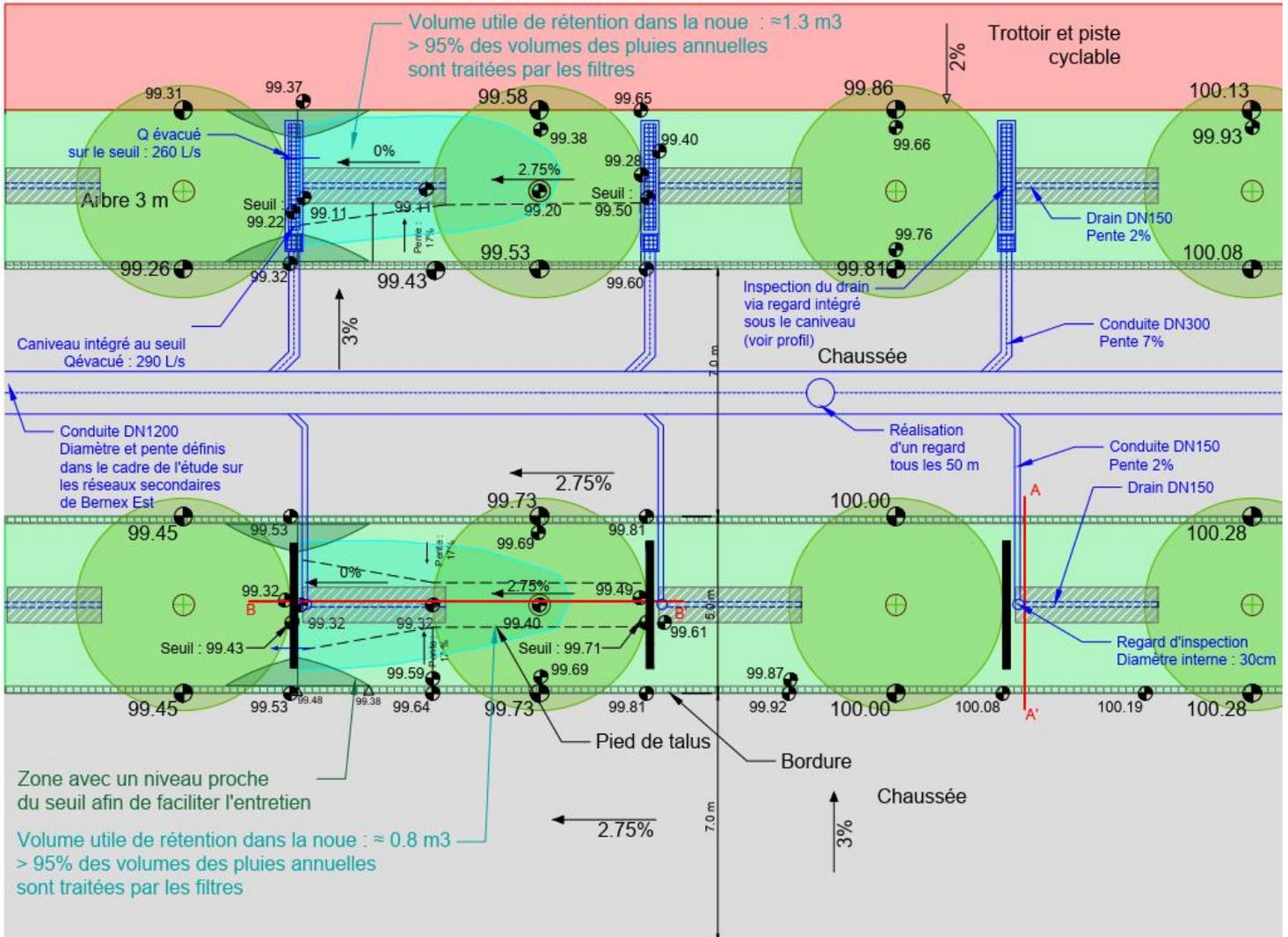


Figure 12 : Géométrie des bermes végétalisées (centrale : en bas ; nord : en haut) – Tronçon Borbaz – Rouettes (pente = 2.75%)

En ce qui concerne la maîtrise des risques OPAM pour les atteintes à l'environnement, notamment pour les eaux de surface, le projet intègre également la mise en œuvre d'un bassin de sécurité OPAM d'un volume utile de 30 m³ situé en aval du bassin-versant, équipé d'une vanne de fermeture. Ce bassin, implanté à l'intersection avec le chemin de Borbaz, permettra de retenir les polluants n'ayant pas transité ou été retenus dans les filtres aménagés dans les bermes végétalisées.

4.1.2.3 Conception et dimensionnement du collecteur secondaire EP principal de Bernex Est

Le concept de gestion des eaux du boulevard des Abarois s'inscrit dans la gestion globale des eaux du projet de Bernex-Est et du Grand Projet Bernex nord. En effet, la réalisation d'un nouveau réseau secondaire permettant d'évacuer les eaux pluviales des nouveaux quartiers prévus dans le cadre des GP Bernex Est et Bernex Nord est prévue.

Une branche principale de ce réseau, d'un diamètre nominal variant entre DN400 et DN1200, sera notamment implantée sous l'emprise de chaussée du boulevard en direction de la route d'Aire-la-Ville, et pourra être utilisée pour récolter les eaux de ruissellement du boulevard entre la bretelle autoroutière et le chemin de Borbaz.

Sur la base de l'avant-projet établi par la commune, plusieurs branches se raccorderont à terme à ce collecteur EP secondaire, rendant nécessaire la réalisation anticipée de quatre traversées du boulevard, représentées à la Figure 13 ci-après.

Le dimensionnement du nouveau réseau secondaire a été effectuée dans le cadre du présent projet de boulevard au moyen d'une modélisation hydrodynamique sur le logiciel EPA SWMM, intégrant également les débits de pointe générés par les quartiers (existants et futurs) connectés à ce réseau, et en ajoutant les débits déversés par le boulevard des Abarois.

Les aménagements prévus pour le boulevard ne sont pas de nature à induire une production d'eaux usées. En revanche, l'assainissement des nouveaux quartiers impliquera le passage de nouvelles canalisations d'eaux usées prévues dans le cadre du développement de la zone urbanisée de Bernex Est sous le tracé du boulevard. Les traversées devront donc être réalisées lors de la construction du boulevard en tenant compte des contraintes de raccordement (profondeur, diamètre, ...) liées à la reprise des réseaux existants et des réseaux futurs. Conformément à la Figure 13, deux traversées sont à prévoir pour des collecteurs gravitaires d'eaux usées. À cela s'ajoute une traversée pour une conduite d'eaux usées sous-pression à l'extrémité est du boulevard.



Echelle
1 : 4'000

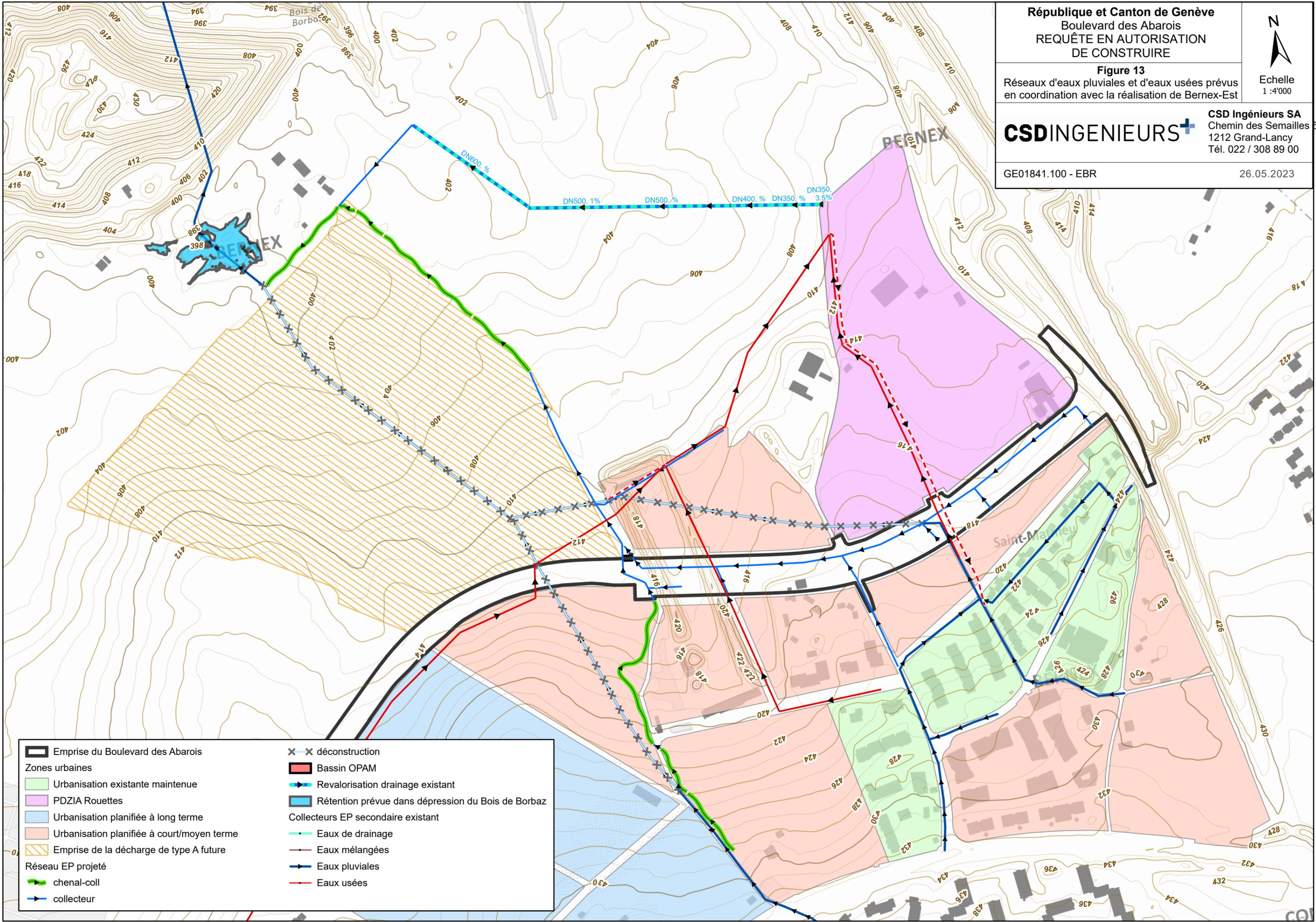
Figure 13
Réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées prévus
en coordination avec la réalisation de Bernex-Est

CSDINGENIEURS+

CSD Ingénieurs SA
Chemin des Semailles 50
1212 Grand-Lancy
Tél. 022 / 308 89 00

GE01841.100 - EBR

26.05.2023



- | | |
|--|--|
| Emprise du Boulevard des Abarois | déconstruction |
| Zones urbaines | Bassin OPAM |
| Urbanisation existante maintenue | Revalorisation drainage existant |
| PDZIA Rouettes | Rétention prévue dans dépression du Bois de Borbaz |
| Urbanisation planifiée à long terme | Collecteurs EP secondaire existant |
| Urbanisation planifiée à court/moyen terme | Eaux de drainage |
| Emprise de la décharge de type A future | Eaux mélangées |
| Réseau EP projeté | Eaux pluviales |
| chenal-coll | Eaux usées |
| collecteur | |

4.1.3 Ecoconception

Le projet du boulevard des Abarois intègre les principes liés à l'écoconception selon les principes définis par l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED), le Plan Cantonal de gestion des déchets (PGD) 2020-2025 adopté par le Conseil d'Etat en juin 2020, ainsi que la Directive sur le choix des matériaux de construction édictée par le Conseil d'Etat le 26 juin 2013, notamment les aspects liés à la gestion des déchets de chantier et à la circularisation des ressources. Le PGD fixe les objectifs en matière de gestion de déchets et les mesures à mettre en œuvre pour les atteindre. Un volet du PGD est dédié aux déchets de chantiers, notamment avec la mesure suivante :

- Mesure DC1 : Utiliser les déchets minéraux comme matériaux de construction

MESURE DC1 UTILISER LES DÉCHETS MINÉRAUX COMME MATÉRIEAUX DE CONSTRUCTION

AXE 2		AMÉLIORATION DU TRI ET DE LA VALORISATION DES DÉCHETS	
PILOTAGE	GESDEC	Parties prenantes et mise en œuvre	Canton, communes, IDP, entreprises de la construction et de la fabrication de matériaux de construction

CONTEXTE

Avec une production d'environ 300'000 tonnes par an, les bétons de déconstruction issus des chantiers genevois représentent l'équivalent d'un quart des graviers prélevés à Genève pour la production de béton. La très grande majorité de ces bétons de déconstruction est utilisée sous forme de graves non liées, c'est-à-dire comme substitut du gravier pour des remblais par exemple et non pour refaire du béton. Le constat est identique pour les matériaux bitumineux qui ne sont que très peu ré-incorporés à des enrobés de recyclage.

Cette mesure vise à « boucler la boucle » des matières: le béton doit être exclusivement utilisé pour la fabrication de béton, et les enrobés pour la fabrication d'enrobés. Elle donne un cadre aux institutions publiques (Etat de Genève, IDP, communes) afin de changer les habitudes et pratiques actuelles. Elle

s'inscrit dans le cadre du programme ECOMAT[®] porté par le GESDEC.

DESCRIPTION DE LA MESURE

Réalisation systématique, au stade de l'avant-projet de l'ouvrage, pour les chantiers publics (Etat, communes, IDP), d'un rapport sur le choix des matériaux de construction évaluant les possibilités d'utiliser des matériaux recyclés et d'optimisation des volumes à terrasser.

Utilisation de matériaux recyclés comme solution de base dans les soumissions des chantiers publics avec indication du pourcentage minimal à respecter, y compris pour les enrobés bitumineux lorsque la qualité technique le permet.

Interdiction d'utiliser les matériaux bitumineux issus des déconstructions pour la fabrication de graves non liées.

PRINCIPALES ÉTAPES ET ÉCHÉANCES

ÉTAPES	2021	2022	2023	2024	2025
Réalisation systématique d'un rapport sur le choix des matériaux de construction		●	●	●	●
Utilisation de matériaux recyclés comme solution de base dans les soumissions des chantiers publics		●	●	●	●
Interdiction d'utiliser les bétons issus des déconstructions sous forme non liée (retour à la matière)		●			
Interdiction d'incorporer les matériaux bitumineux dans des graves de remblayage			●		

Figure 14: Fiche de mesure DC1 - Plan Cantonal de gestion des déchets 2020-2025

Ces principes sont en particulier intégrés au niveau de la limitation des matériaux d'excavation excédentaires à évacuer au moyen de l'optimisation de l'implantation altimétrique du projet et des possibilités de réutiliser les matériaux excavés en tant que remblais dans le cadre du chantier.

Concernant l'utilisation de matériaux recyclés pour la réalisation des chaussées, celle-ci est compatible (a minima pour les couches de base) avec le revêtement routier sélectionné pour le boulevard des Abarois, constitué de granulats clairs. L'utilisation de grave recyclée de type B 0/45 est ainsi prévue sur une épaisseur de respectivement 60 cm au minimum pour les voies de circulation TIM/TP et 40 cm au minimum au droit des voies dédiées à la mobilité douce (piétons et cycles). Des pistes complémentaires pour l'utilisation de matériaux recyclés seront développées lors de l'établissement des dossiers d'appel d'offres et du projet d'exécution, en concertation avec l'entreprise responsable des travaux de génie civil. Les pistes suivantes pour l'utilisation de matériaux recyclés seront notamment développées :

- Utilisation (partielle) de matériaux recyclés pour la réalisation des couches supérieures des chaussées ;
- Utilisation de fraisat d'enrobé pour les revêtements des zones de stockage et de la piste de chantier ;
- Utilisation d'enrobés recyclés pour les pistes de chantier ;

4.1.4 Concept d'éclairage du boulevard

Le concept d'éclairage s'intègre à la nouvelle stratégie cantonale OPTIMALUX qui vise à l'extinction totale et définitive (sans tranches horaires) du réseau d'éclairage public situé sur le domaine public cantonal, à l'exception des passages piétons (y compris leurs zones d'approches) et des zones d'exception, soit les espaces où, du fait du cadre législatif en vigueur ou des besoins humains de lumière manifestes, cette dernière est nécessaire, mais pas forcément de manière continue (exemple: traversée de localité, abords de lieu spécifique, hôpitaux, etc.).

Dans le cas du boulevard des Abarois, les carrefours, les axes pour la mobilité douce et la connexion avec la bretelle autoroutière sont éclairés dans la séquence urbaine du boulevard (Borbaz – Bretelle). Pour la séquence agricole du boulevard (Aire-la-Ville – Borbaz), aucun éclairage n'est prévu.

Pour la traversée piétonne prévue au niveau du chemin de Borbaz, celle-ci ne sera pas éclairée. Afin de garantir la sécurité des utilisateurs un revêtement piéton continu et surélevé sera aménagé. Des rampants seront également installés sur les chaussées des voies de circulation, à l'amont et à l'aval de la traversée piétonne.

La stratégie définitive d'éclairage du boulevard sera élaborée lors des phases ultérieures, en consultation avec un éclairagiste mandaté.

4.1.5 Coordination avec les projets connexes

Le tracé du boulevard des Abarois se situe en partie au droit d'une conduite exploitée pour le chauffage à distance et intégrée au réseau structurant CADIOM. Cette conduite véhicule plus de 280 GWh/an d'énergie par année, soit plus de 5 % de l'approvisionnement en chaleur du Canton, et constitue ainsi la principale source d'énergie non-fossile des réseaux CADIOM et CAD SIG à ce jour. L'équivalent-énergie de 45'000 ménages en dépendent. Les travaux de déviation ont fait l'objet d'une coordination avec les SIG pour définir les contraintes de réalisation et les opportunités d'intégration d'autres réseaux énergétiques (p. ex. CAD SIG Rive Gauche).

Le dévoiement du réseau CADIOM fait l'objet d'une étude séparée. Cependant, le positionnement de ce réseau sous les voies de circulation en direction de la bretelle autoroutière a été validé en le scindant en 2 tronçons : un tronçon posé à l'aide de précontrainte thermique et un tronçon posé de manière standard. Les mesures d'accompagnements suivantes sont prévues :

- Minimisation des coupures du réseau CADIOM pendant les travaux de dévoiement et concentration de celles-ci lors de la période estivale (période d'arrêt des fours d'incinération des Cheneviers) ;
- Suppression de la chambre CADIOM située au carrefour entre le futur boulevard des Abarois et le chemin de Grouet et remplacement par des vannes de taille plus modeste.

Un tronçon du CAD SIG Rive Gauche est également planifié dans le périmètre du projet, et permettrait de desservir les futurs quartiers développés dans le cadre du PDQ Bernex-Est. Ce tronçon serait à terme situé

sous les voies de circulation réservées pour les bus, dont la réalisation est prévue dans un horizon de planification plus lointain.

L'intégration de ces projets connexes dans le cadre du projet de boulevard des Abarois est opérée dans un objectif de facilitation de la transition énergétique de ce secteur du territoire cantonal.

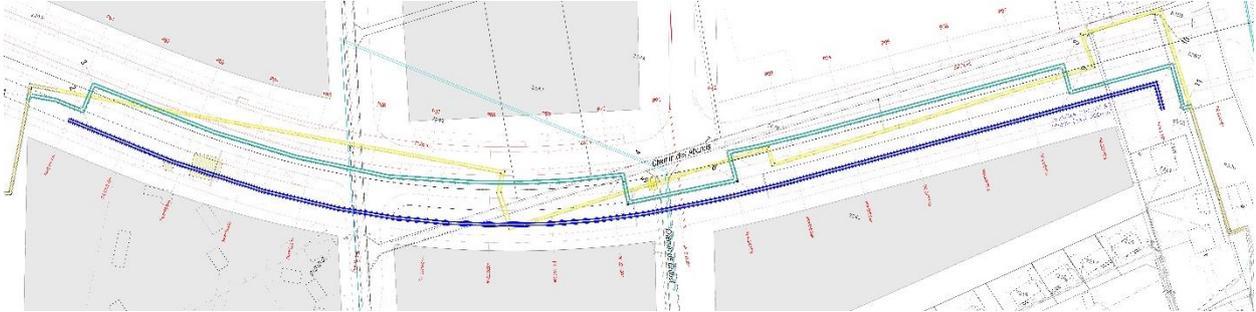


Figure 15: Dévoiement du CADIOM (ancien tracé en jaune, futur tracé en bleu clair) et tracé prévu pour le projet de CAD SIG Rive Gauche (bleu foncé)

4.2 Conformité avec l'aménagement du territoire et justification du projet

Le projet de boulevard des Abarois est prévu par le Plan Directeur cantonal (PDCn 2030) dont la première mise à jour a été adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par la Confédération le 18 janvier 2021, dans le cadre de la concrétisation du Grand Projet Bernex afin d' « assurer l'accessibilité et la desserte locale des nouveaux quartiers et favoriser le report du trafic de transit en dehors des zones habitées et de la route de Chancy, pour assurer un fonctionnement optimal du tramway. Cette route sera structurée en boulevard urbain paysager, dialoguant avec le futur tissu bâti, les espaces publics et la trame paysagère des quartiers. ».

La nécessité de réaliser le boulevard des Abarois est en outre intégrée au Plan Directeur de Quartier Bernex-Est (PDQ Bernex-Est N° 29948-507-517) adopté par le Conseil d'Etat le 26 avril 2017.

Le projet de boulevard des Abarois, développé selon la variante retenue par le COPIL du Grand Projet Bernex lors de la séance du 26 novembre 2021, répond aux exigences suivantes en matière de conformité à l'aménagement du territoire :

- Il est conforme au Plan Directeur cantonal, qui répond notamment aux objectifs suivants :
 - Concrétisation du concept d'agglomération franco-valdo-genevoise « multipolaire, compacte et verte » ;
 - Coordination optimale entre les domaines de l'aménagement du territoire et des transports, notamment avec les axes de tramways, dans l'optique de minimiser les prestations kilométriques sur l'ensemble de l'agglomération, et par conséquent les émissions de gaz à effet de serre ainsi que les polluants atmosphériques de portée locale ;
 - Préservation des espaces agricoles, naturels et paysagers de l'agglomération en évitant l'étalement urbain tel que subi actuellement.
- Il assure un équilibre entre les objectifs climatiques, paysagers et de préservation des ressources par la mise en œuvre :
 - De voies de circulation dévolues aux différents modes de transport (transport individuel motorisé, transports publics et mobilité douce) avec une évolutivité qui permet de répondre aux besoins au gré des étapes d'urbanisation du Grand Projet Bernex ;
 - D'une arborisation généreuse et une gestion des eaux à ciel ouvert permettant d'apporter une plus-value paysagère tout en rafraîchissant l'axe par les ombres portées des couronnes sur les surfaces minérales à faible albédo et par le processus d'évapotranspiration ;
 - D'une consommation de SDA réduite à son optimum. En complément, le plan sectoriel SDA remanié, adopté par le Conseil fédéral le 8 mai 2020, attribue au canton de Genève une

surface d'assolement minimale à maintenir à long terme de 8'400 ha. Le projet de boulevard des Abarois ainsi que les projets d'urbanisation connexes étant inscrits dans le PDCn 2030 en force, ceux-ci ont été inscrits dans l'instrument du monitoring de l'espace rural qui inventorie l'ensemble des futures pertes de SDA. Selon les dernières données du monitoring, validées par la Confédération dans le cadre de l'adoption de la première mise à jour du PDCn intervenue en janvier 2021, les pertes de SDA induites par le projet de boulevard des Abarois (i.e. 2.1 hectares) ne remettent pas en cause le respect du quota minimum de SDA du canton fixé à 8'400 hectares ;

- Il produit, en période estivale et de canicule, un rayonnement infrarouge très modéré par rapport à celui de la plaine agricole environnante, ainsi que des courants d'air induits par les déplacements de véhicules et le décollement des bulles thermiques collées au sol le long de l'axe ;
- Il garantit la possibilité d'une réponse immédiate à l'évolutivité des habitudes de transport et au nécessaire report modal pour atteindre les objectifs du plan climat cantonal 2030. À noter que la variante « enterrée » de l'ouvrage, écartée par le COPIL du Grand Projet Bernex lors de la séance du 4 mars 2021, ne permettait pas de reconversion territoriale et nécessitait la construction immédiate d'un ouvrage surdimensionné répondant aux besoins de mobilités de l'ensemble du Grand Projet Bernex ;
- Il facilite une intégration paysagère discrète et affirmée à la fois, avec un développement paysager et une arborisation en phase avec l'avancement du Grand Projet Bernex.
- Il permet une empreinte carbone optimisée en phase de chantier, en comparaison avec un ouvrage enterré nécessitant par exemple d'importantes quantités de béton et d'acier, ainsi que de nombreux transports par poids-lourds pour stocker et/ou évacuer les matériaux d'excavation. En effet, la topographie naturelle du site, avec une différence d'altitude de plus de 8 mètres entre le chemin de Borbaz et les autres voies de circulation existantes (chemin des Rouettes et route d'Aire-la-Ville), accentuant la longueur potentielle des trémies d'accès et de sortie.
- Il apaise la route de Chancy qui est, à l'heure actuelle, la voirie en contact avec l'urbanisation de Bernex.

4.3 Données de base concernant le trafic

Les données de base concernant le trafic sont issues du rapport mobilité, intégré au présent dossier de requête en autorisation de construire. Celui-ci présente en particulier les plans de charge déterminants, pris en compte pour l'évaluation environnementale du projet, au stade du présent RIE et représentés ci-après :

A. Etat actuel (2021)

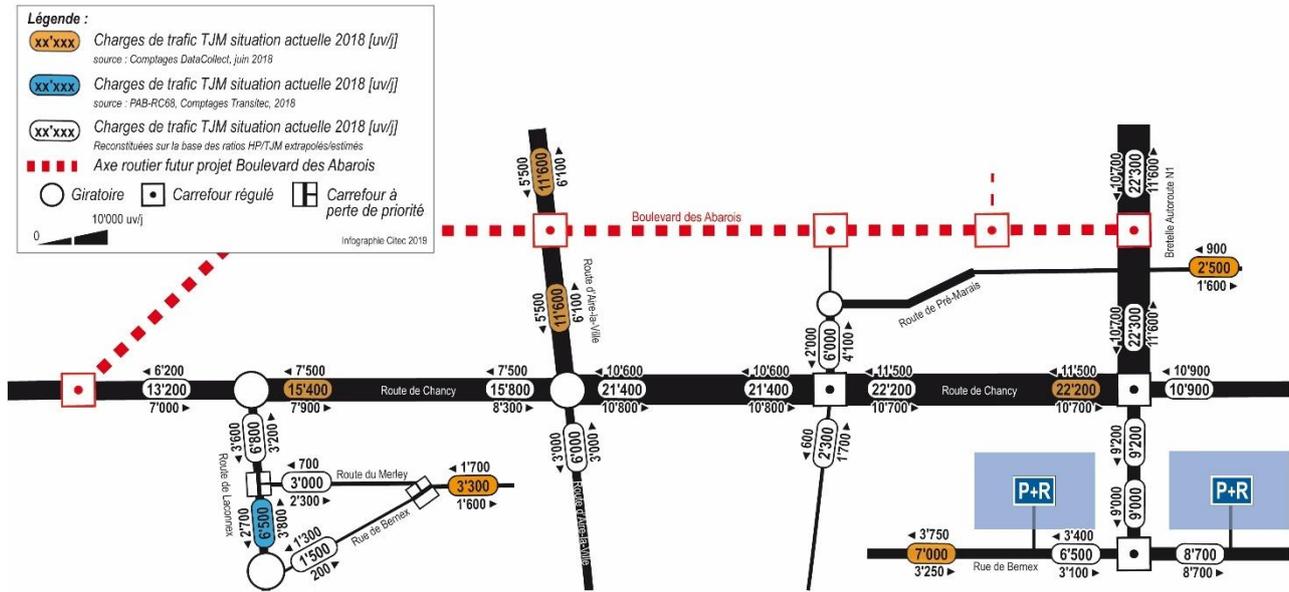


Figure 16: Plan de charge pour l'état actuel (Bernord, février 2023)

Le plan de charges de trafic établi pour définir l'état actuel se base sur des comptages de trafic effectués en 2018. En effet, les relevés de trafic effectués entre 2020 et 2022 affichent des valeurs moyennes inférieures aux comptages de 2018, en lien avec la situation sanitaire (diminution des déplacements dus au COVID-19). Pour ces raisons, les valeurs de référence de 2018 sont utilisées afin de ne pas sous-évaluer les impacts environnementaux liés au trafic routier.

B. Etat futur « court terme » sans projet (2026-2027)

Pour cet état, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Pas d'augmentation rampante du trafic à partir de l'Etat actuel
- Ajout des charges de trafic induites par les PLQ accessibles depuis la route de Chancy (St-Mathieu, Vailly-Sud, PDZIA Rouettes 1ère phase)
- Accès au PDZIA Rouettes par le chemin des Rouettes

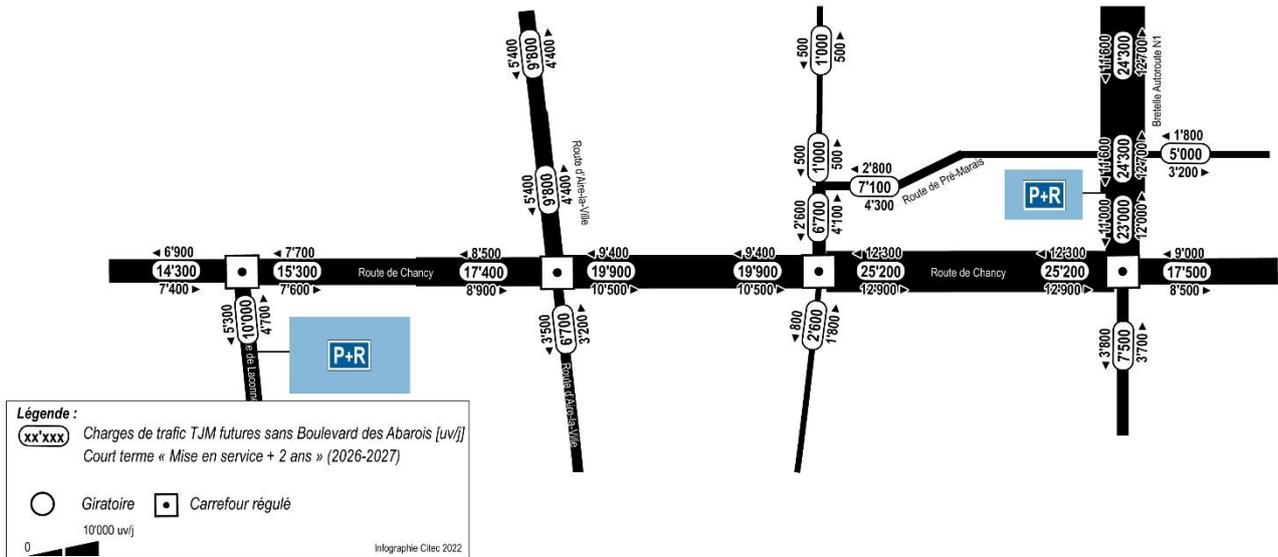


Figure 17: Plan de charge pour état futur « court terme » sans projet (Bernord, février 2023)

C. Etat futur « court terme » avec projet (2026-2027)

Cet horizon inclut le boulevard et les PLQ prévus pour la première étape de développement (St-Mathieu, Vailly-Sud, PDZIA Rouettes 1ère phase) correspondant à 980 logements et 940 emplois supplémentaires.

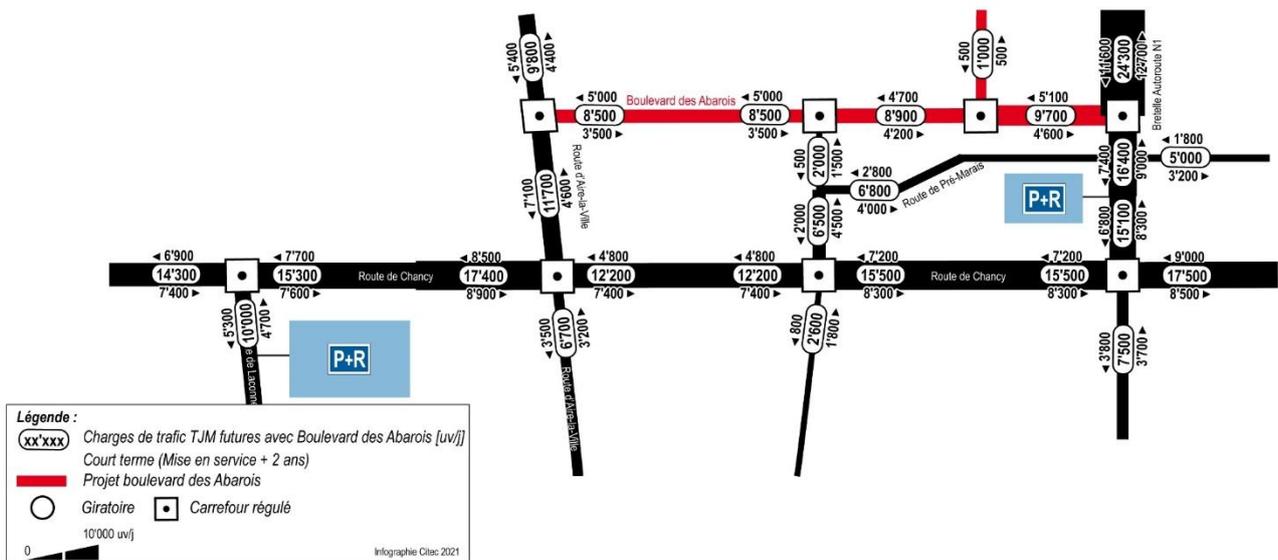


Figure 18: Plan de charge pour état futur « court terme » avec projet (Bernord, février 2023)

D. Etat futur « long terme » avec PDQ « Bernex-Est » (2030-2035)

Cet horizon est uniquement mentionné à titre indicatif et non déterminant pour l'évaluation formelle des impacts du projet.

Il inclut le boulevard et l'ensemble des PLQ prévus dans le cadre du PDQ « Bernex-Est » (St-Mathieu, Grouet, Abarois, Stand, Croisée, Vuillonex et PDZIA Rouettes complet), ainsi que celui de Vailly-Sud correspondant à 2'520 logements et 2'860 emplois.

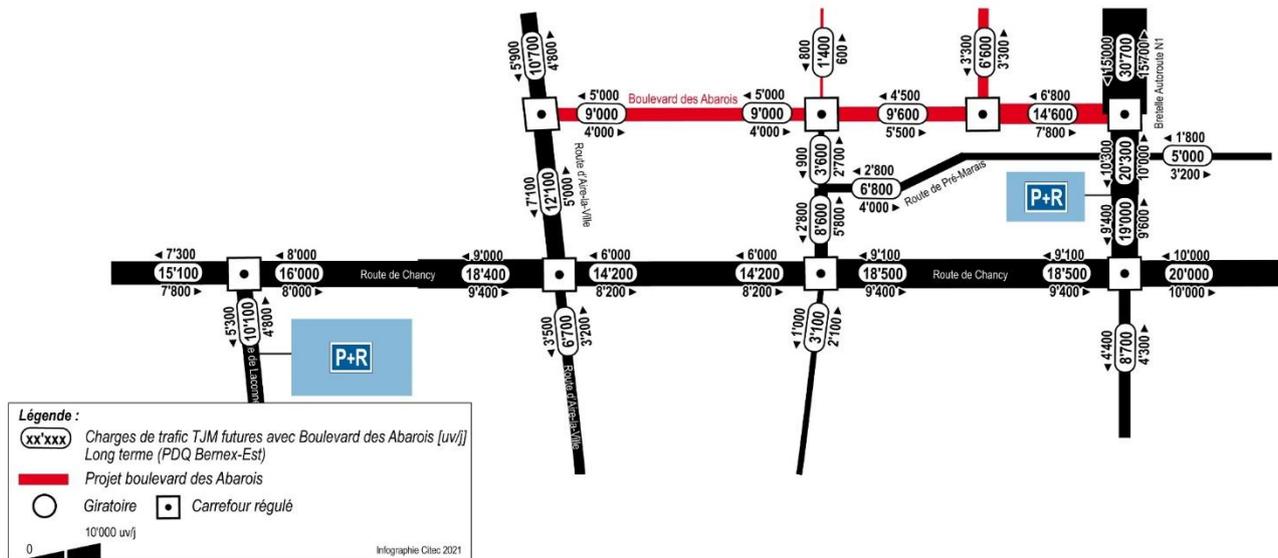


Figure 19: Plan de charge pour l'état futur « long terme » avec projet (Bernord, février 2023)

Trafic lié à la phase de chantier

Itinéraires de chantier

Tous les itinéraires des poids-lourds devront respecter la hiérarchie du réseau routier en privilégiant le réseau routier primaire et autoroutier quel que soit la provenance / destination des matériaux. L'installation principale de chantier sera située sur la parcelle n°2244, appartenant à l'Etat de Genève. L'emprise, située au nord du projet de boulevard entre le stand de tir et le chemin des Rouettes, a récemment été utilisée pour le stockage de matériaux terreux dans le cadre du chantier de prolongement de la ligne de tram T14 jusqu'à Vailly. L'accès à l'installation principale de chantier se fera par la bretelle autoroutière dès que les travaux d'élargissement de celle-ci seront terminés (cf. chapitre 4.5).

Charge de trafic

La réalisation du boulevard est prévue sur une durée supérieure à 24 mois, soit supérieure à 500 jours ouvrables.

L'estimation du trafic induit par le chantier est effectuée ci-après sur la base des flux de matériaux prévus dans le cadre du chantier. Les flux de matériaux entrants et sortants (en particulier de matériaux d'excavation et de sols) seront faibles. En effet, la majorité des matériaux terreux, ainsi que la quasi-totalité des matériaux d'excavations générés lors du terrassement seront réutilisés sur place. Le volume de total de matériaux à évacuer s'établit ainsi à environ 28'000 m³. À cela s'ajoutent environ 36'000 m³ d'apports de matériaux, dont environ 25'000 m³ d'éléments pour la fabrication de l'encaissement et du revêtement routier.

En moyenne, 120 m³ de matériaux seront apportés et évacués du chantier chaque jour. Pour la période de réalisation la plus intensive, ce volume pourrait atteindre environ 400 m³ par jour.

Un ordre de grandeur de 20 mouvements de poids-lourds par jour en moyenne et de 80 mouvements par jour lors de périodes plus intensives peut être estimé sur la base des volumes indiqués. À noter qu'en cas de mutualisation des flux de matériaux entrants et sortants, une diminution des mouvements de camions est envisageable par la suppression de certains trajets à vide.

4.4 Utilisation rationnelle de l'énergie

L'exploitation du boulevard n'impliquera aucune consommation en énergie thermique. La consommation électrique sera liée à l'éclairage de la route et des carrefours aménagés, ainsi qu'à l'alimentation des signalisations lumineuses. Des équipements à faible consommation énergétique seront notamment privilégiés.

Dans cette optique, les principes d'éclairage développés s'inscrivent dans la stratégie cantonale OPTIMALUX et prévoient un éclairage réduit au strict nécessaire, ce qui aura pour conséquence une diminution de la consommation énergétique du boulevard. Seuls les carrefours, les axes pour la mobilité douce et la connexion avec la bretelle autoroutière seront éclairés dans la séquence urbaine du boulevard (Borbaz – Bretelle). Pour la séquence agricole du boulevard (Aire-la-Ville – Borbaz), aucun éclairage n'est prévu.

En ce qui concerne la phase de chantier, la question de l'utilisation rationnelle de l'énergie au niveau des engins engagés sera spécifiée au niveau du suivi environnemental de réalisation. Concernant les flux de matériaux, environ 40% des besoins bruts en matériaux seront couverts par des matériaux provenant des démolitions et terrassements prévus dans le cadre du chantier de boulevard des Abarois, contribuant ainsi à la diminution de l'énergie grise liée à la réalisation du boulevard.

4.5 Description de la phase de réalisation

La réalisation du boulevard des Abarois est prévue en 4 phases successives, s'étalant sur une durée de l'ordre de 26 mois.

L'accès routier au chantier est prévu pour l'ensemble des phases par la bretelle autoroutière. Dans cette optique, les travaux débiteront par l'élargissement de la bretelle autoroutière et la mise en œuvre d'un accès au chantier depuis la bretelle autoroutière.

Phase 1 : Bretelle autoroutière et réalisation d'une voie d'accès au PDZIA des Rouettes (env. 6 mois)

Les travaux débiteront par l'élargissement de la bretelle autoroutière au niveau du carrefour avec le futur boulevard des Abarois, permettant la mise en place de voies de présélection pour accéder au boulevard sur une longueur de 100 mètres depuis la route de Chancy (voie régulée par un feu de circulation) et de 60 mètres depuis l'autoroute (voie sans régulation).

Le réaménagement de la bretelle autoroutière implique la réalisation d'un mur de soutènement du côté est de la chaussée, d'une longueur d'environ 100 mètres et d'une hauteur maximale de 2.9 mètres.

Lors de cette phase, des aménagements temporaires (boucles de giration, etc.) seront réalisés sur la bretelle autoroutière, pour permettre l'accès au chantier de boulevard des Abarois. La bretelle autoroutière constitue en effet la voie d'accès principale au chantier de boulevard des Abarois.

Concernant le boulevard en tant que tel, la berme végétalisée et les deux voies de circulation les plus au nord seront réalisées entre la future voie de desserte de la zone industrielle des Rouettes et la bretelle autoroutière (profil P91 à P101). Ces voies seront aménagées pour permettre l'accès au site de l'entreprise Caran d'Ache dès sa mise en service et lors de la phase transitoire liée à la réalisation du boulevard des Abarois.

Phase 2 : Tronçon complet entre le chemin des Rouettes et la bretelle autoroutière (env. 8 mois)

Lors de cette phase, l'intégralité des aménagements seront réalisés sur le tronçon considéré (P85 à P101), à savoir les deux voies de circulation dans chaque direction, les trois bermes végétalisées, la voie cyclable entre le chemin des Rouettes et la voie de desserte industrielle, le chemin pour piétons au sud du boulevard, ainsi que les deux placettes. L'installation principale de chantier (voir Figure 40 au chapitre 5.6.5), aménagée sur une emprise d'environ 12'000 m² sur la parcelle 2'244, sera directement accessible depuis le boulevard pour la suite des travaux. Cette emprise a récemment été utilisée dans le cadre des travaux de prolongement du Tram Cornavin Onex Bernex (TCOB) pour le stockage de matériaux terreux.

À l'issue de cette phase, le boulevard pourra desservir l'intégralité de la ZIA des Rouettes et le quartier de Saint-Mathieu.

Phase 3 : Tronçon entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz, et entre le stand de tir et le chemin des Rouettes (env. 7 mois)

Cette phase de travaux ne pourra débuter que lorsque les solutions relatives au déplacement des activités du stand de tir auront été concrétisées.

Ces travaux impliquent la réalisation de l'intégralité des aménagements prévus sur les tronçons considérés (P50 à P75 et P79 à P85). Ces tronçons demeureront fermés au trafic (hors trafic lié au chantier) jusqu'à ce que les travaux prévus en phase 4 soient terminés. La voie cyclable située le long de la route d'Aire-la-Ville sera également réalisée lors de cette phase de travaux.

Phase 4 : Tronçon situé au droit de l'emprise actuellement occupée par le stand de tir entre le chemin de Borbaz et le chemin des Rouettes (env. 5 mois)

Cette ultime phase de travaux permettra la mise en service de l'intégralité du linéaire du boulevard, et notamment du tronçon entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin des Rouettes (P75 à P79).

L'intégralité des aménagements (voies de circulation, bermes, espaces pour la mobilité douce et placette au niveau du croisement avec le chemin de Borbaz) seront réalisés de façon concomitante.

Pour les différentes phases de chantier, la réalisation du boulevard n'implique pas de travaux spéciaux de grande envergure ou de travaux particulièrement bruyants. Les travaux prévus sont en grande majorité des travaux traditionnels, dont le déroulement est présenté ci-après :

- Démolition de deux bâtiments du centre de protection civile (1 dépôt de 119 m² et 1 local de 12 m²) et abattages ;
- Décapage des sols (terre végétale et sous-couche arable) et mise en stock provisoire ;
- Travaux de terrassement et mise en stock des matériaux valorisables sur site ;
- Réalisation de l'infrastructure et des aménagements ;
- Remise en état et plantations.

La réalisation du boulevard nécessitera des travaux de décapages, stockage et remise en état des sols. Le volume total de sol à décapier dans le cadre du chantier du boulevard (terre végétale et sous-couche arable) est estimé à environ 35'300 m³. Sur ce total, au minimum 23'000 m³ seront directement valorisés dans le cadre des sols reconstitués dans le cadre du projet de boulevard, comme précisé au chapitre 5.6. « Protection des sols ». Le volume total de matériaux terreux à valoriser ou stocker à l'extérieur du périmètre du boulevard, s'établit donc à environ 12'300 m³.

L'optimisation du profil en long du boulevard permet de garantir un équilibre déblais/remblais positif pour la totalité du boulevard. Ainsi, le volume de matériaux d'excavation minéraux a pu être limité à 18'430 m³, dont 17'500 m³ pourront être réutilisés et valorisés sur place dans le cadre du chantier de boulevard. Les besoins en matériaux de remblai de bonne aptitude géotechnique s'élevant à 20'000 m³, environ 2'500 m³ de matériaux d'excavation excédentaires en provenance d'autres chantiers environnants pourront être absorbés dans le cadre du chantier de boulevard des Abarois.

Les flux de matériaux concernés par la réalisation du projet sont synthétisés dans le Tableau 2 ci-après :

Type de matériaux	Décapage / Dérapage Déblayage / Démolition	Besoins			Matériaux évacués
		Matériaux réutilisés	Apport externes	Total	
Sol (horizon A)	17'200 m ³	10'900 m ³		10'900 m ³	6'300 m ³
Sol (horizon B)	18'100 m ³	12'100 m ³		12'100 m ³	6'000 m ³
Matériaux d'excavation (horizon C)	18'400 m ³	17'500 m ³	2'500 m ³	20'000 m ³	900 m ³
Revêtements routiers existants	2'000 m ³				2'000 m ³
Revêtements routiers futurs			7'200 m ³	7'200 m ³	
Encaissement routier futur			17'000 m ³	17'000 m ³	
Equipements et installations	8'400 m ³		6'500 m ³	6'500 m ³	8'400 m ³
Excavations liées aux travaux connexes	5'200 m ³	1'200 m ³	2'800 m ³	4'000 m ³	4'000 m ³
TOTAL	69'300 m³	41'700 m³	46'800 m³	88'500 m³	27'600 m³

Tableau 2: Flux de matériaux concernés par la réalisation du projet

Les travaux de démolition et de déconstruction portent sur deux bâtiments du centre de protection civile, sur toutes les zones « aménagées » situées dans le périmètre du projet et sur les équipements souterrains (conduites, chambres et collecteurs) impactés par le projet.

Les flux de matériaux se rapportent à l'emprise totale liée aux travaux, c'est-à-dire l'emprise définitive du projet et l'emprise provisoire constituée par une bande de 5m en bordure sud et de 2m en bordure nord de l'emprise définitive et par l'installation principale de chantier (y.c. stockage de matériaux) située sur la parcelle 2'422.

À noter que les flux indiqués sont susceptibles d'évoluer dans le cadre de la démarche d'optimisation des flux de matériaux générés, notamment d'une diminution des évacuations et approvisionnement externes au profit d'une réutilisation de matériaux, qui sera poursuivie aux phases ultérieures de l'étude (appel d'offres, projet d'exécution et réalisation).

À ce stade, les flux totaux de matériaux terreux et de matériaux d'excavation peuvent être résumés comme suit :

Total Volume net excavé/décapé	50'000 – 60'000 m³
dont réutilisable dans le cadre du chantier (emprises de stockage tampon disponibles sur la parcelle 2'422)	35'000 – 45'000 m ³
Total Volume à évacuer	5'000 – 25'000 m³
Total Volume à acheminer	2'000 – 10'000 m³

Tableau 3 : Flux totaux des matériaux terreux et d'excavation

5 Impacts du projet sur l'environnement

5.1 Protection de l'air

5.1.1 Bases légales

L'impact du projet sur la qualité de l'air est à évaluer selon l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, 1985, état au 1er janvier 2023), qui régit la limitation préventive des émissions liées aux installations nouvelles et existantes et définit la charge polluante admissible dans l'atmosphère. La conformité du projet avec le Plan de mesures OPair 2018 – 2023, approuvé par le Conseil d'Etat le 17 janvier 2018 et concrétisant l'exigence de l'article 31 de l'OPair et la stratégie pour la protection de l'air 2030 spécifique au canton de Genève et à son initiative, doivent également être évalués.

Lors de la réalisation du boulevard, les dispositions générales relatives à la limitation des émissions sur les chantiers, édictées dans l'OPair (annexe 2, chiffre 88) et concrétisées par la directive fédérale « Protection de l'air sur les chantiers » (Directive Air Chantiers, OFEV, 2016), seront à prendre en considération. Les prescriptions du règlement cantonal sur les chantiers (L 05 05.03, art. 68) sont également considérées au sujet, notamment, des émissions de poussières.

5.1.2 Périmètre et bases d'étude

La pollution induite par le projet du boulevard sera évaluée sur le périmètre d'influence du projet, composée de la route en elle-même et des principaux axes de circulation sollicités, c'est-à-dire ceux pour lesquels une modification du trafic est attendue suite à la mise en exploitation du boulevard. Ce périmètre est présenté à la Figure 20, ci-après.

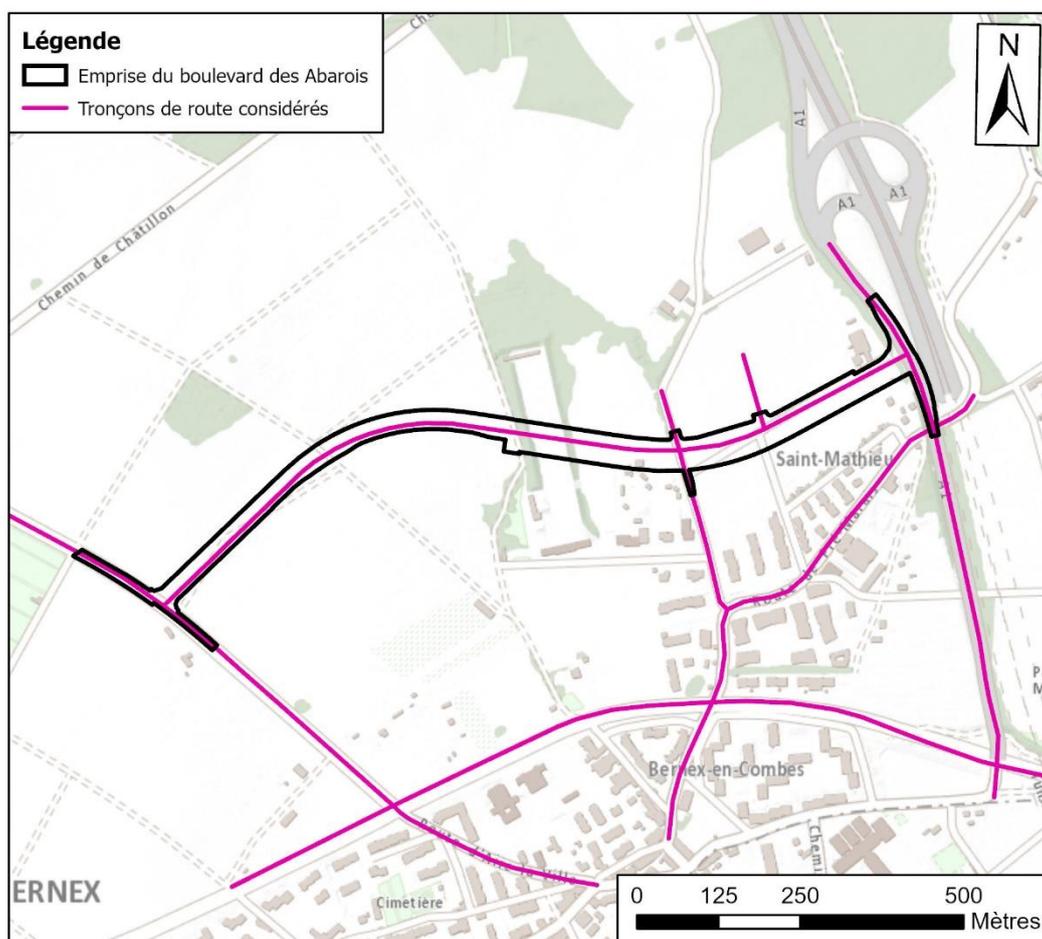


Figure 20: Périmètre d'influence considéré pour l'évaluation des impacts sur la pollution de l'air

Les bases de calcul employées dans le cadre de cette étude pour évaluer les impacts du projet sur la qualité de l'air sont les facteurs définis par le "Manuel informatisé des coefficients d'émission" (MICET - version 4.2, 2022, OFEV) pour les émissions atmosphériques induites par le trafic routier.

Compte tenu de la nature du projet, les émissions de NOx et de PM10 constituent les indicateurs les plus représentatifs de l'effet du projet sur la qualité de l'air dans le périmètre d'influence.

5.1.3 Etat actuel

Qualité de l'air

Selon les informations disponibles sur le SITG, la moyenne des immissions en **NO₂** pour l'année 2021 est inférieure à **20 µg/m³** sur la quasi-totalité du périmètre du projet (cf. Figure 21), à l'exception du tronçon situé au droit de la bretelle autoroutière pour lequel les émissions peuvent atteindre jusqu'à 50 µg/m³.

Les immissions de poussières en suspension (PM10) sur le territoire genevois en général se situent au niveau de 20 µg/m³ en moyenne annuelle, qui constitue la valeur limite d'immissions fixée par l'OPair.

Les immissions d'ozone (O3) relevées par le ROPAG mettent en évidence que la qualité de l'air de la quasi-totalité du canton est non conforme à la valeur fixée par l'OPair (1 Nbh >120 µg/m³). Ces immissions excessives découlent d'une problématique régionale, causée par de fortes émissions de polluants primaires (oxydes d'azote - NOx et composés organiques volatils - COVs) au niveau de l'agglomération genevoise et de la région dans son ensemble.

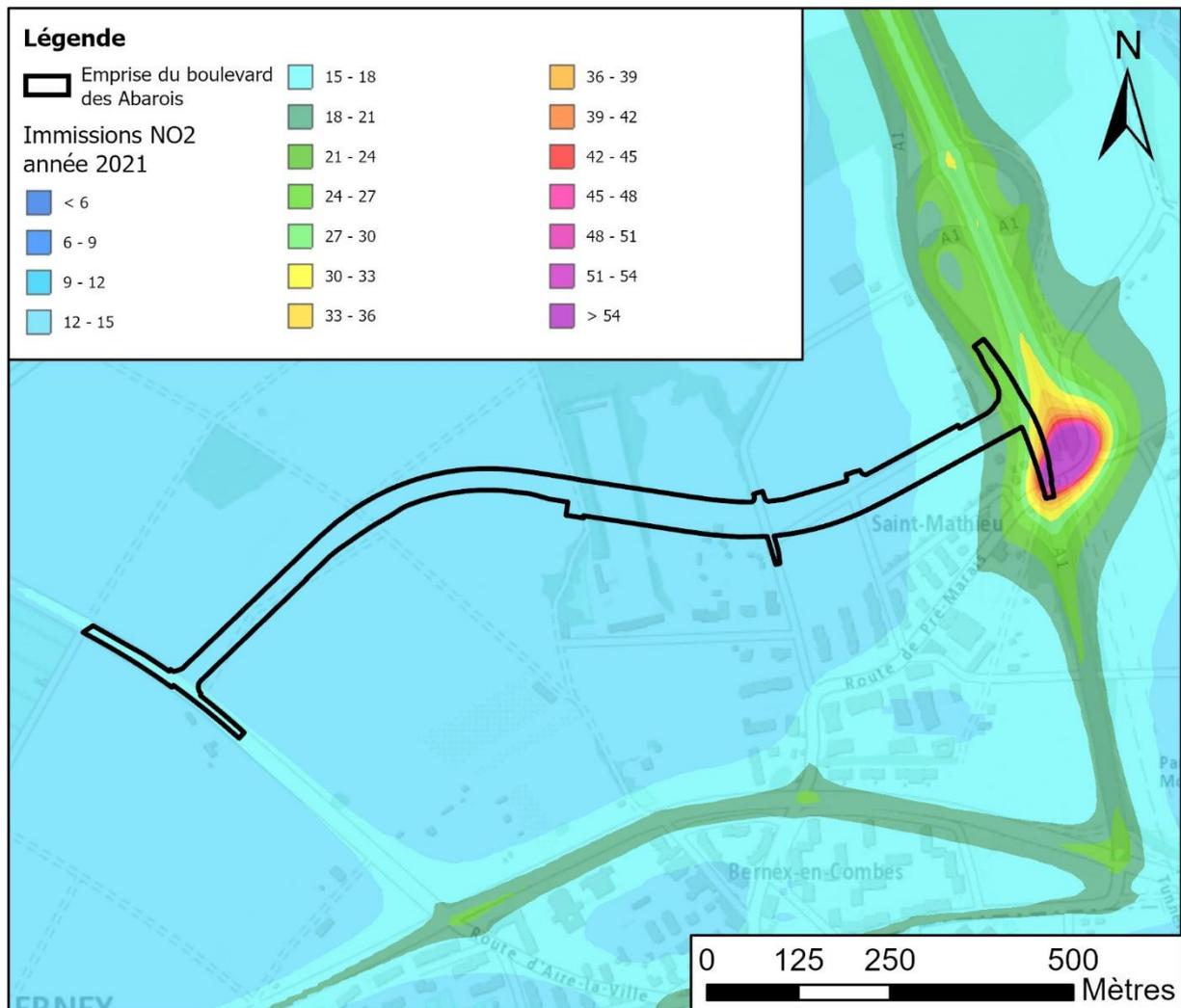


Figure 21: Immissions annuelles moyennes (2021) de NO₂ (ug/m³) et périmètre du projet

Émissions liées au trafic sur les voies de circulation

Les émissions de l'état actuel ont été calculées à l'aide du *Manuel informatisé des coefficients d'émissions du trafic routier* (MICET, version 4.2, 2022, OFEV), sur la base du plan de charge présenté au chapitre 4.3. Les calculs détaillés sont disponibles en Annexe D du présent rapport. Les valeurs obtenues pour le périmètre d'influence du projet s'établissent à : **7.4 tonnes de NO_x/an** et **1.00 tonnes de PM₁₀/an** en tenant compte des contributions PM₁₀ liées à la combustion et à l'abrasion.

5.1.4 Etat futur sans projet

Un plan de charges pour l'état futur sans projet est présenté au chapitre 4.3. Les émissions annuelles de NO_x et de PM₁₀, générées par le trafic routier dans le périmètre d'étude à l'horizon 2026 s'établissent respectivement à **4.8 t_{NO_x}/an** et **1.20 t_{PM₁₀}/an**.

Ces émissions auront donc diminué de l'ordre de 35% pour les NO_x et augmenté de 20% pour les PM₁₀ par rapport à l'état de référence actuel. Ce calcul met en évidence l'influence de la réduction des coefficients d'émissions pour la combustion, liée au renouvellement et à l'amélioration technologique du parc automobile au cours du temps. L'augmentation des émissions de PM₁₀ est quant à elle liée à l'augmentation globale du trafic dans le périmètre considéré, ce qui a pour conséquence une augmentation des émissions dues à l'abrasion.

5.1.5 Etat futur avec projet

Les émissions annuelles de NO_x et PM₁₀, générées par le trafic routier dans le périmètre d'influence du boulevard à l'horizon 2026 s'établiront à **4.6 t_{NO_x}/an** et **1.12 t_{PM₁₀}/an**. Outre le boulevard proprement dit, le calcul intègre les émissions générées par les tronçons routiers situés dans le périmètre d'influence considéré, incluant notamment la route d'Aire-la-Ville, la route de Chancy et la bretelle de l'autoroute N1a.

La réalisation du projet générera une diminution des émissions annuelles de NO_x de **0.2 t_{NO_x}/an** par rapport à l'état « futur sans projet », soit de 4% en lien avec l'exploitation de cet axe routier supplémentaire d'un linéaire de 1,3 km.

Pour les émissions de PM₁₀, celles-ci devraient diminuer de **0.08 t_{PM₁₀}/an** par rapport à l'état « futur sans projet », (-7%).

Les charges de trafic « avec projet » et « sans projet » étant globalement équivalentes à l'échelle du périmètre d'étude, la diminution des émissions s'explique par une réduction des distances parcourues par les usagers de la route. En effet, la réalisation du boulevard permettra aux véhicules empruntant l'axe Aire-la-Ville – Bretelle autoroutière d'éviter un détour par la route de Chancy et ainsi parcourir environ 800 m de moins pour chaque trajet.

La réalisation du projet engendrera donc une légère diminution des émissions de NO_x à l'intérieur du périmètre d'étude par rapport à la situation actuelle, qui est conforme aux exigences de l'OPair. Pour le tronçon de bretelle autoroutière présentant des immissions de NO_x en dépassement des valeurs limites (dans un périmètre proche de la route), la réalisation du boulevard des Abarois n'aura pas d'impact. En effet, les immissions sont quasi-exclusivement dues au trafic sur l'autoroute N1a et à la présence de l'entrée/sortie du tunnel autoroutier de Confignon.

Concernant les émissions de PM₁₀, le projet engendrera une faible diminution de celles-ci, qui ne devrait pas avoir d'influence sur les immissions actuellement mesurées dans le périmètre du projet.

5.1.6 Identification et évaluation des impacts à l'état intermédiaire

La phase de chantier du projet émettra des polluants dans l'atmosphère, tant par la nature des travaux mis en œuvre (déconstruction des voiries existantes) que par l'emploi d'engins de chantier et de poids lourds (réalisation du boulevard et transport/manutention de matériaux).

Conformément aux dispositions légales, les émissions de chantier doivent être limitées par des mesures préventives, selon l'état de la technique, et au regard de la directive air chantiers.

Selon la directive sur la protection de l'air sur les chantiers (Directive Air Chantiers, OFEV, 2009, rééditée en 2016), la nécessité d'agir en vue de réduire préventivement les atteintes liées aux polluants atmosphériques émis par les chantiers se définit par deux niveaux de mesures, A et B : le niveau A correspond aux exigences de base pour la bonne pratique de chantier et le niveau B à des exigences complémentaires pour des chantiers d'ampleur importante.

Le projet du boulevard des Abarois est soumis aux exigences de la directive.

Selon les caractéristiques du chantier (zone périurbaine, durée > 1 an, surface > 4'000 m², cubage > 10'000 m³), la réalisation du boulevard prévoit la mise en œuvre des mesures de réduction des émissions les plus contraignantes de niveau B.

Les mesures suivantes seront mises en œuvre :

- Préparation et contrôle : caractérisation des travaux générateurs d'émissions (genre, nombre, durée), quantification des émissions, contact avec le service spécialisé, formulation des mesures et conditions de mise en soumission, élaboration de stratégies en cas d'accident, etc. ;
- Informations aux tiers : Mise en place d'un service d'information et de contact à l'attention des riverains potentiellement concernés (durée des travaux, travaux générant beaucoup d'émissions et durée probable, mesures de mitigation prévues, services à contacter en cas de nuisances excessives) ;
- Procédés de travail mécaniques (transbordement, déconstruction) : fixation des poussières par maintien de l'humidité des matériaux, démolition en éléments aussi gros que possible, transbordements à basses hauteurs de lâchage et limitation des vitesses de chute, confinement des points d'émissions de poussières, réduction des regroupements de gravats et protection contre le vent, etc. ;
- Aires de circulation : limitation des émissions de poussières sur les pistes de chantier et aux abords de celles-ci (stabilisation des poussières par aspersion, limitation des vitesses de circulation, pose de revêtement ou végétalisation des pistes utilisées intensément et entretien régulier, installation de sas de nettoyage et lavage des roues sur les voies de sortie du chantier ;
- Procédés de travail thermiques et chimiques (revêtement, étanchéité) : emploi de bitumes à faibles taux d'émissions de polluants atmosphériques et fumées, utilisation d'émulsions bitumineuses, emploi de produits ménageant l'environnement (traitement de surfaces, colle, garnitures de joints), etc. ;
- Machines et appareils : emploi de machines satisfaisant la directive européenne 97/68/CE et le règlement CEE 96, équipement des machines et appareils diesel de systèmes de filtres à particules (SFP) en fonction de leur puissance, entretien régulier des engins, emploi de carburants pauvres en soufre, etc. ;
- Appel d'offres : fixation et formulation concrète des conditions et du cadre général de réduction des émissions de polluants dans le catalogue des prestations de l'appel d'offres, demande de formulation des mesures envisagées par les entreprises soumissionnaires, afin d'obtenir des mesures conformes à la pratique dans des conditions concurrentielles, intégration d'exigences liées aux normes d'émissions des camions utilisés pour les phases d'acheminements et d'évacuation de matériaux, etc. ;
- Exécution des travaux : planification du déroulement des opérations, surveillance de l'application des mesures de limitation des émissions, intégration des mesures de limitation des émissions dans un système de management de la qualité (PQM), instruction du personnel, etc.

En cas d'implantation de centrales à béton ou d'autres installations conséquentes pour la réalisation des ouvrages routier, il conviendra de veiller à leur localisation adéquate et au bon fonctionnement de leurs filtres, afin de limiter les émissions de poussières.

Les mesures de contrôle et de minimisation des émissions de polluants et de poussières feront l'objet d'un suivi de chantier systématique (SER), dont les dispositions seront versées aux cahiers des charges des entreprises soumissionnaires.

5.1.7 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Contrôle du respect des mesures d'accompagnement prévues par la Directive Air Chantier (mesures de niveau B).

5.2 Protection du climat

5.2.1 Bases légales

La principale base légale associée aux enjeux climatiques est la Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂ (ou Loi sur le CO₂) du 23 décembre 2011 (état le 1er janvier 2022). Selon l'Article 3, « d'ici à 2020, les émissions de gaz à effet de serre réalisées en Suisse doivent être globalement réduites de 20 % par rapport à 1990 (...). Les émissions de gaz à effet de serre doivent être réduites jusqu'en 2024 chaque année de 1,5 % supplémentaire par rapport à 1990 (...). La réduction des émissions de gaz à effet de serre selon l'al. 1bis doit être réalisée à 75 % au moins par des mesures prises en Suisse. ».

En parallèle aux mesures de réduction des émissions de CO₂, la Confédération met également l'accent sur l'adaptation au changement climatique. En effet, les effets d'un nouveau climat se font déjà ressentir et ces mesures permettant de s'adapter sont nécessaires et prendront encore plus d'importance à l'avenir.

Le 28 août 2019, le Conseil fédéral a annoncé que, d'ici à 2050, la Suisse ne devra plus rejeter dans l'atmosphère davantage de gaz à effet de serre que ce que les réservoirs naturels et artificiels sont capables d'absorber. En adoptant cet objectif climatique, la Suisse rejoint un grand nombre de pays qui visent un niveau de zéro émission nette à l'horizon 2050. Afin de concrétiser cet objectif, le Conseil fédéral a adopté, le 27 janvier 2021, la Stratégie climatique à long terme 2050, qui formule dix principes stratégiques en matière de politique climatique. Cette stratégie présente les objectifs climatiques et les trajectoires de réduction des émissions possibles pour divers secteurs d'activité (p. ex. transports). D'après cette stratégie, la Suisse peut réduire ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 de 90 % par rapport à 1990. Les émissions restantes étant compensées au moyen d'extraction et de stockage de CO₂.

La protection du climat se réfère à deux familles de substances : les **gaz à effet de serre**, naturels ou synthétiques, et les **substances appauvrissant la couche d'ozone**. Plusieurs textes fixent le cadre légal et les objectifs contraignants incombant aux émissions de ces substances :

- La dernière COP en date est la COP 27 qui s'est déroulée au mois de novembre 2022 à Charm el-Cheikh en Egypte. Cette dernière COP n'a donné lieu à des avancées notables pour renforcer ou concrétiser l'accord de Paris ;
- La COP 21 et l'accord de Paris définit un objectif principal de maintenir **l'augmentation de la température mondiale bien en-dessous de 2°C** et de mener des efforts encore plus poussés pour **limiter l'augmentation de la température à 1,5°C** au-dessus des niveaux pré-industriels. L'accord vise à renforcer la **capacité à faire face aux impacts** du changement climatique. La Suisse est signataire de cet accord ;
- L'amendement de Doha au protocole de Kyoto (2012) : réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20 % par rapport au niveau de 1990, au cours de la période 2013-2020 ;
- L'Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparation et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim, RS 814.81) : restriction et réglementation de l'utilisation des gaz synthétiques à effet de serre et des gaz appauvrissant la couche d'ozone.

En Suisse, plus de 80 % des émissions anthropiques de gaz à effet de serre proviennent de la combustion d'agents énergétiques fossiles (transport, chauffage, industrie), dont la principale résultante est le CO₂. Les sources de gaz à effet de serre et de gaz appauvrissant la couche d'ozone étant néanmoins nombreuses, un large éventail de mesures doit être mis en œuvre pour atteindre les objectifs de réduction que la Suisse s'est fixés en matière de protection du climat.

À Genève, pour répondre à la motion M2520 du Grand Conseil, le Conseil d'Etat genevois a décidé, le 4 décembre 2019, de déclarer l'urgence climatique et de fixer des objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, visant 60% de réduction d'ici 2030 (par rapport à 1990) et la neutralité carbone pour 2050, fondé sur des émissions dix fois moins élevées qu'aujourd'hui.

Le canton de Genève s'est ainsi doté d'un Plan climat cantonal 2030 – 2ème génération, adopté par le Conseil d'Etat le 14 avril 2021. Il présente un train de quarante et une mesures afin de concrétiser les objectifs de réduction susmentionnés aux horizons 2030 et 2050.

Ce plan devrait en outre rapidement être concrétisé par une loi cantonale qui fait actuellement l'objet du projet de loi PL13225 en cours de discussion au Grand Conseil.

5.2.2 Enjeux pris en compte dans le cadre du projet

En lien avec la stratégie de protection du climat, les enjeux liés au projet de boulevard des Abarois se déclinent en 2 axes principaux :

- **La réduction des émissions de gaz à effet de serre** : selon les engagements du Plan Climat Cantonal 2030 – 2^{ème} génération et pour répondre à l'état d'urgence climatique déclaré par le Conseil d'Etat genevois, visant désormais une réduction de 60% d'ici à 2030 (par rapport à 1990) et la neutralité carbone pour 2050. De ce point de vue, la conformité du projet est à évaluer au regard de son adéquation avec la stratégie de mobilité 2030 définie à l'échelle du canton.

Le boulevard des Abarois répondant à une nécessité du point de vue de l'aménagement du territoire, le projet proposé répond aux enjeux climatiques en se présentant sous la forme d'un boulevard multimodal (transport individuel motorisé, transports publics et mobilité douce). Accompagné de mesures concrètes en matière de choix des matériaux et de mode d'exécution issue d'une réflexion globale, l'empreinte carbone du boulevard en sera limitée.

Les mesures d'accompagnement développées à ce stade sont, par exemple, l'utilisation de grave recyclée sur l'ensemble du linéaire du boulevard, le choix de matériaux à albédo élevé pour les espaces publics et de mobilité douce, et la réutilisation des matériaux terreux décapés pour l'aménagement des bermes végétalisées. D'autres mesures d'accompagnement seront développées aux stades ultérieurs du projet, notamment du point de vue de l'organisation du chantier.

- **La mise en œuvre d'aménagements résilients et permettant de contrecarrer localement les effets négatifs du changement climatique** : De ce point de vue, les plantations prévues dans le cadre du projet permettent de réguler la température, tout en contribuant à la gestion des eaux pluviales. De plus, l'évaporation et l'ombre des feuillages atténuent l'impact croissant des grandes chaleurs. La mise en place des aménagements accompagnant le boulevard des Abarois (bermes plantées, gestion des eaux à ciel ouvert, choix des matériaux, ...) constitue ainsi un maillon essentiel visant à limiter le phénomène d'îlot de chaleur induit par la réalisation de Bernex-Est, permettant d'améliorer le confort thermique des usagers de la nouvelle infrastructure et habitants des futurs quartiers. La plantation de 379 arbres et d'environ 2 hectares de surfaces assimilées à des prairies dans les bermes végétalisées constitue une mesure d'accompagnement permettant de stocker du CO₂.

Il est admis qu'un arbre peut stocker environ 25 kg de CO₂ par an (valeur moyenne conservatrice selon fourchettes indiquées dans différentes sources¹), soit 10 tonnes de CO₂ par an pour les arbres du boulevard des Abarois. En complément, le remplacement d'un hectare de terres cultivées par des prairies permet de stocker environ 10 tonnes de CO₂ au cours des 20 premières années² et 20 tonnes CO₂ au cours des 60 premières années (cf. Figure 22), soit environ 0.8 tonne de CO₂ par an pour les prairies prévues dans les bermes végétalisées du boulevard des Abarois.

Concernant le solde de 3 hectares de terres cultivées et de sols semi-naturels supprimés dans le cadre du projet et non-remplacés par des prairies, ceux-ci permettent le stockage d'environ 2.5 tonnes de CO₂ par an³.

Sur cette base, les aménagements prévus dans le cadre du boulevard pourraient donc permettre de stocker environ 8.3 tonnes de CO₂ par an.

¹ Par ex. <https://youmatter.world/fr/arbres-stocke-carbone-combien/>

² Arrouays D., Balesdent J., Germon J.-C., Jayet P.A., Soussana J.F., Stengel P., 2002 : Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? Rapport d'expertise collective, réalisé par l'INRA à la demande du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. Paris. 334 pages.

³ Estimé sur base d'un facteur moyen de 850 kgCO₂ par hectare par année (selon <https://www.agriculteur-normand.com/le-stockage-du-carbone-une-specificite-agricole>)

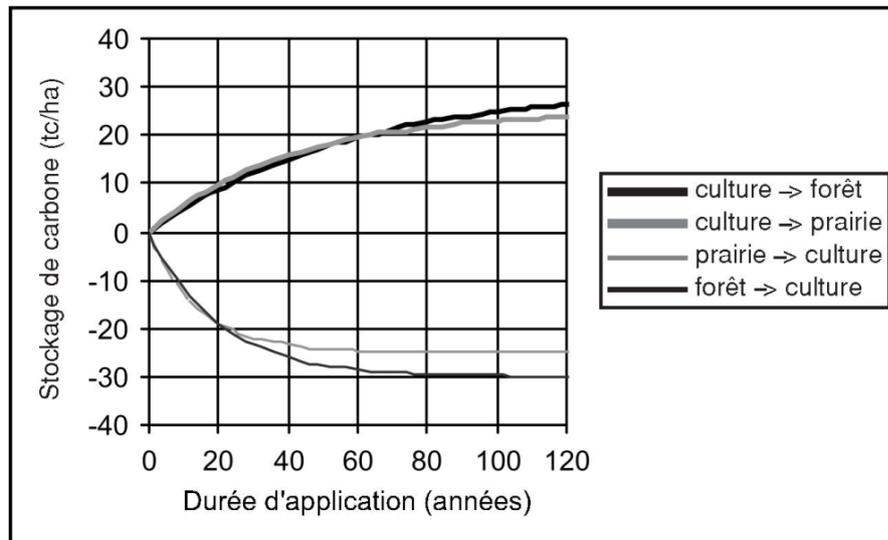


Figure 22: Evolution du stock de carbone dans le sol associé aux pratiques provoquant les stockage ou déstockages extrêmes (Arrouays et al., 2002)

Les différents enjeux de durabilité considérés dans le cadre du présent projet sont synthétisés en Figure 23 ci-dessous.

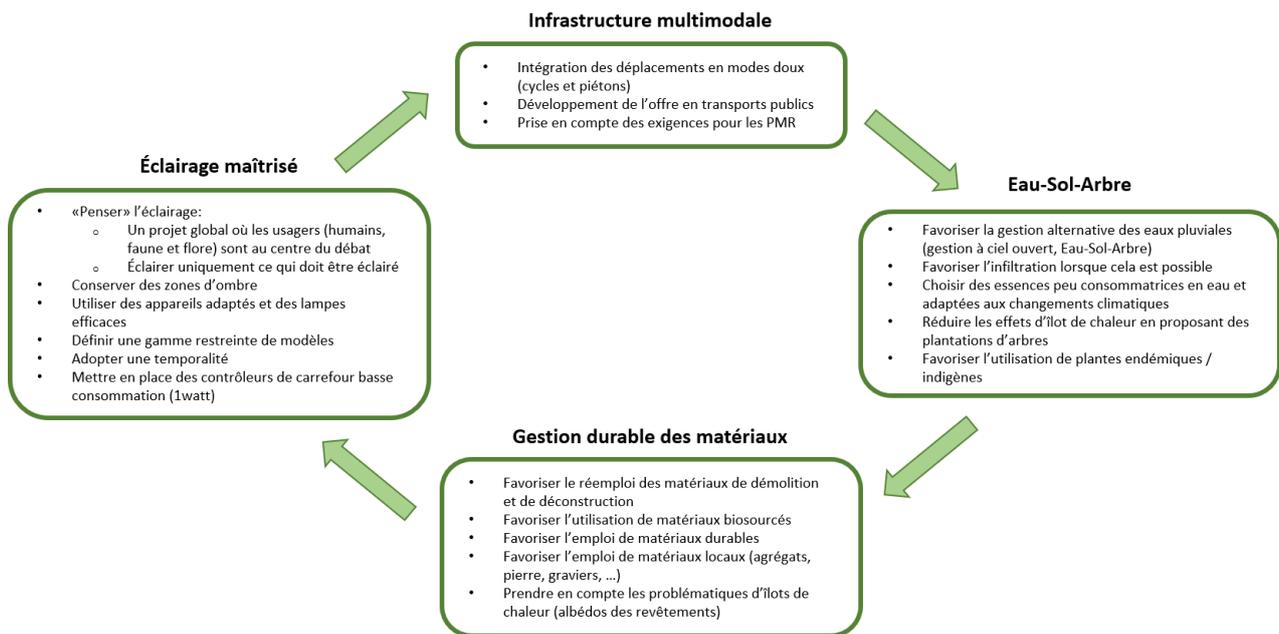


Figure 23: Enjeux liés à la durabilité et à la protection du climat pris en compte dans le cadre du projet de boulevard des Abarois

5.3 Protection contre le bruit et les vibrations

5.3.1 Bases légales

Les principales bases légales et directives concernant la protection contre le bruit sont les suivantes :

- L'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB, RS 814.41) régit la limitation de bruit extérieur produit par des installations nouvelles ou existantes et fixe les valeurs limites d'exposition en fonction des degrés de sensibilité.
- Le Règlement cantonal sur la protection contre le bruit et les vibrations (K 1 70.10) du 12 février 2003, qui précise les obligations, notamment des collectivités publiques, des particuliers ou des entreprises et des détenteurs d'installations fixes et de machines mobiles, en complément de la législation fédérale.

Le domaine de la protection contre le bruit de chantier est également régi par les bases légales suivantes :

- Directive sur le bruit des chantiers (OFEV, 2006 - état 2011) ;
- Ordonnance sur le bruit des machines OBMa (RS 814.412.2).

Le projet du **boulevard des Abarois**, correspond à la réalisation d'une nouvelle installation fixe génératrice de bruit. A ce titre et conformément à l'OPB, trois types d'exigences sont à considérer :

1. Le bruit exclusif de la future installation fixe ne doit pas excéder les valeurs de planification au droit des récepteurs sensibles existants (OPB, art. 7) ;
2. Le trafic induit par l'exploitation de la nouvelle installation fixe ne doit pas entraîner un dépassement des valeurs limites d'immissions au droit des récepteurs sensibles existants, consécutif à l'utilisation accrue d'une voie de communication existantes, ou à la perception d'immissions de bruit plus élevées si cette voie de communication nécessite un assainissement (OPB, art. 9) ;
3. Pour la phase de réalisation (chantier), les exigences de l'art. 6 OPB (directive bruit de chantier, OFEV 2006, état 2011) sont à respecter.

Les valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier (individuel, collectif) sont déterminées par l'annexe 3 (bruit routier) de l'OPB, en fonction du degré de sensibilité attribué à la zone concernée.

Les locaux, dont l'usage est sensible au bruit sont (art. 2 al. 6 OPB) :

- Les pièces d'habitation, à l'exclusion des cuisines sans partie habitable, des locaux sanitaires et des réduits ;
- Les locaux d'exploitation, dans lesquels des personnes séjournent de manière prolongée ; en sont exclus les locaux à la garde d'animaux de rente et les locaux où le bruit inhérent à l'exploitation est considérable.

Les valeurs limites d'exposition sont valables pour les bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit, pour les zones à bâtir non encore construites où pourront être érigés des bâtiments comprenant des locaux à usage sensible au bruit, ainsi que pour les secteurs non construits de zones qui requièrent une protection accrue contre le bruit (OPB, art. 41) ;

Pour les locaux d'exploitation situés dans des secteurs de degrés de sensibilité I, II ou III, les valeurs de planification et les valeurs limites d'immissions sont de 5 dB[A] plus élevées, à l'exception des locaux situés dans les écoles, les établissements et les homes (OPB, art. 42) ;

Les valeurs limites de planification (VP) et d'immissions (VLI) des différents degrés de sensibilité sont données dans le Tableau 4 ci-après :

Lr dB[A]	en	VP		VLI		VA	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
DS I		50	40	55	45	65	60
DS II		55	45	60	50	70	65
DS III		60	50	65	55	70	65
DS IV		65	55	70	60	75	70

Tableau 4 : Valeurs limites d'exposition au bruit

En outre, le bruit des chantiers doit être limité par des mesures appropriées (OPB, art. 6), qui sont traitées dans la directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinée à limiter le bruit des chantiers (Directive sur le bruit des chantiers, OFEV, 2006, état 2011).

5.3.2 Degrés de sensibilité au bruit

Conformément aux articles 43 et 44 de l'OPB, les degrés de sensibilité adoptés sur le périmètre d'influence du projet sont présentés dans le cadre de cette étude (Figure 24). La partie est du boulevard s'insère dans des secteurs attribués en DS III (quartiers à dominance « logements ») et en DS IV (PDZIA Les Rouettes). Plusieurs récepteurs sensibles existants se situent également dans le secteur de Saint-Mathieu, attribué en DS II.

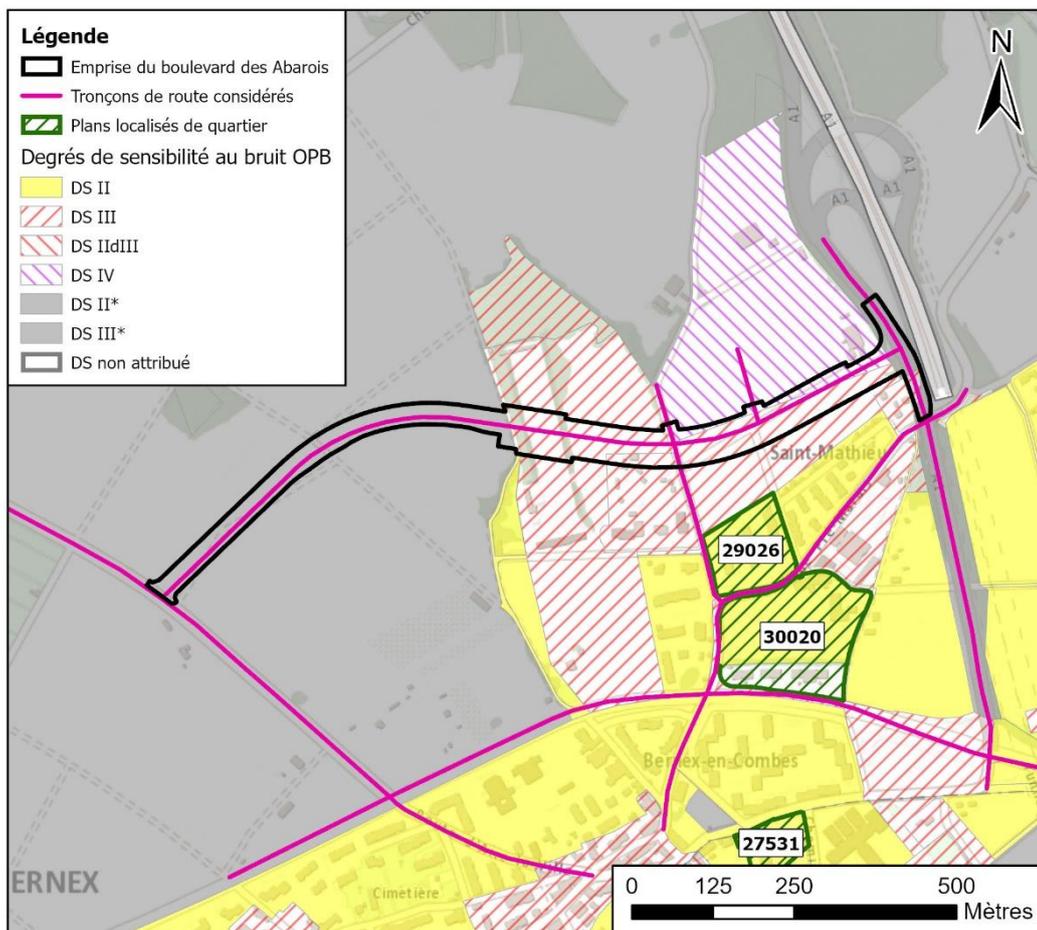


Figure 24: Degrés de sensibilité au bruit (source SITG, 2023)

À ce jour, deux PLQ sont adoptés, le PLQ n°29'026 (Saint-Mathieu nord) entièrement en DS II et le PLQ n°30'020 (Saint-Mathieu) attribué en DS II sauf le long de la route de Chancy, qui présente une frange en DS III.

5.3.3 Récepteurs sensibles

Un récepteur sensible au bruit est un local où des personnes séjournent régulièrement, durant une période prolongée et présentant des possibilités d'ouverture (fenêtre).

Plusieurs récepteurs sensibles existants sont localisés à proximité du futur axe. Le Tableau 5 ci-après recense les récepteurs qui se situent dans un périmètre d'influence du boulevard des Abarois. Il s'agit essentiellement de locaux d'habitations.

La Figure 25 précise la localisation des récepteurs considérés.

Récepteurs existants	Affectation	DS	Adresse
1	logement	II	Ch. du Stand 3
2	logement	II	Rte de Pré-Marais 35B
3	logement	II	Rte de Pré-Marais 43
4	logement	II	Ch. de Grouet 12
5	logement	II	Ch. de Grouet 6
6	logement	III	Ch. Des Abarois 7
7	logement	II	Ch. Des Tacons 23
8	logement	II	Ch. Des Tacons 9
9	logement	III*	Rte de Loëx 103
10	logement	II	Ch. De l'Empenontaz 12
11	logement	II	Ch. de Gambay 6
12	logement	III*	Rte de Pré-Marais 90
13	logement	IV	Ch. Des Rouettes 30
14	logement	III*	Ch. Des Rouettes 25
15	Non défini	III*	Rte d'Aire-la-Ville 51
16	logement	III*	Rte d'Aire-la-Ville 51
17	logement	III*	Rte d'Aire-la-Ville 41
18	logement	III*	Rte d'Aire-la-Ville 44
19	logement	III*	Rte de Chancy 250
20	logement	IV	Ch. des Abarois 8
21	logement	IV	Ch. des Abarois 8

Tableau 5 : Récepteurs sensibles existants considérés

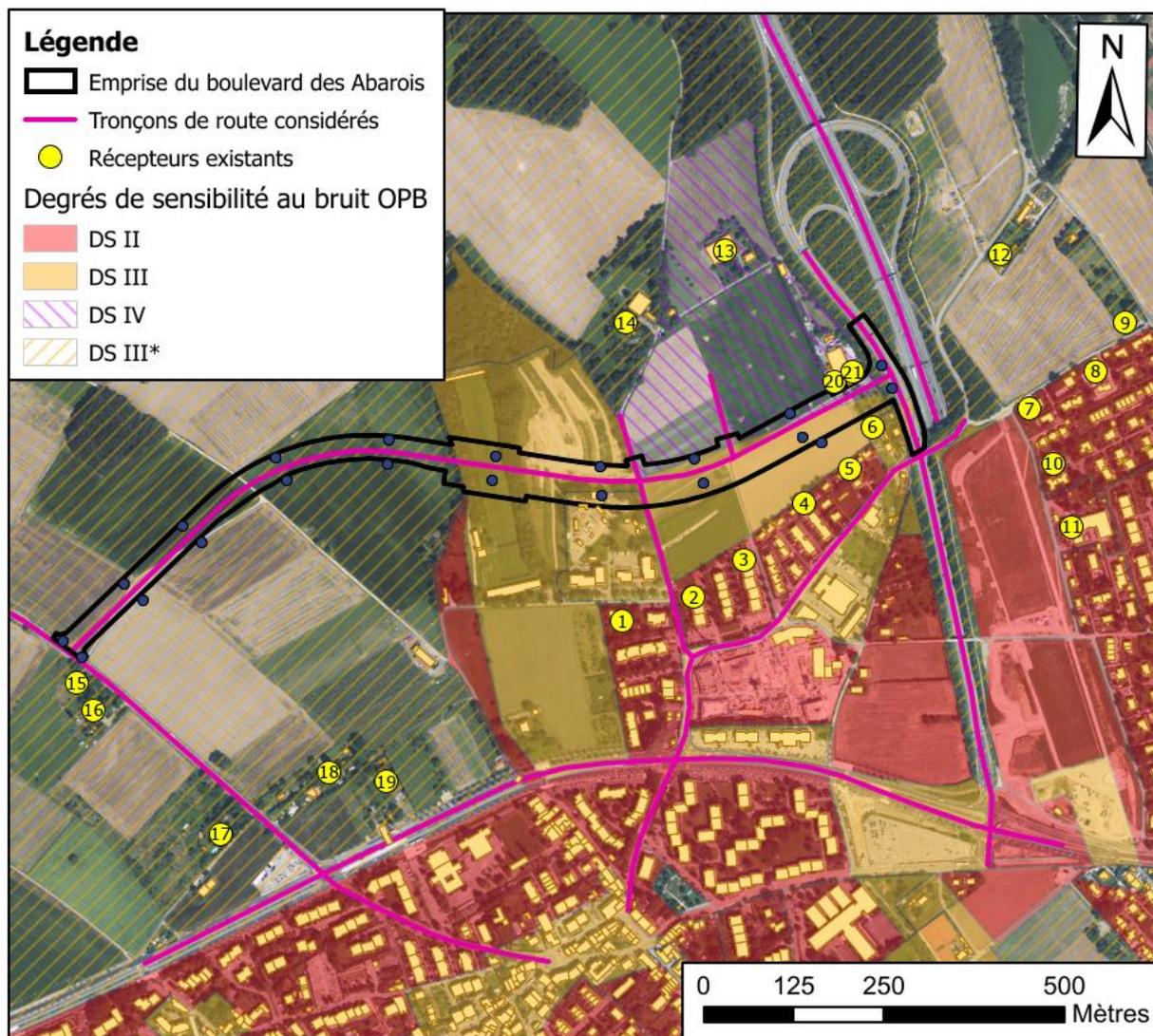


Figure 25: Récepteurs sensibles existants

5.3.4 Bruit généré par le boulevard (art. 7 OPB)

Le bruit induit par l'exploitation du boulevard des Abarois a fait l'objet d'une évaluation détaillée, établie sur la base des données trafic et sur la base d'une simulation acoustique avec Cadna/A, utilisant l'algorithme Son-ROAD18.

L'emprise de la nouvelle installation fixe comprend les nouveaux tronçons routiers ainsi que les carrefours de raccordements à la bretelle d'autoroute et à la route d'Aire-la-Ville compte tenu des modifications importantes projetés sur ceux-ci.

Les mesures de limitation des émissions du bruit routier sont intégrées au modèle et comprennent la pose de revêtements phonabsorbant sur l'intégralité des nouveaux tronçons projetés et sur les carrefours de raccordement. Une mesure sur le chemin de propagation est également considérée et consiste à implanter un écran acoustique d'environ 60 m à proximité du chemin des Abarois 8.

Les éléments considérés pour la simulation acoustique sont détaillés sur la Figure 26.

5.3.4.1 Paramètres de simulation

L'évaluation des niveaux de bruit sur les locaux sensibles existants a été effectuée au moyen d'une modélisation en trois dimensions avec le logiciel CadnA (version 2023), reconnue conforme selon le manuel du bruit routier et l'annexe 2 OPB.

Les différents paramètres pour l'évaluation acoustique sont détaillés ci-après.

Bruit de la route	<ul style="list-style-type: none"> • Les émissions (source linéique) ont été déterminées avec l'algorithme SonROAD18 (version 2021) et d'après les données de l'ingénieur mobilité. Les niveaux d'émission sont déterminés selon les standards de l'annexe 3 OPB. • Une majoration des immissions de bruit à proximité des carrefours a été considérée conformément au Manuel du bruit routier (OFEV, 2006). • Les propriétés des revêtements phonoabsorbants SDA4, AC MR8 ont été intégrés à la simulation. • Les répartitions de trafic selon l'annexe 3 OPB sont appliquées.
Topographie	<ul style="list-style-type: none"> • La topographie a été intégrée au modèle (MNT25).
Bâtiments considérés	<ul style="list-style-type: none"> • Les bâtiments existants sont intégrés au modèle. Un ordre de réflexion de 2 a été intégré. • Un coefficient d'absorption uniforme (0.21) a été considéré pour tous les bâtiments. • Une faible absorption du sol a également été considérée ($G = 0.1$).
Récepteurs sensibles	<ul style="list-style-type: none"> • Les embrasures des fenêtres ouvertes des locaux sensibles.
Paroi anti-bruit (chemin des Abarois 8)	<ul style="list-style-type: none"> • Un écran acoustique d'une hauteur de 2m avec un coefficient d'absorption de 0.7 a été considéré.

Tableau 6 : Paramètres du modèle acoustique

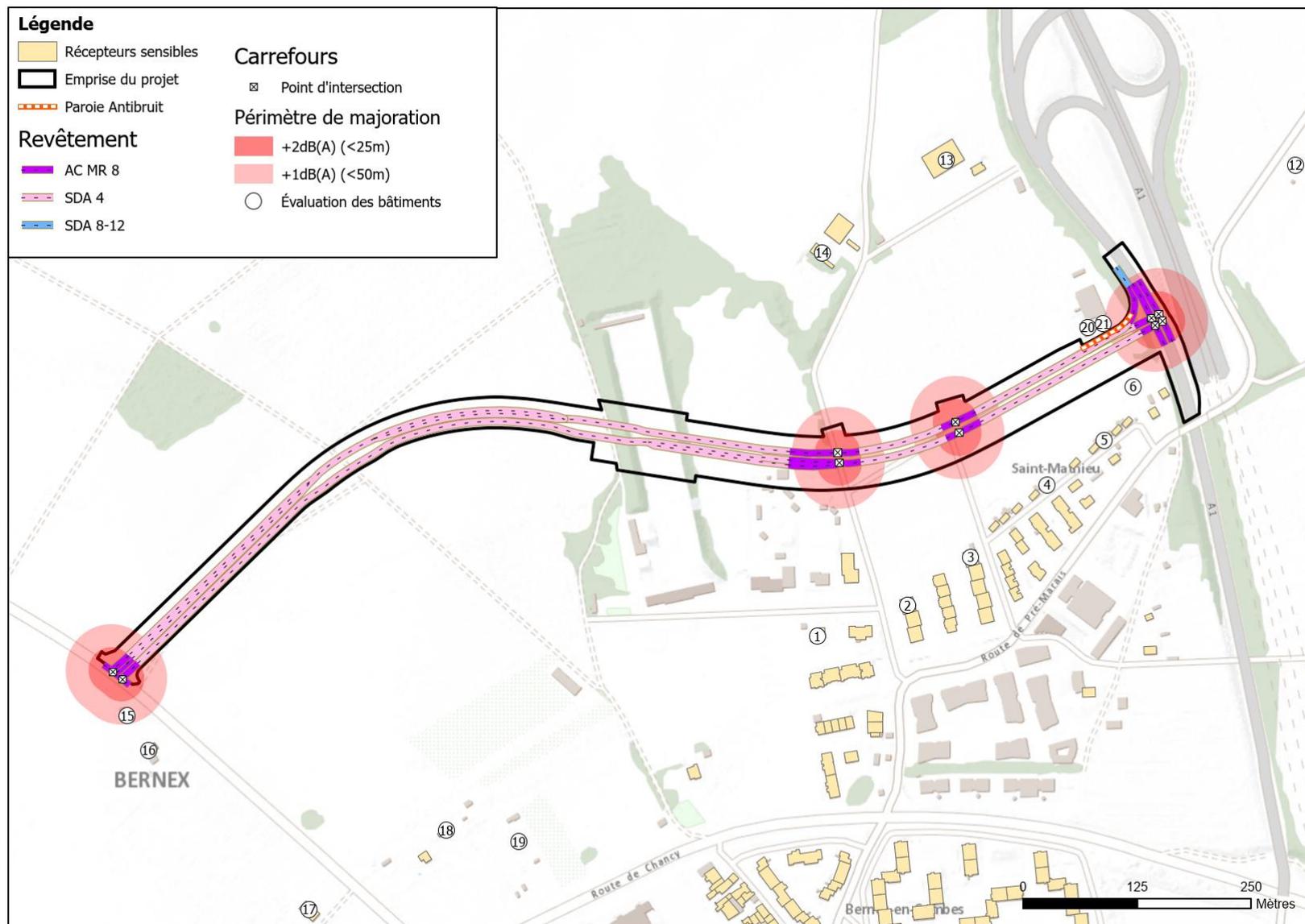


Figure 26: Eléments de simulation et emprise des revêtements phonoabsorbants

5.3.4.2 Evaluation de la conformité art. 7 OPB

Sur cette base, les niveaux d'évaluation Lr au droit des récepteurs sensibles ont été calculés et sont synthétisés dans le Tableau 7 ci-après.

Récepteurs existants	Affectation	DS	VP jour en dB(A)	VP nuit en dB(A)	Majoration intersection dB(A)	Lr jour en dB(A)	Lr nuit en dB(A)	Dépassement VP
1	logement	II	55	45		39.2	27.3	NON
2	logement	II	55	45		44.9	32.5	NON
3	logement	II	55	45		46.6	34.4	NON
4	logement	II	55	45		47.5	35.5	NON
5	logement	II	55	45		47.6	36.3	NON
6	logement	III	60	50		55.0	45.6	NON
7	logement	II	55	45		45.8	36.7	NON
8	logement	II	55	45		39.6	29.9	NON
9	logement	III*	60	50		37.8	28.0	NON
10	logement	II	55	45		39.3	29.9	NON
11	logement	II	55	45		40.9	31.7	NON
12	logement	III*	60	50		42.5	33.3	NON
13	logement	IV	65	55		43.8	33.9	NON
14	logement	III*	60	50		43.3	31.0	NON
15	Non défini	III*	60	50	1	54.8	44.8	NON
16	logement	III*	60	50		48.7	38.0	NON
17	logement	III*	60	50		37.3	25.3	NON
18	logement	III*	60	50		36.6	24.8	NON
19	logement	III*	60	50		36.9	24.9	NON
20	logement	IV	65	55		55.6	46.6	NON
21	logement	IV	65	55	1	53.1	43.4	NON

Tableau 7 : Niveaux d'évaluation Lr sur les récepteurs existants

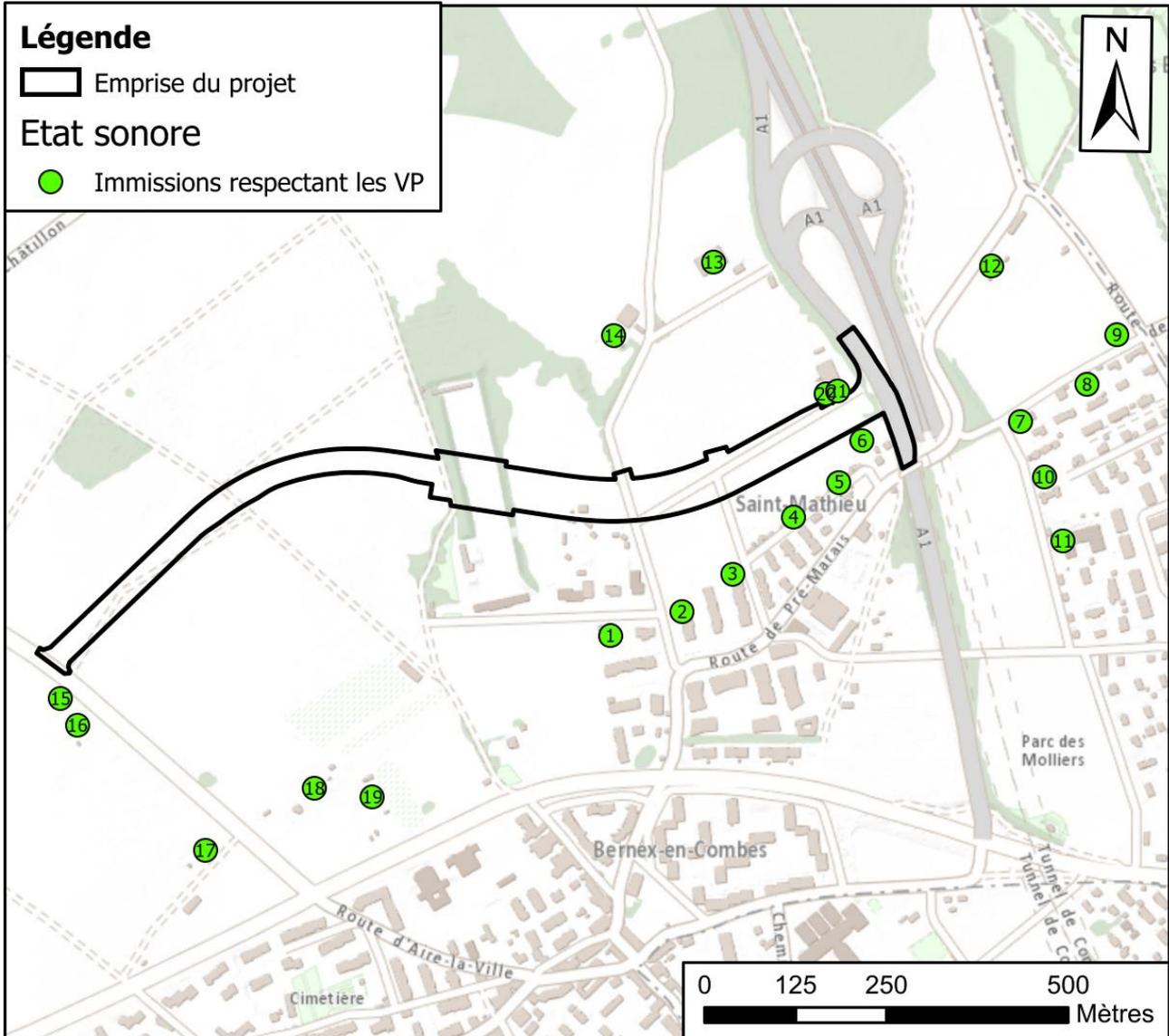


Figure 27 : Evaluation niveau d'immission sur les récepteurs existants

Les niveaux d'évaluation L_r au droit des récepteurs sensibles existants considérés se situent en dessous des VP.

Les mesures de limitation à la source et sur le chemin de propagation prévues permettent d'assurer le respect des exigences avec marge.

5.3.4.3 Evaluation de la conformité à l'article 9 OPB

Les exigences de l'article 9 OPB précisent que l'utilisation accrue d'une voie de communication ne doit pas entraîner :

- a. un dépassement des valeurs limites d'immissions (VLI) consécutif à l'utilisation accrue d'une voie de communication ;
- b. la perception d'immissions de bruit plus élevées en raison de l'utilisation accrue d'une voie de communication nécessitant un assainissement.

La lettre a. de l'article 9 OPB signifie que le trafic induit par le projet ne doit pas entraîner de nouveaux dépassements des valeurs limites d'immissions sur les bâtiments existants sur les tronçons de route n'ayant pas de dépassements actuels de valeurs limites. Selon l'annexe 3 de l'OPB, les valeurs limites du DS II sont de 60

dB(A) de jour et 50 dB(A) de nuit, pour le DS III de 65 dB(A) de jour et 55 dB(A) de nuit et pour le DS IV de 70 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit.

La lettre b. précise que pour les axes nécessitant un assainissement, l'augmentation de trafic lié à l'exploitation des nouveaux bâtiments ne doit pas entraîner une perception de bruit plus importante (c'est à dire supérieure à 1 dB(A)).

Le boulevard exerce un impact sur le trafic des routes suivantes, qu'il convient d'analyser :

Axe	N° segment	Trafic actuel (vh/j)	Trafic futur sans projet (vh/j)	Trafic futur avec projet (vh/j)	% augmentation / diminution
Route de Chancy	1	19'600	17'500	17'500	0%
Route de Chancy	2	22'200	25'200	15'500	-38%
Route de Chancy	3	21'400	19'900	12'200	-39%
Route de Chancy	4	15'800	17'400	17'400	0%
Route d'Aire-la-Ville	5	6'000	6'700	6'700	0%
Route d'Aire-la-Ville	6	11'600	9'800	11'700	19%
Route d'Aire-la-Ville	7	11'600	9'800	9'800	0%
Route de Pré-Marais	8	2'300	2'600	2'600	0%
Route de Pré-Marais	9	6'000	6'700	6'500	-3%
Route de Pré-Marais	10	6'000	7'100	6'800	-4%
Route de Pré-Marais	11	2'500	5'000	5'000	0%
Liaison	12	9'200	7'500	7'500	0%
Bretelle N1a	13	22'300	23'000	15'100	-34%
Bretelle N1a	14	22'300	24'300	16'400	-33%
Bretelle N1a	15	22'300	24'300	24'300	0%
Chemin des Rouettes	16	0	1'000	2'000	+100%

Tableau 8 : Variation des charges de trafic sur les routes existantes

Les augmentations/diminutions des charges de trafic sont représentées sur la Figure 28 ci-après.

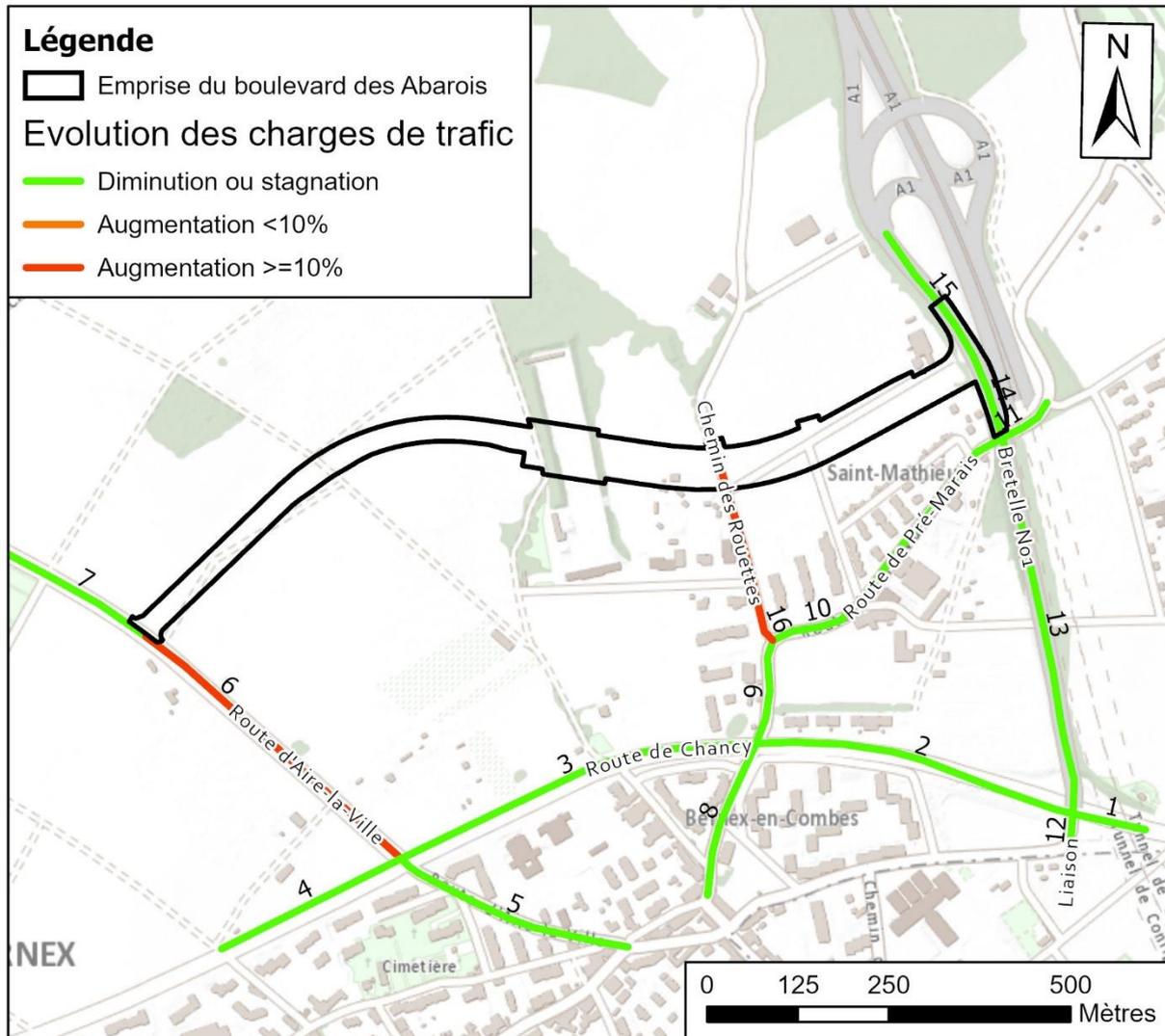


Figure 28 : Augmentation et diminution des charges de trafic sur les routes connexes

La réalisation du projet conduit à une diminution des charges de trafic sur tous les axes, exceptés deux tronçons qui verront des augmentations de trafic (6 et 16).

Le trafic induit par un projet est défini comme significatif s'il génère un accroissement de la circulation de base d'un axe routier d'au moins 10%. Une telle variation des charges de trafic conduit usuellement à une augmentation des niveaux sonore de l'ordre de 0.5 dB(A). À noter que la plus faible augmentation sonore perceptible par l'oreille humaine est de 1 dB(A), atteinte pour une augmentation de trafic de 25%.

La route de Chancy a fait l'objet d'un projet d'assainissement du bruit routier (PAB RC 4) et la pose de revêtement phonoabsorbant a été mise en place. Toutefois, il persiste encore quelques dépassements des VLI pour certains bâtiments situés à proximité immédiate de la route de Chancy. Les autres routes cantonales ou communales ne font pas l'objet d'un projet d'assainissement.

La route de Chancy, qui verra soit des baisses de trafic (tronçons 2 et 3), soit une stagnation (tronçons 1 et 4), n'engendrera pas de perception de bruit plus importante. Les exigences de l'art. 9 let. b sont respectées.

Pour les autres routes, plusieurs axes verront des baisses de trafic importantes (bretelle N1a, 13 et 14) ou une stagnation (route d'Aire-la-Ville 5 et 7, route de Pré-Marais 8 à 11, Liaison 12, bretelle N1a 15). Pour ces dernières, aucun nouveau dépassement des VLI n'est pronostiqué.

Le cadastre du bruit routier indique que les immissions diurne et nocturne au droit des façades des bâtiments du 51 rte d'Aire-la-Ville exposé aux augmentations de trafic sont respectivement 64 dB(A) et 53 dB(A). Une augmentation de 19% correspond à une augmentation des émissions de bruit de 0.7 dB(A).

Par conséquent, L'augmentation du trafic sur tronçon n°6 n'indura pas de nouveaux dépassements des VLI.

Pour le tronçon de route subissant une augmentation de trafic notable (Chemin des Rouettes), le calcul des immissions sur les récepteurs sensibles à proximité est établi à 59 dB(A) de jour et 46 dB(A) de nuit, soit en dessous des valeurs limites du DS II. Aucun nouveau dépassement n'est pronostiqué.

5.3.5 Phase de réalisation

Conformément à l'article 6 de l'OPB, le bruit des chantiers doit être limité par des mesures appropriées. La directive sur le bruit des chantiers (OFEV 2006, état 2011) définit différents niveaux de mesures (A, B ou C) en fonction des caractéristiques du chantier et de l'intensité prévisible des nuisances sonores, et propose un catalogue de mesures à appliquer suivant le type de travaux de construction entrepris. Son application doit être assurée par la direction des travaux.

Le projet sera réalisé de manière à limiter autant que possible les sources de nuisances sonores très bruyantes, au sens de la directive précitée, en tenant compte notamment des principes suivants :

- Dans la mesure du possible, aucun travail ne se déroulera durant les week-ends, sauf intervention ponctuelle dûment justifiée ;
- Aucun travail de démolition à l'explosif ne devrait être mis en œuvre ;
- Aucun travail de battage ne devrait être réalisé.

Les travaux et les transports liés à la réalisation du projet seront essentiellement effectués pendant les heures diurnes au sens de la directive précitée, à l'exception ponctuelle des modifications et des raccords de voies de circulation devant être réalisés pendant la nuit (potentiels fraisages des revêtements bitumineux - travaux très bruyants).

Le domaine de la protection contre le bruit de chantier est également régi par les bases légales suivantes :

- Ordonnance sur le bruit des machines OBMA (DETEC, RS 814.412.2).

Considérant la durée prévisible du chantier (> à une année), sa localisation urbaine/péri-urbaine (DS II et DS III) et les types de travaux nécessaires à la construction de l'infrastructure, les mesures de niveau B pour les travaux bruyants seront mises en œuvre conformément à la directive fédérale sur le bruit des chantiers. Ces dernières sont synthétisées ci-après :

Information des riverains

- Information du voisinage touché (un périmètre d'information pourra être défini selon la nature, l'intensité et la durée des travaux). Plusieurs moyens de communication sont envisageables (panneaux sur chantier, journal/plaquette d'information/contact direct/réunions d'information...).

Sensibilisation du personnel

- Respecter la réglementation des engins, fermeture des capots, vérifier état de marche... ;
- Couper le moteur des engins en stationnement ;
- Éviter cris inutiles (utiliser radio) et sensibiliser à la notion de protection contre le bruit (pour eux et pour les riverains)
- Formation du personnel du chantier sur l'origine, la propagation, l'effet et l'atténuation du bruit.

Mesures physiques

- Aménagement « intelligent » du chantier ;
- Mise en place mur antibruit temporaire mobile ;
- Aménagement des horaires ;
- Organisation des travaux.

Machines / engins

- Emploi d'engins et d'installations répondant à l'état reconnu de la technique (selon OBMA).

Travaux très bruyants

- Limiter les travaux très bruyants à 7h par jour ;
- Programmer si possible ces travaux dans les périodes les moins gênantes ;
- Dialoguer avec les riverains et les autorités et établir un plan des nuisances prévisibles.

Le maître d'ouvrage doit :

- Organiser et planifier le chantier ;
- Prévenir et informer les riverains sur la nature et les objectifs du chantier, la durée, le type et la localisation des sources de bruit, les mesures préconisées ;
- Concerter avec les riverains et les autorités pour identifier les contraintes et sensibilités locales, éviter les cumuls de bruit, déterminer ensemble les actions possibles.

En cas de plaintes :

- Objectiver les niveaux sonores ;
- Recherche des causes et correction ;
- Contrôle des horaires ;
- Réponse précise aux riverains.

L'application des mesures de la DBC permet de limiter les nuisances associées aux périodes de chantier les plus critiques. Le contrôle de la bonne application de la DBC sera effectué par le SER.

5.3.6 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Contrôle de la bonne exécution des mesures de limitation des immissions (pose des revêtements phonoabsorbants, réalisation de l'écran) ;
- Contrôle de la l'application des mesures de la DBC par le SER.

5.3.7 Vibrations et bruit solidien

5.3.7.1 Phase de chantier

Selon la description de la phase de chantier et des méthodes constructives prévues, aucun travail susceptible d'engendrer des vibrations n'est pronostiqué.

Aucun impact n'est attendu en ce qui concerne les vibrations et sons solidiens.

5.4 Protection contre les rayonnements non-ionisants

En l'absence de nouvelles installations couvertes par l'ORNI, cet aspect non-déterminant a été traité de façon définitive au stade du REP.

5.5 Protection des eaux

5.5.1 Bases légales

L'impact du projet sur les eaux est à examiner à la lumière de la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, 1991) et de la Loi cantonale sur les eaux (L 2 05, 1961), ainsi que de leurs ordonnances et règlements d'application, notamment l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux (OEaux, 1998), le règlement cantonal d'exécution de la loi sur les eaux (L 2 05.01, 2006) et le règlement cantonal sur l'utilisation des eaux superficielles et souterraines (L 2 05.04, 2010).

Le système d'évacuation des eaux doit également être conforme aux principes d'évacuation des eaux de chaussée définis par les normes SN. La norme SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée » définit les bases pour la planification et la conception de l'évacuation des eaux de chaussée et donne un aperçu du groupe de normes dans le domaine de l'évacuation des eaux de chaussée.

La gestion des eaux de chantier doit, quant à elle, respecter la Directives relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (SECOE, janvier 2020) et faire l'objet d'un plan de gestion au sens de la norme SIA/VSA 431.

5.5.2 Eaux souterraines

5.5.2.1 Contexte géologique et hydrogéologique

L'analyse du contexte géologique et hydrogéologique du site d'implantation du projet, présentée ci-dessous, repose sur la consultation des cartes hydrogéologiques, géologiques et géotechniques du canton de Genève, ainsi que des sondages publics existants consultés sur le SITG.

L'altitude du terrain est comprise entre 410 et 425 m.s.m. Les terrains présents au droit du site sur les dix premiers mètres de profondeur sont constitués de :

- Terrains de couverture (épaisseur d'environ 2 m) constitués majoritairement de sol végétal puis d'un horizon de colluvions limono-argileux, ou localement des remblais hétérogènes ;
- Formations quaternaires würmiennes limoneuses à limono-argileuses : moraine würmienne à cailloux (7c et/ou 7d).

L'ensemble du projet du boulevard se situe hors des emprises des nappes souterraines (principales, superficielles et temporaires), à l'exception d'une emprise d'environ 800 m² au droit de la bretelle autoroutière qui surplombe la nappe principale du Rhône. Cette nappe est par ailleurs située à proximité du projet, au nord de celui-ci. Le piézomètre le plus proche indique une hauteur de nappe moyenne d'environ 367.4 m.s.m., La nappe principale est située dans la couche d'alluvions ancienne rencontrée à une profondeur supérieure à 15 mètres, en-dessous d'une couche de protection de plus de 10 mètres composés de moraine. Cette nappe est exploitée pour de la géothermie.

En raison de la proximité de la nappe du Rhône, le projet est intégralement situé en secteur B de protection des eaux souterraines.

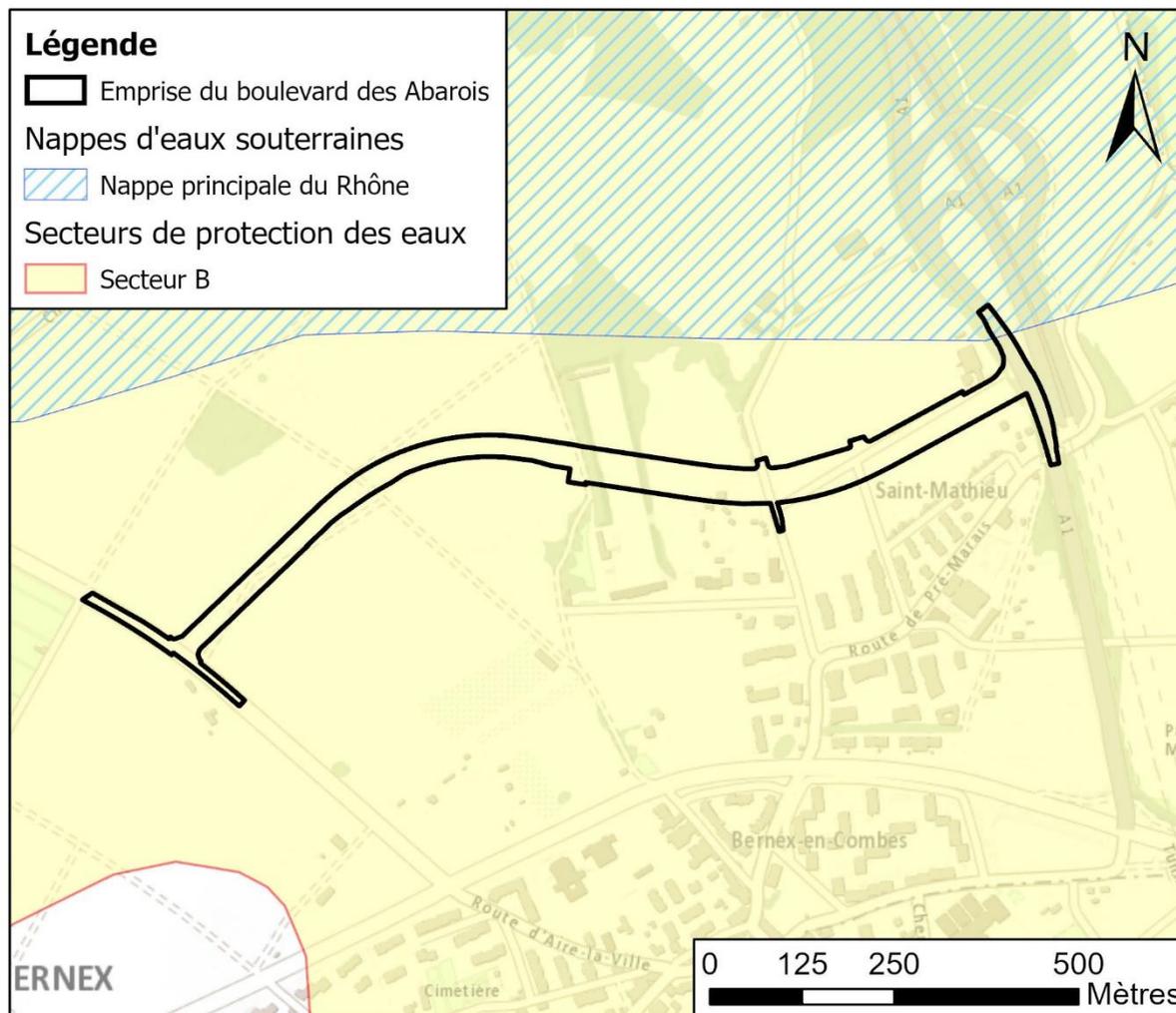


Figure 29 : Nappe principale du Rhône et emprise du projet

5.5.2.2 Etat futur avec projet

De manière générale, compte tenu de la nature de l'infrastructure, implantée en surface ou à faible profondeur sans fondation spéciale, du caractère peu perméable des formations würmiennes et de la profondeur de la nappe du Rhône située à proximité, le projet n'induirait aucun impact ni risque potentiel sur les eaux souterraines, tant en phase d'exploitation qu'en phase de chantier.

Les conditions géologiques de l'ensemble de l'emprise du boulevard des Abarois (formations de retrait ou moraine limono-argileuse imperméable) ne permettent par ailleurs pas d'envisager l'infiltration efficace des eaux de ruissellement dans le terrain.

5.5.3 Eaux de surface

Le projet de boulevard des Abarois est, en l'état actuel, situé sur les sous-bassins versants de trois cours d'eau : les nants de Lanance et de Borbaz, et le Rhône.

Cependant, le concept d'évacuation des eaux prévu pour le boulevard possède deux exutoires uniquement : le Nant de Lanance et le Rhône.

La quasi-totalité du boulevard (environ 1'250 m) sera située sur le bassin versant du Nant de Lanance. Un tronçon d'environ 20 m à l'extrémité Est se situera dans le bassin versant du Rhône.

L'emprise du projet ne comporte aucun milieu aquatique. En raison de son implantation, le projet n'engendrera donc aucun impact direct sur des milieux aquatiques existants. La question des impacts liés aux eaux à évacuer vers les milieux récepteurs naturels (Nant de Lanance, Rhône) est traitée au paragraphe 5.5.4, ci-après.

En outre, on relève que le périmètre du projet est situé hors de toute zone de danger résiduel liée aux crues.

5.5.4 Eaux à évacuer

Le concept de gestion des eaux en provenance du boulevard est présenté au chapitre 4.1.2. La gestion des eaux du boulevard des Abarois a fait l'objet d'une optimisation, avec pour objectif de concrétiser un projet exemplaire du point de vue de la gestion durable de l'eau.

Le concept retenu place un accent fort sur la gestion des eaux à ciel ouvert avec l'aménagement d'un système de noues filtrantes dans les bermes situées en bordure de chaussée sur l'ensemble du tracé. Les eaux de ruissellement seront ainsi traitées, permettant la conformité avec les exigences les plus strictes en matière de traitement des eaux de chaussée.

Pour les tronçons non concernés par des contraintes d'évacuation rapide des eaux liées à la protection contre les accidents majeurs, le laminage des débits d'eaux pluviales permettra le respect des contraintes de rejet liées au cours d'eau récepteur.

De plus, le principe « Eau-Sol-Arbre » sera mis en œuvre, avec une percolation préférentielle des eaux infiltrées dans les noues vers le système racinaire des arbres plantés dans les bermes.

Le tronçon urbain du boulevard (Borbaz – Bretelle) sera raccordé à un exutoire rejetant les eaux vers le Nant de Lanance. Cette configuration permet d'implanter un bassin OPAM avec un volume sec de rétention de 30 m³, permettant de décanter les eaux polluées et/ou de retenir les polluants dans l'enceinte du bassin à l'aide d'une vanne de sécurité. Ce bassin a pour fonction principale de réduire les risques liés aux accidents majeurs impliquant un déversement de polluants dans l'environnement.

La gestion des eaux du boulevard fait partie intégrante du concept de gestion globale des eaux du projet de Bernex-Est et du Grand Projet Bernex nord. Les synergies avec le concept global ont été étudiées et intégrées, permettant d'aboutir à une gestion des eaux du boulevard compatible avec le concept global et offrant des synergies avec celui-ci.

5.5.4.1 Synthèse et évaluation des impacts en phase d'exploitation

Le concept de gestion des eaux défini remplit les exigences qualitatives et quantitatives considérées pour le boulevard.

Pour les tronçons non concernés par des contraintes prépondérantes liées à la protection contre les accidents majeurs, le débit de pointe rejeté est contrôlé par l'effet du laminage induit par l'aménagement de seuils successifs dans les bermes végétalisées. Ce laminage permet de respecter la contrainte de rejet fixée pour le Nant de Lanance à 40 l/s/ha.

Du point de vue qualitatif, le système de tranchées filtrantes permet de traiter plus de 90% du volume des pluies annuelles, remplissant les exigences de l'OCEau pour les routes à classe de pollution élevée et moyenne pour rejet des eaux dans un milieu récepteur sensible.

Les points favorables suivants liés au projet de gestion des eaux développé peuvent notamment être mises en avant :

- Gestion des eaux pluviales à ciel ouvert, à l'exception de certains carrefours, nécessitant la mise en place de sacs de route avec des dépotoirs ;
- Implémentation du principe « Eau-Sol-Arbre » de gestion des eaux permettant d'alimenter le système racinaire des arbres avec les eaux de ruissellement infiltrées et de contribuer à la pérennité des arbres ;
- Coordination et synergies avec la mise en œuvre du réseau secondaire de Bernex-Est ;
- Protection des cours d'eau récepteurs à deux niveaux, avec une filtration dans les bermes et, si nécessaire, une rétention dans un bassin OPAM de 30 m³ équipé d'une vanne de sécurité
- Sécurité passive en cas d'évènement de pluie extraordinaire (T >> 10 ans)

Ces caractéristiques permettent ainsi de répondre à la volonté de mettre en œuvre un système exemplaire en matière de gestion durable de l'eau.

5.5.5 Etat intermédiaire

Comme pour les eaux souterraines et les eaux de surface, les impacts liés à la gestion des eaux pluviales en phase de réalisation sont associés à la phase de chantier. Des mesures spécifiques devront être prévues avant les travaux et seront consignées dans un plan de gestion des eaux de chantier.

L'évacuation des eaux de chantier devra être réalisée de manière adéquate, afin de limiter notamment les matières en suspension dans les écoulements et de maîtriser les risques de pollution. Un concept et un plan d'évacuation des eaux de chantier devront être soumis aux autorités dans le cadre de l'élaboration définitive du projet, conformément aux « directives relatives au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier » (d'après la recommandation SIA 431).

Ce plan d'évacuation portera sur la gestion de toutes les eaux polluées et non polluées attendues pour toutes les phases d'exécution des travaux. Il définira pour chaque type d'eau, le traitement et l'évacuation prévus pour les différentes phases de construction, ainsi que les mesures à prendre pour l'entretien des installations de prétraitement des eaux, et lors d'événements extraordinaires.

La mise en œuvre de la gestion quantitative des eaux pluviales devra être en phase avec les diverses étapes de réalisation du projet.

Le dispositif de gestion et de traitement des eaux de chantier devra être implanté à l'aval hydraulique du chantier.

Les mesures usuelles de gestion des eaux de chantier suivantes devront être mises en œuvre :

a) Eaux domestiques polluées : installations de chantier

Ces eaux seront déversées dans le réseau de collecteurs eaux usées.

b) Entretien des véhicules

L'entretien des engins de chantier sera effectué sur une surface munie d'un système de récupération des eaux avec un sac et un séparateur d'hydrocarbures. En aval de ce dispositif, les eaux sont évacuées vers le collecteur d'eaux usées.

Les lavages des camions malaxeurs de livraison de béton sur le chantier sont interdits et doivent être faits au parc du fournisseur de béton.

c) Eaux de lavage chargées de ciment

Dès le premier bétonnage il est prévu de mettre en service un bassin de décantation avec neutralisation et raccord aux eaux usées.

Ainsi les eaux alcalines générées seront récupérées par une canalisation spécifique et déversées dans un bac de décantation. Les eaux décantées seront neutralisées afin de maintenir un pH compris entre 6.5 et 9. Les eaux traitées seront ensuite évacuées dans le collecteur d'eaux usées existant. Les boues de décantation seront évacuées dans une décharge autorisée par camion à benne étanche.

Un contrôle hebdomadaire sera exigé pour vérifier l'état du ou des bassins de décantation.

d) Eaux des fouilles

Les eaux des fouilles, chargées en limons seront acheminées vers un bac de décantation. En aval de ce bac, elles seront évacuées par gravité dans le collecteur public d'eaux pluviales. Les boues de décantation seront évacuées dans une décharge dûment agréée.

Si des camions accèdent au fond de fouille, les mesures suivantes seront prises :

- Délimitation d'une zone de lavage ;
- Déversement des eaux de lavage dans le bassin de décantation ;
- Évacuation des eaux du bassin de décantation dans le collecteur eaux pluviales (limite admissible 20 mg/L de MES).

Pour les engins de chantier, les mesures suivantes seront prises :

- Mise en place d'un espace cloisonné et couvert pour le stockage des hydrocarbures, selon les directives en vigueur ;
- Alimentation des engins dans un seul espace avec bac de récupération des hydrocarbures.

e) Produits chimiques et hydrocarbures

Ces produits liquides seront entreposés sur une aire de stockage munie d'un bac de rétention assurant leur confinement en cas de déversement accidentel.

Outre la mise en place des bennes pour le tri des déchets, une benne étanche sera installée pour le nettoyage des outils de travail.

f) Produits pour la centrale à béton

Les citernes d'adjuvant de 1000 L, sont confinées dans des containers marins isolés, prévus à cet effet et fournis par le vendeur de produits. Des pompes automatiques gèrent les dosages et le transvasement des produits. Les produits de nettoyage, les colles et autres graisses employées sur le chantier sont stockés en petits bidons ou cartouche dans un container métallique, sécurisé et fermé tous les soirs.

À noter que le concept de gestion des eaux établi par la ou les entreprises adjudicataires, et en particulier le dimensionnement des installations de traitement, devra impérativement être validé par la direction des travaux et le SER avant le démarrage du chantier.

Moyennant la stricte application des mesures décrites ci-dessus, à savoir en particulier le traitement des eaux de chantier avant leur rejet dans la canalisation EP, le chantier du boulevard des Abarois n'aura pas d'impact significatif sur les cours d'eau récepteurs.

5.5.6 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

La gestion des eaux pluviales en phase de réalisation du boulevard des Abarois devra être effectuée en coordination avec la commune de Bernex, l'OFROU et l'Office cantonal de l'eau, et portera sur les éléments suivants :

- Evaluation des impacts prévisibles du chantier sur les eaux ;
- Établissement d'un plan de gestion des eaux de chantier conforme à la directive SIA 431, en concertation avec l'entreprise responsable de la réalisation des travaux.
- Contrôle du respect des mesures prévues pour le traitement et l'évacuation des eaux polluées et non polluées.

5.6 Protection des sols

La construction de nouvelles infrastructures peut potentiellement porter atteinte aux sols de deux manières :

- Suppression de surfaces de sol naturel en relation avec les emprises des aménagements projetés et les surfaces concernées par la phase de chantier ;
- Atteinte à la composition chimique et biologique du sol (par ex. contamination par des produits dangereux pour l'environnement), ainsi qu'à sa structure (par ex. tassement, érosion).

Le présent chapitre traite de ces atteintes. L'objectif en termes de protection est de garantir la fertilité du sol et de le préserver en tant qu'élément « vivant ». Au préalable, quelques définitions et le cadre légal sont abordés.

5.6.1 Définitions

Sol : couche biologiquement active du sol où l'on trouve des racines. Le sol comprend en principe une couche supérieure organo-minérale riche en organismes et en nutriments, dite terre végétale ou horizon A, d'une épaisseur variante entre 20 à 40 cm environ, et une couche inférieure, de l'ordre de 30 à 80 cm, appelée sous couche arable, couche sous-jacente ou horizon B.

D'une façon générale, les couches minérales plus profondes appelées roche mère, remblai ou horizon C, qui constituent le matériau parental du sol ne sont pas considérées dans ce chapitre. Ces couches constituent les matériaux d'excavation.

Matériaux terreux : l'excavation d'un terrain pour aménager un ouvrage commence par le décapage de la terre végétale et de la sous-couche arable située dans la couche supérieure du terrain. Ces matériaux portent le nom de matériaux terreux. Une fois prélevés, ces matériaux sont soit déposés sur le chantier même, pour être réutilisés plus tard, soit évacués en vue d'une valorisation adéquate : amendement, remise en culture, remblayage ou aménagement des abords d'un ouvrage, évacuation vers un site de stockage ou traitement s'ils sont pollués.

5.6.2 Bases légales et normes

Le domaine de la protection des sols est principalement régi par l'Ordonnance fédérale sur les atteintes portées aux sols (OSol, 1er juillet 1998). Les documents suivants définissent les principales dispositions légales en rapport à la protection des sols et guident leur mise en pratique :

- Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE) ;
- Ordonnance fédérale du 1 juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol) ;
- Ordonnance fédérale du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) ;
- Ordonnance fédérale du 26 août 1998 sur les sites contaminés (OSites) ;
- Ordonnance du 10 septembre 2008 sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement, ODE) ;
- Ordonnance fédérale du 18 mai 2005 sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses pour l'environnement (Ordonnance sur les produits chimiques, OChim) ;
- Règlement cantonal sur la protection des sols (K 1 70.13) ;
- Normes VSS SN 640 581 « Terrassement, sol - Protection des sols et construction », 2017 ;
- Construire en préservant les sols, OFEV, 2001 ;
- Instructions sur l'évaluation et l'utilisation de matériaux terreux, OFEV, 2001 ;
- Sols et constructions – État de la technique et des pratiques, OFEV, 2015 ;
- Évaluation des sols en vue de leur valorisation, OFEV, 2021 ;
- Gestion respectueuse des sols lors de travaux de génie civil, OFEV, 2022 ;
- Directive cantonale DMP 864 : Etudes pédologiques relatives à la protection contre les atteintes aux sols sur les chantiers, DGE 2014.

5.6.3 Etat actuel

L'emprise de chantier (provisoire et définitive) du boulevard des Abarois s'étend sur une superficie d'environ 8.3 ha, elle s'insère dans un contexte principalement agricole, dont la superficie de sols naturels est d'environ 7,3 ha (~80%). Ces sols sont utilisés comme grande culture stand de tir, haie arborée, jardin privé et accotement routier/autoroutier, comme illustré sur la Figure 30. Ces sols naturels seront impactés de manière temporaire et définitive sur un linéaire d'environ 1,3 km. Environ 30 % de ces sols naturels sont situés au droit de surfaces agricoles cadastrées en tant que surface d'assolement.

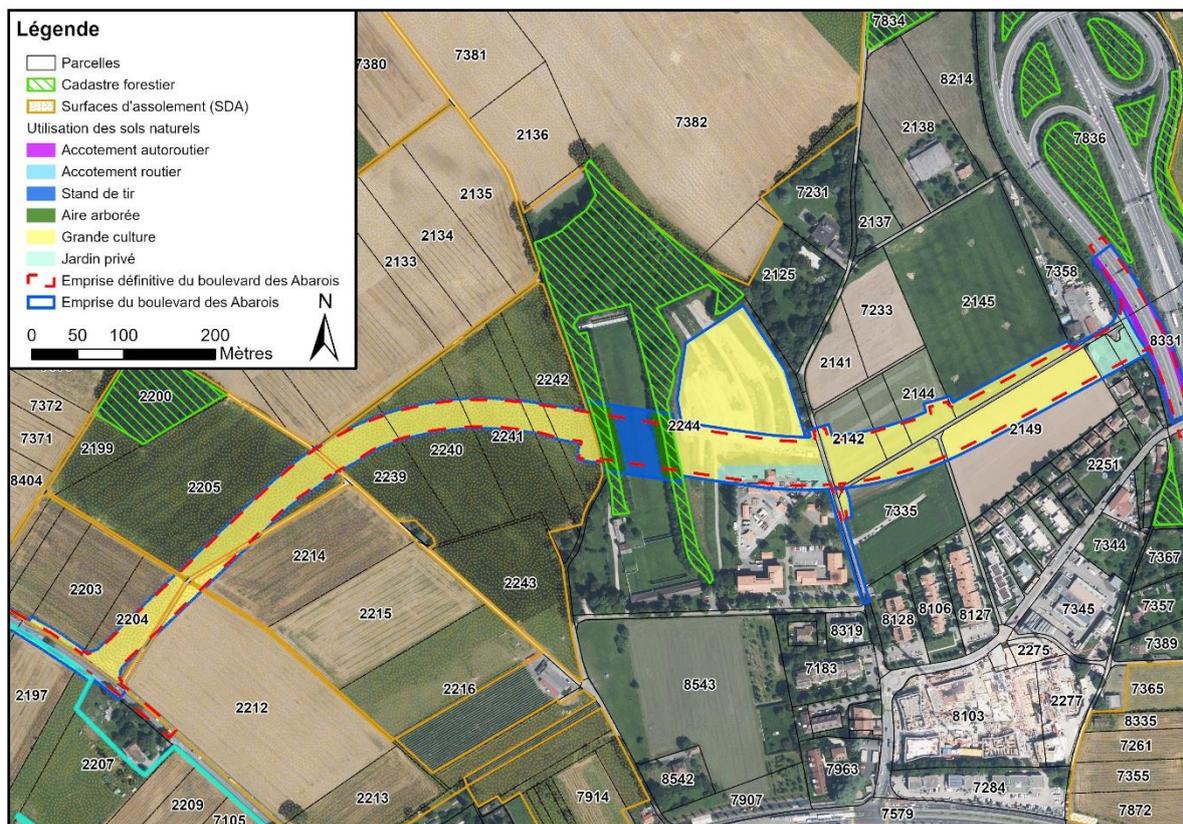


Figure 30 : Plan de l'utilisation du sol du périmètre d'étude

La répartition de l'occupation des sols de l'emprise totale de projet (emprise définitive et provisoire) est quantifiée ci-après :

Sols naturels

Grande culture	58'900 m ²
Accotement routier/autoroutier	2'600 m ²
Haie arborée	3'600 m ²
Jardins privés et espaces extérieurs du centre de protection civile	4'600 m ²
Stand de tir	3'000 m ²
Total sols naturels	72'700 m²
dont SDA	21'300 m²

Tableau 9 : Répartition de l'occupation des sols

5.6.3.1 Méthodologie

L'étude pédologique comprend une description des sols (épaisseurs des horizons (A et B), définition de la typologie, état de pollution) sur la base d'observation de fosses pédologiques réalisées à la pelle mécanique et de sondages réalisés à la tarière Edelman. L'exigence cantonale en termes de densité est de 4 sondages/ha (tarière) et d'une fosse pédologique par 10 ha ou par unité géomorphologique. Dans le cadre de ce projet, environ 7,2 ha de sols naturels sont concernés, la réalisation d'au moins 29 sondages est donc nécessaire.

Selon l'exigence, la présente étude pédologique se base sur :

- Les investigations de terrains réalisées en 2019 et en 2020. Ces campagnes comprennent la réalisation de 3 fosses pédologiques (cf. Annexe E) et de 21 sondages à la tarière Edelman (Cf. Annexe F) permettant ainsi de couvrir les différents types de sols issus des époques de reconstitution de sols différentes ;
- Les données existantes et disponibles sur le SITG : 3 sondages sont existants sur cette emprise (cf. Annexe F) ;
- L'état de référence des sols de la parcelle 2'244 réalisée en 2019 (Ecotec SA) ainsi que la note d'évaluation après travaux réalisée en 2021 (Ecotec SA) dans le cadre des travaux du Tram Cornavin Onex Bernex (TCOB) (cf. Annexe G) : 2 profils à la bêche ont été réalisés.

Lors des investigations de terrain, des analyses physiques fournissant des données quantitatives moyennes concernant le pourcentage de matière organique, le pH, la teneur en carbonates, la granulométrie de la terre fine ont été réalisées par le laboratoire Sol-Conseil à Changins, agréé OSol. Ces analyses portent sur 7 échantillons composites prélevés sur les différents horizons rencontrés (cf. Annexe H).

Des analyses en laboratoire des polluants au sens de l'OSol ont été effectuées sur les sols suspectés d'être pollués soit, à proximité de la route d'Aire-la-Ville et de l'autoroute A1. D'autre part, une évaluation de la pollution des sols de la parcelle 2'244 avait été réalisée dans le cadre du projet TCOB. Ces analyses permettent d'estimer, à ce stade, l'état de pollution des sols pour ensuite définir les possibilités de valorisation (cf. chapitre 5.6.3.2.4).

5.6.3.2 Description des sols

5.6.3.2.1 Historique de l'occupation du périmètre

L'étude des photos aériennes historiques a permis de retracer l'évolution de l'utilisation des sols au droit de l'emprise du présent projet (cf. Figure 31).

La majorité des surfaces concernées par le projet sont exploitées pour la culture agricole.

Dans les années 1910, le stand cantonal de tir de Bernex a été construit, dans les années 80 un remodelage de terrain est réalisé afin d'entourer le stand tir par des buttes.

Dans les années 1940, un réseau de drainage a été mis en place, notamment sur les parcelles 2'142, 2'143 et 2'144. Côté Ouest du périmètre de projet, l'autoroute A1 a été construite en 1991. En 2001, un réseau de chauffage à distance (CADIOM) a été posé en tranchée sur la partie Ouest du projet.

En 2019, lors des travaux du Tram Cornavin, Onex, Bernex, une emprise de stockage de sols a été utilisée au droit de la parcelle 2'244 pour y stocker des sols.



Figure 31 : Cartographie historique de l'utilisation des sols

5.6.3.2.2 Typologie des sols

Selon la carte pédologique des sols agricoles du canton de Genève (Gratier et al., 1985 - SITG), les sols présents à l'intérieur de l'emprise du boulevard sont principalement des sols des terrasses glacio-lacustres. Des sols des plateaux morainiques sont également présents. Ce sont majoritairement des sols bruns qui peuvent partiellement être légèrement pseudogleyfiés. Une faible partie de ces sols sont des anthroposols liés à la construction de l'autoroute, du stand cantonal de tir de Bernex et du centre d'instruction feu et protection civile.

Les résultats des investigations de terrain de 2019/2020 et des données à disposition sont présentés aux figures ci-après :

- Figure 32 : Plan de situation de la typologie des sols ;
- Figure 33 : Plan de situation de l'épaisseur de la terre végétale (horizon A) ;
- Figure 34 : Plan de situation de l'épaisseur de la sous-couche (horizon B) ;

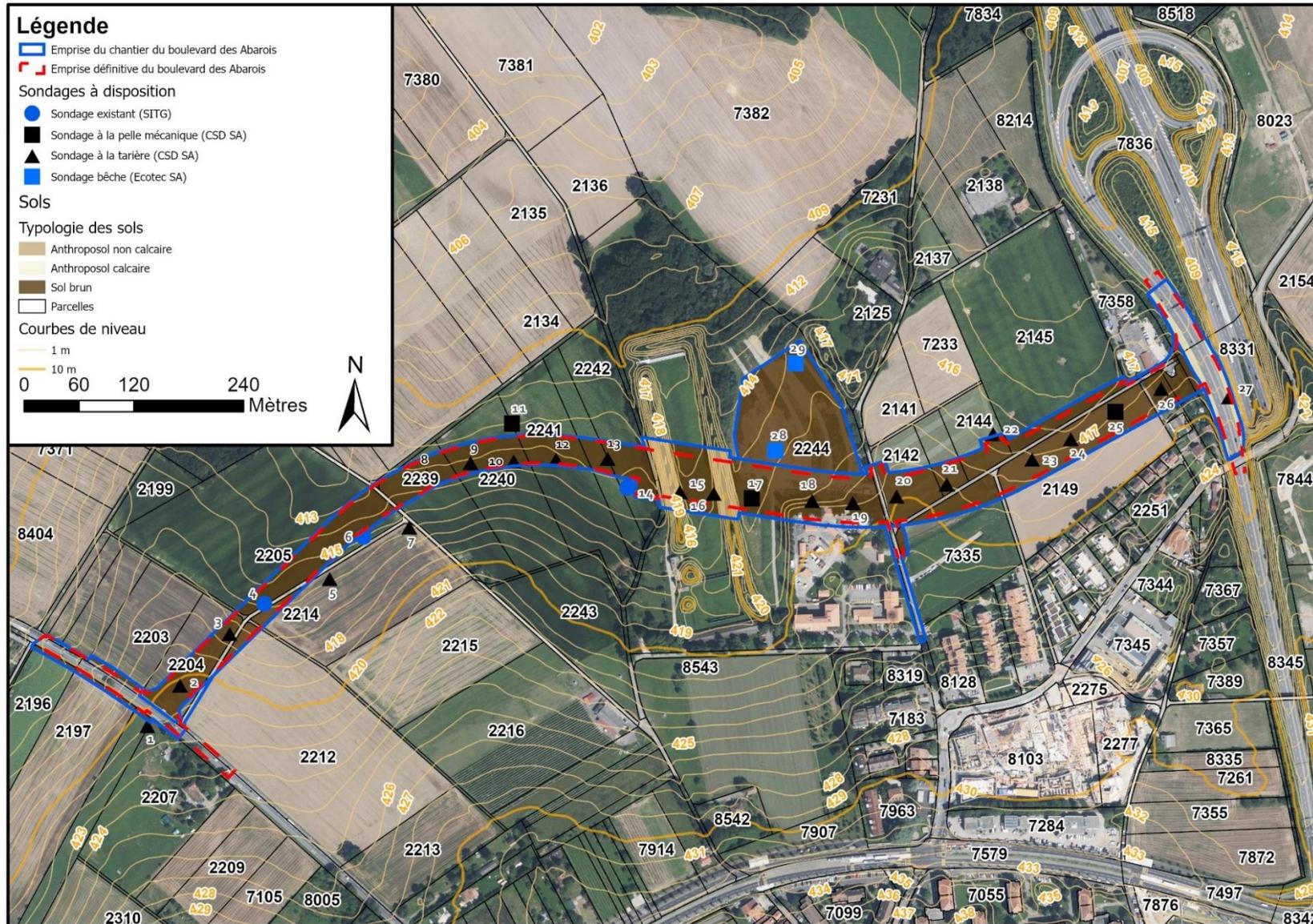


Figure 32 : Plan de situation de la typologie des sols

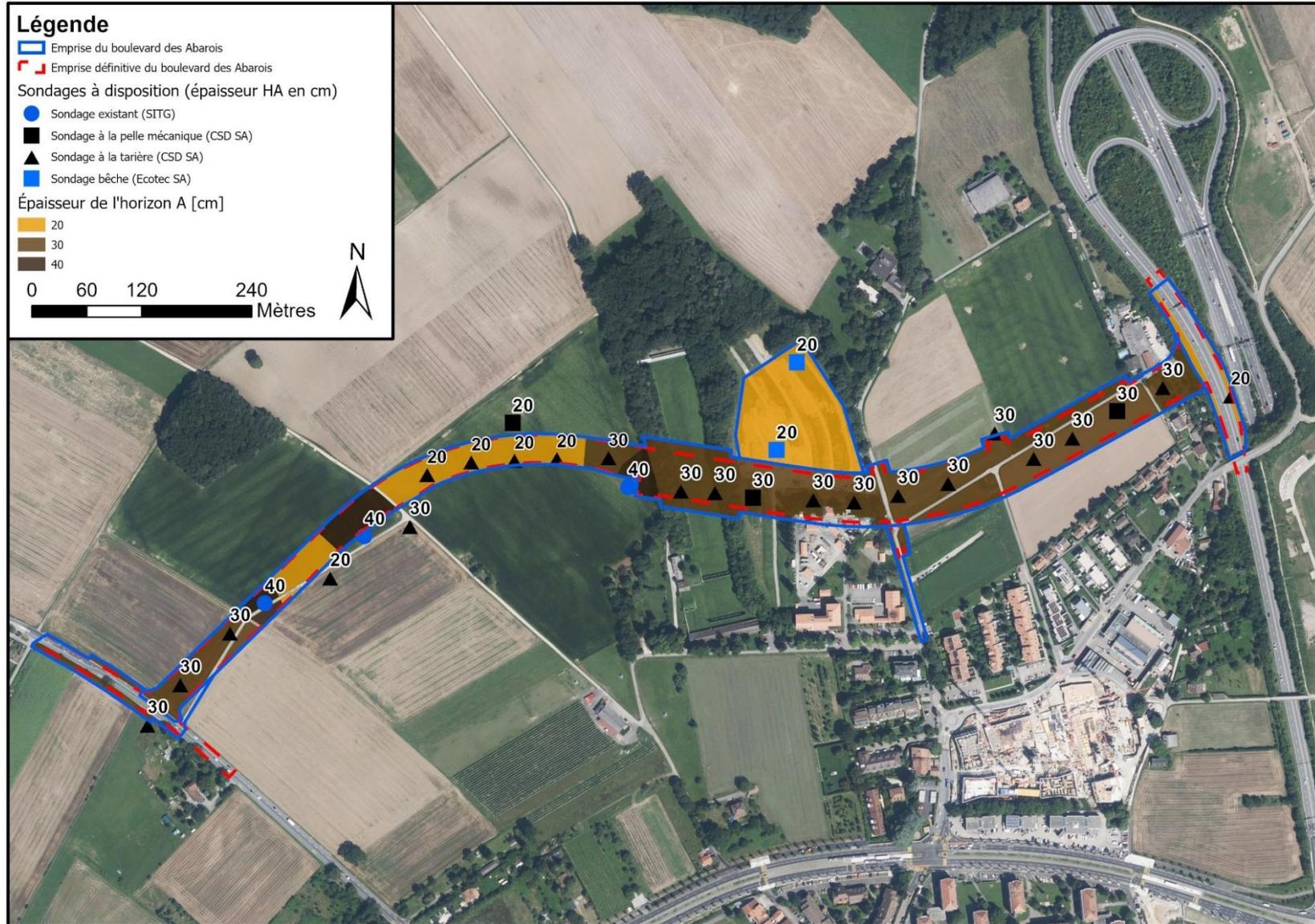


Figure 33 : Plan de situation de l'épaisseur de la terre végétale (horizon A)

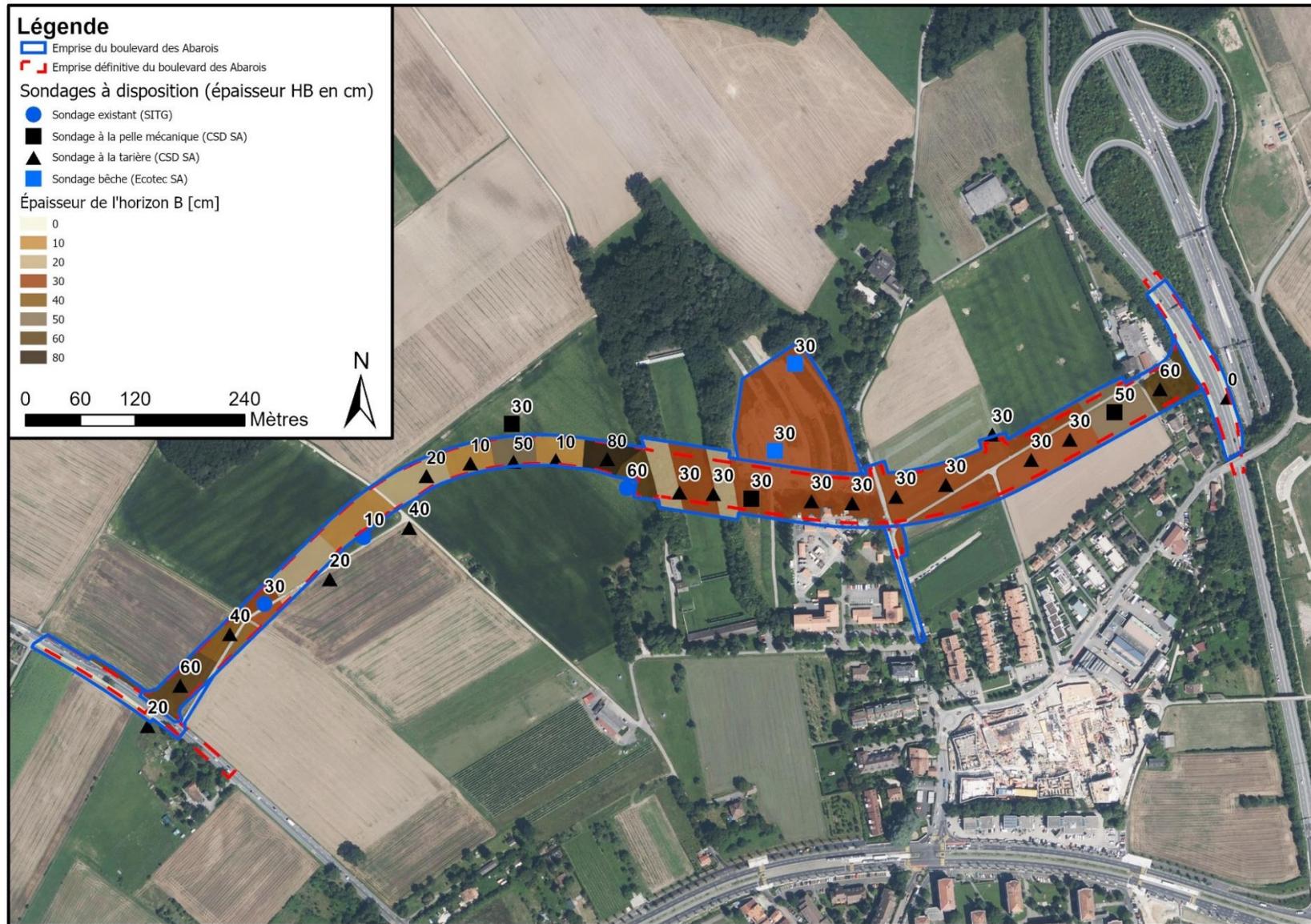
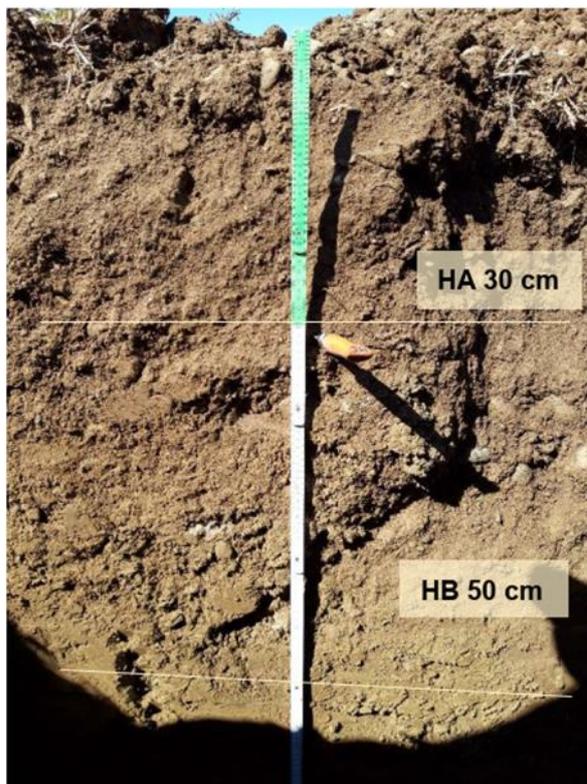


Figure 34 : Plan de situation de l'épaisseur de la sous-couche (horizon B)

Sol brun :

Les sols bruns sont des sols non remaniés à peu remaniés présent sur la majorité de la surface du périmètre, soit environ 66'200 m² (91 %). Ce type de sol possède une pédogénèse en place avec une proportion homogène d'argiles, de limons et de sables dans les horizons A et B. L'horizon A, de couleur brune, est meuble et sa structure légèrement grumeleuse à sub-polyédrique. Son taux de matière organique est satisfaisant (2,6 à 3,9 %) et son pH est faiblement acide à neutre (6,6 à 7,6). Quant à l'horizon B, de couleur brune tirant sur le rouge, il a une structure sub-polyédrique à polyédrique (macrostructure agrégats centimétriques). Son taux de matière organique est faible à satisfaisant (0,6 à 1,4 %) et son pH est neutre à alcalin (7,2 à 8.5). Un horizon terminal (HT) ou un horizon d'altération de la roche-mère (HC) est présent sous l'horizon B. La description détaillée des horizons A et B est présentée dans le tableau ci-dessous et en Annexe E, Annexe F et Annexe G.

En résumé, ces sols sont peu à épais, non carbonatés en surface, et présentent deux horizons terreux dont l'épaisseur totale varie entre 50 et 110 cm. La texture est jugée limoneuse à argileuse pour l'horizon A et limon-argileuse à argileuse pour l'horizon B. Des tâches de rouilles ont été observées dans l'horizon B. La percolation est jugée bonne à moyenne en fonction de la texture et de la teneur en cailloux.



Paramètres	Horizon A	Horizon B
Profondeur (en cm)	20 à 40	Entre 10 et 80
Blocage	Blocage = Horizon T ou C	
Pierrosité de surface	Pierreux	
Pierrosité interne	Peu pierreux à très pierreux (10 à 30%)	Non graveleux à moyennement graveleux (0 à 30%)
Teneur argiles/silts/sables (en %)	24,4 à 47.7 / 35,9 à 46.9 / 5.4 à 39,7	30,3 à 47.3 / 38,6 à 48.0 / 4.6 à 31,1
Texture	Limoneuse	Limon-argileuse à argileux
Matière organique (en %)	2,6 à 3,9	0.6 à 1,4
pH	6,6 à 7,6	7,2 à 8.5
Carbonates (en %)	0,0	0,0 à 26.2
Structure	Grumeleux à sub-polyédrique	Sub-polyédrique à polyédrique
Hydromorphie	Pas de trace d'hydromorphie	Apparition de quelques tâches de rouilles plus ou moins importantes

Tableau 10 : Synthèse de la description des sols bruns

Anthroposol non calcaire :

Les anthroposols non calcaire sont des sols remaniés par la construction des buttes du stand de tir cantonal de Bernex et des accotements de la route d'Aire-la-Ville. Ils sont présents sur une faible surface du périmètre, soit environ 4'500 m² (6 %). Les caractéristiques de ces sols sont similaires aux sols bruns décrits ci-dessus, dont ils sont issus. Seule différence, il n'y a pas d'horizon B.

Anthroposol calcaire :

Les anthroposols calcaires sont des sols remaniés par la construction de l'autoroute A1, présents sur une très faible surface du périmètre, soit environ 2'000 m² (3%). Ces sols sont issus de sol brun calcaire, assez caillouteux avec un pH alcalin, un taux de matière organique normal et une texture limoneuse. L'horizon A est présent une épaisseur de 20 cm, la séparation entre l'horizon A et le remblai est nette. Ce type de sol ne présente pas d'horizon B. La description détaillée de ce sol est présentée dans le Tableau 11 ci-dessous Annexe H.

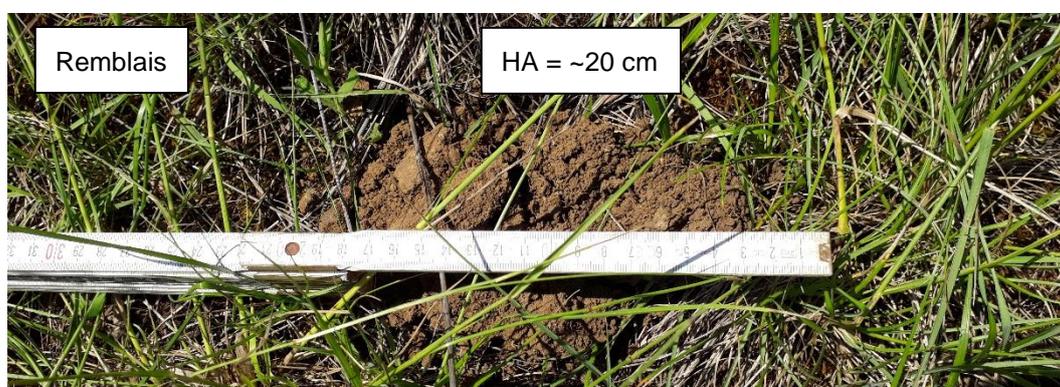


Figure 36 : Exemple d'anthroposol calcaire (S27)

Paramètres	Horizon A
Profondeur (en cm)	20
Blocage	Remblais
Pierrosité de surface	Pierreux
Pierrosité interne	Caillouteux (10 à 30%)
Teneur argiles/silts/sables (en %)	27,6 / 35,4 / 37,0
Texture	Limoneuse
Matière organique (en %)	2,5
pH	8,0
Carbonates (en %)	11,1
Structure	Grumeleux
Hydromorphie	Pas de trace d'hydromorphie

Tableau 11 : Synthèse de la description des anthroposols calcaires

5.6.3.2.3 Sensibilité à la compaction

En fonction de l'influence de l'eau, des teneurs en limon, en matière organique et en éléments grossiers, la sensibilité à la compaction peut ainsi être résumée comme suit pour les différents sols rencontrés (selon la norme VSS 640 581) :

Typologie	Horizon	Sensibilité
Sol brun	Terre végétale	Sensible
	Sous-couche	Très sensible
Anthroposol non calcaire	Terre végétale	Sensible
	Sous-couche	Très sensible
Anthroposol calcaire	Terre végétale	Sensible

Tableau 12 : Sensibilité à la compaction des sols selon leurs textures

5.6.3.2.4 Pollution des sols

Lors des investigations de sols effectuées en 2019, il a été convenu en accord avec le GESDEC de cibler les investigations sur les sources de pollution présentes, à savoir la route d'Aire-la-Ville et les talus de l'Autoroute.

Au niveau des sols à proximité de la route d'Aire-la-Ville, quatre échantillons composites de terre végétale ont été prélevés en bordure de part et d'autre de la route d'Aire-la-Ville, à des distances respectives de 2 mètres et de 15 mètres par rapport au bord de la route. Les analyses de sols ont ciblé les polluants provenant de la circulation en bordure de voie de circulation.

Au niveau des sols à proximité de l'autoroute A1, un échantillon composite de terre végétale a été prélevés dans les talus de la bretelle autoroutière dans le cadre d'un projet tiers. Les analyses de sols ont été réalisées sur les métaux lourds et HAP selon OSol du fait de l'absence d'informations sur la source de cette terre mise en place lors de la construction de l'autoroute.

Lors des investigations de terrain réalisées dans le cadre d'un projet de tiers, la présence d'un compost comportant des déchets urbains (plastiques, fils...) a été observée et ce, au droit des parcelles 2'239, 2'240 et 2'241. Des analyses de sols ont été ciblées sur les métaux lourds et les HAP.

L'ensemble des échantillons ont été prélevés dans les 20 premiers centimètres du sol en place, conformément au manuel « Prélèvement et préparation des échantillons de sols » de l'OFEV, c'est le long de six transects que des prélèvements réguliers ont été effectués afin d'obtenir un échantillon composite.

Enfin, l'emprise de la future installation de chantier située sur la parcelle 2'244 a fait l'objet, dans le cadre de l'état de référence pour les travaux du Tram Cornavin Onex Bernex (TCOB) réalisé par Ecotec SA, d'une analyse de pollution ciblée sur les métaux lourds et HAP. Ici les prélèvements ont été réalisés sur le prélèvement de sondages ponctuels.

Les résultats des analyses au sens de l'OSol effectuées par les laboratoires Scitec Research SA et Wessling AG sur les 7 échantillons analysés dans le cadre de la présente étude, ainsi que les données d'analyses préexistantes, sont représentés à la Figure 37. Ils sont également résumés dans le Tableau 13 ci-après (les bordereaux d'analyse complets sont présentés à l'Annexe I).

								Valeurs indicatives au sens de l'OSol	Seuils d'investigation au sens de l'OSol
Numero transect	Abarois - B	Abarois - C	Abarois - D	Abarois - E	6A	LT Confignon Nord / P12	2244		
Numero laboratoire	19-144447-02	19-144447-03	19-144447-04	19-144447-05	20-185874-05	20-185874-06	19-033659-01		
Polluant en mg/kg MS									
Chrome (Cr)	na	na	na	na	43	na	42	50	100
Nickel (Ni)	na	na	na	na	45	na	54	50	80
Cuivre (Cu)	na	na	na	na	25	na	28	40	150
Zinc (Zn)	130	62	81	62	63	86	66	150	300
Molybdène (Mo)	na	na	na	na	na	na	na	5	10
Cadmium (Cd)	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.8	2
Mercuré (Hg)	na	na	na	na	0.07	na	0.09	0.5	0.5*
Plomb (Pb)	72	24	46	27	26	46	37	50	200
Fluor (F)	na	na	na	na	na	462	na	700	-
Somme des HAP	11	0.76	15	1.4	nd	6.7	nd	1	10
benzo(a)pyrène	0.79	0.07	1.1	0.11	<0.05	0.07	<0.05	0.2	1
PCB	na	na	na	na	na	<0.01	na	0.02	0.1
Degré de pollution au sens de l'OSol	très pollué	non pollué	très pollué	peu pollué	non pollué	peu pollué	non pollué		

* Valeurs selon l'aide à l'exécution "Evaluation des sols en vue de leur valorisation. Aptitude des sols à leur valorisation", OFEV (2021)

na = non analysé

nd = non détecté

valeur	Valeur dépassant la valeur indicative au sens de l'OSol
valeur	Valeur dépassant le seuil d'investigation au sens de l'OSol

Tableau 13 – Synthèse des résultats de pollution des sols selon OSol

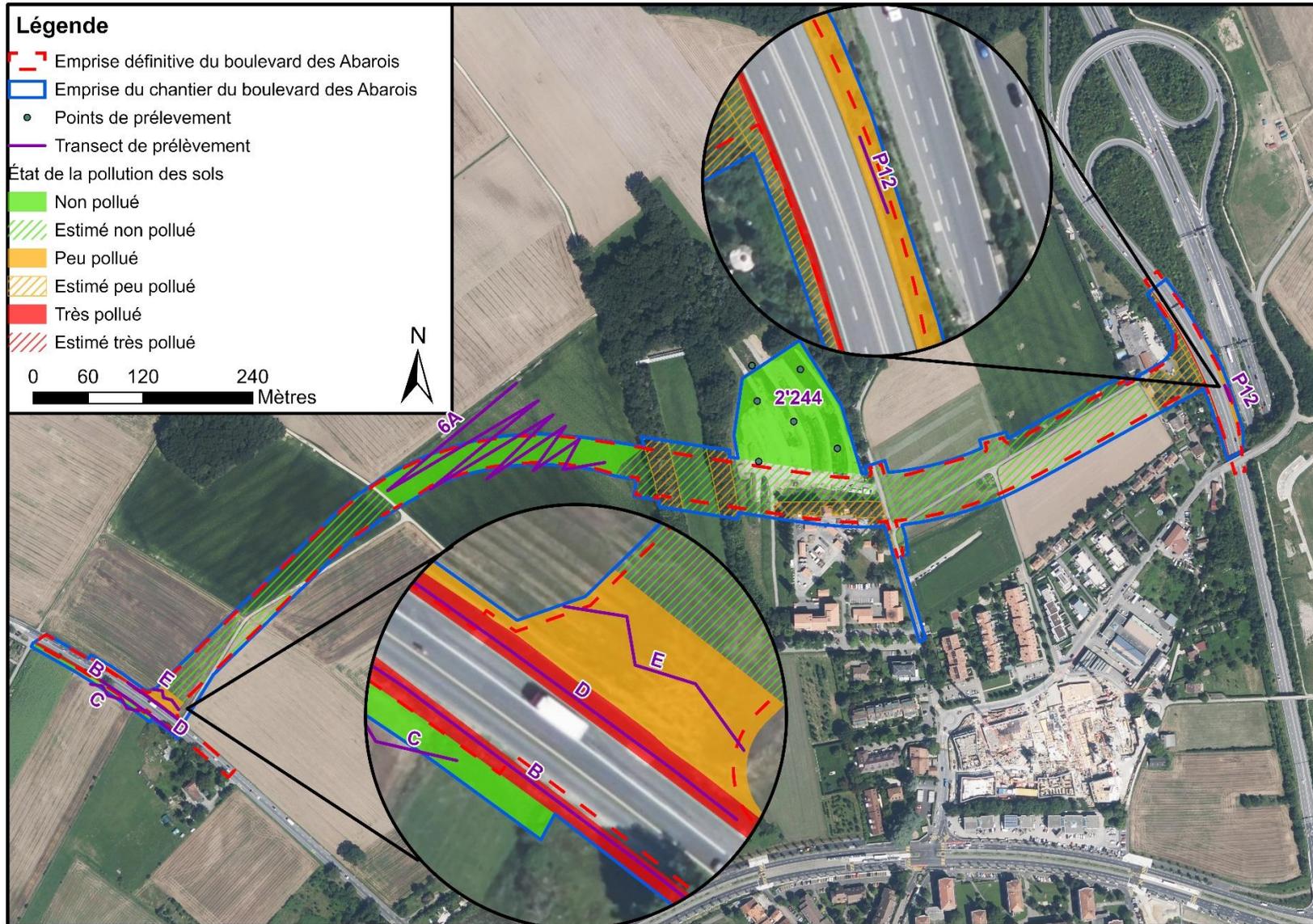


Figure 37 : Plan de l'état de pollution des sols:

Les résultats d'analyse sont résumés comme suit :

- Les sols correspondant aux échantillons « C », « 6A » et « 2'244 » ne présentent pas de dépassement des valeurs indicatives, ces sols sont considérés comme non pollués au sens de l'OSol. A noter, un léger dépassement du Nickel pour l'échantillon « 2'244 » a été constaté, au vu du faible dépassement de la valeur indicative et de l'absence d'autres polluants, le nickel est jugé dans ce cas comme géogène et permet ainsi de considérer ces sols comme non pollués.
- Les sols correspondant aux échantillons « B » et « D », prélevés à proximité immédiate de la route d'Aire-la-Ville présentent un dépassement des seuils d'investigation au sens de l'OSol pour les concentrations en HAP. Ces sols sont donc considérés comme très pollués au sens de l'OSol.
- Les sols correspondant aux échantillons « E » et « P12 » présentent un dépassement des valeurs indicatives au sens de l'OSol pour les concentrations en HAP. Cependant, ces résultats ne présentent aucun dépassement des seuils d'investigation au sens de l'OSol. Ces sols sont donc considérés comme peu pollués au sens de l'OSol.

En fonction de ces résultats, l'état de pollution des autres emprises ont été estimées, des analyses devront être effectuées ultérieurement selon l'objectif de valorisation. En outre, sur la base des données à disposition (l'utilisation historique des sols, observations de terrain et le faible trafic sur les chemins limitrophes du périmètre), les sols à usage agricoles sont estimés comme non pollués. Les sols de jardin privés et des buttes latérales du stand de tir sont estimés comme peu pollués.

Selon la méthodologie d'évaluation des stands de tir, en fonction des trajectoires de balles potentielles, l'emprise intermédiaire située entre le bâtiment et la zone des cibles ne constitue pas une emprise potentiellement polluée. À ce titre, elle n'est d'ailleurs pas inscrite au cadastre des sites pollués du DDPS (cf. chapitre 5.7). Des analyses confirmatoires sont tout de même proposées avant la phase de réalisation.

D'autre part, concernant la présence d'invasives, des foyers d'ambrosie à feuille d'armoise et de robinier faux-acacia ont été observés sur une petite emprise du périmètre du projet (cf. chapitre 5.9). Il sera donc d'usage de porter une attention particulière à cette problématique lors des travaux.

Avec ces informations, les préconisations de réutilisation des sols sont les suivantes :

- Sols non pollués : utilisation sans aucune contrainte à conditions de respecter les mesures de minimisation des impacts sur les sols. Ils doivent néanmoins être valorisés prioritairement dans des emplacements non pollués affectés à l'agriculture.
- Sols peu pollués : utilisation préférentielle sur place sans restriction. En deuxième priorité, utilisation à l'extérieur du chantier à condition que ce soit sur des sols naturels en zone industrielle et où l'homme ne sera pas exposé (potager, aire de jeux pour enfants).
- Sols très pollués : cela correspond à une bande de sols de 2 m de large, le long de la route d'Aire-la-Ville, qui sera décapée durant les travaux. Sous dérogation du GESDEC, ces sols pourraient être valorisés sur place, pour la réalisation d'accotement routier. En effet, ce type d'aménagement serait soumis au même type de pollution. Sans dérogation du GESDEC, ces sols devront être traités ou stockés définitivement de manière compatible avec l'environnement.

5.6.4 Etat futur avec projet

Environ 7.3 ha de sols naturels vont être impactés de manière définitive ou temporaire, 4.8 ha de sols naturels seront reconstitués (65 %), la perte de sols naturels liée à la réalisation de ce projet s'établit à environ 2.5 hectares (35%), dont 2,1 hectares de suppression de SDA.

Le plan sectoriel SDA remanié a été adopté par le Conseil fédéral le 8 mai 2020. Ce plan sectoriel attribue au canton de Genève une surface d'assolement minimale à maintenir à long terme de 8'400 ha. Le projet de boulevard des Abarois, ainsi que les projets d'urbanisation connexes sont inscrits dans le PDCn 2030 en force. Ils ont donc été inscrits dans l'instrument du monitoring de l'espace rural qui inventorie l'ensemble des futures pertes de SDA. Selon les dernières données du monitoring, qui ont été validées par la Confédération dans le cadre de l'adoption de la première mise à jour du PDCn intervenue en janvier 2021, ces pertes de SDA ne remettent pas en cause le respect du quota minimum de SDA du canton fixé à 8'400 hectares.

Les aménagements paysagers prévus par le projet (bermes végétalisées, fossés, fosses de plantation, bandes herbeuses et talus) seront réalisés avec un sol naturel (horizons A et B) en pleine terre soit maintenu ou reconstitué à l'issue de la phase de chantier.

Les épaisseurs d'horizon A et B remises en place seront adaptées selon l'objectif de la strate végétalisée souhaitée, cependant la majorité des sols reconstitués le seront avec deux couches selon les exigences du GESDEC. Cependant, certaines emprises ne seront reconstituées qu'avec une seule couche.

Sur cette base, selon des principes définis lors d'une séance de travail réunissant les différents services concernés (OCAN, GESDEC, ...) tenue en septembre 2022, la description des sols remis en état en fonction de leur utilisation est la suivante :

- Bande arborée/bande arborée bus : 40 cm d'horizon A sur 60 cm d'horizon B avec sur chaque côté une bande avec uniquement de l'horizon B (13'900 m²) (cf. coupe de principe à la Figure 38 ci-après) ;
- Bande herbeuse bus : 30 cm d'horizon A uniquement. En effet cette emprise correspond au futur tracé du bus et sera reconstitué uniquement avec l'horizon A durant la phase intermédiaire (3'300 m²) ;
- Remise en état selon état initial : 30 cm d'horizon A sur 30 cm d'horizon B, permettant de reconstituer l'épaisseur moyenne des sols initiaux (10'600 m²).
- Bande accotement maigre : 30 cm d'horizon B uniquement (1'900 m²) ;
- Accotement des bandes arborées : 5 cm d'horizon A. En effet, cette emprise doit être carrossable (1'300 m²) ;
- Talus : 30 cm d'horizon A uniquement. En effet, au vu des pentes il ne paraît pas opportun, pour des raisons de stabilité, de mettre en œuvre l'horizon B (3'600 m²).

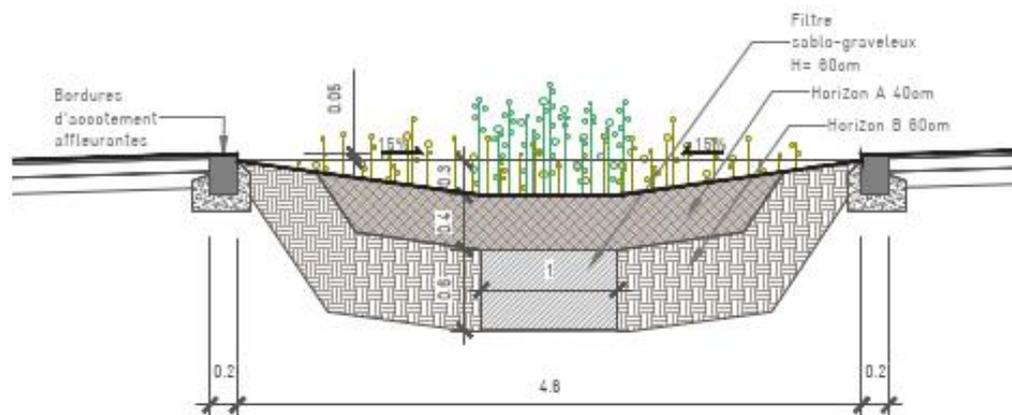


Figure 38 : Coupe de principe de remise en état des bandes arborées (cf. rapport paysager)

En ce qui concerne l'emprise d'installation de chantier, prévue sur la parcelle 2'244 (env. 13'200 m²) et composée de sols agricoles, la mise en œuvre d'un matelas de protection en grave, conformément à la Fiche n°1 du GESDEC « Protéger le sol lors des manipulations – Mesures de protection du sol – Matelas et pistes », est prévue afin de protéger les sols agricoles contre la compaction. Ces sols seront rendus à l'agriculture à la fin du chantier, dès que les mesures de remise en état seront finalisées.

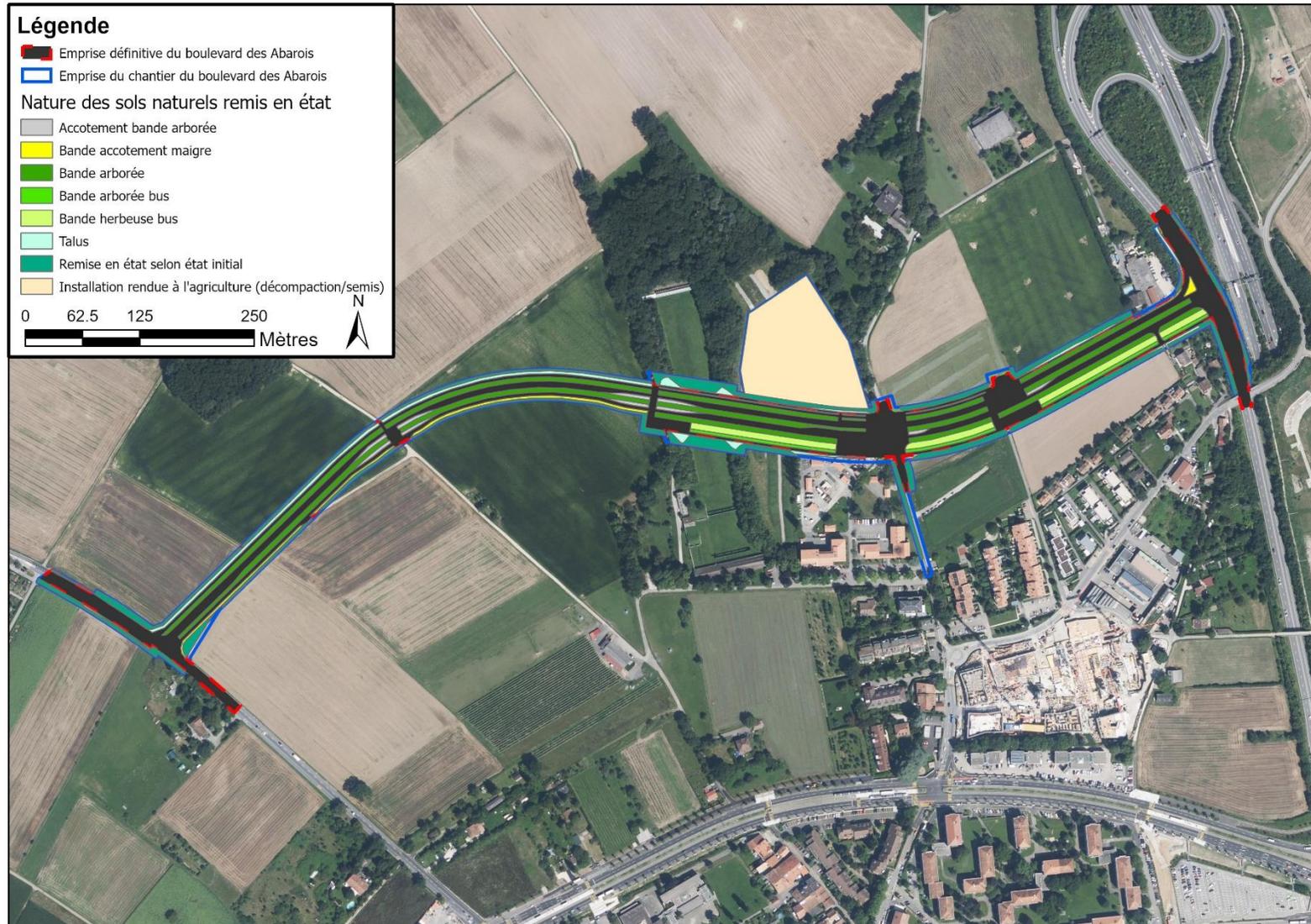


Figure 39 : Plan de situation des sols naturels reconstitués après travaux

En ce qui concerne les autres atteintes liées au sol après mise en service du projet, dans le cadre de l'exploitation normale du boulevard, l'émission (essentiellement sous forme de poussières) de substances dangereuses pour les sols sera présente, mais de manière limitée. Il s'agit des polluants tels que les métaux lourds (provenant principalement de l'usure des pneus et des freins) et des HAP (présents dans les suies des résidus de combustion des moteurs diesels). Ces impacts devraient toutefois être confinés à l'intérieur d'une bande de 5 à 10 m de part et d'autre de l'assiette de la chaussée.

5.6.5 Etat intermédiaire (concept de gestion des sols)

La gestion des sols durant la phase chantier fait l'objet du présent concept de gestion des sols qui permet de définir à ce stade, les phases des travaux, les emprises et les volumes décapés, les volumes des besoins pour la remise en état et enfin les emprises de stockage.

Ce concept devra être affiné dans les phases 41-51 afin d'actualiser les données, que ce soit en termes d'emprise, d'état de pollution ou de remise en état afin d'être au plus proche de la réalité du terrain.

Le concept de gestion actuel tient compte des postulats actuels, à savoir :

- L'emprise de chantier est entièrement décapée à l'exception de l'emprise de l'installation de chantier et de stockage de sols pédologiques ;
- Le chantier sera réalisé en 4 phases distinctes ;
- L'état de pollution des sols connus à ce stade ;
- La remise en état des sols selon les épaisseurs définies dans le chapitre ci-avant ;

Sur cette base, les volumes de sols décapés dans le cadre du projet global sont estimés dans le Tableau 14, le bilan des volumes remis en place y est présenté ainsi que les soldes de sols à évacuer.

	Décapage		Remise en état (Besoins)		Solde	
	Volume en place [m ³]	Volume foisonné (coef 1.3) [m ³]	Volume en place [m ³]	Volume foisonné (coef 1.3) [m ³]	Volume en place [m ³]	Volume foisonné (coef 1.3) [m ³]
Horizon A	17'200	22'300	10'850	14'100	6'350	8'200
Horizon B	18'100	23'500	12'100	15'800	6'000	7'700
Total horizons A et B	35'300	45'800	22'950	29'900	12'350	16'000

Tableau 14 : Estimation des volumes de sols décapés / besoins / soldes

Les travaux du boulevard des Abarois ont pour conséquence de générer un solde de sols à évacuer à l'extérieur du chantier d'environ 6'350 m³ en place d'horizon A et 6'000 m³ en place d'horizon B. Ces volumes seront des sols non pollués et **seront évacués prioritairement sur des emprises de reconstructions de sols agricoles.**

A ce stade, il est prévu que le chantier se déroule en 4 phases distinctes définies selon le plan ci-après. A l'exception de l'emprise de stockage des sols et d'installation de chantier, les sols impactés par le chantier seront décapés.

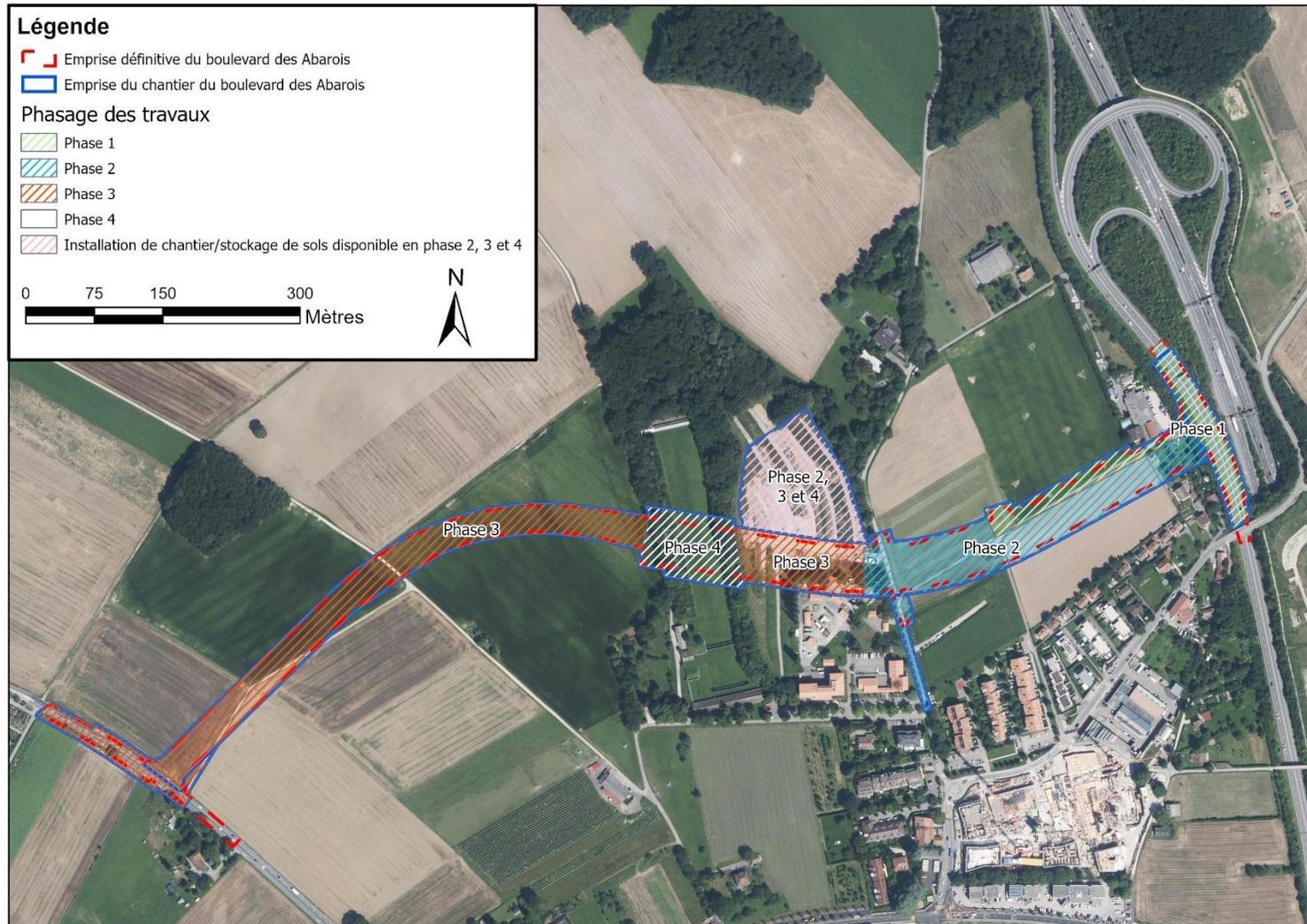


Figure 40 : Phasage des travaux

Le concept de base consiste à systématiquement réutiliser sur place les sols peu pollués pour être ensuite remis en état.

Les sols très pollués sont à ce stade considérés comme évacués, néanmoins, une demande de dérogation sera effectuée auprès du GESDEC afin de pouvoir réutiliser ces sols très pollués sur site sachant que c'est un projet de route dont les sols sont voués à être pollués. Ces sols très pollués concernent actuellement 380 m³ de HA ainsi que 260 m³ de HB.

Sur la base du constat suivant : les sols remis en état seront soumis à des sources de pollution liées au trafic routier, leur état de pollution va probablement augmenter. Il serait donc souhaitable de pouvoir évacuer un maximum de sols non pollués du site (sauf ceux prévus pour reconstituer des zones de sol agricole) pour être valorisés sur sols agricoles extérieurs et de les remplacer par des sols peu pollués. Cette option implique cependant que les possibilités d'approvisionnement en termes d'apport extérieur de sols peu pollués puissent être assurés lors de la phase d'appel d'offres et de planification du chantier en confirmant les possibilités d'apport d'autres chantiers en fonction des besoins et du planning du présent projet.

Cette option reste à privilégier et à évaluer au fur et à mesure du chantier en fonction des opportunités. Les synergies et nécessités de coordination avec les chantiers environnants devront également être intégrées de manière adéquate.

Cependant, le concept de gestion des sols décrit ci-après et selon le tableau résumé qui suit permet de reconstituer les sols avec les sols décapés issus du site.

Un des objectifs de ce concept est de limiter l'emprise de stockage des sols, en outre, le décapage de l'étape n+1 sera remis si possible directement en place sur l'étape n. Une hauteur de stockage de 2 m a été considérée pour l'horizon B en raison d'une teneur en argile supérieure à 30%, rendant le sol particulièrement sensible à la compaction. Pour l'horizon A, une hauteur de stockage de 2 m est conforme aux recommandations de la norme VSS 640 581 « Terrassement, sol – Protection des sols et construction ».

Le concept de gestion des sols peut être résumé comme suit :

Lors de la première phase, seuls les sols peu pollués seront préservés sur place en attendant d'être remis en place, une emprise de 650 m² de stockage devra être mise à disposition, sur le chantier. En effet, l'emprise de stockage des sols et potentiellement de chantier sera disponible qu'à partir de la deuxième phase.

Lors de la deuxième phase, une partie du décapage sera directement remis en place dans la phase 1, les sols peu pollués restants seront stockés sur place ainsi qu'un faible volume d'horizon B non pollués pour les besoins des phases 3 et 4. Une surface d'environ 1'200 m² sera nécessaire pour le stockage des sols.

Lors de la troisième phase, les sols peu pollués et non pollués issus du décapage seront directement remis en place dans la phase 2, le reste sera entièrement stocké sur place pour les besoins des phases 3 et 4. Une surface d'environ 9'300 m² sera nécessaire pour le stockage des sols. Une grande partie de sols stockés seront remis en place à la fin de cette phase. Un solde restera pour les besoins de remise en état de la quatrième phase.

Lors de la quatrième phase, les sols décapés seront stockés sur place. Une surface d'environ 2'750 m² sera nécessaire pour le stockage des sols.

Phase	Horizon	Décapage	Besoin	Principe de gestion	Réutilisé sur place	Evacué à l'extérieur	Surface de stockage nécessaire
		Volume en place [m ³]	Volume en place [m ³]		Volume en place [m ³]	Volume en place [m ³]	Surface nécessaire [m ²]
Phase 1	HA - NP	1'010		Volume valorisé à l'extérieur	0	1'010	0
	HA - PP	490		Volume stocké sur place en attente d'être remis en état sur la phase 1	490	0	400
	HA - TP	60		Volume évacué en décharge	0	60	0
	Tot. HA	1'560	820		490	1'070	400
	HB - NP	1'200		Volume valorisé à l'extérieur	0	1'200	0
	HB - PP	310		Volume stocké sur place en attente d'être remis en état sur la phase 1	310	0	250
	HB - TP	0		-	0	0	0
Tot. HB	1'510	870		310	1'200	250	
Phase 2	HA - NP	4'270		Volume valorisé à l'extérieur	0	4'270	0
	HA - PP	830		Volume remis en place sur les sols de la phase 1 (330 m3) et stockage pour la remise en état de la phase 2 (500 m3)	830	0	400
	HA - TP	0		-	0	0	0
	Tot. HA	5'100	3'250		830	4'270	400
	HB - NP	4'750		Volume valorisé à l'extérieur et stockage en vue de la remise en état de la phase 3/4 (220 m3)	220	4'530	180
	HB - PP	1'280		Volume remis en place sur les sols de la phase 1 (560 m3) et stockage en vue de la remise en état de la phase 2 (720 m3)	1'280	0	600
	HB - TP	0		-	0	0	0
Tot. HB	6'030	3'510		1'500	4'530	780	
Phase 3	HA - NP	7'270		Volume remis en place sur les sols de la phase 2 (2'130 m3) et stockage en vue de la remise en état de la phase 3 (5'140 m3)	7'270	0	4'250
	HA - PP	620		Volume remis en place sur les sols de la phase 2	620	0	0
	HA - TP	320		Volume évacué en décharge	0	320	0
	Tot. HA	8'210	5'350		7'890	320	4'250
	HB - NP	8'050		Volume remis en place sur les sols de la phase 2 (1'940 m3) et stockage en vue de la remise en état de la phase 3/4 (6'110 m3)	8'050	0	5'050
	HB - PP	850		Volume remis en place sur les sols de la phase 2	850	0	0
	HB - TP	260		Volume évacué en décharge	0	260	0
Tot. HB	9'160	6'250		8'900	260	5'050	
Phase 4	HA - NP	1'220		Volume valorisé à l'extérieur et stockage en vue de la remise en état de la phase 4 (570 m2)	570	650	470
	HA - PP	1'070		Volume remis en place sur les sols de la phase 3	1'070	0	890
	HA - TP	0		-	0	0	0
	Tot. HA	2'290	1'430		1'640	650	1'360
	HB - NP	1'390		Stockage en vue de la remise en état de la phase 4	1'390	0	1'150
	HB - PP	0		-	0	0	0
	HB - TP	0		-	0	0	0
Tot. HB	1'390	1'470		1'390	0	1'150	

Tableau 15 : Utilisation et phasage des sols (NP = non pollué / PP = Peu pollué / TP = Très pollué)

La surface de 1.3 hectare implantée sur la parcelle 2'244, retenue pour être utilisée principalement comme emprise de stockage de sols naturels mais aussi comme installation de chantier, se situe au nord du centre de protection civile. Comme déjà mentionné dans le chapitre « Etat actuel », cette emprise a récemment été

utilisée pour le stockage de sols dans le cadre du prolongement du tramway TCOB son état de référence avant travaux et l'évaluation après travaux sont disponibles à l'Annexe G. Cette emprise a subi un décapage plus important de l'horizon A, ainsi un apport a dû être réalisé. Si ceci n'est pas le cas, il serait possible d'apporter de l'horizon A en fin de travaux sur cette emprise. Le principe de remise en état sera discuté avec le GESDEC en phase SIA 41.

Néanmoins, et conformément à la Fiche n°1 du GESDEC « Protéger le sol lors des manipulations – Mesures de protection du sol – Matelas et pistes », cette emprise ne sera pas décapée. Les pistes d'accès et le revêtement seront réalisés avec de la grave naturelle (épaisseur : 50 cm) sur bidim. Si des emprises de mélange sont nécessaires, alors elles seront aussi recouvertes de grave. Les mesures définies dans au chapitre 5.6.7 devront être strictement suivies.

5.6.6 Filières de valorisation et d'évacuation des sols

Comme estimé au chapitre précédent, la réalisation du boulevard des Abarois engendrera un volume excédentaire de terre végétale et de sous-couche ne pouvant pas être directement valorisé à l'intérieur du périmètre du projet de l'ordre de 12'350 m³ (6'350 m³ d'horizon A / 6'000 m³ d'horizon B)

Les filières de valorisation ou de stockage définitif des matériaux terreux à mettre en œuvre pour les différents volumes à distinguer sont définies sur la base des indications de l'OSol et des instructions pratiques de l'OFEV « Evaluation et utilisation des matériaux terreux », 2021. Dans le cadre du projet, les filières de valorisation ou de stockage définitif peuvent être réparties selon les catégories suivantes :

- Les matériaux non pollués décapés (env. 29'160 m³) peuvent être utilisés sans restriction. A ce titre, 11'660 m³ devront être prioritairement revalorisés en agriculture, le solde restant sera soit réutilisé sur place soit partiellement évacué à l'extérieur ;
- Les matériaux peu pollués décapés (env. 5450 m³) doivent être valorisés sur site.
- Les matériaux très pollués décapés (env. 640 m³) ne peuvent à priori pas être valorisés sauf dérogation du GESDEC. Si cette dérogation n'est pas octroyée alors ces sols seront évacués et stockés définitivement en décharge dont la filière devra être déterminée.

Dans ce contexte, une valorisation adéquate des volumes de sols excédentaires décapés dans le cadre du projet devra être recherchée en considérant les besoins locaux et régionaux en terre végétale et sous-couche arable lors de l'exécution des travaux. Les possibilités de valorisation devront être inventoriées et examinées de manière systématique dans le cadre de la planification des travaux en adoptant une attitude proactive et en tenant compte des synergies avec la réalisation des aménagements des quartiers environnants. Les matériaux propres excédentaires (horizon A et B) devront être en priorité mis à disposition de l'agriculture. La demande en sol dans les périmètres de gravières en cours de remblayage et/ou rendues à l'agriculture est forte, rendant essentielle une réutilisation adéquate des sols de qualité actuellement en place dans le périmètre du projet. Les possibilités de valorisation dans un rayon géographique proche devront être privilégiées dans la mesure du possible. Ces démarches pourront être effectuées en collaboration avec AgriGenève.

Les possibilités de valorisation de ces matériaux excédentaires sont néanmoins tributaires de leurs concentrations en polluants et de la présence potentielle de plantes néophytes envahissantes.

5.6.7 Mesures de protection intégrées au projet

La protection des sols implique avant tout de définir de manière rationnelle et parcimonieuse les emprises de chantier, de minimiser le compactage des sols en place et d'éviter toute manipulation inutile ou inadéquate des matériaux terreux. L'ensemble des manipulations de sol devra respecter les bases légales et la réglementation en vigueur, notamment les normes VSS 40 581 « Terrassement, sol – Protection des sols et construction », OFEV, 2017.

Les mesures ci-après seront à mettre en place en phase de chantier pour garantir une gestion et une protection optimale des sols.

De manière générale :

- Un spécialiste reconnu de la protection des sols sur les chantiers devra être intégré à la phase de réalisation, dès l'établissement des soumissions afin d'intégrer de manière adéquate l'ensemble des exigences à respecter.
- Le suivi doit notamment : planifier et faire appliquer les mesures de protection des sols ; intégrer les exigences de la protection des sols dans les conditions particulières des soumissions et les documents contractuels avec l'entreprise de génie civil ; assurer le suivi des travaux durant les phases de décapage, dépôt temporaire, remise en place et remise en culture des sols.
- Le projet doit garantir l'application des prescriptions environnementales en vigueur en matière de protection des sols sur l'intégralité des emprises de chantier, y compris sur celles inconnues à ce jour. En effet, la protection des sols s'applique aussi aux travaux préparatoires et de défrichements.
- Lors de la phase de réalisation, les matériaux terreux contenant du matériel végétal (rhizomes, graines, etc.) de néophytes, sont considérés comme polluants.

À ce titre, la valorisation des volumes de matériaux terreux (terre végétale et sous-couche) est uniquement envisageable dans l'enceinte du projet ou dans les limites de la zone contaminée, de manière à exclure toute nouvelle propagation de néophytes. Cette option est à prioriser dans la mesure où cela est possible en termes de stockage.

Si cela est impossible, les matériaux terreux contaminés par la présence d'organismes exotiques envahissants devront être éliminés conformément aux dispositions en vigueur. Article 52 de l'Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE - 814.911) et article 30 du Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (RPPMF - L 4 05.11).

En phase de préparation aux travaux :

- Les sols sont actuellement recouverts par de la végétation, cet état permet d'assurer un ressuyage des sols. Il est donc recommandé que ces surfaces ne soient pas touchées jusqu'au début des décapages. Pour les emprises concernées par un arrosage automatique, il est recommandé d'arrêter l'arrosage quelques semaines avant les travaux de décapage.

En phase de décapage :

- Dans la planification du chantier, il y aura lieu de tenir compte du fait que les travaux de manipulation des sols doivent uniquement être effectués en période sèche et lorsque les sols sont bien ressuyés. Ces travaux devront donc être entrepris uniquement avec l'accord du responsable environnement du chantier. Celui-ci évaluera le degré d'humidité des sols ;
- En vue de préserver les sols, il est conseillé d'effectuer les décapages avant la démolition des bâtiments.
- Les travaux de décapage seront effectués seulement à l'aide d'une pelle mécanique (ou plusieurs) qui se déplacera uniquement sur l'horizon A, si le sol est suffisamment ressuyé. La pelle mécanique décapera l'horizon A par bande puis l'horizon B de manière séparée afin de garantir un déplacement uniquement sur l'horizon A.
- Réduire autant que possible le poids et la pression au sol lors du décapage. À cette fin, utiliser des machines adaptées (<25 to et pression au sol inférieure à 0.5 bar), présentant une surface de contact au sol importante et une faible pression au sol. Les engins à chenilles engagés seront en adéquation avec les forces de succion du sol lors des travaux de décapages.
- Au vu du caractère normalement sensible à la compaction des sols présents, en dessous de 10 centibars, aucune machine ne sera autorisée à se déplacer sur le sol en place.
- En dessous de 10 centibars les décapages seront interdits.
- Les matériaux terreux de type A seront décapés séparément à la pelle mécanique selon leur état de pollution pour être stockés séparément.

- Les machines amenées à circuler sur les sols devront être à chenilles et avoir une pression au sol minimale. Leur engagement sur le chantier devra être validé par le responsable environnement sur la base de leur pression au sol et de leur charge totale ;

En phase de stockage :

Emprise de stockage :

- L'emprise de stockage des sols ou d'installation de chantier sera protégée au droit des pistes principales avec une piste en grave naturelle de 50 cm sur un bidim tissé ;
- Tout mélange de matériaux sera effectué sur une plateforme construite de la même manière que les pistes ;
- Le stockage de matériaux d'excavation sera toléré à une hauteur maximale de 2.5 m ;
- Un signallement visuel devra être mis en place sur le sol en place avant dépose des stocks de sols, à intervalle régulier, afin d'éviter un décapage des sols en place.

Stockage :

- Les horizons A seront stockés de manière séparée selon leur état de pollution (non pollué / peu pollué).
- Au vu des caractéristiques des sols, considérés comme particulièrement sensibles à la compaction, il est exigé que les sols soient stockés en condition sèche avec des hauteurs de stockage suivante :
 - a) Horizon A :
 - Tas en forme trapézoïdale : hauteur maximum de 2.0 m
 - b) Horizon B :
 - Tas en forme trapézoïdale : hauteur maximum de 2.0 m
- Les tas seront formés à l'aide d'une pelle mécanique qui reprendra la terre sans compaction, les tas seront ensemencés avec un mélange légumineuses/graminées afin de prévenir les adventices.
- Une fois enherbé, les tas seront entretenus avec environ 3 entretiens de fauche/broyage par an.

En phase de remise en état des sols :

- Comme pour les décapages, les travaux de manipulation des sols devront dans la mesure du possible être effectués en période sèche et lorsque les matériaux terreux sont bien ressuyés. L'évaluation de l'humidité des matériaux sera effectuée avant les remises en état et validée par le pédologue. Des interruptions partielles ou totales des travaux en cas de précipitations seront ordonnées. En dessous de 10 centibars aucune remise en état ne sera possible.
- Il faudra prendre en compte le coefficient de foisonnement (1.3) lors de la définition des épaisseurs dans les soumissions (majoration de l'épaisseur initiale selon le coefficient défini).
- Les épaisseurs foisonnées prévues seront les suivantes selon l'objectif de l'aménagement :
 - Bande arborée/bande arborée bus : 50 cm d'horizon A sur 75-80 cm d'horizon B ;
 - Bande herbeuse bus : 35-40 cm d'horizon A uniquement ;
 - Remise en état selon état initial : 35-40 cm d'horizon A sur 35-40 cm d'horizon B.
 - Bande accotement maigre : 35-40 cm d'horizon B uniquement ;
 - Accotement des bandes arborées : 5 cm d'horizon A ;
 - Talus : 35-40 cm d'horizon A uniquement.
- Seule la pelle mécanique sera d'usage pour remettre en place les sols. En aucun cas, les sols seront compactés (par godet, par pelle mécanique ou par dumper).
- Les camions qui apporteront des sols de l'extérieur ne seront pas autorisés à rouler sur les sols fraîchement remis en place.

- L'ensemble des sols reconstitués serontensemencés/plantés et interdit au public pour laisser le sol se tasser naturellement durant au moins 6 mois.

5.6.8 Eléments à préciser au stade du projet d'exécution

- Consolidation du plan de gestion des sols pour la phase 41-51 afin de bien clarifier les attentes tant en termes de bilan de sols qu'en termes de manipulation des sols ;
- Réaliser les analyses complémentaires des sols, en particulier pour les sols du stand de tir et des sols évacués.

5.6.9 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Actualiser si nécessaire les emprises définitives ;
- Actualiser si nécessaire la gestion des emprises temporaires ;
- Actualiser si nécessaire le bilan final des surfaces et des volumes des sols concernés par le projet.

5.7 Sites pollués

5.7.1 Bases légales

Les sites pollués et contaminés sont régis par l'Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites, 1998) et sa loi d'application cantonale (K1 71, 2003).

5.7.2 Etat actuel

L'ensemble de l'emprise du projet du boulevard n'empiète que sur un site répertorié par le cadastre des sites pollués du canton de Genève, situé au niveau du croisement avec le chemin des Rouettes sur la partie sud du boulevard. Il s'agit d'une aire d'exploitation appartenant à la protection civile (site n° 428.2003.572, parcelle 2244) située sur le chemin des Rouettes.

Ce site est inscrit au cadastre cantonal des sites pollués en tant que « site pollué pour lequel aucune atteinte nuisible ou incommode n'est attendue » au sens de l'article 5 de l'OSites. De ce fait, ce site ne nécessite ni surveillance ni assainissement dans le cadre de l'application de la législation en vigueur.

Le cadastre des sites pollués du Département fédéral de la Défense de la Population et des Sports (DDPS), recense les emprises polluées du stand de tir de Bernex. Les surfaces polluées sont situées hors de l'emprise du projet du boulevard.

Ces éléments sont représentés à la Figure 41 ci-après.

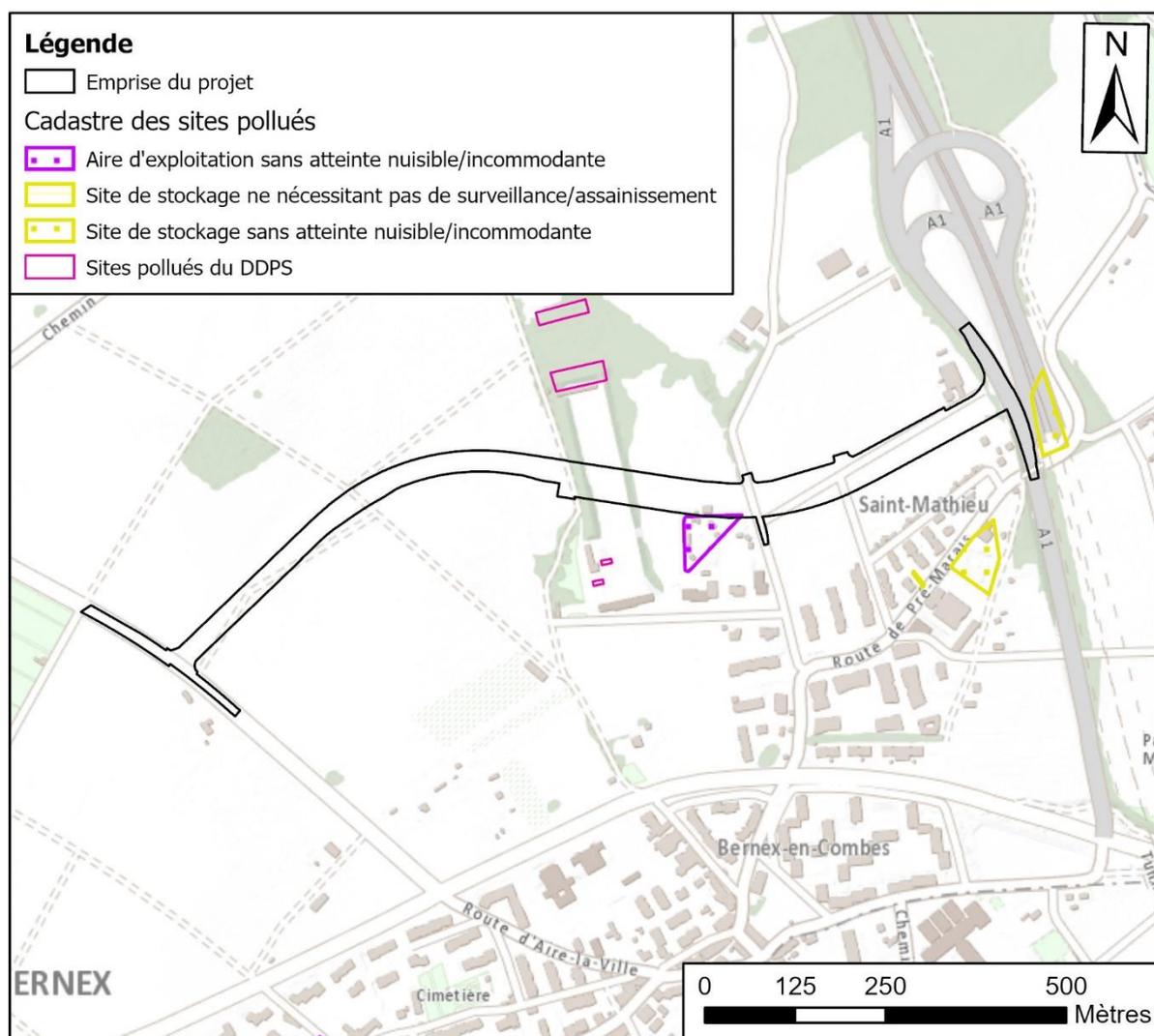


Figure 41 : Extrait du cadastre des sites pollués

5.7.3 Etat intermédiaire et état futur avec projet

L'intersection de l'emprise du projet avec le site inscrit au cadastre des sites pollués du canton en tant que site sans risque d'atteinte nuisible ou incommode n'engendrera aucune nécessité d'assainir.

Le projet est donc conforme aux dispositions de l'article 3 de l'OSites, relatif à la création ou à la transformation de constructions sur des sites pollués.

Moyennant la remise d'un rapport attestant le caractère non pollué des emprises remaniées dans le cadre du projet, sur la base d'un programme adéquat d'analyses en laboratoire, une demande de mise à jour des emprises inscrites au cadastre des sites pollués pourra être adressée au GESDEC.

5.7.4 Proposition de cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Etablissement d'un rapport attestant le caractère non pollué des emprises remaniées à transmettre au GESDEC afin d'adapter l'emprise du site pollué n°428.2003.572.

5.8 Déchets, substances dangereuses pour l'environnement

5.8.1 Bases légales

Les principales bases légales et recommandations régissant le domaine des déchets sont les suivantes :

Législation fédérale et cantonale

- Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, 2015) ;
- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (OSites, 1998) ;
- Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD, 2005) ;
- Ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets (LMoD, 2005) ;
- Loi sur la gestion des déchets (L1 20, 1999) ;
- Règlement d'application de la loi cantonale sur la gestion des déchets (L1 20.01, 1999).

Recommandations et documents de planification

- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEV, 1999) ;
- Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2006) ;
- Plan cantonal de gestion des déchets 2020-25 ;
- Guide pour la réutilisation des matériaux d'excavation non pollués (ECOMAT^{GE}, 2016) ;
- Recommandation SIA 430 « Gestion des déchets de chantier » (SIA, 1993) ;
- Guide pour la gestion des déchets (GESDEC, 2017) ;
- Fiches d'information établies par le GESDEC.

5.8.2 Principes de gestion des déchets

Les principes de gestion des déchets appliqués lors de la réalisation et lors de l'exploitation du boulevard des Abarois s'alignent sur les lignes directrices applicables en Suisse. Ceux-ci sont résumés ci-après par ordre de priorité :

- Réduction à la source des déchets ;
- Réemploi de matériaux de démolition et de matériaux issus des terrassements ;
- Valorisation respectueuse de l'environnement en assurant un non-mélange des déchets produits et le recours à des filières de valorisation locales et agréées.

Lors de la réalisation du boulevard des Abarois, l'accent sera porté sur la réutilisation des matériaux d'excavation pour les remodelages topographiques et des sols pour les bermes végétalisées. Concernant les matières exportées hors chantier (p.ex. sols en surplus, matériaux de démolition, résidus de béton, ...), lorsqu'une opportunité de valorisation alternative à la mise en décharge et respectueuse de l'environnement se présentera, celle-ci devra être privilégiée, pour répondre aux objectifs d'une économie circulaire.

5.8.3 Catégories et quantités de déchets générés et mode de gestion

La grande majorité des déchets seront produits en phase de réalisation et se répartissent en trois catégories principales :

- Déchets de démolition et déconstruction des infrastructures existantes ;
- Matériaux issus des terrassements et matériaux terreux ;
- Déchets de construction.

5.8.3.1 Matériaux de déconstruction

Les ouvrages à déconstruire dans le cadre du chantier du boulevard des Abarois se composent principalement de surfaces de chaussées existantes (chemins de la Tuilière-Foëx, de Borbaz et des Rouettes, route d'Aire-la-Ville et bretelle autoroutière au droit de l'accroche avec le boulevard, soit une surface approximative totale de 7'000 m²). La démolition de 2 bâtiments est également nécessaire, dont les spécificités sont données ci-dessous :

- 1 dépôt pour la protection civile, d'une surface de 119 m², année de construction : 1996-2000 ;
- 1 local pour la protection civile, d'une surface de 12 m², année de construction : 2016-2020.

Les autres déchets de déconstruction à considérer sont les déchets provenant d'équipements et installations existantes dans le périmètre du projet, qui seront démontés (p.ex. collecteurs et conduites, mobilier urbain, etc.). Le volume d'équipements et installations diverses à démonter est estimé à environ 8'400 m³.

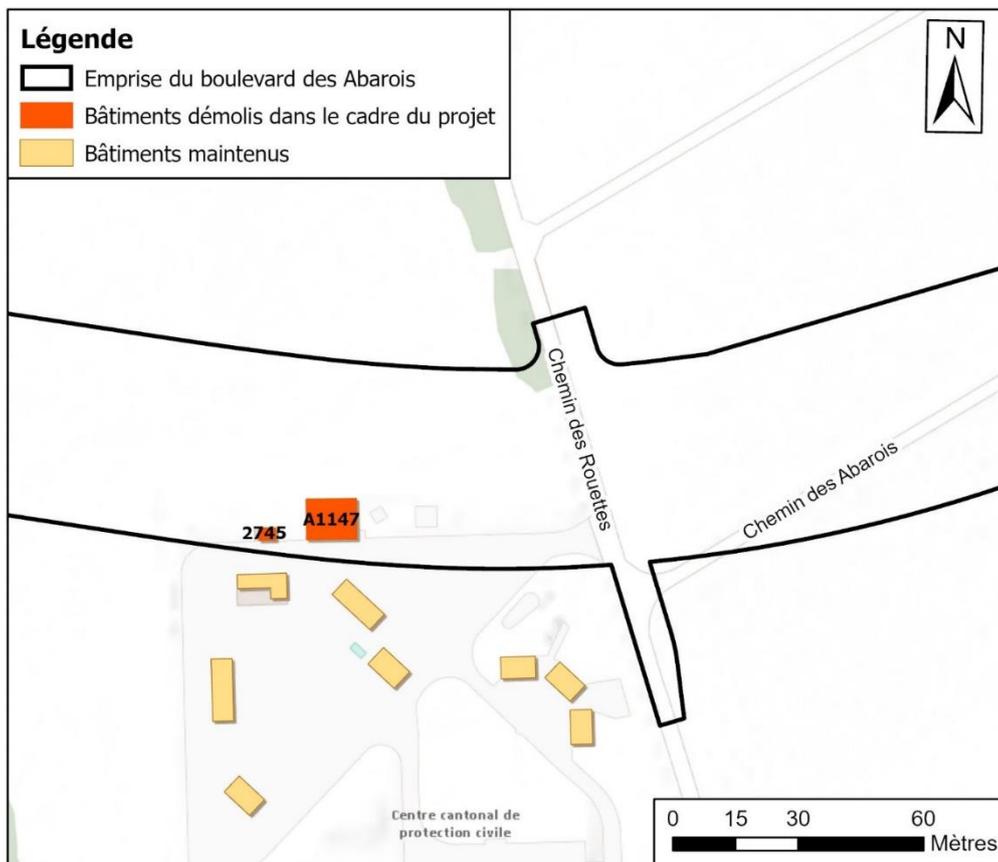


Figure 42: Bâtiments démolis dans le cadre du projet de boulevard des Abarois

Les catégories principales de déchets à considérer en phase de déconstruction, leurs modalités de gestion et les exigences relatives à leurs filières de valorisation ou d'élimination, sont présentées à titre préliminaire dans le Tableau 16 ci-après.

Pour les deux bâtiments à démolir, en raison de leur année de construction, seule la présence potentielle d'hexabromocyclododécane (HBCD) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) doit être vérifiée. Le HBCD était utilisé comme retardateur de flamme dans les isolants et autres éléments en polystyrène expansé (EPS) ou extrudé (XPS). Les HAP peuvent par exemple se trouver dans des matériaux contenant du goudron.

Pour le dépôt de la protection civile, construit avant 2006, aucun diagnostic de présence de peintures pouvant contenir du plomb n'est nécessaire conformément à la directive du SABRA.

À la suite du diagnostic, les résultats seront repris dans le formulaire « G01 - Attestation de présence ou d'absence de substances dangereuses », inclus au dossier de demande de démolition (M) des bâtiments concernés.

Les enrobés bitumineux des chaussées à démolir réalisés avant 1991 devront quant à eux faire l'objet d'analyses en laboratoire afin de déterminer leur teneur en HAP et les filières d'évacuation adéquates. Sur la base des photographies aériennes disponibles sur le SITG, la grande majorité des chaussées ont été rénovées depuis 1991, par exemple dans le cadre de la réalisation du CADIOM au début des années 2000 ou de l'élargissement de la route d'Aire-la-Ville. La bretelle autoroutière a été réalisée au début des années 1990 cependant, les revêtements ont été posés après 1991 et ne contiennent donc pas de HAP.

En ce qui concerne la grave de fondation routière et le béton de démolition, la valorisation matière sera privilégiée en vue d'une optimisation économique et environnementale et dans le respect de la directive relative à la gestion des déchets des chantiers de l'Etat de Genève. Ces matériaux pourront être recyclés et réutilisés si possible dans le cadre du chantier. Le recyclage sera réalisé par une installation mobile sur place ou par une installation fixe agréée. Dans les deux cas, ces installations doivent être au bénéfice d'une autorisation d'exploiter accordée par le GESDEC.

Catégories de matériaux	Modalités de tri	Infrastructures de tri in situ	Filières de valorisation ou d'évacuation
Enrobés bitumineux	Teneur en HAP du liant < 250 mg/kg	Benne distinguant les types d'enrobés ou évacuation sélective directe	Production de matériaux de récupération ou réutilisation comme matière première pour la fabrication de ciment ou stockage en décharge de type B
	Teneur en HAP du liant > 250 mg/kg		Traitement ou stockage conforme à l'OLED (décharge de type E)
Grave routière	Vérification caractère non pollué	Entreposage sélectif	Recyclage en matériau de construction secondaire sur le chantier ou dans une installation agréée (autorisation du GESDEC nécessaire dans les 2 cas)
Béton armé ou non armé de démolition	-	Entreposage sélectif	
Autres matériaux inertes	Vérification caractère non pollué	Entreposage sélectif ; bennes	Valorisation matière ou stockage en décharge de type B
Bois	Usagé (bois de construction)		Valorisation thermique (chaudière adéquate ou UVTD Cheneviers)
	À problèmes (palettes, bois traité, ...)		
Métaux ferreux et non ferreux		Benne ou palettes	Récupérateur de métaux
Joint de dilatation		Bennes ou contenants adaptés	Recyclage matière ou UVTD Cheneviers
Lampadaires et équipements électriques	Extraction préalable des déchets spéciaux (cat. 16 02 selon LMoD)	Palettes ou bennes	Entreprise d'élimination spécialisée (selon OMoD)
Déchets incinérables		Benne	UVTD Cheneviers
Déchets spéciaux		Prise en charge par l'entrepreneur à l'origine du déchet spécial	CTDS ou repreneur spécialisé

Tableau 16: Déchets de déconstruction liés au projet et modalités de valorisation

Les volumes de déchets et matériaux de déconstruction attendus dans le cadre de la réalisation du boulevard sont présentés dans le Tableau 17.

Pour les matériaux de revêtement routier ainsi que pour les équipements et installations existantes, les volumes sont estimés sur la base de la surface de chaussée à dégrapper. Pour les bâtiments, les volumes de déchets sont basés sur les volumes SIA des bâtiments à démolir et sur tabelles « déchets » du GESDEC.

Répartition des déchets de déconstruction liés aux projets					
REVÊTEMENTS ET ÉQUIPEMENTS					
Catégorie de déchets		Volume (m ³)		Poids (to)	
Revêtements routiers existants		2'000 m3		4'000 t	
Equipements et installations diverses (Col-lecteurs, mobilier, ...)		8'400 m3		5'000 t	
DÉMOLITION DES BÂTIMENTS					
Catégorie de déchets	Tri grossier (m ³)	Sous-catégories	Tri fin (m ³)	Validation des fractions	Poids (to)
<i>Minéraux démolis</i>	82	Recyclables	41		-
		Décharge type B	41		-
Minéraux concassés	72	Recyclables	36	13 %	61.2
		Décharge type B	36	13 %	61.2
Incinérables	79	Incinérables	79	28 %	9.5
Bois	66	Bois	66	25 %	9.8
Cartons	26	Cartons	3	10 %	2.6
Métaux	26	Métaux	3	10 %	6.6
Autres	13	Autres	13	5 %	0.7
Total	281 m³		281 m³	100 %	29.1 to

Tableau 17 : Bilan des volumes de matériaux de déconstruction

5.8.3.2 Matériaux d'excavation

Les volumes de matériaux terreux (horizon A et B) générés par le projet s'élèveront à environ 35'300 m³. Environ 23'000 m³ de sol (10'900 m³ d'horizon A et 12'100 m³ d'horizon B) seront réutilisés pour la remise en état du site et les aménagements paysagers, selon les principes présentés au chapitre 5.6.

Les volumes de matériaux d'excavation générés lors du terrassement s'élèveront à environ 18'430 m³. La quasi-totalité des matériaux d'excavation minéraux sera utilisée dans le cadre du projet pour les modelages de terrains et pour la couche sous-jacente au sol dans les fosses de plantation des arbres. Cette situation est due à l'optimisation topographique du boulevard, permettant d'atteindre un bilan déblai/remblai négatif, n'impliquant quasiment aucune évacuation de matériaux d'excavation hors du chantier.

En ce qui concerne l'état de pollution des matériaux d'excavation générés, selon l'historique d'occupation des emprises précisé au chapitre 5.6.3.2.1 et les inscriptions au cadastre des sites pollués synthétisés au chapitre 5.8, il est considéré que les matériaux d'excavation générés seront essentiellement non pollués. Des confirmations/vérifications sont cependant à prévoir préalablement à la phase d'exécution, en particulier concernant les deux points suivants :

- 1) Confirmation du caractère non pollué des matériaux utilisés pour les bermes latérales du stand de tir (remblais apportés dans les années 80) ;
- 2) Précision de l'état de pollution de l'emprise de 430 m² inscrite au cadastre des sites pollués (centre de protection civile) intersectant avec le périmètre du projet. Cette emprise est, en l'état actuel, entièrement imperméabilisée et un volume maximal de 260 m³ de matériaux seront excavés lors des travaux. Selon les activités réalisées sur le site de la protection civile, la pollution potentielle de matériaux par des substances (p.ex. PFAS, métaux lourds, ...) doit être évaluée. En cas de suspicion de pollution, des analyses devront être réalisées en laboratoire pour identifier la filière d'évacuation adéquate. La réalisation des excavations à proximité et au droit du site pollué nécessitera la mise en œuvre de mesures particulières permettant de trier et d'acheminer sélectivement les différentes catégories de matériaux vers des filières d'évacuation (traitement ou stockage définitif) dûment agréées et appropriées à leur qualité.

Le Tableau 18 ci-après présente les catégories principales de matériaux d'excavation produits en phase de décapage et terrassement, avec leurs modalités de gestion et les exigences relatives à leurs filières de valorisation ou d'élimination.

Catégories de matériaux	Infrastructure de tri sur place	Quantité [m ³]	Filières d'évacuation ou de valorisation
Déchets végétaux	Evacuation directe	-	Compostage / Valorisation comme bois naturel
Sols (horizon A et B)	cf. chapitre 5.6	35'300 m ³	cf. chapitre 5.6
Matériaux d'excavation non pollués	Evacuation directe ou mise en stockage intermédiaire	18'430 m ³	Valorisation in situ (17'500 m ³) et évacuation en décharge de type A (930 m ³).
Matériaux d'excavation faiblement pollués, présence peu probable, mais non confirmée à ce stade	Evacuation directe	-	Evacuation en décharge de type B
Matériaux d'excavation fortement pollués, présence peu probable, mais non confirmée à ce stade	Evacuation directe	-	Evacuation vers une filière de traitement/stockage définitif en fonction du type de pollution

Tableau 18: Matériaux d'excavation et modalités de valorisation

Le tri sélectif des sols et des matériaux d'excavation selon les catégories présentées devra faire l'objet d'un suivi dûment documenté par un spécialiste.

5.8.3.3 Déchets de construction

Les principales catégories de déchets attendues pendant la phase de construction sont synthétisées dans le Tableau 19 ci-dessous, ainsi que les filières de valorisation ou d'évacuation envisageables. Compte tenu de la nature des travaux, les volumes de déchets liés à la construction seront limités.

Catégories de matériaux	Modalités de tri	Infrastructures de tri in situ	Filières de valorisation ou d'évacuation
Déchets inertes (p.ex. résidus de béton matériaux minéraux, ...)	-	Entreposage sélectif ou bennes	Recyclage en matériaux de construction secondaires Stockage en décharge de type B
Déchets incinérables divers (p.ex. composites, plastiques, etc.)	-	Bennes	Incineration à l'UVTD Cheneviers
Bois	Séparation des types de bois selon 3 catégories : résidus usagé (de constructions, ...); à problèmes (palettes, traité avec produits de conservation, ...).	Bennes séparées	Valorisation matière pour les résidus de bois Valorisation thermique pour le bois usagé et le bois à problèmes (chaudière adéquate ou UVTD Cheneviers)
Cartons - papiers	-	Bennes	Repreneur spécialisé
Métaux	Séparation réalisée par récupérateur	Bennes	Repreneur spécialisé
Déchets spéciaux (peintures, solvants, restes d'huile et graisse de moteur...)	-	Prise en charge par l'entrepreneur à l'origine du déchet spécial	CTDS

Tableau 19: Déchets de construction générés par le projet et modalités de valorisation

À ce stade, les volumes et tonnages suivants de déchets peuvent être estimés à titre préliminaire :

Catégories de déchets	Volume / Poids
Déchets inertes (p.ex. résidus de béton matériaux minéraux, ...)	< 150 m ³ / < 300 to
Déchets incinérables divers (p.ex. composites, plastiques, etc.)	< 30 m ³ / < 5 to
Bois	< 100 m ³ / < 15 to
Cartons - papiers	< 10 m ³ / < 1 to
Métaux	< 15 m ³ / < 5 to
Déchets spéciaux (peintures, solvants, restes d'huile et graisse de moteur...)	< 1 m ³ / < 1 to

Tableau 20: Estimation des quantités de déchets liés à la construction

5.8.4 Mesures intégrées au projet

La taille et la durée du chantier impliquent un plan de gestion et un suivi durant le chantier.

Conformément à la notice « Plan d'élimination des déchets de chantier – Nouvelle procédure » publiée par le GESDEC en juin 2022, le document suivant est inclus au présent dossier de requête en autorisation d'exploiter :

- Plan d'élimination des déchets (F03) indiquant :
 - La liste des déchets produits avec le code LMoD ;
 - Une estimation des quantités de déchets produit par code LMoD et filière d'élimination ;
 - Une indication des polluants et matières indésirables qui doivent être enlevés avant la déconstruction des éléments les contenant ;
 - Une indication de la filière principale d'élimination (réutilisation sur place, mise en décharge, etc.) par catégorie de déchets ;
 - Des motifs justificatifs en cas d'absence de valorisation de déchets valorisables.

Ce plan d'élimination des déchets sera mis à jour, avec les quantités de déchets et les filières exactes d'élimination, et remis au GESDEC au plus tard 30 jours avant le démarrage du chantier.

Un plan de gestion des déchets sera également établi, de manière conforme à la recommandation SIA 430. Durant l'élaboration du projet d'exécution, toutes les opportunités de valorisation sur site des matériaux d'excavation devront être saisies afin de limiter les volumes de mise en décharge.

Le concept de suivi des matériaux d'excavation intègrera les conditions et vérifications suivantes :

- En cas de suspicion ou de constat de matériaux d'excavation pollués (odeur, couleur, présence de remblais hétérogène), l'entreprise responsable des travaux devra avertir la DT et le mandataire SER avec effet immédiat, pour que des mesures adéquates et des analyses soient réalisées afin de déterminer la teneur en polluants et la filière d'élimination adéquate, d'entente avec le GESDEC ;
- La mise en décharge des matériaux d'excavation non pollués est exclusivement réservée aux fractions non valorisables ;
- Les matériaux d'excavation non pollués peuvent être exportés exclusivement en vue d'une valorisation pour l'aménagement de sites d'extraction (carrières, gravières etc. dont l'arrêté préfectoral

d'autorisation prévoit explicitement la possibilité de remblayer), pour des travaux de finition d'anciennes décharges ou sur des chantiers de construction nécessitant un apport de matériaux ;

- L'exportation de matériaux d'excavation à des fins de réaménagement agricole n'est pas admise. Pour rappel, dans le canton de Genève, le remblayage des gravières est assimilé à une mise en décharge.

Une investigation du degré de pollution des matériaux formant les bermes latérales du stand de tir et des matériaux de fondation situés au droit de l'emprise du site pollué du centre de protection civile sera également effectuée de façon préalable à l'exécution.

5.8.5 Gestion des déchets en phase d'exploitation

L'exploitation du boulevard des Abarois sera à l'origine d'une faible quantité de déchets provenant :

- De l'entretien des bermes végétalisées (déchets de tonte et de taille) ;
- De l'entretien des chaussées (balayures et feuilles mortes) ;
- Des usagers du boulevard, en particulier des placettes et espaces publics.

Pour les déchets d'entretien, leur gestion sera assurée par le service de maintenance des routes cantonales (SMRC). Les déchets de tonte et de taille seront valorisés via une filière de compostage existante. Pour les déchets des espaces publics, des poubelles seront installées aux arrêts de bus et dans les placettes prévues au niveau des carrefours entre le boulevard des Abarois et les chemins transversaux.

L'installation projetée ne produit pas de déchets ni de substances dangereuses pour l'environnement au sens du manuel EIE 2009.

5.8.6 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Mise à jour du plan d'élimination des déchets au plus tard 30 jours avant l'ouverture du chantier ;
- Suivi des matériaux d'excavation et des déchets de chantier, permettant :
 - Un tri optimal et conforme à la loi des matériaux excavés et des déchets de chantier selon les catégories définies ;
 - Un contrôle de la zone dédiée à la collecte des déchets et une vérification de son utilisation correcte ;
- Documentation du contrôle de conformité de la gestion des matériaux d'excavation et des déchets de chantiers, selon la procédure suivante :
 - Remise des tableaux de synthèse et, le cas échéant, des documents de suivi établis selon l'OMoD par les entreprises concernées ;
 - Contrôle des synthèses remises par les entreprises ;
 - Établissement à l'issue des travaux d'un document récapitulatif des déchets de terrassement et de chantier produits (catégorie, quantités, filière d'évacuation) attestant du déroulement conforme de la gestion et de l'acheminement des déchets, à remettre au GESDEC.

5.9 Organismes dangereux pour l'environnement

5.9.1 Bases légales

Les principales bases légales et recommandations régissant le domaine des organismes dangereux pour l'environnement sont les suivantes :

- L'ordonnance du 10 septembre 2008 sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (ODE)
- L'ordonnance du 9 mai 2012 sur l'utilisation des organismes en milieu confiné (OUC)

Ces ordonnances visent à protéger l'homme, les animaux et l'environnement contre les atteintes nuisibles pouvant résulter de l'utilisation d'organismes réputés dangereux, particulièrement les organismes génétiquement modifiés, pathogènes ou exotiques.

L'ODE vise à empêcher la dissémination incontrôlée d'organismes exotiques dans l'environnement. Ces organismes ne doivent pas mettre en danger l'être humain, les animaux ou l'environnement et ne pas porter atteinte à la diversité écologique. Les organismes concernés sont répertoriés à l'annexe 2 de l'ODE.

L'OUC régleme l'utilisation d'organismes dangereux en milieu confiné et vise à éviter les atteintes pouvant résulter d'une utilisation inappropriée. Les organismes concernés sont ceux ayant des propriétés pathogènes, mutagènes, parasitaires, virales voire létales.

Pour les plantes exotiques envahissantes, c'est-à-dire qui risquent de causer des dommages écologiques, sociaux et économiques, deux listes ont été élaborées pour l'aide à la décision et pour fixer des priorités en matière de prévention et de contrôle afin de lutter contre leur propagation :

- La « Liste Noire » : qui recense les plantes néophytes envahissantes qui portent atteinte à la biodiversité, à la santé ou à l'économie ;
- La « Watch List » : qui recense les plantes néophytes envahissantes qui peuvent causer des dommages et dont la propagation doit être surveillée.

5.9.2 Etat actuel

Pour mémoire, aucun organisme visé par l'Ordonnance sur l'utilisation des organismes en milieu confiné (OUC, 1999) ne sera employé ou stocké dans le cadre du projet.

En ce qui concerne les organismes exotiques envahissants interdits, inscrits à l'annexe 2 de l'Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE), la consultation de la base de données SITG et la visite de terrain réalisée en juillet 2022 (cf. Figure 43) révèlent la présence dans et à proximité du périmètre de six espèces de néophytes inscrites à l'annexe de l'ODE et de neuf espèces inscrites sur la Liste noire. Les espèces inscrites à l'ODE sont :

- l'Ambrosie à feuilles d'armoise (*Ambrosia artemisiifolia*) : signalée dans le périmètre le long de la sortie d'autoroute et dans plusieurs champs principalement au Nord du périmètre ;
- la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) : deux plans sont signalés à moins de 200m au Sud du périmètre ;
- le Sumac (*Rhus typhina*) : plusieurs pieds de Sumac sont annoncés dans les jardins et parcs au Sud et à l'Est du périmètre dont le plus proche à environ 200m. ;
- Le Sénéçon du Cap (*Senecio inaequidens*) : durablement implanté le long de la berme centrale de l'autoroute ;
- Le Solidage du Canada (*Solidago canadensis*) : signalé à 200 m de l'extrémité est du projet ;
- Le Solidage géant (*Solidago gigantea*) : signalé à 600 m du périmètre de projet le long de l'autoroute ;

Les espèces faisant partie de la Liste noire des néophytes envahissantes sont l'Ailante (*Ailanthus altissima*), l'Armoise des frères Verlot (*Artemisia verlotiorum*), le Buddleia de David (*Buddleja davidii*), la Vergerette annuelle (*Erigeron annuus*), le Chèvrefeuille du Japon (*Lonicera japonica*), le Laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*), le Robinier faux-acacias (*Robinia pseudoacacia*), la Ronce d'Arménie (*Rubus armeniacus*) et le Palmier chanvre (*Trachycarpus fortunei*). Parmi ces espèces, quatre sont présentes dans le périmètre. Le Robinier a

été observé dans le cordon boisé prévu au défrichement, la Vergerette et la Ronce d'Arménie bordent l'actuel chemin des Abarois et l'Ambroisie borde la bretelle de l'autoroute A1.

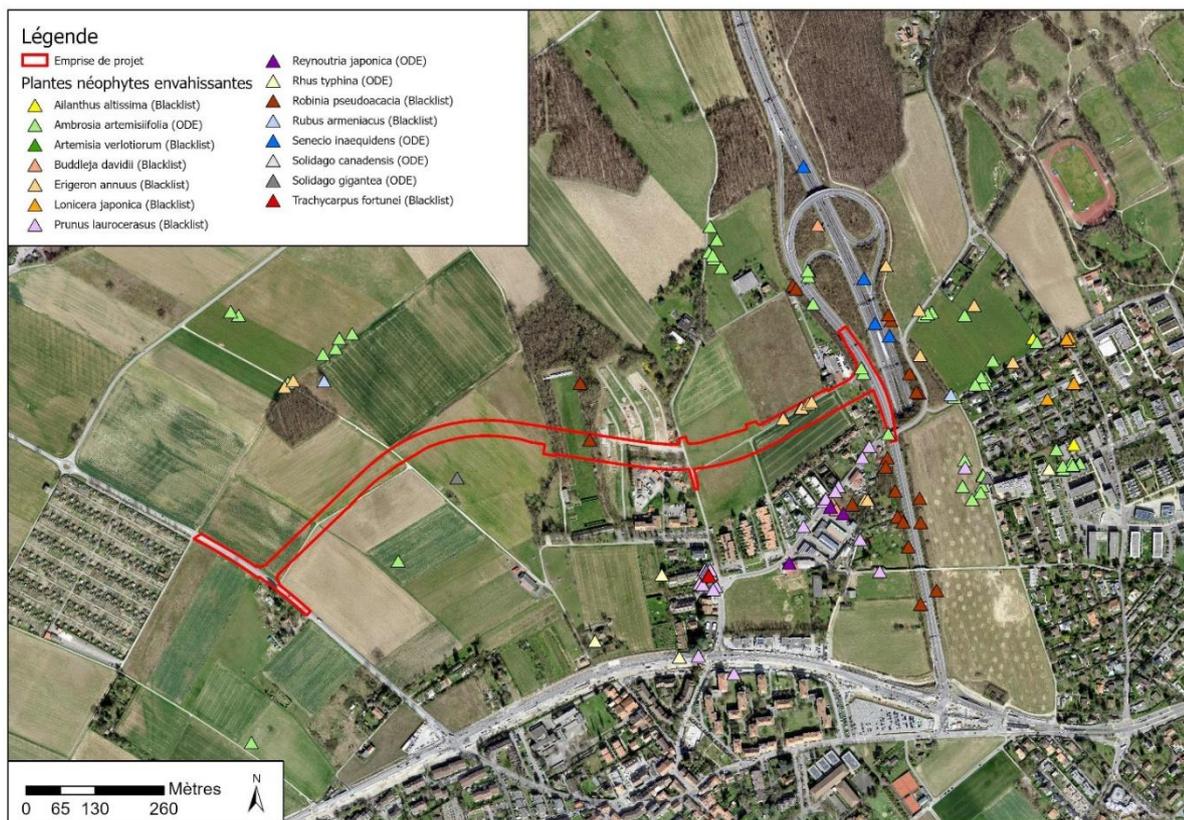


Figure 43 : Carte des Néophytes envahissantes (base de données SITG)

5.9.3 Impacts du projet

Les terrains en friche et les endroits perturbés avec un sol dépourvu de végétation (talus, surfaces décapées) offrent un terrain propice à la colonisation par les espèces exotiques envahissantes dont la présence est avérée ou potentielle. Pour autant que les mesures de prévention, et le cas échéant, de lutte appropriée soient prises, ce risque peut être considéré comme maîtrisé.

5.9.4 Mesures intégrées au projet

Mesures de prévention

- Enherbement des tas de matériaux terreux mis en dépôt dès leur création avec un semis de mélange adapté ;
- Réutilisation de l'ensemble des matériaux terreux contaminés excavés dans l'emprise de chantier sous certaines conditions : la renouée et le sumac nécessitent une couche de recouvrement d'au moins 5m, l'ambroisie nécessite une couche de recouvrement d'au moins 1m, le séneçon et les solidages peuvent être utilisés sur les terres assolées pour autant notamment que la surface reste en assolement pendant 5 ans et qu'elle soit surveillée pendant au moins 5 ans
- Suivi environnemental de réalisation incluant au moins 3 passages de contrôle réguliers du périmètre en période de végétation afin de détecter rapidement l'apparition de foyers. La surveillance devra se poursuivre durant les trois premières années d'exploitation.

Mesures de lutte

- Arrachage ou abattage des plants relevés dans l'emprise de projet, avant ou en début de floraison (pas de dispersion de graines) en prélevant l'ensemble du système racinaire et élimination aux ordures ménagères pour incinération. Concernant l'Ambroisie : éviter la dissémination du pollen et l'expansion de la plante en l'éliminant par arrachage avant la floraison soit dès le mois de juin (période de floraison

pouvant varier d'une année à l'autre suivant les conditions météorologiques). Des précautions particulières doivent être prises pour l'arrachage : éviter tout contact (port de gant) et toute inhalation de pollen (port de masque de protection si besoin) ;

- Transport du matériel végétal prélevé dans des sacs étanches pour éviter toute dissémination.

5.9.5 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Vérification de la présence de néophytes envahissantes pendant et après la phase de réalisation (3 contrôles par année pendant la phase de réalisation et les 3 premières années d'exploitation). En cas de détection d'une population, mise en œuvre des mesures de lutte adéquates en fonction de l'espèce concernée ;

5.10 Protection contre les accidents majeurs

5.10.1 Bases légales et enjeux liés au projet

L'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) du 27 février 1991 a pour but de protéger la population et l'environnement des graves dommages pouvant résulter d'accidents majeurs.

Le Guide de planification – Coordination de l'aménagement du territoire et de la prévention des accidents de la Confédération indique comment réaliser l'aménagement du territoire à proximité de telles installations, tout en assurant leur exploitation.

Conformément à la fiche du Plan Directeur Cantonal 2030 relative au Grand Projet Bernex, il est prévu que le transport de matière dangereuses, transitant actuellement par la route de Chancy, soit entièrement reporté sur le boulevard des Abarois à sa mise en service. Pour cette raison, le boulevard des Abarois sera donc soumis à l'OPAM. Les éventuels risques sur la population et sur l'environnement (cours d'eau récepteurs) doivent dès lors être analysés au sens de l'OPAM en tenant compte des hypothèses d'occupation des futurs quartiers de Bernex-Est et du PDZIA des Rouettes, du système de gestion des eaux envisagé pour le boulevard et du trafic de matière dangereuses estimé à l'état futur.

Le projet de boulevard des Abarois a donc fait l'objet d'un rapport succinct selon l'OPAM qui est intégré au dossier de requête en autorisation de construire (pièce J99). Le présent chapitre présente un résumé de l'évaluation du risque par la méthode screening ainsi que les mesures de sécurité associées.

5.10.2 Evaluation des risques et de la conformité selon l'OPAM

Les résultats des screenings sont synthétisés dans les tableaux ci-dessous pour l'ensemble des segments pour la population et pour l'environnement.

5.10.2.1 Risques population

Pour la population, **4 segments homogènes ont été définis**. Parmi eux, le segment n°4 ne présente pas de danger pour la population et a donc été écarté de l'analyse :

- Segment 1 : 260m entre la bretelle autoroutière N1a et la future voie d'accès au PDZIA des Rouettes,
- Segment 2 : 140m entre la future voie d'accès au PDZIA des Rouettes et le chemin de Rouettes,
- Segment 3 : 260m entre le chemin des Rouettes et le chemin du Grouet,
- Segment 4 : 650m entre le chemin du Grouet et la route d'Aire-la-Ville.

Quatre segments ont été définis alors que seules trois charges de trafic différentes ont été identifiées. La différenciation de ces quatre segments provient du trafic journalier moyen et de la présence ou non d'habitations.



Figure 44: Carte des segments homogènes concernant les risques sur la population

Le risque pour la population (situation à horizon de réalisation) se situe dans le domaine acceptable, aucune mesure de sécurité supplémentaire n'a été étudiée. Les résultats pour chacun des segments population sont présentés ci-dessous (pour rappel, le segment n°4 a été écarté de l'analyse) :

Segment population	Situation à réalisation du projet
1	Acceptable
2	Acceptable
3	Acceptable

Tableau 21 : Synthèse de niveaux de risque sur la population

La courbe de risque présentant le niveau de risque le plus élevé est la courbe relative au segment population n°2 à l'état de réalisation du projet. La substance la plus problématique est l'essence (courbe la plus proche du domaine intermédiaire).

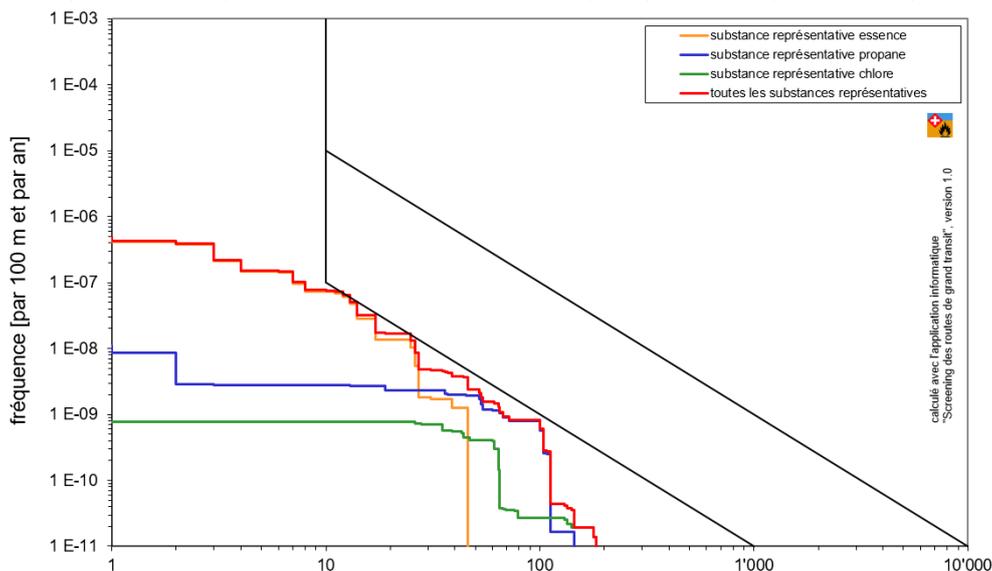


Figure 45: Courbe PC - risque sur la population - segment n°2 – état à réalisation du projet (2040)

5.10.2.2 Risques environnement

Pour le risque sur l'environnement, **2 segments homogènes ont été définis** sur la longueur totale du boulevard :

- Segment 1 : 570 m entre la route d'Aire-la-Ville et le chemin de Borbaz (cours d'eau récepteur : fossé en direction du Nant de Lanance),
- Segment 2 : 740 m entre le chemin de Borbaz et la bretelle autoroutière N1a (cours d'eau récepteur : fossé en direction du Nant de Lanance).

Les deux segments considérés pour le risque sur l'environnement possèdent un milieu récepteur commun (i.e. le Nant de Lanance).

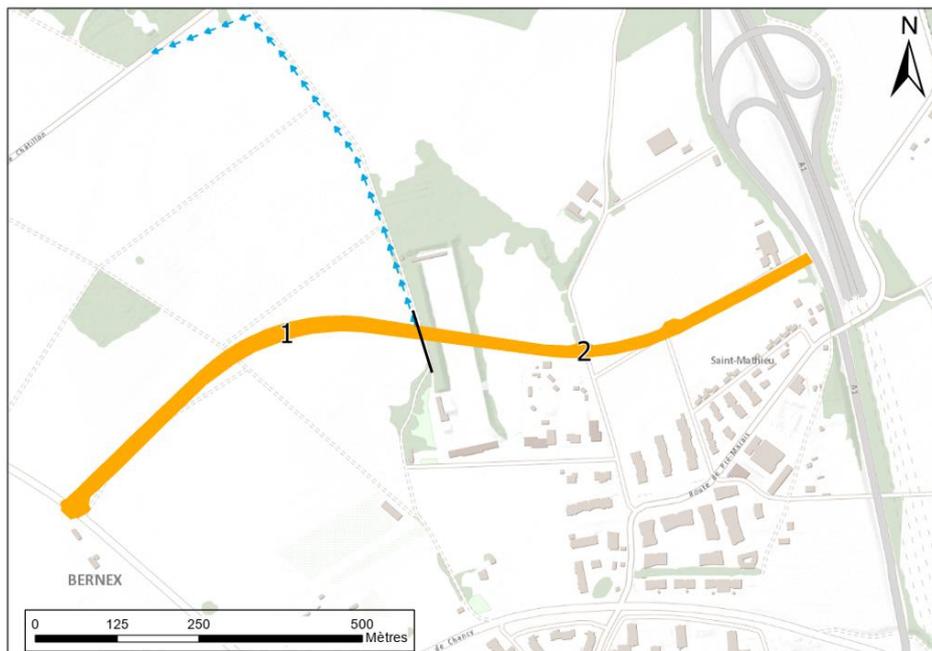


Figure 46: Carte des segments homogènes concernant les risques sur l'environnement

Le risque pour l'environnement (indicateur eaux superficielles) se situe dans la partie supérieure du domaine intermédiaire. La mise en œuvre de mesures de sécurité supplémentaires a été étudiée selon les critères d'appréciation de l'OPAM.

Segment environnement	Situation à réalisation du projet	
	Eaux souterraines	Eaux superficielles
1	Acceptable	Intermédiaire
2	Acceptable	Intermédiaire

Tableau 22 : Synthèse de niveaux de risque sur l'environnement

Sans la mise en place d'un bassin de rétention, le risque pour l'environnement (indicateur eaux superficielles) se situe dans le domaine intermédiaire. La substance la plus problématique est l'épichlorhydrine.

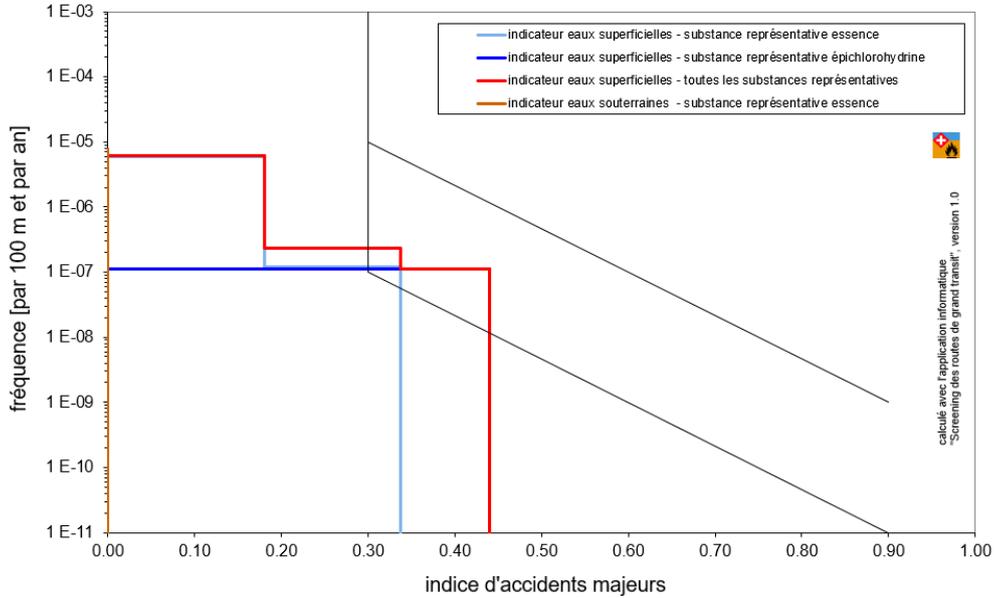


Figure 47: Courbe PC - risque sur l'environnement - segment n°2

La mise en place d'un bassin de rétention OPAM permet de ramener la courbe de risque entièrement dans le domaine des dommages légers.

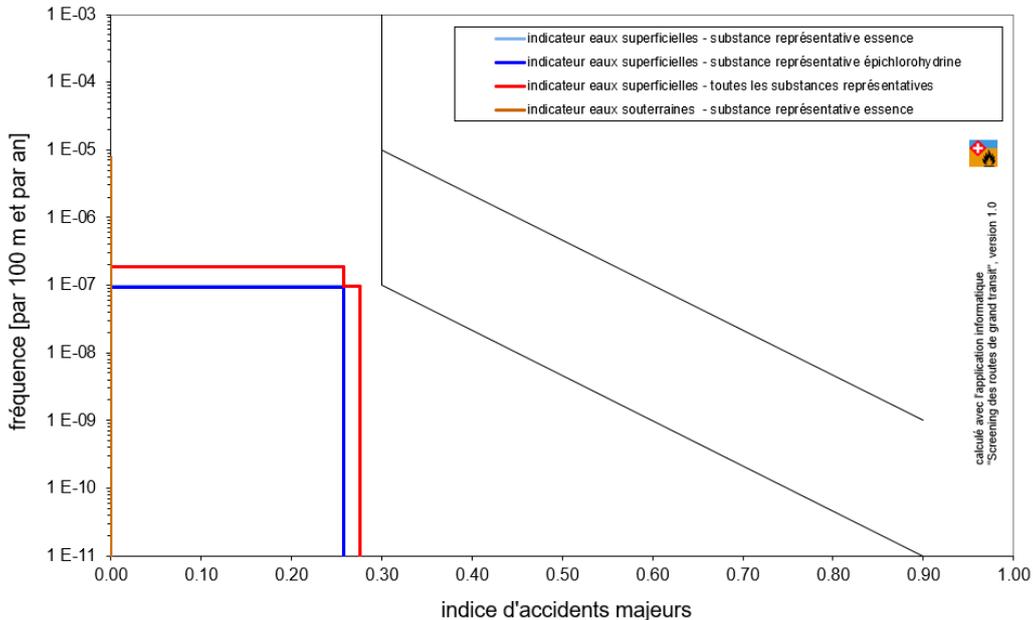


Figure 48: Courbe PC - risque sur l'environnement - segment n°2 avec bassin OPAM

Le risque étant dans le domaine intermédiaire, des mesures de sécurité supplémentaires doivent être étudiées.

5.10.3 Mesures de sécurité inhérentes au projet

5.10.3.1 Mesures de protection de la population

Le boulevard des Abarois respectera l'état de la technique (normes VSS). Le calcul du risque pour la population prend en compte les paramètres suivants :

- Protection passive des routes (dispositif de retenue des véhicules),
- Disposition de la route (section de la route),
- Sauvetage individuel (accès latéral de la route).

Parmi les mesures de sécurité mises en place sont notamment la séparation des flux en chaussées séparées avec double voie (bus), la vitesse limitée à 50 km/h sur l'ensemble du linéaire, une accessibilité permettant un sauvetage individuel facilité.

Segment population	Dispositif de retenue des véhicules	Disposition de la route (paroi antibruit, talus)	Sauvetage individuel (accès latéral de la route)
N°1	Aucun	Ouverte au moins d'un côté	Bonne accessibilité au moins d'un côté
N°2	Aucun	Ouverte au moins d'un côté	Bonne accessibilité au moins d'un côté
N°3	Aucun	Ouverte au moins d'un côté	Bonne accessibilité au moins d'un côté

Tableau 23 : Mesures de sécurité pour la population par segments

Exigence de limitation des tailles des nappes et mesures de limitation sur la berme aval

Selon les demandes formulées par le SERMA, dans le cadre de la réalisation d'une nouvelle route, il y a nécessité de maîtrise de la taille des nappes d'hydrocarbures en cas d'accident, et en particulier de démontrer que la configuration mise en œuvre n'engendre pas de risques supplémentaires par rapport à un cas standard d'évacuation par grille de sol optimisé. Cette demande a été précisée par le SERMA dans le préavis du 09.05.2022, notamment sur le fait qu'il était nécessaire de détailler les calculs et simulations des scénarios OPAM en tenant compte du système de collecte des eaux de chaussée.

En particulier, il a été demandé de comparer les résultats avec le présent concept du traitement et d'évacuation des eaux de chaussées optimisées au cas plus classique de collecteurs avec sacs. Les scénarios de déversement de marchandises dangereuses à examiner sont ceux de la méthode screening :

- Fuite continue : perte continue d'environ 20 tonnes au rythme de 13.3 kg/s,
- Rupture totale : perte spontanée d'environ 20 tonnes au rythme de 400 kg/s, qui est le cas le plus contraignant.

Les pentes transversales de 3% prévues pour le boulevard permettent une évacuation rapide de l'essence en cas de déversement. Aucune bordure ne séparera la chaussée de la berme végétalisée située à l'aval, permettant d'évacuer la totalité de l'essence dans la berme.

Une fois déversée dans la berme végétalisée qui présente une profondeur de 20 à 30 cm par rapport au niveau de la chaussée, la nappe d'hydrocarbures va s'étendre sur une largeur de 4.25 mètres et une longueur de 100 mètres au maximum, correspondant à 5 paliers horizontaux séparés par des seuils et représentant une surface globale de 425 m².

Etant donné la rapidité du phénomène de rupture totale, l'infiltration des hydrocarbures à l'intérieur des noues représente un débit non déterminant et n'a pas été considérée dans les calculs.

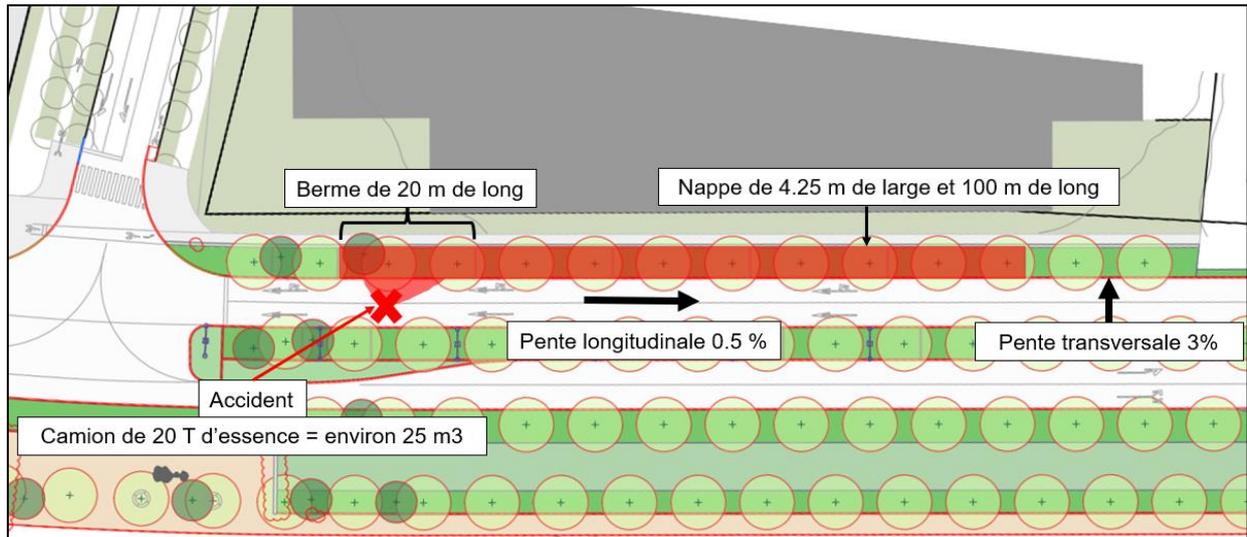


Figure 49: Nappe présente le long de la noue sans mesures de protection

Etant donné la pente transversale homogène du boulevard de 3% en direction du nord, les effets de la formation de nappes d'hydrocarbures doivent être évalués avec une attention particulière pour le front bâti présent en bordure nord du boulevard. Selon les alignements projetés, la distance entre les fronts bâtis et le bord de la chaussée se présentent comme suit :

- Segment n°1 : Caran d'Ache : 9 mètres,
- Segment n°2 : PDZI des Rouettes : minimum 12 mètres,
- Segment n°3 : Stand : minimum 12 mètres.

Le cas le plus critique est donc celui qui concerne le segment n°1.

Le détail des calculs de comparaison entre les effets des feux de nappe pour des systèmes d'évacuation classiques et le système du boulevard des Abarois est présenté dans le rapport succinct OPAM.

Des effets plus importants sont observés sur le boulevard des Abarois, des mesures supplémentaires ont été mises en œuvre afin de réduire la taille de nappe.

La proposition retenue, présentée en détail au chapitre 4.1.2, est constituée de systèmes d'avaloirs (intégrés sous forme de caniveaux-seuils tous les 20 mètres permettant d'évacuer un débit de 290 L/s).

Ce débit d'évacuation retenu pour les trop-pleins est très important et a été choisi spécifiquement afin qu'il permette d'évacuer l'intégralité de la nappe, même pour le pire des cas considérés dans la méthodologie du screening (rupture totale du camion transportant de l'essence).

En outre, en lien avec la proximité de la berme végétalisée aval et du front bâti, il est indiqué de mettre en œuvre un rebord d'une hauteur de 20 cm en aval de cette berme végétalisée afin de maîtriser les débordements éventuels de liquides dangereux en direction du front bâti.

Ces mesures de protection sont un moyen de diminuer de façon importante la taille de la nappe en cas d'accident d'un camion transportant de l'essence sur le boulevard. En effet, le débit total rejeté en cas d'accident sera évacué à l'intérieur de la berme sur 40 mètres au maximum :

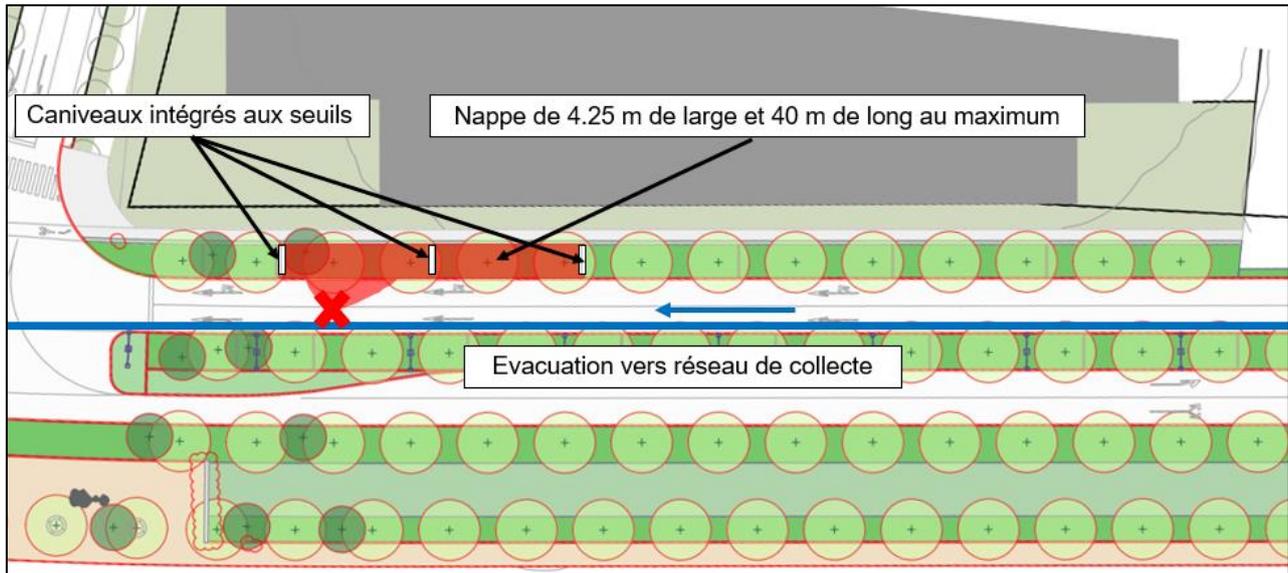


Figure 50: Nappe présente le long de la noue avec mesures de protection

Ainsi, il apparaît lors des calculs de comparaison que les distances d'effets liées au cas classique sont légèrement supérieures au cas du projet avec mesures de limitation de la taille de la nappe. Ces calculs permettent donc de s'assurer que l'évaluation du risque réalisée à l'aide de la méthodologie screening n'est pas sous-évaluée après la mise en place des mesures de limitation de la nappe d'hydrocarbures pour la berme aval.

Nécessité ou non de mettre en place des mesures de limitation de la taille de la nappe pour la berme centrale

Pour le cas de la berme centrale, il a été réfléchi à la pertinence de mettre également en place des caniveaux-seuils afin de limiter la taille de la nappe enflammée de façon similaire à ce qui est prévu pour la berme aval. Dans le cas où le rejet déborderait de la noue centrale compte-tenu de l'absence de bordure physique supplémentaire, l'épandage d'essence en-dehors de la noue serait malgré tout rapidement collecté et évacué compte-tenu des débits d'évacuation importants des caniveaux sur la berme aval. L'épaisseur de nappe attendue pour ces rejets éventuels serait faible et ne permettrait pas d'avoir un feu de nappe prolongé sur plusieurs minutes.

Les résultats montrent que l'augmentation du nombre de décès liés au feu de nappe consécutif à un accident sur la berme centrale est relativement limitée. En effet, l'augmentation concerne entre une et trois personnes selon les différents cas considérés dans le guide de la méthode du screening. Compte-tenu du fait que le nombre de décès total est la plupart du temps inférieur ou égal à 10 personnes pour cet accident, il peut être considéré que l'augmentation du risque liée à la configuration spécifique des bermes centrales reste acceptable sans mesures supplémentaires.

5.10.3.2 Mesures de protection de l'environnement

Le calcul du risque pour l'Environnement, prend en compte les paramètres suivants :

- Caractéristiques du terrain (distance et pente) jusqu'aux eaux superficielles les plus proches,
- Aucune présence d'un captage d'eau potable dans un rayon de 500 mètres,
- Direction d'écoulement des eaux souterraines et profondeur du niveau piézométrique,
- Type de système d'évacuation des eaux de chaussée et caractéristiques des éventuelles rétentions présentes,
- Possibilité de limiter les surfaces d'eau superficielles polluées.

La configuration de base du projet intègre un dispositif de traitement des eaux de chaussée par infiltration dans les bermes latérales mais aucun dispositif de rétention permettant d'intercepter le volume d'eaux polluées lié à la fuite complète d'un camion-citerne.

Segment environnement	Type de système d'évacuation des eaux de chaussée	Bassin de rétention	Vannes	Trop-plein eaux de pluie	Délai d'arrivée des services d'intervention
N°1	Déversement dans un émissaire	non	non	non	20-40 min (valeurs par défaut)
N°2	Déversement dans un émissaire	non	non	non	20-40 min (valeurs par défaut)

Tableau 24 : Mesures de sécurité pour l'environnement par segment selon la configuration de base du projet

5.10.4 Mesures de sécurité supplémentaires

5.10.4.1 Mesures de protection supplémentaires de la population

Aucune mesure de protection supplémentaire de la population n'est nécessaire.

5.10.4.2 Mesures de protection supplémentaires de l'environnement

Bassin de rétention OPAM

Afin de réduire l'impact sur l'environnement, la mise en place d'un bassin de rétention OPAM, dont les caractéristiques sont présentées sur le Tableau 25 ci-après, est prévue au niveau de l'exutoire vers le Nant de Lanance.

Volume libre OPAM	30 m ³
Volume de stockage des huiles légères passif	10 m ³
Présence de vanne	oui
Coût unitaire	250'000 CHF

Tableau 25 : Caractéristiques du bassin OPAM

Le bassin de rétention possède une vanne manuelle, le choix de ce type d'équipement a été effectué en considérant les contraintes suivantes :

- Les vannes automatiques demandent un entretien plus important et donc un risque de défaillance plus important ;
- Le système de vanne automatique devrait être ATEX ce qui constitue un surcoût important.

La mise en œuvre d'un double réseau (eaux de chaussées et eaux communales) est considérée comme étant disproportionnée. En cas de concomitance d'un accident majeur avec un événement pluvieux, des possibilités d'intervention plus en aval sont en outre possibles avant rejet dans le milieu récepteur.

Il est à noter qu'en raison de contraintes topographiques liées à l'implantation éventuelle du bassin de rétention OPAM, seul le segment n°2 pourrait être raccordé au bassin de rétention.

Vanne manuelle sur collecteur

Sur le segment n°1 qui n'est pas équipé d'avaloirs comme sur le segment n°2, les bermes permettront de contenir sur place une partie importante des hydrocarbures.

Suite à une séance de discussion avec le SIS, il a été décidé de mettre en œuvre une mesure permettant de réduire le risque environnement sur le segment n°1. Ainsi, une vanne manuelle sera installée avant la sortie du collecteur ce qui permettra de contenir les hydrocarbures dans les bermes et le collecteur de sortie.

Ainsi, les services d'intervention pourront pomper les hydrocarbures rejetés directement dans les bermes.

5.10.4.3 Efficacité des mesures considérées

Les courbes en Figure 48 présentent l'évolution des niveaux de risque avec la mise en place des mesures de sécurité supplémentaires :

Segment environnement	Situation à réalisation du projet avec mesures	
	Eaux souterraines	Eaux superficielles
1	Acceptable	Acceptable
2	Acceptable	Acceptable

Tableau 26 : Synthèse de niveaux de risque sur l'environnement

La mise en place du bassin de rétention OPAM permet d'abaisser le risque dans le domaine acceptable.

5.10.5 Coût-bénéfice des mesures supplémentaires

Le coût imputable à l'OPAM a été évalué en prenant en compte le coût de traitement des eaux et le coût d'implantation du bassin OPAM.

Segment environnement	Nombre d'exutoire	Nombre de bassins	Coût total (OPAM + traitement des eaux)	Coût imputables à OPAM	Rapport Coût-bénéfice
1	1	1	250'000 CHF	250'000 CHF	1.187
2	1	1	345'000 CHF	250'000 CHF	0.914

Tableau 27 : Rapport coût-bénéfice par segment

Il est à noter qu'en raison de contraintes topographiques liées à l'implantation éventuelle du bassin de rétention OPAM, seul le segment n°2 pourrait être raccordé au bassin de rétention.

Le rapport coût bénéfice est supérieur à 1 pour le segment n°1 et inférieur à 1 pour le segment n°2. Cette mesure est donc justifiée pour le segment n°2 et permet d'abaisser le niveau de risque dans le domaine acceptable.

Pour le segment n°1, le rapport coût bénéfice est supérieur à 1. Cette mesure n'est donc pas justifiée pour le segment n°1. Une vanne manuelle sera installée afin de permettre au SIS d'isoler les hydrocarbures et de les contenir dans les bermes et le collecteur.

5.11 Conservation de la forêt

5.11.1 Bases légales

Le domaine de la conservation de la forêt est régi selon les principales bases légales suivantes :

- Loi fédérale sur les Forêts (LFo, RS 921.0) ;
- Ordonnance sur les Forêts (OFo, RS 921.01) ;
- Ordonnance fédérale sur la Protection de la Nature et du paysage (OPN, RS 451.1) ;
- Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) ;
- Loi cantonale forestière (LVLFO, RS 921.01) ;
- Règlement cantonal d'application de la loi forestière (RLVLFo, RS 921.01.1).

Les constructions et installations localisées à moins de 10 mètres de la lisière de même que les constructions et installations en forêt sont interdites. Dans des cas exceptionnels uniquement, l'OCAN peut délivrer une dérogation.

5.11.2 Etat actuel

L'emprise du projet intersecte deux cordons boisés inscrits au cadastre forestier. Ces cordons boisés sont situés sur la parcelle n°2244 de la commune de Bernex, en zone de développement 3 et ne comportent aucune fonction ni tendance selon le plan directeur forestier (cf. **Figure 51**).

Ces emprises de forêt sont situées sur les 2 buttes latérales destinées à masquer et limiter l'accès au stand de tir de Bernex. Elle a fait l'objet le 5.10.2012 d'un constat de nature forestière (n°2012-36c).

La visite de terrain du 13.07.2022 a permis de relever la végétation dominante dans les deux cordons boisés impactés. Elle est présentée ci-dessous et illustrée aux Figure 52 et Figure 53 :

- Le massif du **talus ouest**, d'une surface totale de 3'630m² dont 646m² situés dans l'emprise du projet, est composé d'un alignement de chênes centenaires (*Quercus robur*) plantés lors de la création du stand de tir. En bordure ouest, il forme l'essentiel de la strate arborée du cordon boisé. En strate buissonnante s'épanouissent *Prunus avium*, *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* et *Acer campestre*. La strate herbacée peu diversifiée est principalement composée de *Hedera helix* et de *Ligustrum vulgare*. La moyenne du diamètre des arbres est de 50 cm, avec la moitié des arbres présentant un diamètre supérieur à 80 cm (alignement de vieux chênes) et l'autre moitié en dessous de 30 cm (jeunes *Acer campestre*). Certains spécimens possèdent de plus, des cavités favorables à l'avifaune, aux chiroptères et aux coléoptères du bois.
- Le massif du **talus est**, d'une surface totale de 5'500 m² dont 572 m² situés dans l'emprise du projet, est composé principalement d'*Acer pseudoplatanus* en strate arborée avec en moyenne un diamètre de tronc inférieur à 16 cm. La strate arbustive est bien développée avec *Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Tilia platyphyllos* et *Euonymus europaeus*. La strate herbacée est composée de jeunes pousses d'*Acer campestre* et de *Cornus sanguinea*.

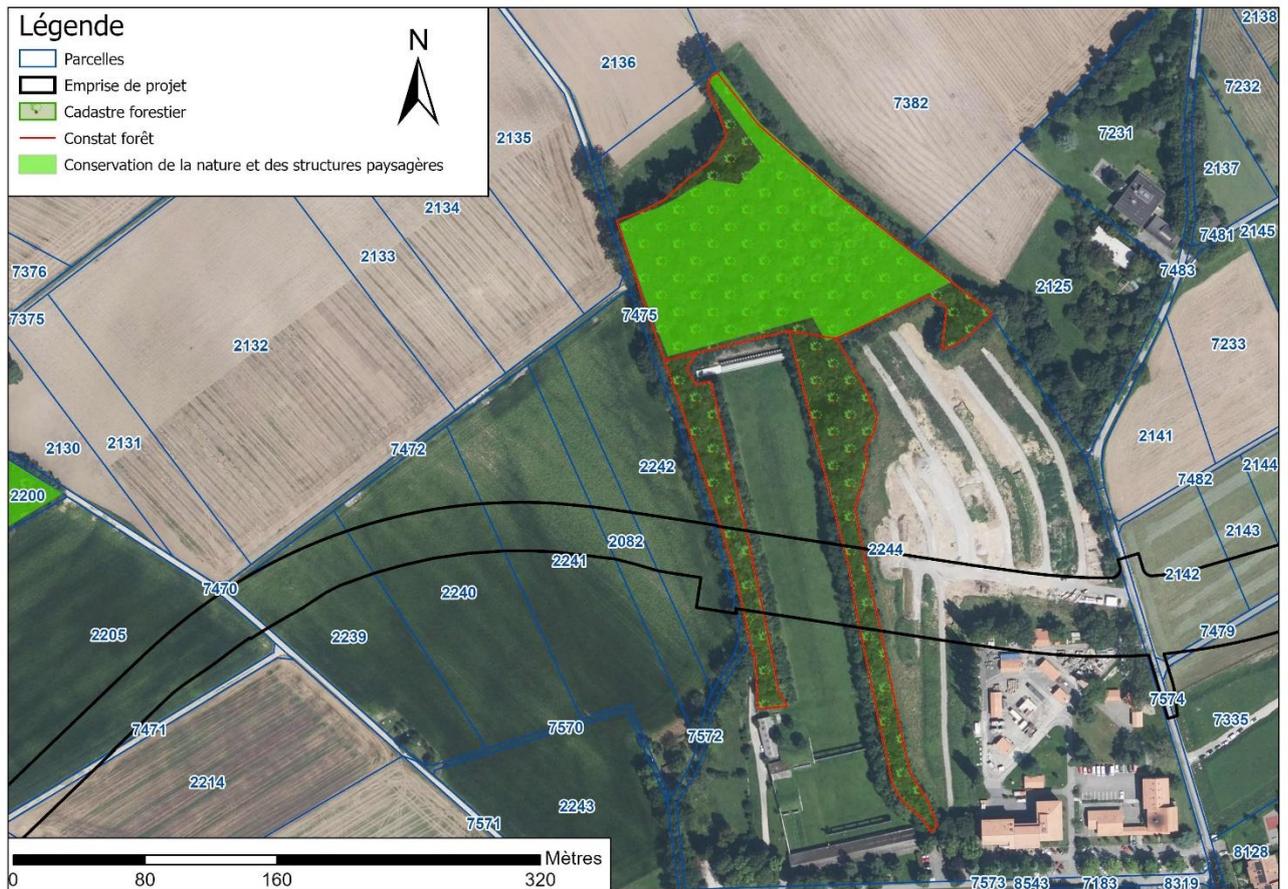


Figure 51 : Contexte d'implantation de la forêt par rapport à l'emprise du projet et caractéristiques attribuées selon le plan directeur forestier



Figure 52 : Massif du talus situé à l'ouest du stand de tir de Bernex



Figure 53 : Massif du talus situé à l'est du stand de tir de Bernex

5.11.3 Impacts

Le projet nécessite le défrichage définitif de 1'218 m² de surfaces forestières situées dans le périmètre de projet comme montré sur la Figure 54.

Le principal impact attendu sur la forêt concerne sa fonction de « conservation de la nature et des structures paysagères » avec l'altération du cordon ouest du stand de tir comportant une forte valeur naturelle et paysagère. La nature forestière et la fonctionnalité écologique du cordon boisé sera en effet fortement réduite au droit du projet, en particulier pour la faune terrestre. Toutefois, le maintien de six chênes, dont certains sont centenaires et abritent des cavités favorables à l'avifaune, aux chiroptères et aux coléoptères du bois, permettra de réduire les atteintes à la faune (préservation du couloir de dispersion pour les chiroptères et pour l'avifaune notamment) et de conserver les principaux éléments de substance du chemin de Borbaz, inscrit à l'IVS, dans le futur nouveau contexte paysager routier.

La nécessité de défricher fait l'objet d'une demande de défrichage avec proposition de surface de reboisement compensatoire au sens de la LFo, et déposée conjointement à la requête en autorisation de construire du projet. Les défrichements peuvent être autorisés à titre dérogatoire, pour autant que les conditions prouvant le motif de la demande et la preuve du besoin soit remplies. Le respect de ces conditions fait l'objet d'un rapport spécifique séparé annexé à la demande de défrichage.

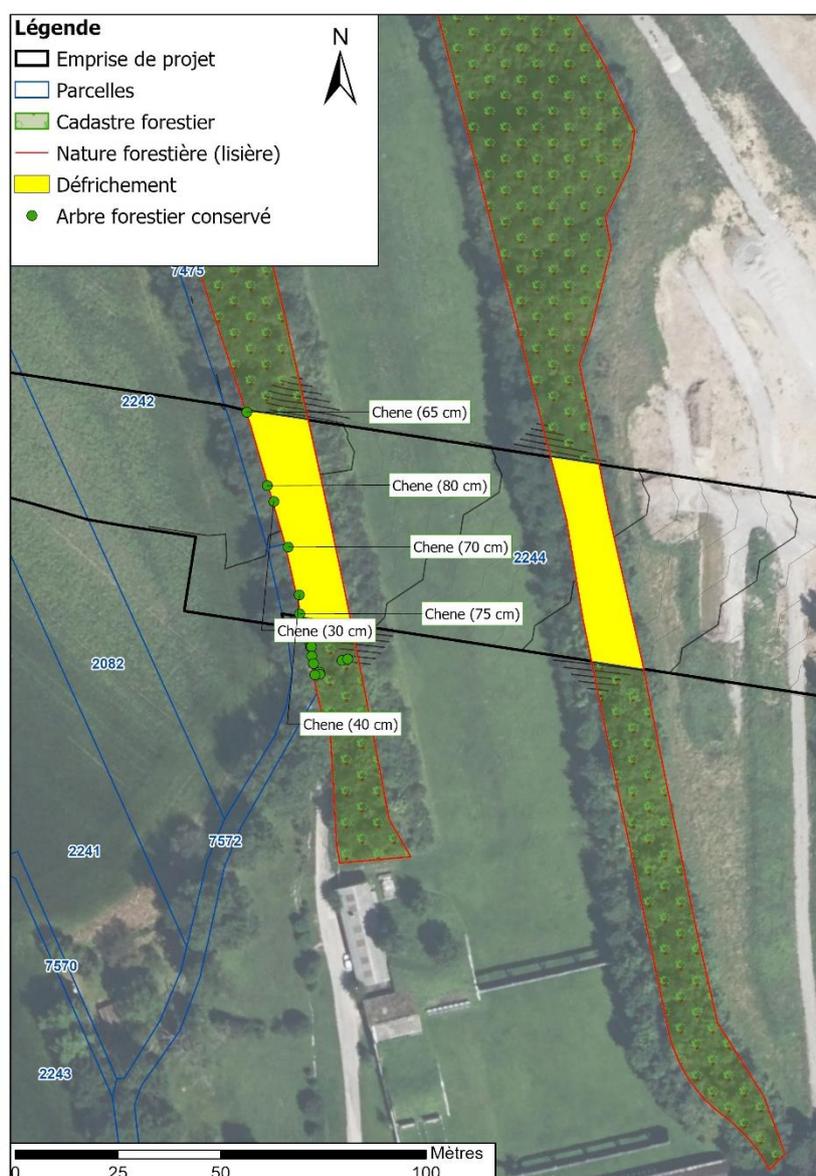


Figure 54: Défrichage définitif

5.11.4 Mesures

Les conditions et mesures d'accompagnement à intégrer au projet sont énumérées ci-après :

- Préservation d'un maximum d'arbres forestiers constituant le massif du talus ouest. Le projet intègre en effet la possibilité de conserver six arbres parmi lesquels quatre chênes centenaires. Une optimisation serait cependant envisageable, moyennant la réduction de la largeur du projet, en particulier vis-à-vis de la future placette Borbaz (parcelle 2244) tel que cela est représenté à la Figure 68 (variante 2) du chapitre 5.12 ;
- Abattage des arbres avec cavités avifaune et chiroptères entre mi-septembre et fin octobre pour limiter les impacts (adultes chiroptères encore actifs et jeunes déjà volants). Abattage en mode « doux » : découpe délicate de la cavité occupée et dépose à terre (grue) dans un lieu abrité, maintien des cavités au sol pendant au moins une journée avant débitage et évacuation ;
- Abattage des arbres abritant le grand capricorne en mode « doux » : découpe des parties de branches et de tronc colonisées en une seule pièce et évacuation des rémanents de coupe au pied des arbres ou en lisière de forêt (stand de tir et autres massifs proches) afin de permettre aux larves de terminer leur développement et aux adultes d'émerger ;
- Compensation en nature de 1'218 m² de surface forestière de type chênaie dans la même région : la compensation est prévue au droit de l'emprise de l'installation cantonale de déchets organiques du Pôle Vert de Châtillon, située en zone de bois et forêts et dont la désaffectation est prévue dès que la nouvelle installation cantonale PôleBio, implantée à l'intérieur de la zone industrielle du Bois-de-Bay, sera mise en exploitation (cf. Figure 55). L'autorisation de construire relative à cette nouvelle installation a été délivrée par l'Office des autorisations de construire en janvier 2023. Sa mise en service est planifiée à l'horizon 2025/26.
- Plantation d'une dizaine de chênes au nord du projet, le long du chemin de Borbaz (entre la route de Chancy et le chemin de Mennesy) par groupe de 2 à 3 individus, afin de compenser la perte de fonctionnalité et de connectivité écologique du cordon forestier ouest impacté par le projet (microfaune/faune terrestre).



Figure 55: Secteur retenu pour accueillir le reboisement compensatoire

5.11.5 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Faire réaliser le suivi des travaux de coupe en forêt, ainsi que le suivi des plantations compensatoires par un spécialiste, en concertation avec le Service du paysage et des forêts, et conformément aux éléments exposés dans le dossier de défrichement ;
- Respect des conditions précisées dans l'autorisation de défricher (pose de protections, réception finale des plantations, garantie de reprise et entretien, suivi des néophytes envahissantes, etc.).

5.12 Protection de la nature

Ce chapitre a pour but de décrire la situation actuelle et future des milieux naturels par rapport à l'emprise du projet. Il s'agit d'évaluer les impacts du projet dans ce domaine, de s'assurer que la législation concernant les milieux naturels est respectée, de proposer des mesures de limitation et, si nécessaire, de réduction voire de compensation des impacts.

5.12.1 Bases légales

Législation fédérale

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE du 7 octobre 1983) ;
- Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN du 1er juillet 1966) ;
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN du 16 janvier 1991) ;

Législation cantonale

- Loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites du 4 juin 1976 (LPMNS, L 4 05)
- Règlement général d'exécution de la loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites du 29 novembre 1976 (RPMNS, L 4 05.01) ;
- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore du 25 juillet 2007 (RPPMF, L 4 05.11)
- Loi sur la faune du 7 octobre 1993 (LFaune, M 5 05)
- Règlement d'application de la loi sur la faune du 13 avril 1994 (RFaune, M 5 05.01)
- Règlement sur la conservation de la végétation arborée du 27 octobre 1999 (RCVA, L 4 05.04)
- Loi sur la biodiversité du 14 septembre 2012 (LBio, M 5 15)
- Règlement d'application de la loi sur la biodiversité du 8 mai 2013 (RBio, M 5 15.01).

5.12.2 Méthodologie et sources de données

Les investigations ont été réalisées selon la méthodologie et les étapes suivantes :

- Deux visites du site avec relevés de la végétation (espèces protégées, néophytes envahissantes, milieux naturels et patrimoine arboré), de l'avifaune, d'indices de présence de coléoptères du bois et des structures d'intérêt pour la faune les 13.07.2022 et 20.07.2022 ;
- Consultation des données faune et flore issues des bases de données nationales Infospecies entre 2001 et 2022 (Amphibiens, Reptiles, Mammifères, Orthoptères, Lépidoptères diurnes et zygènes, Lépidoptères nocturnes, Hyménoptères aculéates, Carabidés, Coléoptères du bois, Oiseaux nicheurs et plantes vasculaires) ;
- Demande de précisions auprès de l'expert national des reptiles (Karch) concernant la possible présence de Vipère aspic dans le périmètre ;
- Demande de précisions auprès de l'expert cantonal des Chiroptères (CCO-GE) concernant la présence potentielle d'un couloir de vol du Murin de Bechstein dans le périmètre de projet ;
- Évaluation de la valeur écologique des milieux présents ;
- Évaluation des impacts du projet et analyse de l'état futur ;
- Accompagnement de l'élaboration du projet paysager ;
- Proposition de mesures de compensation et d'accompagnement.

La bibliographie consultée est la suivante :

- CJB, Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste Rouge, 2006
- Delarze, R & Y. Gonseth, Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny, 2008 ;
- OFEV, liste rouge des espèces menacées de Suisse : Oiseaux nicheurs, 2021.
- OFEV, liste rouge des espèces menacées en Suisse : Reptiles. 2005 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Amphibiens. 2005 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Orthoptères. 2007 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Chiroptères. 2014 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Lépidoptères diurnes et zygènes. 2014 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Mammifères. 2022 ;
- OFEV, liste Rouge des espèces menacées en Suisse : Coléoptères xylophages. 2016 ;
- Carron G. & Wermeille E. Livre rouge des insectes du bassin genevois, 2009
- Mombrial, F., F. Sandoz & S. Tribot, CJBG-OCAN, Liste Rouge des plantes vasculaires du canton de Genève, 2019

5.12.3 Etat actuel

5.12.3.1 Généralités

Les principales valeurs naturelles du périmètre de projet reposent sur la présence de quelques surfaces agricole extensives et structures paysagères d'intérêt (haies bocagères, alignements arborés). Ce sont surtout les secteurs de St-Mathieu et de Borbaz qui regroupent les principales valeurs naturelles et paysagères : plusieurs types de milieux naturels extensifs - haies, prairies, pâtures - coexistent et participent au réseau écologique local. Ces milieux constituent en effet des habitats, des refuges et des zones relais pour la faune et la flore indigènes locales. Le caractère agricole extensif de ces secteurs offre ainsi un contexte dénué d'obstacles majeurs pour le déplacement de la petite et moyenne faune depuis ou en direction du vallon du Rhône (réservoir de biodiversité).

5.12.3.2 Biotopes classés ou protégés

Comme illustré sur la Figure 56, la consultation des inventaires fédéraux et cantonaux relatifs aux périmètres protégés montre qu'aucun objet classé ou protégé n'est présent à l'intérieur du périmètre d'étude, hormis un site prioritaire pour la faune.

A proximité du périmètre d'étude, la présence des périmètres protégés suivants est à mentionner :

- Site Emeraude « Complexe alluvial du Rhône genevois » à 180 m au Nord
- Sites RAMSAR et OROEM « Rhône-Verbois (GE) » à 450m au Nord
- Zone de migration des batraciens du Bois des Mouilles à 350 m et de sa zone de reproduction à 600 :m au Nord de l'autre côté de l'autoroute
- Réserve naturelle du Nant de Borbaz et des Picolattes à 575 m au Nord
- Deux sites prioritaires pour la faune à environ 120 m au sud du périmètre projeté : un arbre abritant des chauves-souris et le bâtiment de l'OCPPAM qui abrite des martinets dans ses stores.



Figure 56: Carte des périmètres protégés

5.12.3.3 Milieux semi-naturels et flore

Les milieux naturels et la flore relevés à l'intérieur et autour du périmètre de projet sont présentés sur la Figure 57. Ils ont été établis sur la base des dernières données Infoflora et des données récoltées dans le cadre des deux visites de terrain réalisées en juillet 2022. Le périmètre est recouvert de végétation à presque 90%. Le Tableau 28 ci-dessous liste des milieux présents et leur surface respective à l'intérieur du périmètre du projet :

Milieux semi-naturels présents	Surfaces état initial [m ²]
Arbres isolés - Alignements	1'665
Autres forêts	1'164
Autres surfaces dures	610
Buissons - Ronciers	1'138
Cultures maraîchères - Potagers	514
Gazons - Massifs entretenus	41
Grandes cultures et flore adventice	31'952
Milieux herbacés extensifs	5'364
Milieux herbacés intensifs	4'974
Plantations d'arbres	864
Routes - Bâtiments	7'814
Sols et substrats nus	606
Végétation adventice	144
Vergers	937
Total général	57'787

Tableau 28 : Liste des milieux et leur surface à l'intérieur du périmètre

La majorité des milieux est composée de milieux agricoles cultivés intensivement (32'000 m²), ils sont faiblement diversifiés et présentent peu d'intérêt pour la flore. La présence de cinq espèces menacées, à l'échelle cantonale ou nationale, et protégées (orchidées), peut être toutefois être relevée dans le périmètre du projet : au niveau de la zone remise en culture au nord de la parcelle de la protection civile relativement diversifiée en flore adventice et ségétale, du talus est du stand de tir, des buissons bordant le chemin des Rouettes et des milieux herbacés extensifs du sud du chemin des Abarois (SPB) et du talus autoroutier :

- Epière annuelle (2022)
- Orchis à odeur de bouc (2021)
- Orchis singe (2021)
- Renouée douce (2022)
- Rosier à styles soudés (2018)

Les alignements arborés et buissonnants implantés au niveau des deux buttes latérales du stand de tir sont bien structurés (multi-strates) et constituent des milieux diversifiés et fonctionnels écologiquement :

- Le talus ouest est composé de chênes centenaires de grande valeur biologique et paysagère (cf. 5.11.2) ;
- Le talus est composé d'arbres plus jeunes, d'un sous-bois bien développé et d'un ourlet herbacé extensif de bonne qualité.

Ils sont une source de nourriture et d'abris intéressante pour l'avifaune et les insectes, cependant ils sont péjorés par l'activité du stand de tir qui provoque des dérangements.

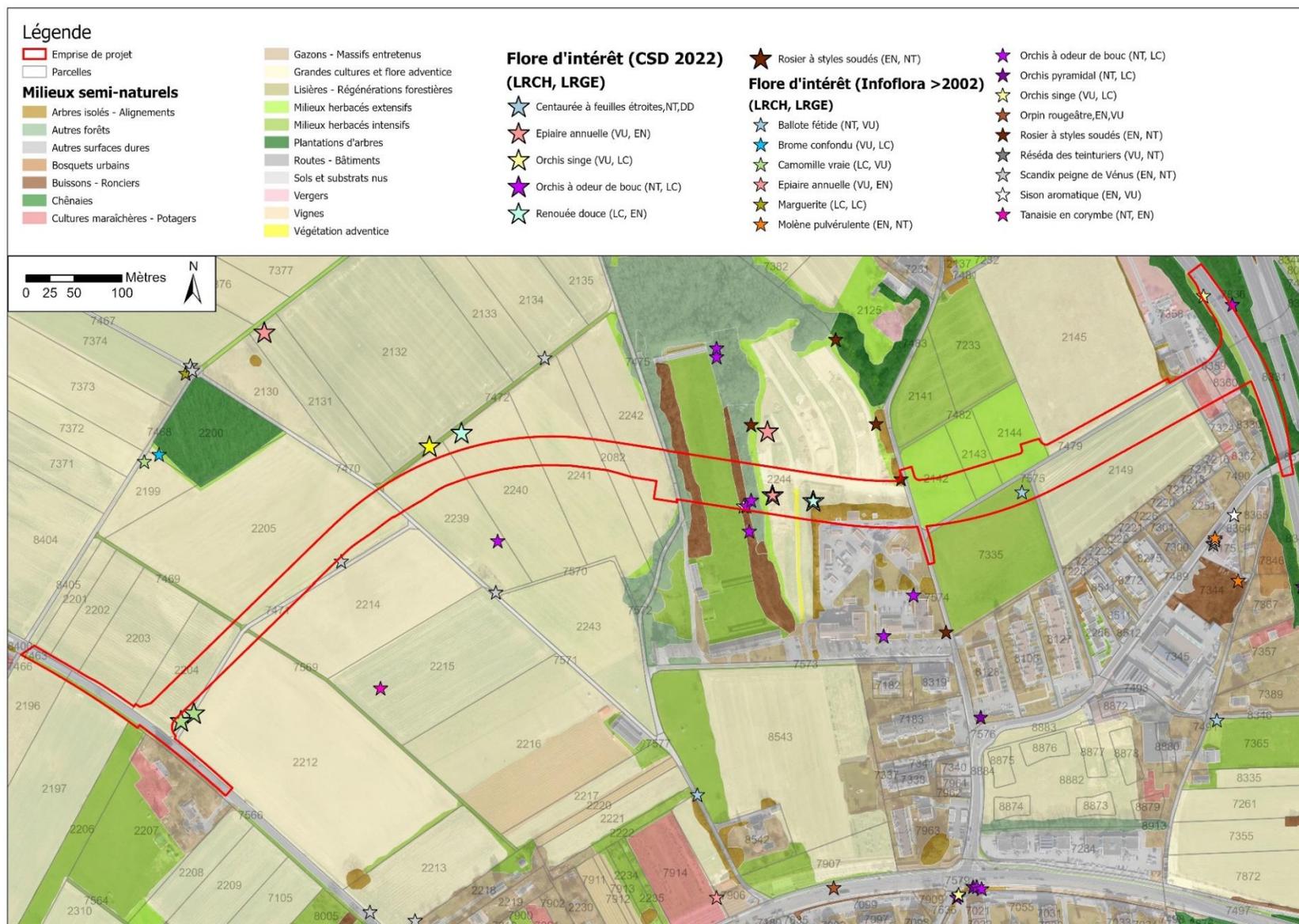


Figure 57: Carte des milieux et de la flore d'intérêt (SITG + CSD relevés 2022)

5.12.3.4 Patrimoine arboré et intérêt faunistique

L'état des lieux et les principaux enjeux relatifs au patrimoine arboré et à la faune s'y rapportant sont illustrés à la Figure 58. Les informations précises concernant les arbres isolés relatives aux essences, circonférences et états phytosanitaires sont disponibles sur le plan de la requête en autorisation d'abattage, déposée conjointement à la requête en autorisation de construire du projet.

Le relevé des arbres réalisé le 20 juillet 2022, a permis d'identifier 50 arbres à l'intérieur du périmètre de projet (hors talus autoroutier sur parcelle OFROU, non prospecté). Les chênes (11 individus), noyers (8 individus) et pommiers (6 individus) sont les essences les plus représentées.

L'état phytosanitaire du relevé est jugé globalement assez bon avec 29 individus d'indice 7/10 soit « sains vigoureux, mais légèrement endommagés ». L'ensemble des informations

5.12.3.5 Faune

Les données relatives aux mammifères, avifaune, herpétofaune et entomofaune observés au droit et à proximité immédiate du périmètre de projet sont présentés sur la Figure 59. Elles sont issues des données Infospecies entre 2001 et 2022, des données récoltées dans le cadre des deux visites de terrain réalisées en juillet 2022 et des contacts établis avec les spécialistes tel que précisé précédemment.

L'état des lieux et les principaux enjeux relatifs à la faune sont illustrés à la Figure 59 et peuvent être décrits comme suit, par groupe faunistique :

Insectes

Les coléoptères du bois, tels que le grand capricorne et le lucane cerf-volant, représentent un groupe d'intérêt bien représenté sur le secteur. Cela s'explique notamment par l'alignement de chênes centenaires formant le talus boisé ouest du stand de tir extrêmement favorable à ces espèces, où des cavités de grand capricorne ont été repérées à l'intérieur de l'emprise du périmètre de projet (cf. Figure 58). Plus globalement, les essences d'arbres situées dans le périmètre sont toutes favorables aux coléoptères (chêne, peuplier, saules, fruitiers). Seul le cordon boisé de l'autoroute ne présente pas d'enjeu car les arbres sont trop jeunes.

Le périmètre du projet ne présente pas ou très peu de surfaces propices aux lépidoptères, aucune espèce d'intérêt n'y est mentionnée.

Pour le groupe des orthoptères, l'Aïolope émeraude (EN, VU) a été détecté en 2011 et 2012 dans les prairies à l'est du périmètre de projet. Non revue en 2022, il est peu probable que l'espèce se soit maintenue dans le contexte agricole productif actuel de la région.

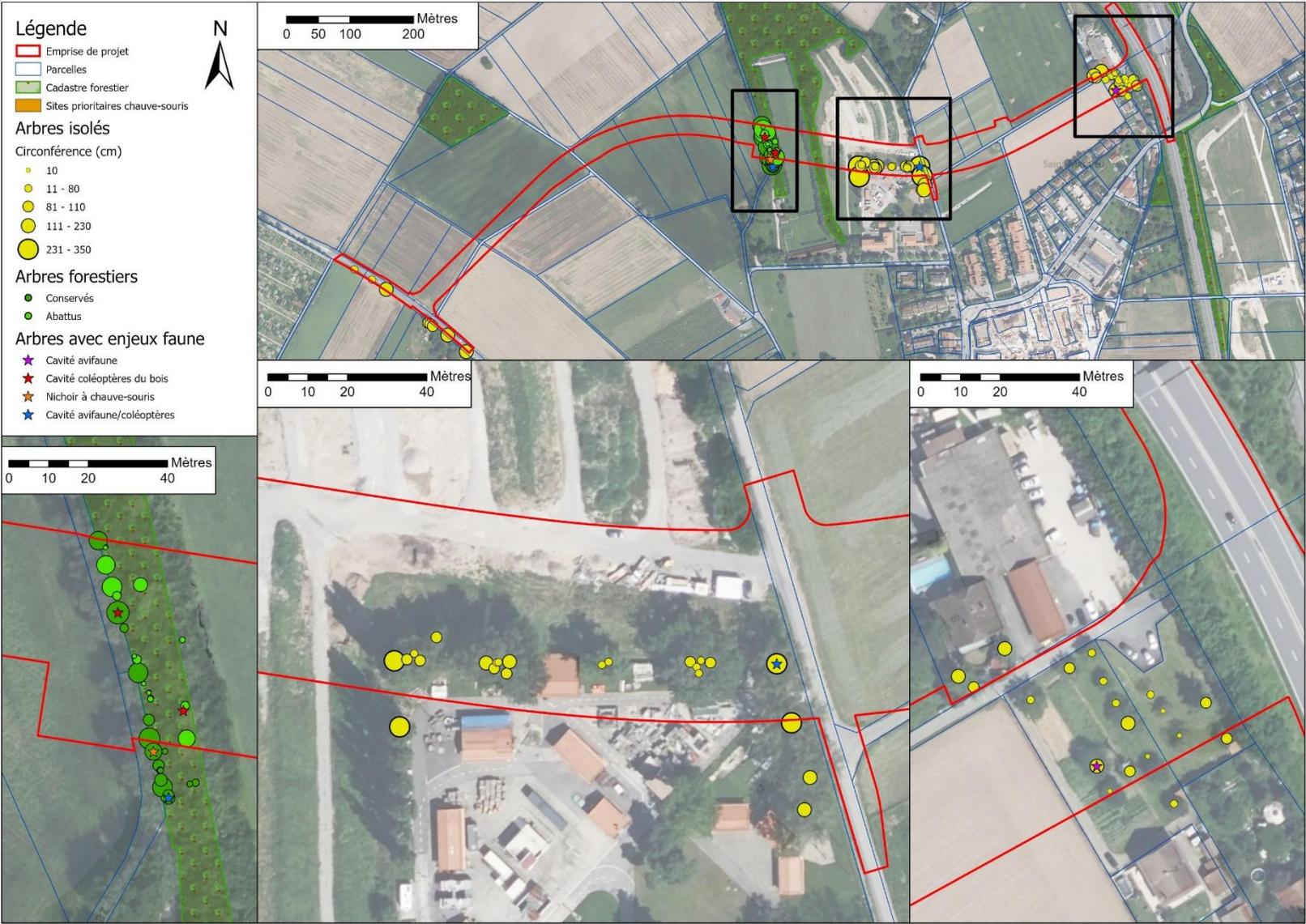


Figure 58: Carte du patrimoine arboré et des arbres avec un enjeu pour la faune (relevé CSD 2022)

Reptiles et amphibiens

Aucune donnée n'a été recueillie au sein du périmètre d'étude pour les amphibiens et aucun point d'eau n'y est présent, ce qui exclut toute fonction de lieu de reproduction pour ce groupe. Aucun enjeu amphibien n'est à relever sur l'emprise de projet et à l'intérieur de son périmètre d'influence.

Les prospections à vue réalisées en 2022 n'ont pas permis de constater la présence de reptiles au sein du périmètre de projet. Les potentialités de présence de la vipère aspic, notamment dans les lisières exposées des cordons boisés situées autour du stand de tir ainsi que le long de l'autoroute, restent toutefois élevées en raison d'habitats favorables. Ces potentialités devront être confirmées par un inventaire complet à réaliser dès le printemps 2023, afin de prendre toutes les mesures conservatoires qui s'imposent pour ce groupe d'espèces protégé par la LPN et son ordonnance (cf. 5.12.5.2).

Oiseaux

L'alouette des champs (VU) est bien présente dans ce secteur qui présente la particularité d'une plaine aux surfaces agricoles ouvertes favorable à l'espèce.

Le Tarier pâtre (NT) a été annoncé en 2017 à l'intérieur du périmètre de projet et est probablement toujours présent sur le secteur tout comme le Rougequeue à front blanc (NT) pour lequel le verger situé au sud de l'extrémité est du projet, les lisières et les chênes centenaires, lui sont très favorables.

La chevêche d'Athena (EN) a été régulièrement observée entre 2012 et 2014, et la localisation d'un nid de 100m au sud du périmètre de projet est également rapportée sur SITG. Souvent rencontrée en périphérie des habitations, cavernicole, elle recherche avant tout des milieux associant la présence de cavités (trou dans un arbre ou dans un mur) et des milieux d'herbe rase où elle peut chasser. Le verger situé à l'est du périmètre du projet (arbres fruitiers à cavité), la proximité des jardins familiaux ou les chênes centenaires à cavités participent sans doute à sa présence sur le secteur.

Les champs sont utilisés comme zone de chasse par les martinets noirs (NT) et les hirondelles rustiques (NT) et de fenêtré (NT) au nord du périmètre de projet. La présence d'un territoire de fauvette grisette (NT) a également été détecté en 2022 dans un champ de maïs à l'ouest du périmètre.

Globalement le secteur est marqué par la présence de l'avifaune agricole nicheuse au sol dans les surfaces extensives (alouette, tarier pâtre, caille des blés) et par l'absence de celle qui dépend des structures buissonnantes (hypolaïs polyglotte, pie grièche, bruants). Peu d'oiseaux des forêts sont rapportés, probablement à cause de l'activité du stand de tir qui dissuade les oiseaux de nicher dans la forêt pourtant très favorable qui l'entoure. Beaucoup de surfaces extensives (jachères en SPB) ont disparu ces trois dernières années de la région, remplacées par des champs de fèves. La diversité avifaunistique se concentre sur un petit noyau d'espèce d'intérêt et a globalement diminué depuis quelques années.

Mammifères

Le secteur d'étude est régulièrement fréquenté par la petite et moyenne faune locale, telle que petits carnivores, renard, blaireau (terriers observés au droit de la forêt située au nord-est du stand de tir), et chevreuil. Le lièvre brun (VU) est une espèce très présente sur la plaine agricole de Bernex qui abrite en effet une importante population. Le hérisson (NT) a également été observé à proximité du périmètre d'étude.

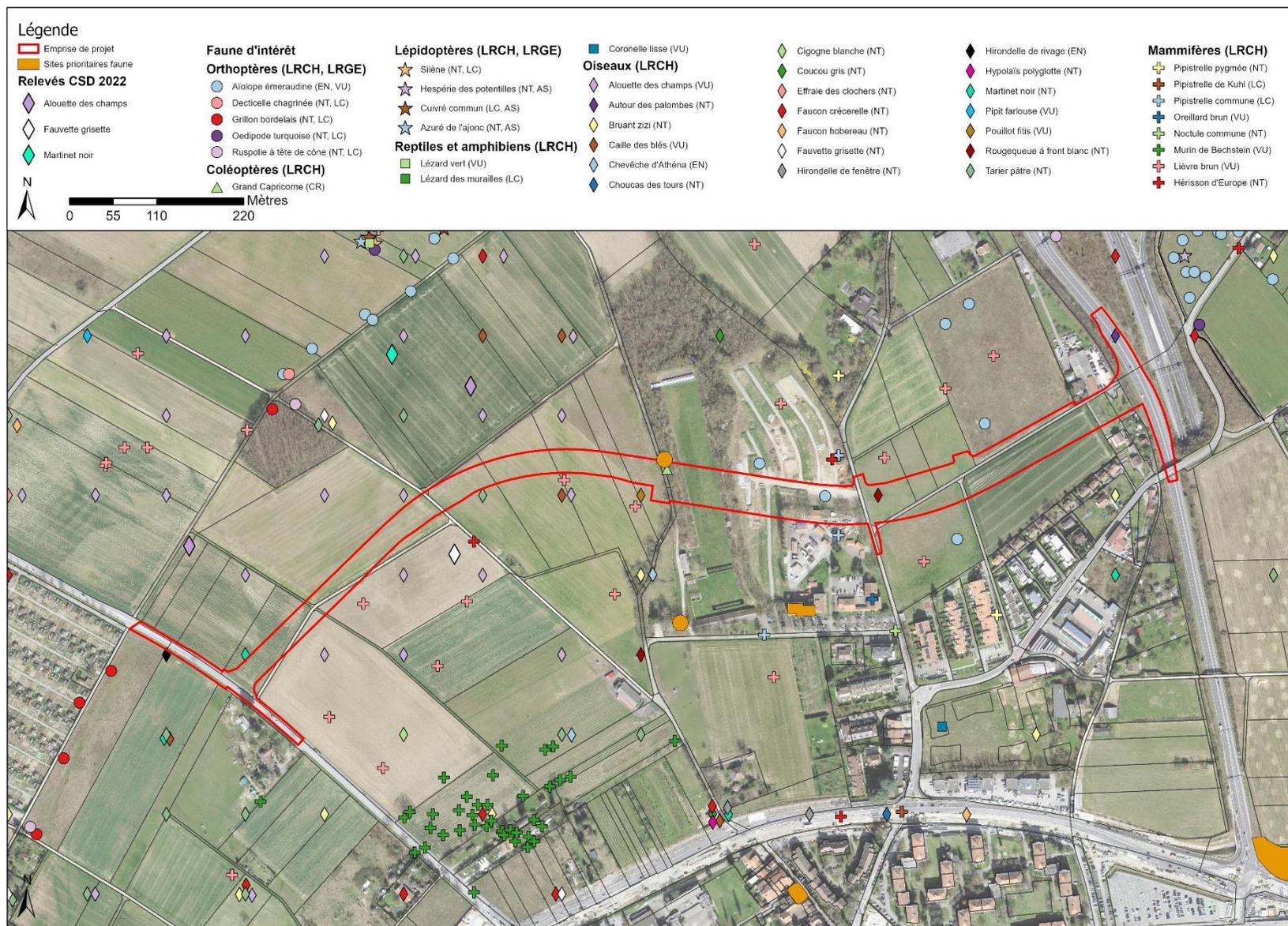


Figure 59: Carte de la faune d'intérêt dans et autour du périmètre (données Infospecies 2001-2022 et relevé CSD 2022)

Mammifères - Chiroptères

La présence d'un site prioritaire pour les chiroptères, situé à l'intérieur du projet, dans le cordon boisé ouest du stand de tir est à relever. L'alignement de chênes formant le cordon boisé est très favorable à ce groupe et un nichoir pour les espèces arboricoles a d'ailleurs pu être observé sur l'un des chênes centenaires (cf. Figure 60). Deux autres sites prioritaires pour les chiroptères sont situés pour rappel, à environ 120m au sud du périmètre de projet : un arbre abritant des chauves-souris et le bâtiment de l'OCPPAM (cf. Figure 59).

Les espèces relevées autour de ces sites sont l'Oreillard brun (dans l'un des bâtiments de la protection civile) et plusieurs autres espèces plus communes, comme la Pipistrelle commune ou la Noctule commune. Elles trouvent en effet sur le secteur de quoi se nourrir et probablement de quoi se reproduire ou hiverner (cavités arboricoles, cavités dans les bâtiments proches).

En outre, de nombreuses données de présence du murin de Bechstein (VU) ont été récoltées à environ 350m au sud-ouest du périmètre du projet, entre 2009 et 2011 dans le cadre d'une étude réalisée par le CCO-Genève, témoignant de la présence d'un terrain de chasse (cf. Figure 59 et Figure 61). L'étude identifie également la présence de deux routes de vols potentielles entre Bernex et le bois de la Chapelle à Onex : une longeant le périmètre du projet au sud et une autre le traversant au niveau du stand de tir (cf. Figure 61).

Il n'y a pas de nouvelles données de présence connue depuis 2010 mais le paysage ayant peu changé depuis, le secteur reste favorable au murin de Bechstein et plus globalement, aux chiroptères. A noter toutefois une baisse de fonctionnalité biologique pour ce groupe lié à l'éclairage des deux ronds-points de la route d'Aire-la-Ville et du P+R de Vailly mis en œuvre dans le cadre de la requalification de la route d'accès de Chancy avec l'extension du tram.

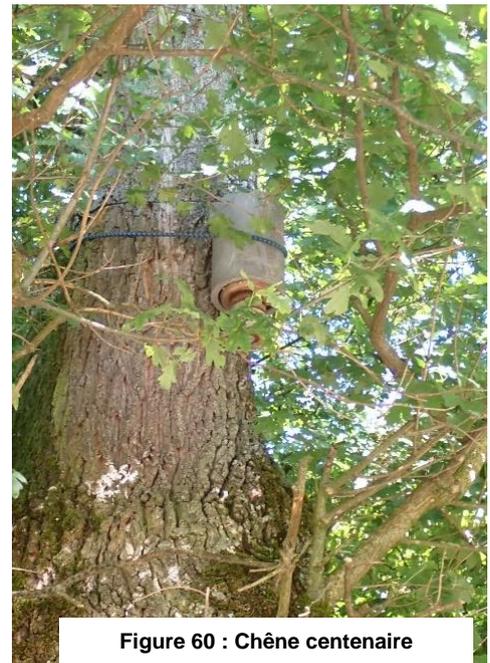


Figure 60 : Chêne centenaire

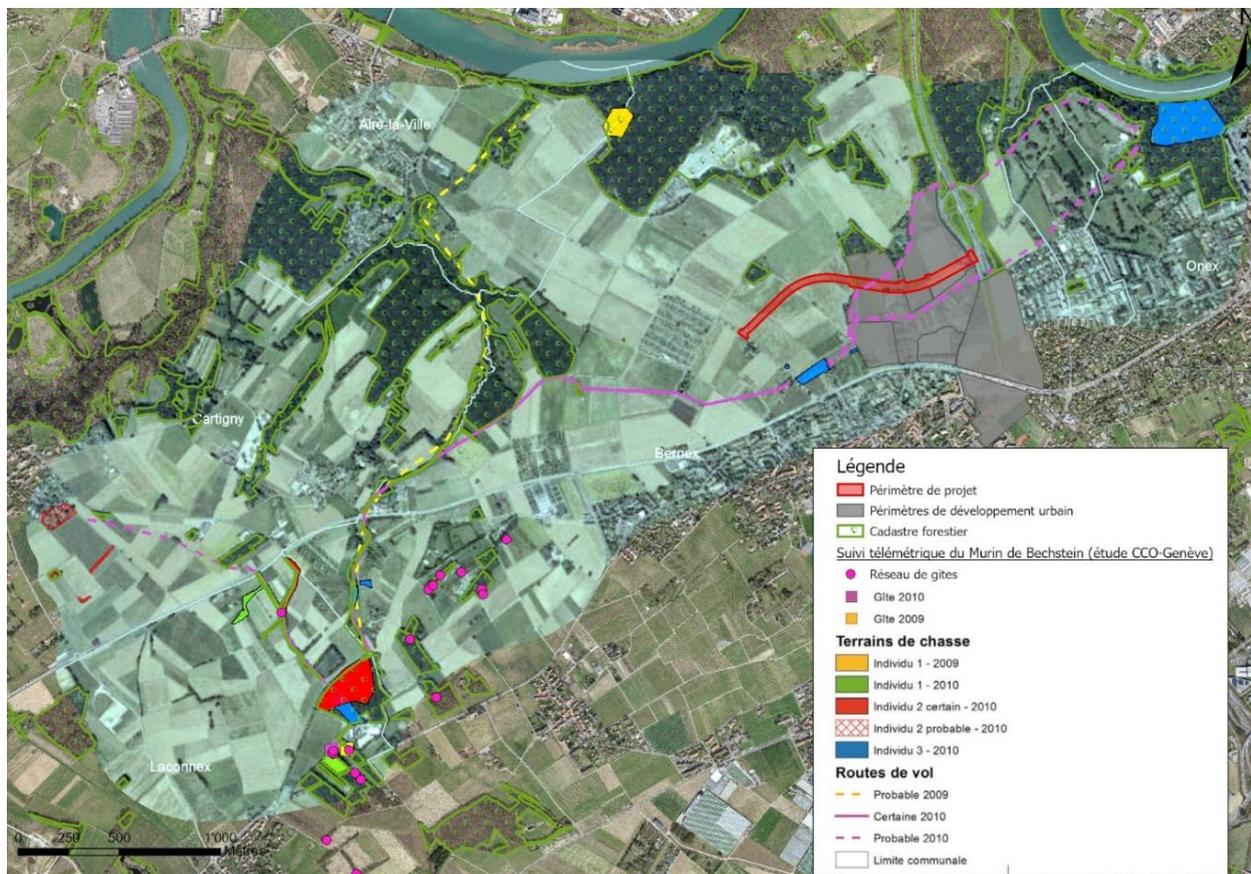


Figure 61: Réseau de gîtes découvert en 2011, terrains de chasse et routes de vol du Murin de Bechstein observés entre 2009 et 2011

5.12.3.6 Connexions biologiques

Le périmètre du projet est situé dans un secteur cloisonné à l'est par l'autoroute et l'échangeur de Bernex, et au sud par la route de Chancy et le village de Bernex. A l'ouest, la Route d'Aire-la-Ville, bien que moins infranchissable que les deux autres axes routiers déjà mentionnés, limite également les déplacements de la faune, en particulier en journée (trafic important). Les corridors biologiques identifiés dans le réseau écologique genevois de 2014, se situent pour les plus proches à environ 450m au nord du périmètre de projet et pour le plus lointain, à un peu moins de 2km à l'ouest. Ils prennent appui sur les petits massifs boisés connectés au vallon du Rhône au nord et sur le ruisseau du Merley, sa ripisylve et les bois de Saint Victor à l'ouest marquant à plus large échelle un axe Aire-Merley-Rhône (cf. Figure 62).

Les différentes trames constitutives du réseau écologique genevois identifiées sur le périmètre d'influence sont les suivantes :

- la trame agricole : constitutive du secteur, elle est essentiellement composée de cultures productives et ne contient pas de zone nodale. M ;
- la trame forestière : bien présente dans le secteur, elle se concentre autour du Stand de tir et est absente dans la moitié ouest ;
- la trame des milieux secs : très peu présente, elle concerne surtout les talus autoroutiers à l'est du périmètre.
- la trame noire : l'éclairage public ainsi que les éclairages domestiques induisent une perturbation du continuum nocturne dans la moitié est du projet (chemin des Abarois), au sud du projet (route de Chancy et P+R), ainsi qu'au nord-est du projet (rond-point de la route d'Aire-la-Ville), comme l'indique la Figure 63 ci-après ;

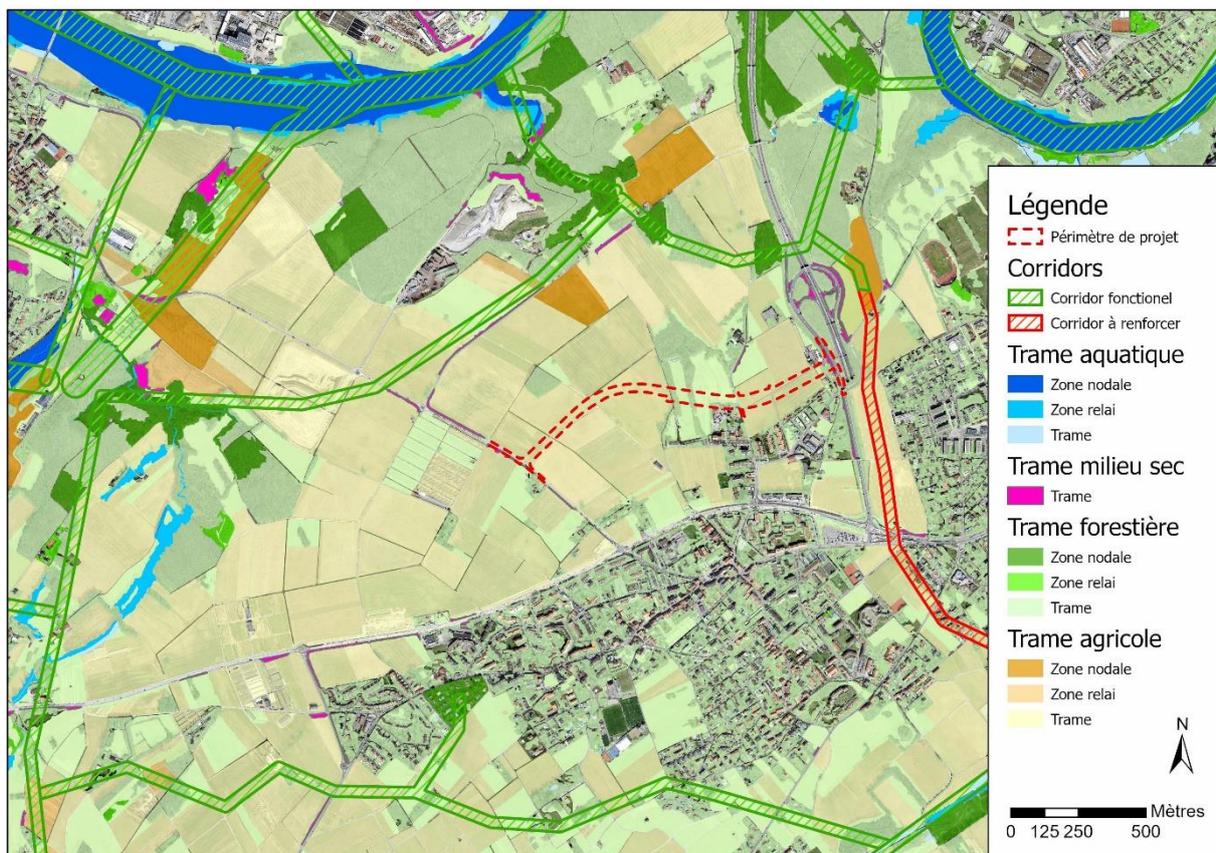


Figure 62: Carte des corridors biologiques et des différentes trames

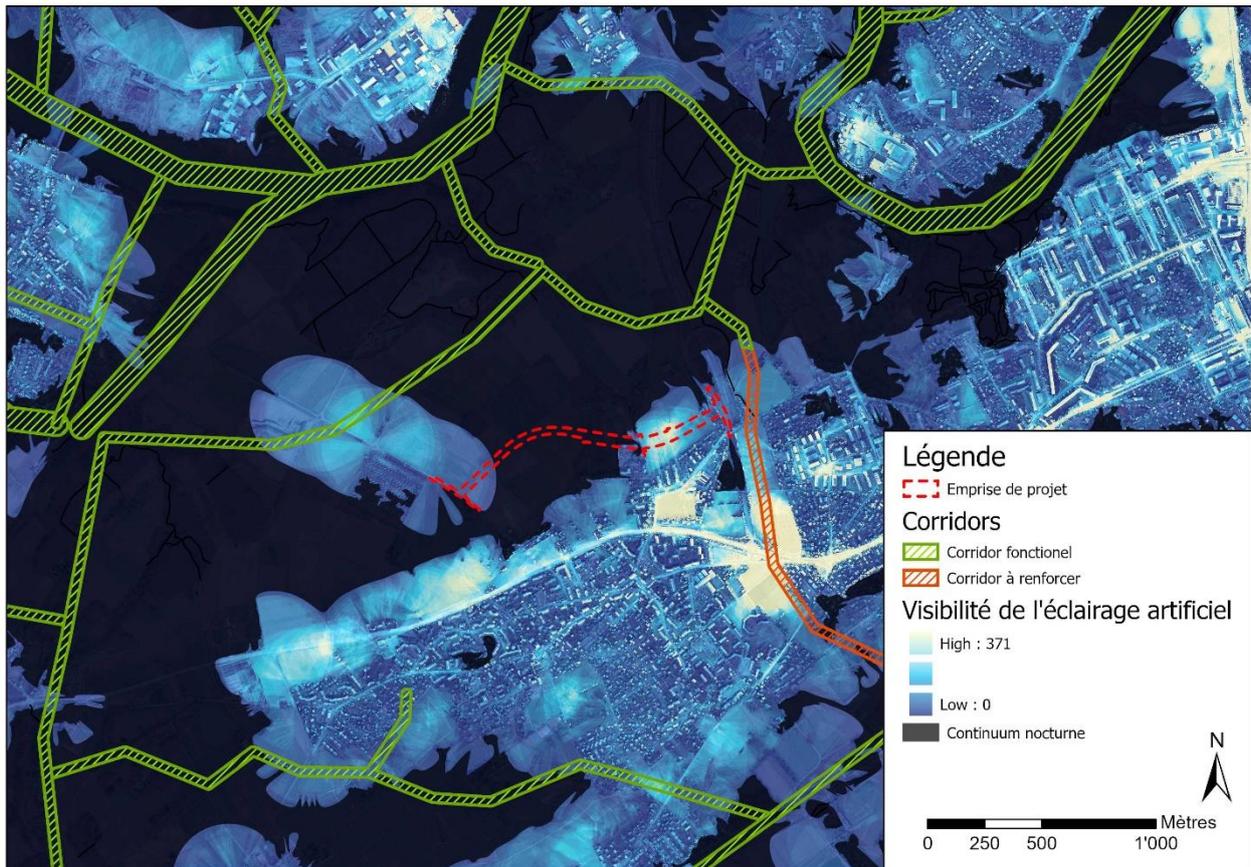


Figure 63: Carte de la trame noire

5.12.4 Impacts du projet

5.12.4.1 Etat futur - Phase d'exploitation

Milieux semi-naturels, flore et patrimoine arboré

La réalisation du boulevard entrainera la disparition de la totalité des milieux naturels et structures paysagères présents à l'intérieur de l'emprise du périmètre de projet, à l'exception de six arbres situés dans le talus forestier ouest du stand de tir, qui pourront être conservés à l'état futur (cf. Figure 58).

L'emprise de projet représente un total de 5.77 ha, occupés, sans compter les routes, bâtiments et surfaces dures, par 4.93 ha de milieux semi-naturels.

Le projet implique ainsi la disparition de milieux constitués à 75% par des milieux agricoles productifs, dont l'intérêt pour la flore et pour la faune reste relativement limité, en l'état. Toutefois, il est important de mentionner que dans le cadre de la politique agricole, les exploitants doivent répondre à des prestations écologiques requises impliquant une alternance dans le temps de surfaces productives et extensives, ces dernières étant favorables à la flore et à la faune.

Les impacts de projet pour les milieux et pour la flore sont essentiellement liés à la perte des 25% restant, occupés par des prairies extensives, végétations rudérale et adventice (6'115m² abritant l'orchis singe en bordure d'autoroute), en majorité sises sur les parcelles 2141, 2142 et 2143 par ailleurs destinées à être urbanisées dans le cadre du PDZIA les Rouettes, par des surfaces arborisées (3'465m²), par des milieux forestiers (1'218m² abritant l'orchis à odeur de bouc) et par des zones de buissons (1'140m² abritant l'orchis à odeur de bouc, l'orchis singe, le rosier à styles soudés).

Le nombre d'**arbres** à abattre est de 37, totalisant un montant compensatoire estimé à 244'177 CHF - hors talus OFROU non prospecté, selon les extraits du plan d'abattage en Figure 64, et sera très largement compensé par les 379 arbres prévus à la plantation.

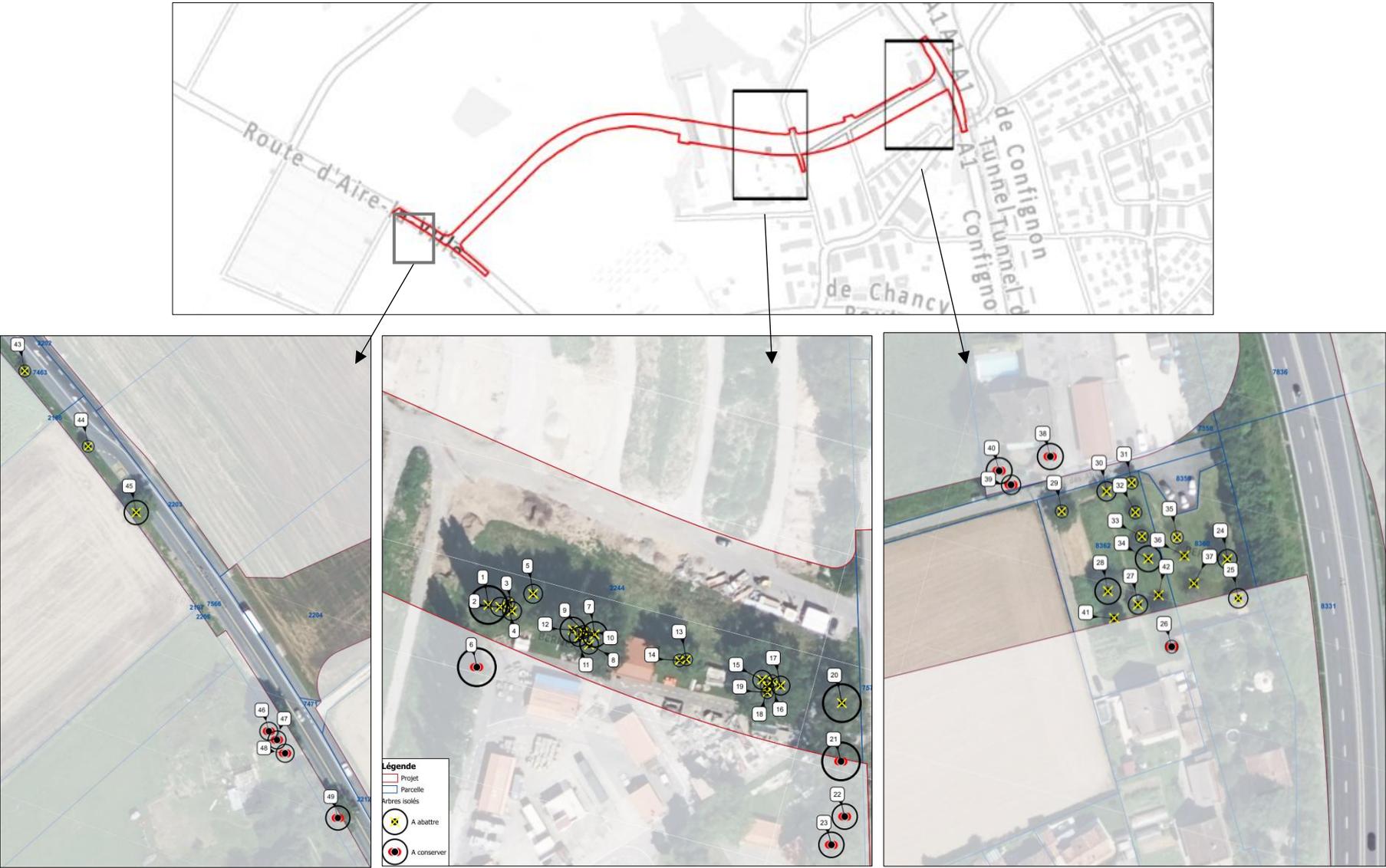


Figure 64: Extrait du plan d'abattage – zooms sur les trois zones d'abattage

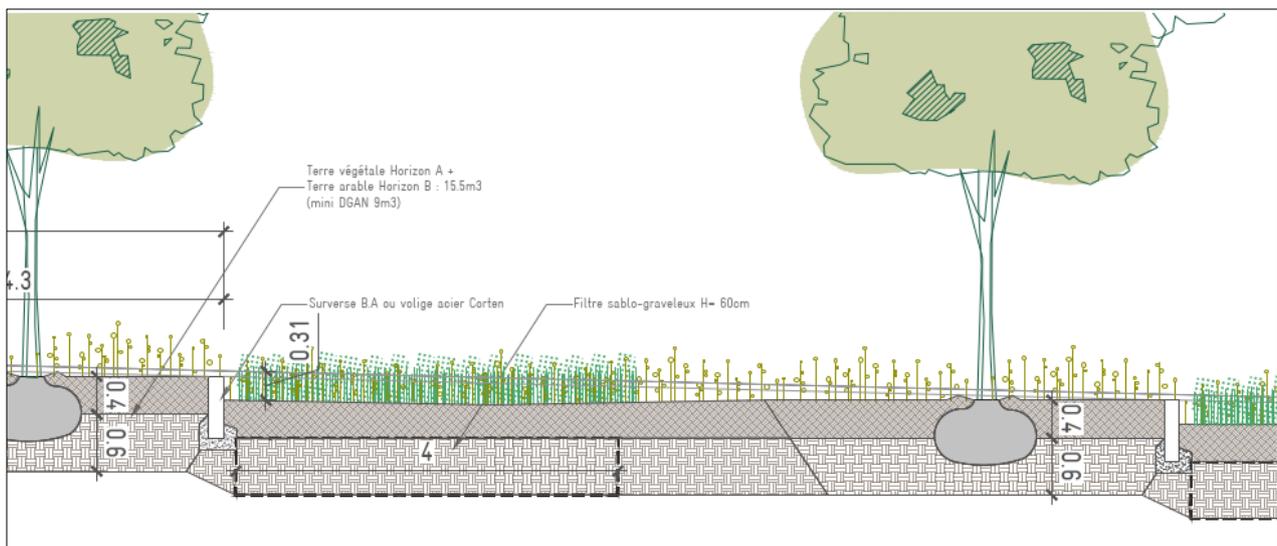
Faune et connexions biologiques

Du point de vue faunistique, la réalisation du boulevard entraîne la perte définitive de surfaces agricoles, prairiales, arborées et arbustives situées au cœur de la plaine agricole de Bernex, qui bien que majoritairement exploitées pour une agriculture productive, restent suffisamment diverses et attractives pour accueillir un cortège faunistique relativement varié utilisant le périmètre de projet et ses abords immédiats comme zone de nourrissage, terrain de chasse, refuge voire, pour certaines espèces, site de reproduction (terriers, cavités arboricoles). Le projet induira donc un impact négatif sur les espèces utilisant ce secteur de la plaine de Bernex, et a fortiori sur les espèces d'intérêt marquantes suivantes : grand capricorne (coléoptères du bois liés aux arbres sénescents), alouette des champs, tarier pâtre, rougequeue à front blanc et chevêche d'Athéna (avi-faune liée aux champs agricoles ouverts ou aux vergers et/ou lisières forestières), chiroptères et lièvre brun, bien établis sur le secteur.

Le projet, au même titre que le développement urbain attenant au boulevard prévu sur sa moitié est (tronçon chemin de Borbaz - Autoroute), entrainera ainsi une diminution de la surface d'habitat pour ces espèces qui seront à terme essentiellement maintenues dans la partie ouest du périmètre du projet. Le tronçon ouest du projet (à l'ouest du stand de tir), conservera sa vocation agricole et son caractère rural et de fait un potentiel assez intéressant pour la nature en campagne (milieux agricoles productifs et extensifs variés, cortèges d'espèces faunistiques et floristiques agricoles, structures paysagères). Outre la disparition d'habitats, l'effet de fragmentation et de bordure généré par le boulevard au sein de la plaine agricole de Bernex, entrainera une perte de connectivité écologique pour les espèces qui se déplacent et qui chassent au sein de ce territoire (coupure physique, perte de territoire, dérangement, risque de collision). Il s'agit en particulier de la petite faune (petits carnivores, lièvre, chiroptères utilisant le secteur pour s'y nourrir et les structures paysagères pour s'y déplacer), de l'alouette des champs affectionnant les espaces ouverts, de la chevêche d'Athéna, des hirondelles et de la caille des blés.

La réalisation du projet intègre néanmoins différents aménagements et plantation selon le concept développé d'alternance de chaussées et de bermes végétalisées et arborisées (cf. chapitre 4). La mise en œuvre d'environ 2 ha de surfaces entretenues de manière extensive, permettront ainsi la mise en place de milieux pouvant accueillir une flore et une microfaune (lépidoptères, orthoptères) locales, à raison de :

- Environ 11'500m² de milieux prairiaux, dans les bermes centrales arborisées : conçues pour assurer l'infiltration et le traitement des eaux à ciel ouvert, elles achemineront préférentiellement l'eau en partie centrale. A leurs bordures (30 à 50cm), les bermes seront constituées d'un substrat maigre afin de favoriser les espèces rases et peu productives. Les microconditions ainsi constituées, de temporairement et légèrement humides (zone centrale, horizons A+B) à sèches (bordures, horizon B), permettent d'envisager l'implantation d'espèces diversifiées (cf. Figure 65).



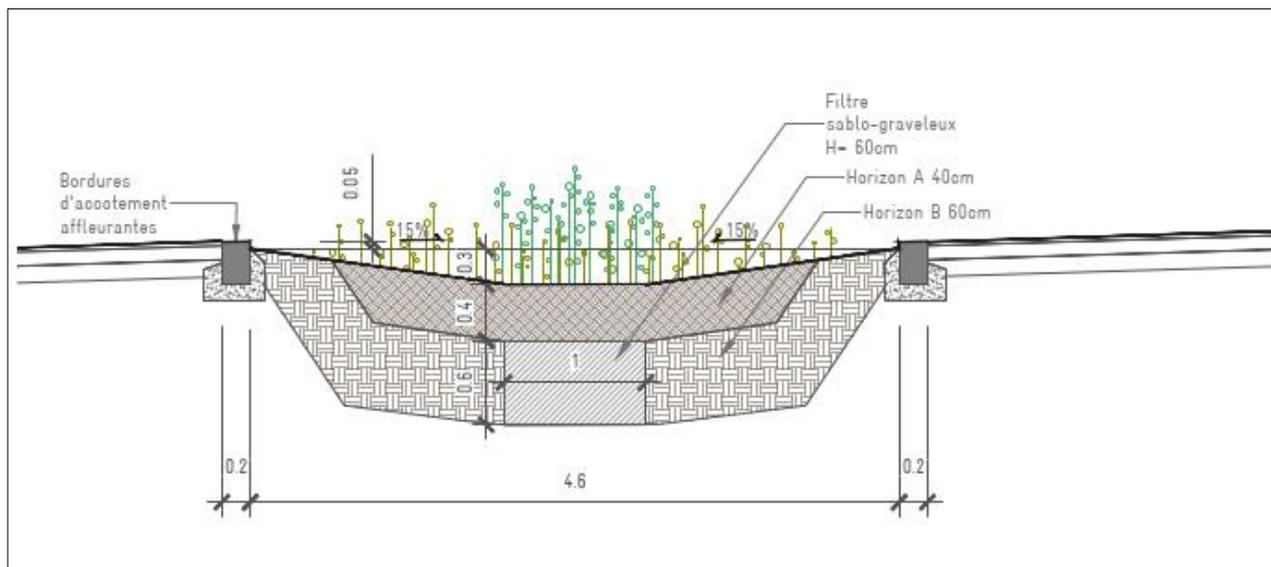


Figure 65: Coupes longitudinale et transversale d'une berme centrale végétalisée, extraites du rapport paysager

- Environ 5'000m² de milieux rudéraux dans les bermes latérales, côté pistes cyclables : le substrat mis en œuvre dans ces bermes sera maigre et drainant (horizon B) afin d'accueillir une végétation rudérale sèche et maigre (cf. Figure 67).
- Environ 530 arbustes prévus à la plantation dans les bermes latérales, côté pistes cyclables : des poches de végétation arbustive thermo-xérophile sont prévues d'être plantées ponctuellement pour diversifier les strates reconstituées au sein du projet (cf. Figure 66).

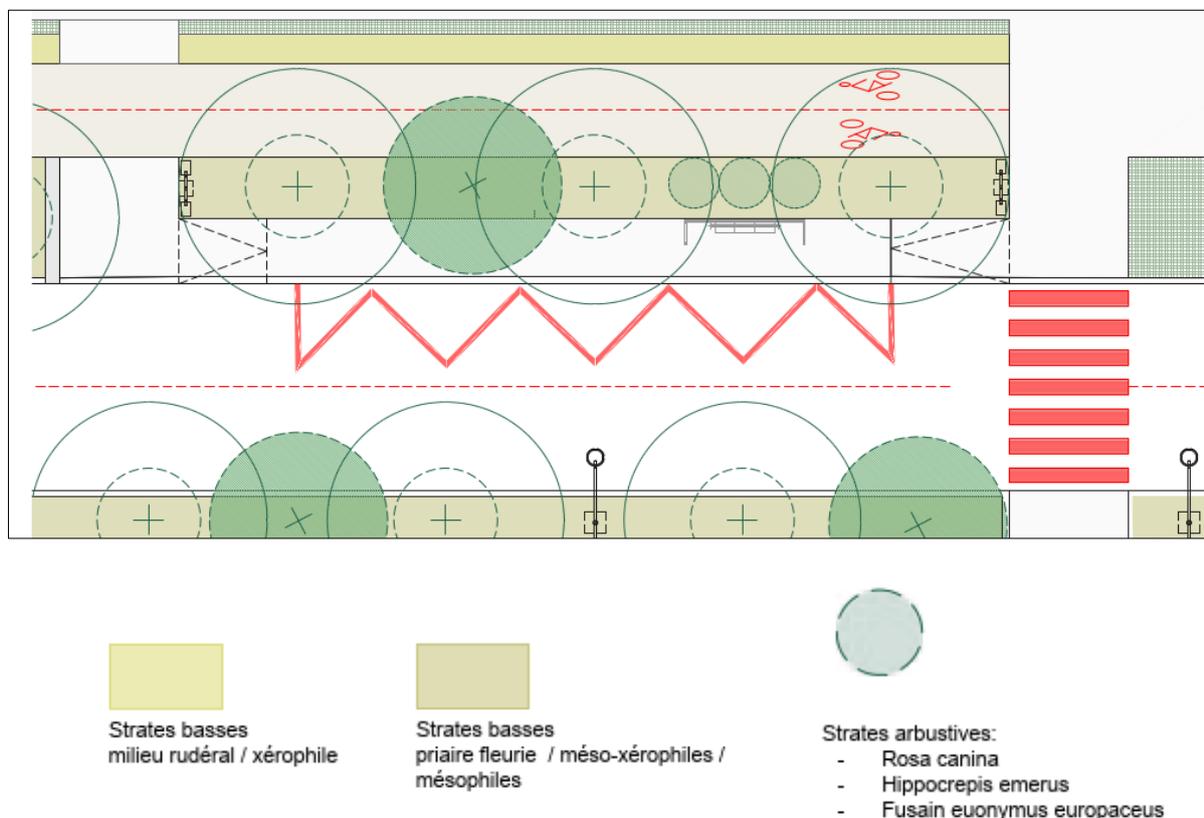


Figure 66: Vue d'une berme latérale côté mobilité douce, avec milieu rudéral et arbustes extraite du rapport paysager

- Environ 380 arbres prévus à la plantation dans les bermes centrales, dont la moitié sera indigène avec des essences telles qu'*Acer platanoides*, *Carpinus betulus*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Sorbus aria*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*, *Tilia Cordata*. Le projet prévoit de planter près de 400 arbres dans des fosses de plantations d'un volume moyen de 15m³ avec des minima de 9m³ (cf. Figure 67). La moitié des espèces plantées sont indigènes, ce qui compense très largement le nombre d'arbres à abattre.

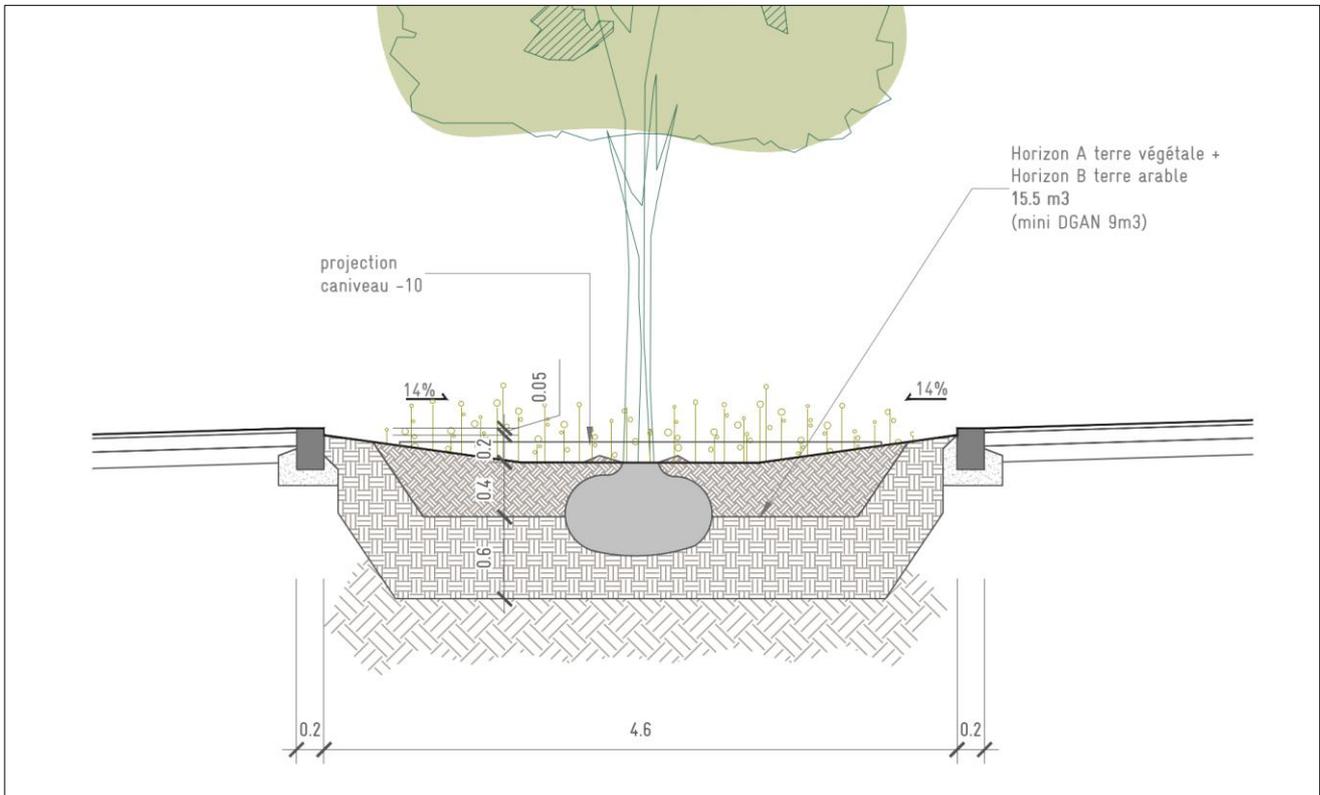


Figure 67: Coupe transversale sur berme centrale avec fosse de plantation, extraite du rapport paysager

Enfin, l'intégration de mesures en faveur de la faune et de la flore, présentées aux chapitres 5.12.5, définies d'entente avec le Maître de l'ouvrage et les Services associés à la direction de projet, permettront de limiter les impacts de projet. A ce titre, l'équipe de projet s'est entourée du Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), qui bénéficie d'une expertise spécifique en matière de mesures d'accompagnement pour les chiroptères dans le cadre d'infrastructures routières, afin de prendre en compte l'enjeu des chiroptères et de leurs routes de vol potentielles dans la conception du projet. Le Cerema a ainsi effectué une série de propositions de mesures sur la base desquelles des choix ont été opérés par le Maître de l'ouvrage au regard des impératifs du projet et du contexte de densification globale de Bernex Est ainsi que des contraintes locales.

5.12.4.2 Etat intermédiaire - Phase de réalisation

En considérant les emprises de chantier nécessaires à la réalisation du projet et aux installations de chantier, la disparition supplémentaire de 3.38ha de surfaces semi-naturelles est attendue, impactant très majoritairement la catégorie des milieux agricoles productifs et flore messicole associée (scandix peigne de vénus, camomille vraie menacées). L'emprise d'installation de chantier principale prend place sur la parcelle 2244 à raison d'1.3ha et impactera, au-delà de l'emprise définitive de projet, la zone récemment remise en culture et relativement diversifiée (épière annuelle menacée).

5.12.5 Mesures intégrées au projet

5.12.5.1 Etat futur – Phase d'exploitation

Périmètre de projet

- Mise en œuvre d'environ 2ha de milieux diversifiés de bonne valeur biologique dont environ 1,65ha de milieux herbacés prairiaux et rudéraux ; utilisation de mélanges grainiers et de plantons indigènes ; entretien aisé des bords de chaussée par la mise en œuvre de bordures caillouteuses accueillant une végétation peu productive sur 30 à 50cm de large ;
- Plantations arbustives au moyen d'espèces indigènes à croissance lente, supportant les milieux drainants ;
- Plantations arborisées pour au moins 244'177 CHF (montant compensatoire estimé) comprenant au moins 50% d'espèces indigènes (privilégier les chênes et les noyers) et/ou fruitières au droit de la séquence agricole, en respectant les directives cantonales concernant la plantation et l'entretien des arbres ;
- Absence de clôtures et mise en place de bordures arasées aux interfaces projet/surfaces agricoles afin de favoriser la perméabilité pour la petite et moyenne faune ;
- Mise en place de bouches d'évacuation des eaux claires évitant les pièges pour la faune ;
- Mise en place d'un éclairage raisonné dans la séquence urbaine selon la stratégie cantonale OPTIMALUX (carrefours, axes pour la mobilité douce et connexion avec la bretelle autoroutière). Suppression de tout éclairage dans la séquence agricole y.c. chemin de Borbaz afin de limiter les impacts de l'ouvrage sur la faune nocturne et lucifuge (cf. chapitre 4.1.4) ;
- L'opportunité et la faisabilité d'un passage à faune en faveur de la petite et moyenne faune, au niveau du chemin de Tuilière-Foëx a été étudiée, et a fait l'objet d'une consultation de l'OCAN. Après discussion, la réalisation d'un passage à faune n'a pas été retenue comme mesure à intégrer au projet, compte tenues des structures de guidage à mettre en œuvre pour conforter l'efficacité de la mesure.

Concernant les enjeux liés aux chiroptères :

L'enjeu pour le projet s'est porté sur la préservation de la route de vol située au droit du stand de tir – merlon ouest – l'est étant voué à l'urbanisation dans le cadre du projet de Bernex Est (cf. Figure 61).

Afin de conserver la fonctionnalité de cette route de vol plusieurs mesures ont été retenues, elles sont illustrées aux Figure 68 et Figure 69 :

- a) la première consiste avant tout à maintenir les deux entités de merlon boisé au sud et au nord du boulevard et dont la configuration sera particulièrement favorable à la protection des chauves-souris contre les collisions. La crête du merlon étant située à 5 à 6 mètres par rapport au niveau de la chaussée projetée, les espèces suivant ce merlon et qui choisissent de traverser l'infrastructure seront en effet protégées d'éventuelles collisions avec les véhicules si elles maintiennent leur hauteur de vol. L'efficacité de cette configuration nécessite toutefois de prévoir des mesures complémentaires pour s'assurer du maintien de leur hauteur de vol et éviter que les espèces ne redescendent à hauteur des véhicules ;
- b) la conservation des six chênes appartenant à la route de vol initiale participera au maintien de cette hauteur de vol. En outre, avec un espacement maximal de 3 m entre le houppier de chacun de ces arbres (cf. Figure 69), la structure arborée constituera, dans le prolongement du merlon et au-dessus de la route, un cordon végétal quasi continu sur lequel les espèces pourront s'appuyer (écholocation) voire chasser. L'efficacité de cette mesure repose sur l'absence d'éclairage au droit de la route, à hauteur du chemin de Borbaz (mesure intégrée au projet comme listé précédemment) ;
- c) même si les mesures précédentes constituent des éléments de base favorisant la traversée du boulevard, il est également proposé de renforcer la sécurisation du franchissement, notamment pour les espèces les plus sensibles, en intégrant un ouvrage de franchissement complémentaire spécifique, selon des principes qui ont déjà été concrétisés avec succès sur le territoire français et esquissés en Figure 68. Différentes caractéristiques techniques peuvent être envisagés pour cet ouvrage allant du simple portique métallique, à une structure un peu plus complexe d'un

ouvrage constitué d'une petite plateforme opaque d'une largeur de 3m raccordé à la crête et associé à des écrans latéraux permettant de limiter les effets liés aux phares des véhicules. Dans tous les cas, ces ouvrages devront être raccordés au plus proche de la structure boisée actuelle tout en veillant, pour des raisons de sécurité, à ce qu'ils ne soient pas accessibles pour l'homme. Cet ouvrage constituera ainsi une structure continue au-dessus de la route et sur laquelle les espèces pourront s'appuyer (écholocation) pour traverser la route à une hauteur suffisante.

Il est utile de préciser que l'ouvrage à intégrer a été défini avec la configuration actuelle du boulevard qui intègre une « placette » au sud du boulevard dans le prolongement de la largeur du projet nécessaire dans sa séquence urbaine. Cette configuration implique l'interruption du merlon existant sur une longueur d'environ 80 m (cf. Figure 68 « ouvrage long »). Une mesure d'optimisation du point de vue de l'environnement et des milieux naturels consisterait à supprimer cette placette en rétrécissant au droit du merlon la largeur du projet selon la séquence « rurale ». Cette mesure permettrait de réduire la longueur du franchissement à 60 m et permettrait de simplifier les aménagements et mesures à prévoir (Figure 68 « ouvrage court »).

La confirmation définitive de l'opportunité de mise en œuvre de cet ouvrage en fonction de la présence effective de chiroptères ainsi que la configuration détaillée de l'ouvrage à intégrer le cas échéant pourront être précisées dans le cadre de l'élaboration du projet d'exécution, en intégrant les résultats de la campagne d'inventaire qui sera réalisées sur une période d'activité annuelle complète en 2023. Un ouvrage spécifique qui s'intègre à la canopée des arbres maintenus pourra être développé dans ce contexte. Et la mise en place d'un monitoring sera ensuite mise en œuvre pendant les premières années d'exploitation de la nouvelle route afin de vérifier son efficacité et adapter / optimiser ses caractéristiques en cas de nécessité.

D'autres mesures permettant de guider les trajectoires de vol dans un périmètre élargi (sud-ouest de l'emprise du projet) et le long du boulevard en direction de la traversée sécurisée du boulevard sont également présentées en mesures d'accompagnement et comprennent la mise en œuvre de structures naturelles et paysagères compatibles SPB et SDA.

Dans le périmètre d'influence du projet (cf. Figure 70)

- Compensation de 1'120 m² de surfaces buissonnantes et de 935 m² de verger hautes-tiges au moyen de surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) de type surfaces favorables à l'avifaune (SAVI), haies, bosquets, arbres fruitiers et microstructures, en concertation avec les propriétaires et exploitants agricoles concernés (cf. Figure 70) ;
- Plantation d'une dizaine de chênes le long du chemin de Borbaz, par groupe de 2 à 3 individus, entre la route de Chancy et le chemin de Mennesy (cf. également chapitre 5.11.4).
- Installation de murgiers le long du chemin de Borbaz dans la lisière forestière, dans les haies vives installées sur l'ouest du boulevard (cf. Figure 70) ;
- Installation de nichoirs pour l'avifaune (rougequeue à front blanc) dans le verger hautes-tiges ;
- Amélioration / réduction des nuisances dues aux points lumineux existants en faveur de la faune lucifuge (ronds-points Route d'Aire-la-Ville, P+R de Vailly).

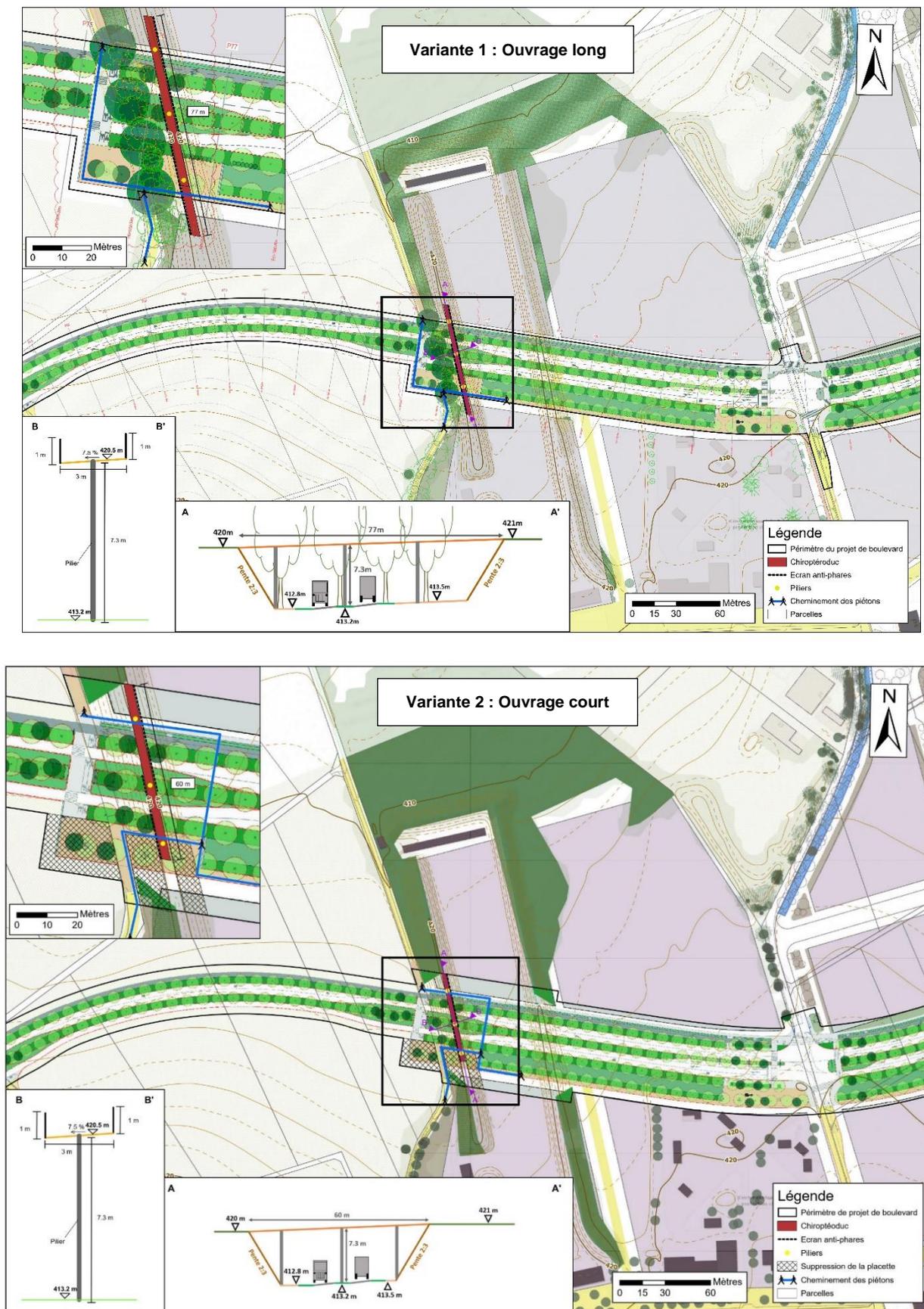


Figure 68 : Plans de principe, avec variantes, de l'ouvrage de franchissement pour les chiroptères

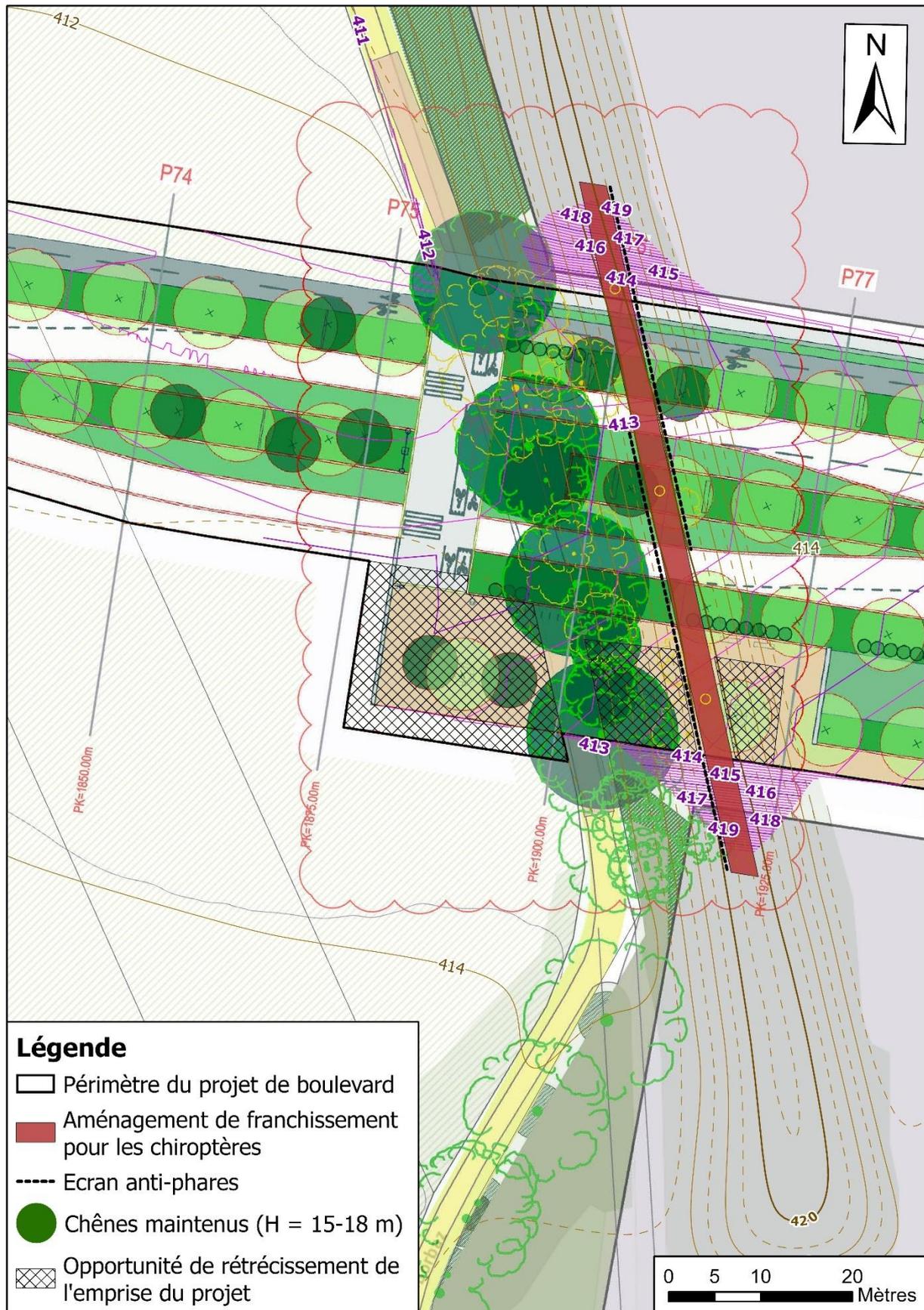


Figure 69: Principes d'implantation de l'ouvrage de franchissement pour les chiroptères

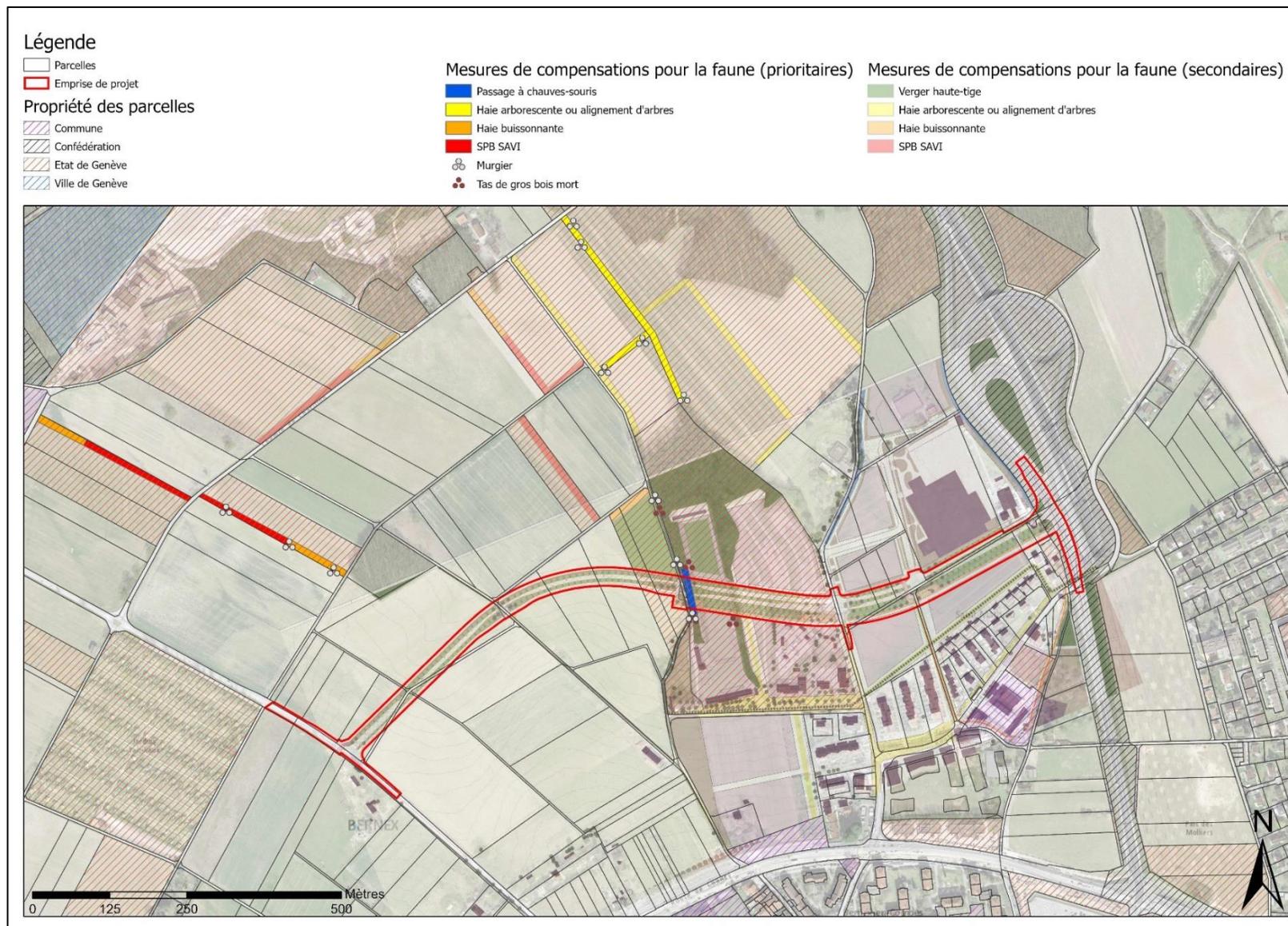


Figure 70: Proposition de mesures en faveur de la faune

5.12.5.2 Etat futur – Phase de réalisation

Les mesures suivantes sont à prévoir préalablement et en cours de réalisation de la phase de chantier

- Piquetage, déplacement et/ou récolte des espèces floristiques menacées et/ou protégées impactées par le projet, au droit du projet ou à proximité dans des milieux similaires ;
- Conservation d'un maximum d'arbres dans le périmètre du projet avec protection de leur domaine vital au moyen de barrières de type Muba (couronne+1m). Aucune intervention ne sera tolérée dans le domaine vital des arbres conservés ;
- Lors du nécessaire travail dans ou à proximité du domaine vital des arbres conservés, notamment au droit du talus ouest forestier : suivi par un arboriste-conseil et mise en place des mesures prophylactiques nécessaires à leur préservation ;
- Lors d'abattage d'arbres à cavités (avifaune et chiroptères) : travaux entre mi-septembre et fin octobre pour limiter les impacts (chiroptères adultes encore actifs et jeunes déjà volants). Abattage en mode « doux » : découpe délicate de la cavité occupée et dépose à terre (grue) dans un lieu abrité, maintien des cavités au sol pendant au moins une journée avant débitage et évacuation ;
- Lors d'abattage d'arbres abritant le grand capricorne et /ou le lucane cerf-volant : travaux en mode « doux » : découpe du tronc d'une seule pièce et évacuation de la quille dans la forêt du stand de tir afin de permettre aux larves de terminer leur développement et aux adultes d'émerger ;
- Utilisation des débris de coupe des chênes pour installer des petits biotopes favorables aux coléoptères du bois en lisière de forêt et de cordons boisés et pour installer des petits biotopes favorables aux reptiles ;
- En cas de présence avérée de reptiles à l'intérieur du périmètre de projet et/ou des emprises de chantier (selon les résultats issus de la campagne de terrain complète de 2023) : captures et déplacement des espèces en dehors des emprises de projet durant la période d'activité propice, soit idéalement pour les mois allant de février à octobre précédent le démarrage du chantier. Mise en place de barrières étanches aux reptiles en limite de chantier, là où cela est nécessaire, et contrôle de l'étanchéité des barrières durant toute la durée du chantier pour les mois allant de février à octobre ;
- Adaptation du phasage des travaux afin d'éviter les travaux de nuit (éclairage, bruit, vibrations) durant la période d'activité des chiroptères, soit entre avril et mi-septembre, au droit de la route de vol potentielle (niveau projet/stand de tir) ;
- Adaptation du phasage des travaux afin d'éviter les décapages durant de la période de reproduction de l'avifaune allant d'avril à juillet.

5.12.6 Mesures d'accompagnement

- Plantation de haies vives servant de couloir de dispersion aux chiroptères et autres petits mammifères le long du futur boulevard des Abarois et entre les structures boisées existantes (le long du chemin du stand, du chemin des Rouettes, de la Tuilière-Foëx) avec valorisation au titre de SBP, SDA compatibles.
- Renforcement de la structure bocagère à l'ouest du projet afin de guider les trajectoires de vol dans le paysage vers la traversée sécurisé du boulevard entre le sud du projet et l'ouest (sud des lieux-dits Prêle, Sous Graisy, En Graisy), avec valorisation au titre de SBP, SDA compatibles.
- Mise en œuvre de SPB pour favoriser la nature en campagne sur le secteur d'étude et d'influence, en lien avec le réseau agro-environnemental de Bernex et selon les opportunités (cf. Figure 70).

5.12.7 Cahier des charges pour la conception du projet d'exécution et le suivi environnemental de réalisation

Projet d'exécution :

- Relevés et investigations complémentaires pour les chiroptères, l'avifaune, les reptiles et les coléoptères, comprenant notamment une identification des trajectoires de vol des chauves-souris ;
- Conception d'un aménagement spécifique pour le maintien des trajectoires de vol de chauves-souris identifiées, y.c. optimisation de la largeur du projet au droit de l'aménagement.

Suivi environnemental de réalisation :

- Mise en œuvre et suivi des mesures de protection des éléments naturels conservés (arbres, ...) dans l'emprise provisoire du projet, avec une délimitation matérielle solide à 1 mètre de l'élément naturel en question, y.c. suivi par un arboriste conseil et mise en place de mesures prophylactiques ;
- Pose de barrières étanches pour la petite faune autour des zones ouvertes de chantier ;
- Respect des périodes favorables pour l'intervention sur des éléments naturels : fauchage et défrichage des zones de chantier entre août et mars, abattage des arbres avec cavités avifaune (Figure 58) entre août et mars, abattage des arbres à cavité chiroptères entre mi-septembre et octobre pour limiter les impacts.
- Abattage en mode « doux » des arbres avec cavités chiroptères et/ou abritant le grand capricorne ;
- Utilisation des débris de coupe des chênes pour créer des petits biotopes favorables au Lucane cerf-volant ;
- Adaptation du phasage des travaux afin d'éviter les travaux de nuit (éclairage, bruit, vibrations) durant les périodes de transit printanier et automnal pour les chiroptères (avril-mai et septembre) au droit de la route de vol potentielle (niveau projet/stand de tir) ;
- Piquetage, déplacement et/ou récolte des espèces floristiques menacées/protégées impactées par le projet ;
- Réalisation des aménagements privilégiant une amélioration de la biodiversité dans le secteur ;
- Evaluation des mesures prises pour la biodiversité afin d'en évaluer l'efficacité et, le cas échéant, préconiser des modifications des mesures pour que celles-ci remplissent pleinement leurs objectifs.

5.13 Protection du paysage naturel et bâti

5.13.1 Bases légales

La législation fédérale et cantonale applicable au domaine est la suivante :

- Loi fédérale du 1 juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage.
- Ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage.
- Ordonnance du 10 août 1977 concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP).
- Loi cantonale d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 4 juin 1987 (L 1 30) et la loi la modifiant du 4 octobre 2013 (L 1 30).
- Loi cantonale sur la protection des monuments, de la nature et des sites du 4 juin 1976 (L 4 05).

La loi sur la protection de la nature et du paysage et la loi sur l'aménagement du territoire exigent que soit protégé l'aspect caractéristique du paysage et des localités. Les monuments du pays et les espaces récréatifs proches de l'état naturel doivent être préservés. Les bâtiments et installations doivent s'intégrer harmonieusement dans le paysage. Ces différentes contraintes ne faisant pas l'objet de normes précises, ni de valeurs limites à respecter, l'évaluation des impacts relatifs à ce domaine présente un certain caractère de subjectivité, ce qui ne doit en aucun cas conduire à éluder les problèmes éventuels. L'approche devra se référer aux inventaires de protection de la nature, de protection du paysage et de protection du patrimoine ainsi qu'aux directives du Canton et de la Confédération.

5.13.2 Etat actuel

Le projet s'inscrit à l'intérieur du plateau morainique de Bernex – Aire-La-Ville qui présente une légère déclivité en direction du nord (3% en moyenne) et qui domine le vallon du Rhône. principal sud-nord et une position d'articulation entre ville et campagne. Le paysage actuel est divisé en deux entités par le Stand de tir de Bernex. À l'ouest, le paysage est dominé par des champs céréaliers, entrecoupés par les chemins agricoles existants. À l'est se trouvent également des champs de céréales, mais avec une présence plus marquée des quartiers d'habitation et d'activités qui sont amenés à se développer en lien avec l'urbanisation planifiée selon le PDQ Bernex Est.

Le boulevard s'inscrit dans des milieux agricoles cultivés intensivement, faiblement diversifiés. Les principales valeurs naturelles du périmètre du boulevard reposent sur la présence de quelques surfaces agricole extensives (jachères tournantes, etc.) et structures paysagères d'intérêt (haies bocagères, alignements arborés). Ce sont surtout les secteurs de St-Mathieu et de Borbaz qui regroupent ces valeurs paysagères : notamment les chênes le long du chemin de Borbaz classé à l'IVS (voie de communication d'importance locale – tracé historique avec beaucoup de substance) et divers types de milieux naturels extensifs : haies, prairies, pâtures.

La Figure 71 ci-après présente le contexte d'implantation du projet avec la présence à 500m au nord de l'emprise du projet du bois de Chatillon appartenant au site du « Rhône genevois – Vallons de l'Allondon et de la Laire », inscrit à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP).

Le périmètre situé à l'est de l'autoroute constitue une pénétrante de verdure définie par la Plan directeur cantonal 2030.

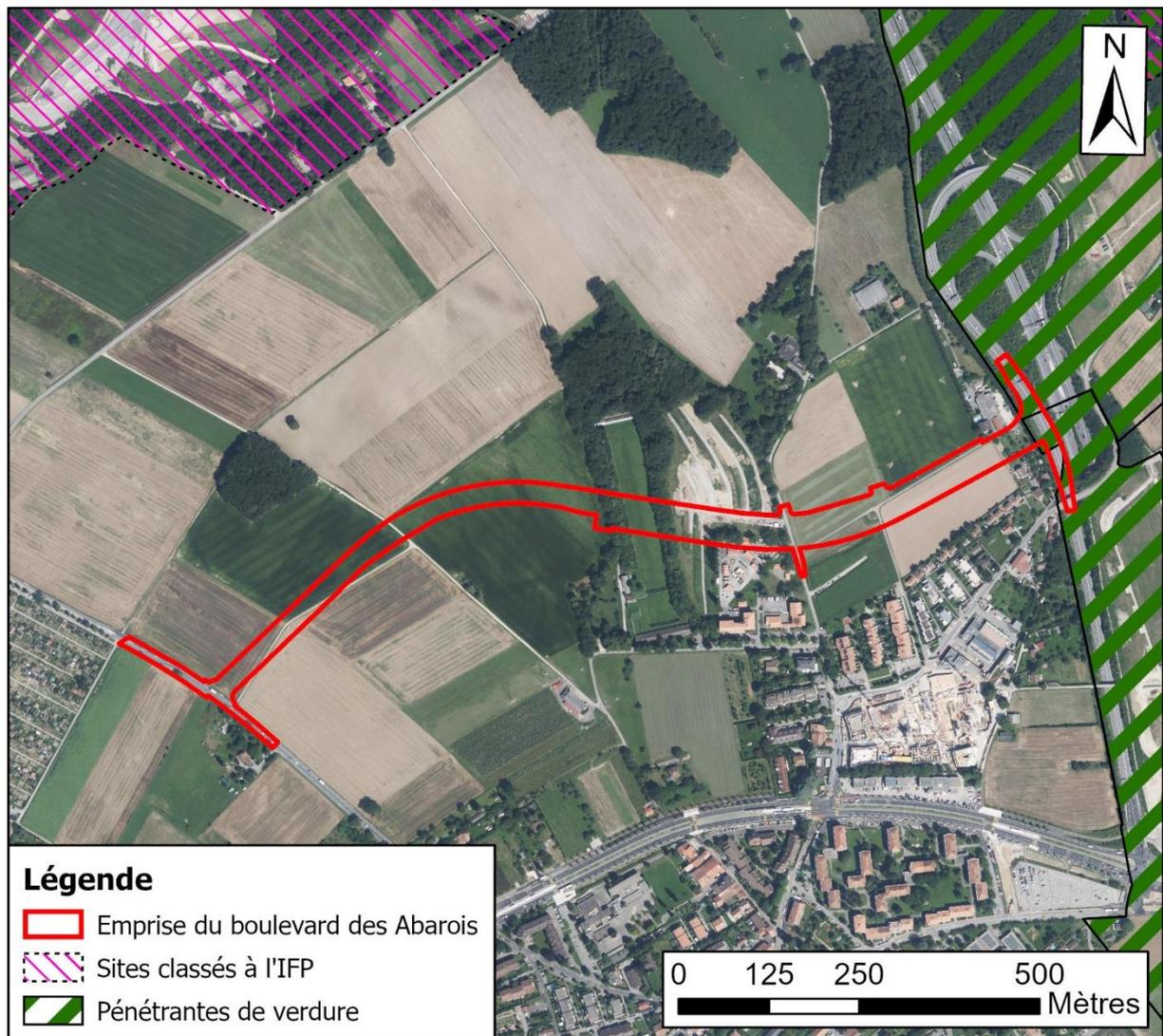


Figure 71: Paysages d'importance à proximité du périmètre du projet de boulevard

Les vues ci-après, permettent d'appréhender la perception actuelle du paysage depuis 3 points de vue implantés au sud du projet à proximité du village de Bernex en direction du nord.



Figure 72: Vue depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord-ouest, Archigraphie)

- ⇒ Vue sur le plateau agricole descendant vers le nord avec la ferme agricole en premier plan, le chemin agricole de Tuilière-Foëx, présence des bois de Chatillon puis d'une vue dégagée sur la chaîne du Jura en arrière-plan.



Figure 73 : Vue depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord, Archigraphie)

- ⇒ Vue sur le plateau agricole descendant vers le nord avec les chênes bordant le chemin de Borbaz en premier plan, présence des bois de Chatillon puis d'une vue dégagée sur la chaîne du Jura en arrière-plan.



Figure 74: Vue depuis la route d'Aire-la-Ville au niveau du futur carrefour d'accroche avec le boulevard des Abarois (Street-view)

⇒ Vue dégagée sur les champs agricoles avec le bosquet implanté le long du chemin de Tuilière-Foëx, l'extension des boisements riverains du Rhône et les premiers contreforts du Jura en arrière-plan.

5.13.3 Effets du projet

Les enjeux et l'approche paysagère qui ont guidé la conception du projet sont développés dans le Rapport Paysager joint au dossier de requête en autorisation de construire...

L'évaluation des effets du projet est à effectuer en distinguant les deux séquences suivantes :

Séquence Bretelle autoroutière

Cette séquence est marquée par la construction de secteurs d'urbanisation liés au PDQ Bernex-Est de part et d'autre du boulevard. Le boulevard n'aura ainsi pas d'effet important sur le paysage en considérant son intégration dans un périmètre destiné à être urbanisé, en lien avec la concrétisation des PLQ et du PDZIA des Rouettes.

La création de places au niveau des croisements avec les chemins de Borbaz, du Grouet et des Rouettes permet également d'articuler le boulevard avec les itinéraires existants.

Séquence route d'Aire-la-Ville – ch. de Borbaz

Contrairement à la première séquence, le périmètre d'insertion du projet n'est pas appelé à évoluer et conservera son caractère agricole sur ce tronçon ouest du boulevard. Le risque de créer une coupure paysagère a été intégré à la conception du projet et maîtrisé par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- Optimisation du profil en long du boulevard, en concordance avec la topographie actuelle du terrain. La hauteur maximale de remblais au droit de la séquence agricole du boulevard étant limitée à 1 mètre, au niveau du profil P55 ;
- Création d'une identité paysagère caractéristique sur l'ensemble du tronçon, avec la plantation de deux alignements d'arbres, composés de 5 essences s'associant avec les essences présentes à Bernex (tilleuls, platanes, micocouliers, ormes et chênes) ;
- Au niveau des carrefours, plantation d'essences avec une pérennité hivernale avérée et/ou une floraison importante au printemps, permettant de créer des sujets repères et de renforcer la continuité existante (coteau de Bernex-Rhône) ;
- Maintien de chênes remarquables situés au niveau du croisement et du chemin de Borbaz.

La Figure 75 ci-après présente le paysage perçu par un observateur proche (usager de la voie mobilité douce) en direction du sud-ouest.



Figure 75: Image d'insertion du boulevard des Abarois (niveau approximatif : profil P68, direction route d'Aire-la-Ville)

Des images d'insertion du boulevard au droit de la séquence agricole du boulevard pour les 2 points de vue présentés plus haut sont insérées ci-après



Figure 76: Vue, avec projet de boulevard des Abarois, depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord-ouest, Archigraphie)



Figure 77 : Vue, avec projet de boulevard des Abarois, depuis l'intersection entre les chemins de Tuilière-Foëx et de Borbaz (direction : nord, Archigraphie)

Ces éléments mettent en évidence que la réalisation du boulevard des Abarois ne modifiera pas de manière significative la perception du paysage pour les observateurs situés au sud de la route de Chancy. Les dégagements sur les champs agricoles au premier plan sont préservés, l'arborisation prévue par le boulevard s'intègre avec la perception actuelle de la lisière des bois de Châtillon et la vue lointaine sur la chaîne du Jura reste intégralement préservée.

5.14 Protection du patrimoine bâti et des monuments, Archéologie

5.14.1 Bases légales

La législation fédérale et cantonale applicable au domaine est la suivante :

- La Loi fédérale du 1^{er} juillet 1966 et l'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage di 16 janvier 1991 (LPN et OPN).
- Loi cantonale du 4 juin 1976 sur la protection des monuments, de la nature et des sites et son règlement général d'exécution du 20 novembre 1976 (LPMNS et RPMNS).

5.14.2 Etat actuel

Le projet du boulevard des Abarois est majoritairement implanté sur des terrains agricoles. Seul deux bâtiments (un dépôt et un local) seront touchés par le projet. Ces bâtiments ne sont ni classés, ni inscrits à l'inventaire des bâtiments dignes de protection selon la LPMNS.

Dans les environs du projet, aucun recensement architectural ne fait mention de sites de grande qualité architecturale, historique et paysagère. Les bâtiments situés à proximité immédiate du boulevard (centre de protection civile et entreprise Hominal) sont classés « Sans intérêt » selon le recensement architectural validé par la Commission scientifique de suivi. Les bâtiments du stand de tir, dont le déplacement est prévu de façon connexe à la réalisation du boulevard, présentent un « Intérêt secondaire ».

Le site du « Rhône genevois – Vallons de l'Allondon et de la Laire » classé à l'IFP est située à plus de 500 mètres au nord du périmètre du projet. Les impacts du projet sur le paysage naturel et bâti sont détaillés au chapitre 5.13.

Le boulevard se raccorde sur deux voies qui ne sont pas recensées, au niveau de leur accroche, à l'inventaire des voies de communication historiques de la Suisse (IVS). Il s'agit :

- De la bretelle autoroutière N1a, dont aucun tronçon n'est classé d'importance nationale, régionale ou locale,
- De la route d'Aire-la-Ville, dont un tronçon situé au nord de l'accroche avec le futur boulevard est classé comme un tracé historique d'importance régionale

De plus, le projet de boulevard prévoit 3 croisements avec des chemins d'importance locale. Il s'agit :

- Du chemin des Rouettes classé comme tracé historique d'importance locale (IVS n° GE366),
- Du chemin de Borbaz qualifié comme élément d'importance locale avec beaucoup de substance (IVS n° GE367.0.1),
- Du chemin de la Tuilière-Foëx qualifié comme élément d'importance locale avec substance (IVS n° GE367.0.2)

Le chemin de Borbaz et le chemin de Tuilière-Foëx ne font pas l'objet de fiches IVS. Le relevé IVS de ces chemins a été effectué en 1996, et un plan de relevé est disponible en Figure 78 ci-après. Concernant le chemin de Tuilière-Foëx, aucun élément caractéristique du chemin n'est mis en évidence par le relevé. Pour le chemin de Borbaz, les alignements de chênes de part et d'autre du chemin sont mis en évidence sur le plan de relevé, et sont les entités représentatives de la substance patrimoniale du chemin.

Le chemin de Rouettes constitue un tronçon de l'itinéraire « Bernex – Chèvres – Le Rhône – Vernier », qui fait l'objet de la fiche IVS n° GE366. Cette fiche fait état d'un itinéraire au tracé unique reliant Bernex à Vernier, dont la première partie présente un intérêt historique indéniable. Le tronçon du chemin des Rouettes situé au droit du futur boulevard des Abarois constituait ainsi un chemin carrossable de dévestiture et sans travaux d'art, permettant de relier le village historique de Bernex, au lieu-dit des Tuillières et au hameau de Chèvres. Le relevé IVS de terrain effectué en 1996 souligne la présence d'alignements d'arbres de part et d'autre de la chaussée, au nord du boulevard.

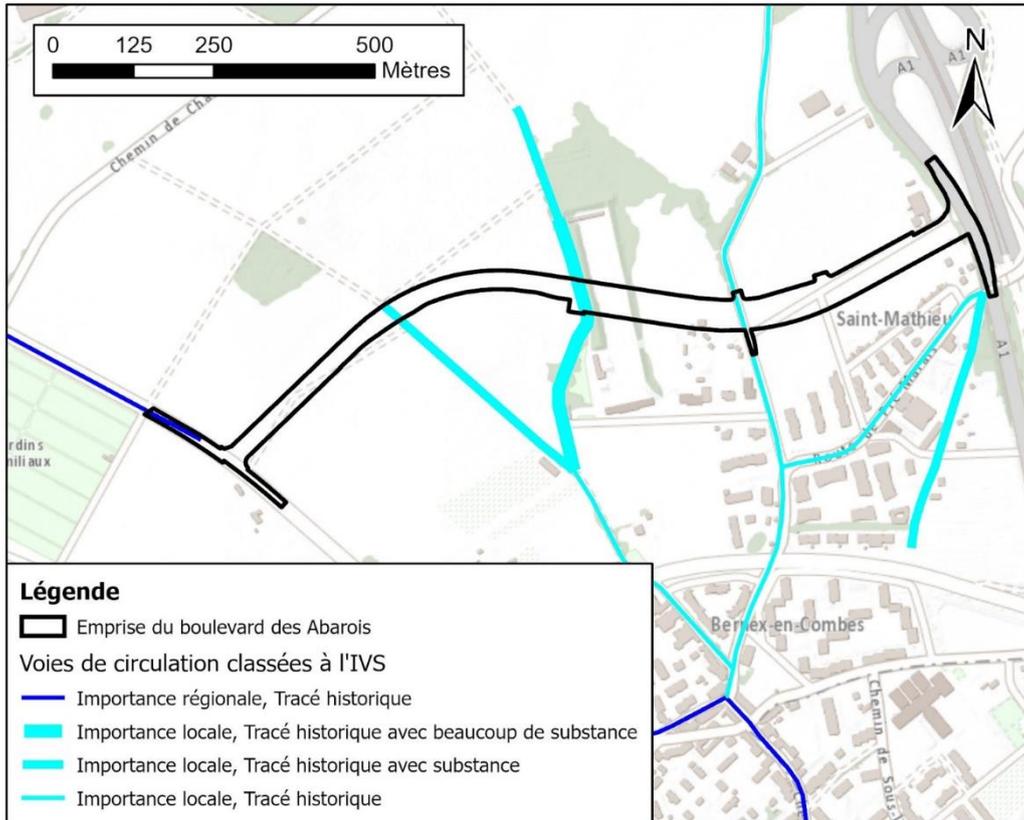


Figure 78: Emprise du boulevard des Abarois et voies de circulation classées à l'IVS

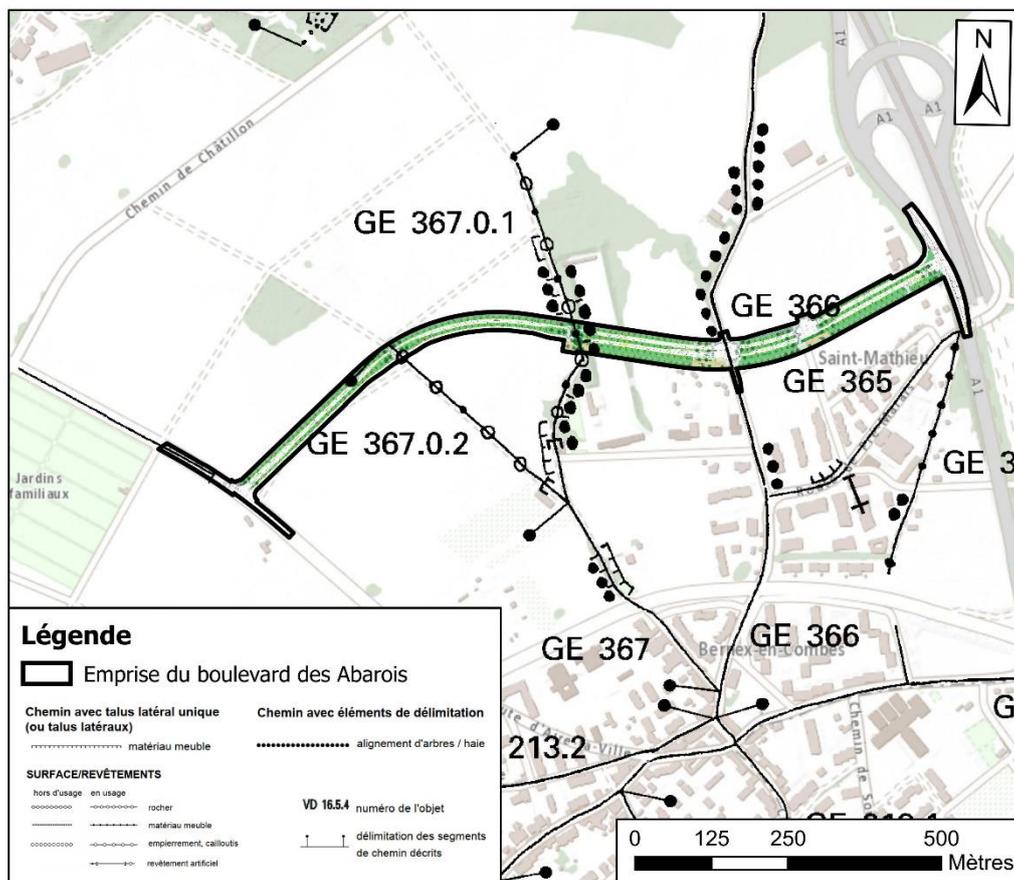


Figure 79: Relevés IVS des chemins présents dans le périmètre du projet

En ce qui concerne l'archéologie, les informations obtenues auprès du Service cantonal d'archéologie pour le périmètre du boulevard indiquent deux points sensibles du point de vue de l'archéologie :

- L'extrémité « est » du projet, proche de l'autoroute (parcelles 8359, 8390, 8362 et 7479), se situe à proximité d'un cimetière antique ou médiéval découvert au 19^e siècle et dont l'étendue exacte n'est pas connue précisément (no site Bx 02)
- Le secteur autour du carrefour Chemin de la Tuilière-Foëx/Chemin des Contamines, où du mobilier archéologique médiéval a été découvert au moment de l'installation des conduites de chauffage en 2000-2001 (no site Bx 28)

5.14.3 Effets du projet

Le boulevard ne touche pas directement d'objet classé ou inscrit à l'inventaire LPMNS des monuments et sites. Il aura néanmoins des impacts indirects sur des objets ayant une valeur patrimoniale et des impacts directs sur des objets inscrits à l'IVS.

L'impact du boulevard est à étudier au regard des risques de perte de substance des chemins classés à l'IVS.

Concernant le chemin de Tuilière-Foëx, le segment classé à l'IVS s'interrompt au niveau du croisement avec le futur boulevard des Abarois. La réalisation du boulevard n'engendrera donc pas d'interruption ou d'obstacle majeur pour l'itinéraire IVS.

Concernant le chemin de Borbaz et le chemin des Rouettes, le boulevard scinde les itinéraires IVS reliant le village de Bernex aux rives du Rhône et au village de Chèvres. La réalisation de traversées piétonnes, ainsi que la mise en œuvre des mesures suivantes permettent toutefois de limiter les risques de perte de substance des chemins classés à l'IVS :

- Maintien des alignements d'arbres centenaires, entités représentatives de la substance des chemins impactés ;
- Limitation des défrichements du cordon boisé situé à l'est du chemin de Borbaz ;
- Création d'espaces dévolus aux piétons au niveau des croisements entre le futur boulevard des Abarois et les chemins classés à l'IVS ;

Le contexte d'implantation du chemin des Rouettes est amené à évoluer au cours des prochaines années avec la concrétisation du PDQ Bernex-Est et du PDZIA des Rouettes. Le tronçon situé entre la route de Chancy et l'extrémité nord du PDZIA des Rouettes, caractérisé jusqu'à un passé récent par un environnement rural, va évoluer et sera à l'avenir implanté dans un contexte urbain. L'impact du boulevard sur la substance patrimoniale du chemin des Rouettes peut donc être qualifié de mineur en tenant du compte du développement du PDQ Bernex-Est.

En complément, les aménagements paysagers du boulevard ont été développés de manière à en assurer la meilleure intégration possible, tout en limitant les emprises supplémentaires sur la végétation existante. Le profil en long du boulevard a été défini afin de suivre la topographie naturelle du terrain. Les croisements avec les chemins classés à l'IVS se feront « à niveau », avec des remodelages limités à 40cm.

En ce qui concerne le domaine de l'archéologie, selon les données disponibles actuellement, des impacts ne sont pas à exclure compte tenu des éléments cités au chapitre 5.14.2. Des mesures d'accompagnement sont à prévoir, vis-à-vis de la protection des sites archéologiques, notamment en cas de découverte d'éléments particuliers au cours des terrassements.

5.14.4 Mesures d'accompagnement pour la phase réalisation

Afin de limiter les impacts du projet sur les éléments patrimoniaux, les mesures d'accompagnement suivantes seront mises en œuvre en phase de réalisation :

- Réalisation de sondages archéologiques à proximité du site Bx 02, en amont du chantier routier, de sorte qu'une fouille de sauvetage puisse être menée en cas de découverte, si possible sans impacter le calendrier du projet ;
- Surveillance durant la phase de terrassement assurée par le Service cantonal d'archéologie, dans toute la zone proche du site archéologique Bx 28 ;
- Surveillance aux croisements avec les tracés IVS de voies anciennes (Chemin de la Tuilière-Foëx et Chemin de Borbaz).

5.14.5 Cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

- Coordination avec le service cantonal de l'archéologie (SCA) pour la réalisation de sondages archéologiques, la surveillance du chantier en phase de terrassement et la définition d'une stratégie d'intervention en cas de découverte de vestiges archéologiques ;
- Contrôles des fouilles lors des excavations, interruption du chantier en cas de découverte fortuite et application de la procédure définie avec le SCA.

6 Synthèse des éléments à préciser au stade du projet d'exécution

Le projet de boulevard des Abarois, concrétisé au stade du projet définitif et du dossier de requête en autorisation de construire, intègre de manière étayée les différents principes de conception et mesures particulières permettant de répondre aux enjeux spécifiques identifiés en matière de protection de l'environnement.

La conception de certains aspects devra cependant être précisée et consolidée préalablement à la phase d'appel d'offres et de réalisation. Ces éléments sont mentionnés dans le Tableau 29 ci-dessous.

	<i>Domaines</i>	<i>Eléments à préciser</i>
Ch. 5.5	Protection des eaux	Consolidation du projet définitif de gestion des eaux pluviales : coordination avec le projet global de gestion des eaux de Bernex-Est et modalités d'entretien et de curage des aménagements et réseaux du boulevard des Abarois ; Conception détaillée du dispositif de filtration et de ces modalités de mise en œuvre Définition du concept d'arrosage des bermes végétalisées et des fosses d'arbres ;
Ch. 5.6	Protection des sols	Consolidation du plan de gestion des sols pour la phase 41-51 afin de bien clarifier les attentes tant en termes de bilan de sols qu'en termes de manipulation des sols ; Réalisation d'analyses complémentaires des sols, en particulier pour les sols du stand de tir et les sols évacués.
Ch. 5.8	Gestion des déchets	Investigation du degré de pollution des matériaux formant les bermes latérales du stand de tir et des matériaux de fondation situés au droit de l'emprise du site pollué du centre de protection civile ; Mise à jour du plan d'élimination des déchets et du concept de gestion des matériaux d'excavation
Ch. 5.12	Protection de la nature	Relevés et investigations complémentaires pour les chiroptères, l'avifaune, les reptiles et les coléoptères, comprenant notamment la précision de la présence et l'identification des trajectoires de vol des chauves-souris ; Conception détaillée des aménagements à prévoir, en particulier de l'aménagement spécifique pour le maintien de la trajectoire de vol des chiroptères au droit du merlon « ouest » du stand de tir.

Tableau 29 : Synthèse des éléments à préciser au stade de projet d'exécution

7 Synthèse du cahier des charges pour le SER

Lors de la phase d'exécution du projet de boulevard des Abarois, un suivi environnemental de réalisation (SER) devra être mis en œuvre afin d'assurer la bonne application des mesures requises pour la limitation ou la compensation des impacts induits par le projet.

Le concept de suivi environnemental de la phase de réalisation devra être défini et appliqué par le Maître de l'ouvrage. La détermination des objectifs environnementaux ainsi que la responsabilité de sensibiliser les intervenants aux problèmes environnementaux liés au chantier du boulevard lui incomberont.

Le suivi environnemental devra porter sur l'ensemble des points mis en évidence dans le cadre du présent rapport d'impact, dûment validés et complétés par le SERMA selon l'article 15 du règlement d'application cantonal de l'ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (ROEIE - K 1 70.05).

Le responsable du SER supervise les aspects environnementaux en lien avec le chantier et aide la maîtrise d'ouvrage à réaliser le projet de construction conformément aux exigences des différents domaines de l'environnement. Le responsable du SER conseille et assiste les parties prenantes concernées, observe et évalue les problèmes écologiques qui se posent sur le chantier et garantit la mise en œuvre des obligations environnementales et conditions arrêtées dans la procédure d'autorisation. Il englobe toutes les tâches de suivi et de conseil en matière environnementale dès la phase de définition des objectifs et d'étude de projet et jusqu'à la phase d'exploitation (Définition OFEV, 2007).

Le SER doit être intégré tout au long des étapes principales de l'exécution du projet et de sa préparation :

- Préparation des travaux : intégration dans les soumissions des conditions particulières environnementales, définition des concepts d'intervention (protection des eaux, des sols...) ; évaluation des offres du point de vue environnemental et intégration des éléments dans les contrats d'entreprise.
- Etablissement d'un document de base synthétique avec « check-list » permettant de mettre en évidence de manière claire et concrète les exigences à respecter pour les différents domaines.
- Le Plan de gestion des déchets de chantier et du Plan de gestion des eaux de chantier doivent être coordonnés de manière adéquate avec le SER.
- Exécution des travaux : suivi régulier du chantier avec participation aux séances de chantier selon les besoins, établissement d'un reporting organisé sous la forme de fiches de suivis de chantier, permettant d'identifier les objectifs initiaux, les mesures entreprises, les éventuels impacts environnementaux et la conformité avec les exigences fixées.
- Réception de l'ouvrage : réalisation d'une réception écologique de l'ouvrage avant la réception globale et présentation sous la forme d'un document global regroupant l'ensemble des fiches de suivis permettant de vérifier la conformité de l'ouvrage avec les mesures établies dans le RIE.

	<i>Domaines</i>	<i>Mesures à prévoir</i>	<i>Modalités de contrôle et de suivi</i>
Ch. 5.1	Protection de l'air	Mise en œuvre des mesures décrites dans le rapport, conformes au niveau B de protection selon la directive Air Chantier, OFEV.	Spécifications contraignantes dans les soumissions et les contrats ; contrôle lors de l'exécution par le SER
Ch. 5.3	Protection contre le bruit et les vibrations	Mise en œuvre des mesures décrites et conforme au niveau de protection B (pour les travaux bruyants et très bruyants) et A (pour les transports de chantier) selon la directive sur les bruits des chantiers, OFEV 2006, rééditée en 2011, comprenant notamment la surveillance des mesures de limitation des émissions sonores sur le chantier. Respect de l'OBMa pour les machines et engins engagés en phase de réalisation.	Spécifications contraignantes dans les soumissions et les contrats ; contrôle lors de l'exécution
Ch. 5.5	Protection des eaux	Planification de l'évacuation des eaux du chantier selon les recommandations de la norme SIA 431 : modalités détaillées de gestion de tous les types d'eau attendus pour les différentes étapes de chantier ; mesures organisationnelles et aménagements prévus afin de garantir la protection des eaux de surface et souterraines (en situation normale et accidentelle).	Contrôles réguliers dans le cadre du suivi environnemental, tout au long des étapes de travaux, de sorte à détecter tout dysfonctionnement éventuel des installations.
Ch.5.6	Protection des sols	Respect des bases légales et la réglementation en vigueur, notamment les normes VSS Terrassement 640581a, 640582 et 640583 ; Respect des mesures et modalités de décapage, stockage temporaire et remise en état des sols décrites au chapitre 5.6, pour les phases avant, pendant et après travaux.	Spécifications contraignantes dans les soumissions et les contrats par un spécialiste de la protection des sols ; contrôle et suivi par un spécialiste lors de l'exécution.
Ch. 5.7	Sites pollués	Etablissement d'un rapport attestant le caractère non pollué des emprises remaniées à transmettre au GESDEC afin d'adapter l'emprise du site pollué n°428.2003.572.	Prise en charge du rapport par un spécialiste, en coordination avec le GESDEC
Ch. 5.8	Gestion des déchets	Gestion des déchets de chantier privilégiant la valorisation et conforme aux dispositions réglementaires ; Mise à l'Élaboration du Plan de gestion des déchets de chantier selon norme SIA 430. Etablissement et mise en œuvre d'un concept de gestion des matériaux d'excavation.	Suivi de la gestion des déchets par un spécialiste avec documentation des acheminements Edition rapport de contrôle final (y. c. formulaire statistique GESDEC)

N°	Domaines	Mesures à prévoir	Modalités de contrôle et de suivi
Ch.5.9	Organisme dangereux pour l'environnement	Enherbement des tas de matériaux terreux mis en dépôts dès leur création, suivi régulier par un spécialiste du développement des espèces néophytes envahissantes et application des mesures de lutte (arrachage, collecte et d'évacuation pour incinération) ; Élimination de l'ensemble des espèces invasives présentes sur le périmètre du projet, et dans les emprises temporaires de chantier.	Contrôle et suivi régulier par un spécialiste
Ch.5.1 1	Conservation de la forêt	Délimitation l'emprise de chantier à l'aide d'une barrière de type MUBA ; Planification des travaux de défrichage entre le 1er août et le 1er mars ; Conservation de quelques arbres coupés au sol dans les massifs conservés afin de laisser du bois mort favorable aux espèces xylophages ; Mise en œuvre des reboisements compensatoires selon les spécifications définies dans le dossier de défrichage.	Surveillance par un spécialiste
Ch.5.1 2	Protection de la nature	Réalisation et suivi des mesures globales et spécifiques prises pour la biodiversité afin d'en évaluer l'efficacité et, le cas échéant, préconiser des modifications des mesures pour que celles-ci remplissent pleinement leurs objectifs ; Mise en œuvre et suivi des mesures de protection des éléments naturels conservés (arbres, ...) dans l'emprise provisoire du projet, avec une délimitation matérielle solide à 1 mètre de l'élément naturel en question, y.c. mise en place de mesures prophylactiques ; <i>Exemples de mesures</i> <ul style="list-style-type: none"> - Pose de barrières étanches pour la petite faune autour des zones ouvertes de chantier ; - Respect des périodes favorables pour l'intervention sur des éléments naturels ; - Abattage en mode « doux » des arbres avec cavités chiroptères et/ou abritant le grand capricorne ; - Utilisation des débris de coupe des chênes pour créer des petits biotopes favorables au Lucane cerf-volant ; - Adaptation du phasage des travaux afin d'éviter les travaux de nuit (éclairage, bruit, vibrations) durant les périodes de transit printanier et automnal pour les chiroptères au droit de la route de vol potentielle ; - Piquetage, déplacement et/ou récolte des espèces floristiques menacées/protégées impactées par le projet. 	Spécifications contraignantes dans les soumissions et les contrats Contrôle lors de l'exécution par le SER, avec l'appui d'un spécialiste
Ch.5.1 4	Archéologie	Coordination avec le service cantonal de l'archéologie pour la réalisation de sondages archéologiques, la surveillance du chantier en phase de terrassement et la définition d'une stratégie d'intervention en cas de découverte de vestiges archéologiques ; Contrôles des fouilles lors des excavations, interruption du chantier en cas de découverte fortuite et application de la procédure définie avec le SCA.	Surveillance par le SER et le SCA

Tableau 30 : Synthèse du cahier des charges pour le suivi environnemental de réalisation

8 Conclusion

Le Grand Projet d'extension urbaine de Bernex est inscrit dans le Plan Directeur cantonal (PDCant 2030) dont la première mise à jour a été adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par la Confédération le 18 janvier 2021.

La nécessité de réaliser ce projet est intégrée au Plan Directeur de Quartier Bernex-Est (PDQ Bernex-Est N° 29948-507-517) adopté par le Conseil d'Etat le 26 avril 2017. Associé au PLQ de Vailly Sud, le PDQ Bernex Est prévoit de réaliser, environ 2'800 nouveaux logements et 2'550 nouveaux emplois. La réalisation d'une première tranche de ce programme, pour 1'600 logements et 1'600 emplois, est prévue à l'horizon 2025.

Dans le cadre de ce projet, les priorités en matière de déplacements sont données aux mobilités douces et aux transports publics. Le développement d'infrastructures routières destinées aux transports individuels motorisés reste toutefois essentiel.

En particulier, la concrétisation du Grand Projet Bernex, nécessite la réalisation d'une nouvelle route cantonale connectée à la bretelle autoroutière, dénommée boulevard des Abarois, dont la fonction et les principes de réalisation sont définis comme suit par le PDCant 2030 : « assurer l'accessibilité et la desserte locale des nouveaux quartiers et favoriser le report du trafic de transit en dehors des zones habitées et de la route de Chancy, pour assurer un fonctionnement optimal du tramway. Cette route sera structurée en boulevard urbain paysager, dialoguant avec le futur tissu bâti, les espaces publics et la trame paysagère des quartiers. ». Le projet de boulevard des Abarois ne sera à l'origine d'aucune augmentation de la génération de trafic dans son périmètre d'influence élargi.

Initialement prévu d'être réalisé directement sur l'ensemble du linéaire considéré dans le PDCant 2030, entre la bretelle autoroutière de Bernex et sa connexion à la route de Chancy au niveau du giratoire avec la route de Laconnex, la mise à jour des perspectives et horizons d'urbanisation future et des réflexions générales relatives à la réorganisation des mobilités à l'échelle territoriale élargie et à la limitation des impacts du projet, ont conduit le Comité de pilotage du projet à ramener la réalisation du boulevard des Abarois sur le linéaire de 1300m compris entre la bretelle autoroutière et la route d'Aire-la-Ville.

La nécessité de réaliser l'intégralité du linéaire reliant la bretelle autoroutière et la route d'Aire-la-Ville est explicitée dans le « Rapport mobilité ». Elle découle notamment d'une exigence de l'OFROU qui stipule qu'une jonction autoroutière (i.e. bretelle autoroutière à l'extrémité est du projet) ne peut être reliée qu'au réseau primaire maillé cantonal, afin de respecter la hiérarchie des réseaux routiers. De ce fait, pour garantir le maillage du réseau primaire, le boulevard des Abarois doit se raccorder de part et d'autre à une voie de circulation appartenant au réseau routier primaire, en l'occurrence à la route d'Aire-la-Ville à son extrémité ouest.

Le tracé du boulevard des Abarois s'inscrit dans une topographie légèrement vallonnée avec des pentes variant entre 0.5 et 3%. Le profil en long a été défini et optimisé pour épouser au mieux la topographie actuelle afin de favoriser l'intégration paysagère et d'optimiser la gestion des matériaux d'excavation.

Le boulevard fait l'objet d'un projet d'aménagement paysager qui vise à aménager des espaces publics de qualité en cohérence avec les caractéristiques actuelles de l'emprise maintenue en zone agricole et la trame paysagère des futurs quartiers. Le projet intègre en particulier la mise en œuvre de bermes végétalisées accueillant la gestion des eaux de surface, une arborisation généreuse garantissant un ombrage optimal dans le contexte de l'adaptation au changement climatique et le développement de milieux favorables du point de vue de la biodiversité.

L'arborisation généreuse et le concept de gestion des eaux à ciel ouvert apportent une plus-value paysagère tout en rafraîchissant l'axe par les ombres portées des couronnes sur les surfaces minérales à faible albédo et par le processus d'évapotranspiration. Sur cette base, le futur boulevard produira en période estivale et de canicule, un rayonnement infrarouge très modéré par rapport à celui de la plaine agricole environnante.

Le concept d'éclairage s'intègre à la nouvelle stratégie cantonale OPTIMALUX qui vise à l'extinction totale et définitive (sans tranches horaires) du réseau d'éclairage public situé sur le domaine public cantonal, à l'exception des passages piétons implantés à l'intérieur de la séquence urbaine.

Le concept de gestion des eaux du boulevard s'inscrit dans le concept global de gestion des eaux du périmètre de Bernex-Est avec la mise en œuvre d'un dispositif de gestion des eaux à ciel ouvert intégrant l'aménagement d'un système de noues filtrantes dans les bermes situées en bordure de chaussée sur l'ensemble du tracé.

Les eaux de ruissellement seront ainsi traitées, permettant la conformité avec les exigences les plus strictes en matière de traitement des eaux de chaussée. Le principe « Eau-Sol-Arbre » sera mis en œuvre, avec une percolation préférentielle des eaux infiltrées dans les noues vers le système racinaire des arbres plantés dans les bermes. Pour la séquence urbaine, un dispositif spécifique permettant d'assurer l'évacuation rapide et limiter la surface de nappes d'hydrocarbures susceptibles de se former en cas d'accident majeur a été intégré au projet afin de répondre de manière optimale aux exigences de l'OPAM.

Le projet intègre les principes d'écoconception et de limitation de l'empreinte carbone liée à sa réalisation du fait des options d'insertion topographique et de choix des matériaux proposées.

La phase de réalisation du boulevard est prévue de se réaliser en 4 étapes sur une durée totale de 26 mois. Des options adéquates ont été intégrées afin de limiter de manière optimale les nuisances et impacts transitoires, notamment en ce qui concerne les flux de matériaux et l'implantation des installations de chantier et de surfaces de stockage tampon qui seront situées sur une emprise de 12'000 m² de la parcelle 2'244, déjà mise à contribution dans cadre du chantier du tram TCOB.

Les objectifs de protection de l'environnement devront être concrétisés selon les exigences formulées au chapitre 6 du présent rapport. Le chantier fera l'objet d'un suivi environnemental de réalisation (SER) systématique

En complément, le plan sectoriel SDA remanié, adopté par le Conseil fédéral le 8 mai 2020, attribue au canton de Genève une surface d'assolement minimale à maintenir à long terme de 8'400 ha. Le projet de boulevard des Abarois ainsi que les projets d'urbanisation connexes étant inscrits dans le PDCn 2030 en force, ceux-ci ont été inscrits dans l'instrument du monitoring de l'espace rural qui inventorie l'ensemble des futures pertes de SDA. Selon les dernières données du monitoring, validées par la Confédération dans le cadre de l'adoption de la première mise à jour du PDCn intervenue en janvier 2021, les pertes de SDA induites par le projet de boulevard des Abarois ne remettent pas en cause le respect du quota minimum de SDA du canton fixé à 8'400 hectares ;

L'évaluation des impacts sur les différents domaines de l'environnement peut être résumée comme suit :

- Les impacts sur **la qualité de l'air** seront limités en phase de réalisation par l'emploi de machines et engins munis de FAP et la mise en place des mesures prévues de niveau B, notamment pour limiter les émissions de poussières. En phase d'exploitation, le projet ne pèjore pas la qualité de l'air sur le périmètre élargi. Une amélioration est attendue, compte tenu de la diminution des distances parcourues et de facto des quantités de polluants émis ;
- La situation future en termes de **nuisances sonores** sera conforme aux exigences de l'OPB en ce qui concerne l'exposition de cette nouvelle infrastructure. Les mesures de limitation des émissions (revêtements notamment) permettent de respecter les exigences de l'OPB. Le trafic induit par l'exploitation du boulevard n'engendrera pas de nouveaux dépassements des VLI ni de perception de bruit plus importante sur les bâtiments déjà existants. En ce qui concerne la phase de réalisation, les mesures de niveau B de la Directive fédérale sur le bruit des chantiers, décrites dans le rapport, seront appliquées pour limiter l'impact en phase réalisation.
- En ce qui concerne la **protection des eaux**, le projet n'induit aucun impact ou risque spécifique pour les eaux souterraines du fait de ces caractéristiques et de son contexte d'implantation. Pour les eaux de surface et les eaux à évacuer, le concept proposé s'inscrit totalement en phase avec les objectifs de préservation d'un cycle hydrologique non perturbé et permet de respecter de manière optimale les exigences qualitatives et quantitatives définies.
- Pour la **protection des sols**, le projet implique une emprise temporaire de 7,3 ha sur des sols naturels en phase de chantier. A l'état final après mise en exploitation du boulevard, la perte de sols définitive, qui a pu être optimisée par rapport aux caractéristiques de l'avant-projet, s'établit à 2,5 hectares, dont 2,1 ha de surfaces d'assolement (SDA). Les éléments du concept de gestion des sols énoncés dans le présent rapport permettent de garantir la fertilité à long terme des sols valorisés à l'intérieur ou à l'extérieur du projet en accord avec leurs caractéristiques pédologiques et polluatives.
- La conformité du projet en matière de **sites pollués** et de **gestion des déchets** est établie moyennant la mise en œuvre des principes de gestion définies dans le présent rapport.
- En ce qui concerne la **protection contre les accidents majeurs**, le boulevard projeté constitue un nouvel axe routier soumis à l'OPAM et fait l'objet à ce titre d'un rapport succinct joint au dossier de requête en autorisation de construire. L'évaluation effectuée a permis d'étayer la conformité du projet par rapport aux

exigences énoncées. Des mesures spécifiques permettant de maîtriser les risques pour les eaux de surface (bassin de sécurité de 30m³) et pour limiter la surface des nappes d'hydrocarbures potentielles sur la séquence urbaine ont été intégrées au projet.

- Par rapport à la **conservation de la forêt**, le projet implique le défrichement définitif des 2 emprises cadastrées en forêt au droit des merlons latéraux du stand de tir de Bernex sur une emprise totale de 1'218 m³. Ce défrichement fait l'objet d'une requête spécifique qui permet d'étayer que l'ensemble des conditions fixées par l'article 5 de la loi fédérale sur les forêts sont remplies, notamment en ce qui concerne le reboisement compensatoire proposé
- Les aspects et enjeux relatifs à la **protection de la nature** sont détaillés au chapitre 5.12 du présent rapport. Le projet impliquera la disparition des milieux présents sur son emprise, en particulier des prairies extensives, végétations rudérale et adventice, des surfaces arborisées, des milieux forestiers et des zones de buissons implantés sur 25% de la surface de cette dernière. L'abattage de 37 arbres est nécessaire, qui pourra être compensé par les 379 arbres prévus à la plantation dans le cadre du projet.

Du point de vue faunistique, la réalisation du boulevard entraîne la perte définitive de surfaces agricoles, prairiales, arborisées et arbustives situées au cœur de la plaine agricole de Bernex, qui bien que majoritairement exploitées pour une agriculture productive, restent suffisamment diverses et attractives pour accueillir un cortège faunistique relativement varié. Le projet induira donc un impact sur les espèces présentes sur ce secteur de la plaine de Bernex qui pourra partiellement être compensé par les mesures intégrées à la réalisation du projet. La mise en œuvre d'environ 2 ha de surfaces végétales entretenues de manière extensive est intégrée au projet afin de permettre la mise en place de milieux de substitution, en particulier pour la flore locale et pour les insectes (lépidoptères, orthoptères). Des mesures spécifiques sont également intégrées afin de permettre de préserver la trajectoire de vol des chiroptères au niveau du merlon forestier latéral au stand de tir « ouest » longeant le chemin de Borbaz. Les caractéristiques détaillées des aménagements à mettre en œuvre seront précisées lors de la phase de projet d'exécution à partir des principes et éléments de conception énoncés au chapitre 5.12.5.

- Les principes de conception et éléments intégrés au projet relatifs à la protection du paysage naturel et bâti et du patrimoine bâti et des monuments sont énoncés au chapitres 5.13 et 5.14 du présent rapport.

Le projet n'engendre finalement aucun enjeu spécifique pour les domaines Protection contre les rayonnements non-ionisants, Organismes dangereux pour l'environnement (moyennant la mise en œuvre des mesures énoncées relatives à la maîtrise des plantes exotiques envahissantes).

Sur la base de l'évaluation consignée dans le présent rapport d'impact sur l'environnement, il apparaît que la conformité environnementale du projet de boulevard des Abarois est vérifiée, moyennant la mise en œuvre effective des différentes mesures décrites dans le dossier de requête en autorisation de construire et le présent rapport.

Pour le Groupement Bernord, CSD INGÉNIEURS SA

Annexe A Plan de situation du projet (format A3)

Maître d'ouvrage
 Etat de Genève - DSM
 Département de la Santé et des Maladies
 Office cantonal de génie civil



BOULEVARD DES ABAROIS



Groupeement BERNORD
 Direction des Travaux
 Direction de l'Urbanisme
 Direction de l'Environnement
 Direction de la Santé et des Maladies
 Direction de la Voirie
 Direction de l'Énergie
 Direction de l'Équipement
 Direction de la Sécurité
 Direction de la Police
 Direction de la Justice
 Direction de l'Économie
 Direction de l'Éducation
 Direction de la Culture
 Direction de la Santé et des Maladies
 Direction de la Voirie
 Direction de l'Énergie
 Direction de l'Équipement
 Direction de la Sécurité
 Direction de la Police
 Direction de la Justice
 Direction de l'Économie
 Direction de l'Éducation
 Direction de la Culture

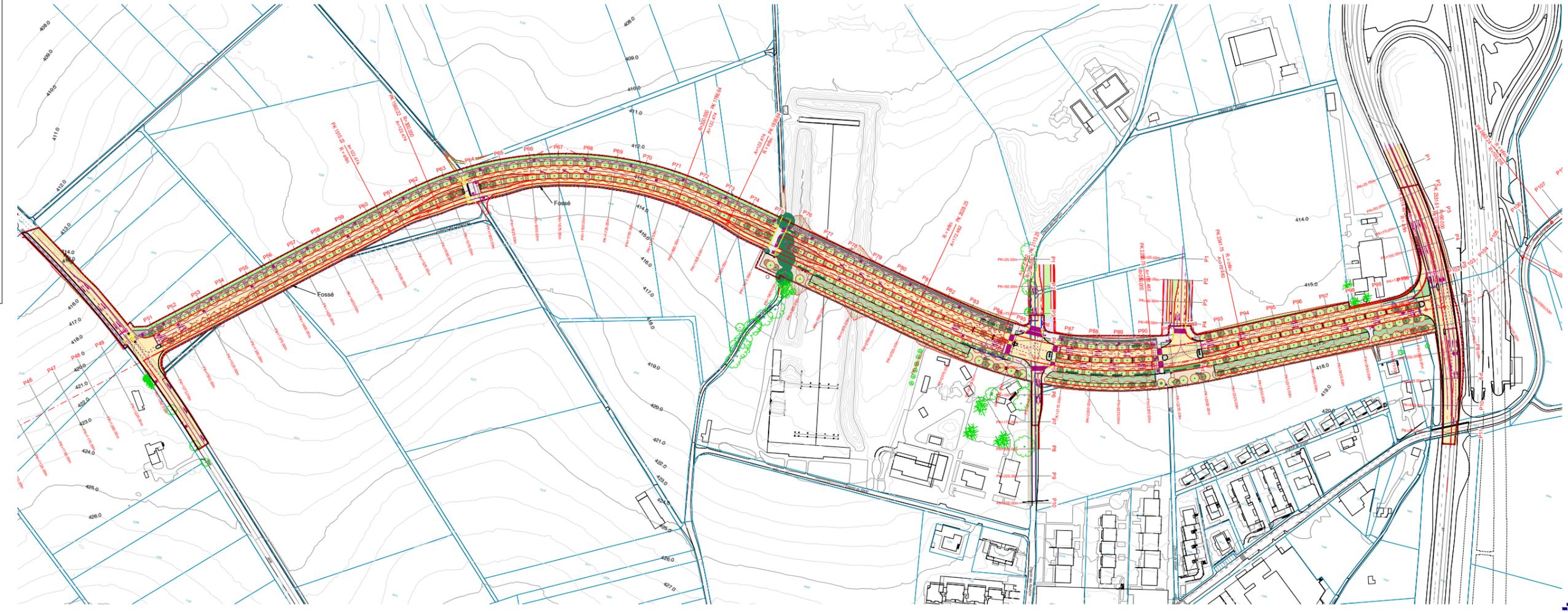
AVENUE DES ABAROIS
PLAN GÉNÉRAL
 Situation

autorisation

Date : 13.06.2023
 Echelle : 1:1000
 Dessinateur : J.B. / J.P.
 Vérifié : J.B. / J.P.
 Page : 1/1

Fichier : 3908.ABA-33-TG-PGE-101-0

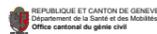
3908 ABA-33-TG-PGE-101-0 Pièce A02.2



Annexe B Profil en long du projet de boulevard des Abarois (format A3)

Maître d'ouvrage

Etat de Genève - CGE
 Office cantonal de génie civil
 Département de la Santé et des Mobilités
 Case postale 145 - 1213 Petit-Lancy 1
 tél. 022 491 82 25
 internet: o.c.g.civil@geneve.ch



BOULEVARD DES ABAROIS



Groupeement BERNORD

Ingénieur civil
 Urbanisme Paysage
 Environnement
 Mobilité
 Economique

**AVENUE DES ABAROIS
 PLAN DE PROJET ROUTIER**

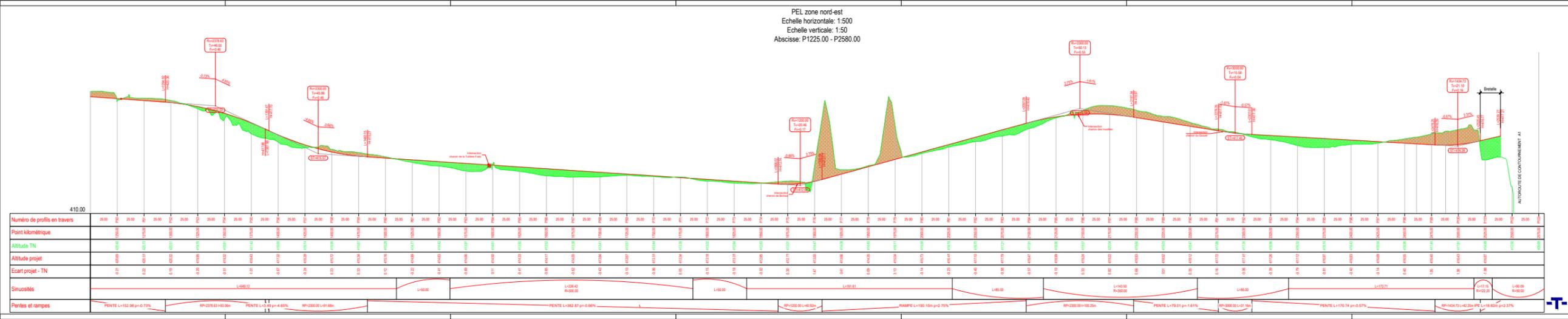
Profil en long

autorisation

Date: 08.08.2023
 Echelle: 1:500
 Dessiné/ vérifié par: Lige
 Format: A3
 Page: 1/1
 Projet: 3908-ABA-33-TG-PRO-201-0

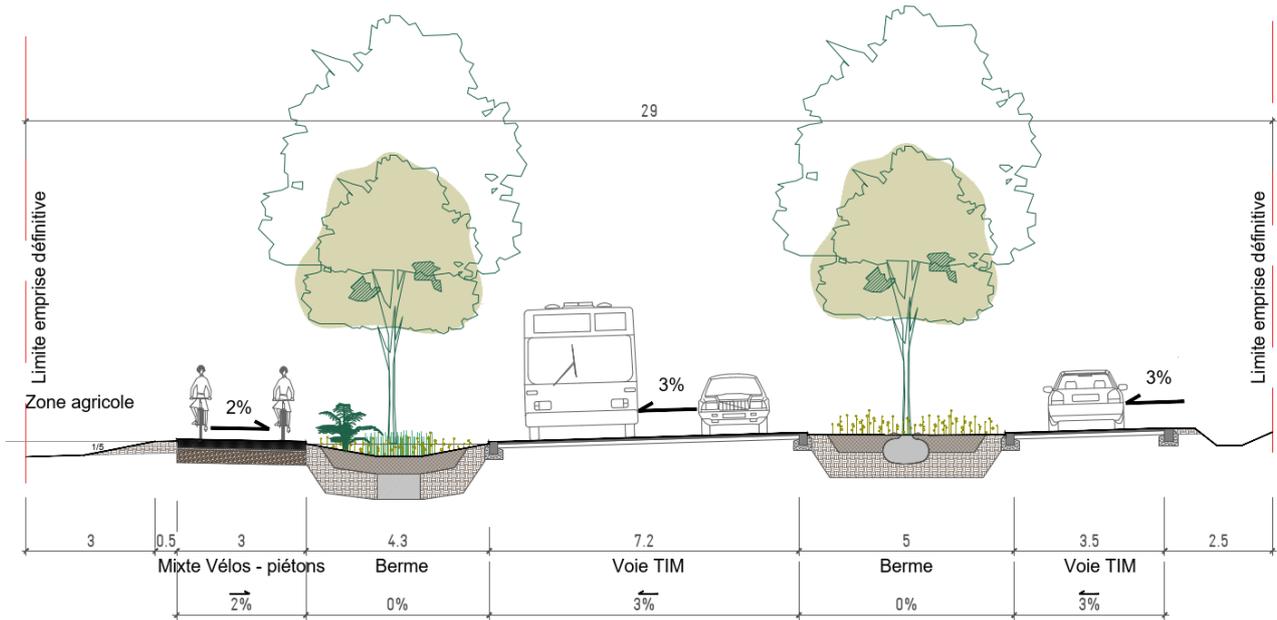
3908 ABA-33-TG-PRO-201-0 Pièce V01.4

PEL zone nord-est
 Echelle horizontale: 1:500
 Echelle verticale: 1:50
 Abscisse: P1225.00 - P2580.00

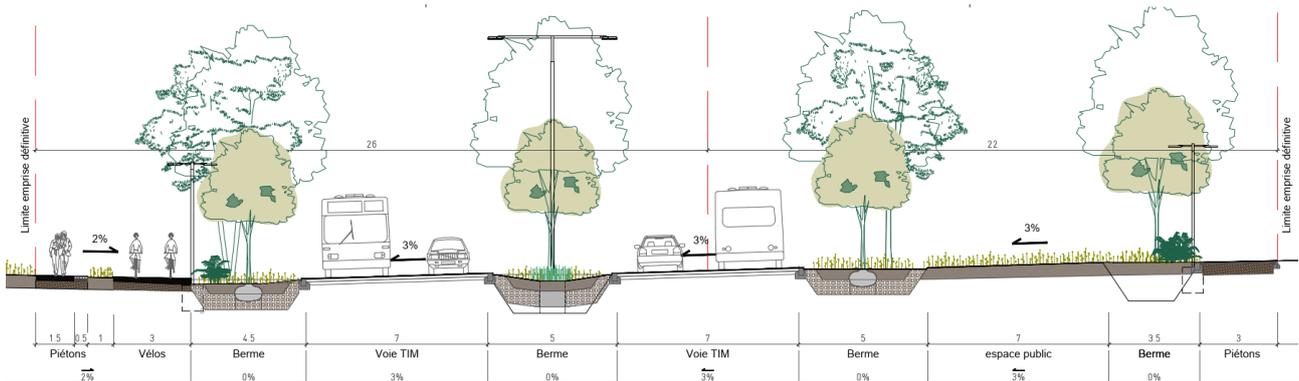


Número de profils en travers	35.00	35.50	36.00	36.50	37.00	37.50	38.00	38.50	39.00	39.50	40.00	40.50	41.00	41.50	42.00	42.50	43.00	43.50	44.00	44.50	45.00	45.50	46.00	46.50	47.00	47.50	48.00	48.50	49.00	49.50	50.00	50.50	51.00	51.50	52.00	52.50	53.00	53.50	54.00	54.50	55.00	55.50	56.00	56.50	57.00	57.50	58.00	58.50	59.00	59.50	60.00	60.50	61.00	61.50	62.00	62.50	63.00	63.50	64.00	64.50	65.00	65.50	66.00	66.50	67.00	67.50	68.00	68.50	69.00	69.50	70.00	70.50	71.00	71.50	72.00	72.50	73.00	73.50	74.00	74.50	75.00	75.50	76.00	76.50	77.00	77.50	78.00	78.50	79.00	79.50	80.00	80.50	81.00	81.50	82.00	82.50	83.00	83.50	84.00	84.50	85.00	85.50	86.00	86.50	87.00	87.50	88.00	88.50	89.00	89.50	90.00	90.50	91.00	91.50	92.00	92.50	93.00	93.50	94.00	94.50	95.00	95.50	96.00	96.50	97.00	97.50	98.00	98.50	99.00	99.50	100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Point kilométrique	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00	12.50	13.00	13.50	14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	18.50	19.00	19.50	20.00	20.50	21.00	21.50	22.00	22.50	23.00	23.50	24.00	24.50	25.00	25.50	26.00	26.50	27.00	27.50	28.00	28.50	29.00	29.50	30.00	30.50	31.00	31.50	32.00	32.50	33.00	33.50	34.00	34.50	35.00	35.50	36.00	36.50	37.00	37.50	38.00	38.50	39.00	39.50	40.00	40.50	41.00	41.50	42.00	42.50	43.00	43.50	44.00	44.50	45.00	45.50	46.00	46.50	47.00	47.50	48.00	48.50	49.00	49.50	50.00	50.50	51.00	51.50	52.00	52.50	53.00	53.50	54.00	54.50	55.00	55.50	56.00	56.50	57.00	57.50	58.00	58.50	59.00	59.50	60.00	60.50	61.00	61.50	62.00	62.50	63.00	63.50	64.00	64.50	65.00	65.50	66.00	66.50	67.00	67.50	68.00	68.50	69.00	69.50	70.00	70.50	71.00	71.50	72.00	72.50	73.00	73.50	74.00	74.50	75.00	75.50	76.00	76.50	77.00	77.50	78.00	78.50	79.00	79.50	80.00	80.50	81.00	81.50	82.00	82.50	83.00	83.50	84.00	84.50	85.00	85.50	86.00	86.50	87.00	87.50	88.00	88.50	89.00	89.50	90.00	90.50	91.00	91.50	92.00	92.50	93.00	93.50	94.00	94.50	95.00	95.50	96.00	96.50	97.00	97.50	98.00	98.50	99.00	99.50	100.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Altitude TN	410.00	409.50	409.00	408.50	408.00	407.50	407.00	406.50	406.00	405.50	405.00	404.50	404.00	403.50	403.00	402.50	402.00	401.50	401.00	400.50	400.00	399.50	399.00	398.50	398.00	397.50	397.00	396.50	396.00	395.50	395.00	394.50	394.00	393.50	393.00	392.50	392.00	391.50	391.00	390.50	390.00	389.50	389.00	388.50	388.00	387.50	387.00	386.50	386.00	385.50	385.00	384.50	384.00	383.50	383.00	382.50	382.00	381.50	381.00	380.50	380.00	379.50	379.00	378.50	378.00	377.50	377.00	376.50	376.00	375.50	375.00	374.50	374.00	373.50	373.00	372.50	372.00	371.50	371.00	370.50	370.00	369.50	369.00	368.50	368.00	367.50	367.00	366.50	366.00	365.50	365.00	364.50	364.00	363.50	363.00	362.50	362.00	361.50	361.00	360.50	360.00	359.50	359.00	358.50	358.00	357.50	357.00	356.50	356.00	355.50	355.00	354.50	354.00	353.50	353.00	352.50	352.00	351.50	351.00	350.50	350.00	349.50	349.00	348.50	348.00	347.50	347.00	346.50	346.00	345.50	345.00	344.50	344.00	343.50	343.00	342.50	342.00	341.50	341.00	340.50	340.00	339.50	339.00	338.50	338.00	337.50	337.00	336.50	336.00	335.50	335.00	334.50	334.00	333.50	333.00	332.50	332.00	331.50	331.00	330.50	330.00	329.50	329.00	328.50	328.00	327.50	327.00	326.50	326.00	325.50	325.00	324.50	324.00	323.50	323.00	322.50	322.00	321.50	321.00	320.50	320.00	319.50	319.00	318.50	318.00	317.50	317.00	316.50	316.00	315.50	315.00	314.50	314.00	313.50	313.00	312.50	312.00	311.50	311.00	310.50	310.00	309.50	309.00	308.50	308.00	307.50	307.00	306.50	306.00	305.50	305.00	304.50	304.00	303.50	303.00	302.50	302.00	301.50	301.00	300.50	300.00	299.50	299.00	298.50	298.00	297.50	297.00	296.50	296.00	295.50	295.00	294.50	294.00	293.50	293.00	292.50	292.00	291.50	291.00	290.50	290.00	289.50	289.00	288.50	288.00	287.50	287.00	286.50	286.00	285.50	285.00	284.50	284.00	283.50	283.00	282.50	282.00	281.50	281.00	280.50	280.00	279.50	279.00	278.50	278.00	277.50	277.00	276.50	276.00	275.50	275.00	274.50	274.00	273.50	273.00	272.50	272.00	271.50	271.00	270.50	270.00	269.50	269.00	268.50	268.00	267.50	267.00	266.50	266.00	265.50	265.00	264.50	264.00	263.50	263.00	262.50	262.00	261.50	261.00	260.50	260.00	259.50	259.00	258.50	258.00	257.50	257.00	256.50	256.00	255.50	255.00	254.50	254.00	253.50	253.00	252.50	252.00	251.50	251.00	250.50	250.00	249.50	249.00	248.50	248.00	247.50	247.00	246.50	246.00	245.50	245.00	244.50	244.00	243.50	243.00	242.50	242.00	241.50	241.00	240.50	240.00	239.50	239.00	238.50	238.00	237.50	237.00	236.50	236.00	235.50	235.00	234.50	234.00	233.50	233.00	232.50	232.00	231.50	231.00	230.50	230.00	229.50	229.00	228.50	228.00	227.50	227.00	226.50	226.00	225.50	225.00	224.50	224.00	223.50	223.00	222.50	222.00	221.50	221.00	220.50	220.00	219.50	219.00	218.50	218.00	217.50	217.00	216.50	216.00	215.50	215.00	214.50	214.00	213.50	213.00	212.50	212.00	211.50	211.00	210.50	210.00	209.50	209.00	208.50	208.00	207.50	207.00	206.50	206.00	205.50	205.00	204.50	204.00	203.50	203.00	202.50	202.00	201.50	201.00	200.50	200.00	199.50	199.00	198.50	198.00	197.50	197.00	196.50	196.00	195.50	195.00	194.50	194.00	193.50	193.00	192.50	192.00	191.50	191.00	190.50	190.00	189.50	189.00	188.50	188.00	187.50	187.00	186.50	186.00	185.50	185.00	184.50	184.00	183.50	183.00	182.50	182.00	181.50	181.00	180.50	180.00	179.50	179.00	178.50	178.00	177.50	177.00	176.50	176.00	175.50	175.00	174.50	174.00	173.50	173.00	172.50	172.00	171.50	171.00	170.50	170.00	169.50	169.00	168.50	168.00	167.50	167.00	166.50	166.00	165.50	165.00	164.50	164.00	163.50	163.00	162.50	162.00	161.50	161.00	160.50	160.00	159.50	159.00	158.50	158.00	157.50	157.00	156.50	156.00	155.50	155.00	154.50	154.00	153.50	153.00	152.50	152.00	151.50	151.00	150.50	150.00	149.50	149.00	148.50	148.00	147.50	147.00	146.50	146.00	145.50	145.00	144.50	144.00	143.50	143.00	142.50	142.00	141.50	141.00	140.50	140.00	139.50	139.00	138.50	138.00	137.50	137.00	136.50	136.00	135.50	135.00	134.50	134.00	133.50	133.00	132.50	132.00	131.50	131.00	130.50	130.00	129.50	129.00	128.50	128.00	127.50	127.00	126.50	126.00	125.50	125.00	124.50	124.00	123.50	123.00	122.50	122.00	121.50	121.00	120.50	120.00	119.50	119.00	118.50	118.00	117.50	117.00	116.50	116.00	115.50	115.00	114.50	114.00	113.50	113.00	112.50	112.00	111.50	111.00	110.50	110.00	109.50	109.00	108.50	108.00	107.50	107.00	106.50	106.00	105.50	105.00	104.50	104.00	103.50	103.00	102.50	102.00	101.50	101.00	100.50	100.00	99.50	99.00	98.50	98.00	97.50	97.00	96.50	96.00	95.50	95.00	94.50	94.00	93.50	93.00	92.50	92.00	91.50	91.00	90.50	90.00	89.50	89.00	88.50	88.00	87.50	87.00	86.50	86.00	85.50	85.00	84.50	84.00	83.50	83.00	82.50	82.00	81.50	81.00	80.50	80.00	79.50	79.00	78.50	78.00	77.50	77.00	76.50	76.00	75.50	75.00	74.50	74.00

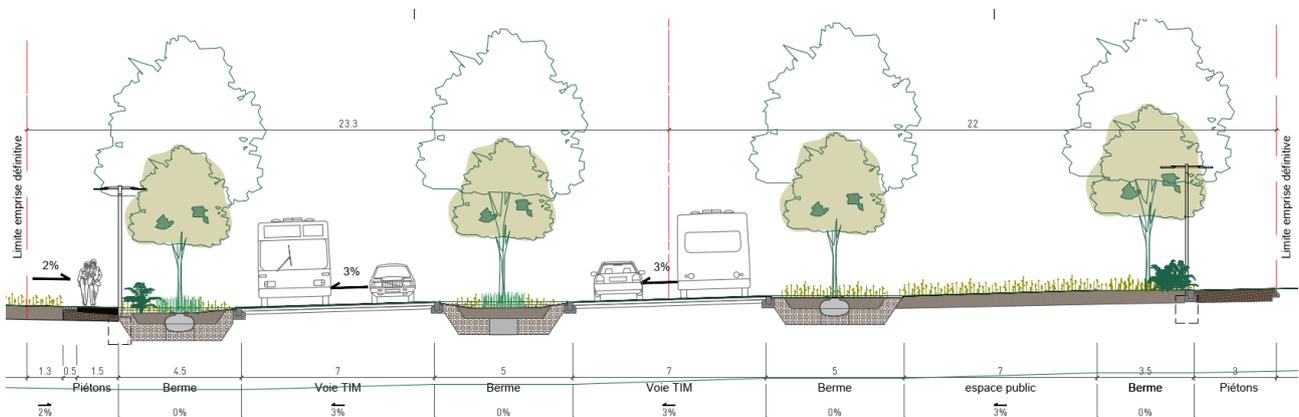
Annexe C Coupes types du boulevard des Abarois



Tronçon Aire-la-Ville – Borbaz



Tronçon Borbaz - Rouettes



Tronçon Rouettes - Bretelle

Annexe D Emissions de polluants atmosphériques liées au trafic dans la maille kilométrique du projet de boulevard des Abarois

Etat de référence: Etat actuel

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	NOx coeff. g/km		Trafic		Emissions NOx [kg/an]			Polluant Horizon	NOx 2021
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total		
							Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.266561	1.75789165
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.238721	1.43205214	22200	1110	873	262	1135		
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.238721	1.43205214	21400	1070	971	291	1263		
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.249057	1.48957288	15800	790	398	119	517		
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Fluide	340	+/-4%	0.272838	1.37483943	6000	300	203	51	254		
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.262282	1.43694341	11600	580	519	142	662		
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.300390	1.22945714	11600	580	512	105	617		
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.329007	1.27696371	2300	120	62	12	74		
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.329448	1.47911978	6000	300	106	24	130		
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Fluide	438	+/-2%	0.243014	1.7964834	6000	300	233	86	319		
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Fluide	81	+/-4%	0.275439	1.31087375	2500	130	20	5	25		
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.272189	1.87894809	9200	460	45	16	61		
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	80	Dense	529	+/-2%	0.266717	1.30308437	22300	1120	1148	282	1430		
Bretelle N01 - 2	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	123	+/-4%	0.278831	0.92539459	22300	1120	279	47	326		
Bretelle N01 - 3	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	208	+/-2%	0.207830	0.20783019	22300	1120	352	18	369		
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Fluide	258	+/-4%	0.275439	1.31087375	0	0	0	0	0		
Chemin des Rouettes - 2	RUR	Distrib	50	Fluide	96	+/-4%	0.240531	1.07522392	0	0	0	0	0		
Emissions annuelles de NOx [t/an]														7.4	

Etat de référence: Etat futur sans projet

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	NOx coeff. g/km		Trafic		Emissions NOx [kg/an]			Polluant Horizon	NOx 2026
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total		
							Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.169042	0.7094025
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.151881	0.58226389	25200	1260	631	121	752		
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.151881	0.58226389	19900	1000	575	111	685		
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.158376	0.71274632	17400	870	279	63	341		
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.192100	0.77923971	6700	340	160	33	192		
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.166133	0.76052111	9800	490	278	64	342		
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.190212	0.61674953	9800	490	274	44	318		
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.208471	0.58119166	2600	130	44	6	50		
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.208123	0.63687009	6700	340	75	12	86		
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.184378	0.77513719	7100	360	209	45	254		
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.208123	0.63687009	5000	250	31	5	35		
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.172352	0.8530519	7500	380	23	6	29		
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.172352	0.8530519	23000	1150	765	189	955		
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.190530	1.11466897	24300	1220	208	61	269		
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.131930	0.62867248	24300	1220	243	58	301		
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.208123	0.63687009	1000	50	20	3	23		
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.174311	0.85093385	1000	50	6	1	8		
Emissions annuelles de NOx [t/an]														4.8	

Etat de référence: Etat futur avec projet

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	NOx coeff. g/km		Trafic		Emissions NOx [kg/an]			Polluant Horizon	NOx 2026
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total		
							Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.169042	0.7094025
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.151881	0.58226389	15500	780	388	75	463		
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.151881	0.58226389	12200	610	352	68	420		
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.158376	0.71274632	17400	870	279	63	341		
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.192100	0.77923971	6700	340	160	33	192		
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.166133	0.76052111	11700	590	332	77	408		
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.190212	0.61674953	9800	490	274	44	318		
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.208471	0.58119166	2600	130	44	6	50		
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.208123	0.63687009	6500	330	73	11	84		
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.184378	0.77513719	6800	340	201	42	243		
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.208123	0.63687009	5000	250	31	5	35		
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.172352	0.8530519	7500	380	23	6	29		
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.172352	0.8530519	15100	760	502	125	627		
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.190530	1.11466897	16400	820	140	41	181		
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.131930	0.62867248	24300	1220	243	58	301		
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.208123	0.63687009	2000	100	39	6	45		
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.174311	0.85093385	0	0	0	0	0		
Voie Industrielle	URB	Local	50	Fluide	119	+/-2%	0.153744	1.17763877	1000	50	7	3	9		
Boulevard des Abarois - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	248	+/-2%	0.172352	0.8530519	9700	490	151	38	189		
Boulevard des Abarois - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	135	+/-2%	0.172352	0.8530519	8900	450	76	19	95		
Boulevard des Abarois - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	895	+/-2%	0.131930	0.62867248	8500	430	366	88	455		
Emissions annuelles de NOx [t/an]														4.6	

Etat de référence: Etat actuel

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	PM coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.001801	0.02050624	19600	980	1	1	2
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.001553	0.01773949	22200	1110	6	3	9
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.001553	0.01773949	21400	1070	6	4	10
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.001584	0.0168262	15800	790	3	1	4
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Fluide	340	+/-4%	0.001810	0.0248435	6000	300	1	1	2
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.001659	0.01735108	11600	580	3	2	5
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.001832	0.0177802	11600	580	3	2	5
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.001955	0.02057386	2300	120	0	0	1
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.002052	0.02287047	6000	300	1	0	1
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Fluide	438	+/-2%	0.001639	0.01908455	6000	300	2	1	2
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Fluide	81	+/-4%	0.001773	0.0199851	2500	130	0	0	0
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.001823	0.02055467	9200	460	0	0	0
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	80	Dense	529	+/-2%	0.001646	0.01408496	22300	1120	7	3	10
Bretelle N01 - 2	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	123	+/-4%	0.001611	0.01164793	22300	1120	2	1	2
Bretelle N01 - 3	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	208	+/-2%	0.001334	0.01298117	22300	1120	2	1	3
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Fluide	258	+/-4%	0.001773	0.0199851	0	0	0	0	0
Chemin des Rouettes - 2	RUR	Distrib	50	Fluide	96	+/-4%	0.001622	0.01791007	0	0	0	0	0
Emissions annuelles de PM [kg/an]												57.2	

Etat de référence: Etat futur sans projet

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	PM coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.001067	0.00820509	17500	880	1	0	1
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.000923	0.007115	25200	1260	4	1	5
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.000923	0.007115	19900	1000	3	1	5
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.000949	0.00684388	17400	870	2	1	2
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.001232	0.01109069	6700	340	1	0	1
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.001007	0.00695452	9800	490	2	1	2
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.001153	0.00731431	9800	490	2	1	2
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.001202	0.00856431	2600	130	0	0	0
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.001254	0.0092548	6700	340	0	0	1
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.001099	0.00889527	7100	360	1	1	2
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.001254	0.0092548	5000	250	0	0	0
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.001080	0.00825506	7500	380	0	0	0
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.001080	0.00825506	23000	1150	5	2	7
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.001171	0.00850859	24300	1220	1	0	2
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.000901	0.00687085	24300	1220	2	1	2
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.001254	0.0092548	1000	50	0	0	0
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.001066	0.00796586	1000	50	0	0	0
Emissions annuelles de PM [kg/an]												33.4	

Etat de référence: Etat futur avec projet

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	PM coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.001067	0.00820509	17500	880	1	0	1
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.000923	0.007115	15500	780	2	1	3
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.000923	0.007115	12200	610	2	1	3
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.000949	0.00684388	17400	870	2	1	2
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.001232	0.01109069	6700	340	1	0	1
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.001007	0.00695452	11700	590	2	1	3
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.001153	0.00731431	9800	490	2	1	2
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.001202	0.00856431	2600	130	0	0	0
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.001254	0.0092548	6500	330	0	0	1
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.001099	0.00889527	6800	340	1	0	2
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.001254	0.0092548	5000	250	0	0	0
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.001080	0.00825506	7500	380	0	0	0
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.001080	0.00825506	15100	760	3	1	4
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.001171	0.00850859	16400	820	1	0	1
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.000901	0.00687085	24300	1220	2	1	2
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.001254	0.0092548	2000	100	0	0	0
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.001066	0.00796586	0	0	0	0	0
Voie Industrielle	URB	Local	50	Fluide	119	+/-2%	0.000975	0.00754311	1000	50	0	0	0
Boulevard des Abarois - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	248	+/-2%	0.001080	0.00825506	9700	490	1	0	1
Boulevard des Abarois - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	135	+/-2%	0.001080	0.00825506	8900	450	0	0	1
Boulevard des Abarois - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	895	+/-2%	0.000901	0.00687085	8500	430	3	1	3
Emissions annuelles de PM [kg/an]												32.6	

Etat de référence: Etat actuel

Polluant PM (non-exh):
Horizon 2021

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	PM coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.033	0.35000008	19600	980	24	13	37
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.033	0.35000008	22200	1110	121	64	185
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.033	0.35000008	21400	1070	134	71	205
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.033	0.35000008	15800	790	53	28	81
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Fluide	340	+/-4%	0.026	0.10000001	6000	300	19	4	23
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.033	0.35000008	11600	580	65	35	100
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.033	0.35000008	11600	580	56	30	86
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.026	0.10000001	2300	120	5	1	6
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.033	0.35000008	6000	300	11	6	16
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Fluide	438	+/-2%	0.026	0.10000001	6000	300	25	5	30
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Fluide	81	+/-4%	0.026	0.10000001	2500	130	2	0	2
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.033	0.35000008	9200	460	6	3	8
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	80	Dense	529	+/-2%	0.030	0.12999998	22300	1120	129	28	157
Bretelle N01 - 2	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	123	+/-4%	0.002	0.01164793	22300	1120	2	1	2
Bretelle N01 - 3	RUR	Nationale(Ville)	80	Fluide	208	+/-2%	0.001	0.01298117	22300	1120	2	1	3
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Fluide	258	+/-4%	0.026	0.10000001	0	0	0	0	0
Chemin des Rouettes - 2	RUR	Distrib	50	Fluide	96	+/-4%	0.026	0.10000001	0	0	0	0	0

Emissions annuelles de PM [kg/an] 942

Etat de référence: Etat futur sans projet

Polluant PM (non-exh):
Horizon 2026

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	PM coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.033000	0.34999999	17500	880	22	11	33
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.033000	0.34999999	25200	1260	137	73	210
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.033000	0.34999999	19900	1000	125	67	191
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.033000	0.34999999	17400	870	58	31	89
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.033000	0.34999999	6700	340	27	15	42
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.033000	0.34999999	9800	490	55	29	84
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.033000	0.34999999	9800	490	48	25	73
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.026000	0.09999999	2600	130	6	1	7
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.033000	0.34999999	6700	340	12	6	18
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.033000	0.34999999	7100	360	37	20	58
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.033000	0.34999999	5000	250	5	3	7
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.033000	0.34999999	7500	380	4	2	7
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.033000	0.34999999	23000	1150	147	78	224
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.033000	0.34999999	24300	1220	36	19	55
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.026000	0.09999999	24300	1220	48	9	57
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.033000	0.34999999	1000	50	3	2	5
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.026000	0.09999999	1000	50	1	0	1

Emissions annuelles de PM [kg/an] 1162

Etat de référence: Etat futur avec projet

Polluant PM (non-exh):
Horizon 2026

Tronçon	Milieu	Type de route	Vitesse	Type de trafic	longueur m	pente	NOx coeff. g/km		Trafic		Emissions PM [kg/an]		
							VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
Route de Chancy - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	102	0%	0.033	0.34999999	17500	880	22	11	33
Route de Chancy - 2	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	451	0%	0.033	0.34999999	15500	780	84	45	129
Route de Chancy - 3	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	521	0%	0.033	0.34999999	12200	610	77	41	117
Route de Chancy - 4	URB	Nationale(Ville)	60	Dense	277	+/-2%	0.033	0.34999999	17400	870	58	31	89
Route d'Aire-la-Ville - 1	URB	Local	40	Dense	340	+/-4%	0.033	0.34999999	6700	340	27	15	42
Route d'Aire-la-Ville - 2	RUR	Distrib	60	Dense	468	+/-2%	0.033	0.34999999	11700	590	66	35	101
Route d'Aire-la-Ville - 3	RUR	Distrib	60	Dense	403	+/-4%	0.033	0.34999999	9800	490	48	25	73
Route de Pré-Marais - 1	URB	Local	50	Fluide	223	+/-6%	0.026	0.09999999	2600	130	6	1	7
Route de Pré-Marais - 2	URB	Local	50	Dense	147	+/-4%	0.033	0.34999999	6500	330	12	6	18
Route de Pré-Marais - 3	URB	Local	50	Dense	438	+/-2%	0.033	0.34999999	6800	340	36	19	55
Route de Pré-Marais - 4	URB	Local	50	Dense	81	+/-4%	0.033	0.34999999	5000	250	5	3	7
Liaison Chancy	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	50	+/-2%	0.033	0.34999999	7500	380	4	2	7
Bretelle N01 - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	529	+/-2%	0.033	0.34999999	15100	760	96	51	148
Bretelle N01 - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	123	+/-4%	0.033	0.34999999	16400	820	24	13	37
Bretelle N01 - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	208	+/-2%	0.026	0.09999999	24300	1220	48	9	57
Chemin des Rouettes - 1	URB	Local	50	Dense	258	+/-4%	0.033	0.34999999	2000	100	6	3	10
Chemin des Rouettes - 2	URB	Local	50	Fluide	96	+/-4%	0.026	0.09999999	0	0	0	0	0
Voie Industrielle	URB	Local	50	Fluide	119	+/-2%	0.026	0.09999999	1000	50	1	0	1
Boulevard des Abarois - 1	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	248	+/-2%	0.033	0.34999999	9700	490	29	16	44
Boulevard des Abarois - 2	URB	Nationale(Ville)	50	Dense	135	+/-2%	0.033	0.34999999	8900	450	14	8	22
Boulevard des Abarois - 3	RUR	Distrib	50	Fluide	895	+/-2%	0.026	0.09999999	8500	430	72	14	86

Emissions annuelles de PM [kg/an] 1084

Annexe E Relevé des fosses pédologiques selon méthode FAL

Situation	Topographie / Géologie	Données du profil								
		Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date	Désignation du profil			
		1	2	3	4	5	6	7		
			6E1861	P	MCR	14 08 2019	25			
		8	Commune <u>BERNEX</u>					Comm. N° <u>7</u>		10
		9	Canton <u>Genève</u>							
			Localité Toponyme <u>parcelle 2199</u>							11
12	N° feuille 1:25'000		Coordonnées	13	2'495'186E	1'115'633N		14		
	Code carto-graphique							15		

Remarques	Désignation du sol	
		Type de sol
	Sous-type	<u>E1</u>
	Pierrosité	19 <u>6 4</u>
	Texture de la terre fine	21 <u>6 7</u>
	Groupe du régime hydrique	<u>b</u>
	Profondeur utile cm	<u>60 3</u>
	Pente	25 <u>0</u> %
	Forme du terrain	<u>a</u>

Relevé du profil														
27	28	29/30		31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon			Croquis du profil	Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques
N°	Profondeur	Description												
		0												
	30	10		K ₂ /2	2.6	26.4	35.9	39.7			0	7.0		
	50	20									0	7.2		
		30												
		40												
		50												
		60												
		70												
		80												
		90												
		100												
		120												
		140												
		160												
		180												
		Profondeur du profil												
		57												
		120												

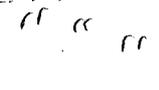
Site							Evaluation / Aptitude				
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage	Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation	
58	59	60		62/63	64	65	60 b	73	74	75	76
617			AK								

Restrictions à l'utilisation / Aménagements					
Etat de la structure	Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements constatés
66	67		68		69
					70
					71
					72

Forêt												
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m		Réserves, m ³ /ha		Age (ans)		Association	Espèces d'arbres adaptées		Capacité production	
		mes.	estim.	mes.	estim.	mes.	estim.				Classe	Points
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109		110	111
	a	b										

Situation		Topographie / Géologie		Données du profil							
				Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil	
				1	2	3	4	5		6	7
					66484	P	RT6	18	08	2020	11
8	Commune BERNEZ						Comm. N°		7		10
9	Canton Genève										
		Localité		parcalle 2241							11
12	N° feuille 1:25'000		Coordonnées		13	2'494	526 E	1'115	621 N	14	
		Code carto-graphique									15

Remarques		Désignation du sol							
		Type de sol	16	B	Y	17			
		Sous-type	62					18	
		Pierrosité	19	0	1	20			
		Texture de la terre fine	21						22
		Groupe du régime hydrique						23	
		Profondeur utile	cm	40			24		
		Pente	25	3 %	Forme du terrain	9		26	

Relevé du profil															
27	28	29/30		31/32		33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizon			Croquis du profil	Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques	
N°	Profondeur	Description													
		0													
	20	1A		Kr/3	39	47,7	46,9	5,4	25	0	0	7,6			
	30	1B		Sp/3	0,6	47,3	48,0	4,6	25	0	26,2	8,5			
		H ₀₋₃₀													
		70													
		180													
Profondeur du profil															
57															
70															

Site							Evaluation / Aptitude				
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage		Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation
58	59	60	61	62/63	64	65	60 b	73	74	75	76
412			AK								

Restrictions à l'utilisation / Aménagements													
Etat de la structure		Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements constatés		Aménagements recommandés		Utilisation d'engrais solides		Utilisation d'engrais liquides	
66		67		68		69		70		71		72	

Forêt														
Forme d'humus	Peuplement		Hauteur arbres, m		Réserves, m ³ /ha		Age (ans)		Association	Espèces d'arbres adaptées			Capacité production	
	a	b	102	103	104	105	106	107		108	109			110
100	101													

Annexe F Relevé des sondages à la tarière et des sondages disponibles sur le SITG

Les sondages tarière ont été réalisées le 30 août 2019 sauf pour les sondages 8 à 13 réalisés le 18.08.2020. Le résumé des épaisseurs des horizons et les paramètres usuels est disponible dans le tableau suivant.

N° de sondage	Horizon A						Horizon B				
	Ep. (cm)	Pierr.	MO estimée	HM	Typologie	Remarques	Ep.(cm)	Pierr.	HM	Typologie	Remarques
1	25	++	1.5	Ø	limon		60	++	Dès 55 cm : +	limon argileux	65 cm : trace de brique Bloqué à 90 cm
2	25	+ à ++	1.5	Ø	limon		25	+++	Dès 45 cm : +	limon	Bloqué à 50 cm
3	30	++	1-1.5	Ø	limon	25 cm : trace de brique	35/40	+++	Dès 45 cm : +	silt argileux à limon	
5	20	+++	2	Ø	limon		20	+++	Ø	limon	Dès 45/50 cm : HB non valorisable, HM dès 45 cm : +
7	30	++	1.5-2	Ø	limon		40	+++	Dès 50/55 cm : +	limon argileux à limon	Dès 75 cm : beaucoup de graviers Bloqué à ~ 80/85 cm
8	20	(+)	2-4	Ø	Argile limoneux	Déchets compost dans HA	20	Ø		Argileux	Bloqué à 40 cm
9	20	(+)	2-4	Ø	Argile limoneux	Déchets compost dans HA	10	Ø	Dès 50 cm	Argileux	Bloqué à 30 cm
10	20	(+)	2-4	Ø	Argile limoneux	Déchets compost dans HA	50	Ø	Dès 60 cm	Argileux	Bloqué à 70 cm
12	20	(+)	2-4	Ø	Argile limoneux	Déchets compost dans HA	10	Ø	Ø	Argileux	Bloqué à 70 cm
13	30	(+)	2-4	Ø	Limon		80	Ø	Ø	Argileux	
15	30	Ø	1.5	Ø	limon	25 cm : trace de brique	30	+	+	Limon argileux	
16	20	+	1.5	Ø	limon		25	++	Ø	limon	30 cm : trace de brique
18	30	++	2.5, dès 10 cm : 1.5-2	Ø	limon	Vers de terre	30	++	Ø	limon	Dès 65 cm: pier.: +++ Bloqué à 70 cm
19	30	++	2.5, dès 10 cm : 1.5-2	Ø	limon	Vers de terre	30	++	Ø	limon	Bloqué à 65 cm avec pier: +++
20	25	++	1.5-2	Ø	limon		30	+++	Ø	limon	Bloqué à 60 cm
21	25	+	1.5	Ø	limon		25/30	+++	Ø	silt argileux	Bloqué à 55 cm
22	25	+	1-1.5	Ø	limon	10 cm: trace de brique	30	+++	Ø	limon à silt argileux	Bloqué à ~ 55/60 cm
23	25	++	1.5-2	Ø	limon à silt argileux	10 cm: trace de brique	30	+++	Ø	silt argileux	Bloqué à 70 cm
24	25	+++	2	Ø	limon		25/30	+++	Dès 40 cm: +	limon	Bloqué à 55 cm
26	30	+	1.5	Ø	limon	Vers de terre	60	++	Dès 70 cm: +	limon	Bloqué à 90 cm (+ argileux et pierreux)
27	20	(+)	2-3	Ø	Limon		0	Ø	Ø	Ø	Aucun horizon B

PROFIL n° Bernex 71

CARTE n° coord. alt.

Sondage n°4 pour Abarois

nom. date régulier RELIEF convexe concave irrégulier

horiz. et couleur	texture			consist.			hydro.				calc.		pH	cailloux				M.O:			
	A%	L%	classe	M	C	CC	(g)	g	gg	G	E	1		2	1	2	3	4	%	t	T
0																					
10																					
20	Ap		LA																		
30																					
40																					
50																					
60	Bg		AL																		
70																					
80	g		A																		
90																					
100																					
110																					
120																					

pende % <5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 | >25

roche-mère - substrat

K M Y G Gj Gz GF
FG F P V

type de sol
F R BC B(C) B BA BL
L I Go Gor Gr N T

sous-type

profondeur
ped. phys.

notes
pende....
prof....
text....
CSE....
consist...
caill....
pH.....
calc.act...
hydro....
TOTAL

formules

PROFIL n°			CARTE n°		coord.		alt.																				
Bernex 72																											
Sondage n°14 pour Abarois			nom.		date		RELIEF																				
							régulier convexe concave irrégulier																				
horiz. et couleur	texture		consist.			hydro.			calc.		pH	cailloux				M.O:			pente %								
	A%	L%	classe	M	C	CC	(g)	g	gg	G		E	1	2	1	2	3	4	%	t	T	<5	5-10	10-15	15-25	>25	
0																					roche-mère - substrat						
10	D																				K	M	Y	G	Gj	Gz	GF
20			LA																								
30	Ap																										
40																											
50	Bg-C		AL																								
60	Cy																										
70																											
80																											
90																											
100																											
110																											
120																											

formules

notes

pente....

prof....

text....

CSE....

consist....

caill....

pH....

calc.act....

hydro....

TOTAL

Annexe G Etat de référence pédologique de la parcelle 2'244 avant travaux, 2019 / Etat de référence après travaux, 2021 (Ecotec SA)

TCOB

Prolongement de Bernex

Etat de référence des sols

Juin 2019



ECOTEC Environnement SA
3, rue François-Ruchon - 1203 Genève
t : 022 344 91 19
info@ecotec.ch - www.ecotec.ch



Expertises
Études d'impact
Recherche appliquée

1 Introduction

Dans le cadre du prolongement du tram à Bernex, l'implantation du P+R Bernex ainsi que l'implantation en site propre du tram et l'élargissement associé de la chaussée entraînent le décapage de sols agricoles, ainsi que la mise en place d'emprises provisoires sur les sols en place.

Une surface de stockage pour les matériaux terreux s'avère nécessaire durant les travaux, en vue de la valorisation ultérieure de ces sols. Une partie de la parcelle n°2244 de la commune de Bernex sera utilisée à cet effet, comme illustré à la Figure 1. Les andains de terre seront stockés sur une surface d'environ 1.8 ha, le plan projeté pour le stockage des sols est disponible à l'**annexe 1**.

En parallèle, environ 3'000 m² de la parcelle agricole n°2317 de la commune de Bernex, inscrite comme surface d'assolement du canton, seront recouverts de géotextile puis de 50 cm de grave et d'un enrobé pour être utilisés comme place principale des installations de chantier. Le plan des installations de chantier est disponible à l'**annexe 2**.

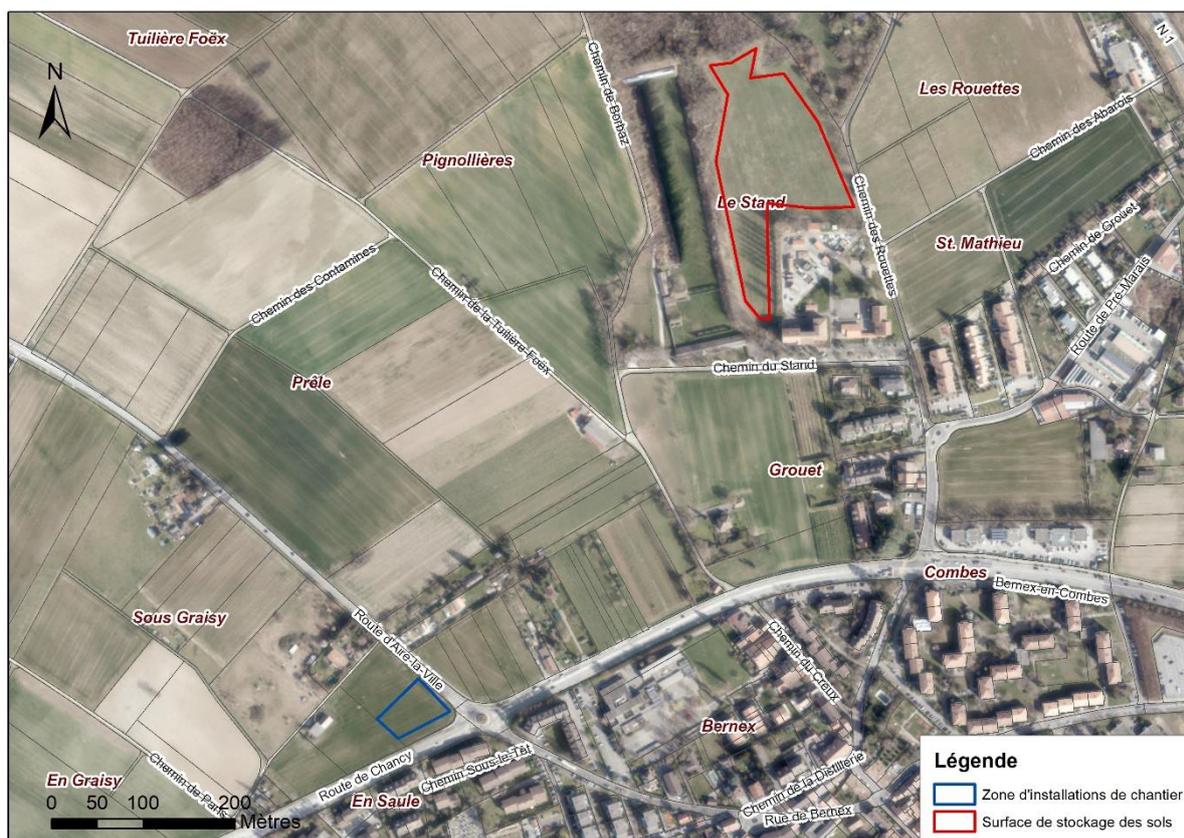


Figure 1 : Localisation des parcelles

Un constat de la qualité de ces parcelles a donc été réalisé avant le début des travaux, avec une définition de l'état structural des sols ainsi que de leur état de pollution. Le protocole d'échantillonnage a été validé au préalable par le GESDEC.

2 Parcelle 2244 - Zone de stockage des sols

Historique

Un bref historique du site (Figure 2) a été effectué à l'aide d'orthophotos disponibles sur SITG (2019).

En 1932, la moitié ouest de la parcelle 2244 était déjà utilisée comme stand de tir par l'association de tir La Centrale. Ce stand est encore en service actuellement mais devrait être démantelé prochainement dans le cadre du développement de Bernex. Une haie le sépare de la zone prévue pour le stockage des sols, qui est déjà exploitée comme surface agricole sur les premières orthophotos disponibles.

Depuis, la surface concernée est toujours exploitée en zone agricole, et aucune remaniement majeur n'a été opéré. Seule une tranchée a été ouverte en 2001 en travers de la parcelle pour la mise en place de réseaux (dont le réseau de chauffage à distance CADIOM).

Au milieu des années 1960 est construit le bâtiment de l'Office cantonal de la protection de la population et des affaires militaires (OCPPAM) ainsi que le centre d'instruction feu et protection civile, situés au sud de la zone prévue pour le stockage.



Figure 2 : Historique du site, emprise du projet en jaune (SITG, 2019).

Cadastre des sites pollués

Le cadastre des sites pollués indique la présence d'une aire d'exploitation (n°428.2003.572) sur l'emplacement du service cantonal de la sécurité civile (DJPSSC), comme illustré à la Figure 2. Ce site est encore en activité, mais aucun événement n'a été signalé et aucune menace pour les terrains alentours n'a été recensée.

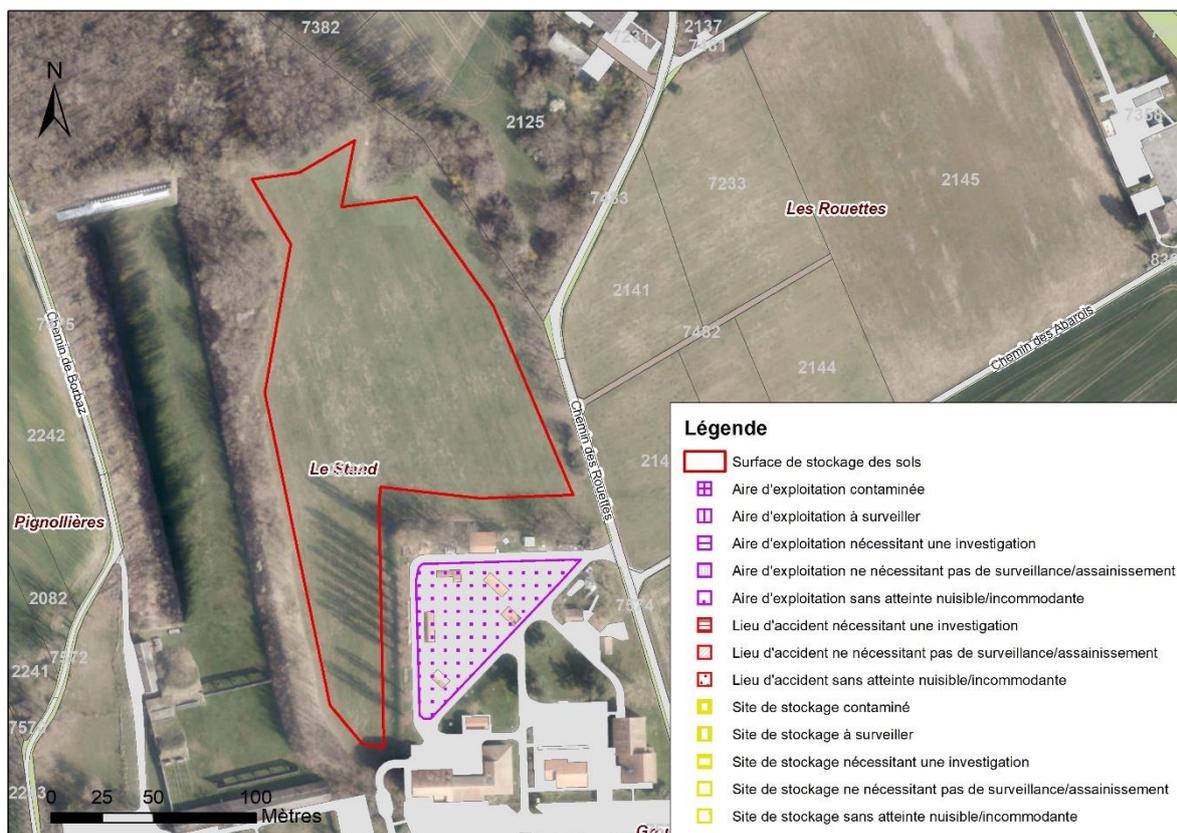


Figure 3 : Carte des sites pollués (SITG, 2019)

Hypothèses et protocole d'échantillonnage

Tests à la bêche

Afin d'évaluer la structure du sol et déterminer sa sensibilité à la compaction, deux tests à la bêche sont réalisés selon la méthode VESS (Évaluation visuelle de la structure du sol, Baize et al.).

Selon cette méthode, une fosse d'environ 40 cm de profondeur est creusée, une coupe du sol en est extraite et la structure du sol de même que les autres caractéristiques pertinentes sont évaluées sur chacun des sous-horizons identifiables. Une note générale est donnée à l'ensemble du sol.

La parcelle peut être considérée comme une seule entité géomorphologique (même type d'exploitation, historique commune). L'emplacement des fosses a été choisi selon la localisation des emprises de chantier, avec un test qui sera situé sous la piste d'accès en grave et le second test situé sous un andain de sous-couche (Figure 4).

Densité apparente

A côté de chaque test à la bêche, un échantillon de sol a été prélevé afin de réaliser une analyse de densité apparente. Les prélèvements ont été effectués selon les recommandations du laboratoire Sols

et Substrats de l'HEPIA : prélèvement d'une motte de terre d'environ 500 cm³, délicatement et sans lissage à la bêche ou modification de la structure.

Analyses de pollution

La principale source de pollution pour ces sols est la proximité directe avec le stand de tir cantonal de Bernex, dont les polluants potentiels sont le plomb, le cuivre, le mercure, le zinc et l'antimoine.

Aucune route à fort trafic n'est située à proximité de la parcelle, et les activités menées sur l'aire d'exploitation du service cantonal de la sécurité civile sont restreintes à leur périmètre, un talus ainsi qu'une haie les séparant de la parcelle agricole.

Afin d'évaluer l'état général de pollution de la parcelle, 7 sondages ponctuels sont répartis sur le périmètre (Figure 4). Des prélèvements sur la tranche 0-20 cm de profondeur seront effectués. Un échantillon composite homogène de 1 kg sera obtenu sur la base de ces prélèvements. Les métaux lourds seront analysés selon l'Osol.

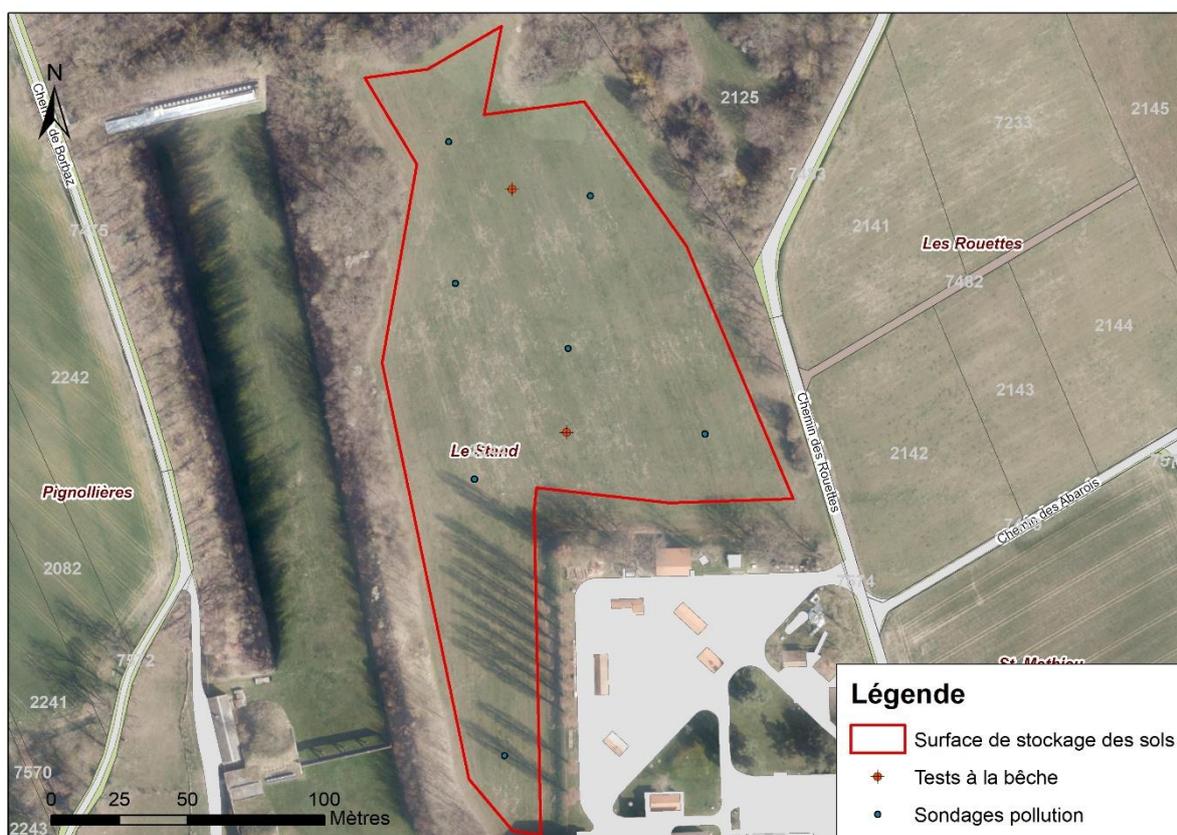


Figure 4 : Plan d'échantillonnage

Résultats et état de référence

Test à la bêche

Deux tests à la bêche ont été réalisés sur le site de stockage, le premier (T1) est situé sous la future piste de chantier principale, le second (T2) sous un andain de sous-couche.

Le périmètre présente une topographie relativement plane, avec une pente en direction du nord, et l'ensemble du site est enherbé avec une prairie de fauche.

T1 (piste de chantier) :

Le bloc extrait peut être séparé en 3 sous-horizons :

- 0 – 10/15 cm : agrégats grumeleux, sol brun, limono-argileux. Les agrégats se fragmentent facilement en agrégats grumeleux fins, bonne structure, mottes de terre avec un réseau de racines denses. Activité biologique importante. **Note : Sq2**
- 10/15 - 25 cm : agrégats présentant une structure subpolyédrique, argilo-limoneux, sol plus lourd que dans l'horizon supérieur, légèrement collant. Présence de cailloux, nombreuses galeries de vers de terre et larves. Se fragmente facilement. **Note : Sq2**
- 25 – 50 cm : agrégats subpolyédriques à anguleux, sols plus minéral et argileux, porosité visible, racines fines et activité biologique encore visible, Agrégats facilement cassables. **Note : Sq3.**

Note finale : $(2 \times 15) / 50 + (2 \times 10) / 50 + (3 \times 25) / 50 = \mathbf{Sq2.5}$

La structure du sol est bonne sur l'ensemble du profil, mais la forte proportion d'argile et son activité passée la rend plus compacte en profondeur. L'activité biologique y est présente et l'intégration de la matière organique se fait bien. La pierrosité est non limitante, les agrégats sont poreux et les mottes sont facilement friables en surface.

Les Figure 5, Figure 6 et Figure 7 ci-après montrent le test à la bêche réalisé ainsi que le type d'agrégats observés.



Figure 5 : Localisation et profil du test à la bêche.



Figure 6 : Agrégats des sous-horizons 1 (0 – 10/15 cm) et 2 (10/15 – 25 cm).



Figure 7 : Agrégats du 3^e sous-horizon (25 – 50 cm).

T2 (Andain de SC) :

Le bloc extrait peut être séparé en 2 sous-horizons :

- 0 – 20 cm : agrégats grumeleux, plutôt grossiers, facilement cassables à la main. Activité biologique notable, réseau racinaire assez dense en surface, argilo-limoneux. Présence de quelques mottes fermes, pores grossiers et visibles. **Note : Sq3**
- 20 – 45 cm : Structure polyédrique, pores grossiers visibles, quelques fentes de retrait, argilo-limoneux, grandes mottes facilement cassables à la main. Peu de racines à l'intérieur des fragments. **Note : Sq 3.5**

Note finale : $(3 \times 20) / 45 + (3.5 \times 25) / 45 = \mathbf{Sq3.2}$

La structure du sol est ferme en surface, avec des agrégats grumeleux grossiers, facilement cassables à la main, mais une porosité visible et une activité biologique importante. Entre 20 et 45 cm, le sol est plus compact, forme des mottes d'une taille importante, avec une porosité réduite.

Les Figure 8 et Figure 9 ci-après montrent le test à la bêche réalisé ainsi que le type d'agrégats observés.



Figure 8 : Profil du test à la bêche et motte supérieure



Figure 9 : Agrégats des sous-horizon 1 (0-20 cm) et 2 (20-45 cm).

Densité apparente

Une analyse de densité apparente a été effectuée sur des échantillons prélevés à proximité directe des tests à la bêche T1 et T2.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Résultats des analyses de densité apparente (laboratoire Sols et substrats, HEPIA, 2019)

Echantillons	Da sol gonflé (-10 mbar)	Da sol rétracté (sec à l'air)	Porosité totale à -10 mbar % (v/v)	Capacité de gonflement % (v/v)	Teneur en eau pondérale W à -10 mbar		Teneur en eau volumique Θ à -10 mbar		Teneur en air à -10 mbar	
	g cm ⁻³	g cm ⁻³			g.g ⁻¹	% (m/m)	cm ³ cm ⁻³	% (v/v)	% (v/v)	cm ³ g ⁻¹
TCOB-T1	1.39	1.47	47.6	5.7	0.327	32.7	0.453	45.3	2.3	0.016
TCOB-T2	1.19	1.39	55.2	16.7	0.433	43.3	0.514	51.4	3.7	0.032

Le groupe de travail « Physique du sol » de la société suisse de pédologie (SSP) a fixé en 2009 des valeurs des seuils de compaction en calculant des valeurs de densité apparente pondérées en fonction du taux d'argile.

Selon ce groupe de travail, on peut considérer pour les sols agricoles que les sols sont durablement compactés si les valeurs de densité apparente pondérées dépassent la valeur indicative de 1.7 g/cm³. Au-dessus de 1.85 g/cm³, les sols nécessiteraient des mesures d'amélioration.

Ces valeurs devront donc être comparées avec les tests à la bêche et analyses de densité qui seront réalisés à la fin du chantier, une fois la zone de stockage remise en état.

Etude de pollution

Les résultats des analyses de pollution sont présentés dans le tableau ci-après, ainsi qu'à l'**annexe 3**. Seul le nickel dépasse le seuil indicatif de pollution, et la présence de ce métal lourd en ces quantités est généralement d'origine géogène.

Tableau 2 : Teneurs totales en métaux lourds et HAP selon l'Osol (Analyses Wessling, mars 2019).

Paramètres	Teneurs totales [mg/kg]		Teneurs solubles [mg/L]	P1 -Zone stockage
	Seuil indicatif	Seuil d'investigation***	Seuil indicatif	Teneurs totales
Pb	50	200	-	37
Cd	0.8	2	0.02	0.2
Hg	0.5	-	-	0.09
Cr	50	-	-	42
Ni	50	-	0.2	54
Cu	40	150	0.7	28
Zn	150	-	0.5	66
Mo	5	-	-	<0.1
COT	-	-	-	-
Fluor	700		20	-
HAP*	1	20	-	0
PCB**	-	0.2	-	-



Figure 10 : Plan d'échantillonnage pour la zone d'installations de chantier

Résultats et état de référence

Test à la bêche

Le test a été réalisé au centre de la zone prévue pour les installations de chantier. L'ensemble du périmètre est plat, et les sols ont été labourés récemment (Figure 11).



Figure 11 : Vue sur la parcelle agricole



Figure 13 : Agrégats entre 0 - 30 cm (gauche) et 30 – 40 cm (droite)

Annexe 1 : Plan de stockage des matériaux terreux



Annexe 3

Analyses de pollution – zone de stockage (Laboratoire Wessling)

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
ECOTEC Environnement SA
Madame Wanda Wietlisbach
Rue François-Ruchon 3
1203 Genève

Commande n°.: ULS-01084-19
Interlocuteur: N. Amstutz
Ligne directe: +41 32 387 67 41
E-Mail: Nicolas.Amstutz@wessling.ch

Lyss, le 07.03.2019

Rapport no. ULS19-001318-1

TCOB



ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS19-001318-1
Lyss, le 07.03.2019

Désignation d'échantillon			TCOB - P1 Zone
			Stockage
N° d'échantillon	Unité	LQ	19-033659-01

Préparation

Matières sèches (40°C)	02.03.2019
Partie fine < 2mm	02.03.2019

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M	MS	04.03.2019
-----------------------------------	----	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Métaux et autres éléments selon OFEV S-6a

Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	37
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,1	0,2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	42
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	28
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1,0
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	54
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	66

Mercuré OFEV F14

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,05	0,09
--------------	----------	------	------

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP selon OFEV S-13

Naphtalène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-

Rapport no. ULS19-001318-1
Lyss, le 07.03.2019

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	19-033659-01
Date de réception:	28.02.2019
Désignation	TCOB - P1 Zone Stockage
Type d'échantillons:	Sol
Prélèvement:	27.02.2019
Prélèvement par:	Ecotec sa
Début des analyses:	28.02.2019
Fin des analyses:	07.03.2019

Méthodes

Paramètres	Norme	Laboratoire
Minéralisation pour antimoine	VBB ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Tamissage de solides	DIN ISO 11464 (2006-12) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Matières sèches sur solide (séché à l'air à 40 °C)	DIN EN 12880 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Métaux/Elements (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294	Laboratoire Lyss CH (CH)
HAP (16)	ISO 18287 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)
MB = matière brute
MS = matière sèche
LQ = limite de quantification
E/L = eau / lixiviat
G = gaz

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.
Heinrich Kalt
Directeur, Dr. rer. nat

Annexe 4

Analyses de pollution – installations de chantier (Laboratoire Wessling)

Rapport no. ULS19-001180-1
Lyss, le 01.03.2019

Désignation d'échantillon			TCOB - P1 Install. Chantier (OSol)
N° d'échantillon	Unité	LQ	19-029423-01

Préparation

Matières sèches (40°C)	% mass MB	23.02.2019
Partie fine < 2mm	% mass MS	23.02.2009

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Métaux et autres éléments selon OFEV S-6a

Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	24
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	38
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	26
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1,0
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	38
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	54

Mercuré OFEV F14

Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.05	0.05
--------------	----------	------	------

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP selon OFEV S-13

Naphtalène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	0.05	0.05
Anthracène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	0.05	0.11
Pyrène	mg/kg MS	0.05	0.08
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	0.05	0.05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	0.06
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	0.05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS		0.35



TCOB Prolongement du tram de Bernex

Suivi Environnemental de Réalisation



PARCELLE STOCKAGE DES TERRES SAINT MATHIEU

REFERENCE DE LA NOTE SER

N° 100

<i>Chantier</i>	Prolongement de la ligne de Tram	<i>Auteur</i>	JF / WW/SG
<i>Date de séances</i>	22.09.2021 avec PIC/Gesdec/MO/Ecotec 28.09.2021 relevé géomètre 29.09.2021 test de compaction par Ecotec	<i>Météo</i>	Ensoleillé

DOMAINES ENVIRONNEMENTAUX – OBSERVATIONS ET DIRECTIVES

Protection des sols et décapages	<p><u>Parcelle St-Mathieu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lors de la reprise de certains stocks de matériaux terreux, les premiers centimètres (jusqu'à 5-10 cm) de l'horizon A en place ont été décapés. - Certains mélanges terre-pierre ont été faits sur l'horizon A (Figure 1). Dans cette zone de mélange, la pelle mécanique a roulé sur l'horizon A partiellement décapé, voir sur le sommet de l'horizon B, créant une compaction. - Des véhicules ont roulé en dehors des pistes en grave. La pelle mécanique utilisée pour la reprise des andains n'est pas adaptée à la taille des stocks de matériaux terreux car le bras est trop petit. - Des essais de compaction ont été effectués par le SER semaine 39. Deux tests à la bêche ont été réalisés dans les zones de stockage, et des prélèvements pour 3 analyses de densité apparente ont été effectués. <p>Résultats :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Les tests à la bêche sous les stocks de matériaux terreux (SC) montrent un manque d'horizon A en surface par rapport à l'état initial (environ 10 cm). Des signes de compaction sont visibles dans les 15-20 premiers centimètres, et beaucoup moins après. Les analyses de densité apparente (résultats fin octobre) serviront à chiffrer l'importance de cette compaction dans l'horizon A et l'horizon B. ⇒ Dans la zone où du gravier a été stocké, des mélanges terre-pierre ont été réalisés, et le sol a été sensiblement plus impacté. Des signes d'oxydo-réduction sont visibles dans l'horizon supérieur, il y a un manque notable d'horizon A (10cm environ) et l'horizon B supérieur montre également des signes de compaction, qui devront être confirmés par les analyses de densité apparente. ⇒ Aucun test ou prélèvement n'a été fait sous les pistes d'accès. Il semblerait utile de faire en tout cas des prélèvements sous la zone principale d'accès, une fois cette dernière retirée. C'est la zone qui aura été utilisée le plus longtemps et subit le plus de passages durant toute la phase de stockage.
Matériaux terreux stockés	<ul style="list-style-type: none"> - Une partie des stocks de matériaux terreux ont déjà été réutilisés pour les travaux d'aménagements extérieurs. - Les stocks restants sont estimés par le géomètre à 3261 m³ répartis selon : 1723 m³ de TV, 889 m³ de TSC et 645 m³ d'un mélange de gravier et de terre. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 1423 m³ de TV seront réutilisés sur site pour la remise en état de cette parcelle, et 300 m³ de TV et 250 m³ de TSC seront remis en place pour le bassin paradis. ⇒ L'excédent de TSC et de mélange gravier et terre sera à évacuer courant octobre vers d'autres chantiers (recherches en cours). ⇒ Les stocks n°4 et 5 de graviers devront être évacués par PIC. - Par ailleurs, 1800 m³ de TV avaient été stockés sur la parcelle de dépôt de l'entreprise Bocard dont 200 m³ seront utilisés d'ici la fin du chantier. La différence sera éventuellement reprise par l'entreprise ou un tiers selon accord avec le Maître d'Ouvrage et la DT.
Protection de la Nature	<ul style="list-style-type: none"> - La parcelle devra être remise en état selon la manière suivante : <ol style="list-style-type: none"> 1. Retrait de l'excédent de matériaux terreux par les pistes de chantier en grave ; 2. Remise en place de la TV selon indication en plan depuis les pistes de chantier ; 3. Retrait des pistes de chantier en grave à reculons, sans rouler sur les sols, et évacuation ; 4. Décompactage sur 20 cm de profondeur à l'aide d'un tracteur équipé d'une herse, ou d'un chizel. 5. Ensemencement de la parcelle avec un mélange permettant une restructuration du sol. En cas de semis très tardif (fin octobre), il serait mieux de semer du seigle à faucher ou de la moutarde (meilleure prise tardive, gèlent en hiver), et de ressemer un mélange trèfle-luzerne au printemps. 6. Parcelle laissée en l'état avant remise en agriculture durant 3 années soit jusqu'en automne 2024, afin de restructurer et décompacter le sol. Si besoin ressemer au printemps 2022, en fonction de la prise du semis

de l'automne 2021.

⇒ Fauche à prévoir une à deux fois par année. Limiter au maximum le passage des engins agricoles.

7. Remise en état totale du reste de la parcelle hiver 2022.

L'entier des travaux de remise en état concernant les sols doivent être réalisés avec des sols ressuyés, par conditions sèches.

Délais pour réaliser les interventions 1, 2, 3, 4 : Octobre 2021

Délais pour réaliser l'intervention 5 (ensemencements) : octobre 2021 pour un premier semis et printemps 2022 pour un sursemis.

FIGURES

TEST À LA BECHE 1 – PROFIL ET STRUCTURE



Le Test 1 a été réalisé dans la surface de stockage utilisée pour stocker de la sous-couche.

TEST A LA BECHE 2 – PROFIL ET STRUCTURE



Le test 2 a été effectué dans la zone de stockage où du gravier a été stocké, de même que des mélanges terre-pierre.

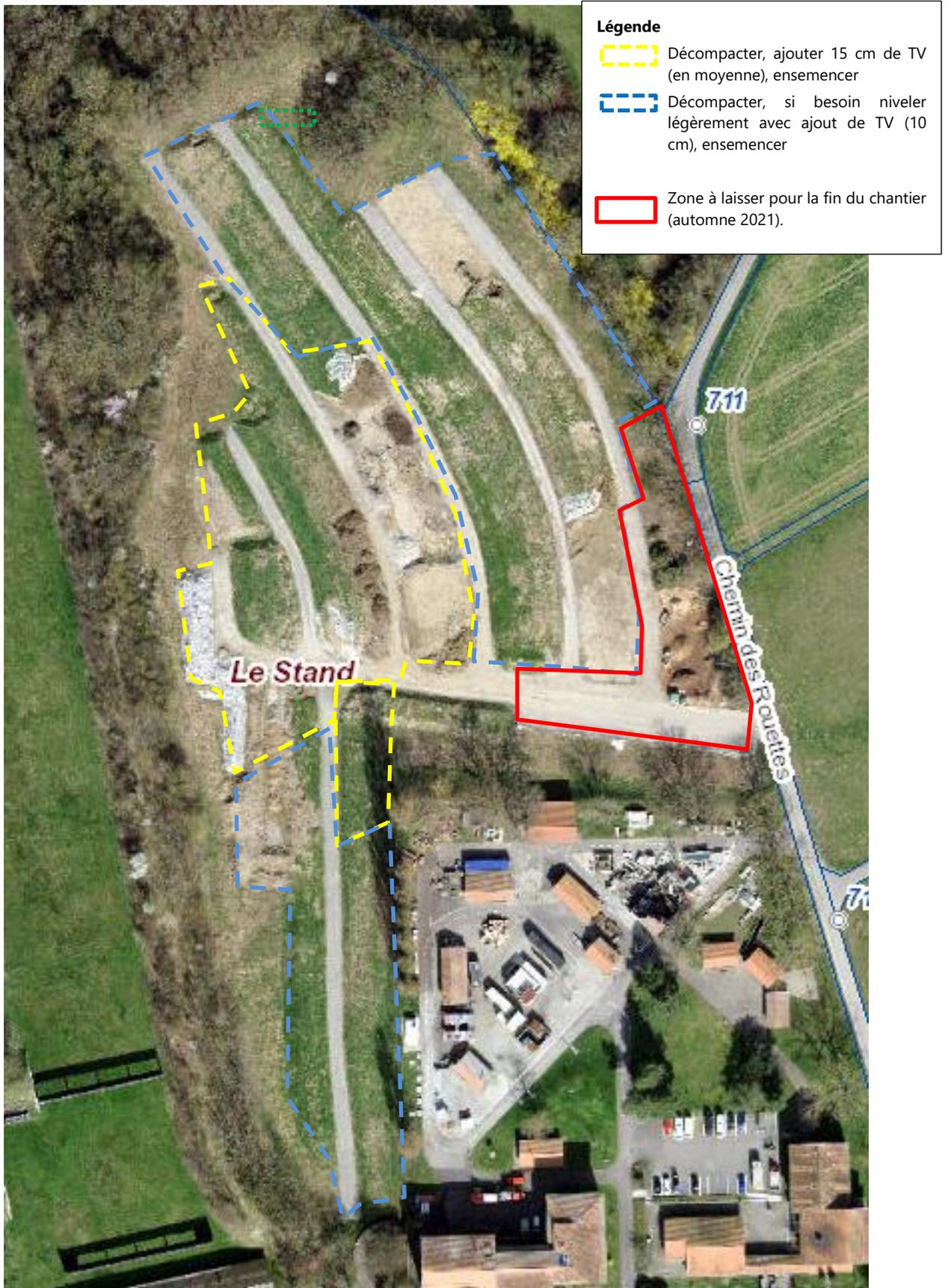
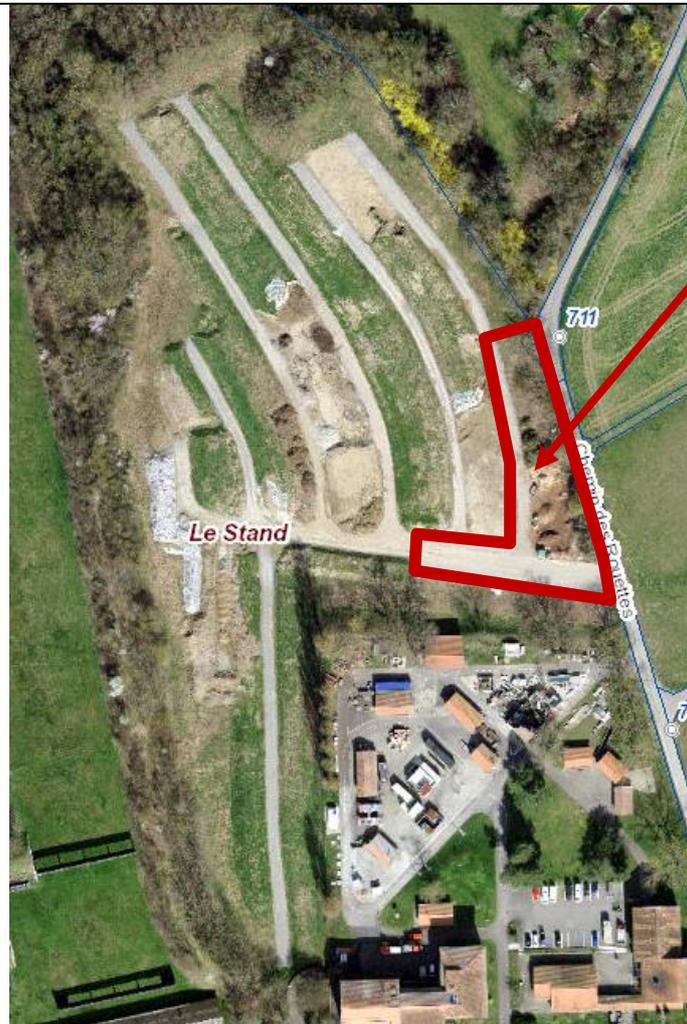


Figure 1 : Plans de la remise en état à effectuer, phase 1 et 2

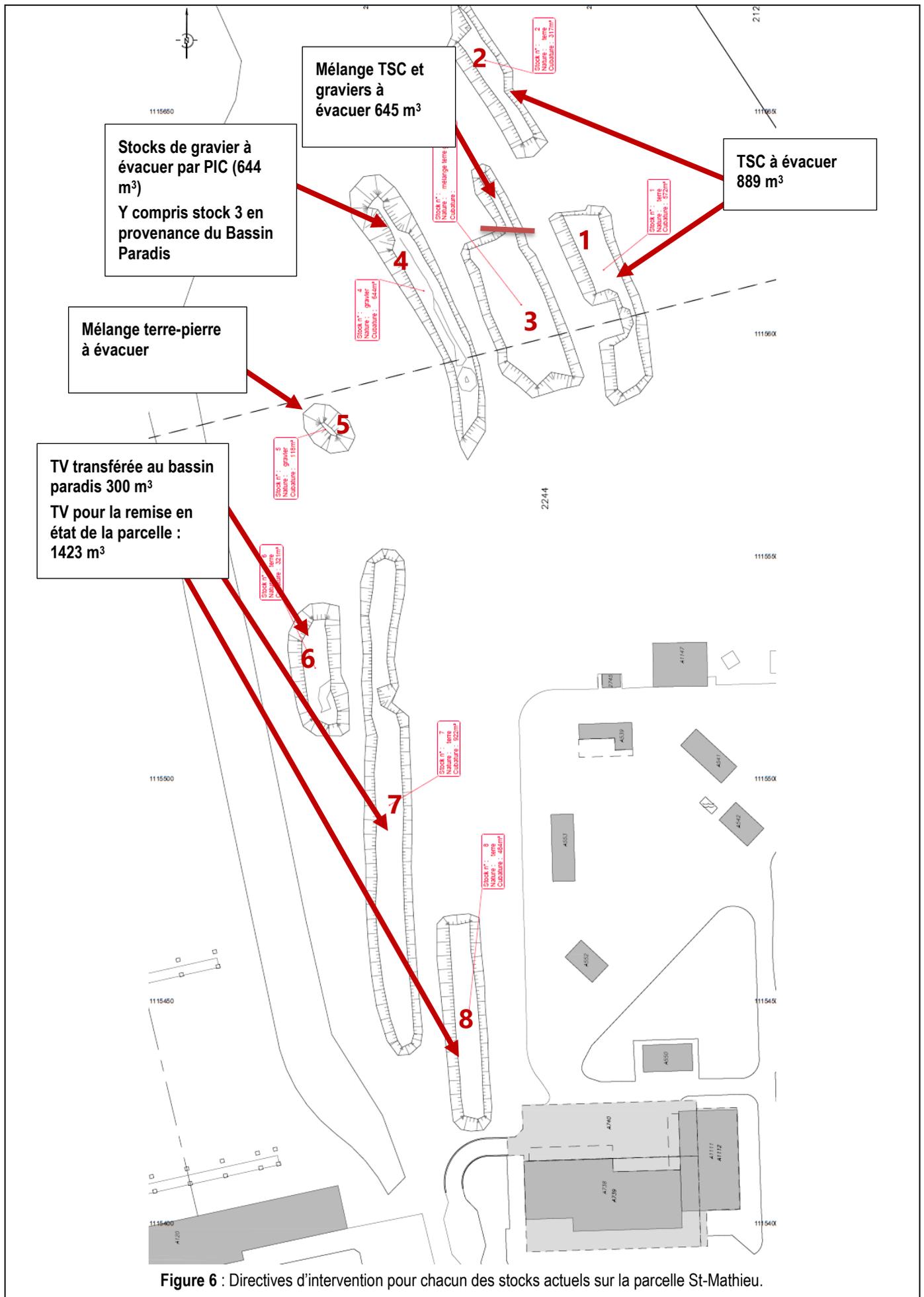


Zone à laisser pour la fin du chantier (janvier 2021) pour les travaux Bocard.

Admis le stockage de matériaux terreux, de copeaux et la mise en jauge des végétaux.

Remise en état finale avec retrait des piste, décompaction, ensemencement.

Figure 5 : Zone de stockage conservée pour la fin de chantier sur la parcelle St-Mathieu.



DISTRIBUTION		
	ETAT DE GENEVE	M. Wittwer M. Guex Mme Cantiniaux
	TCOB + / SDI	M. Vincent
	TCOB + / SOLFOR	M. Tachon
	PIC	M. Corcelle M. Dentella Mme Dufau
	BOCCARD	M. Vancreynest
	TCOB + / ECOTEC	Mme Freire Mme Wietlisbach Mme Guinchard
<i>Date</i>	04.10.2021	

**Annexe H Résultats des analyses physico-chimiques réalisées par Sol
Conseil**



RAPPORT

N° échantillon: **19-01326-005**
 Nom de l'échantillon: Parc. 2244 HA
 Matériel: TERRES

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	<10%		peu graveleux
Argile	GRAN	24,8	%	
Silt	GRAN	42,8	%	sol moyen silteux
Sable	GRAN	32,4	%	
MO	Corg(MO)	3,1	%	satisfaisant
pH	pH H2O	6,6		faiblement acide
CaCO3 tot.	CaCO3	0,0	%	non calcaire

N° échantillon: **19-01326-006**
 Nom de l'échantillon: Parc. 2244 HB
 Matériel: TERRES

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	0%		non graveleux
Argile	GRAN	41,3	%	
Silt	GRAN	44,2	%	sol lourd silteux
Sable	GRAN	14,5	%	
MO	Corg(MO)	1,2	%	faible
pH	pH H2O	7,9		alcalin
CaCO3 tot.	CaCO3	2,8	%	traces de calcaire

Les résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale. Les responsabilités de Sol-Conseil sont limitées aux conditions générales.



www.sol-conseil.ch

RAPPORT

N° échantillon: **19-01326-007**
 Nom de l'échantillon: Parc. 2149 HA
 Matériel: TERRES

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	>30%		très graveleux
Argile	GRAN	24,4	%	
Silt	GRAN	35,9	%	sol moyen sableux
Sable	GRAN	39,7	%	
MO	Corg(MO)	2,6	%	satisfaisant
pH	pH H2O	7,0		neutre
CaCO3 tot.	CaCO3	0,0	%	non calcaire

N° échantillon: **19-01326-008**
 Nom de l'échantillon: Parc. 2149 HB
 Matériel: TERRES

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	10-30%		moyennement graveleux
Argile	GRAN	30,3	%	
Silt	GRAN	38,6	%	sol lourd silteux
Sable	GRAN	31,1	%	
MO	Corg(MO)	1,4	%	faible
pH	pH H2O	7,2		neutre
CaCO3 tot.	CaCO3	0,0	%	non calcaire

Conseiller: Jonas Siegrist

Les résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale. Les responsabilités de Sol-Conseil sont limitées aux conditions générales.



RAPPORT

N° échantillon: **21-00333-005**
 Nom de l'échantillon: 7A → correspond à la fosse de la parcelle 2241
 Matériel: TERRES
 Profondeur de prélèvement: 0-20cm

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	0%		non graveleux
Argile	GRAN	47,7	%	
Silt	GRAN	46,9	%	sol lourd
Sable	GRAN	5,4	%	
MO	Corg (COT)	3,9	%	satisfaisant
pH	pH H2O	7,6		alcalin
CaCO3 tot.	CaCO3	0,0	%	non calcaire

N° échantillon: **21-00333-006**
 Nom de l'échantillon: 7B
 Matériel: TERRES
 Profondeur de prélèvement: 35-70cm

CARTE DE VISITE

Paramètre	Méthode	Résultat	Unité	Interprétation
Gravier	Estimation visuelle	0%		non graveleux
Argile	GRAN	47,3	%	
Silt	GRAN	48,0	%	sol lourd silteux
Sable	GRAN	4,6	%	
MO	Corg (COT)	0,6	%	faible
pH	pH H2O	8,5		alcalin
CaCO3 tot.	CaCO3	26,2	%	calcaire

Les résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale. Les responsabilités de Sol-Conseil sont limitées aux conditions générales.

Annexe I Résultats des analyses de pollution selon l'OSol (Wessling / Scitec)

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
CSD INGENIEURS SA
Madame Mélanie Cordier
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge

Commande n°.: ULS-05035-19
Interlocuteur: I. Lehning
Ligne directe: +41 32 387 67 56
E-Mail: Isabelle.Lehning@wessling.ch

Lyss, le 11.09.2019

Rapport no. ULS19-006586-1

Bd Abarois GE 1841.100



ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS19-006586-1
Lyss, le 11.09.2019

Désignation d'échantillon			Abarois - A	Abarois - A (ten. solubles)	Abarois - B	Abarois - C	Abarois - D	Abarois - E
N° d'échantillon	Unité	LQ	19-144447-01	19-144447-01-1	19-144447-02	19-144447-03	19-144447-04	19-144447-05

Préparation

Matières sèches (40°C)			05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019
Partie fine < 2mm			05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M	MS		05.09.2019		05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019	05.09.2019
-----------------------------------	----	--	------------	--	------------	------------	------------	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Métaux et autres éléments selon OFEV S-6a

Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	35		72	24	46	27
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,1	0,2	<0,0025	0,4	0,2	0,3	0,2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	43					
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	34	0,079				
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1,0					
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	53	<0,025				
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	79	<0,25	130	62	81	62

Fluor par fusion alcaline

Fluor (F)	mg/kg MS		401					
-----------	----------	--	-----	--	--	--	--	--

Mercure OFEV F14

Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,05	0,12					
--------------	----------	------	------	--	--	--	--	--

Paramètres organiques globaux

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	32000					
-------------------------------	----------	------	-------	--	--	--	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/kg MS	0,1		7,00				
---------------	----------	-----	--	------	--	--	--	--

Fluorure selon OFEV E-7

Fluorures (F)	mg/l E/L	0,1		0,14				
---------------	----------	-----	--	------	--	--	--	--

Substances organiques moyennement et peu volatile:

PCB selon OFEV S-12

PCB n° 28	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 52	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 101	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 118	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 138	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 153	mg/kg MS	0,002	<0,002					
PCB n° 180	mg/kg MS	0,002	<0,002					
Somme des 7 PCB	mg/kg MS		-/-					

HAP selon OFEV S-13

Naphtalène	mg/kg MS	0,05	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphylène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,15	<0,05	0,2	<0,05
Acénaphène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,07	<0,05	0,11	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,1	<0,05	0,18	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	0,05	<0,05		1,2	0,09	2,0	0,15
Anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,25	<0,05	0,35	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	0,05	0,07		2,1	0,17	3,0	0,3
Pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05		1,6	0,11	2,1	0,2
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,89	0,07	1,3	0,11
Chrysène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,96	0,07	1,3	0,13
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,73	0,06	0,9	0,1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,88	0,07	1,1	0,11
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,79	0,07	1,1	0,11
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,19	<0,05	0,22	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,57	0,05	0,69	0,08
Benzo(ghi)peryène	mg/kg MS	0,05	<0,05		0,5	<0,05	0,65	0,07
Somme des HAP	mg/kg MS		0,07		11	0,76	15	1,4

Rapport no. ULS19-006586-1
Lyss, le 11.09.2019

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	19-144447-01	19-144447-01-1	19-144447-02	19-144447-03	19-144447-04
Date de réception:	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019
Désignation	Abarois - A	Abarois - A (ten. solubles)	Abarois - B	Abarois - C	Abarois - D
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019	30.08.2019
Début des analyses:	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019	03.09.2019
Fin des analyses:	11.09.2019	11.09.2019	11.09.2019	11.09.2019	11.09.2019
Echantillon-n°	19-144447-05				
Date de réception:	03.09.2019				
Désignation	Abarois - E				
Type d'échantillons:	Sol				
Prélèvement:	30.08.2019				
Début des analyses:	03.09.2019				
Fin des analyses:	11.09.2019				

Méthodes

Paramètres	Norme	Laboratoire
Matières sèches sur solide (séché à l'air à 40 °C)	DIN EN 12880 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Tamissage de solides	DIN ISO 11464 (2006-12) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Minéralisation pour antimoine	VBB ^{oA}	Laboratoire Lyss CH (CH)
Métaux/Éléments (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294	Laboratoire Lyss CH (CH)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	DIN ISO 10694 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Fluor (total) par fusion alcaline	WES 1120 (3.3.315) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
HAP (16)	ISO 18287 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Polychlorobiphényles (PCB)	ISO 10382 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Lixiviation à l'eau (1:50)	WES 905 (3.3.350)	Laboratoire Lyss CH (CH)
Fluorures	WES 903 (3.3.316) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Anions dissous dans l'eau/lixiviat	DIN EN ISO 10304 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)

MB = matière brute

MS = matière sèche

LQ = limite de quantification

E/L = eau / lixiviat

G = gaz

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.

Heinrich Kalt

Directeur, Dr. rer. nat

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
CSD INGENIEURS SA
Monsieur Romain Tagand
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge

Commande n°.: ULS-01164-21
Interlocuteur: I. Lehning
Ligne directe: +41 32 387 67 56
E-Mail: Isabelle.Lehning@wessling.ch

Lyss, le 12.03.2021

Rapport no. ULS21-001560-1



ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS21-001560-1
Lyss, le 12.03.2021

Désignation d'échantillon			6A
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-037019-01

Préparation

Matières sèches (40°C)	05.03.2021
Partie fine < 2mm	05.03.2021

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M	05.03.2021
-----------------------------------	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Métaux et autres éléments

Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	26
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	43
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	25
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1.0
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	45
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	0.07
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	63

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Acénaphylène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Acénaphène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Anthracène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Fluoranthène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Pyrène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Chrysène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	0.05	<0.05
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-

Rapport no. ULS21-001560-1
Lyss, le 12.03.2021

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	21-037019-01
Date de réception:	04.03.2021
Désignation	6A
Type d'échantillons:	Sol
Prélèvement:	26.02.2021
Début des analyses:	04.03.2021
Fin des analyses:	12.03.2021

Méthodes

Paramètres

Matières sèches sur solide (séché à l'air à 40 °C)
Tamisage de solides
Minéralisation pour antimoine
Métaux/Elements (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide

HAP (16)

Norme

DIN EN 12880 mod.^A
DIN ISO 11464 (2006-12)^A
VBB^{oA}
DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO
17294-2 (2009-09 / 2005-02)^A
ISO 18287 mod.^A

Laboratoire

Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)

Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)
MB = matière brute
MS = matière sèche
LQ = limite de quantification
E/L = eau / lixiviat
G = gaz
nd = non détecté

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.

Heinrich Kalt
Directeur, Dr. rer. nat

Rapport d'analyses résumé

Projet N° P18-2634, version 1

CSD Ingénieurs SA - Genève
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge-Genève
SUISSE



Scitec ID	P18-2634.13
Ref client	Uplans-Poll_ConfignonN-France_HautTalus-180524
Matrice	S
Date de prélèvement	24.05.2018
Caractéristiques physico-chimiques	
Fluorure total selon OSol	462 mg/Kg
Fluorure soluble selon OSol	<5.0 mg/Kg
Poids sec	81.7 %
Eléments	
Hg : Mercure	<0.25 mg/Kg
Cd: Cadmium soluble selon OSol	<0.02 mg/Kg
Cu: Cuivre soluble selon OSol	<0.2 mg/Kg
Ni: Nickel soluble selon OSol	<0.2 mg/Kg
Zn: Zinc soluble selon OSol	<0.2 mg/Kg
Cd: Cadmium total selon OSol	0.2 mg/Kg
Cr: Chrome total selon OSol	27.2 mg/Kg
Cu: Cuivre total selon OSol	32.1 mg/Kg
Mo: Molybdène total selon OSol	0.4 mg/Kg
Ni: Nickel total selon OSol	38.3 mg/Kg
Pb: Plomb total selon OSol	27.9 mg/Kg
Zn: Zinc total selon OSol	90.0 mg/Kg

Scitec ID		P18-2634.13	
Ref client		Uplans-Poll_ConfignonN-France_HautTalus-180524	
Matrice		S	
Date de prélèvement		24.05.2018	
Hydrocarbures polyaromatiques (HAP)			
Naphthalène selon Osol		<0.02 mg/Kg	
Acénaphtylène selon Osol		<0.02 mg/Kg	
Acénaphtène selon Osol		<0.02 mg/Kg	
Fluorène selon Osol		<0.02 mg/Kg	
Fluoranthène selon Osol		0.14 mg/Kg	
Phénanthrène selon Osol		0.04 mg/Kg	
Anthracène selon Osol		0.04 mg/Kg	
Benzo(a)anthracène selon Osol		0.07 mg/Kg	
Dibenzo(a,h)anthracène selon Osol		0.04 mg/Kg	
Pyrène selon Osol		0.10 mg/Kg	
Benzo(a)pyrène selon Osol		0.07 mg/Kg	
Benzo(b)fluoranthène selon Osol		0.06 mg/Kg	
Benzo(g,h,i)perylène selon Osol		0.03 mg/Kg	
Benzo(k)fluoranthène selon Osol		0.03 mg/Kg	
Chrysène selon Osol		0.08 mg/Kg	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène selon Osol		0.04 mg/Kg	
Σ 16 PAH selon Osol		0.72 mg/Kg	
PCB			

Scitec ID		P18-2634.13	
Ref client		Fran Uplans-Poll_ConfignonN-France_HautTalus-180524	
Matrice		S	
Date de prélèvement		24.05.2018	
<hr/>			
PCB			
∑ 7 PCBs (OSol)		<0.01 mg/Kg	