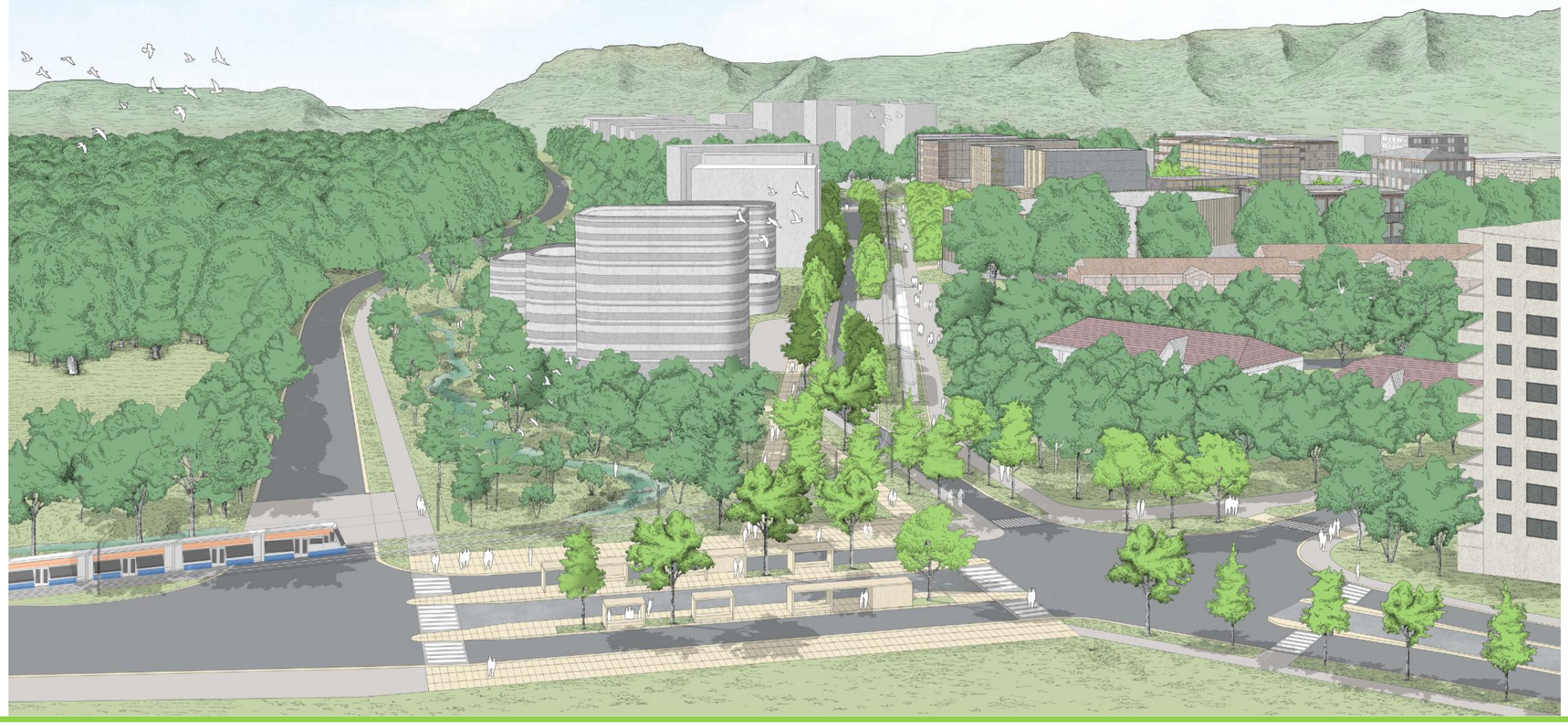
ÉTUDE D'IMPACT DU PROLONGEMENT DU TRAMWAY DES NATIONS AU SEIN DE LA ZAC FERNEY-GENÈVE INNOVATION VALANT MISE À JOUR DE L'ÉTUDE D'IMPACT DE LA ZAC FERNEY-GENÈVE INNOVATION SUR LES SECTEURS DOUANE-JURA, PAIMBOEUF ET TRÈS LA GRANGE



février 2025

Auteurs des études	***Bureau d'étude***	***Personnes en charge du dossier***	
Rédaction de l'étude d'impact :	L'EMPREINTE VERTE 10 rue du Docteur Robert Jullien 13012 MARSEILLE Tél : 06 84 92 13 51 www.lempreinteverte.fr Sur une base démarrée par ALTO STEP 18 rue des remparts d'Ainay 69 002 Lyon www.altostep.com	Florence BELLEMARE, gérante et cheffe de projet	
Aménagement de la ZAC Groupement de maîtrise d'œuvre Urbaine	Mandataire du groupement : Architecte urbaniste Obras 42, rue d'Avron 75020 PARIS Tél : +33 1 43 48 06 92 Agence de Bourg-en-Bresse : 16, rue Bourgmayer 01000 Bourg-en-Bresse Tél : +33 4 74 24 80 51	Marc Birganet, co-gérant Lucas Juszczak, chef de projet	Obras, Abest, Estran, Horizon et PUYA Paysage, Alphaville, I.C.O.N, CERA, Bordas + Peiro, Avis Vert, Ecologie urbaine et citoyenne, Transitec et Sareco
Maîtrise d'œuvre tramway Etudes acoustique et vibratoire	SYSTRA 120 rue Masséna 69006 Lyon Tél : 04 78 60 53 09	Francis BADIOU, chef de projet Quentin REYNAUD et Walid WASMINE, chargés d'étude acoustique et vibration	
Etude de trafic	TRANSITEC Ingénieurs-Conseils 75, rue de la Villette 69003 Lyon Tél : 04 72 37 94 10 Mob : 06 85 28 78 05 www.transitec.net	Marie PRONZOLA, cheffe de projet Ingénieur trafic	
Etude air et santé	ISPIRA LYON Immeuble Le Faubourg 33 rue Paul Duvivier 69007 LYON Tél : 01 80 88 98 54	Marie LEFORT, cheffe de projet ingénieur Consultante Senior Qualité de l'Air Alexandre LECONTE, chargé d'étude	
Bilan GES	Eco2 initiative 11 impasse Barutel 31300 Toulouse Tél : 06 74 89 44 46	Guillaume Gacon Associé co-gérant, expert Énergies et Climat	

Suivi des modifications :

Indice	Date	Détail des modifications
A	16/07/2024	
B	13/02/2025	Compléments suite à l'avis de la MRAE figurant en fond bleuté

Table des matières

Chapitre 1 Préambule 11

1 Objet du dossier 13
2 Présentation succincte du projet : l'extension du tramway des Nations à Ferney-Voltaire 13
3 Cadre réglementaire de l'évaluation environnementale 14
3.1 L'avis de l'Autorité Environnementale sur le prolongement du tramway 14
3.2 Historique des actualisations de l'étude d'impact de la ZAC FGI 15
3.3 Historique des saisines de l'autorité environnementale 15
3.4 Autorisation environnementale de la ZAC FGI 15
4 Le contenu de l'étude d'impact 16

Chapitre 2 Résumé non technique 19

Chapitre 3 Description du projet d'aménagement 35

1 Localisation du projet 37
2 Contexte territorial 37
2.1 Ferney-Voltaire : une commune avec des dynamiques transfrontalières importantes 37
2.1.1 … au sein d'un vaste pôle de coopération intercommunale 37
2.1.2 … dans un territoire dynamique à fort développement… 38
2.1.3 … avec des interactions transfrontalières fortes 38
2.1.4 … et une prépondérance de la voiture particulière amenant à des problématiques de saturation du réseau 38
2.2 Un projet pensé en synergie avec la ZAC Ferney-Voltaire Innovation 39
2.2.1 Les grands objectifs d'aménagement de la ZAC Ferney-Genève Innovation 39
2.2.2 L'état d'avancement de la ZAC en 2024 40
3 Le projet de prolongement du tramway des Nations 40
3.1 Description synthétique du projet 40
3.2 Les objectifs du projet de prolongement du tramway des Nations 41
3.3 Les acteurs et le financement du projet 42
3.3.1 Les acteurs du projet 42
3.3.2 Le financement du projet 42
4 Caractéristiques principales des aménagements retenus 43
4.1 Principes d'insertion 43
4.2 Les invariants du projet de tramway 43
4.3 Le programme général du prolongement du tramway 44
4.4 Le détail de l'aménagement 45
4.4.1 Un projet entièrement en site propre 45
4.4.2 Secteur de la douane 46
4.4.3 RD1005 : de la douane à la place des lumières 47
4.4.4 Place des Lumières (ex place du Jura) 48
4.4.5 L'avenue d'Alembert 49
4.4.6 L'Allée de la tire 49
4.4.7 La rue Émilie du Chatelet 50
4.4.8 Le terminus au carrefour du bisou 50
4.4.9 Localisation des stations de tramway 51
4.5 Niveau d'offre : répondre à la demande par une offre adaptée 52
4.5.1 Temps de parcours 52
4.5.2 Fréquence 52
4.5.3 Capacité d'emport 52
5 Travaux nécessaires 52
5.1 Description sommaire des travaux à réaliser 52
5.1.1 Travaux intervenant avant les travaux du système de transport 52
5.1.2 Travaux du système de transport 52
5.2 Phasage et déroulement des travaux 52
5.3 Installations de chantier 53
6 Consommation des ressources naturelles 54
7 Estimation des résidus et émissions attendus 54

Chapitre 4 Analyse de l'état initial de l'environnement 55

1 Justification du fuseau d'étude retenu 57
2 L'environnement physique 58
2.1 Le climat local 58
2.1.1 Les températures 58
2.1.2 Les précipitations 58
2.1.3 Les autres phénomènes 58
2.1.4 Évolution climatique 59
2.2 Le sol 60
2.2.1 La topographie 60
2.2.2 La géologie 61
2.2.3 Pollution des sols 61
2.3 Les eaux 62
2.3.1 Les eaux souterraines 62
2.3.2 Les eaux de surface 65
2.3.3 Les usages de l'eau 68
2.3.4 Les zones humides 68
2.3.5 Contexte institutionnel 72
2.4 Les risques naturels et technologiques 73
2.4.1 Risque inondation 73
2.4.2 Les risques technologiques (industriel et TMD) 75
3 Le milieu naturel 77
3.1 Périmètres d'inventaires et de protection 77
3.1.1 Espaces protégés 77
3.1.1 Périmètres contractuels (N2000) et d'inventaires (ZNIEFF) 77
3.1.2 Espaces Naturels Sensibles (ENS) 77
3.1.3 Trame verte et bleue – connectivité écologique 77
3.2 Résultat des prospections naturalistes 79
3.2.1 Habitats naturels et semi-naturels 79
3.2.2 La flore 83
3.2.3 Mammalofaune (hors Chiroptères) 84
3.2.4 Chiroptérofaune 86
3.2.5 Avifaune 90
3.2.6 Herpétofaune 92
3.2.7 Entomofaune 93
3.3 Fonctionnalité écologique locale 96

3.4 Synthèse des enjeux écologiques dans le périmètre de la ZAC FGI 97
3.5 Mesures ERC prises dans le cadre de l'aménagement de la ZAC FGI 98
4 Le milieu humain 105
4.1 L'urbanisme et les documents de planification 105
4.1.1 Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) du Pays de Gex 105
4.1.2 Le PLUi-H du Pays de Gex 105
4.2 Contexte socio-économique 109
4.2.1 Démographie 109
4.2.2 Caractéristiques des ménages 111
4.2.3 Le parc de logements 111
4.2.4 L'activité économique 113
5 Les déplacements et les infrastructures de transports 117
5.1 Les infrastructures routières 117
5.1.1 A l'échelle communale 117
5.1.2 Le réseau secondaire 117
5.1.3 Le maillage viaire à venir de la ZAC FGI 117
5.2 Le trafic sur le réseau routier en situation actuelle (E0) 118
5.2.1 Déplacements à la frontière 118
5.2.2 Fonctionnement du réseau routier 118
5.2.3 Caractérisation des périodes de pointe 119
5.3 État de référence E1 : situation avec la ZAC FGI 120
5.3.1 Déplacements à la frontière 120
5.3.2 Fonctionnement du réseau routier 120
5.3.3 Caractérisation des périodes de pointe 121
5.4 Lignes de transports collectifs 122
5.5 Modes actifs 123
5.6 Le stationnement 124
6 L'ambiance acoustique 125
6.1 Contexte normatif et réglementaire 125
6.1.1 Définitions et réglementation 125
6.1.2 Principes réglementaires applicables 125
6.2 Le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève 126
6.3 Plan de prévention du bruit dans l'environnement 127
6.4 Bruit lié aux infrastructures routières 127
6.5 Résultats de la campagne de mesures acoustiques 128
6.5.1 Campagne de mesures 128
6.5.2 Analyse des résultats 128
6.6 Modélisation acoustique de l'état initial 128
7 Les vibrations 130
8 La qualité de l'air 131
8.1 Documents de planification relatifs à l'air 131
8.2 Inventaire des émissions à l'échelle de la CA du Pays de Gex 131
8.3 Bilan de la qualité de l'air locale 131
8.3.1 Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés 131
8.3.2 Bilan de la qualité de l'air de la région Auvergne-Rhône-Alpes et du département de l'Ain 132
8.3.3 Polluants mesurés à proximité de Ferney-Voltaire 132
8.4 Évolution de la qualité de l'air à l'horizon de l'état initial E1 : ZAC FGI sans tramway 133
9 Le patrimoine 134
9.1 Vestiges archéologiques 134
9.2 Monuments historiques 134
9.3 Autres protections 135
9.4 Patrimoine local 135
10 Le paysage 136
10.1 Structure paysagère territoriale 136
10.2 Le paysage de la ZAC Ferney Genève Innovation 137
10.2.1 Le paysage actuel - en construction (état E0) 137
10.2.2 Le paysage à la livraison de la ZAC FGI (état E1) 139
11 Synthèse et bilan des enjeux environnementaux 140
12 Interrelation des enjeux entre eux 142
13 Evolution probable de l'environnement 142

Chapitre 5 Comparaison des variantes et justification de la solution retenue 143

1 Choix du tracé de l'extension du tramway côté français 145
2 Choix du tracé dans la ZAC FGI 146
2.1 Trois tracés possibles 146
2.2 Les contraintes recensées 146
2.3 Détail des trois tracés 147
2.4 Analyse multi-critère 149
2.5 Analyse vis-à-vis du milieu naturel (à compléter/vérifier) 150
2.6 Les raisons du choix de l'option 3 « allée de la tire » 151
3 Optimisation du tracé dans la ZAC FGI 151
4 La concertation publique 152
5 Détail du lot A08 152

Chapitre 6 Effets et mesures prises 153

1 Démarche d'évaluation des impacts et mesures 155
1.1 La définition des effets et des impacts 155
1.2 La définition des mesures 155
2 Etendue de l'analyse des impacts 156
3 Modification du schéma directeur de la ZAC FGI 156
4 Impacts spécifiques du chantier et mesures prises 161
4.1 Les principes retenus vis-à-vis du chantier 161
4.2 Les contraintes de la phase chantier 161
4.2.1 Les contraintes techniques du chantier de tramway 161
4.2.2 Les autres contraintes 161
4.3 Emprise du chantier 162
4.4 Effets sur la circulation 163
4.5 Dégradation de la qualité de l'air 164
4.6 Impacts sur le sol et le sous-sol 165
4.7 Pollution des eaux et du sol 165
4.8 Gestion des transports liés à l'exécution du chantier 166
4.9 Pollution visuelle et paysagère en phase chantier 166
4.10 Nuisances acoustiques 166
4.11 Effets sur le milieu naturel 167
4.12 Suivi environnemental du chantier 168

4.13 Gestion des déchets de chantier 168
4.14 Retombées socio-économiques de la phase chantier 169
5 Effets en phase exploitation 169
5.1 Le climat 169
5.2 Les sols 170
5.3 Les eaux 170
5.3.1 Rétablissement des écoulements naturels 170
5.3.2 Effets sur les eaux souterraines 171
5.3.3 Effets sur les zones humides 171
5.3.4 Effets sur la qualité des eaux 171
5.3.5 Effets de l'imperméabilisation nouvelle 171
5.4 Les risques naturels et technologiques 174
5.5 Vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs 174
5.6 Effets sur le milieu naturel 175
5.6.1 Mesures d'évitement 175
5.6.2 Mesures de réduction 176
5.6.3 Impacts résiduels sur les milieux naturels 177
5.6.4 Incidences sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire 178
5.7 Effets sur le milieu humain 179
5.7.1 Les documents d'urbanisme et l'urbanisation 179
5.7.2 Effets du projet sur l'urbanisation nouvelle 179
5.7.3 Effet sur l'activité économique 179
5.8 Effets sur le trafic et la sécurité routière 179
5.8.1 Déplacements à la frontière 179
5.8.2 Fonctionnement du réseau routier 179
5.8.3 Caractérisation des périodes de pointe 180
5.8.4 Conclusion 181
5.8.5 Réorganisation du réseau de transports collectifs 181
5.8.6 Effets sur le stationnement 182
5.9 Effets sur l'ambiance acoustique 182
5.9.1 Réglementation applicable 182
5.9.2 Hypothèses d'études 182
5.9.3 Contributions sonores du tramway 183
5.9.4 Modification des routes existantes (RD1005 entre la frontière et la place des lumières) 184
5.9.5 Mesure d'évitement 186
5.10 Effets sur les vibrations 187
5.10.1 Cadre réglementaire et objectif vibratoire spécifique 187
5.10.2 Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans mitigation) 187
5.10.3 Proposition des mesures de mitigation de vibrations 187
5.10.4 Mesure d'évitement 188
5.11 Effets sur la qualité de l'air 189
5.11.1 Le domaine d'étude 189
5.11.2 Evolution du trafic routier sur le domaine d'étude 189
5.11.3 Emissions de polluants sur l'ensemble du réseau routier 189
5.11.4 Modélisation des concentrations en polluants 190
5.11.5 Compatibilité du projet avec les documents de planification relatifs à l'air 194
5.12 Effets sur le patrimoine 194
5.12.1 Sur le périmètre des abords des monuments historiques 194
5.12.2 Sur les vestiges archéologiques 195
5.13 Effets sur le paysage 196
5.13.1 Parti pris d'aménagement des espaces publics 196
5.13.2 Un paysage de noues 196
5.14 Effets sur la santé humaine 198
5.14.1 Pollution atmosphérique et effets sur la santé 198
5.14.2 Nuisances sonores 200
5.14.3 Impacts vibratoires 200
5.14.4 Autres effets du projet sur la santé humaine 200
5.15 Vulnérabilité du projet face au changement climatique 200
5.15.1 Le contexte local 201
5.15.2 Le projet vis-à-vis du changement climatique 202
6 Coût des mesures et du suivi 204
6.1 Coût des mesures 204
6.2 Modalités de suivi des mesures environnementales (phases travaux et exploitation) 204
6.2.1 Modalités de suivi environnemental des travaux 204
6.2.2 Modalités de suivi en phase exploitation 205

Chapitre 7 Analyse des effets cumulés 207

1 Le cadre réglementaire 209
2 Définition de l'aire d'influence du projet 209
3 Les projets retenus et leurs impacts 209
3.1 Les projets retenus ou exclus de l'analyse 209
3.2 Détails des projets retenus 210
3.2.1 Projets d'aménagements urbains 210
3.2.2 Projets d'infrastructures 212
3.2.3 Détail du modèle multimodal de déplacement à l'échelle métropolitaine 215
3.2.4 Travaux concomitants aux travaux du tramway 215
4 Effets cumulés 217
4.1 Concomitance des travaux 217
4.2 Projets susceptibles d'induire du trafic routier 217
4.3 Projets d'infrastructures 217
5 Mesures prises vis-à-vis des impacts cumulés 217
5.1 Mesures de réduction prises en phase chantier 217
5.1.1 Organisation du chantier 217
5.1.2 Maintien des transports collectifs et modes doux 218
5.1.3 Mesure d'accompagnement : information des usagers 218
5.2 Mesure d'évitement : report de trafic 218
5.3 Mesure de réduction : stratégie d'exploitation globale 218

Chapitre 8 Coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité – Evaluation des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre 219

1 Emissions de GES en phase chantier et exploitation 221
1.1 Quantification des émissions 221
1.2 Résultats dans et hors ZAC avec les Facteurs d'Emission (FE) 2024 222
1.3 Focus sur la mobilité dans la ZAC 223
1.4 Etude de sensibilité 223
1.5 Mesures ERC 224
2 Consommation énergétique 224
3 Monétarisation du bilan GES 224

4 Analyse des coûts collectifs 224
4.1 Avantages induits par l'aménagement 224
4.2 Coûts liés aux nuisances acoustiques 224
4.3 Coûts liés à la pollution de l'air 224
4.4 Coûts collectifs globaux 224

Chapitre 9 Présentation des méthodes et des difficultés rencontrées 225

1 Délimitation d'un fuseau d'étude 227
2 Analyse de l'état initial 227
3 Le milieu naturel 228
4 Etude de trafic 235
5 Etude acoustique 236
5.1 Campagne de mesures in situ 236
5.2 Modélisation de l'état initial 236
5.3 Étude de l'impact acoustique – Bruit ferroviaire 237
6 Etude vibratoire 238
6.1 Etape 1 : Analyse des enjeux vibratoires 238
6.2 Etape 2 : Evaluation de l'atténuation vibratoire du sol 238
6.3 Etape 3 : Evaluation du terme source 239
6.4 Etape 4 : Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans atténuation) 240
7 Etude « air et santé » 241
7.1 Estimation des émissions de polluants 241
7.2 Modélisation des concentrations en polluants 244
7.3 Evaluation de l'exposition de la population (IPP) 246
8 Analyse des coûts collectifs liés à la pollution de l'air 248
9 Emission de GES en phase chantier et exploitation 249
10 Difficultés rencontrées 255

Chapitre 10 Annexes 257

Table des illustrations et tableaux

Figure 1 : Insertion du tracé du tramway au sein des secteurs de la ZAC Ferney-Genève Innovation 13
Figure 2 : schéma de la ligne de tramway des Nations Grand Saconnex, avec son prolongement en France 13
Figure 3 : Prolongement du tramway entre Nations (Genève) et Ferney-Voltaire (Source : Terrinnov) 14
Figure 4 : Localisation de l'extension de tramway à Ferney-Voltaire. Source : Systra 21
Figure 5 : carte de la multimodalité à Ferney-Voltaire (Source : Office Cantonal des Transports) 22
Figure 6 : fuseau d'étude et périmètre de la ZAC Ferney Genève Innovation 23
Figure 7 : section du Nant ayant fait l'objet de travaux de renaturation 24
Figure 8 : réseau hydrographique de la ZAC FGI et localisation des premiers travaux de renaturation du Nant 24
Figure 9 : synthèse des enjeux naturels sur le périmètre de la ZAC FGI 25
Figure 10 : exemples d'espèces protégées observées dans la zone d'étude 25
Figure 11 : répartition des flux modaux en 2019 à la frontière en heure de pointe du matin (HPM) (source : transitec) 26
Figure 12 : périmètre de protection des abords des monuments historiques 27
Figure 13 : tracé des variantes au-delà de la place du Jura 28
Figure 14 : tracé des 3 options possibles au seine de la ZAC FGI 28
Figure 15 : Bilan des emprises foncières sur le schéma directeur 2019 (sans tramway) et 2024 (avec tramway) 29
Figure 16 : schéma directeur initial de la ZAC FGI (source : Obras) 29
Figure 17 : schéma directeur de la ZAC FGI modifié pour intégrer le tramway (source : Obras) 29
Figure 18 : exemple de l'emprise de la voie de chantier et maintien de voies de circulation au droit de la douane 30
Figure 19 : augmentation du trafic sur les itinéraires bis et sur les postes douaniers proches 30
Figure 20 : tramway de Genève sur section engazonnée (source : laviedurail.com) 30
Figure 21 : Identification des bâtiments avec dépassement de l'objectif acoustique 32
Figure 23 : Identification des bâtiments à fort enjeu vibratoire (source : Systra) 33
Figure 22 : Repérage des niveaux de performances anti vibratile minimaux par tronçon ((source : Systra) 33
Figure 24 : Aire d'étude élargie - Source : SITG, OSM, BD TOPO - ALTO STEP (2022) 36
Figure 25 Carte de l'organisation territoriale du Grand Genève (Source : Horizon Léman) 37
Figure 26: principal moyen de transport utilisé pour se rendre pour les actifs résidents en France et travaillant dans le canton de Genève de 2006 à 2017 (source : https://www.ge.ch/dossier/transports/mobilites-pendulaires/mobilites-pendulaires) .39
Figure 27 : part modale des déplacements depuis le Pays de Gex vers la Suisse (Source : Étude complémentaire pour le prolongement du tramway genevois « Nations - Grand Saconnex ») 39
Figure 28 : projet d'extension de la ligne TNGS à Ferney-Voltaire (source : Office Cantonal des Transports) 41
Figure 29 : tramway depuis la place des Nations et intégration multimodale (source : Terrinnov) 42
Figure 30 : Tracé du prolongement de la ligne de tramway des Nations à Ferney-Voltaire en phase « études préliminaires » (Source : SPL Territoire d'Innovation) 43
Figure 31 : schéma organisationnel de la ligne de tramway Nation Grand Saconnex Carrefour du Bisou 44
Figure 32 : Synoptique de la ligne de tramway en France (Source : Systra) 45
Figure 33 : Exemple de site propre mutualisé bus et tramway : le tram Cornavin-Meyrin-CERN (TCMC) et le tram Cornavin-Onex- Bernex (TCOB). Source : grand-geneve.org 45
Figure 34 : Illustration de la gestion tram/ BHNS - arrêt technique douane 46
Figure 35 : vue en plan et profil en travers du secteur de la douane (source : AVP Obras) 46
Figure 36 : vue en plan et profil en travers du secteur de la RD1005 (source : AVP Obras) 47
Figure 37 : vue en plan et profil en travers de la Place du Jura (pl des lumières) (source : AVP Systra) 48
Figure 38 : vue en plan et profil en travers du Cours (avenue d'Alembert) (source : AVP Obras) 49
Figure 39 : vue en plan et profil en travers de l'Allée de la tire (source : AVP Obras) 49
Figure 40 : Profil en travers de la rue des champs (rue Émilie du Chatelet) (source : AVP Obras) 50
Figure 41 : vue en plan et profil en travers du terminus du Bisou (source : AVP Obras) 50
Figure 42 : Exemple de tramway en station à Cornavin, Genève (Source : Henry Mühlpfordt , CC BY-SA 3.0) 51
Figure 43 : Arrêts futurs du tramway à Ferney-Voltaire et connexions multimodales (Source : Obras) 51
Figure 44 : Hypothèse de phasage des travaux du tramway à partir du carrefour rue Condorcet (source : AVP Systra) 53
Figure 45 : exemple d'emprise du chantier sur la RD1005 (source : AVP Systra) 54
Figure 46 : périmètre d'étude éloigné du projet (source ALTO) 56
Figure 47 : fuseau d'étude restreint et périmètre de la ZAC Ferney Genève Innovation 57
Figure 48 : Températures à Genève-Cointrin sur la période 1991-2020 (source : InfoClimat) 58
Figure 49 : Précipitations à Genève-Cointrin sur la période 1991-2020 (source : InfoClimat) 58
Figure 50 : rose des vents (données 2021 à 2023 – Station de Genève-Cointrin) 59

Figure 51 : écarts de température par rapport à la normale 1981-2010 (source : scenarios climatiques CH2018) 59
Figure 52 : aperçu des changements attendus pour les phénomènes extrêmes (RCP8.5) 60
Figure 53 : topographie de l'aire d'étude (source : ALTO STEP 2022) 60
Figure 54 : extrait de la carte géologique Saint Julien (source : BRGM) 61
Figure 55 : coupe hydrogéologique interprétative de la nappe de Montfleury 62
Figure 56 : réseau hydrographique interceptant le périmètre de la ZAC FGI et du tracé du tramway 64
Figure 57 : objectifs d'état visés par le SDAGE 2022-2027 pour le Lac Léman, exutoire du Gobé 65
Figure 58 : photos des travaux de renaturation du Nant (source : SPL Terrinnov) 67
Figure 59 : plan paysager à l'échelle de la ZAC FGI, intégrant les projets de renaturation des cours d'eau 67
Figure 60 : Zones humides identifiées au SCOT du Pays de Gex (source : SCOT) 68
Figure 61 : Carte des zones humides, critères flore et pédologie (Source AEU, 2014) 69
Figure 62 : Zones d'évitement et de compensation des zones humides (Source : Arrêté préfectoral Loi sur l'Eau - DDT de l'Ain) 69
Figure 63 : Proposition de modification de la localisation/répartition des zones de compensation au droit du secteur Paimboeuf (source : ALTO STEP) 70
Figure 64 : localisation des sondages pédologiques sur le secteur de la Poterie (source : PAC de 2024) 71
Figure 65 : Implantation des sondages pédologiques pour l'étude zone humide sur TLG, Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange, Ferney-Voltaire (01). Avis-Vert / Oxalis, novembre 2019 71
Figure 66 : bassin de rétention du Nant, en amont de la ZAC FGI (source : DLE 73
Figure 67 : extrait du PAC aléa inondation des cours d'eau du Pays de Gex du 7 octobre 2021 (source DDT Ain) 73
Figure 68 : Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Très-la-Grange, Plan des zones inondables d'après l'étude hydraulique RCI, OBRAS, 01.2024 74
Figure 69 : aléa remontée de nappe (source : georisques.gouv.fr) 74
Figure 70 : emprise du Large Hadron Collider du CERN sur le site de projet (Source : extrait du schéma directeur des réseaux, Equipe SEURA, novembre 2012) 75
Figure 71 : Carte de l'inventaire et des protections des milieux naturels (Source : ALTO STEP) 76
Figure 72 : Espace naturel sensible «Bois de Durand, Perdriaux et étang de Colovrex (Source : Fiche de présentation de l'ENS, Patrimoine de l'Ain) 77
Figure 73 : Trame verte et bleue dans l'aire d'étude élargie (>5km autour du projet) (Source : SRADDET, 2021) 78
Figure 74 : Trame verte et bleue dans l'aire d'étude élargie (>5km autour du projet) (Source : Diagnostic de la qualité de la biodiversité OCAN, 2022) 78
Figure 75 : Trame verte et bleue sur la commune de Ferney-Voltaire (d'après le SRADDET, 2021) 78
Figure 76 : Trame noire sur la ZAC FGI et à l'échelle du Pays de Gex (Source : Rapport inventaire Faune Flore, Avis Vert, 2021) 79
Figure 77 : types d'habitats naturels du secteur de la Poterie 79
Figure 78 : chêne centenaire de Paimboeuf 79
Figure 79 : types d'habitats naturels du secteur de Très-la-Grange 80
Figure 80 : Carte d'occupation des sols et habitats naturels (E0) - Source : Rapport inventaire Faune Flore, Avis Vert, 2021.81
Figure 81 : rosier de France, lisière de Colovrex 83
Figure 82 : localisation de la flore patrimoniale 83
Figure 83 : localisation des mammifères à enjeux forts et modérés sur le site d'étude 84
Figure 84 : muscardin et rat des moissons 84
Figure 85 : nid de muscardin 85
Figure 86 : enjeux de la zone d'étude vis-à-vis des mammifères (hors chiroptères) 86
Figure 87 : zones à enjeux pour les chiroptères 89
Figure 88 : points de contact des oiseaux à enjeux (synthèse 2019-2021) 91
Figure 89 : lézarde des murailles (photo prise en dehors du site d'étude) 92
Figure 90 : zones à enjeux pour les reptiles (lézard des murailles) 93
Figure 91 : grand capricorne et répartition en région Rhône-Alpes 95
Figure 92 : lucane cerf-volant 95
Figure 93 : localisation des insectes à enjeux 95
Figure 94 : zones à enjeux pour l'entomofaune 96
Figure 95 : synthèse des enjeux écologiques sur la ZAC FGI 97
Figure 96 : localisation des mesures d'évitement vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI 98
Figure 97 : localisation des mesures de réduction vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI 98
Figure 98 : localisation des mesures de compensation vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI 99
Figure 99 : orientation 1.3 - Une mobilité et une accessibilité innovante (Source : PADD, PLUi-H du Pays de Gex, février 2020) 106
Figure 100 : extrait du règlement graphique du PLUi-H de Ferney-Voltaire 106
Figure 101 : Orientation 1.3 - Une mobilité et une accessibilité innovante (source : PADD, PLUi-H du Pays de Gex, février 2020) 108
Figure 102 : OAP sectorielle Ferney Genève Innovation (Source : PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020) 109
Figure 103 : Évolution annuelle de la population depuis 1968 (à droite) et taux de population par grande tranche d'âge en % en 2019 (à gauche)_ Sources : INSEE, RP 2019 109
Figure 104 : Évolution des parts des tranches d'âge des ménages _ RP2019, INSEE 110
Figure 105 : Localisation du territoire Franco-valdo-genevois _ Source : Observatoire statistique transfrontalier, 2021 110
Figure 106 : Aire d'influence de Genève sur les territoires alentours - Source : Rapport de présentation du SCOT, Février 2020 110
Figure 107 : Grandes typologies d'habitats sur la commune de Ferney-Voltaire - Source : ALTO STEP, 2021 111
Figure 108 : Résidences principales en 2018 selon la période d'achèvement _ Source : INSEE, RP2018 112
Figure 109 : Évolution du nombre de logements dans la commune de Ferney-Voltaire _ Source : INSEE, REP 2018 112
Figure 110 : Part des catégories socio-professionnelles à Ferney-Voltaire - Sources : RP2019, INSEE 113
Figure 111 : Le travail frontalier en forte croissance : 115 000 habitants de la région employés en Suisse, INSEE, 10.07.2021 113
Figure 112 : le CERN et le LHC, localisation du point 8 à Ferney-Voltaire 114
Figure 113 : Les équipements et services sur la commune Ferney-Voltaire à l'état initial E1 (Source : ALTO STEP d'après BPE2020, INSEE) 114
Figure 114 : localisation des secteurs dédiés à l'activité économique (en violet) au sein de la ZAC FGI (source : SPL Terrinnov) 115
Figure 115 : hiérarchisation du réseau viaire de Ferney-Voltaire 116
Figure 116 : Plan des voies actuelles dans la Poterie, majoritairement en impasses 117
Figure 117 : réseau viaire interne de la ZAC FGI 118
Figure 118 : Répartition modale des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle 118
Figure 119 : Plan de charge du réseau viaire et capacité utilisée pour la situation actuelle 119
Figure 120 : Vitesses moyennes en situation actuelle - HPM 119
Figure 121 - Vitesses moyennes en situation actuelle – HPS 119
Figure 122 : Évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney un jour ouvré moyen de 2019 (flux par sens) 120
Figure 123 : Comparaison des répartitions modales des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle et de référence 120
Figure 124 : Plan de charge du réseau viaire et capacités utilisées pour la situation de référence 121
Figure 125 : Projection du trafic horaire dans le tunnel de Ferney sans le tramway (sens France > Suisse) 121
Figure 126 : Projection du trafic horaire dans le tunnel de Ferney sans le tramway (sens Suisse > France) 121
Figure 127 : arrêt du BHNS « Ferney centre » (source : www.ain.fr) 122
Figure 128 : lignes de bus desservant Ferney-Voltaire (Source : TPG) 122
Figure 129 : pistes cyclables recensées à Ferney-Voltaire (source : cyclosm.org) 123
Figure 130 : maillage piéton et cyclable prévu dans la ZAC FGI 123
Figure 131 : Principe du foisonnement du stationnement sur une journée 124
Figure 132 : vue d'architecte du parking mutualisé en cours de construction sur le secteur de Paimboeuf 124
Figure 133 : échelle du bruit 125
Figure 134: Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève (source : Géoportail) 126
Figure 135 : extrait de la carte de bruit stratégique du PPBE 4ème échéance (source : DDT Ain) 127
Figure 136 : Extrait du classement sonore des infrastructures de l'Ain (source : cartographie du classement sonore des infrastructures de transport de l'Ain, 2022) 127
Figure 137 : Plan de localisation des mesures d'état sonore initial 128
Figure 138 : Résultats des calculs d'état sonore initial (source : Systra) 129
Figure 139 : Analyse des enjeux vibratoires du projet 130
Figure 140 : Répartition des émissions des polluants étudiés par secteur d'activité pour sur la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex (source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes) 131
Figure 141 : Implantation des stations de mesure d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et suisses vis-à-vis de la zone d'étude (source : Ispira) 133
Figure 142 : monuments historiques à proximité de la ZAC FGI 135
Figure 143 : plan de l'allée de la tire 135

Figure 144 : photographies de l'allée de la tire 136
Figure 145 : changement de paysage progressif (gauche : 1950-1965 , droite 2021) (Source : Remonter le temps, IGN, 2021) 136
Figure 146 : Secteurs de travaux (Source : ALTO STEP, 2021) 137
Figure 147 : Vue 1 : Entrée de ville RD1005 (source : AltoStep, 2022) 137
Figure 148 : Vue 2 : Place du Jura en 2022 et en situation future (état initial E1) (plan directeur OBRAS) 137
Figure 149 : vues du site depuis les secteurs Paimboeuf, Très-la-Grange et Collovrex 138
Figure 150 : projet paysager de la ZAC FGI (source : Obras) 139
Figure 151 : Plan des variantes du tronçon français du tramway (Source : Office Cantonal des transports, juin 2019) 145
Figure 152 : Plan des trois options de tracé de l'extension du tramway des Nations au sein de la ZAC FGI à Ferney-Voltaire (Etudes préliminaires 2020, Obras, Transitec, Ingérop ; plan ayant servi à la concertation publique de 2020) 146
Figure 153 : Synthèse des contraintes sous les tracés des 3 variantes (source : SPL Terrinnov ; plan ayant servi à la concertation publique de 2020) 146
Figure 154 : option de tracé 1 : le cours (avenue d'Alembert) (plan ayant servi à la concertation publique de 2020) 147
Figure 155 : option de tracé 2 : l'allée des champs (rue Émilie du Chatelet) (plan ayant servi à la concertation publique de 2020) 147
Figure 156 : option de tracé 3 : l'allée de la tire (plan ayant servi à la concertation publique de 2020) 148
Figure 157 : superposition des options de tracé du tramway et des stations d'espèces à enjeux 150
Figure 158 : évolution du schéma directeur au droit du lot A08 152
Figure 159 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur le secteur douane 156
Figure 160 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la RD1005 157
Figure 161 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la place des lumières 157
Figure 162 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'est de l'avenue d'Alembert 157
Figure 163 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'ouest de l'avenue d'Alembert 158
Figure 164 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'allée de la tire 158
Figure 165 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la rue Emilie du Châtelet 159
Figure 166 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur Très-la-Grange 159
Figure 167 : Bilan des emprises foncières sur le schéma directeur 2019 (sans tramway) et 2024 (avec tramway) 160
Figure 168 : schéma directeur initial de la ZAC FGI (source : Obras) 160
Figure 169 : schéma directeur de la ZAC FGI modifié pour intégrer le tramway (source : Obras) 160
Figure 170: emprise de la voie de chantier au droit de l'avenue d'Alembert (ex le cours) et coupe (AVP Systra) 162
Figure 171 : emprise du chantier sur la RD1005 au droit de la douane et coupe 163
Figure 172 : report de la circulation vers les postes frontières proches 163
Figure 173 : surfaces enherbées de la plateforme du tramway 170
Figure 174 : coupe de l'ouvrage d'art de franchissement du Nant par la plateforme du tramway 170
Figure 175 : zones humides évitées et compensées au droit du projet de ZAC FGI issue du PAC 2020 171
Figure 176 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Très-la-Grange nord (source : Obras) 172
Figure 177 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Très-la-Grange sud (source : Obras) 172
Figure 178 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Paimboeuf (source : Obras) 172
Figure 179 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur douane-Jura (source : Obras) 173
Figure 180 : sous bassins versants de la section RD1005 et justification du remplissage des ouvrages 173
Figure 181 : Limite d'interface entre réseau d'assainissement plateforme et réseau voirie 174
Figure 182 : mesures d'évitement des impacts à l'échelle de la ZAC FGI (source : Terrinnov) 175
Figure 183 : mesure de réduction des impacts sur le corridor écologique de l'allée de la tire 176
Figure 184 : éloignement du tracé du tramway le long de la ripisylve du Nant (profil en travers localisé sur le plan ci-avant) 176
Figure 185 : éclairage dissymétrique pour éviter les espaces naturels 177
Figure 186 : variation de l'éclairage entre les périodes « début-fin de nuit » et « cœur de nuit » (source : AVP OBRAS) 177
Figure 187 : localisation des sites Natura 2000 les plus proches 178
Figure 188 : Comparaison des répartitions modales des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle et projetée 179
Figure 189 : Plan de charge du réseau viaire et capacités utilisées pour la situation projetée 180
Figure 190 : Comparaison des capacités utilisées des principaux carrefours à feux 180
Figure 191 : Projection de l'évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney avec le tramway (sens France > Suisse) 180
Figure 192: Projection de l'évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney avec le tramway (sens Suisse > France) 181
Figure 193 : carte des lignes actuelles et modifications envisagées à Ferney-Voltaire (source : Systra) 181
Figure 194 : Contributions sonores du tramway en façade des bâtiments (source : Systra) 183
Figure 195 : Contributions sonores des voies routières nouvelles en façade des bâtiments (source : Systra) 184
Figure 196 : évaluation de l'évolution des contributions sonores des voies modifiées 185
Figure 197 : Contributions cumulées des routes et du tramway - Critère PNB (source : Systra) 186
Figure 198 : Identification des bâtiments avec dépassement de l'objectif acoustique (contribution du tramway) 186
Figure 199 : éloignement des bâtiments de l'axe du tramway afin d'éviter les nuisances sonores 186
Figure 200 : Repérage des niveaux de performances anti-vibratile minimaux par tronçon 188
Figure 201 : axes routiers support du trafic dans le scenario E0 et dans les scenarii E1 et E2 189
Figure 202 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié 190
Figure 203 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E0 191
Figure 204 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E1 191
Figure 205 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E2 191
Figure 206 : Cartographie des concentrations en PM_{10} – E0 192
Figure 207 : Cartographie des concentrations en PM_{10} – E1 192
Figure 208 : Cartographie des concentrations en PM_{10} – E2 192
Figure 209 : Cartographie des concentrations en $PM_{2,5}$ – E0 193
Figure 210 : Cartographie des concentrations en $PM_{2.5}$ – E1 193
Figure 211 : Cartographie des concentrations en $PM_{2.5}$ – E2 193
Figure 212 : localisation des interceptions du projet de ZAC et du périmètre de protection des abords des MH (rouge foncé) 194
Figure 213 : perspective depuis le parc de la tire 194
Figure 214 : aménagement du tramway le long de l'allée de la tire (Obras) 194
Figure 215 : coupe sur la section Nord de l'allée de la Tire, au droit d'un passage piéton au-dessus du Nant (source : Obras) 195
Figure 216 : coupe sur la section centrale de l'allée de la Tire (source : Obras) 195
Figure 217 : coupe sur l'ouvrage de franchissement du tramway (source : Obras) 195
Figure 218 : répartition des espaces de nature dans la ZAC, support du paysage urbain (source : Obras) 196
Figure 219 : Ambiance sur la rue Émilie du Chatelet (ex-allée des champs) (source : Obras) 197
Figure 220 : ambiance le long de l'allée de la tire (source : Obras) 197
Figure 221 : Coupe sur l'Allée de la Tire, sur le houppier le plus proche de la ligne de tramway (source : Obras) 198
Figure 222 : Calcul des Indices Pollution-Population pour les différents scénarios 199
Figure 223 : Indice Pollution-Population pour les différents scénarii 200
Figure 224 : diagramme des risques tirés de l'analyse nationale des risques « catastrophes et situations d'urgence en Suisse » 201
Figure 225 : les impacts sur la santé du changement climatique (source : Antoine Flahault, Institut de santé globale – UniGE) 202
Figure 226 : ensoleillement au solstice d'été (21 juin) sur le secteur Très-la-Grange (source : Obras) 202
Figure 227 : localisation des projets retenus pour l'analyse des effets cumulés 208
Figure 228 : évolution de la hiérarchisation du réseau viaire de Genève 213
Figure 229 : projet de BHNS entre la Porte de Franche et la frontière suisse (Meyrin) 213
Figure 230 : projet de requalification du giratoire de la Porte de France à St Genis Pouilly 214
Figure 231 : aménagement de la RD35a à St Genis Pouilly 214
Figure 232 : périmètre du modèle MMT, rapport technique modélisation MMT – projet d'agglomération n°4, janvier 2021, Egis 215
Figure 233 : ligne tramway TPG 15 en 2030 en Référence (gauche - prolongement en Suisse jusqu'au P+R P47) et en Projet (droite – prolongement jusqu'à Ferney-Voltaire) 215
Figure 234 : coupure définitive de la route de Ferney et déclassement de cette route dans le réseau secondaire à Genève 216
Figure 235 : représentation graphique des émissions de GES du projet de tramway 222
Figure 236 : Représentation graphique du bilan GES intra-ZAC 223
Figure 237 : pièges photographiques et nids artificiels 230
Figure 238 : Localisation des nids artificiels et pièges-photographiques 230
Figure 239 : matériel de détection des chauves-souris 231
Figure 240 : localisation des boîtiers enregistreurs pour chiroptères 231
Figure 241 : localisation des plaques à reptiles 233
Figure 242 : Réseau routier associé – E0 236

Figure 243 : Réseau routier associé – E1 et E2 236
Figure 244 : Plan de localisation des mesures d'état sonore initial 236
Figure 245 : Hypothèse de profil de vitesse (source : Notice exploitation en phase AVP2 – avril 2022) 237
Figure 246 : Atténuation vibratoire du sol : Principe 239
Figure 247 : Atténuation vibratoire du sol : Essai in situ 239
Figure 248 : Emplacement des essais durant passages des rames 239
Figure 249 : Photo des essais durant passages des rames 239
Figure 250 : Illustration du modèle d'interaction matériel roulant / rail. 239
Figure 251 : Résultats des mesures niveaux vibratoires au passage de rame. 240
Figure 252 : Résultats de calibrage du modèle numérique complet 240
Figure 253 : Hypothèse de profil de vitesse (source : Notice exploitation en phase AVP2 – avril 2022) 240
Figure 254 : Repérage des tronçons homogènes d'un point de vue vibratoire 241
Figure 255 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions 242
Figure 256 : Réseau routier associé – E0 242
Figure 257 : Réseau routier associé – E1 et E2 243
Figure 258 : Domaine et bande d'étude 244
Figure 259 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude 245
Figure 260 : Répartition de la population pour les différents scénarios (source : INSEE) 246
Figure 261 : Surface habitée dans la bande d'étude – Scénario Actuel (source : BD TOPO®) 247
Figure 262 : Surface habitée dans la bande d'étude – Scénarios référence et projet (source : BD TOPO®) 247
Figure 263 : Arbre des conséquences de la mise en place du tramway 250
Figure 264 : Carte des voiries numérotées sur la ZAC (source Transitec) 253

Tableau 1 : récapitulatif des caractéristiques de la ligne côté français 23
Tableau 2 : résumé des seuils acoustiques 32
Tableau 3 : Définition des types de pose de voie 33
Tableau 4 : Capacité d'emport du matériel roulant en circulation (source : Etude complémentaire pour le prolongement du tramway) 52
Tableau 5 : synthèse des groupements végétaux présents à l'état actuel (E0) 82
Tableau 6 : synthèse des enjeux mammifères (hors chiroptères) 85
Tableau 7 : résultats des inventaires chiroptères et niveau d'enjeu réglementaire 86
Tableau 8 : résultat des indices de présence des chiroptères 87
Tableau 9 : résultats de l'indice en fonction du référentiel Rhône-Alpes (VIGICHIRO) 87
Tableau 10 : synthèse des espèces de chauves-souris à enjeux 88
Tableau 11 : résultats des inventaires avifaune et niveau d'enjeu réglementaire 90
Tableau 12 : espèces à enjeux de l'avifaune 91
Tableau 13 : espèces à enjeux de l'herpétofaune 92
Tableau 14 : résultats des inventaires entomofaune 94
Tableau 15 : synthèse détaillée des mesures ERC et de leur état d'avancement 100
Tableau 16 : Prescriptions relatives au paysage et au patrimoine, Règlement écrit du PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020 106
Tableau 17 : Emplacements réservés, Règlement écrit du PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020 107
Tableau 18 : Description des critères d'ambiance sonore initiale 125
Tableau 19 : Résultats des mesures d'état sonore initial 128
Tableau 20 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes) 131
Tableau 21 : Valeurs de référence pour les polluants étudiés 132
Tableau 22 : Typologie et polluants mesurés pour les stations d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et suisses retenues 133
Tableau 23 : synthèse des résultats du suivi de la qualité de l'air en moyenne annuelle 133
Tableau 24 : Moyennes annuelles (juin 2022 à juin 2023) des différents polluants étudiés au cours de la campagne de mesure sur la commune du Grand-Saconnex 133
Tableau 25 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié 133
Tableau 26 : synthèse des enjeux du site d'étude 140
Tableau 27 : évaluation de la demande de mobilité au passage de la frontière (Source : Unis-T, 2019) 145
Tableau 28 : analyse multicritère 145
Tableau 29 : synthèse de l'analyse multi-critère (source : SPL Terrinnov) 149
Tableau 30 : synthèse des mesures ERC propres au projet ZAC FGI et tramway et détermination des impacts résiduels 177
Tableau 31 : Périodes de pointe et/ou de saturation en fonction des scénarios 181
Tableau 32 : résumé des seuils acoustiques 182
Tableau 33 : Résultats d'analyse – Impacts indirects du projet sur les niveaux sonores dus au trafic routier 185
Tableau 34 : résultats de modélisation des impacts du projet sans mesures de mitigation vibratoire 187
Tableau 35 : Description des niveaux d'atténuation vibratoire 187
Tableau 36 : Performance d'atténuation minimale requise par tronçon 188
Tableau 37 : répartition du linéaire projet par niveaux de performance anti vibratile 188
Tableau 38 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour 189
Tableau 39 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié 189
Tableau 40 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios 190
Tableau 41 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation 190
Tableau 42 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – NO2 191
Tableau 43 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM_{10} 192
Tableau 44 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – $PM_{2.5}$ 193
Tableau 45 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude 199
Tableau 46 : principaux effets du projet du tramway 209
Tableau 47 : projets retenus pour l'analyse des effets cumulés 209
Tableau 48 : principaux résultats de report liés au projet de prolongement du tramway à Ferney-Voltaire 215
Tableau 49 : données et hypothèses retenues pour le calcul du bilan GES 221
Tableau 50 : émissions GES du projet de tramway 222
Tableau 51 : émissions GES du projet de tramway dans la ZAC uniquement 223
Tableau 52 : test de sensibilité du bilan GES avec les hypothèses de la SNBC2 223
Tableau 53 : gain monétaire annuel du carbone évité 224
Tableau 54 : Calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique selon les scénarios étudiés 224
Tableau 55 : Evolution des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique avec et sans projet à l'horizon 2035 224
Tableau 56: synthèse des méthodes employées 228
Tableau 57: synthèse des prospections des habitats naturels 228
Tableau 58 : synthèse des prospections de la flore 229
Tableau 59 : synthèse des prospections des micromammifères 229
Tableau 60 : synthèse des prospections des chauve-souris 230
Tableau 61 : synthèse des prospections pour l'avifaune 232
Tableau 62 : synthèse des prospections des amphibiens et reptiles 233
Tableau 63: synthèse des prospections des insectes 234
Tableau 64 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié 235
Tableau 65 : Résultats de recalage du modèle 237
Tableau 66 : Résultats de mesure de niveaux sonores au passage des tramways 237
Tableau 67 : Calcul du nombre de passages de rame par période. 238
Tableau 68 : Distance critique de l'impact vibratoire du projet 238
Tableau 69 : paramètres du modèle source 240
Tableau 70 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour 243
Tableau 71 : Facteurs d'émission en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – Usures des pneus, des freins et abrasion de la route (source : EMEP) 243
Tableau 72 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM zone 32) 245
Tableau 73 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation 245
Tableau 74 : Evolution de la population aux différents horizons étudiés 246
Tableau 75 : Nombre d'individus dans la bande d'étude aux horizons actuel et futur 246
Tableau 76 : Classes de densité de population utilisées pour l'analyse des coûts collectifs 248
Tableau 77 : Valeurs de la pollution atmosphérique (en €$_{2015}$ pour 100 km parcourus) – catégorie « Urbain diffus » 248
Tableau 78 : Projections pour l'évolution du PIB/habitant en Région Auvergne-Rhône-Alpes prises en compte dans le calcul des coûts collectifs 248
Tableau 79 : Valeurs tutélaires actualisées (en €/100 veh.km) 248
Tableau 80 : Nombre de kilomètres parcourus par jour 248
Tableau 81 : postes du projet « tramway » pris en compte 250
Tableau 82 : hypothèses de trafic issues de la modélisation de Transitec et utilisées pour le bilan GES 253
Tableau 83 : incertitudes du bilan GES 255

Chapitre 1 Préambule

1 Objet du dossier

La Zone d'Aménagement Concerté Ferney Genève Innovation (ZAC FGI) créée en 2013 a fait l'objet d'une étude d'impact en 2013 mise à jour en 2015, en 2017 puis en 2019. Le projet d'extension du tramway des Nations sur la commune de Ferney-Voltaire se situe intégralement dans la ZAC FGI.

En application de l'article R122-2 du Code de l'Environnement (rubrique n°7 de la nomenclature des projets) en tant que transport guidé de personnes, le tramway est soumis à étude d'impact.

L'Autorité environnementale recommande de procéder à l'actualisation de l'étude d'impact de la ZAC Ferney Genève Innovation en y incluant toute évolution connue ou pressentie du projet d'ensemble dont le projet de tramway.

L'extension de tramway étant intégralement située dans la ZAC au sein des secteurs Douane-Jura, Paimboeuf et Très-la-Grange, le présent dossier d'Étude d'Impact du tramway inclut l'ensemble des évolutions de ces secteurs depuis la dernière mise à jour de l'Étude d'impact de la ZAC.
Ainsi les trois états de référence considérés dans cette étude sont :

- État actuel : La ZAC en cours d'aménagement
- État Initial : La ZAC à l'aménagement complètement terminé mais sans tramway
- État final : La ZAC à l'aménagement complètement terminé avec le tramway

Le présent dossier porte donc sur l'Étude d'Impact du tramway et sur la mise à jour de l'Étude d'Impact de la ZAC.

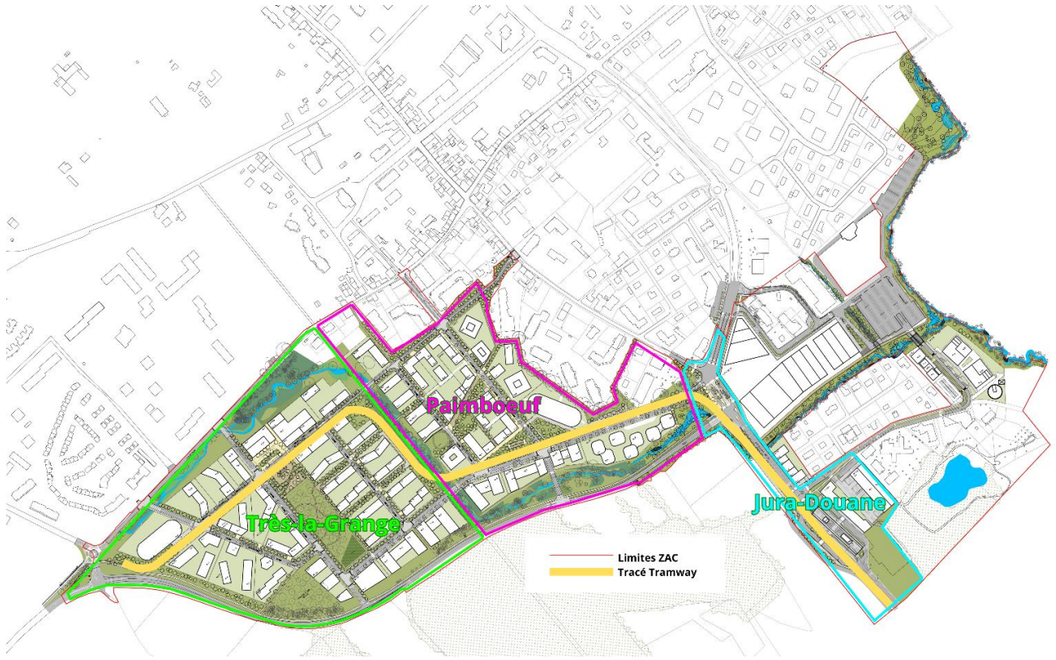


Figure 1 : Insertion du tracé du tramway au sein des secteurs de la ZAC Ferney-Genève Innovation

2 Présentation succincte du projet : l'extension du tramway des Nations à Ferney-Voltaire

Le projet concerne le prolongement de la ligne de tramway Nations-Grand-Saconnex, sur la commune de Ferney-Voltaire (01 210). Il s'agit du tronçon français, d'une ligne de tramway franco-suisse.
Le prolongement de cette ligne de tramway s'implante au sein de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) Ferney-Genève-Innovation, créée en 2013 et en cours de construction. L'aménageur de la ZAC Ferney Genève Innovation est la Société Publique Locale (SPL) Territoire d'Innovation (Terrinnov) agissant par concession de l'Agglomération du Pays de Gex. La ZAC Ferney Genève Innovation est un projet global de développement urbain incluant la création d'une nouvelle zone d'activités économiques et de nouveaux logements au sud du noyau urbain de Ferney-Voltaire.

La métropole du Grand Genève connait une croissance démographique forte et des mouvements pendulaires transfrontaliers massifs. Les axes routiers périphériques et de centres-villes sont largement saturés en heure de pointe. La politique de mobilité vise alors à accompagner l'évolution démographique du territoire tout en limitant la congestion en heure de pointe et la place de la voiture dans le centre-ville. L'actuelle ligne 15 de tramway du réseau des Transports Publics Genevois (TPG) a pour terminus le quartier des Nations à Genève. Ce tramway, dit « tramway des Nations Grand Saconnex » ou « TNGS » fait donc l'objet d'un projet de prolongement afin de favoriser le report du transport individuel motorisé (TIM) sur les transports collectifs (TC) sur l'un des axes prioritaires de l'agglomération entre Ferney-Voltaire (France-FR) et Genève (Suisse-CH).

Un premier tronçon d'extension (T1), issu du projet d'agglomération n°3 du Grand Genève (PA3) acté en 2016, consiste en un prolongement de la ligne de la place des Nations à Genève jusqu'à l'interface multimodale P47 de l'aéroport de Genève, sur la commune de Grand-Saconnex. Elle est sous la maîtrise d'ouvrage du Canton de Genève.
Le second tronçon d'extension (T2), inscrit dans le projet d'agglomération n°4 du Grand Genève (PA4) acté en 2021, consiste en un prolongement transfrontalier de la ligne, de l'interface multimodale P47 jusqu'à la commune de Ferney-Voltaire en France. La section suisse (P47-frontière) est sous la maîtrise d'ouvrage du Canton de Genève. La section française (frontière- terminus au carrefour du Bisou) est sous la maîtrise d'ouvrage de la communauté d'agglomération du Pays de Gex (CAPG) qui a mandaté la Société Publique Locale Territoire d'Innovation (SPL Terrinnov) pour la conduite des études.

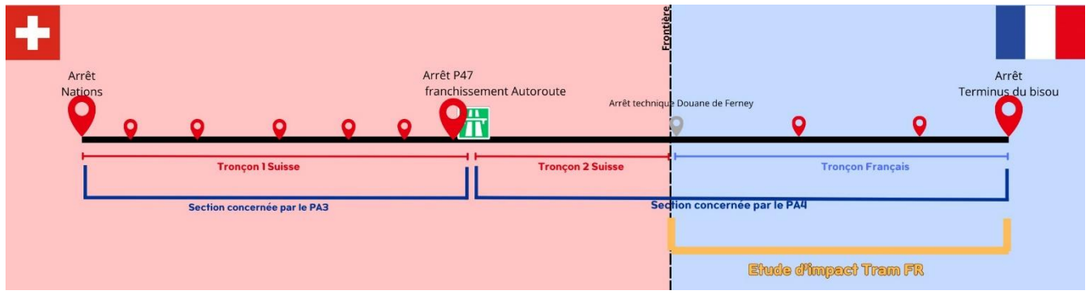


Figure 2 : schéma de la ligne de tramway des Nations Grand Saconnex, avec son prolongement en France

Le tracé du tramway côté français est intégralement situé au sein de la ZAC Ferney-Genève Innovation (FGI), dont la réalisation a été concédée à la SPL Territoire d'Innovation par la communauté d'agglomération du Pays de Gex (CAPG).

Ainsi, le projet de tramway sur la commune de Ferney-Voltaire est imbriqué dans deux projets d'aménagement plus vastes : le prolongement de la ligne de tramway « Nations Grand Saconnex » et la ZAC Ferney Genève Innovation.

A l'opposé de la ligne des Nations, un prolongement au-delà de la frontière franco-suisse est prévu, depuis le terminus actuel de Palette (Suisse) jusqu'à Saint-Julien-en-Genevois (France). Mesure annoncée dès le projet d'agglomération 2 (PA2) du Grand Genève en 2012, l'extension du tramway vers le sud devra être effective en 2025-2026. Ce projet de prolongement a fait l'objet d'une procédure d'évaluation environnementale sur laquelle la Mission Régionale de l'Autorité environnementale d'Auvergne-Rhône-Alpes a émis un avis le 07 mai 2015.

Enfin, le prolongement du tramway vers Ferney-Voltaire est complémentaire à la mise en place d'une ligne de bus à haut niveau de service (BHNS) reliant Cornavin (en Suisse) à Gex (en France) et passant par la RD1005 (mesure A2 n°32-1-2, 6621.2.043 du PA4).

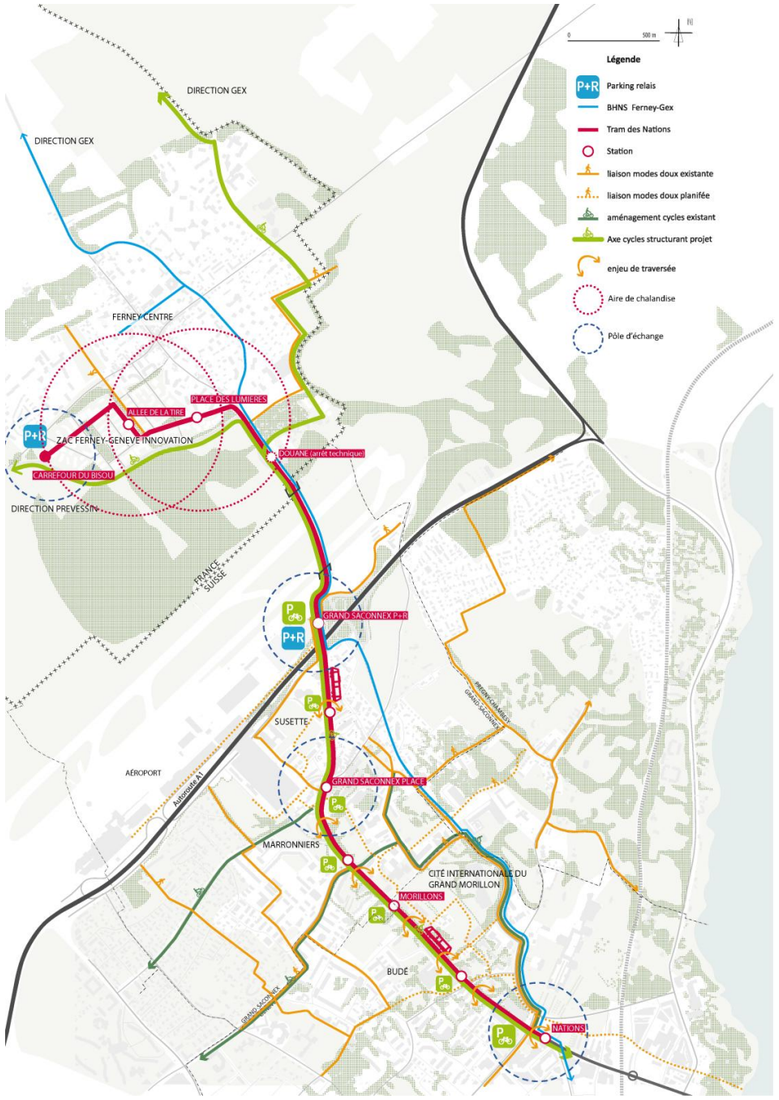


Figure 3 : Prolongement du tramway entre Nations (Genève) et Ferney-Voltaire (Source : Terrinnov)

3 Cadre réglementaire de l'évaluation environnementale

3.1 L'avis de l'Autorité Environnementale sur le prolongement du tramway

S'agissant d'un projet d'extension de tramway, ce type de travaux est soumis de manière systématique à évaluation environnementale, en application de l'article R122-2 du Code de l'Environnement (rubrique n°7 de la nomenclature des projets).

Au vu de la complexité des différents projets au sein d'un même territoire, la MRAE a été sollicitée en janvier 2023, conformément aux articles L122-1-2 et R122-4 du code de l'environnement, pour rendre un avis sur le champ et le degré de précision des informations à fournir dans l'étude d'impact. Cet avis a été rendu en mars 2023. Il a permis d'établir le contenu de l'évaluation environnementale présentée ci-après.

L'Autorité environnementale recommande de procéder à l'actualisation de l'étude d'impact de la ZAC Ferney Genève Innovation en y incluant toute évolution connue ou pressentie du projet d'ensemble dont le projet de tramway. L'étude d'impact présentée ci-après reprend donc les éléments de la ZAC FGI et détaille les modifications apportées par le tramway dans le schéma d'ensemble.

Par ailleurs, l'avis de la MRAE a permis de préciser le périmètre d'étude, les scénarios à étudier, les études complémentaires à mener.

Le périmètre d'étude sera adapté en fonction des thématiques avec trois niveaux de zoom :

- un périmètre rapproché correspondant à un fuseau de 50 m de part et d'autre du tracé du tramway ;
- un périmètre élargi correspondant au périmètre de la Zac Ferney-Genève Innovation ;
- un périmètre éloigné allant de l'échelle communale à l'agglomération franco-valdo-genevoise.

L'étude d'impact relative au prolongement du tramway des Nations s'insère dans le contexte actuel de la ZAC Ferney Genève Innovation en cours de construction et dans le contexte futur proche de la ZAC réalisée. Les analyses menées dans le cadre de l'étude d'impact s'inscrivent dans trois temporalités différentes qui correspondent aux différents scenarii de l'étude d'impact :

- L'état E0, qui correspond à l'état actuel du site, c'est-à-dire un secteur en chantier puisque les travaux de la ZAC sont en cours (parties Paimboeuf et Poterie) ;
- L'état initial E1, qui correspond à l'horizon 2030-2035 avec la ZAC FGI aménagée et habitée mais sans le tramway : c'est un scénario fictif nécessaire pour certaines études techniques (ex : vibratoire) ;
- L'état futur E2, qui correspond à l'état projeté de la ZAC construite et du tramway réalisé (horizon 2035).

Les états E1 et E2 permettent de faire figurer l'ensemble des évolutions de la ZAC en faisant la comparaison des scenarios de référence « avec » et « sans » projet de tramway.

Pour information, les travaux devraient se dérouler entre 2025 et 2027, en parallèle de l'aménagement urbain de la ZAC.

Les études complémentaires qui ont été menées dans le cadre de l'évaluation environnementale sont les études de trafic, les simulations acoustiques, vibratoires et de qualité de l'air, le bilan GES.

3.2 Historique des actualisations de l'étude d'impact de la ZAC FGI

La Communauté de Communes du Pays de Gex a lancé à partir de 2012 les études urbaines du projet de ZAC. L'étude d'impact du dossier de création de la ZAC Ferney Genève Innovation a été rédigée en parallèle, sur la période 2012-2013.
Le dossier de création de ZAC a été approuvé le 28 novembre 2013 par le Conseil communautaire de la communauté de communes du Pays de Gex.
En mars 2015, dans le cadre de la procédure de DUP et du dossier de réalisation de la ZAC, l'étude d'impact a été complétée pour tenir compte des ajustements du programme. Les précisions portaient essentiellement sur l'affinement du programme constructif et d'infrastructures du secteur de Paimboeuf et de la Place du Jura.
Le dossier de réalisation de la ZAC Ferney-Genève Innovation a été approuvé le 22 janvier 2015. Le projet de ZAC a été déclaré d'utilité publique par arrêté préfectoral du 22 juillet 2016.
En mars 2017, les études urbaines sont abouties sur le secteur de la Poterie. Le dossier de réalisation et l'étude d'impact sont donc complétés avec les nouveaux éléments concernant principalement la zone commerciale de la Poterie, l'accessibilité à la zone commerciale et le réseau d'anergie.
L'étude d'impact du dossier de création de la ZAC Ferney Genève Innovation a déjà été mise à jour à plusieurs reprises pour les procédures suivantes :

- La procédure de demande de Déclaration d'Utilité Publique et le premier dossier de réalisation : mars 2015 ;
- Le dossier de réalisation n°2 : juin 2017 ;
- Actualisation de l'étude d'impact en 2019 pour le projet de centre commercial de la Poterie.

Ainsi, la présente mise à jour de l'étude d'impact ZAC Ferney-Genève Innovation porte sur le prolongement du tramway. L'évolution se concentre essentiellement sur l'évaluation des impacts du projet de prolongement du tramway : évolution des mobilités, des nuisances sonores, des vibrations, de la qualité de l'air, modification des espaces publics. L'état initial de l'environnement est complété dès lors que des éléments nouveaux sont connus. Cet état initial intègre la ZAC FGI comme une de ses composantes.

3.3 Historique des saisines de l'autorité environnementale

L'Autorité environnementale a été saisie pour avis à six reprises au sujet du projet de la ZAC Ferney Genève Innovation :

- En 2013, dans le cadre de la procédure de création de la ZAC. Un avis a été émis en date du 4 septembre 2013 concernant l'étude d'impact de la ZAC du projet stratégique de développement de Ferney-Voltaire dans l'Ain ;
- En mai 2015, dans le cadre de la procédure de déclaration publique portant sur le périmètre de la ZAC Ferney-Voltaire Innovation, sur la base du dossier de DUP, comprenant une étude d'impact actualisée en mars 2015. L'avis de l'Autorité Environnementale n°2015-1747 correspondant a été rendu le 22 mai 2015 ;
- En mai 2018, dans le cadre de l'actualisation 2017 de l'étude d'impact. L'Autorité environnementale n'a pas été en mesure de rendre un avis sur ce dossier dans le délai réglementaire de deux mois,
- En mai 2018, dans le cadre de la Demande d'autorisation d'exploitation et d'ouverture de travaux - Code minier – concernant le projet du Champ de Sondes Géothermiques Verticales au sein de la ZAC. En retour, l'avis de l'Autorité Environnementale n°2018-ARA-AP-00590 a été rendu le 16 juillet 2018,
- En mai 2019, concernant la nécessité d'actualiser l'étude d'impact de la ZAC du fait du projet de centre commercial et culturel. La Mission Régionale de l'Autorité environnementale (MRAe) Auvergne-Rhône-Alpes a confirmé la nécessité d'actualisation dans son avis n°2019-ARA-AP-804 du 24 avril 2019. Saisie alors le 5 août 2019 sur une étude actualisée, la MRAe Auvergne-Rhône-Alpes n'a pas émis d'observation dans le délai réglementaire, faute de moyens.
- En janvier 2023, concernant le projet de prolongement de tramway dans la ZAC FGI, avec un avis rendu en mars 2023 (Avis n° 2023-ARA-AP-1476, avis détaillé ci-avant 3.1 - L'avis de l'Autorité Environnementale sur le prolongement du tramway).

3.4 Autorisation environnementale de la ZAC FGI

La ZAC FGI a fait l'objet d'un dossier de demande de dérogation au titre du code de l'environnement au regard des espèces protégées Volet « faune » et Volet « flore », déposé par la SPL en décembre 2014. L'arrêté préfectoral du 28/10/2015 porte autorisation de capture ou destruction de spécimens, destruction, altération, dégradation de sites de reproduction ou d'aires de repos d'espèces animales protégées, arrachage et enlèvement de spécimens d'espèces végétales protégées.

Par ailleurs, la ZAC a fait l'objet d'un dossier d'autorisation loi sur l'eau au titre du code de l'environnement, déposé par la SPL en novembre 2015. Ce dossier d'autorisation ne concerne que la première phase – soit environ 43 ha – à savoir les secteurs de Paimboeuf, de la Poterie, de la place du Jura et de la Douane. L'autorisation a été délivrée par un arrêté préfectoral du 28 octobre 2016.

Suite à un premier porter à connaissance (PAC), la dérogation à la destruction d'espèces protégées a été "incluse" dans une autorisation environnementale du 20/08/2020 (qui a modifié à la marge certaines prescriptions de la séquence éviter réduire compenser - ERC) délivrée à la SPL Territoire d'Innovation.

À ce stade, la SPL Terrinnov, porteur du projet de prolongement du tramway, a prévu que :

- les incidences du projet de tramway en termes d'évolution de l'autorisation environnementale existante fassent l'objet d'un Porter à Connaissance (PAC) l'un auprès de la DDT de l'Ain pour le volet loi sur l'eau, l'autre auprès de la DREAL Auvergne-Rhône Alpes pour le volet espèces protégées ;
- la deuxième phase de la ZAC, correspondant au secteur Très-La-Grange, fasse l'objet d'un dossier loi sur l'eau dédié. Il intégrera les impacts spécifiques du projet de tramway et les évolutions du projet sur ce secteur concernant l'eau et les milieux aquatiques.

De plus, le tracé du tramway et notamment de la vélo-route en sur-largeur traversent une zone naturelle protégée (Np) du PLUi-H du pays de Gex, l'agglomération du Pays de Gex a produit une note en octobre 2023 concernant l'aménagement de pistes cyclables et de routes en zone Ap ou Np certifiant l'absence de contraintes sur ce projet.

4 Le contenu de l'étude d'impact

L'étude est réalisée conformément à l'article L122-1 du Code de l'Environnement, relatif aux études d'impact.
L'article R122-5 du Code de l'Environnement précise le contenu de l'étude d'impact :

I. – Le contenu de l'étude d'impact est proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, installations, ouvrages, ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.
Ce contenu tient compte, le cas échéant, de l'avis rendu en application de l'article R. 122-4 et inclut les informations qui peuvent raisonnablement être requises, compte tenu des connaissances et des méthodes d'évaluation existantes.

II. – En application du 2° du II de l'article L. 122-3, l'étude d'impact comporte les éléments suivants, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire :
1° Un résumé non technique des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;

2° Une description du projet, y compris en particulier :
– une description de la localisation du projet ;
– une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;
– une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;
– une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement.
(…)

3° Une description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;

4° Une description des facteurs (…) susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;

5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :
a) De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;
b) De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;
c) De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;
d) Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. (…)
f) Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;
g) Des technologies et des substances utilisées.
La description des éventuelles incidences notables (…) porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;

6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;

8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :
– éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
– compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.
La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ;

9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;

10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;

11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ;
(…)

III. – Pour les infrastructures de transport (…), l'étude d'impact comprend, en outre :
- une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ;
- une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ;
- une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports ;
- une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ;
- une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences.

Elle indique également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R. 571-44 à R. 571-52.

(…)

V. – (..) Si le projet est soumis à évaluation des incidences systématique (…), le maître d'ouvrage fournit les éléments exigés par l'article R. 414-23. L'étude d'impact tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23.
(…)

Dans le cas présent, l’ordre des chapitres est légèrement différent de celui donné dans la législation afin de faciliter la compréhension du projet, de ses impacts sur l’environnement et des mesures prises pour les éviter, les réduire ou les compenser.

Chapitre 2 Résumé non technique

I. Description du projet

Le projet de prolongement du tramway des nations

Le projet de tramway s'insère sur la commune de Ferney-Voltaire, située dans la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex (CAPG, Pays de Gex agglo), située entre la Haute-Chaîne du Jura et la Suisse, et en particulier sur l'axe reliant Ferney-Voltaire à Genève grâce à l'extension d'une ligne de tramway transfrontalière. Le projet est porté par Pays de Gex agglo, qui compte plus de 100 300 habitants (INSEE 2020).

Le Canton de Genève constitue un pôle d'emplois majeur, du fait de la présence de grands équipements, tels que l'aéroport et la gare de Genève, de sièges d'entreprises, d'organisations internationales.

En 2016, 60% des frontaliers de la région Auvergne Rhône-Alpes travaillent dans la commune de Genève. Le nombre de frontaliers depuis Ferney-Voltaire est très important : au moins 1/4 des actifs quittent la commune pour se rendre dans le canton de Genève.

Aujourd'hui, 87% des déplacements entre le Pays de Gex et la Suisse sont effectués en voiture entrainant ainsi la saturation des axes routiers et une pollution importante. Le prolongement du tramway Nations-Grand-Saconnex à Ferney-Voltaire permettra d'offrir une alternative à la voiture individuelle pour les déplacements le long de cet axe tout en créant des conditions favorables à l'utilisation des transports en commun. L'objectif fixé est de doubler la part modale des transports collectifs au passage de la frontière franco-suisse à horizon 2030.

Pour atteindre ces objectifs, la CA du Pays de Gex, la SPL Territoire d'Innovation et la ville de Ferney-Voltaire proposent un projet d'extension à horizon fin 2027 de la ligne de tramway Nations-Grand-Saconnex du réseau de Transports Publics Genevois (TPG) vers la ville de Ferney-Voltaire. La dimension transfrontalière du projet est dans l'ADN même du programme, aussi bien dans sa conception, sa gouvernance et son financement. Le projet s'inscrit dans le cadre du Projet d'Agglomération du Grand Genève (mesure de transport phare du projet d'agglomération n°4, faisant l'objet d'une demande de cofinancement auprès de la Confédération suisse).

Le projet d'extension du tramway Nations-Grand-Saconnex (TNGS) s'inscrit dans un projet de développement urbain à Ferney-Voltaire, la ZAC Ferney-Genève Innovation, qui verra l'arrivée de 5 500 habitants supplémentaires, 4 500 emplois, une zone d'activités et des équipements publics (écoles, salles de sports, crèche).

Plus précisément, le projet de tramway de Ferney sera la prolongation de la ligne entre Nation et Bernex-Vailly. Un premier prolongement sur le territoire suisse sera réalisé de Nations jusqu'au Grand-Saconnex, puis du Grand-Saconnex à la douane de Ferney-Voltaire, et sur le territoire français de la douane jusqu'au carrefour du bisou.

Ce prolongement s'étend environ sur 5,4 kilomètres, dont **environ 1,8 kilomètre en France**, sur la commune de Ferney-Voltaire. Cette extension s'accompagne de 9 nouvelles stations implantées le long du parcours du tramway, dont **3 en France**, ainsi qu'un arrêt technique à la douane de Ferney-Voltaire. La place des Nations à Genève serait ainsi atteinte en moins de 15 minutes et la gare de Genève Cornavin (centre de Genève) en 20 minutes de manière fiable. A l'heure actuelle, ces temps de parcours sont très variables car dépendants de l'état du trafic routier.

Cette extension de ligne de tramway sera exploitée avec une fréquence de 6 minutes en heure de pointe, de 12 minutes en heure creuse et de 24 minutes en début et fin de service et une amplitude de 6h00 à 00h00. Deux types de matériels roulants déjà exploités seront utilisés sur cette extension, avec une possibilité d'un nouveau matériel à acquérir.

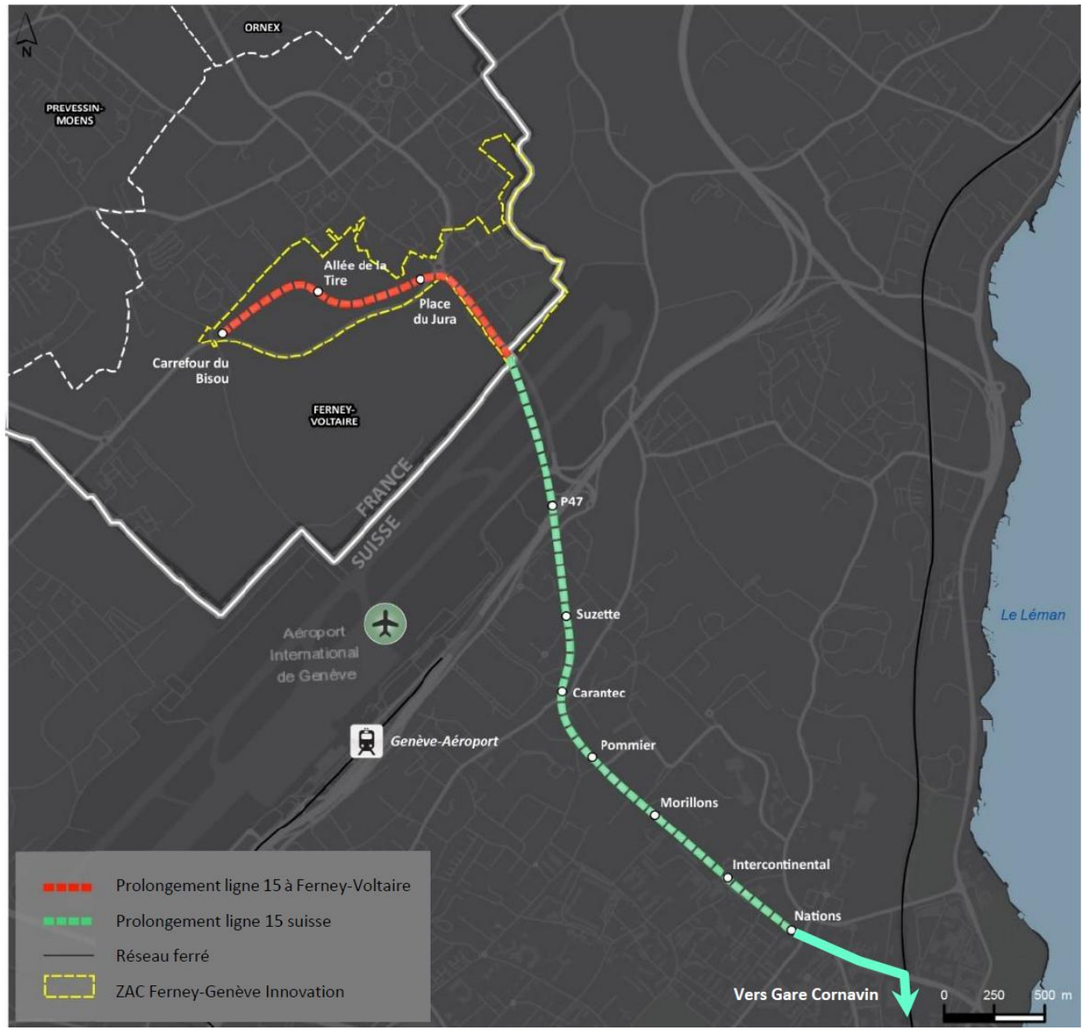


Figure 4 : Localisation de l'extension de tramway à Ferney-Voltaire. Source : Systra

La ligne ainsi prolongée fera partie intégrante du réseau de Transports Publics Genevois, et sera conçue afin de répondre à tous les standards de ce réseau en termes d'exploitation, information voyageur et charte d'aménagement. La conception de la ligne répondra, dans la mesure du possible, aux standards, moyens et méthodes de maintenance actuellement mis en œuvre sur le réseau TPG, qui auront la charge de la maintenance des voies ferrées, de l'énergie et des lignes aériennes de contact, de la signalisation ferroviaire, des équipements d'information voyageurs et des distributeurs de billettique.

Le tramway sera connecté au Léman Express (réseau ferroviaire desservant Genève et son agglomération transfrontalière) et au réseau de Transports Publics Genevois (5 lignes de tramway + lignes de bus) en complémentarité avec les lignes existantes sur le secteur pour maximiser l'effet réseau (connexions lignes 64 et 66 au terminus ; connexion BHNS Gex-Ferney- Genève à Place du Jura).

Il s'inscrit en complémentarité avec la ligne de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) reliant Gex – Ferney-Voltaire – Genève. Les deux sites propres se retrouvent mutualisés au niveau de la RD1005 entre la future Place des lumières (carrefour RD1005/RD35) et la frontière franco-suisse en vue de traverser la douane de Ferney-Voltaire puis le tunnel sous l'aéroport de Genève côté suisse. Entre la Place du Jura (place des lumières) et le terminus de la ligne, le tramway empruntera les futurs axes de la ZAC Ferney-Genève innovation en site propre dédié.

S'intégrant entièrement dans le périmètre de la ZAC Ferney-Genève Innovation, le projet de tramway bénéficie ainsi des procédures et démarches opérationnelles déjà engagées pour la mise en œuvre du projet urbain conduit par la SPL Territoire d'Innovation (acquisitions foncières et études règlementaires notamment).

Pour inciter au report modal de la voiture vers le tramway, la réalisation d'un parking-relais est prévue au terminus de la ligne, assurant une intermodalité de qualité aux usagers de la ligne. Ce parking, d'une capacité de 500 places, permet d'offrir aux navetteurs un stationnement sécurisé en journée et une solution d'intermodalité fiable et capacitaire. Il fait partie intégrante du projet de tramway en prévoyant un report modal supplémentaire de 300 véhicules/h en heure de pointe du matin.

La concertation préalable a été menée durant l'année 2020 et les études de maîtrise d'œuvre ont été lancées début 2021. Le lancement prévisionnel des travaux est prévu en 2025. La mise en service escomptée de l'extension est à l'horizon fin 2027. L'objectif est de mettre en service de manière simultanée l'ensemble du prolongement de la ligne de tramway.

Le montant d'investissement pour cette extension sur la commune de Ferney-Voltaire est estimé à 41 M€HT pour l'infrastructure tramway et les espaces publics connexes, ainsi que 9 M€HT pour le parking relais (P+R).

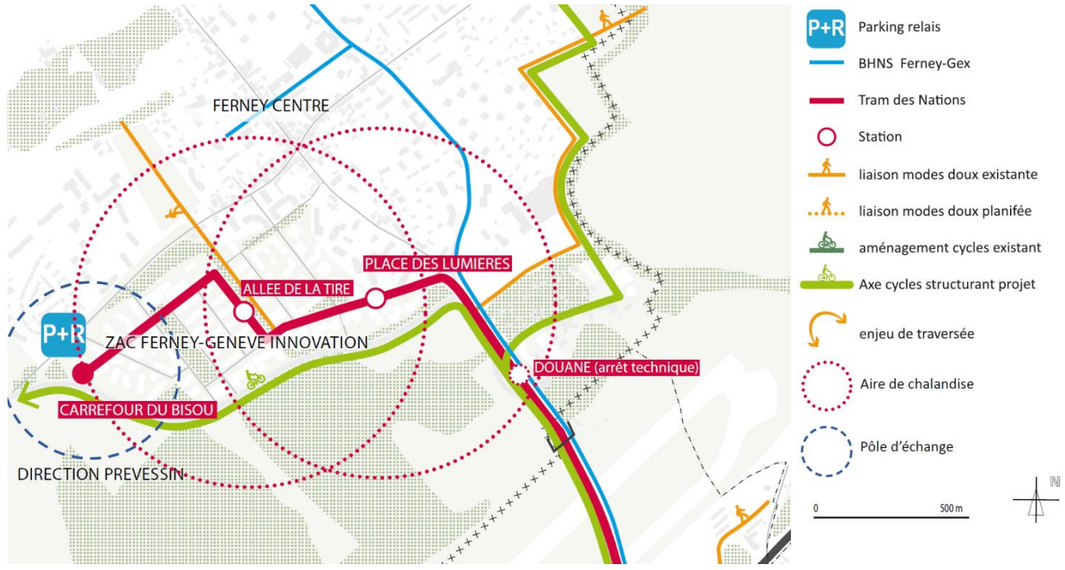


Figure 5 : carte de la multimodalité à Ferney-Voltaire (Source : Office Cantonal des Transports)

Bénéfices attendus du projet

Le projet s'intègre dans un cadre large de programmation de la mobilité dans le Grand Genève. Les bénéfices attendus sont les suivants :

- Contenir l'augmentation du trafic routier liée aux développements urbains du secteur grâce à la mise en service d'un mode de transport performant ;
- Atténuer les émissions de GES et améliorer la qualité de l'air, grâce au report modal de la voiture individuelle vers les transports collectifs et plus particulièrement le tramway ;
- Accompagner le développement urbain de Ferney-Voltaire et en particulier la ZAC Ferney-Genève Innovation ;
- Offrir à tous un moyen de déplacement sur le territoire, accessible et à prix avantageux par rapport aux autres modes motorisés ;

Le report modal estimé par le Modèle Multimodal Transfrontalier (MMT réalisé en 2021) est de 1610 personnes passant de la voiture particulière au transport en commun, pour prolongement du tramway côté français (entre le P47 et le P+R du Bisou), soit environ 1300 véhicules par jour en moins sur la route.

Cela se traduit par une économie d'émissions de Gaz à Effet de Serre d'environ 2 tonnes équivalent CO_2 par jour, soient environ 612 tonnes équivalent CO_2 par an. Ce chiffre représente une diminution de 4% des émissions de Gaz à Effet de Serre liées aux transports pour la ville de Ferney-Voltaire.

Le bilan socio-économique (réalisé en 2021) a pris en compte un taux d'actualisation de 4,5%, des coûts d'investissements de 48,4M€ (estimation en 2021) et un ratio de 19,5€.tram.km, couvrant les coûts d'exploitation et la maintenance. A titre de comparaison, les coûts usuellement utilisés en France pour ce type de projet sont de l'ordre de 10 €/tram.km. Le prolongement du tramway à Ferney-Voltaire

s'inscrit dans un contexte transfrontalier, avec une exploitation et une maintenance prévues par les TPG en Suisse. Les coûts proposés sont basés sur les retours d'expérience similaire à Annemasse.

Le bilan socio-économique affiche des résultats pour chaque acteur :

- Bilan nul : pour l'exploitant ;
- Bilan positif : pour les usagers du transport en commun (7,1M€), pour les riverains (2,6M€) et pour la puissance publique (7M€) ;
- Bilan négatif : pour les investissements (55,8M€).

Il ressort du bilan socio-économique un Valeur Actualisée Nette (VAN) de -39M€. La Van/euro investi est de -0,8, ce qui veut dire que chaque euro investi consomme 0,8€. Le taux de rentabilité interne est de 1%.

Indicateurs de projet

Tableau 1 : récapitulatif des caractéristiques de la ligne côté français

Synthèse du projet	
Longueur du prolongement à Ferney	1,8 km
Nombre de stations côté Français	3
Aménagement au terminus	Parking-relais de 500 places
Vitesse commerciale moyenne	21,2 km/h
Amplitude horaire	06h00 – 00h00
Temps de parcours depuis le terminus à Ferney (carrefour du Bisou)	7' P47
	14'30 Nations
	21' Gare Cornavin
	45' Palettes (terminus actuel ligne 15)
Mise en service	Fin 2027
Population desservie à 500m	11 100
Emplois desservis à 500m	4 500

II. Analyse de l'état initial de l'environnement

Localisation

La zone d'étude correspond globalement à la Zone d'Aménagement Concerté Ferney-Genève Innovation (ZAC FGI), sur la commune de Ferney-Voltaire (département de l'Ain). Le fuseau d'étude restreint correspond au tracé du tramway et à l'emprise du parking silo à côté du carrefour du bisou.

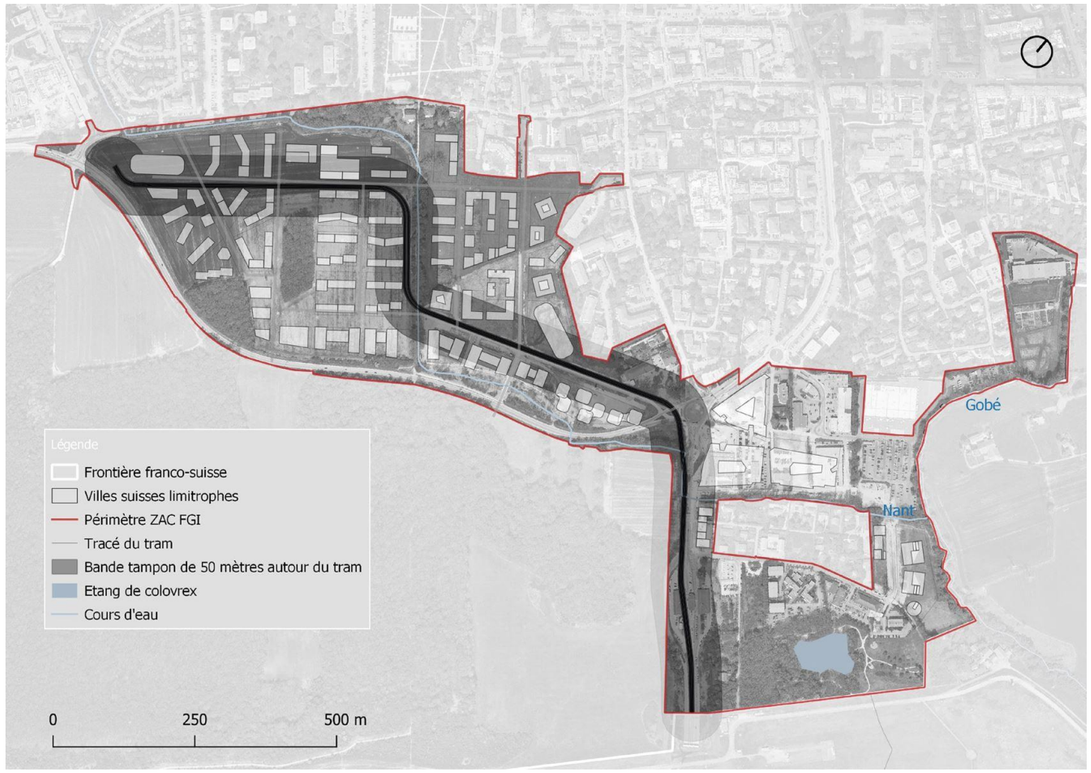


Figure 6 : fuseau d'étude et périmètre de la ZAC Ferney Genève Innovation

La ZAC ayant déjà fait l'objet d'une étude d'impact mise à jour en 2019 et son aménagement étant en cours, les analyses menées dans le cadre de la présente étude d'impact s'inscrivent dans trois temporalités différentes qui correspondent aux différents scenarii de l'étude d'impact :

- L'état actuel E0, qui correspond à l'état actuel du site, c'est-à-dire un secteur en chantier puisque les travaux de la ZAC sont en cours (partie Paimboeuf notamment) ;
- L'état initial E1, qui correspond à l'état de référence à l'horizon 2035 avec la ZAC FGI aménagée et habitée mais sans le tramway : c'est un scénario fictif nécessaire pour certaines études techniques (ex : trafic, vibration, évolution de la ZAC…) ;
- L'état futur E2, qui correspond à l'état projeté de la ZAC construite et du tramway réalisé (horizon 2035).

Les états E1 et E2 permettent la comparaison des scenarii de référence « avec » et « sans » projet de tramway. Cela permet d'identifier clairement les impacts du tramway et d'intégrer l'ensemble des évolutions de la ZAC sur les secteurs Douane-Jura, Paimboeuf et Très-La-Grange.

Le milieu physique

- *Le climat*

Le climat de Ferney-Voltaire est continental, mais avec l'influence océanique du Lac Léman : les températures sont adoucies par l'inertie thermique du lac. La température moyenne est autour de 11°C et les pluies sont réparties tout au long de l'année.
Il gèle plus de 70 jours par an (décembre à mars), en forte baisse due au changement climatique. Les vents dominants viennent du Nord-Est.

- *La géologie et le relief*

Le relief de la zone d'étude est plan sans relief contraignant.
Le sous-sol du périmètre d'étude est formé de limons argileux qui sont plus sableux en profondeur et dont les caractéristiques géotechniques sont hétérogènes et humides.
Aucune pollution des sols n'a été repérée au droit du tracé du tramway.

- *Les eaux*
  - *Les eaux souterraines*

La zone d'étude se trouve au-dessus de deux nappes d'eaux souterraines :
  - une nappe affleurante, vulnérable aux pollutions de surface.
  - Une nappe profonde en limite ouest de la ZAC, la nappe de Montfleury, protégée par 40m de formations argileuses.

Suite à des épisodes pluvieux longs, la nappe affleurante déborde et vient créer des zones humides en surface.

  - *Les eaux de surface*

La zone d'étude est traversée par trois cours d'eau : le Nant, l'Ouye et le Gobé.
La qualité des eaux superficielles de ces ruisseaux est dégradée sur la ZAC Ferney-Genève Innovation. Ces cours d'eau font l'objet de nombreuses mesures visant à améliorer la qualité des eaux : bassins de rétention des eaux pluviales, travaux de renaturation. Une première partie des travaux de renaturation a été réalisée dans la ZAC FGI pour le Nant (linéaire de 600m de l'allée de la Tire à Paimboeuf sud, photo ci-contre).



Figure 7 : section du Nant ayant fait l'objet de travaux de renaturation

Comme vu ci-avant, les débordements de la nappe affleurante sont à l'origine de zones humides sur le secteur de Paimboeuf. Ces zones humides font l'objet de mesures d'évitement, de réduction et de compensation dans le cadre des travaux de la ZAC FGI.
Aucune zone humide n'est présente sur les secteurs de Très-la-Grange, de la Douane et de la Poterie.



Figure 8 : réseau hydrographique de la ZAC FGI et localisation des premiers travaux de renaturation du Nant

- *Les risques naturels et technologiques*

La commune de Ferney-Voltaire est soumise aux risques naturels suivants : inondation, séisme (modéré), retrait gonflement d'argiles (faible), radon (faible). Un Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles sur l'aléa « inondation » (PPRi) du Gobé et de ses affluents est prescrit sur la commune de Ferney-Voltaire.
Au droit du secteur Très-la-Grange, les études du PPRi mettaient en évidence une zone inondable. Les travaux de renaturation du Nant, qui sont inclus dans la ZAC FGI, ont permis d'augmenter le gabarit du lit majeur du Nant et de redonner un tracé naturel au cours d'eau (création de méandres). Ces travaux ont abouti à la modification de la zone inondable en cas de fortes crues : le tracé du tramway et l'ensemble du secteur de Très-la-Grange sont désormais hors zones inondables.
L'aléa inondation par remontée de nappe demeure sur la totalité du périmètre de ZAC.
Le réseau LHC sur le secteur Paimboeuf Sud, nécessite d'avoir une interface avec le CERN pour la réalisation des travaux.

Enfin, les routes (RD1005 et RD35) comme l'aéroport de Genève proche présentent un risque pour le transport des matières dangereuses.

Le milieu naturel

La ZAC FGI n'intercepte aucun espace protégé, sauf l'espace naturel sensible (ENS) « Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex » au niveau du secteur Douane. Les espaces naturels d'intérêt patrimonial les plus proches sont sur la commune suisse de Meyrin, à 3km en amont.
A l'échelle du territoire, des corridors écologiques sont présents : les linéaires boisés des cours d'eau, les espaces agricoles, les boisements Durand et Perdriaux. Toutefois, cette trame verte et bleue est fragmentée par les franchissements routiers (RD1005 et RD35 notamment).
Avec l'urbanisation à venir de la ZAC FGI, le site est majoritairement composé de surfaces artificielles (voirie/bâti). Il intègre cependant de petites surfaces d'habitats naturels : des friches herbacées, des ronciers et une mégaphorbiaie eutrophile (La Poterie), des alignements de feuillus, des cordons rivulaires et zones humides (Paimboeuf) et des bosquets de feuillus et fossés méso-hydrophiles (Très-la-Grange).

Aucune espèce végétale patrimoniale n'a été contactée au droit du périmètre de projet du tramway. La station de Rosier de France (*Rosa gallica*) recensée en 2014 en limite de site (bord de la RD35, contre le bosquet sud) n'a pas été retrouvée du fait de la densification de la végétalisation.
Par contre, de nombreuses espèces invasives ont été répertoriées dans le périmètre de projet et à proximité.

Concernant la faune, la richesse en espèce est dans les moyennes habituellement observées. La présence du bois Durand, de l'Etang de Colovrex, des milieux ouverts de l'aéroport, ainsi que les nombreuses zones de fourrés et de vieux arbres (notamment l'allée de la Tire) sont des facteurs favorables à une bonne diversité de l'avifaune, des chauves-souris et des insectes. En outre, l'absence de pollution lumineuse du fait des terrains non urbanisés et la présence de cordons boisés et lisières forestières est favorable aux chauves-souris.
Ainsi, on compte de nombreuses espèces animales rares et protégées à enjeu de conservation fort : 9 espèces d'oiseaux (pic mar, tarier pâtre, pigeon colombin, fauvette grisette, mésange boréale, moineau domestique, chardonneret élégant, verdier d'Europe et serin cini), 7 espèces de chauves-souris (barbastelle d'Europe, murin de Bechstein, petit rhinolophe, pipistrelle soprane, murin de Brandt, noctule commune, noctule de Leisler), 1 mammifère (muscardin), 3 insectes (cuivré des marais, Lucane cerf-volant et Grand capricorne dans les chênes centenaires).

Ainsi, dans la ZAC FGI, les haies et linéaires boisés qui bordent les cours d'eau concentrent la biodiversité et jouent le rôle de corridors écologiques. Leur préservation et l'amélioration de leur état écologique est un des objectifs de l'aménagement de la ZAC.
Le tracé du tramway intercepte et longe l'allée de la tire qui est un corridor écologique fonctionnel abritant des espèces à enjeu.

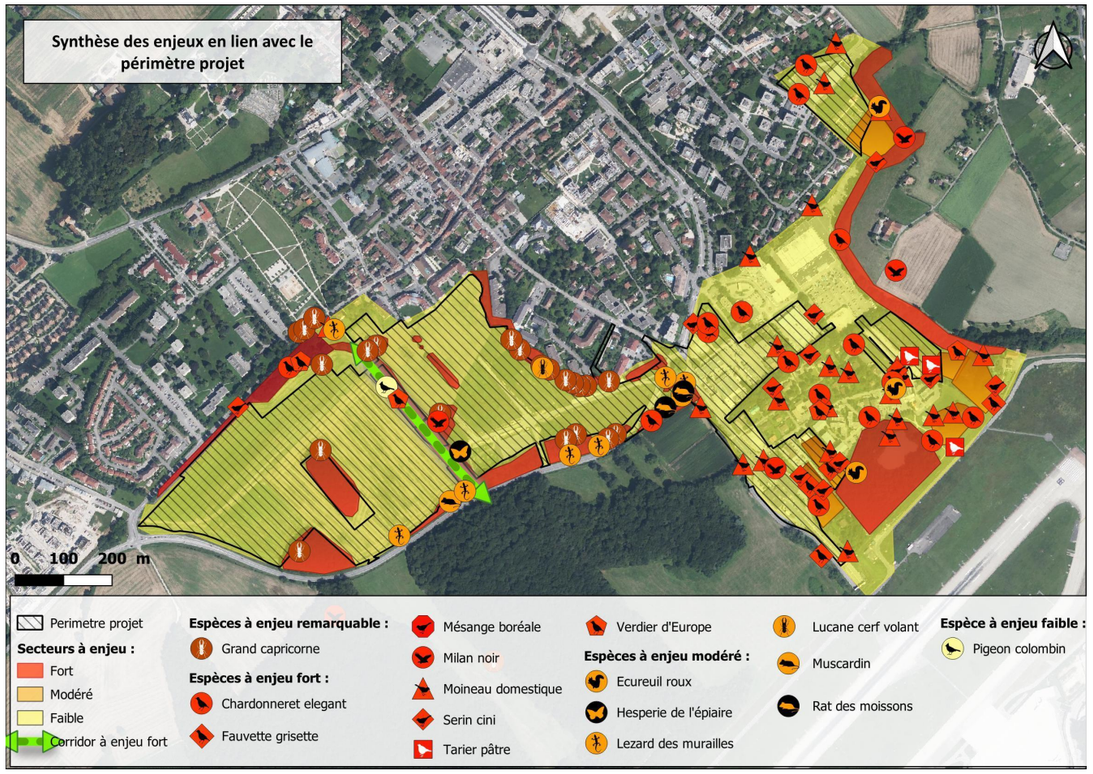


Figure 9 : synthèse des enjeux naturels sur le périmètre de la ZAC FGI


Muscardin en sortie de gîte artificiel


Cuivré des marais


Rose de France

Figure 10 : exemples d'espèces protégées observées dans la zone d'étude

Le milieu humain

- *Les documents d'urbanisme*

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) du Pays de Gex a été approuvé le 19 décembre 2019 et rendu exécutoire le 24 février 2020. Il prévoit l'urbanisation de la ZAC FGI et le renforcement des transports collectifs, dont le tramway à Ferney-Voltaire.
Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal et de l'Habitat (PLUi-H) du Pays de Gex, a été approuvé en février 2020 et est exécutoire depuis le 18 juillet 2020. Il reprend les objectifs de renforcement des transports collectifs à l'échelle de l'agglomération du Pays de Gex. Ceux-ci sont décliné dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD), le règlement, les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) et les deux Programmes d'Orientation et d'Action (POA) particulièrement vis-à-vis de la thématiques mobilité.
Le tracé du tramway rencontre plusieurs prescriptions surfaciques sur ses différents tronçons (emplacements réservés, éléments du paysage, zone non aedificandi) qui imposent la protection de la ripisylve du Nant et des bosquets de Très-la-Grange, ainsi que la création de voies dédiées notamment au BHNS.

- *Repères socio-économiques*

Ferney-Voltaire est une commune en croissance démographique, à dominante d'actifs et qui attire de nombreux suisses et frontaliers pour la qualité de vie et le prix des logements. Cette forte attractivité induit une tension immobilière sur la commune.
Le parc immobilier est à dominante de résidences principales constitué en majorité d'appartements de taille moyenne à grande (T3 et plus).
A l'horizon 2030, les 1ères tranches de la ZAC FGI seront livrées offrant ainsi 1800 logements nouveaux et permettant l'accueil de 3730 nouveaux habitants sur le secteur Paimboeuf.
A l'échelle de Ferney-Voltaire, le parc immobilier aura progressé de 2680 logements et la population atteindra 11 000 habitants.
Le renforcement des transports collectifs et des mobilités douces pour garantir la mobilité des habitants est un enjeu fort.

- *L'activité économique*

L'agglomération de Genève concentre les emplois, entrainant une répartition des emplois en Suisse et des logements en France, et donc des mouvements pendulaires matin et soir importants.
Malgré la forte attractivité économique de Genève, la volonté de rééquilibrer l'emploi en le localisant en France se fait à travers le développement de la ZAC FGI avec le renouvellement de la zone commerciale de la Poterie et le développement d'un secteur dédié à l'activité économique (Cité des Savoirs) le long du Nant. A terme, il est attendu 4500 emplois sur l'ensemble de la ZAC FGI.
Ce développement entraine des nouveaux besoins de mobilité et donc la nécessité de renforcer les transports collectifs.

Le trafic et les déplacements

La zone d'étude est bordée de deux axes majeurs en direction de la Suisse : la RD1005 et la RD35. La place des lumières (ex-place du Jura), intersection de ces RD, constitue un carrefour verrou qui détermine la capacité d'écoulement sur la zone.
Compte-tenu de la structure économique du territoire, les flux majoritaires sont transfrontaliers.
A l'état actuel, on compte, le matin, environ 2 100 pers/h à la frontière dans le sens France > Suisse avec une prédominance de la voiture comme mode de transport (83%) devant les transports publics (13%) et le vélo (4%). Il a été calculé que le taux d'occupation des voitures est de 1,2. Ces données induisent un flux d'environ 1 400 véh/heure en heure de pointe du matin dans le sens France > Suisse, soit environ 13 650 véh/jour.

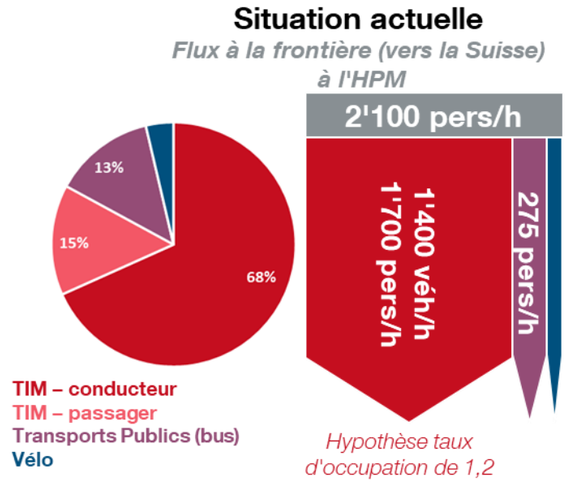


Figure 11 : répartition des flux modaux en 2019 à la frontière en heure de pointe du matin (HPM) (source : transitec)

- *Les transports collectifs*

La ville de Ferney-Voltaire dispose de quatre lignes de bus du réseau des Transports Publics Genevois (TPG) ; trois de ces lignes desservent la ZAC FGI : 60, 61 et 66. Les travaux sont en cours pour transformer la ligne 60/61 en ligne de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) sur la RD1005.

- *L'offre de modes actifs*

Plusieurs axes piétons et cycles existent dans la ville de Ferney-Voltaire et certains sont structurants à l'échelle du territoire, notamment la piste cyclable aménagée côté suisse le long de la route de Ferney et passant sous l'aéroport de Genève qui constitue l'axe le plus fréquenté et permet une liaison sûre avec Genève. La vélo-route Gex-Ferney-Voltaire, en cours de travaux, arrivant à l'Est de la ZAC, constituera une voie sécurisée de 10 km pour les modes de déplacement doux. La vélo-route à l'Ouest de la ZAC permettra de relier le secteur de Prévessin au tramway et au BHNS puis à la frontière en passant le long de la RD35 par le secteur de Très-la-Grange. La vélo-route permettra également le rabattement des cyclistes vers les arrêts du Bus à Haut Niveau de Service.

Les nuisances

- *L'ambiance sonore*

L'ambiance acoustique constatée sur la commune de Ferney-Voltaire est influencée par la RD1005, RD35 depuis le carrefour du Bisou jusqu'à la frontière avec la Suisse, et par l'aéroport de Genève.
Le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève s'applique sur une grande partie de la ville de Ferney-Voltaire et contraint l'urbanisation sur la frange sud de Paimboeuf, le secteur de la douane et de la Poterie.
A l'horizon 2035, la majorité des bâtiments de la ZAC seront construits en zone d'ambiance sonore modérée.

- *Les vibrations*

A l'état initial, il n'existe pas de sources de vibrations dans le périmètre de la ZAC FGI, hormis les abords routiers (RD1005, RD35). Les mesures vibratoires indiquent un sol moyennement à hautement atténuant.

- *La qualité de l'air*

La qualité de l'air est plutôt bonne à Ferney-Voltaire ; toutefois, avec le durcissement des lignes directrices de l'OMS, les valeurs seuil sont dépassées. A l'horizon 2030, avec la ZAC FGI livrée partiellement, la croissance démographique et du nombre d'emplois induit une augmentation conséquente du trafic routier. L'amélioration du parc automobile permet de limiter certains polluants (NOx, CO, COV, benzène) mais est insuffisante pour les métaux et particules.

Le patrimoine culturel

Le périmètre de la ZAC FGI intercepte le périmètre de protection des abords des monuments historiques (classés et inscrits) de la commune de Ferney-Voltaire. L'allée de la Tire n'est pas protégée mais elle est incluse dans le périmètre de protection des abords. Le tracé du tramway longe l'allée de la tire et sera donc soumis à l'avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF).

D'autre part, le diagnostic archéologique ayant mis en évidence un intérêt patrimonial sur le secteur de Très-la-Grange, des fouilles archéologiques sont prescrites.

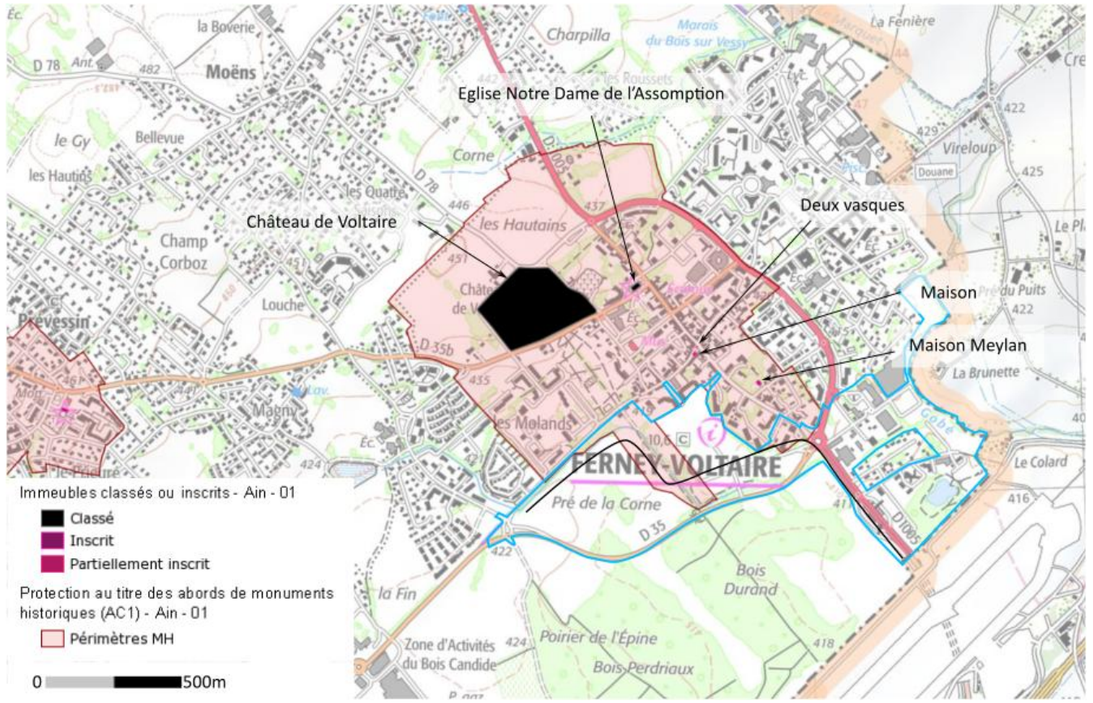


Figure 12 : périmètre de protection des abords des monuments historiques

Le paysage

Le site de projet se situe au cœur de l'unité paysagère « Terrasses du Rhône », en bas des pentes du piémont, offrant des horizons grandioses sur les Alpes et le Jura.
À l'échelle de la commune, le tracé du tramway côtoie principalement une ambiance urbaine et routière, dans un secteur en pleine mutation : la ZAC FGI en cours de construction.
Le tracé du tramway s'inscrit comme un lien entre deux entrées de ville : de la frontière franco-suisse au carrefour du bisou, nouvelle entrée ouest de Ferney-Voltaire.

Interrelations des thèmes environnementaux

La forte croissance démographique de la population de Ferney-Voltaire entraine des tensions sur le marché immobilier, et des flux automobiles importants d'où une saturation du réseau routier aux heures de pointe du matin et du soir à la frontière avec la Suisse. Le trafic routier induit des nuisances sonores et une pollution atmosphérique.
Le développement urbain a entrainé l'imperméabilisation des sols et l'augmentation des flux polluants vers les cours d'eau chenalisés, d'où une dégradation de la qualité des eaux des cours d'eau.
Dans ce contexte, la biodiversité se réfugie dans les derniers milieux naturels que sont les bosquets et linéaires boisés le long des cours d'eau. En conséquence, de nombreuses espèces protégées sont avérées dans ces milieux. Leur protection et le maintien des fonctionnalités écologiques est un des objectifs à atteindre via l'aménagement de la ZAC FGI.

Evolution du site en l'absence de projet de tramway

L'aménagement de la ZAC Ferney-Genève innovation est en cours et va accueillir de nouveaux résidents et de nouveaux emplois. Cela induit de nouveaux besoins de mobilité. En l'absence d'extension du tramway, l'offre de mobilité va se répartir sur le véhicule particulier, les transports collectifs (BHNS et bus), le vélo et autres modes actifs, sur les pistes cyclables existantes et à venir. Les transports collectifs étant limités, c'est surtout le transport individuel qui va croître, et avec lui, la saturation du réseau routier. Les heures de pointe cumulées sur une journée atteindront 11h entre la place du Jura (place des lumières) et la frontière !

Les temps de transport deviennent alors inacceptables, occasionnant des tensions sociales et des adaptations des modes de vie (départ ou retour en dehors des périodes de pointe, télétravail, évitement de déplacement). Il s'agit de l'impact le plus important et qui occasionne surtout des effets sur la santé des usagers et habitants. Les conséquences environnementales sont l'augmentation des nuisances sonores et de la pollution atmosphérique.

III. Comparaison des variantes et justification de la solution retenue

- *Choix du tracé au-delà de la place du Jura*

Dans un premier temps, trois variantes de tracé ont été étudiées (cf carte ci-contre).

La variante Est est faisable mais elle emprunte le même itinéraire que le BHNS et la ligne de bus 60 ; elle est un doublon dans l'offre de transports collectifs ; ce tracé n'est donc pas pertinent.

La variante centre n'est pas faisable car elle traverse le centre-ville historique et impliquerait la destruction de bâtiments classés.

Le tracé Ouest, en direction du carrefour du Bisou, est apparu comme étant la variante la plus favorable à l'atteinte d'une part modale de transports collectifs (TC) qui limiterait la croissance du transport individuel motorisé (TIM), notamment grâce aux développements urbains prévus et à la complémentarité avec le BHNS Gex-Ferney-Genève.

La variante Ouest, via la ZAC FGI, est retenue.

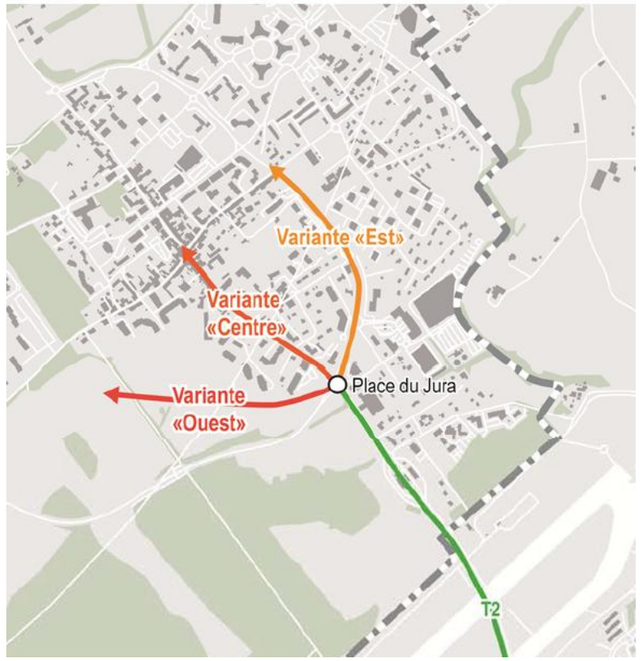


Figure 13 : tracé des variantes au-delà de la place du Jura

- *Choix du tracé dans la ZAC FGI*

Le tracé du tramway dans la ZAC FGI a fait l'objet de trois options de desserte :

- option 1 : « le cours » (avenue d'Alembert)
- option 2 : « l'allée des champs » (rue Émilie du Chatelet)
- option 3 : « l'allée de la Tire »

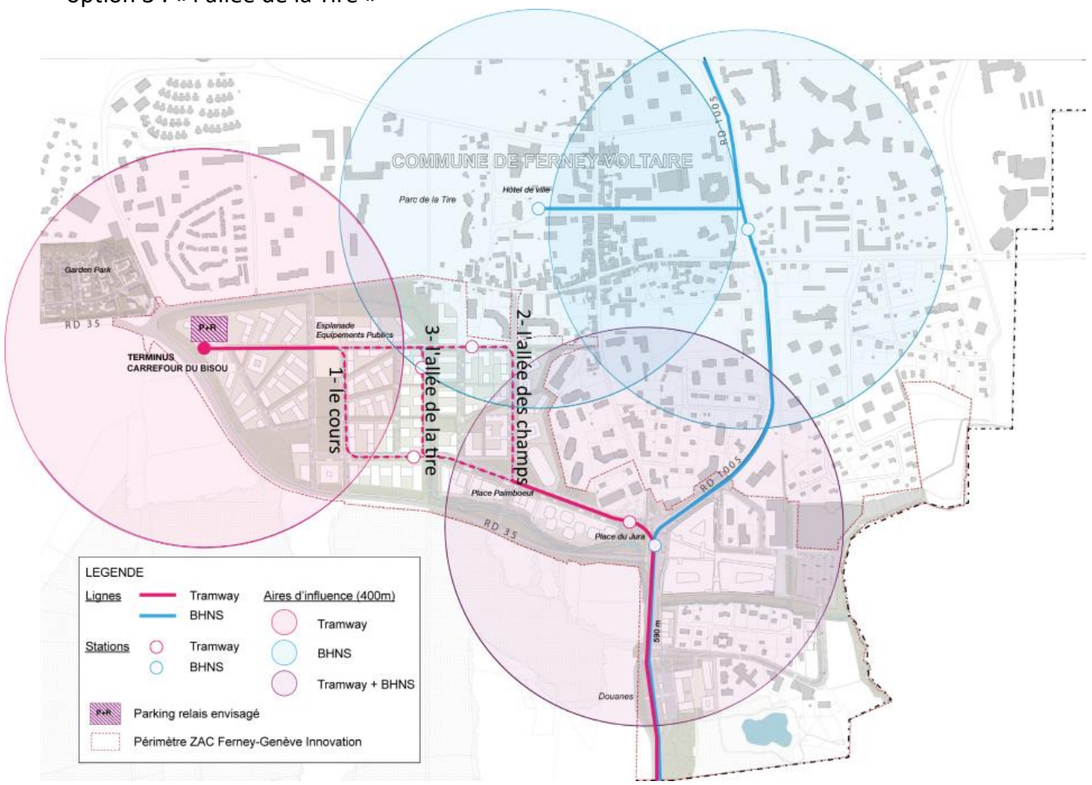


Figure 14 : tracé des 3 options possibles au seine de la ZAC FGI

Les trois options de tracés ont été présentées lors de la concertation publique préalable (1er septembre 2020 au 30 septembre 2020). A l'issue de l'analyse multi-critère, mais aussi en considérant les enseignements de la concertation publique, les aspects financiers, le souhait de la ville de Ferney-Voltaire de retenir l'option permettant de renforcer la desserte du centre-ville, **c'est l'option 3 « allée de la tire » qui a été retenue.**

IV. Effets et mesures

Modification du plan masse de la ZAC FGI

Par rapport au projet initial de la ZAC Ferney-Genève innovation, le tramway est construit à l'emplacement d'espaces publics, et vient se substituer à des voiries publiques et à des espaces verts.
L'ajout du tramway a entrainé une évolution du plan masse de la ZAC, particulièrement sur le secteur de Très-la-Grange. Cela entraine la substitution d'une voirie, une modification de la répartition des lots immobiliers et économiques ce qui engendre également une modification des parcours cycles et la création d'une vélo-route.
Alors que les aménagements du tramway (plateforme + stations) représentent environ 20 000 m², cette modification du schéma directeur entraine une imperméabilisation supplémentaire de seulement 9 750 m² par rapport au projet de ZAC initial (la plateforme végétalisée n'étant pas en pleine terre elle est incluse dans les surfaces imperméabilisées).
Au final, le tramway et la parking relais au terminus du bisous entrainent la mobilisation de 23 600 m² de foncier des lots cessibles (plans ci-après).



Figure 15 : Bilan des emprises foncières sur le schéma directeur 2019 (sans tramway) et 2024 (avec tramway)

Cette diminution du foncier cessible a conduit à la modification des formes urbaines des lots côté Très-la-Grange afin de récupérer de la surface de plancher et ainsi rester dans les objectifs de construction de la ZAC. En outre, les incidences acoustiques et vibratoires de l'arrivée du tramway ont nécessité un ajustement des bâtiments en contact avec la ligne de tramway.



Figure 16 : schéma directeur initial de la ZAC FGI (source : Obras)



Figure 17 : schéma directeur de la ZAC FGI modifié pour intégrer le tramway (source : Obras)

Un modification du schéma directeur a encore été apportée afin d'élargir le corridor écologique entre les deux bois du secteur de Très-la-Grange (★) en translatant le lot dit « A08 » vers le sud et en réduisant les distances entre les bâtiments.

Effets en phase chantier

Le chantier sera la période générant le plus d'impacts environnementaux. L'impact le plus fort est le dérangement de la circulation routière du fait de l'emprise du chantier sur la RD1005. Sur le reste du tracé, les secteurs de Paimboeuf et Très-la-Grange étant encore en phase chantier, les impacts sont moindres et confondus avec le chantier général de viabilisation et d'aménagement de la zone.

Cependant le tracé du tramway sur la RD1005 étant mutualisé avec le BHNS cet impact était déjà attendu avec l'aménagement du BHNS. L'ajout du tramway en plus du BHNS sur cette emprise a toutefois pour effet un allongement probable de la durée des travaux sur ce secteur, estimée à environ 6 mois.

Le phasage des travaux a été établi en prenant en compte le fait que le trafic transfrontalier à la douane ne peut pas être interrompu pendant les travaux du tramway. De plus, il sera nécessaire de permettre aux bus de circuler afin d'offrir un rabattement possible aux usagers qui souhaiteraient ne pas utiliser leur véhicule pendant la phase travaux. Les pistes cyclables et piétonnes sont également maintenues.
Ainsi, la douane n'est jamais fermée et il est toujours conservé deux sens de circulation sur deux voies. Les travaux du tramway en Suisse et en France seront coordonnés pour que les deux voies de circulation routière soient toujours offertes.

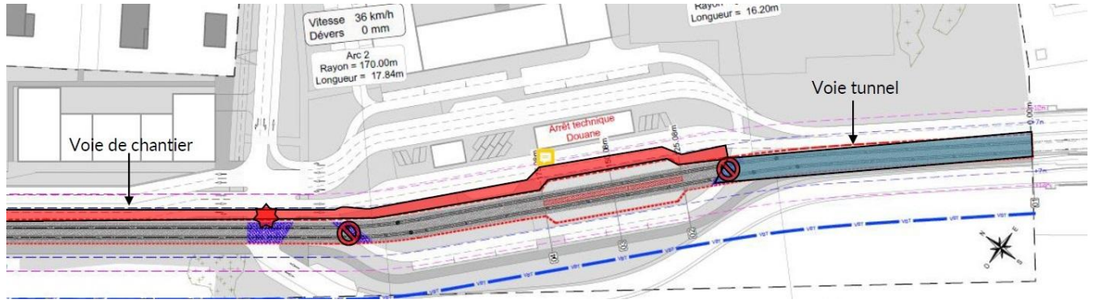


Figure 18 : exemple de l'emprise de la voie de chantier et maintien de voies de circulation au droit de la douane

Malgré le maintien de voies de circulation, le trafic s'écoulera dans des conditions dégradées sur la RD1005 entre la place des Lumières et la frontière suisse. Les conséquences seront une saturation des axes routiers avec un étalement des heures de pointe du matin et du soir, et la recherche d'itinéraires bis avec report du trafic sur les postes douaniers les plus proches.

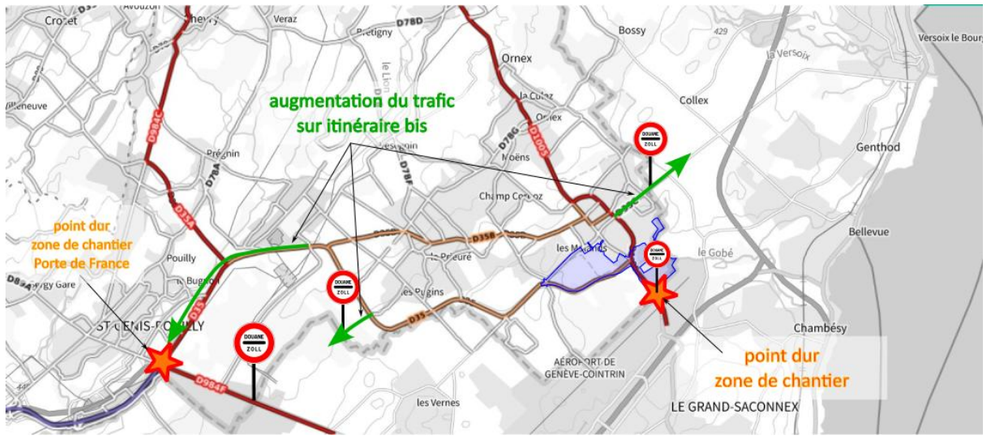


Figure 19 : augmentation du trafic sur les itinéraires bis et sur les postes douaniers proches

L'information des travaux dans ce secteur sera largement diffusée afin d'encourager les automobilistes à éviter ce secteur. L'information sera diffusée sur l'autoroute, dans la presse et sur des panneaux d'information routiers indiquant la période de travaux tramway Ferney-Voltaire et incitant les usagers à ne pas passer par la douane.

Les autres mesures prises en phase chantier sont classiques à tout type de chantier : mise en place d'une charte « chantier propre », évitement des secteurs à enjeux naturels, maintien de nombreux arbres existants, terrassements, évacuation des déblais, arrosage du chantier pour éviter la poussière, nettoyage des engins avant toute sortie du chantier, récupération des eaux souillées et traitement avant rejet…

Sur le milieu physique

- *Impacts sur le climat et mesure de réduction prise*

Le projet de tramway n'est pas de nature à modifier les caractéristiques climatiques générales du site. En revanche, au niveau local, l'artificialisation des sols induite par l'aménagement de la plateforme du tramway vient supprimer les capacités de rétention des eaux pluviales et peut augmenter l'effet « ilot de chaleur urbain ».
La mesure principale de réduction est l'enherbement de la plateforme du tramway : 50% du linéaire du tramway est enherbé. L'enherbement a de très nombreux avantages outre la lutte contre le réchauffement climatique : esthétisme, absorption des vibrations et donc limitation des nuisances sonores et vibratoires, dépollution des eaux et stockage provisoire en cas de fortes pluies, gain sécuritaire.



Figure 20 : tramway de Genève sur section engazonnée (source : laviedurail.com)

- *Impacts sur le sol et mesure d'évitement prise*

Le projet de tramway est implanté à la place de voies de la ZAC FGI. L'ajout du projet au sein de la ZAC entraine 9 750 m² d'artificialisation nouvelle dont environ 7 500 m² végétalisés en surface (effet d'emprise du projet sur le sol) pour une plateforme tramway et arrêts de 15 500 m².
Prévoir un tracé au plus près des voiries de la ZAC FGI permet donc d'éviter une artificialisation nouvelle supplémentaire de 5 750 m².

- *Impacts sur les eaux et mesures prises*

Le tracé du tramway franchit le Nant. Le pont franchissant le Nant est dimensionné pour laisser passer une crue centennale et prévoit également un passage pour la faune.
Le tramway, du fait de ses fondations superficielles, n'a pas d'impact sur les eaux souterraines.
Quelques m² de zones humides sont interceptées par le tracé du tramway. Cet impact sera compensé dans le cadre des mesures de compensation « zones humides » prévue pour la ZAC FGI.
La plateforme du tramway induit une imperméabilisation nouvelle. Les eaux pluviales sont recueillies dans un réseau pluvial sous les rails et rejetées dans le réseau de noues de la ZAC FGI, dimensionné pour recevoir des pluies jusqu'à l'événement de retour 30 ans. Le rejet final après régulation se fait directement au milieu naturel (Nant).

Sur le milieu naturel

L'impact notable du tramway sur le milieu naturel concerne la traversée du Nant et sa ripisylve au niveau de l'allée de la tire : effet de coupure du corridor sans interruption de la fonction de continuité écologique et suppression d'habitats d'espèces (oiseaux, chauves-souris, insectes).

- *Mesures prises*

La ZAC FGI prévoit déjà de nombreuses mesures d'évitement, de réduction, de compensation et d'accompagnement des impacts sur le milieu naturel. Ne sont reprises ici que les mesures spécifiques au tramway.
La conception du tracé a permis d'éviter au mieux plusieurs secteurs à enjeu : cordons boisés, zones humides. Le tracé du tramway est éloigné le plus possible de l'allée de la tire pour éviter les impacts.
Il n'a toutefois pas été possible d'éviter le franchissement du Nant, d'où la nécessité de mesures de réduction des impacts :

- Traversée du Nant en 2 ouvrages : un pont pour le tramway, un autre pour l'avenue d'Alembert :
  - deux traversées séparées permettent de maintenir la continuité arborée au-dessus de l'ouvrage (canopée des arbres jointive), et l'éclairage naturel en-dessous, et donc la préservation de l'écosystème aquatique
- Suppression d'une passerelle piétonne pour enlever un effet de coupure dans l'allée de la tire
- Préservation de la trame noire : le long de l'allée de la Tire, la ligne de tramway ne sera pas éclairée, sauf les poteaux qui seront équipés d'un balisage lumineux orangé pour moins perturber la faune.

- *Impacts sur les sites Natura 2000*

Les impacts du projet du tramway sur les sites Natura 2000 les plus proches (>10km) sont jugés non significatifs. Aucun impact n'est à relever ni sur les habitats, ni sur les espèces d'intérêt communautaire.

Sur le milieu humain

Le projet de tramway permet de répondre au besoin de mobilité nouvelle induite par l'aménagement de la ZAC FGI. Le projet répond parfaitement aux politiques publiques actées dans les documents de planification (Schéma de Cohérence territoriale, Plan local d'urbanisme…).
Le projet de tramway est la mesure la plus forte d'accompagnement de la croissance démographique et donc d'urbanisation nouvelle prévue à Ferney-Voltaire.
D'autre part, l'installation de nouveaux habitants dans un quartier bien desservi ***dès le départ*** en transport collectif est la manière la plus efficace d'inciter les habitants vers le report modal.
Enfin, en améliorant la desserte localement, le tramway favorise toutes les activités humaines, à commencer par l'activité économique de la Poterie et de la cité des savoirs.

Sur le trafic et les déplacements

Aujourd'hui déjà, le réseau routier est saturé plus de 2h matin et soir du fait de la concentration des flux routiers au niveau de la douane et de l'absence de transports collectifs efficaces.
Les développements urbains sur l'ensemble du Pays de Gex en général, et la réalisation de la ZAC Ferney-Genève Innovation, vont entrainer une demande nouvelle de mobilité notamment sur les flux transfrontaliers.
Pour évaluer l'impact du tramway, la situation « ZAC FGI aménagée sans tramway » a été comparée à la situation « ZAC FGI aménagée avec tramway », par modélisation des flux de trafic.
En l'absence d'aménagement du tramway, le BHNS du Pays de Gex et les vélo-routes permettent de proposer une offre modale supplémentaire aux usagers et de compenser en partie les réductions capacitaires au niveau de la place des lumières, mais également l'inadéquation croissante entre l'offre viaire et la demande automobile. Cette alternative modale n'est toutefois pas suffisante, notamment parce qu'elle ne dessert que mal les nouveaux quartiers de Très-la-Grange et Paimboeuf, mais également parce qu'elle ne permet pas de répondre aux besoins des automobilistes circulant sur la RD35. Ainsi, les périodes de saturation du réseau viaire sont amenées à s'accroitre très fortement, avec des plages de 4h au moins de saturation du réseau.
Le tramway apparait alors comme une solution complémentaire particulièrement intéressante puisqu'elle permet le report modal des nouveaux usagers (en lien avec la ZAC et l'augmentation démographique locale). Ainsi, et ce malgré une réduction supplémentaire de capacité automobile, la réalisation du tramway permet de contenir l'étalement des périodes de saturation puisque une partie des usagers pourra se reporter sur le tramway. Cela se traduit alors par un réseau viaire saturé pendant 2h le matin et 2h le soir, une situation assez proche de la situation actuelle : donc malgré l'augmentation conséquente de la population localement, le tramway permet de maintenir les conditions d'écoulement du reste du trafic.

Le parking relais du terminus du bisou est prévu pour 500 places de stationnement, ce qui facilite le report modal des habitants des communes voisines.

A la mise en service du tramway, le réseau de bus sera réorganisé afin d'être complémentaire du tramway.

Sur les nuisances sonores

- *Cadre réglementaire et objectif acoustique spécifique*

Quatre types d'impact acoustique ont été vérifiés sur la base de la réglementation en matière de nuisances sonores : bruit des infrastructures ferroviaires, création ou modification des infrastructures routières, résorption des points noirs du bruit.
Il est à noter que l'application règlementaire de ces textes ne porte que sur des bâtiments existants. Toutefois, dans une démarche volontariste, l'aménageur TERRINNOV a décidé d'étendre l'application de ces textes aux futurs bâtiments de la ZAC FGI.
Globalement, ces textes se traduisent par les seuils suivants en façades des bâtiments :

Tableau 2 : résumé des seuils acoustiques

Type d'infrastructure	Contribution sonore maximale admissible (6-22h) en dB(A)	Contribution sonore maximale admissible (22-6h) en dB(A)
Tramway	63	58
Route	60	55

- *Conclusion de l'étude d'impact acoustique*

L'étude d'impact a démontré le respect des critères réglementaires des niveaux sonores en façade des bâtiments existants.
Dans une démarche de qualité, la maîtrise d'ouvrage a souhaité étendre l'application de ces seuils aux futurs bâtiments liés au développement de la ZAC Ferney-Genève Innovation.
Dans le cas spécifique de ces futurs bâtiments, nous observons globalement un respect des objectifs fixés, à l'exception d'un dépassement pour le bruit du tramway. Il est de l'ordre de 0,5 à 2 dB(A), en période jour, pour six bâtiments en raison de leur proximité à la voie (6 à 7 mètres) et de la vitesse soutenue du tram dans ce secteur.
L'image suivante identifie les bâtiments concernés par ce dépassement :



Figure 21 : Identification des bâtiments avec dépassement de l'objectif acoustique

Pour limiter l'impact acoustique sur ces 6 bâtiments, le plan de masse de la ZAC FGI a été modifié en éloignant ces bâtiments de l'axe de la voie de tram. Au final, **aucun bâtiment n'est donc soumis à des nuisances sonores** nécessitant une protection phonique.

Sur les vibrations

- *Cadre réglementaire et objectif vibratoire spécifique*

Il n'existe actuellement aucune règlementation française définissant des seuils et des indicateurs d'évaluation des vibrations générées par les infrastructures de transport ferroviaire.
Dans le cadre de ce projet, des seuils de vibration et de bruit solidien ont été définis en s'appuyant sur les recommandations des normes et documents de référence.
Ces recommandations peuvent être résumées comme suit :

- Indicateurs d'évaluation définis pour la durée d'un passage de rame.
- Seuil vibratoire recommandé à l'intérieur des bâtiments de logements de 69 dBv [8-80 Hz] (réf 5.10^{-8}m/s) ;
- Seuil vibratoire recommandé à l'intérieur des bâtiments de bureaux de 78 dBv [8-80 Hz] ;
- Seuil de bruit solidien recommandé à l'intérieur des pièces de sommeil des logements de 35 dB(A) [16-250 Hz] (réf 2.10^{-5}Pa).

- *Conclusion de l'étude vibratoire*

L'étude d'impact a démontré que pour une conception classique de voie de tramway, le risque d'impact vibratoire serait fort : 87% du tracé présenterait un risque de dépassement des seuils vibratoires retenus. Ce risque est principalement expliqué par la spécificité du matériel roulant exploité par le réseau TPG.

La vue aérienne ci-après permet d'identifier les bâtiments à fort enjeu vibratoire, nécessitant un éloignement du tracé ou la mise en œuvre d'une pose de voie de type dalle flottante.



Figure 22 : Identification des bâtiments à fort enjeu vibratoire (source : Systra)

Les 6 bâtiments situés au sud de la ligne de tramway bénéficient d'un éloignement pour diminuer les nuisances sonores : cette mesure sera également favorable à l'atténuation vibratoire.

Par ailleurs, le risque d'impact peut être maitrisé sur la totalité du tracé en prévoyant la mise en place de systèmes de pose de voie anti-vibratile adaptés : mise en œuvre de semelle souple sous rail (N1) pour une performance anti vibratile intermédiaire et création d'une dalle flottante (N2) pour les tronçons à fort enjeu vibratoire. Le type N2 (performance élevé) est retenu au droit de ces bâtiments.

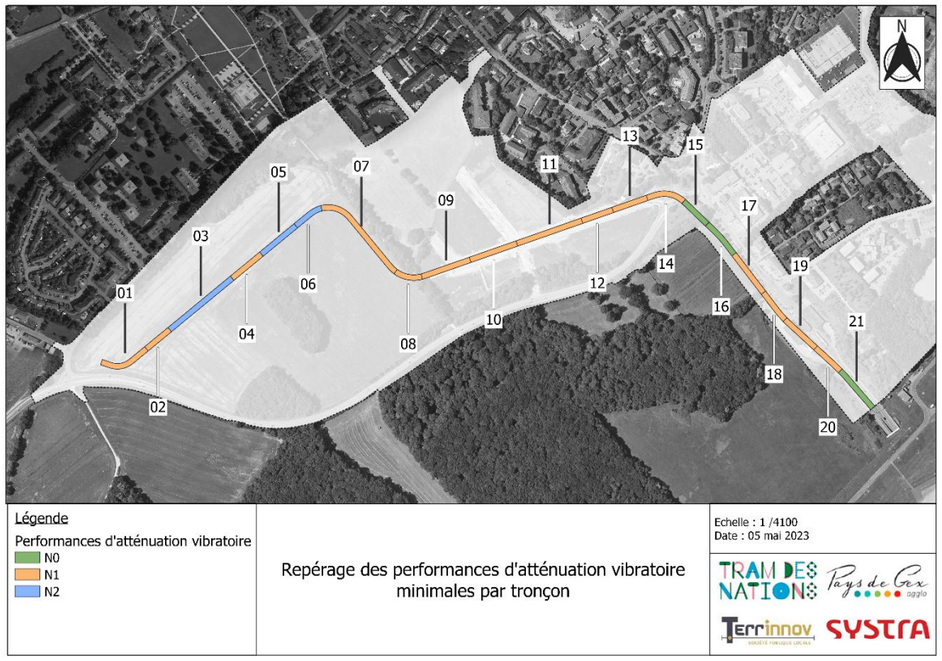


Figure 23 : Repérage des niveaux de performances anti vibratile minimaux par tronçon ((source : Systra)

Le tableau suivant présente les trois types de pose de voie et le pourcentage du linéaire associé pour atteindre l'objectif fixé :

Tableau 3 : Définition des types de pose de voie

Niveau d'atténuation vibratoire	Description	Exemple de pose de voie	Pourcentage de linéaire de voie (voie double)
N0	Pas de performance d'atténuation vibratoire spécifique	Pose de voie directe sur radier béton, avec semelle caoutchouc classique sous rail	13 %
N1	Performance intermédiaire	Pose de voie directe sur radier béton avec semelle souple sous rail	71%
N2	Performance élevée	Pose de voie sur dalle flottante avec tapis continu et remontées latérales.	16 %

Au final, les mesures prises (éloignement du front bâti et pose de rail à performance élevée d'atténuation vibratoire) permettent d'éviter une gêne vibratoire pour les bâtiments le long de la ligne de tramway.

Sur la qualité de l'air

A l'horizon 2035 (E2), la diminution des distances parcourues en véhicule individuel liée à la mise en service du tramway est à l'origine d'une baisse des émissions des polluants par rapport au scénario sans projet (référence – E1) au même horizon : -19,5 % en moyenne.
Pour les trois polluants (NO2, PM10 et PM2,5), la réalisation du projet engendrera un impact prévisionnel positif sur les concentrations permettant de respecter les valeurs réglementaires françaises de la qualité de l'air. Toutefois, les valeurs guides OMS 2021 sont dépassées malgré la réalisation du projet, en lien avec le bruit de fond sur la zone.
D'après le calcul de l'indice pollution-population, la diminution de la pollution globale est trop faible (- 2,6%) pour être considérée comme ayant une incidence suffisante sur la situation sanitaire globale de la zone d'étude. Cela est dû à la pollution de fond pré-existante.
En conclusion, le projet entraîne une amélioration de la qualité de l'air sur la zone, insuffisante toutefois pour avoir un impact sanitaire positif. La qualité de l'air sur l'emprise du projet est compatible avec sa réalisation au regard du respect des valeurs repères françaises et européennes en vigueur.

Sur le patrimoine

Le projet de tramway intercepte le périmètre unique de protection des abords des monuments historiques de Ferney-Voltaire le long de l'allée de la tire. Le caractère champêtre de l'allée de la Tire est maintenu par l'enherbement de la plateforme du tramway et par les plantations de part et d'autre de l'allée et du cours d'eau.
Des fouilles archéologiques préventives seront réalisée sur 8ha sur le secteur de Très-la-Grange.

Sur le paysage

Les principaux impacts du tramway dans le paysage sont :

- L'élargissement de l'Avenue d'Alembert et de la rue Emilie du Chatelet laissant alors davantage d'espace entre les lots et davantage de végétation dans ces espaces grâce à la plateforme végétalisée
- L'éloignement des bâtiments situés le long de l'allée de la tire
- L'ajout de stations en pierre et des abris voyageurs
- L'ajout des poteaux et lignes aériennes de contact nécessaires au fonctionnement du tramway dans l'espace public.

La forte végétalisation des abords (plantation d'arbres et enherbement de la plateforme du tramway) sont les principales mesures de réduction des impacts.

Vulnérabilité du projet vis-à-vis du changement climatique

Le projet de tramway favorise le report du transport individuel motorisé vers le transport collectif et contribue ainsi très efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique en promouvant une mobilité décarbonée (sans émission de gaz à effet de serre).
L'enherbement de 50% de la plateforme du tramway et la forte végétalisation des abords permettent de limiter les effets des fortes précipitations et canicules.

Sur la santé humaine

La diminution de la pollution atmosphérique n'est pas suffisante pour avoir un effet sur la santé humaine. Les nuisances sonores et vibratoires générées par le projet de tramway sont traitées pour ne pas être source de gêne pour les riverains et usagers du site.

Coût des mesures prises

Le coût des mesures prises en faveur de l'environnement est estimé à 764 000 € HT.

V. Analyse des effets cumulés

Les projets autorisés ou en cours d'étude pouvant avoir des effets cumulés avec le projet de tramway ont été analysés au regard des effets cumulés.
Ces projets sont de différents types (construction de logements, de zones commerciales, création de vélo-routes, modification des voiries) et peuvent avoir des effets cumulés avec le projet de tramway.

Ainsi, les projets d'aménagement urbain, programmes immobiliers majoritairement résidentiels (à St Genis-Pouilly, Ornex, Divonne les Bains) et programmes commerciaux (Val Thoiry à Thoiry et projet OPEN à Saint Genis-Pouilly), ont une incidence forte sur la génération de nouveau trafic routier. L'accroissement de population induit par ces projets et/ou l'attractivité des nouvelles zones commerciales entraine une augmentation de la demande de mobilité.
L'extension du tramway jusqu'à Ferney-Voltaire permet d'offrir une possibilité de report modal pour éviter le recours au véhicule individuel et les effets négatifs du trafic automobile (saturation du réseau, pollution atmosphérique et nuisances acoustiques). **Le projet d'extension du tramway jusqu'au carrefour du bisou a donc un effet cumulé très positif vis-à-vis des projets d'aménagements urbains prévus à Ferney-Voltaire et sur les communes voisines.**
Les projets routiers (aménagements de la Porte de France et de la RD35a à St Genis-Pouilly, BHNS Saint-Genis-Pouilly-Meyrin, vélo-routes) visent soit à fluidifier les conditions de circulation localement, soit à aménager des axes en faveur des transports collectifs ou modes doux.
Les aménagements en faveur du report modal sont complémentaires de l'extension du tramway et participent au changement des habitudes de mobilité. **Les effets cumulés sont donc positifs.**

La phase chantier du tramway est prévue entre 2025 et 2027. Seule la partie sur la RD1005 (environ 6 mois) dégradera fortement les conditions de circulation. Les chantiers des autres projets ne devraient pas empiéter sur cette période, à l'exception de deux projets suffisamment éloignés pour ne pas avoir d'effets cumulés avec le chantier du tramway.

VI. Coûts collectifs des pollutions et nuisances, évaluation des consommations énergétiques, bilan GES

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre du fait de la construction puis de l'exploitation du tramway est largement positif du fait qu'il permet d'éviter l'émission de gaz à effet de serre (GES) : les consommations énergétiques évitées du fait du non usage de la voiture sont évaluées à près de 823tCO_2e/an à l'échelle de la ZAC. Il s'agit du poste principal d'économie d'émission de gaz à effet de serre du projet. Quand on regarde à une échelle plus large (jusqu'à Genève puisque la majorité des déplacements sont à destination de Genève), le gain est encore plus important : - 4 374 tCO2e/an !
Au total, les émissions relatives au projet sont évaluées à - 5 915 tCO2e/an, incluant toutes les émissions émises lors de la construction, l'entretien, le démantèlement du tramway et les non émissions de GES du fait du non-usage de la voiture.

Au vu des enjeux énergétiques, une comparaison énergétique entre le fonctionnement du tramway et le carburant évité est pertinente. La mise en place du tramway permet d'économiser environ 1 690 455 kWh par an.

L'extension du tramway induit une diminution des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique d'environ 20 %.

VII. Méthodes et auteurs

L'étude d'impact a été élaborée à partir de la bibliographie disponible, de visites du site et avec l'aide de bureaux d'études techniques spécialistes du trafic, de l'acoustique et des vibrations, de l'air et santé, des milieux naturels… La liste complète des participants est fournie au dos de la page de garde.
Aucun problème n'a entravé la rédaction de l'étude d'impact.

Chapitre 3 Description du projet d'aménagement

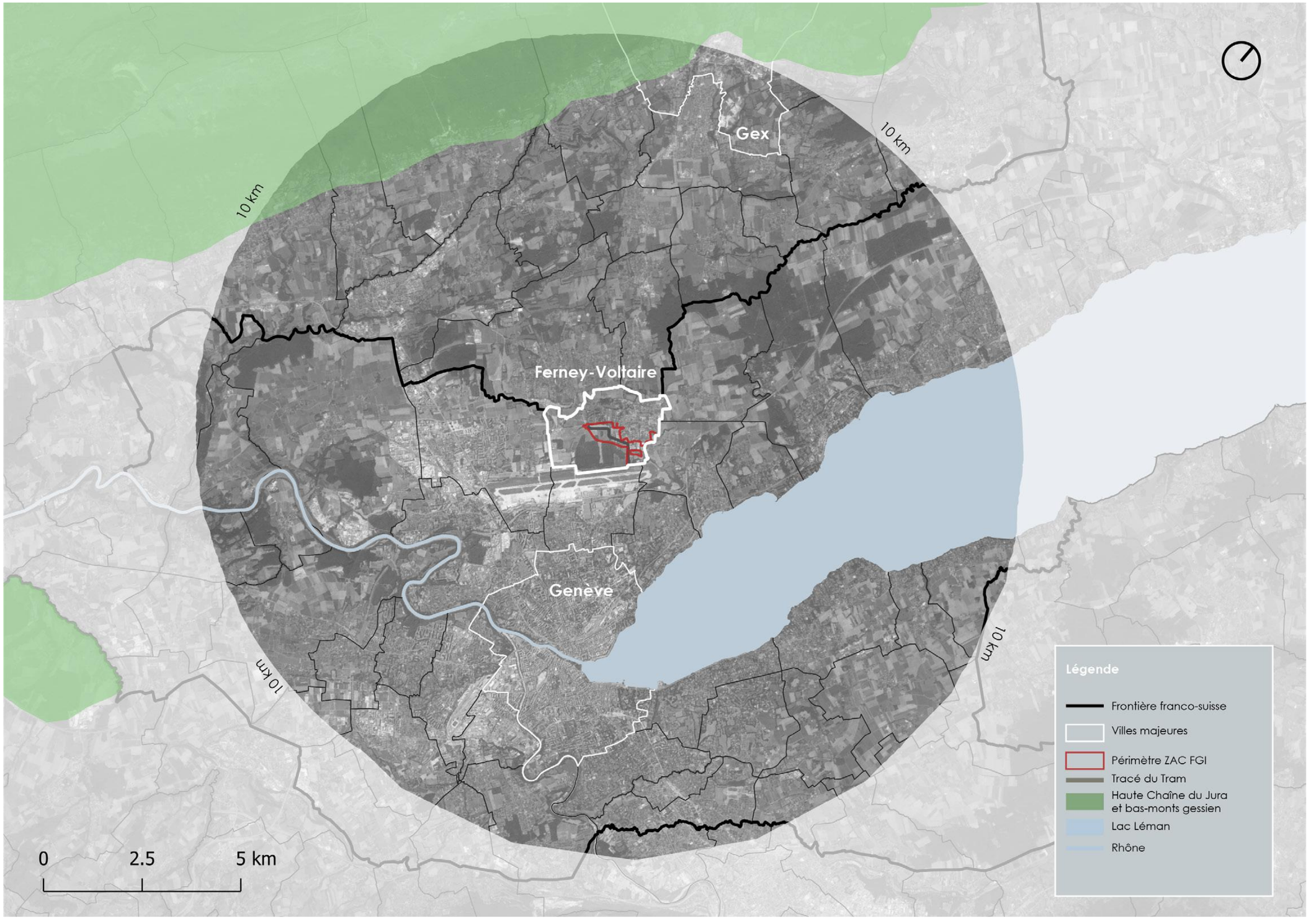


Figure 24 : Aire d'étude élargie - Source : SITG, OSM, BD TOPO - ALTO STEP (2022)

1 Localisation du projet

Le prolongement du tronçon français de la ligne de tramway franco-suisse « Nations-Grand-Saconnex » se situe sur la commune de Ferney-Voltaire (01 210), dans le département de l'Ain.
Ce prolongement français est réalisé dans la continuité du prolongement suisse. Le tronçon français est situé entre la douane de Ferney-Voltaire et le carrefour dit « du bisou ». Ce prolongement s'implante intégralement au sein de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) Ferney-Genève-Innovation (FGI) , créée en 2013 et en cours d'aménagement. La phase 1 de la ZAC est en cours de travaux (secteurs Poterie, Jura-Douane, Paimboeuf), tandis que la phase 2 (secteur Très-la-Grange) sera réalisée par la suite. Le tramway traverse les secteurs Douane-Jura, Paimboeuf et Très-la-Grange. L'arrivée du tramway dans la ZAC a entrainé une reprise du schéma directeur de la phase 2 (Très-la-Grange).
La ZAC FGI prévoit une urbanisation nouvelle au sud du noyau villageois de Ferney-Voltaire avec la création de 2500 nouveaux logements et 4500 emplois. Le tramway desservira ce nouveau quartier aux ambitions fortes.

2 Contexte territorial

La commune de Ferney-Voltaire occupe une place stratégique dans la communauté d'agglomération du Pays de Gex (CAPG) et à l'échelle plus large dans le bassin de vie du Grand Genève. L'extension de la ligne de tramway Nations-Grand-Saconnex sur la commune de Ferney-Voltaire revêt des enjeux économiques, sociaux et environnementaux forts afin de favoriser la liaison douce entre le canton de Genève et la CAPG.

2.1 Ferney-Voltaire : une commune avec des dynamiques transfrontalières importantes

Ferney-Voltaire est une commune frontalière avec la Suisse, notamment via sa limite avec le Grand Saconnex au sud. Elle fait partie de la communauté d'agglomération du Pays de Gex (CAPG), elle-même insérée dans un territoire transfrontalier structurant : le Grand Genève.

2.1.1 … au sein d'un vaste pôle de coopération intercommunale

2.1.1.1 Au sein de la communauté d'agglomération du Pays de Gex

Ferney-Voltaire est la troisième ville la plus peuplée de la communauté d'agglomération du Pays de Gex. Cette dernière regroupe actuellement 27 communes et dénombre près de 100 000 habitants sur son territoire (INSEE 2019). Sa population est en forte croissance, notamment via un solde migratoire communal important. Son territoire frontalier est proche de Genève et des Monts-Jura.

Afin de mutualiser les moyens humains, techniques et financiers, la CAPG dispose de compétences lui permettant de répondre aux besoins des gessiens tout en fédérant des projets d'intérêt communautaire via notamment la gestion des compétences en matière d'urbanisme et de transport. L'agglomération du Pays de Gex s'est également dotée d'un Plan Local d'Urbanisme intercommunal tenant lieu de programme local de l'habitat (PLUiH) afin de concrétiser sa volonté d'aménager le territoire en cohérence avec les enjeux de préservation de l'équilibre et de l'harmonie du territoire.

2.1.1.2 Le pôle métropolitain du Genevois français

Côté français, la volonté de renforcer la coopération entre les intercommunalités limitrophes du canton de Genève a mené à la création en 2004 de l'Association régionale de coopération du Genevois français (ARC). En 2010, l'ARC se transforme en syndicat mixte et devient pôle métropolitain du Genevois français au 1er mai 2017.
Le Pôle métropolitain du Genevois français regroupe 8 intercommunalités dont la CAPG et la communauté d'agglomération de Thonon, représentant 117 communes de l'Ain et de la Haute-Savoie pour un total de 423 000 habitants.
Le Pôle métropolitain constitue la partie française de l'agglomération transfrontalière du Grand Genève dont il est membre.

2.1.1.3 Un territoire transfrontalier marqué par une coopération historique forte

2.1.1.3.1 Le Grand Genève, territoire intégrateur transfrontalier

Dès 1973, la présence d'une ville d'importance continentale proche de la frontière française a mené à la signature d'un accord franco-suisse afin de gérer les questions de voisinage puis de co-construire le développement du territoire. En 2004, les autorités locales lancent le Projet d'agglomération franco-valdo-genevois où sont représentés l'actuel Pôle métropolitain du Genevois français, le District de Nyon (subdivision territoriale du canton de Vaud) et le canton de Genève.

Le Projet d'agglomération a pour but de rassembler les différents acteurs du territoire afin de gérer conjointement les problématiques du territoire et de prévoir notamment son développement territorial.

Renommé Grand Genève en 2013, ce territoire transfrontalier est à cheval sur deux départements français (l'Ain et la Haute – Savoie) et deux cantons suisses (Vaud et Genève).

L'agglomération du Grand Genève rassemble plus d'un million d'habitant sur 209 communes et sa population est en croissance constante. Elle est compétente dans trois domaines : la mobilité, l'aménagement du territoire et l'environnement.

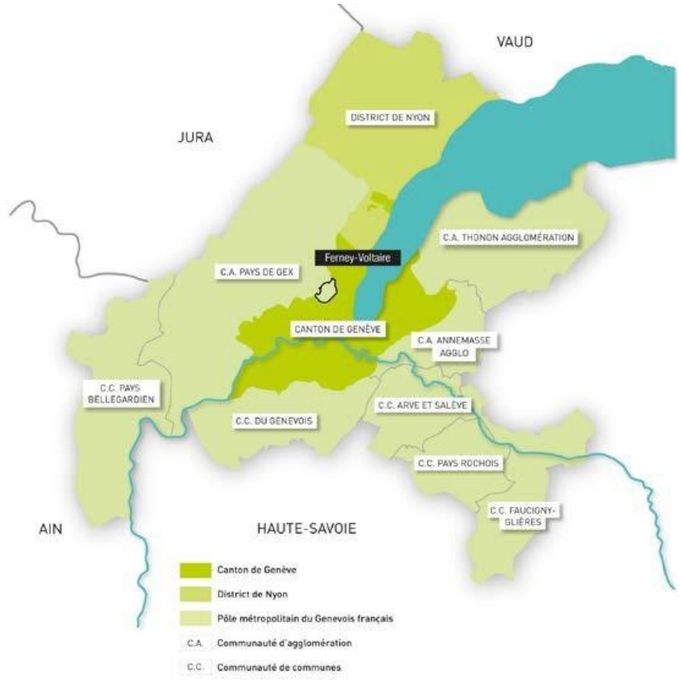


Figure 25 Carte de l'organisation territoriale du Grand Genève (Source : Horizon Léman)

2.1.1.3.2 Le Grand Genève, porteur de projets structurants

Les compétences du Grand Genève l'ont amené à mettre en place en 2007 le projet d'agglomération de 1ère génération avec un projet de développement territorial commun à l'horizon 2015-2020. Ce projet d'agglomération se décline en Périmètres d'Aménagement Coordonné d'Agglomération (PACA) et sous forme de Lignes Directrices.

Les enjeux pour les PACA sont multiples : construire de nouveaux logements, créer des espaces pour les activités économiques et les équipements, densifier l'urbanisation, maîtriser la mobilité individuelle motorisée, renforcer l'offre en transports public, etc. La commune de Ferney-Voltaire s'inscrit dans le PACA de Genève - Saint-Genis – Gex.

La mise en œuvre opérationnelle des principales options et mesures est réalisée au travers de Projets Stratégiques de Développement (PSD). Le PACA Genève - Saint-Genis - Gex a été décliné en 11 PSD dont celui de Ferney- Voltaire / Grand Saconnex. Le Projet Stratégique de Développement de Ferney-Voltaire / Grand Saconnex est un projet transfrontalier qui a pour principal enjeu de participer aux objectifs du projet d'agglomération, c'est-à-dire d'œuvrer pour le rééquilibrage des programmes de logements et d'activités de part et d'autre de la frontière.

Les projets d'agglomérations sont depuis renouvelés tous les 4 ans environ et sont déposés auprès de la Confédération helvétique qui finance en partie certains projets pour la partie transport et urbanisation. Le prolongement du tramway des Nations jusqu'à Ferney-Voltaire est l'un des quatre projets phares de la quatrième génération de projet d'agglomération (PA4) signée le 3 juin 2021 (mesure A4-32-1-7).

Par sa position centrale entre Gex au Nord, le district de Nyon au Nord-Est et le canton de Genève au Sud, Ferney-Voltaire est une commune importante tant à l'échelle de la CAPG que pour le développement franco-suisse du territoire.

2.1.2 … dans un territoire dynamique à fort développement…

Le projet d'inscrit au sein du Grand Genève, vaste territoire de 2 000 km² à cheval entre les cantons suisses de Genève et de Vaud, et les départements français de l'Ain et de la Haute-Savoie. Composé du Canton de Genève, du District de Nyon et du Pôle métropolitain du Genevois français, le territoire regroupe 209 communes et près d'un million d'habitants, soit 37% de plus qu'il y a 30 ans, un des territoires les plus dynamiques d'Europe.
Le territoire du Pays de Gex et de la ville de Ferney-Voltaire concentrent de nombreux actifs profitant du marché de l'emploi Suisse à proximité.
La commune de Ferney-Voltaire constitue un des pôles urbains de Pays de Gex agglo identifié au PLUiH. Les autorités locales ont décidé de renforcer le développement résidentiel de ces pôles urbains, dont Ferney-Voltaire fait partie.

Le PLUiH de Pays de Gex agglo indique qu'à horizon 2030, ce seront 20 000 habitants supplémentaires qui seront accueillis sur son territoire. Les pôles urbains de l'agglomération devront accueillir entre 80 et 85% du développement résidentiel de l'agglomération. Ainsi, la commune de Ferney-Voltaire aura une production de logements plus élevée que les autres communes de l'agglomération.
La ZAC Ferney-Genève Innovation, concernant à la fois le renouvellement d'un secteur existant et une extension urbaine de la ville, fait partie des opérations structurantes du territoire qui permettra de cadrer et d'organiser ce développement. Son programme prévoit 2 500 logements à horizon 2035 et la concentration de 4 500 emplois.

2.1.3 … avec des interactions transfrontalières fortes…

Le dynamisme démographique est principalement dû à la présence de la frontière Suisse et de son marché de l'emploi attractif. La présence de grands équipements, tels que l'aéroport et la gare de Genève, de sièges d'entreprises, d'organisations internationales favorise les liens et échanges entre les deux territoires.
En 2020, 189 400 actifs en emploi résident dans la zone d'emploi du Genevois français.
Parmi eux, 95 800 travaillent à l'étranger (actifs transfrontaliers) dont la plupart en Suisse : 95 500, soit plus d'un actif occupé sur deux. Ce taux est beaucoup plus élevé que celui d'autres zones d'emploi régionales proches de la frontière suisse : 25 % dans le Chablais, 10 % dans la Vallée de l'Arve et la zone d'emploi d'Annecy ainsi que 2 % dans celle d'Oyonnax.
Plus globalement, 132 700 actifs habitent en Auvergne-Rhône-Alpes et travaillent en Suisse (4 % des actifs occupés de la région), avec une forte concentration dans la zone d'emploi du Genevois français (72 % des actifs transfrontaliers vers la Suisse de la région).
Dans le Genevois français, le nombre d'actifs transfrontaliers vers la Suisse progresse en moyenne annuelle de 2,8 % sur la période 2014-2020, contre 4,1 % entre 2009 et 2014. Au global sur la période 2009-2020, le nombre d'actifs transfrontaliers a été multiplié par 1,4.
La CA du Pays de Gex concentre le plus gros contingent de navetteurs. En 2020, ils sont en effet 30 820 à franchir la frontière pour travailler en Suisse, en hausse de 3 % par an depuis 2014. Ils représentent désormais 56 % des actifs résidants dans cette CA[1].

2.1.4 … et une prépondérance de la voiture particulière amenant à des problématiques de saturation du réseau

En 2019, 24 800 véhicules franchissent quotidiennement la douane de Ferney-Voltaire. L'utilisation de la voiture individuelle est actuellement largement privilégiée par la population à 83% contre à peine 13% pour les transports en commun et 4% pour le vélo.
Ces flux de déplacements engorgent la douane de Ferney-Voltaire et les voiries des deux côtés de la frontière franco-suisse aux heures de pointe. Les axes de transports actuels sont saturés et ne sont pas extensibles : en conséquence, les heures de pointe du matin et du soir s'étendent.

[1] Source : observatoire statistique transfrontalier synthèse 2023
https://statistique.ge.ch/tel/publications/2023/hors_collection/ost/Synthese_2023.pdf

Face à ce constat global sur son territoire, la ville de Genève mène depuis plusieurs années une politique restrictive du stationnement automobile et durcissement des accès routiers afin de réduire drastiquement la part de la voiture en ville. L'ensemble des autorités locales convergent ainsi vers cet objectif.

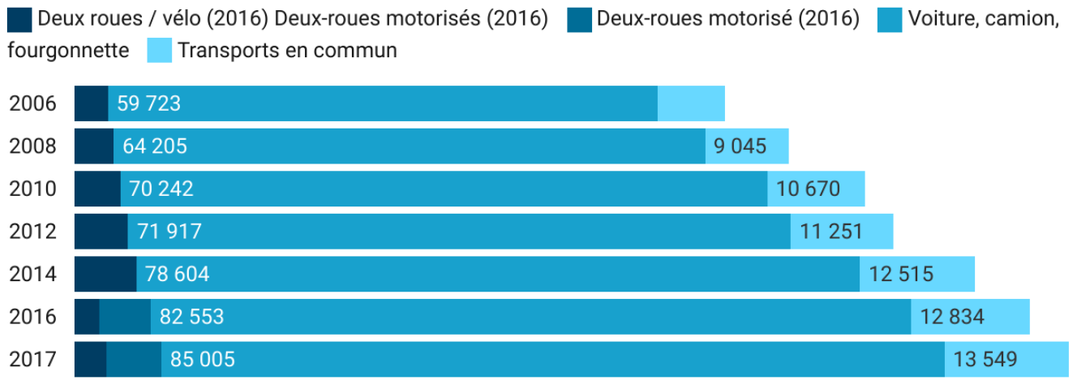


Figure 26: principal moyen de transport utilisé pour se rendre pour les actifs résidents en France et travaillant dans le canton de Genève de 2006 à 2017 (source : https://www.ge.ch/dossier/transports/mobilites-pendulaires/mobilites-pendulaires)

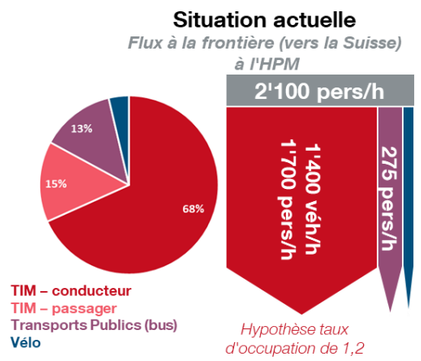


Figure 27 : part modale des déplacements depuis le Pays de Gex vers la Suisse (Source : Étude complémentaire pour le prolongement du tramway genevois « Nations - Grand Saconnex »)

Il existe aujourd'hui un déséquilibre entre Genève, pôle d'emploi, et le Pays de Gex, pôle d'habitat. Ce territoire transfrontalier se caractérise par des migrations pendulaires domicile-travail particulièrement fortes. 24 800 véhicules franchissent quotidiennement la douane de Ferney-Voltaire et sont à l'origine de problèmes récurrents de congestion routière.
La forte croissance démographique du territoire entrainera également l'accroissement de la demande globale de déplacements. Or, le trafic routier ne doit et ne peut pas augmenter du fait de la saturation actuelle des axes et de la volonté de réduire la part de la voiture en ville en durcissant ses conditions d'accès.
Ce constat met en avant la nécessité de renforcer le report modal du transport individuel motorisé vers les transports collectifs, et d'accompagner les déplacements générés par les développements urbains vers des solutions de transports collectifs et modes doux.
En plus du développement des vélo-routes et du BHNS, un projet de transport en commun structurant s'avère désormais essentiel.

2.2 Un projet pensé en synergie avec la ZAC Ferney-Voltaire Innovation

2.2.1 Les grands objectifs d'aménagement de la ZAC Ferney-Genève Innovation

Située au sud de la commune de Ferney-Voltaire, la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) Ferney Genève Innovation constitue **l'outil opérationnel choisi pour mettre en œuvre le Plan Stratégique de Développement de Ferney-Voltaire.** Étendue sur **65 ha**, la ZAC est encadrée par :

- La route de Meyrin (RD 35) ;
- La frontière avec la Suisse ;
- Des espaces urbanisés dont le centre-ville de Ferney-Voltaire ;
- Des espaces agricoles.

La ZAC Ferney-Genève Innovation s'inscrit dans la stratégie d'aménagement du territoire de Pays de Gex traduite à la fois dans le projet d'agglomération franco-valdo-genevois, le SCoT et le PLUiH du Pays de Gex. Dans un contexte de très forte pression démographique (2,5 % de croissance par an), Pays de Gex Agglo a fait le choix de réduire drastiquement les surfaces ouvertes à l'urbanisation (- 286 ha) et de concentrer son développement autour des pôles régionaux (Saint-Genis Pouilly, Ferney-Voltaire, Gex et dans une moindre mesure Divonne les Bains).
La ZAC Ferney-Genève Innovation a pour ambition de renouveler et développer un quartier bas carbone qui expérimente et propose des usages à la fois décarbonés, abordables, mutualisés et vecteurs de confort pour les habitants et les salariés.

Les objectifs du projet de ZAC sont de :

- Développer un programme d'habitat accueillant 25% de logements sociaux ainsi que 20% de logements abordables financièrement et 55% de logements libres dans un territoire en très forte tension.
- Intégrer les enjeux environnementaux et énergétiques, d'adaptation au changement climatique du site notamment la renaturation des cours d'eau du Nant, du Gobé et de l'Ouye ainsi que le renforcement des corridors biologiques entre le cœur vert du Cercle de l'Innovation et la plaine de Collex Bossy.
- Requalifier la zone d'activité commerciale et artisanale de la Poterie afin de revitaliser ce quartier et d'offrir aux habitants du bassin genevois de nouveaux espaces de commerce, de loisirs et de culture.
- Créer l'une des polarités économiques structurantes du Grand Genève sur le territoire français, prioritairement axée sur la formation et la recherche. La Cité Internationale des Savoirs sera la première étape : création d'un pôle de compétences dédié à la formation en lien avec les acteurs majeurs (OI, CERN…). 4500 emplois sont attendus à terme.
- Développer une construction en matériaux biosourcés, performante énergétiquement et desservie par un réseau d'énergies renouvelables et de récupération. A travers ce projet, le territoire promeut la création de filières locales (bois construction) et un maillage d'espaces végétalisés de pleine terre pour renforcer l'adaptation au changement climatique du quartier.
- Et enfin, renforcer la desserte des transports en commun (Bus à Haut Niveau de Service et extension du tramway franco-suisse), proposer une offre de stationnement mutualisé et des cheminements doux.

La ZAC Ferney-Genève-Innovation prévoit ainsi l'arrivée de 5 500 habitants supplémentaires, 4 500 emplois, une zone d'activités et des équipements publics (écoles, salles de sports, crèche).

L'aménagement de la ZAC Ferney Genève Innovation est programmé en **deux phases** :
- **La première phase de 2015 à 2028** concerne les secteurs de la place du Jura, Paimboeuf et une partie du quartier de la Poterie (Chemin de la Brunette et chemin de la Poterie).
- **La seconde, prévue de 2028 à 2035**, concerne les secteurs de Très-la-Grange (TLG) et la partie sud du quartier de la Poterie (chemin de Colovrex).

Le tracé français du prolongement du Tram des Nations est intégralement implanté sur la ZAC FGI, dont il est un objectif clairement mentionné. L'attractivité du futur secteur sud de Ferney-Voltaire via la réalisation de la ZAC renforce la nécessité d'une nouvelle offre de transports publics bas carbone. Le prolongement du tramway est un aménagement structurant nécessaire à l'atteinte des objectifs de reports modaux et de décarbonation de la mobilité dans ce secteur à enjeux.

2.2.2 L'état d'avancement de la ZAC en 2024

- *Secteur de la Poterie*

L'aménagement du secteur de la Poterie est un projet de renouvellement urbain. Ce quartier a été le premier à faire l'objet de travaux. Il est en cours de refonte : de nouvelles voies ont été créés, un lot économique est en cours de construction.
L'aménagement de l'avenue du Jura a été réalisé afin de permettre la création du site propre BHNS. Cet aménagement a été livré en 2024.
C'est également sur ce secteur qu'a été créé le premier champ de sondes géothermiques du futur réseau d'anergie de la ZAC. C'est le premier réseau d'anergie français. Cette solution technique déjà éprouvée en Suisse exploite l'énergie dite fatale des activités économiques et du puits n°8 du CERN pour chauffer les 2 500 logements du quartier, chauffer et rafraîchir les activités économiques et déployer un réseau de chauffage urbain pour toute la commune. Ce réseau sera couplé à un stockage géothermique inter saisonnier, afin d'emmagasiner l'énergie et la restituer au moment où la demande est importante, ainsi qu'à une boucle d'autoconsommation photovoltaïque.
Ce quartier étant intégralement couvert par le cône de bruit de l'aéroport il ne peut accueillir de nouvelles habitations. Ainsi, il abritera à terme un nouvel espace commercial venant renforcer l'économie du territoire et dynamiser ce quartier à proximité immédiate du centre de Ferney-Voltaire.
A la frontière de ce quartier se trouvent les douanes de Ferney-Voltaire, cet espace étant voué à être intégralement réaménagé dans les prochaines années pour accompagner la refonte des mobilités (tramway et BHNS) et les évolutions d'usage des services douaniers. Les études de programmation sont en cours sur ce secteur.

- *Secteur de Paimboeuf*

Une première phase de travaux de viabilisation a été réalisée en 2018. Puis la renaturation du premier tronçon du Nant a été réalisée en 2020. Les travaux de viabilisation du nord de Paimboeuf sont en cours de réalisation en 2024 et la renaturation du second tronçon du Nant s'est terminée début 2024.

Les premiers chantiers de bâtiments ont également commencé : le parking mutualisé hot spot est en cours de construction, il abritera en plus du parking, un fab lab living lab, la centrale de production du réseau de chaleur, un data-center et des services à la mobilité. Les premiers promoteurs ont également commencé leurs travaux de bâtiments résidentiels au sud de Paimboeuf.

- *Secteur de Très-la-Grange*

Le secteur Très-la-Grange n'est pas encore en phase chantier, les études de projet des espaces publics de ce quartier sont menées en 2024. La programmation de l'équipement scolaire est également en cours de réalisation. Le schéma directeur de ce quartier comprend des lots économiques, du logement, un large espace de renaturation du Nant, un parking mutualisé, des services publics (école, crèche, gymnase), une grande place, une vélo-route, des cheminements piétons et cycles en plus des voiries, les boisements conservés, un espace potentiel de maraichage urbain et le tramway avec le P+R.

3 Le projet de prolongement du tramway des Nations

3.1 Description synthétique du projet

Le prolongement du tramway Nations-Grand-Saconnex à Ferney-Voltaire permettra d'offrir une alternative à la voiture individuelle pour les déplacements le long de cet axe tout en créant des conditions favorables à l'utilisation des transports en commun. L'objectif fixé est de doubler la part modale des transports collectifs au passage de la frontière franco-suisse à horizon 2030.
Pour atteindre ces objectifs, la CA du Pays de Gex, la SPL Territoire d'Innovation et la ville de Ferney-Voltaire proposent un projet d'extension à horizon fin 2027 de la ligne de tramway Nations-Grand-Saconnex du réseau de Transports Publics Genevois (TPG) vers la ville de Ferney-Voltaire. La dimension transfrontalière du projet est dans l'ADN même du programme, aussi bien dans sa conception, sa gouvernance et son financement. Le projet s'inscrit dans le cadre du Projet d'Agglomération du Grand Genève (mesure de transport phare du projet d'agglomération n°4, faisant l'objet d'une demande de cofinancement auprès de la Confédération suisse).
Le projet d'extension du tramway Nations-Grand-Saconnex (TNGS) s'inscrit dans un projet de développement urbain à Ferney-Voltaire, la ZAC Ferney-Genève Innovation, qui verra l'arrivée de 5 500 habitants supplémentaires, 4 500 emplois, une zone d'activités et des équipements publics (écoles, salles de sports, crèche).
Plus précisément, le projet de tramway de Ferney sera la prolongation de la ligne entre Nation et Bernex-Vailly. Un premier prolongement sur le territoire suisse sera réalisé de Nations jusqu'au Grand-Saconnex, puis du Grand-Saconnex à la douane de Ferney-Voltaire, et sur le territoire français de la douane jusqu'au carrefour du bisou.
Ce prolongement s'étend environ sur 5,4 kilomètres, dont **environ 1,8 kilomètre en France**, sur la commune de Ferney-Voltaire. Cette extension s'accompagne de 9 nouvelles stations implantées le long du parcours du tramway, dont **3 en France**, ainsi qu'un arrêt technique (uniquement pour les contrôles douaniers) à la douane de Ferney-Voltaire.

La ligne ainsi prolongée fera partie intégrante du réseau de Transports Publics Genevois, et sera conçue afin de répondre à tous les standards de ce réseau en termes d'exploitation, information voyageur et charte d'aménagement. La conception de la ligne répondra, dans la mesure du possible, aux standards, moyens et méthodes de maintenance actuellement mis en œuvre sur le réseau TPG, qui auront la charge de la maintenance des voies ferrées, de l'énergie et des lignes aériennes de contact, de la signalisation ferroviaire, des équipements d'information voyageurs et des distributeurs de billettique.

Le tramway s'insère entre la douane et le carrefour du Jura dans un environnement déjà urbanisé, sur la rue de Genève (RD 1 005). A partir du carrefour du Jura, le tramway circule au cœur de la ZAC Ferney-Genève Innovation jusqu'au terminus de la ligne. Le tramway emprunte des axes projetés (secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange) de la ZAC.

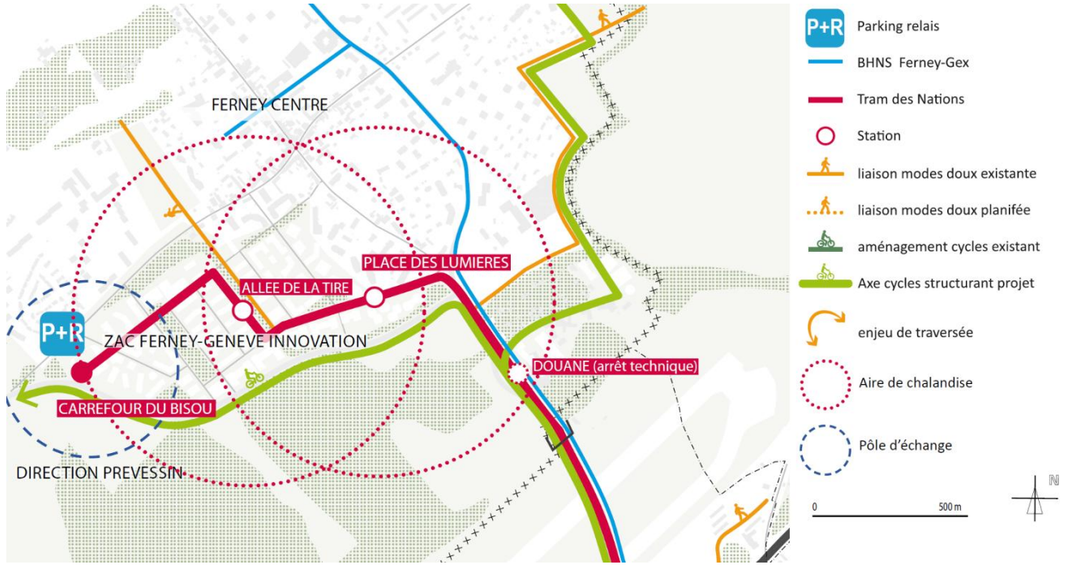


Figure 28 : projet d'extension de la ligne TNGS à Ferney-Voltaire (source : Office Cantonal des Transports)

La rapidité de mise en œuvre de cette extension est permise par un tracé entièrement inclus dans la ZAC Ferney-Genève Innovation. Ainsi, les acquisitions foncières, les études et travaux d'espaces publics et les études environnementales ont déjà été engagés dans le cadre de l'opération d'aménagement, dont la SPL Territoire d'Innovation est le concessionnaire.

Pour inciter au report modal, au terminus de la ligne côté Ferney-Voltaire, est prévue la réalisation d'un parking-relais, afin d'assurer une intermodalité de qualité aux usagers de la ligne. Ce parking, d'une capacité projetée de 500 places, permet d'offrir aux navetteurs un stationnement sécurisé en journée et une solution d'intermodalité fiable et capacitaire. Il fait partie intégrante du projet de tramway.

Le prolongement du tramway à Ferney-Voltaire, incluant la réalisation d'un parking-relais au terminus, est inscrit au Projet d'Agglomération n°4 de la confédération Suisse, un financement de l'ordre de 35 % (hors P+R) est ainsi alloué. Le projet fait également partie des projets lauréats du 4ème appel à projets Transports Collectifs en Site Propre lancé par l'État français (annonce du 06 octobre 2021). Un soutien financier de l'ordre de 10% du coût du projet est ainsi alloué.

3.2 Les objectifs du projet de prolongement du tramway des Nations

Le conseil communautaire de Pays de Gex agglo a arrêté en décembre 2019, les objectifs suivants :

- ***Desserte du territoire de l'agglomération :***

Le prolongement du tramway à Ferney-Voltaire doit permettre d'améliorer la desserte de l'agglomération au niveau de l'axe Ferney-Genève, en lien avec les développements futurs. A l'issue des études préliminaires, l'opportunité d'un prolongement au-delà de la future place du Jura (carrefour RD1005/RD35), privilégiant un tracé ouest, à travers la ZAC Ferney-Genève Innovation et ayant pour terminus le carrefour du Bisou, a été retenue.

- ***Part modale des transports en communs :***

La douane de Ferney-Voltaire est parmi les plus importantes portes d'entrée de l'agglomération genevoise. Elle subit depuis de nombreuses années des phénomènes de congestion récurrentes. Malgré le développement urbain prévu autour de cet axe, le trafic routier ne doit et ne peut pas augmenter du fait de la saturation actuelle des axes et de la volonté de réduire la part de la voiture en ville en durcissant ses conditions d'accès. Ainsi, le projet de tramway a pour objectif d'augmenter la part modale des transports en communs à au moins 20 % au passage de la frontière entre Ferney-Voltaire et le Grand-Saconnex.
L'atteinte de l'objectif de report modal sera recherchée via une conception d'un tramway performant (régularité, vitesse commerciale, etc...) et offrant un haut niveau de service (intervalle d'exploitation, amplitude horaire, confort, accessibilité, etc…).
Cet objectif sera d'autre part recherché en facilitant l'intermodalité sur le territoire :

✓ Voitures Particulières :

Un parc-relais de 500 places est projeté à proximité du terminus « Carrefour du Bisou ». Il incitera les usagers automobilistes à abandonner leur véhicule, le plus en amont possible de la frontière.

✓ Transports en Commun :

Le projet de tramway sera coordonné et conçu en complémentarité avec le projet de BHNS Gex-Ferney. Cette interface sera prise en compte tant d'un point de vue de l'intermodalité et des échanges voyageurs, qu'en termes d'impacts sur l'exploitation et la gestion du tronc commun des deux lignes.

✓ Modes actifs :

La ZAC Ferney-Genève Innovation propose dans son aménagement une large part de l'espace public dédiée aux cycles et aux piétons. Le tramway accompagnera cette volonté d'aménagement apaisé et contribuera par ses aménagements et les équipements qui pourront être mis en place, en station notamment, au report des usagers vers le tramway, la reprise du schéma directeur de Très-la-Grange pour l'ajout du tramway permet également de replacer le tracé de la vélo-route selon un axe plus direct pour ses usagers.
La carte en page suivante illustre la totalité du tracé de l'extension du tramway et son intégration multimodale.

- ***Inscription au Projet d'Agglomération n°4 (PA4) du Grand Genève et mise en service :***

Ce projet fait partie de la liste de mesures phares du **PA4**, faisant l'objet d'une demande de co-financement auprès de la Confédération suisse. L'objectif est une mise en service simultanée des tronçons suisse et français, les délais de réalisation du PA4 imposant un démarrage des travaux entre 2024 et 2027. Les travaux du premier tronçon suisse (PA3) ont démarré en 2023 ; les travaux du deuxième tronçon suisse et du tronçon français se feront concomitamment à partir de 2025.

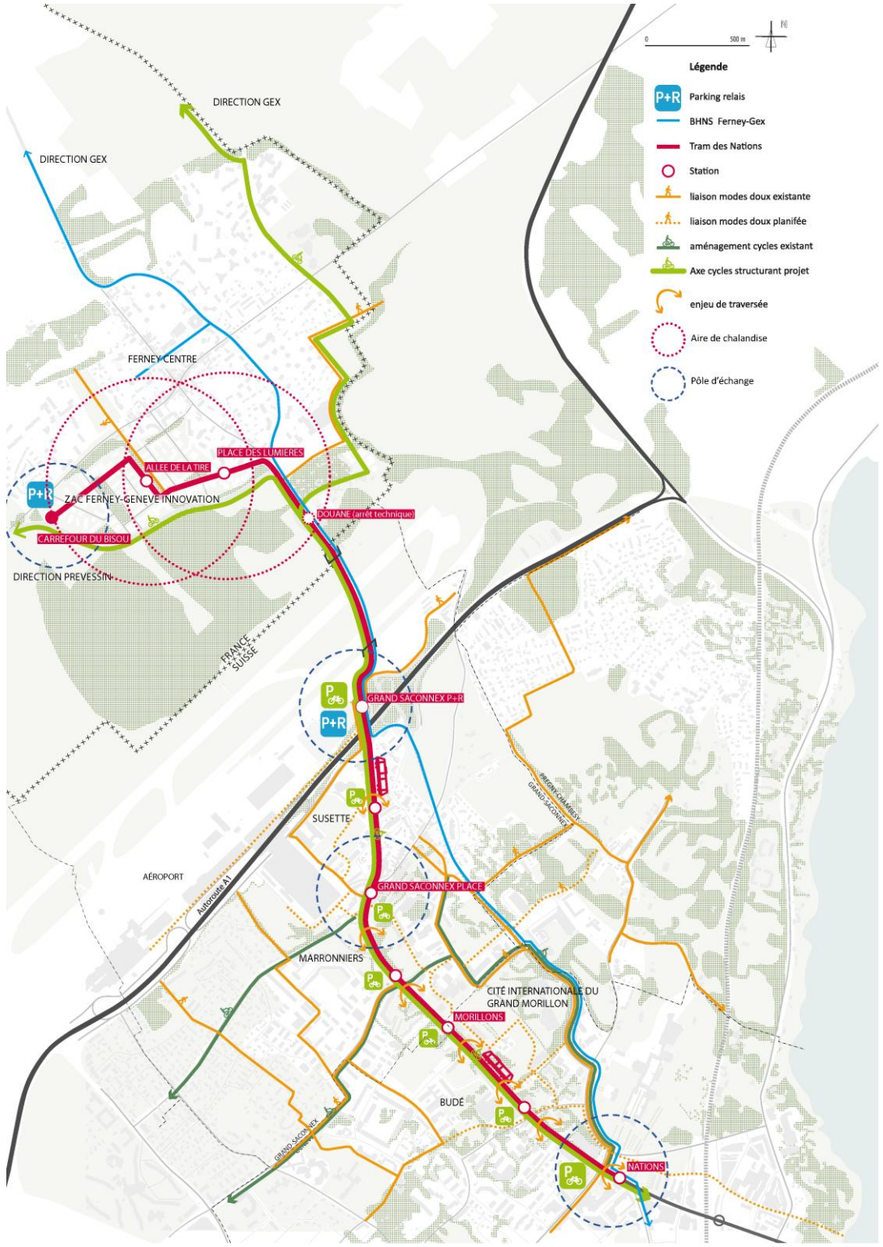


Figure 29 : tramway depuis la place des Nations et intégration multimodale (source : Terrinnov)

3.3 Les acteurs et le financement du projet

3.3.1 Les acteurs du projet

Sur la partie française du prolongement du tram des Nations, le projet est sous maîtrise d'ouvrage de l'agglomération du Pays de Gex, compétente en matière d'urbanisme et de transport sur son territoire. Le prolongement du tram s'inscrivant dans la réalisation de la ZAC FGI dont la SPL Terrinnov est le concessionnaire, la réalisation des études a été confiée par mandat de l'agglomération du Pays de Gex à la SPL Terrinnov.

La Société Publique Locale Terrinnov est une structure de droit privé (Société Anonyme) dont le capital social de 750.000 € est détenu à 100% par des collectivités locales. Le capital de la SPL Terrinnov est réparti comme suit :

- Pays de Gex Agglo, 60% ;
- 7 communes de la CAPG : Chevry, Ferney-Voltaire, Gex, Ornex, Prévessins-Moëns, Divonne et Saint-Genis-Pouilly, pour un total de 35% ;
- Le département de l'Ain, à hauteur de 5%.

Créée en mars 2014, elle intervient pour le compte exclusif et sur le territoire de ses actionnaires publics.

Sur le tronçon suisse du prolongement du tram des Nations, le projet est sous maîtrise d'ouvrage du Canton de Genève avec la participation de la Confédération helvétique et des villes de Genève et du Grand-Saconnex.

3.3.2 Le financement du projet

Le financement se décompose de la sorte :

- 35% validés en juin 2022 par la confédération helvétique dans le cadre du projet d'agglomération de quatrième génération du Grand Genève ;
- 11% accordés en septembre 2021 par l'état français dans le cadre de l'appel à projets Transport en Commun en Site Propre ;
- 20% portés par l'opération d'aménagement ;
- 34% restants à trouver auprès du département de l'Ain, de la région Auvergne-Rhône-Alpes, de l'Europe et d'autres partenaires.

Pour information, depuis 2008, l'État français accompagne les projets de transport collectif en site propre (TCSP) des autorités organisatrices de la mobilité en les cofinançant dans le cadre d'appels à projets. Un quatrième appel à projets sur le thème des TCSP a été lancé en décembre 2020 pour la période 2021-2025. Cet appel à projets comprend un volet dédié aux pôles d'échanges multimodaux (PEM). L'agence de financement des infrastructures de transport de France a retenu le projet d'extension du tramway à Ferney-Voltaire et a décidé de le financer à hauteur de 4 670 000 €.

4 Caractéristiques principales des aménagements retenus

4.1 Principes d'insertion

Les principes d'insertion de la ligne de tramway reposent sur les objectifs suivants :
- S'intégrer au projet urbain de la ZAC Ferney-Genève Innovation ;
- Améliorer les déplacements des modes doux autour de la plateforme ;
- Assurer la sécurité de tous autour de la plateforme ;
- Assurer le niveau de service, le temps de parcours et sa fiabilité ;
- S'intégrer dans le réseau des Transports Publics Genevois.

Le haut niveau de service est recherché à travers les trois composantes d'un système de transport, au sens du CEREMA :
- Une infrastructure performante dédiée au système de transport : par l'implantation d'un site propre sur l'ensemble du linéaire, la ligne s'affranchit en totalité des impacts des circulations routières. Elle disposera en outre de priorité à l'ensemble des carrefours à feux. L'infrastructure linéaire est complétée par la création d'un parc-relais (P+R).
- Une offre de service de qualité : une analyse fine des usages des habitants de la zone d'étude permet de répondre aux rythmes de vie (amplitude horaire élargie, fréquence en heure de pointe, etc.). D'autre part, le projet est une opportunité de l'amélioration de l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite et à l'information aux voyageurs (systèmes d'information voyageurs, accessibilité aux personnes handicapées et à mobilité réduite, etc..).
- Un matériel roulant moderne et écologique : en cohérence avec le matériel roulant existant sur le réseau des Transport Publics Genevois.

4.2 Les invariants du projet de tramway

L'aménagement d'un tramway nécessite d'avoir une emprise libre d'au minimum 6,70 m en alignement droit, qui correspond au gabarit limite d'obstacle (GLO) avec bordures comprises. Dans les courbes (rayon intérieur de 25m), il faut une surlargeur, soit une emprise de 7 m.
Les dimensions d'un quai sont au minimum de 45 m par 3,5 m de chaque côté des voies de tramway. Il faut donc une emprise libre minimum de 14 m par 45 m pour intégrer une station.

Les invariants d'insertion ont été déterminés à partir du plan masse de la ZAC Ferney-Genève Innovation et sont les suivants :
- Le tram arrive par l'Ouest du tunnel sous l'aéroport, à la frontière avec la Suisse ;
- Le passage du tramway à la douane est mutualisé avec le BHNS :
    - quai d'arrêt technique du tramway à la demande des services douaniers ;
    - zone de contrôle des bus ;
- Le tramway reste positionné à l'Ouest sur l'Avenue du Jura (RD1005) ;
- Au niveau de la place du Jura, le tramway se dirige en direction des quartiers ouest de la ZAC (Paimboeuf et Très-la-Grange) ; le BHNS se rend à l'Est en se repositionnant en voie centrale pour sa traversée de Ferney-Voltaire sur l'Avenue du Jura (RD1005) ;
- Le maillage principal des espaces publics est maintenu au sein de la ZAC.

Le plan détaillé du tracé et de ses invariants déterminants est présenté ci-après.

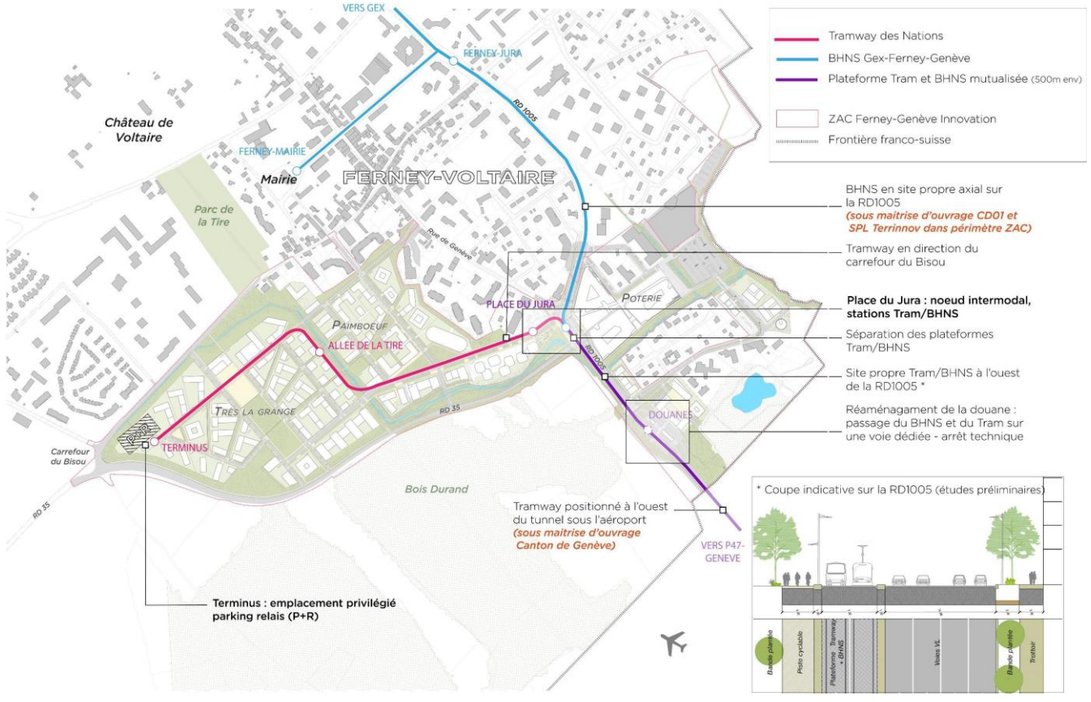


Figure 30 : Tracé du prolongement de la ligne de tramway des Nations à Ferney-Voltaire en phase « études préliminaires » (Source : SPL Territoire d'Innovation)

Une reprise du plan guide de la ZAC Ferney-Genève Innovation et notamment de la trame viaire et de la répartition des espaces publics a été engagée afin de permettre une insertion sécurisée et cohérente de l'ensemble des modes de déplacement. Un travail d'optimisation du tracé a également été mené en vue d'améliorer la performance et la vitesse commerciale du tramway grâce notamment à :
- La réduction des rayons de courbures ;
- La limitation des carrefours traversés et des entrées charretières des programmes immobiliers.

Le tracé du tramway s'inscrit en grande partie dans un projet urbain en cours de réalisation, ce qui constitue une opportunité pour adapter au mieux son insertion urbaine.

4.3 Le programme général du prolongement du tramway

Le prolongement du tram des Nations est transfrontalier. Son extension sur le tronçon 2 suisse entre le P+R du Grand-Saconnex et la douane de Ferney-Voltaire représente un linéaire de 770m. Il inclut notamment un franchissement sous l'aéroport, sous maîtrise d'ouvrage suisse, via le réaménagement complet du tunnel principal pour intégrer l'infrastructure latérale « tramway et bus ».

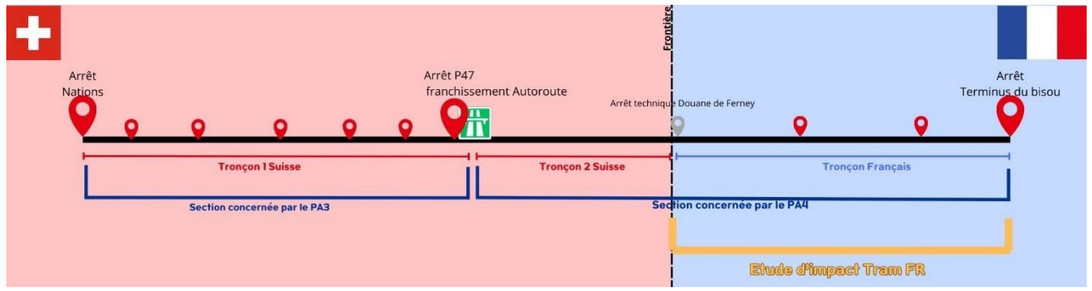


Figure 31 : schéma organisationnel de la ligne de tramway Nation Grand Saconnex Carrefour du Bisou

Le tronçon français concerne quant à lui un linéaire de 1 800m et prévoit les aménagements suivants :

- Franchissement de la douane de Ferney-Voltaire en site propre latéral (dans la continuité du franchissement sous l'aéroport) et création d'un arrêt technique à la demande des services douaniers français et suisses permettant le contrôle des passagers en cas de besoin.
  Un réaménagement complet de la plateforme douanière est prévu hors projet d'agglomération.

- Intégration du tramway en site propre latéral sur la route RD1005 entre la douane de Ferney-Voltaire et le carrefour de l'avenue du Jura (Place du Jura) avec un réaménagement complet de la voirie existante et du plan de circulation pour prioriser le tramway aux carrefours, sans augmentation des capacités du transport individuel motorisé (TIM). Cette section est mutualisée avec le BHNS.

- Création d'un axe de desserte au sein du nouveau quartier Ferney-Genève Innovation, de la Place du Jura au carrefour du Bisou, d'une longueur de 1 200m environ avec aménagement de l'espace public représentant une surface totale de 27 000m² avec différentes typologies d'espaces publics :
  - L'avenue d'Alembert : gabarit moyen de 26m intégrant un site propre pour le tramway, jusqu'à deux voies TIM avec du stationnement latéral, une voie mobilité douce (MD), une noue paysagère et plantée permettant la gestion des eaux pluviales.
  - L'Allée de la Tire : gabarit moyen de 18m le long du cours d'eau renaturé intégrant un site propre pour le tramway et des aménagements paysagers plantés de part et d'autre.
  - La rue Émilie du Châtelet : gabarit moyen de 18m intégrant un site propre pour le tramway, une voie TIM, une voie MD et des aménagements paysagers plantés.

- Création de 3 nouveaux arrêts de tramway, accessibles aux personnes à mobilité réduite, avec une inter-distance d'environ 500m entre chaque arrêt :
  - Place des lumières (ex place du Jura) : en entrée de ville de Ferney-Voltaire, aménagement d'une interface en lien avec le BHNS Gex-Cornavin et les rabattements des modes doux,
  - Allée de la Tire : au cœur du futur quartier Ferney-Genève Innovation et des maillages MD qui le connecteront avec les quartiers existants de Ferney-Voltaire,
  - Carrefour du Bisou (terminus de la ligne de tramway): interface multimodale en lien avec les rabattements modes doux (vélo-route) et transports publics (lignes de bus du Transport Public Genevois 64 et 66), et comprenant un P+R de 500 places.

- Réalisation d'un axe « modes doux » continu en site propre (piste bidirectionnelle d'un gabarit de 3m au minimum) entre la Place du Jura et le franchissement sous l'aéroport le long de la RD1005. Il permettra de raccorder de manière sécurisée la voie verte Gex-Ferney et l'itinéraire qui longe la RD35 en direction de St-Genis-Pouilly avec la piste réalisée sur la partie suisse qui traverse le tunnel sous l'aéroport.

- Végétalisation de la plateforme sur la totalité du parcours, en dehors des carrefours, des stations et de la section mutualisée avec le BHNS, soit environ 900ml, réduisant le ruissellement des eaux de pluie, les ilots de chaleur, améliorant la vitesse commerciale du tramway et la sécurité routière.

- Déviation des réseaux et reprise des ouvrages d'art (renforcement/élargissement) impactés par le passage du tramway.

Le prolongement du tramway est complémentaire au BHNS Gex-Cornavin. Une mutualisation des sites propres tramway et BHNS est prévue entre le pont de franchissement de l'autoroute et la Place du Jura, notamment dans le tunnel sous l'aéroport et au passage de la douane de Ferney-Voltaire, afin d'améliorer leur performance et de réduire les conflits avec les autres modes de transport (TIM, MD) sur cette section physiquement contrainte (tunnel, douane, carrefour routier important).

La faisabilité du prolongement du tramway a été étudiée et permet d'envisager une réalisation facilitée et optimisée sur l'ensemble du tracé, notamment sur l'extension sur la partie française. En effet, le foncier et les autorisations administratives nécessaires sont déjà maîtrisés, notamment dans le cadre de la réalisation de la ZAC FGI.

Le tracé a fait l'objet de différentes options évaluées au regard de multiples critères et a été soumis à concertation publique (2020) menant au choix de la solution présentée : une extension du réseau de tramway venant compléter le réseau TP (notamment le BHNS Gex-Cornavin), desservant le centre de Ferney-Voltaire (et communes alentours), en coordination avec le développement de l'urbanisation.

4.4 Le détail de l'aménagement

4.4.1 Un projet entièrement en site propre

Le synoptique ci-dessous présente le tracé de l'extension du Tram des Nations en France, allant de la frontière avec la commune de Grand-Saconnex au carrefour du Bisou à Ferney-Voltaire :

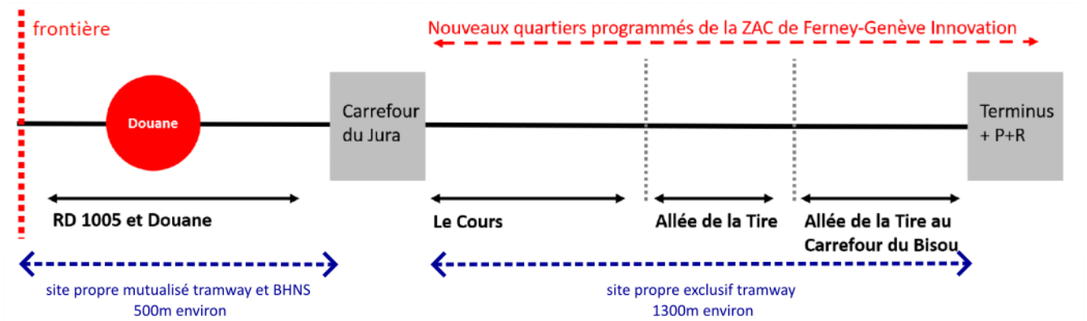


Figure 32 : Synoptique de la ligne de tramway en France (Source : Systra)

Nouvelle nomenclature :	*Carrefour du jura > place des lumières*
	Le cours > Avenue d'Alembert
	Allée de la tire au carrefour du bisou > Rue Émilie du Chatelet

La section de la douane est un site propre mutualisé avec le BHNS sur 500m environ : la plateforme du tramway est partagée avec le BHNS Gex-Ferney-Voltaire depuis la frontière Suisse, en passant par la Douane, jusqu'à la place des lumières (le long de la RD1005). Dans la suite de l'aménagement (1300m environ), passé la place des lumières, le tramway bénéficie d'un site propre dédié.

Un site propre est une voie entièrement dédiée à la circulation d'une ou plusieurs lignes de transport en commun. Des bordures infranchissables de part et d'autre du site permettent de dissocier physiquement la circulation du transport en commun des aléas de la circulation générale. Ce principe d'insertion permet ainsi d'assurer une vitesse commerciale régulière et élevée.
Sur un même site propre peuvent cohabiter deux modes de transport en commun différents, tels le bus et le tramway, à condition de maîtriser les fréquences de ces deux modes afin de les rendre compatibles, et de prévoir les dispositifs nécessaires pour leur accessibilité.



Figure 33 : Exemple de site propre mutualisé bus et tramway : le tram Cornavin-Meyrin-CERN (TCMC) et le tram Cornavin-Onex- Bernex (TCOB). Source : grand-geneve.org

Le tracé du tramway bénéficie d'un site propre sur l'entièreté de son tracé et végétalisé lorsque cela est techniquement possible. Ce sont des gages de sécurité, gain de temps et d'exploitation. Cette configuration permet de rendre le temps de parcours en transport collectif très compétitif par rapport à la voiture individuelle. C'est un impératif pour la réussite de ce projet.

4.4.2 Secteur de la douane

Le franchissement de la douane de Ferney-Voltaire se fait en site propre latéral ouest, mutualisé avec le BHNS (dans la continuité du franchissement sous l'aéroport) et création d'un arrêt technique à la demande des services douaniers français et suisses permettant le contrôle des passagers en cas de besoin. Le réaménagement complet de la plateforme douanière est à ce titre nécessaire en vue de réorganiser et sécuriser l'ensemble des flux au passage de la douane.

Ainsi, alors que le BHNS et le tramway partagent un même site propre au nord et au sud de la frontière, les flux sont dissociés avec la mise en place de voies d'évitement du BHNS permettant un arrêt en dehors de la plateforme partagée :

- ✓ en cas de contrôle passagers du BHNS (en bleu ci-dessous), ceux-ci s'effectuent sur les quais d'évitement, sans impact sur les circulations du tramway ;
- ✓ en cas de contrôle passagers du tramway (en orange ci-dessous), ceux-ci s'effectuent sur l'arrêt technique central en plateforme, le BHNS sera en mesure de contourner et dépasser le tramway, sans impact sur son exploitation. L'arrêt technique a été conçu avec les mêmes caractéristiques techniques qu'un quai de station voyageur, la largeur du quai est néanmoins réduite à 1,5 mètre.

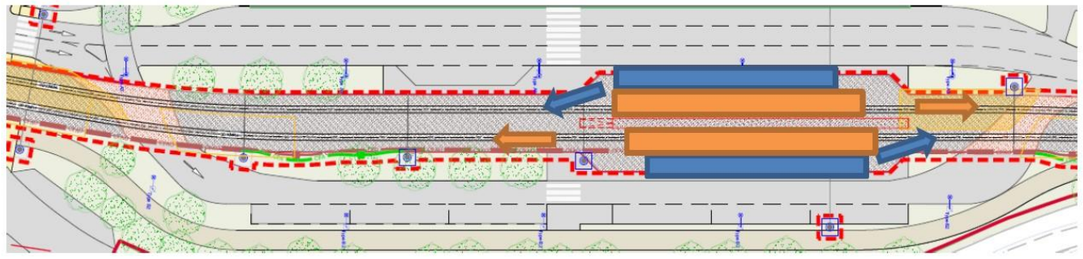


Figure 34 : Illustration de la gestion tram/ BHNS - arrêt technique douane

Le profil en travers et la vue en plan ci-après illustrent la configuration du secteur de la douane et l'insertion de la plateforme du tramway.

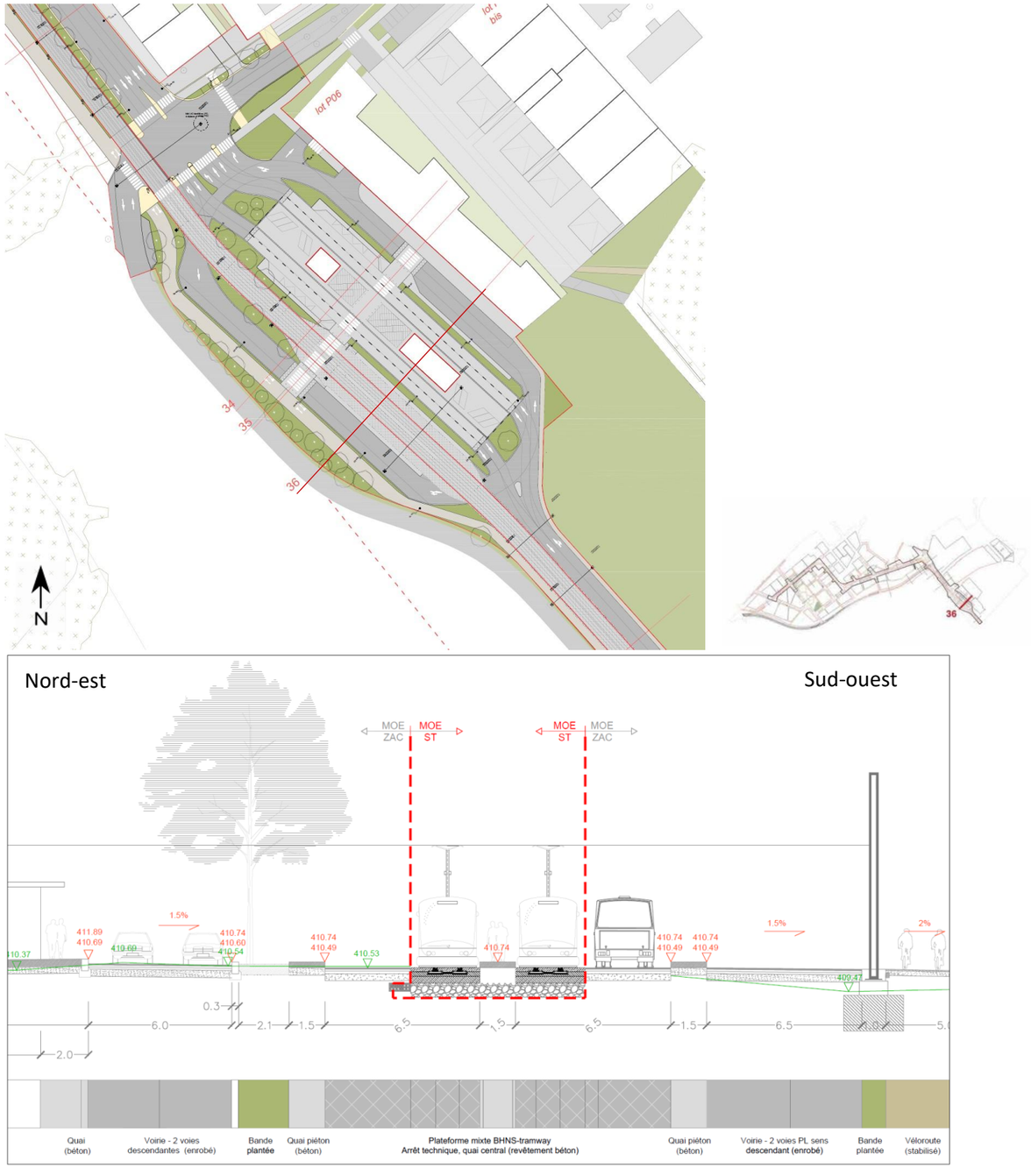
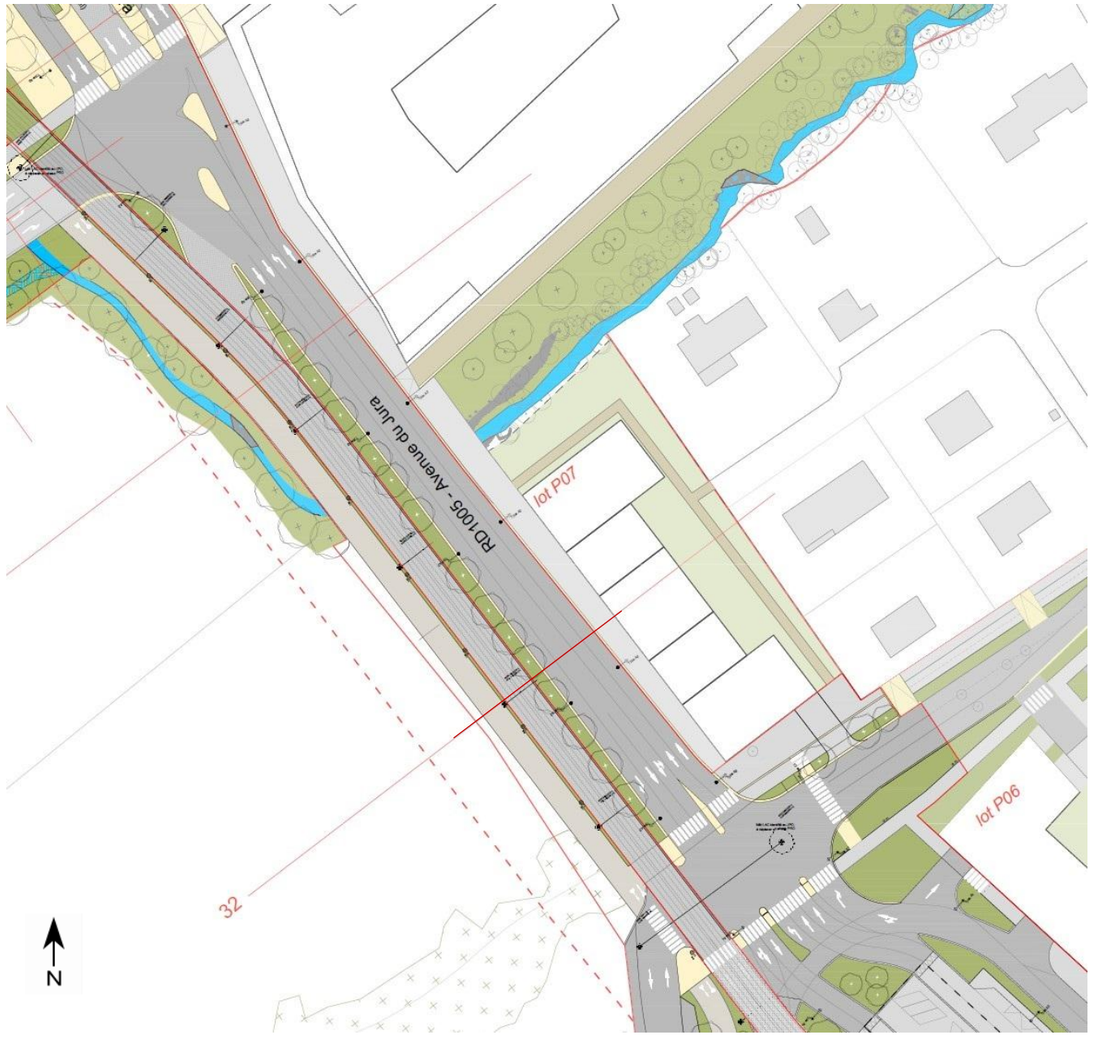


Figure 35 : vue en plan et profil en travers du secteur de la douane (source : AVP Obras)

4.4.3 RD1005 : de la douane à la place des lumières

Entre la douane de Ferney-Voltaire et le carrefour avec l'avenue du Jura (Place des lumières), le tramway et le BHNS bénéficient d'un site propre latéral ouest mutualisé sur la RD1005, avec un réaménagement complet de la voirie existante et du plan de circulation pour prioriser le tramway aux carrefours, sans augmentation des capacités TIM (conservation de deux voies pour les véhicules dans chaque sens). Le Tram et le BHNS se dissocient en amont du carrefour avec la RD35. Il est par ailleurs prévu une piste cyclable double sens séparée de la voirie par la plateforme TCSP.



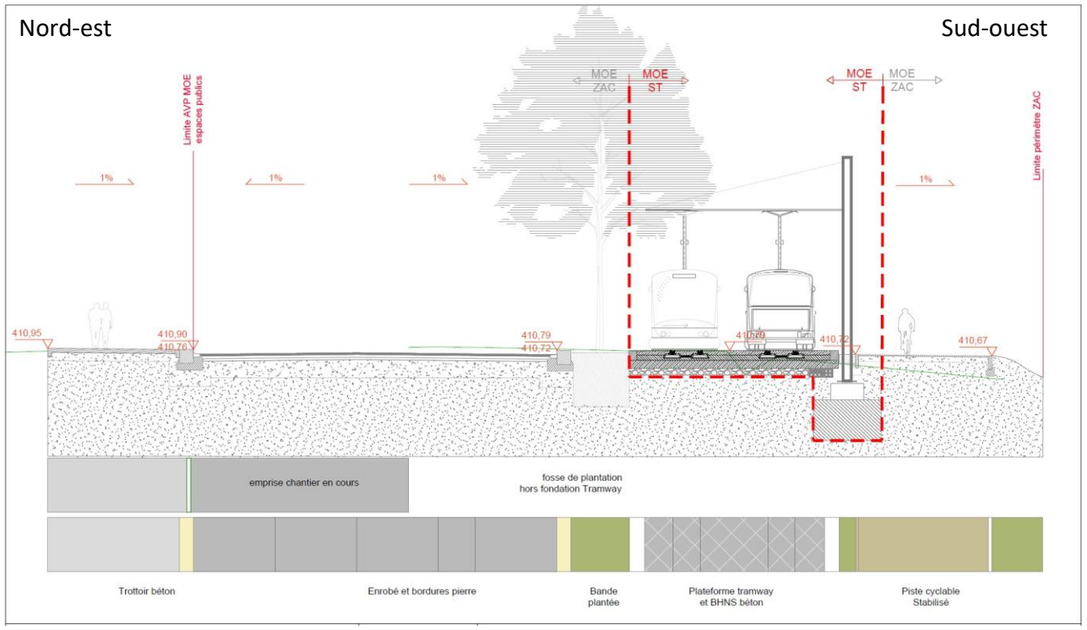


Figure 36 : vue en plan et profil en travers du secteur de la RD1005 (source : AVP Obras)

4.4.4 Place des Lumières (ex place du Jura)

L'aménagement de la place des lumières constitue un point névralgique à l'échelle de la ZAC mais également à l'échelle du territoire et joue un rôle d'entrée et d'articulation de nombreux flux.
Conceptuellement, la place des lumières s'articule autour d'un espace de renaturation central largement végétalisé et dédié à la divagation du Nant.
Le BHNS et le tramway se dissocient au sud de la place : le tramway se dirige vers l'Avenue d'Alembert en passant sur le côté Est de l'espace central paysager alors que le BHNS vient s'insérer en position centrale, entre les deux sens de circulation. Un arrêt du BHNS est prévu sur la place. Des quais bus de 40m de long et de 4m de large sont donc aménagés entre les voies de circulation.
Des traversées piétonnes et cycles sont prévues au nord et au sud des quais BHNS afin de faciliter les différents parcours.
Un large quai en pierre positionné entre la plateforme du tramway et la voirie assure la gestion des flux cycles et piétons et l'accès aux traversées piétonnes.
Les poteaux des lignes aériennes de contrôle (LAC) ont été positionnés dans les espaces verts, de manière à ne pas entraver la circulation des piétons et des cycles sur la place et à réduire leur impact visuel.
Quatre voies de circulation (2 montantes, 2 descendantes) sont prévues au niveau de la place pour écouler les flux routiers. Dans chaque sens, la chaussée est composée d'une voie de 3m et d'une voie de 2,7m. Cet aménagement présente le compromis optimal entre les différents enjeux de la place (gestion des flux modes doux, circulation des véhicules, transport en commun). L'aménagement proposé (2x2 voies) correspond à la configuration du carrefour actuel.

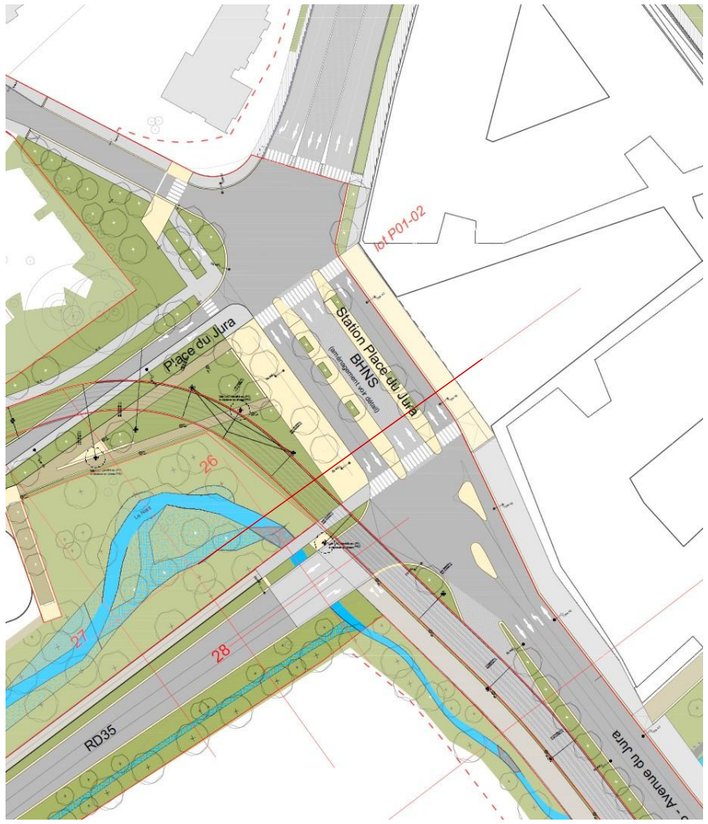
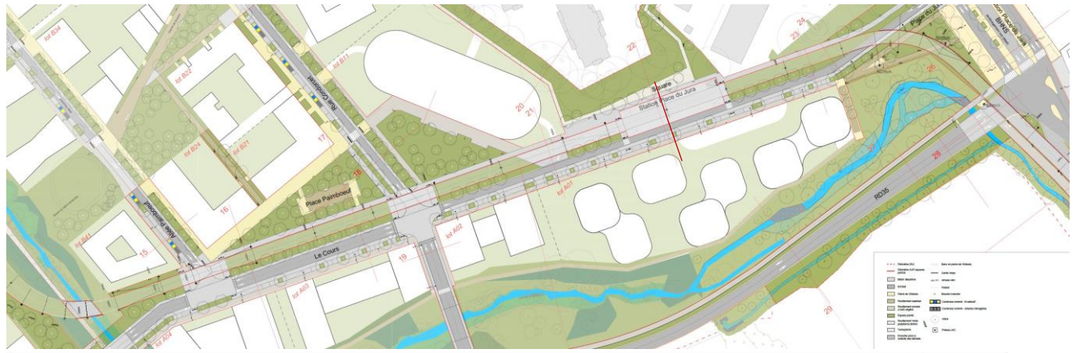


Figure 37 : vue en plan et profil en travers de la Place du Jura (pl des lumières) (source : AVP Systra)

4.4.5 L'avenue d'Alembert

L'avenue d'Alembert (ex le cours) a un gabarit moyen de 26 m avec insertion latérale du tramway, une noue paysagère plantée permettant la gestion des eaux pluviales, une voie en sens unique VL (puis double sens à partir de la rue Condorcet) avec du stationnement latéral et une bande cyclable.
Sur l'avenue d'Alembert, la plateforme du tramway se trouve au nord de la voie.
Les carrefours sont aménagés en plateau surélevé afin de protéger les traversées piétonnes et de ralentir les véhicules.
Un arrêt du tramway est prévu sur cette section. Les quais seront en position latérale. Le quai nord sera dans la continuité du trottoir, une surlargeur permettra de faire passer les flux piétons à l'arrière du quai. Le quai sud sera quant à lui en lieu et place de la noue qui sera busée sur cette portion.
Des traversées piétonnes sont aménagées de part et d'autres des quais.
A l'arrière de ce quai, une surlargeur de l'espace public permet l'implantation d'un square en lien avec les cheminements piétons desservant directement le centre-ville et le quartier de Paimboeuf nord.
La sortie du parking mutualisé sur le lot B11, qui traverse la plateforme du tramway, sera gérée par un feu.



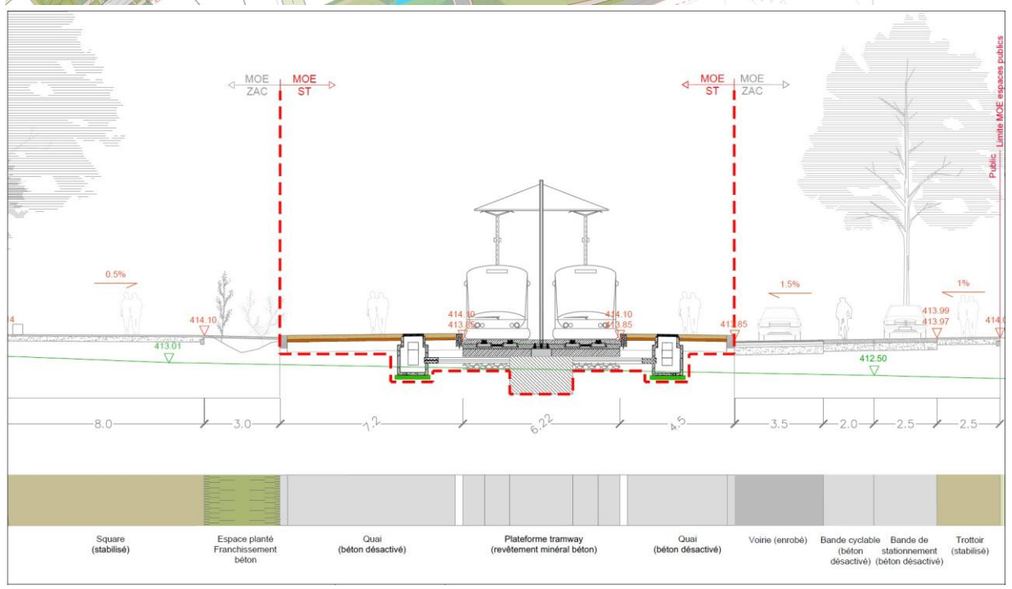


Figure 38 : vue en plan et profil en travers du Cours (avenue d'Alembert) (source : AVP Obras)

4.4.6 L'Allée de la tire

Le gabarit moyen de l'Allée de la Tire est de 18 m ; l'allée longe le cours d'eau qui fait l'objet d'une opération de renaturation. Le tramway s'insère au sein d'aménagements paysagers plantés de part et d'autre (pas de voirie pour véhicules particuliers) de manière à renforcer la trame naturelle de cet espace.
En effet, l'aménagement de l'allée de la Tire doit répondre à de forts enjeux environnementaux. A ce titre la plateforme du tramway a été positionnée la plus à l'Ouest de l'allée et des chênes existants afin de les préserver.
Le quai est desservi à ses deux extrémités par deux chemins de traverse (uniquement piéton et cycle) depuis Très-la-Grange qui permettront de rejoindre l'allée de la Tire et se prolongeront sur le quartier de Paimboeuf via un franchissement piéton. La position de la station a été déterminée par les rayons des girations du tramway en amont et en aval, ainsi que par le lien qu'elle tisse avec les chemins de traverses entre Paimboeuf et Très-la-Grange, afin d'assurer une très bonne accessibilité de la station.



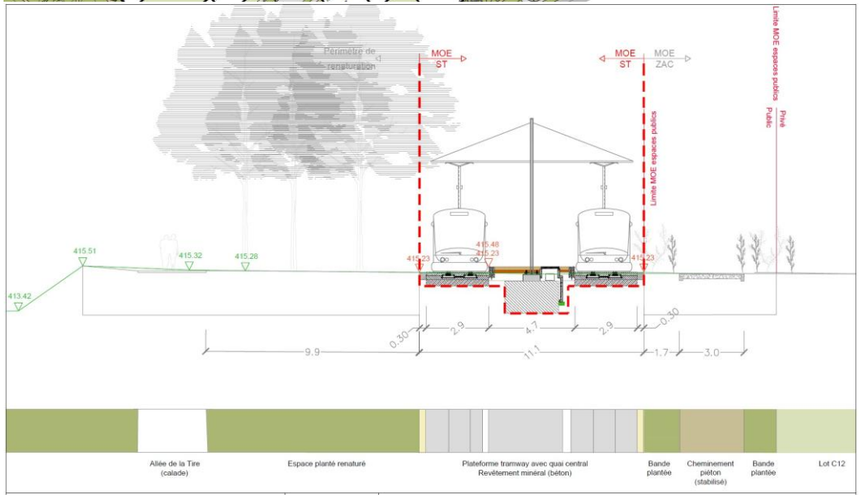


Figure 39 : vue en plan et profil en travers de l'Allée de la tire (source : AVP Obras)

4.4.7 La rue Émilie du Chatelet

L'aménagement de la rue Émilie du Chatelet (ex rue des Champs) s'inscrit dans la continuité des espaces publics projetés sur Paimboeuf Nord. La plateforme du tramway est positionnée au sud de la chaussée afin de conserver l'alignement de la voirie avec la portion sur Paimboeuf nord.

La rue Émilie du Chatelet est à sens unique, d'un gabarit moyen de 18m avec insertion latérale du tramway, avec une bande cyclable. Elle traverse la place Denis de Rougemont (ex place du Pré de la Corne), espace majeur et central du quartier Très-la-Grange.

Au niveau des croisements avec l'allée Très-la-Grange et la rue Isaac Newton (ex rue du Pré de la Corne), des plateaux en béton désactivé seront aménagés pour faire ralentir les véhicules et faciliter la traversée des piétons.

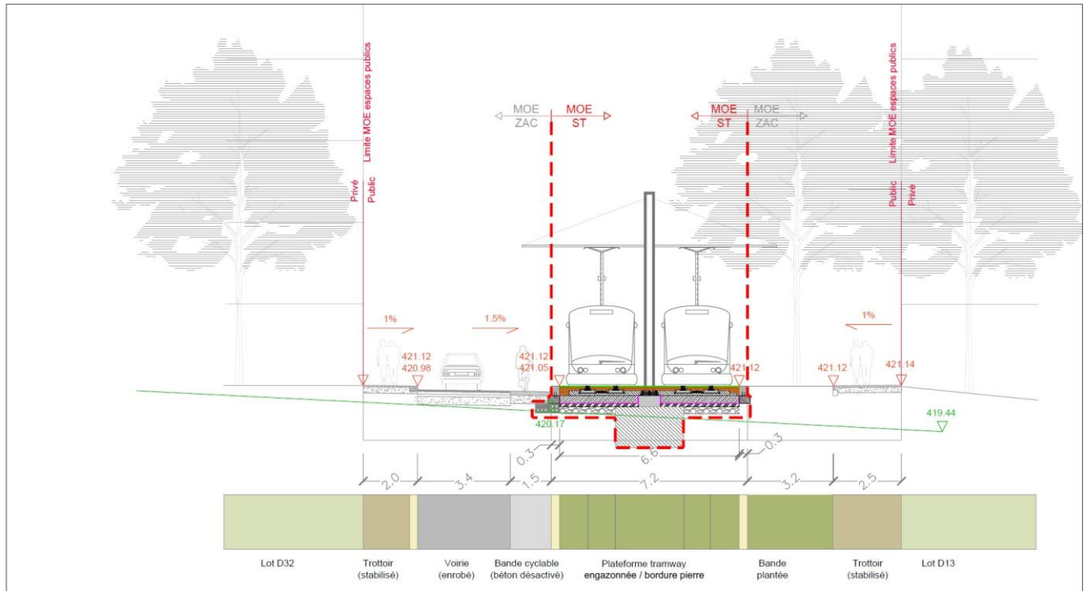


Figure 40 : Profil en travers de la rue des champs (rue Émilie du Chatelet) (source : AVP Obras)

4.4.8 Le terminus au carrefour du bisou

Les quais de ce terminus seront positionnés en latéral. Ils auront un accès direct au P+R positionné sur le lot au nord.

Des cheminements seront aménagés de part et d'autre de la plateforme en arrière-gare pour permettre le retour des conducteurs aux quais.

Il n'est pas prévu d'éclairage sur ces cheminements, le terminus étant situé dans un corridor écologique devant respecter une trame noire.

Le tracé de l'arrière-gare ne bloque pas une éventuelle prolongation de la ligne de tramway le long de la RD35 vers Meyrin bien que cela ne soit pas envisagé à ce jour.



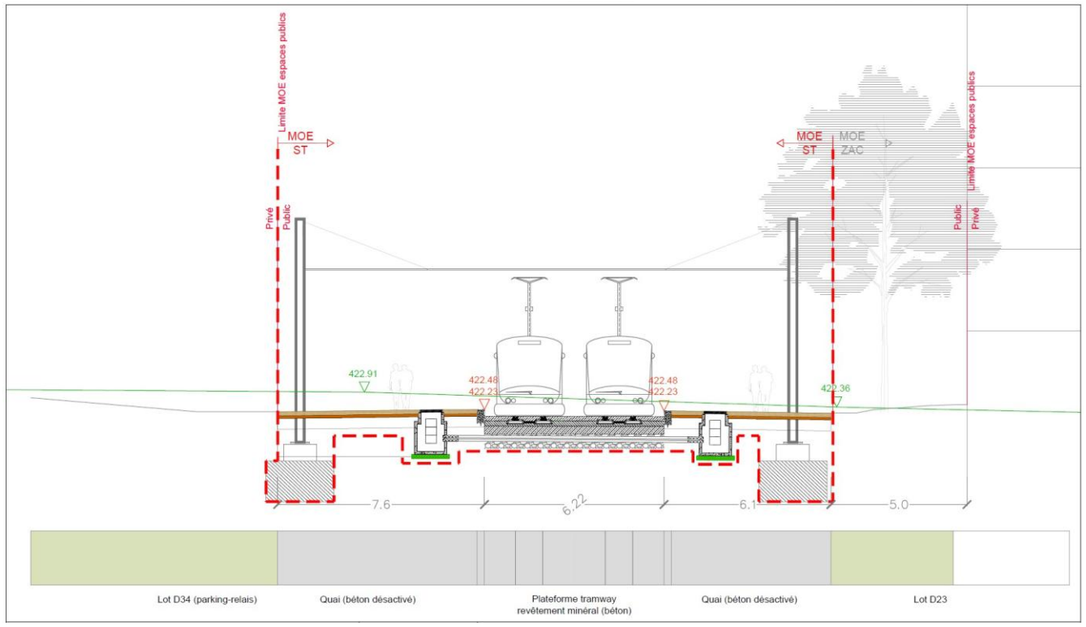


Figure 41 : vue en plan et profil en travers du terminus du Bisou (source : AVP Obras)

4.4.9 Localisation des stations de tramway

Le présent projet d'extension du tramway à Ferney-Voltaire comprend 3 stations, accessibles aux personnes à mobilité réduite, avec une inter-distance d'environ 500 m entre chacune. Ces futures stations sont les suivantes :

- Place des lumières : en entrée de ville de Ferney-Voltaire
    - La station est située à l'ouest de la place des lumières, au sud du secteur Paimboeuf sur l'avenue d'Alembert ;
    - À cette station, une correspondance est possible avec le BHNS à environ 150 mètres. Côté Suisse, il sera également possible de réaliser cette correspondance avec le BHNS quai à quai à la prochaine station au P47 ;
    - Les rabattements modes doux sont également permis dont la vélo-route Saint-Genis-Pouilly/Ferney-Voltaire.
    - Desserte des lots d'activité au Sud du cours du Jura, ainsi que des logements de Paimboeuf, à proximité également du quartier de la Poterie et de ces activités tertiaires et commerciales.
- Allée de la Tire : au cœur du futur quartier Ferney-Genève Innovation
    - La station est positionnée au sein du futur quartier de Paimboeuf et Très-la-Grange ;
    - La station est facilement accessible aux habitants des quartiers existants de Ferney-Voltaire car elle se situe au cœur des parcours des traverses (maillages modes doux).
- Carrefour du Bisou : terminus de la ligne
    - La station est située à l'ouest de la ZAC, dans le quartier de Très-la-Grange, au croisement d'axes routiers majeurs (route de Meyrin et RD35) ;
    - La station constitue une interface multimodale avec son parking relais (lot D34) en lien fort avec les rabattements véhicules personnels et potentiellement les lignes de bus TPG 64 et 66 ;
    - Desserte des quartiers résidentiels situés le long de la rue de Meyrin (Garden-Park, etc…).

Les dimensions des stations sont les suivantes :

- Longueur de quai : 45m ;
- Largeur minimale : quais latéraux de 3,5m et quais centraux de 4m.



Figure 42 : Exemple de tramway en station à Cornavin, Genève (Source : Henry Mühlpfordt , CC BY-SA 3.0)

La carte ci-après situe les trois futures stations à Ferney-Voltaire, les différentes connexions multimodales prévues et les distances aux stations.

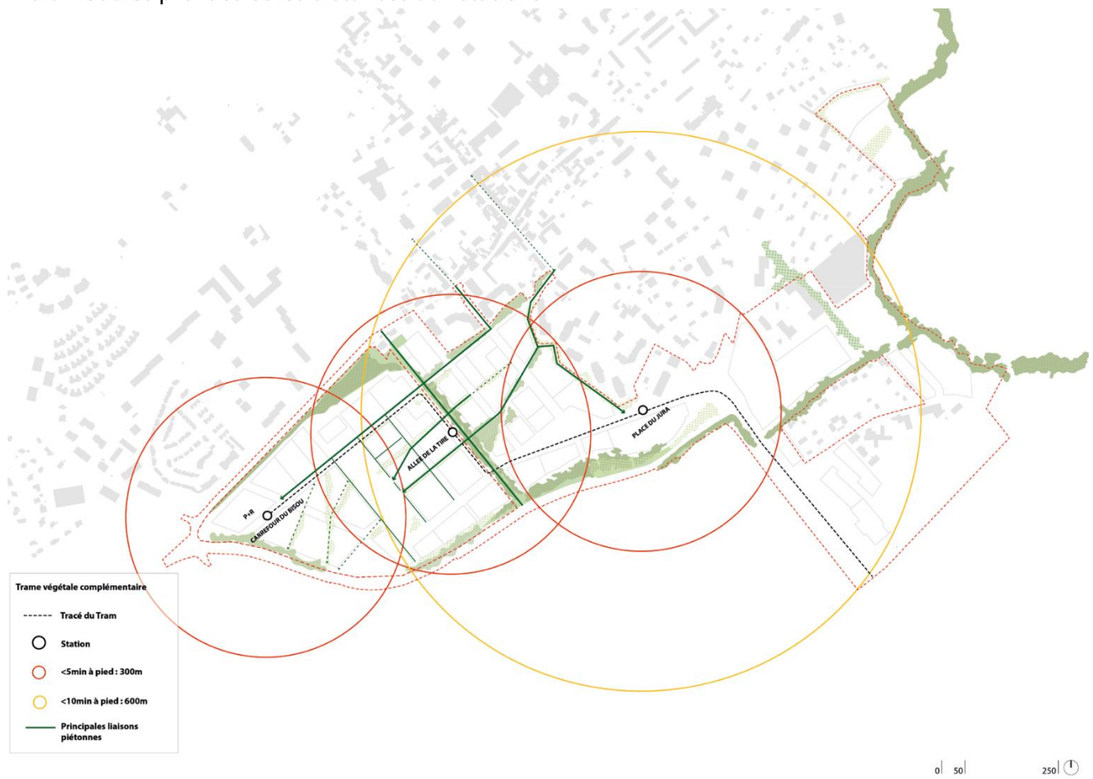


Figure 43 : Arrêts futurs du tramway à Ferney-Voltaire et connexions multimodales (Source : Obras)

Le tracé de l'extension du tramway compte 3 stations réparties le long des 1,8 km du projet. Ces stations desservent les futurs aménagements de la ZAC de Ferney-Genève Innovation mais aussi les habitants et équipements déjà existants de la commune. Le positionnement du terminus avec le parking-relais permet d'être attractif pour les habitants des communes voisines (Saint-Genis-Pouilly, Prévessin-Moëns). Le nœud intermodal de la Place du Jura permet la correspondance avec le BHNS. Toutes les stations sont au cœur des parcours modes doux.

4.5 Niveau d'offre : répondre à la demande par une offre adaptée

4.5.1 Temps de parcours

Les temps de parcours de la ligne de tramway sont les suivants depuis le carrefour du Bisou, terminus de la ligne à Ferney-Voltaire :

- P+R P47 : 7'
- place des Nations : 14'30
- Gare Cornavin : 21'
- Palettes (terminus actuel ligne 15) : 45'

4.5.2 Fréquence

A ce stade des études il est prévu la circulation du tramway aux fréquences suivantes :

- Heures de pointes : 6h à 9h – 16h à 19h : 6 minutes ;
- Heures creuses : 9h à 16h – 19h à 21H : 12 minutes ;
- Début et fin de service : 5h à 6h – 21h à 00h00 : 24 minutes.

Il est prévu une circulation du tramway de six heure du matin à minuit.

4.5.3 Capacité d'emport

La capacité d'emport, c'est-à-dire la capacité du matériel roulant à transporter des passagers, diffère entre les deux modèles de tramways déjà en circulation sur le réseau TPG. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Capacité d'emport du matériel roulant en circulation (source : Etude complémentaire pour le prolongement du tramway)

Capacité d'emport du matériel roulant en circulation		
	Tramway Bombardier City Runner Be 6/8	Tramway Stadler Tango Be 6/10
Places assises	54	74
Places debout	330	326
TOTAL	384	400

5 Travaux nécessaires

5.1 Description sommaire des travaux à réaliser

5.1.1 Travaux intervenant avant les travaux du système de transport

Les travaux préalables sont :

- Les travaux de dévoiement des réseaux : ces travaux doivent être terminés lors du démarrage des travaux relatifs au système de transport.
  - A ce jour, les travaux de dévoiement des réseaux sont achevés sur le secteur Colovrex-Place du Jura (Place des lumières) ; ils ont été réalisés dans le cadre des travaux d'aménagement du nouveau carrefour de la Place des lumières et en prévision du BHNS.
  - Les travaux de VRD le long de Paimboeuf sud sont en cours pour desservir les 1ers ilots bâtis ; ils sont réalisés en prenant en compte l'implantation du futur tramway.
  - Ailleurs sur la ZAC FGI, les travaux de VRD seront réalisés préalablement aux travaux des espaces publics.
- Les travaux des ouvrages d'art : il s'agit d'ouvrages d'art en lien avec le Nant : deux ouvrages de franchissement du Nant (allée de la tire et RD35), le prolongement du franchissement du Nant en amont du chemin du Nant et un mur de soutènement de la RD1005.
- La démolition des bâtiments de la douane.
- Les travaux de terrassement pour la mise à niveau des terres au droit du système de transport.
- Les travaux préparatoires de réalisation de la voie de chantier.

5.1.2 Travaux du système de transport

Le planning chemin de fer a été construit avec les hypothèses suivantes :

- 2 mois de préparation du chantier : balisage et barriérage de la zone de travaux « voie ferrée »
- 12 mois de travaux de plateforme/voie ferrée et terrassement/massifs lignes aériennes de contrôle (LAC)
- travaux de génie civil des stations de tramway : deux phases de trois mois qui se suivent pour les trois stations, et des travaux uniquement de génie civil d'une durée de 6 semaines pour les quais techniques de la douane
- Après les travaux de mise en place de la ligne aérienne de contrôle (LAC) et des systèmes, une période de 5 mois d'essais est prévu comprenant 3 mois d'essais dynamiques puis une période de 2 mois pour la marche à blanc, avec une mise en service prévue pour fin 2027.

La période de chantier et essais du matériel est prévue pour une durée de 30 mois.

5.2 Phasage et déroulement des travaux

L'organisation des travaux dépend de plusieurs paramètres. Tout d'abord les zones les plus contraintes doivent être réalisées en dernier afin d'impacter au minimum les circulations. Le noyau dur se situe sur la RD1005 et il faut optimiser le temps pendant lequel seront terminés les travaux de tram et la mise en service sur cette portion, les travaux doivent alors être réalisés le plus tard possible.
Une autre contrainte est l'obligation de maintenir la circulation possible sur la RD1005 entre la place des lumières et la frontière.

Le point de départ des travaux est au niveau de la station place des lumières, plus précisément vers le carrefour Condorcet. Un front de travaux partira alors de ce point en direction de la frontière. Ce premier front de travaux sera découpé de la manière suivante :

- Le premier secteur de réalisation des travaux ira jusqu'au carrefour entre la RD1005 et la Route de Meyrin, carrefour qui sera naturellement phasé afin de permettre de garantir la circulation au niveau de ce carrefour ;
- Le deuxième secteur sera alors situé entre ce dernier carrefour et le carrefour RD1005 / Chemin de Colovrex, le deuxième carrefour phasé afin de garantir une fois de plus la circulation ;
- La dernière portion ira alors du carrefour RD1005/ Chemin de Colovrex jusqu'à la frontière avec une première partie où les travaux de plateforme seront réalisés à l'aide d'une voie de chantier jusqu'au poste de Douane, et la deuxième partie en voie tunnel jusqu'à la frontière. La réalisation des travaux entre la station place des lumières et la frontière correspond au premier front de travaux.

Le deuxième front de travaux concernera les travaux entre la station place des lumières et le terminus du Bisou. Il sera découpé de la manière suivante :

- Première portion entre la rue Condorcet et le début de la courbe de l'Allée de la Tire avant l'ouvrage d'art permettant de franchir le Nant ;
- Deuxième portion entre le début de la courbe de l'Allée de la Tire avant l'ouvrage d'art permettant de franchir le Nant et le carrefour Allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) – Allée du Pré de la Corne;
- Dernière portion entre le carrefour Allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) – Allée du Pré de la Corne et le terminus du Bisou.

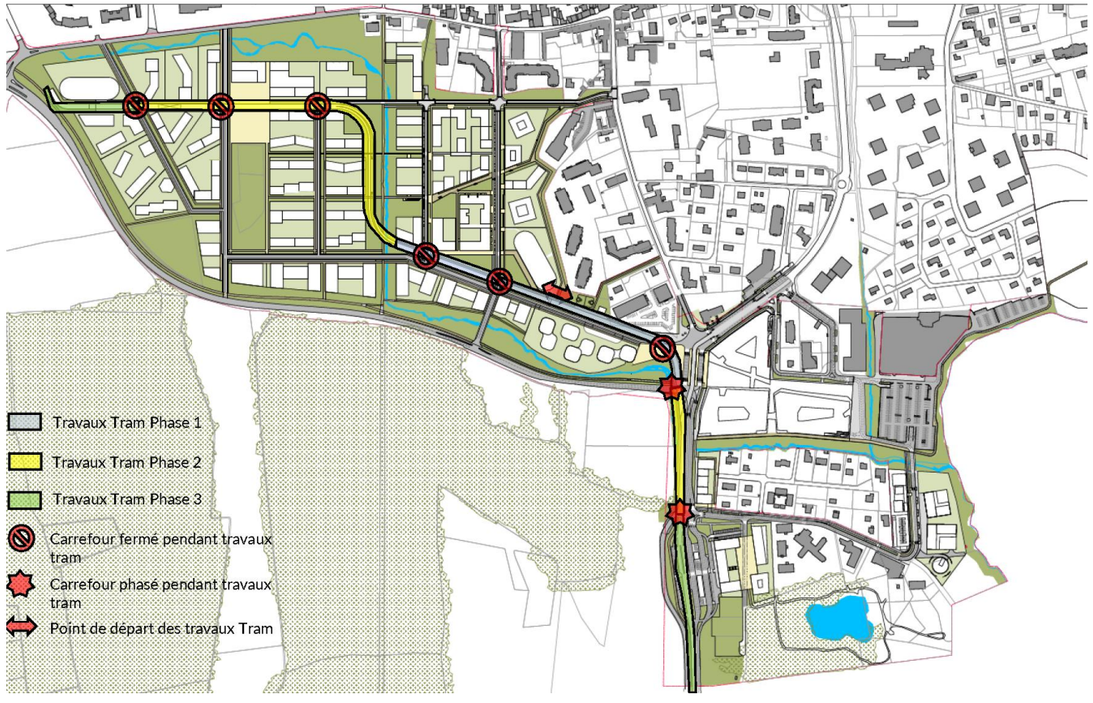


Figure 44 : Hypothèse de phasage des travaux du tramway à partir du carrefour rue Condorcet (source : AVP Systra)

Deux hypothèses sont envisagées :

- La première hypothèse est celle représentée sur les phasages, à savoir deux fronts de travaux distincts qui partiront en même temps, le premier de la rue Condorcet jusqu'à la frontière et le deuxième de la rue Condorcet jusqu'au terminus du Bisou,
- La deuxième hypothèse consiste en un seul front de travaux, partant du terminus du Bisou et allant jusqu'à la frontière, permettant de réaliser les travaux sur la RD 1005 (zone la plus contrainte) le plus tard possible si le planning le permet.

Pendant les travaux de tramway, certains accès ne pourront être maintenus à cause de l'espace nécessaire à la réalisation de la plateforme et les voies de chantier. En effet, pendant les travaux sur l'avenue d'Alembert, l'accès à cette rue par la place du Jura ne sera plus possible et de la même manière, l'accès à la rue Émilie du Chatelet pendant les travaux sur ce secteur ne sera plus possible.

Pour l'instant, il n'y a pas de déviations de prévues pour les circulations dans le secteur de Très-La-Grange, mais la circulation et les accès dans le secteur de Paimboeuf devront être définis précisément. Trois courbes seront traitées sans phasage, dont deux coupant de futurs axes de circulation, il s'agit :

- de celle traversant la place des lumières ;
- de celle entre l'allée de la Tire et la rue Émilie du Chatelet ;

Les accès seront alors fermés le temps des travaux.

5.3 Installations de chantier

Sur l'ensemble du tracé, excepté la section entre la frontière et le poste de douane, les travaux seront réalisés à l'aide d'une voie de chantier. Cette voie de chantier est positionnée en fonction des voiries éventuelles, des massifs des lignes aériennes de contrôle (LAC) et des courbes et sera d'une largeur minimum de 3m (largeur libre de tout obstacle) sans compter le barriérage ou pose de Glissières en Béton Armé (GBA) éventuel.

Lorsque cela est possible, la voie de chantier est positionnée de manière à impacter le moins possible la circulation automobile, notamment sur la RD1005. De plus, la voie de chantier doit nécessairement être positionnée à l'extérieur des courbes.

Sur les secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange, ces dispositions sont peu contraignantes puisque ce secteur sera encore en chantier au moment des travaux du tramway. Le tronçon le plus problématique est la section de RD1005 entre la place des lumières et la frontière.

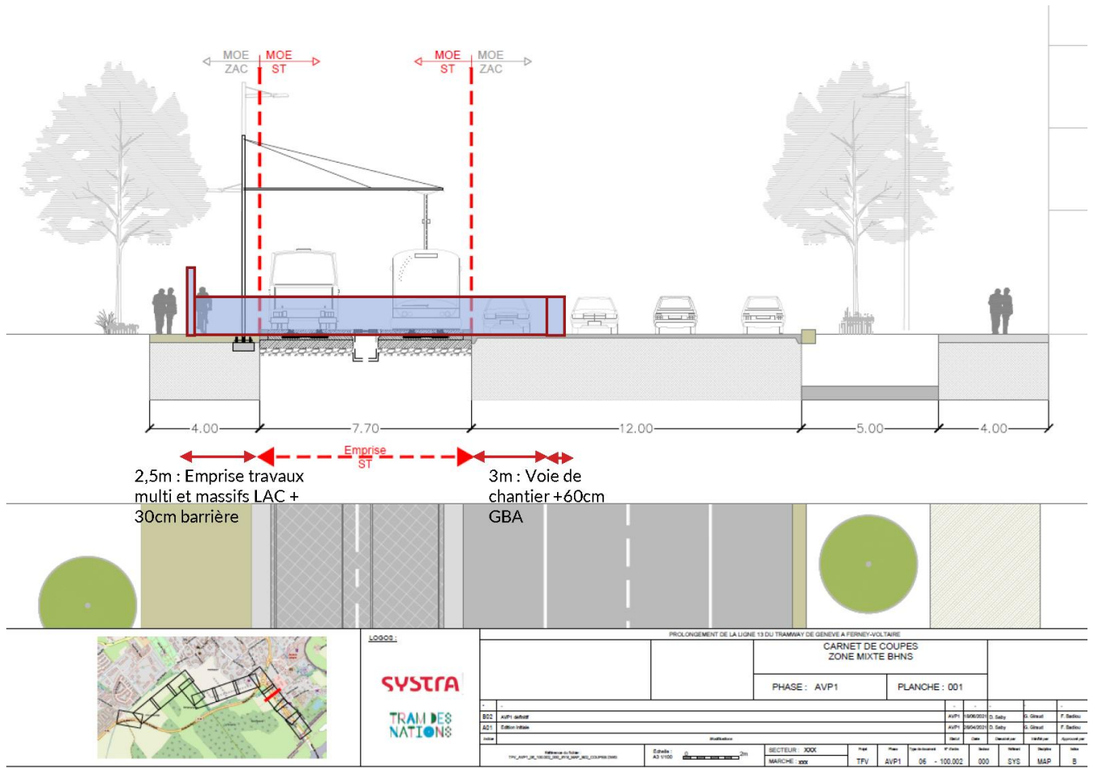


Figure 45 : exemple d'emprise du chantier sur la RD1005 (source : AVP Systra)

6 Consommation des ressources naturelles

Par rapport au projet initial de la ZAC Ferney-Genève innovation, le tramway est construit à l'emplacement d'espaces publics, et vient se substituer à des voiries publiques et à des espaces verts.
L'ajout du tramway a entrainé une évolution du plan masse de la ZAC, particulièrement sur le secteur de Très-la-Grange. Cela entraine la substitution d'une voirie, une modification de la répartition des lots immobiliers et économiques ce qui engendre également une modification des parcours cycles et la création d'une vélo-route.
Alors que les aménagements du tramway (plateforme + stations) représentent environ 15 500 m², cette modification du schéma directeur entraine une imperméabilisation supplémentaire de seulement 9 750 m² par rapport au projet de ZAC initial (la plateforme végétalisée n'étant pas en pleine terre elle est incluse dans les surfaces imperméabilisées).
Le projet de tramway entraine donc la consommation de 9 750 m² supplémentaire de foncier initialement destinés à des espaces verts.

Pour la construction du tramway, les poids de béton nécessaires ont été évalués :
- poids total des infrastructures béton non armé : 9 274 097 kg
- poids total des infrastructures en béton armé : 5 360 577 kg

La construction du parking relais sera réalisé majoritairement avec des matériaux biosourcés (construction bois notamment). Le volume n'est pas connu à ce stade des études.

Enfin, les rames de tramway sont celles utilisées sur le réseau genevois. L'extension du tramway sur le territoire français correspond à 4% du linéaire du réseau genevois. L'augmentation de l'utilisation de ces véhicules permet d'optimiser leur usage sans consommation supplémentaire de ressources naturelles.

7 Estimation des résidus et émissions attendus

Au droit de la douane, il est prévu la démolition des bâtiments de la douane et la reconfiguration complète des bâtiments : nouvelles constructions prévues sur le lot P06, en rive est de la RD1005. Ces travaux seront réalisés préalablement au chantier du tramway. Ils ne sont pas nécessaires au chantier de tramway, mais la reconfiguration générale du poste douanier est une opportunité saisie lors de cette phase de chantier.
La démolition des bâtiments de la douane génère donc des déchets des bâtiments qui sont en grande partie recyclables. Ces déchets seront évacués en filière de traitement adaptée. La démolition du bâtiment comprend une phase de désamiantage et une phase de dépollution du sol.

Les travaux de terrassement vont générer des déchets géologiques : les terres excavées seront également évacuées en filière de traitement adaptée le cas échéant. Une étude de gestion de l'ensemble des terres de la ZAC est en cours, les déblais produits par ces travaux seront gérés avec une vision globale sur le secteur.

En phase exploitation, le projet de tramway permet de diminuer les flux automobiles et en conséquence, la pollution d'origine automobile. La diminution de la pollution de l'air est estimée à - 19%. Il s'agit d'un effet indirect positif du projet.

Chapitre 4 Analyse de l'état initial de l'environnement

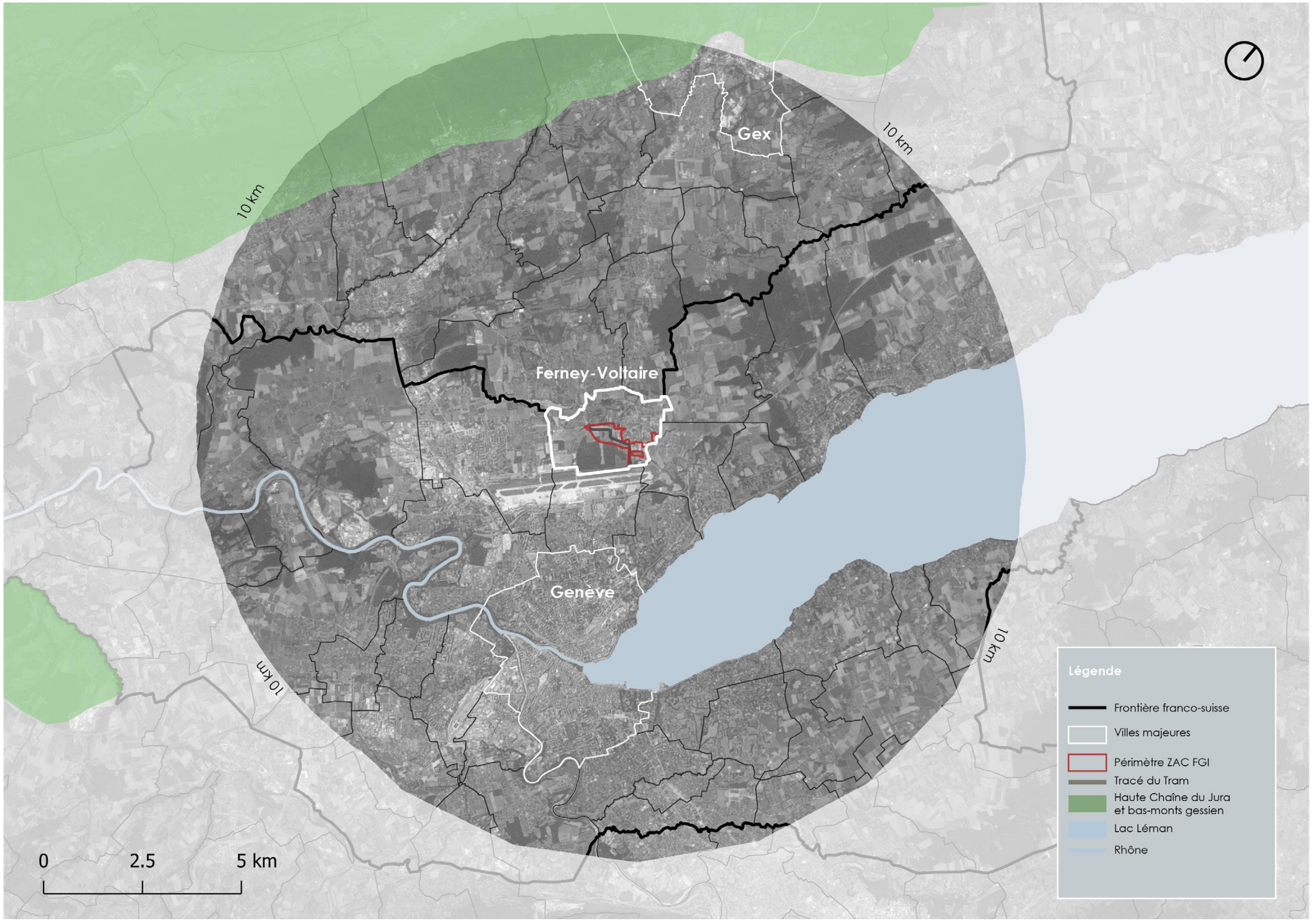


Figure 46 : périmètre d'étude éloigné du projet (source ALTO)

1 Justification du fuseau d'étude retenu

L'analyse de l'état initial de l'environnement a pour objet de dégager les principaux enjeux et contraintes d'environnement auxquels pourrait se heurter le projet de tramway.
Le périmètre du projet de prolongement du tramway des Nations en lui-même comprend le tramway (ensemble de la phase 2, de la frontière au carrefour du Bisou), mais aussi le parc relais à son extrémité et les éventuelles modifications du plan de circulation routière.
L'aire d'étude à retenir pour l'évaluation environnementale dépend du périmètre de projet, puis de chaque thématique considérée ; elle se définit en fonction des incidences potentielles du projet sur tel ou tel aspect de l'environnement.
Trois périmètres sont considérés en fonction des thèmes étudiés pour assurer une analyse à une échelle pertinente :

- **Le fuseau d'étude restreint** qui correspond aux emprises strictes du projet : ce fuseau inclut la zone de chantier nécessaire au tramway et parking relais permettant d'appréhender les éventuels enjeux en bordure de voie, susceptibles d'être influencés de façon directe par les phases travaux ou opérationnelle.
- **Le secteur d'étude élargi** qui oscille entre une bande d'environ 100m de part et d'autre du tracé du tramway et le périmètre de la ZAC Ferney Genève Innovation. La bande de 100m de part et d'autre du tracé du tramway correspond à l'aire d'étude pertinente pour les analyses de bruit, de vibration et de pollution de l'air. Ce périmètre est celui des analyses relatives à la santé humaine. La qualité de l'évaluation des incidences du projet sur la qualité de l'air, le bruit et les émissions de gaz à effet de serre, repose essentiellement sur la qualité de la modélisation des trafics routiers et du plan de circulation afférent (incluant tous les modes, dont le BHNS existant vers Gex, les modes doux) générés par le projet.
- **Le périmètre d'étude éloigné** intègre le lien entre le projet de tramway et le territoire plus vaste qui va bénéficier de cette nouvelle infrastructure : facilitation de l'accès à l'aéroport Genève (grand pôle d'attractivité) depuis la France, effets liés à la création du parc relais (P+R), ligne récente de BHNS vers Gex, liens avec le projet de BHNS (et à terme éventuellement de tramway) vers Saint-Genis-Pouilly, ainsi que l'accélération des dessertes vers le bassin d'emploi de Genève. Ce périmètre d'étude intègre les effets du projet sur la circulation routière et ses incidences (report modal).

Aucune extension du tramway au-delà du carrefour du bisou n'est envisagée à ce jour.

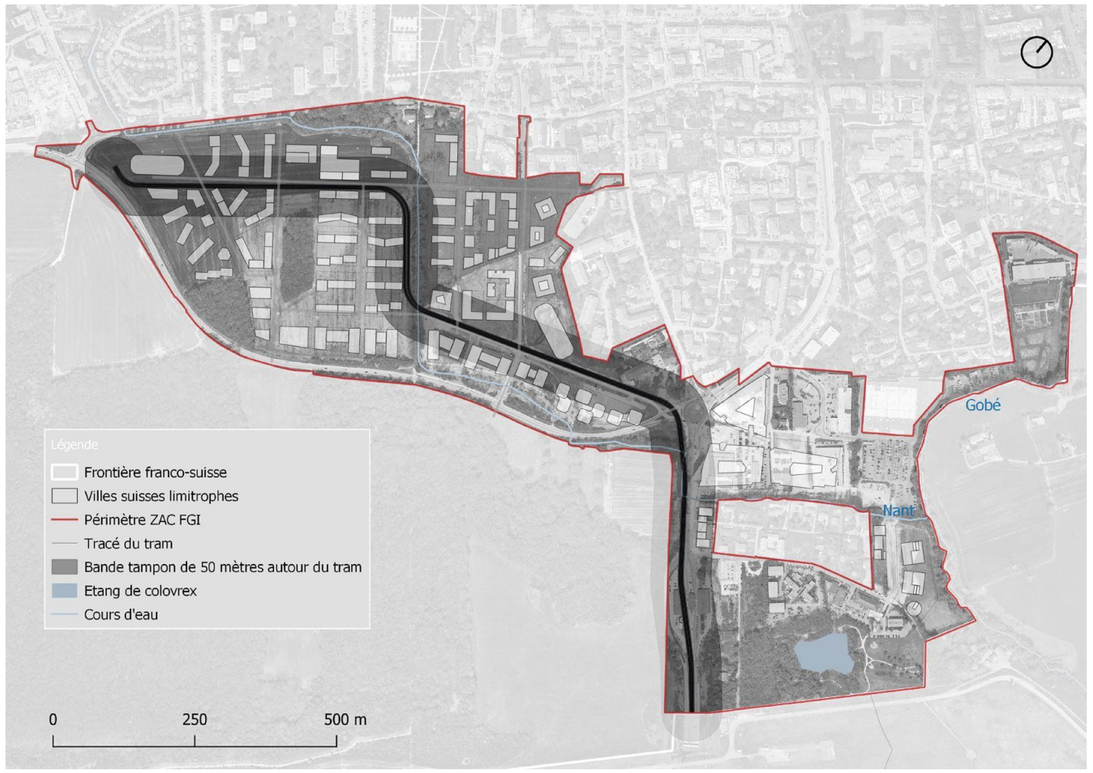


Figure 47 : fuseau d'étude restreint et périmètre de la ZAC Ferney Genève Innovation

Le prolongement du tramway des Nations s'insère dans le contexte actuel de la ZAC Ferney Genève Innovation en cours de construction et dans le contexte futur proche de la ZAC réalisée. La ZAC ayant déjà fait l'objet d'une étude d'impact mise à jour en 2019 et son aménagement étant en cours, les analyses menées dans le cadre de la présente étude d'impact s'inscrivent dans trois temporalités différentes qui correspondent aux différents scenarii de l'étude d'impact :

- L'état actuel E0, qui correspond à l'état actuel du site, c'est-à-dire un secteur en chantier puisque les travaux de la ZAC sont en cours (partie Paimboeuf notamment) ;
- L'état initial E1, qui correspond à l'horizon 2035 avec la ZAC FGI aménagée et habitée mais sans le tramway : c'est un scénario fictif nécessaire pour certaines études techniques (ex : trafic, vibration) ;
- L'état futur E2, qui correspond à l'état projeté de la ZAC construite et du tramway réalisé (horizon 2035).

Les états E1 et E2 permettent la comparaison des scenarii de référence « avec » et « sans » projet de tramway. Cela permet d'identifier clairement les impacts du tramway et d'intégrer l'ensemble des évolutions de la ZAC sur les secteurs Douane, Paimboeuf et Très-La-Grange, ces évolutions étant dues à l'ajout du projet de tramway.
Pour information, les travaux devraient se dérouler entre 2025 et 2027, en parallèle de l'aménagement urbain de la ZAC.

2 L'environnement physique

2.1 Le climat local

Le climat local est considéré identique entre l'état actuel E0 et l'état initial E1.
La commune de Ferney-Voltaire est concernée par un climat continental, caractérisé par des étés pluvieux et chauds et des hivers froids et secs. Les températures sont adoucies par l'influence océanique du Lac Léman.
Les données climatologiques de la zone concernée par le projet du Tram des Nations sont basées sur la station météo Genève-Cointrin située à 3 km au Sud-Ouest du site.

2.1.1 Les températures

La température moyenne annuelle entre 1991 et 2020 est de 11,1°C. La température maximale moyenne est atteinte au mois de juillet avec 26,7°C et la température minimale moyenne en janvier/février avec -0,7°C. Hormis ces températures extrêmes, les températures sont relativement basses sur l'ensemble de l'année.
Entre avril et octobre, on compte en moyenne 68 jours par an de chaleur (température > 25°C) dont 22 avec une température supérieure à 30°C. Cinq records de chaleur ont été atteints depuis 2003 (d'avril à août), avec un maximum en juillet 2015 (39,7°C).
De novembre à mars, les températures minimales descendent en-dessous de 0°C sur 72 jours en moyenne, avec 15 jours sans dégel. Les records de froid sont tous antérieurs à 1997.

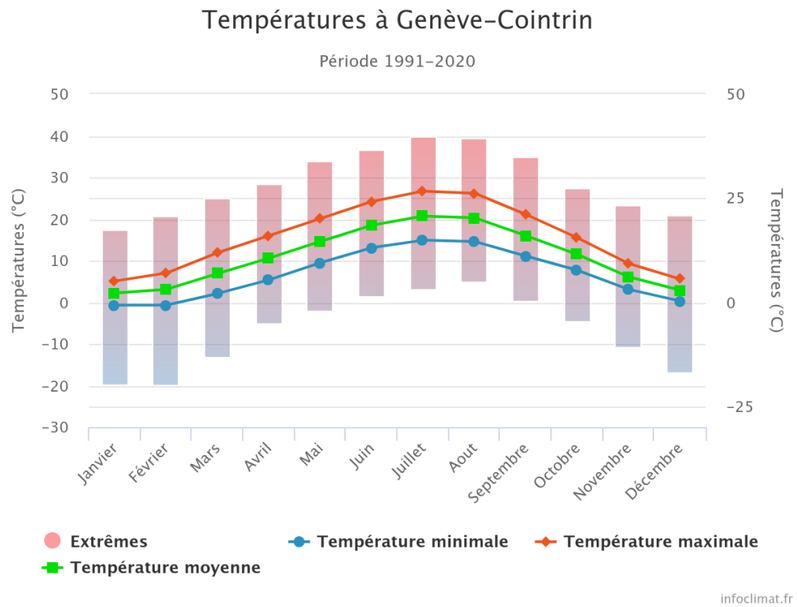


Figure 48 : Températures à Genève-Cointrin sur la période 1991-2020 (source : InfoClimat)

2.1.2 Les précipitations

La moyenne annuelle des précipitations est de 919 mm avec un maximum en octobre (93,6 mm) et un minimum en février (54,7 mm). Les précipitations sont relativement bien réparties sur toute l'année, avec un minima en fin d'hiver (février mars) et un maxima à l'automne, de septembre décembre. Il pleut quasiment 1 jour sur 3 (107 jours/an). Les pluies importantes (orages) sont rares (seulement 35 jours par an). Les précipitations maximales atteintes en 24h sont inférieures à 92mm (10% du volume annuel).

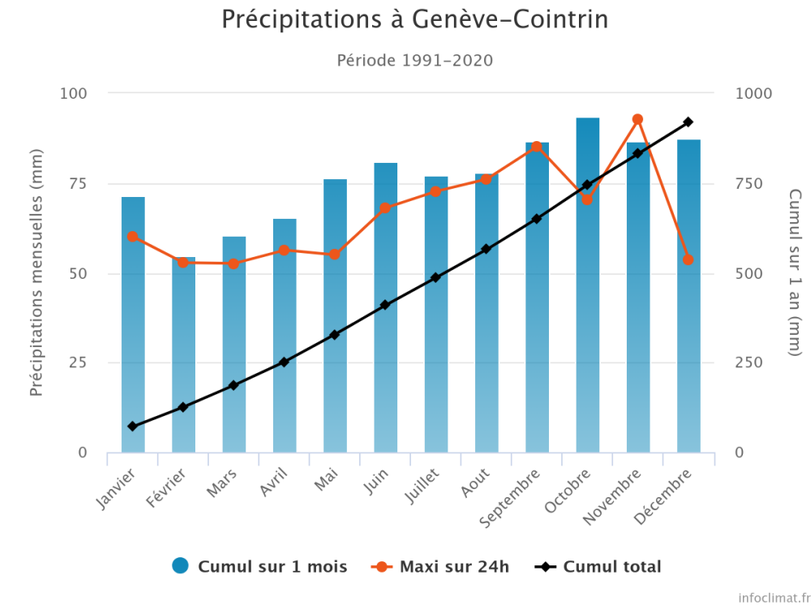


Figure 49 : Précipitations à Genève-Cointrin sur la période 1991-2020 (source : InfoClimat)

2.1.3 Les autres phénomènes

Les vents dominants proviennent principalement des secteurs sud-ouest et nord-est, et sont d'intensité faible à forte.

Ferney-Voltaire reçoit majoritairement (de mars à octobre) des vents issus du lac Léman, c'est-à-dire soufflant sur une direction Nord-Est avec une vitesse moyenne sur l'année de 10,3 km/h. L'hiver, la direction change en faveur de l'Ouest. A noter que c'est en mars que le vent est le plus violent (rafales de vent à 35 km/h en moyenne) et en août que l'on enregistre la vitesse la plus faible (rafales de vents à 24 km/h en moyenne).
En 2020, il a été enregistré 26 jours avec des vents à plus de 57 km/h sur Ferney-Voltaire. Le 29 juillet 2005, un orage faisant suite à un pic de canicule a provoqué des rafales jusqu'à 252 km/h.

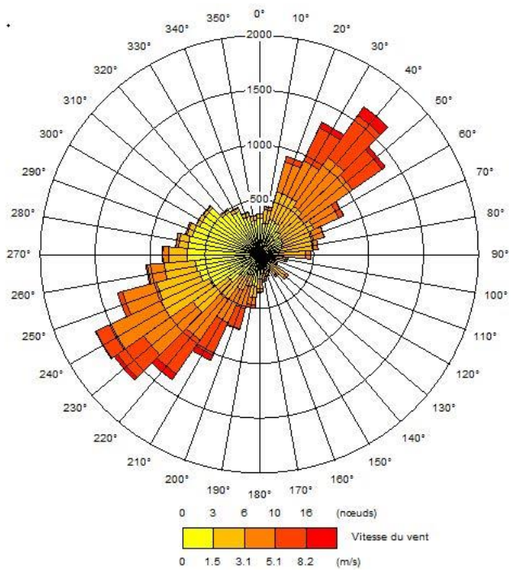


Figure 50 : rose des vents (données 2021 à 2023 – Station de Genève-Cointrin)

En hiver, la proximité du Lac Léman induit également des périodes importantes de brouillard ce qui tend à renforcer le phénomène de pollution. Sur le territoire, le phénomène neigeux est peu représenté. Il se produit de décembre à février, avec une moyenne de 8,2 jours de neige par an.

2.1.4 Évolution climatique

Les premiers travaux sur les scénarios climatiques nationaux pour la Suisse ont commencé au début des années 2000. Depuis 2014, MétéoSuisse a le mandat d'élaborer régulièrement des scénarios climatiques basés sur les connaissances scientifiques les plus récentes. Les scénarios climatiques actuels s'appuient sur l'édition de 2018 («CH2018») et sont en cours de révision («Climat CH2025»).
La publication de 2018 montre où et comment le changement climatique va affecter le territoire suisse et ce que les efforts mondiaux pour la protection du climat peuvent faire pour l'atténuer.
Les scénarios climatiques CH2018 couvrent les plages de possibilités entre deux extrêmes :

- Scénario sans mesures de protection du climat (RCP8.5[2]): aucune mesure d'atténuation n'est prise. Malgré les progrès technologiques, les émissions ayant un impact sur le climat continuent d'augmenter, et, avec elles, le réchauffement.
- Scénario avec des mesures significatives de protection du climat (RCP2.6) : une baisse drastique des émissions à un niveau proche de zéro entraîne un arrêt de la hausse des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère d'ici 20 ans environ. Les objectifs de l'Accord de Paris sur le climat de 2015 sont atteints et le réchauffement mondial est limité à 2°C par rapport à l'ère préindustrielle.

[2] RCP pour « Representative Concentration Pathways »

Ces deux scénarios extrêmes (2.6 et 8.5) permettent d'imaginer l'évolution climatique localement (scenarios climatiques CH2018). Ainsi, pour le canton de Genève, la température augmentera sensiblement en été et en hiver. Les précipitations auront tendance à diminuer en été et à augmenter en hiver dans le canton de Genève, comme dans toute la Suisse.
Le graphique ci-après illustre les tendances observées et attendues des températures futures dans le canton de Genève, présentées sous forme d'écart par rapport à la température moyenne de la période standard 1981 – 2010. A partir de 1981, les projections pour deux scénarios d'émissions (RCP2.6 en bleu et RCP8.5 en rouge), y compris la plage d'incertitude, sont présentées. La ligne rouge indique le niveau de température de la période de référence préindustrielle 1871-1900 dans le canton de Genève.

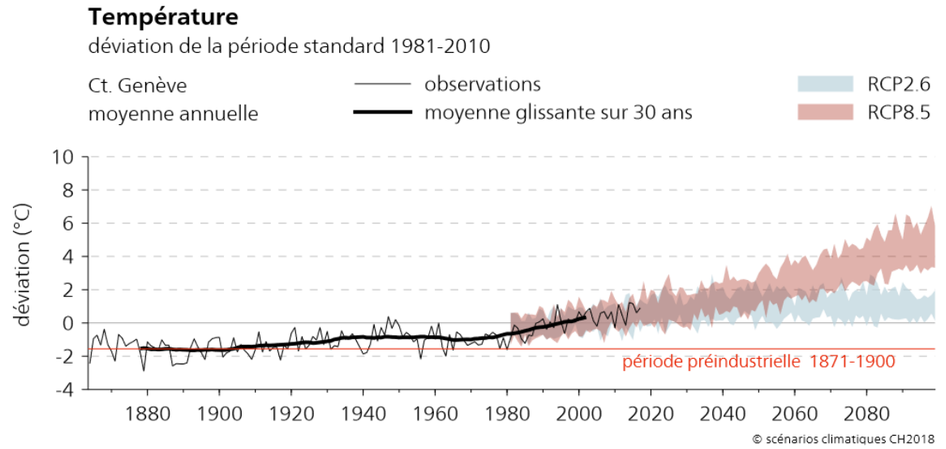


Figure 51 : écarts de température par rapport à la normale 1981-2010 (source : scenarios climatiques CH2018)

Dans le scenario RCP8.5, le climat à Genève serait considérablement modifié et ressemblerait en 2090 au climat actuel à Lecce, une ville du sud de l'Italie. Ce changement serait déjà perceptible dès 2030 avec un climat à Genève similaire à ce que Milan vit aujourd'hui. Cette évolution considérable amènera à une modification radicale des modes de vie à terme.
L'illustration suivante offre un aperçu des changements attendus dans les valeurs extrêmes pour la station de mesures de Genève-Cointrin pour la période autour de 2060 par rapport à la période standard 1981-2010 dans l'hypothèse défavorable RCP8.5. L'augmentation attendue de la température moyenne suisse par rapport à la période standard 1981-2010 est de 2,6 °C pour cette période.

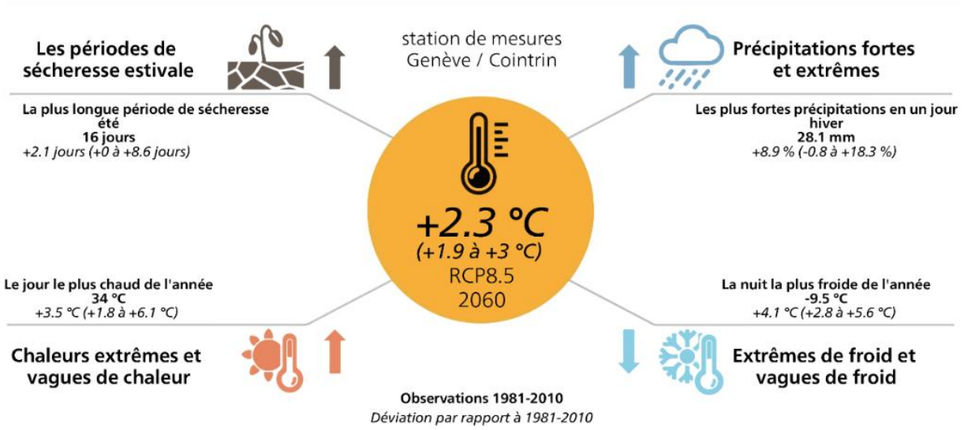


Figure 52 : aperçu des changements attendus pour les phénomènes extrêmes (RCP8.5)

Le changement climatique entraîne une baisse du nombre de jours de gel déjà constatée dans le département de l'Ain (- 12 jours en moyenne sur la période 1991-2020 par rapport à la période 1961-1990). Cette dynamique va s'accélérer et le nombre de jours de gel devrait chuter en-dessous de 60 jours par an dans les années 2050 et autour de 30 jours par an d'ici la fin du XXIème siècle. Le nombre de jours de neige suivra une tendance à la baisse similaire.

Quant aux évènements de pluie extrême, ils connaîtront également une augmentation significative. La prévision précise est fortement dépendante du scénario d'émissions mais elle pourrait connaître 50% d'augmentation d'ici les trente prochaines années et se stabiliser jusqu'à la fin du siècle.

Il est à noter que ces évènements (gel, neige, pluie extrême) connaissent une forte variabilité annuelle.

Etat actuel et initial (E0 et E1)

- climat continental, froid en hiver, adouci toutefois par l'influence océanique du Lac Léman, avec des précipitations réparties sur toute l'année.

Enjeux

- évolution climatique prévisible : réchauffement global, avec risque de canicules et de sécheresse, moins de jours de gel, modification de la distribution des évènements pluvieux.

2.2 Le sol

Le sol est considéré identique entre l'état actuel E0 et l'état initial E1.

2.2.1 La topographie

La commune de Ferney-Voltaire est située sur la vaste plaine lémanique. Le relief est peu marqué. Il s'incline en pente douce et régulière du Nord-Ouest au Sud-Est. Ferney-Voltaire occupe une position géographique particulière qui s'articule selon trois niveaux :

- Le plateau qui culmine à 451 m d'altitude au Nord-Ouest du château de Voltaire ;
- Le coteau exposé au Sud-Est qui s'étage entre 425 et 450 m ;
- La plaine qui occupe la plus grande partie du territoire communal à une altitude moyenne de 420 m.

Une légère dépression souligne un axe central Ouest-Est riche en canaux et fossés (zones humides).

Le périmètre d'étude s'inscrit dans la plaine lémanique. L'altitude y varie entre 410 m et 422 m NGF à la pointe Ouest. L'aménagement de la ZAC FGI n'a aucun impact notable sur la topographie (EiE 2019 de la ZAC p.425).

Sur le secteur de Très-la-Grange, la reconnaissance géotechnique réalisée par le bureau d'étude Ginger CEBTP en date d'octobre 2022, fait état d'une légère pente de l'ordre de 5% orientée globalement vers le Sud-Est.

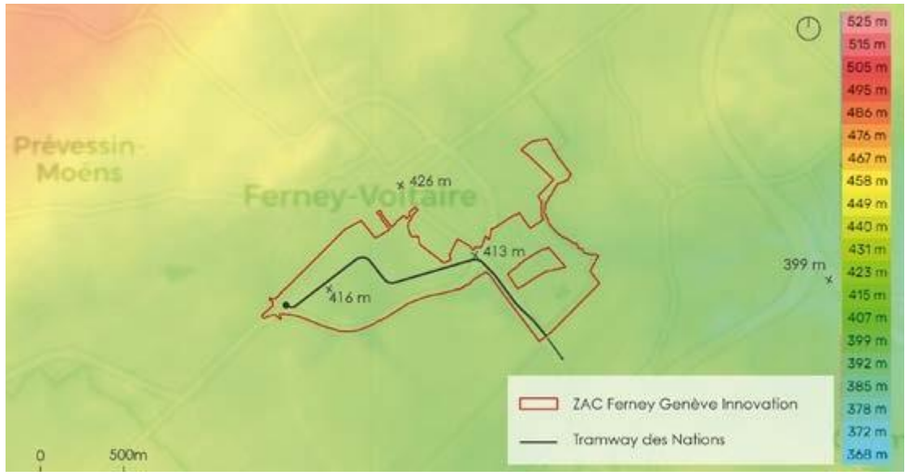


Figure 53 : topographie de l'aire d'étude (source : ALTO STEP 2022)

2.2.2 La géologie

Sources : Carte géologique du BRGM Saint-Julien-en-Genevois
Études géotechniques G2PRO, GINGER, décembre 2023 et février 2022

Selon la carte géologique de Saint Julien-en-Genevois, le sous-sol du périmètre d'étude est constitué d'affleurement des formations fluvioglaciaires et glaciaires Wurmiennes :

- Gy6 : moraine de Grand-Lancy,
- GLy7 : alluvions glacio-lacustres de Loex.

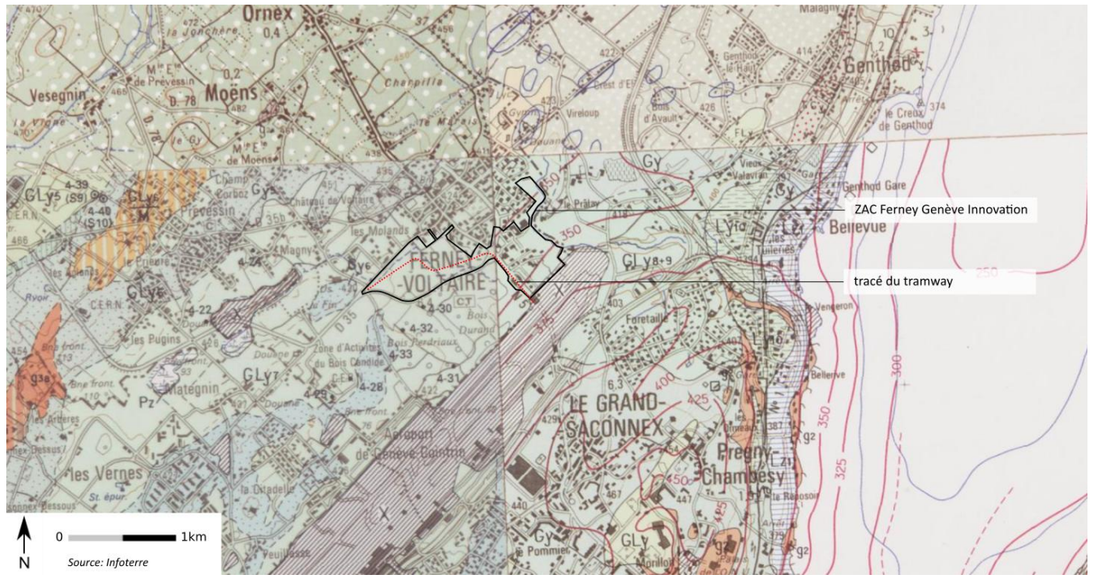


Figure 54 : extrait de la carte géologique Saint Julien (source : BRGM)

Le sous-sol du périmètre d'étude se compose de formations argilo-sableuses et graveleuses, mises en évidence par les différents sondages des études géotechniques. Le secteur d'étude est caractérisé par la présence de haut en bas des formations suivantes :

- des remblais d'origine anthropique, d'épaisseur variable ;
- des argiles limoneuses jaune/marron de faibles caractéristiques mécaniques correspondant aux alluvions glacio-lacustres supérieures ;
- des argiles grises, également de faibles caractéristiques mécaniques, correspondant aux alluvions glacio-lacustres. Des horizons plus sableux ont été observés dans cette formation ;
- des moraines compactes caractérisées par des limons argileux gris avec présence de graves et cailloux et de passées sableuses. À noter qu'une frange altérée de ces moraines a été identifiée sur des épaisseurs très variables au sommet de cette formation.

Les sols ont des caractéristiques très hétérogènes et sont marqués par une forte humidité.

2.2.3 Pollution des sols

La base de données BASOL sur les « sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif » ne relève aucun site BASOL sur la commune de Ferney-Voltaire. Le site BASOL le plus proche est situé à 5km au Nord-Ouest et concerne la décharge de Chevry (SSP 0011507) au lieu-dit les Châtelets.

La base de données BASIAS (inventaires historiques des sites industriels et activités de services), gérée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), recense 4 sites BASIAS sur la ZAC Ferney-Genève Innovation dont un dans le périmètre de projet d'extension du Tram des Nations (RHA0102960 : Garage avec desserte d'essence). Ce garage, compris dans le périmètre de la ZAC, a fait l'objet d'une démolition et d'une dépollution.

La base de données ICPE (Installation classée protection de l'environnement), gérée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), ne relève aucun site ICPE sur la commune de Ferney-Voltaire. En revanche, l'installation « Démolition Monnier » est recensée à 4 km au Nord du périmètre d'étude et remplit une activité de stockage, dépollution et démontage de véhicule hors d'usage.

Lors des investigations géotechniques préalable au dimensionnement des voiries du secteur de Très-la-Grange, une recherche de la pollution des sols a été faite. Deux échantillons présentaient des traces de pollution (PM6 : antimoine sur éluat ; PM5 : COT sur fraction brute ; *ces deux secteurs sont entre les deux bosquets de Très-la-Grange, en dehors du tracé du tramway*). Ces teneurs ponctuelles identifiées lors de ces investigations ne peuvent en aucun cas être considérées comme significatives d'une pollution, d'autant plus qu'il est montré qu'aucun dépassement effectif n'est constaté dans les faits. Les seuils d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) ne correspondent en aucun cas à des seuils de pollution et ne peuvent être utilisés pour caractériser une pollution. Ces seuils permettent de définir la présence de futurs déblais non inertes afin d'anticiper un surcoût de gestion des déblais en phase de travaux.
Aucun complément n'est actuellement nécessaire sur le secteur Très-la-Grange en termes de pollution étant donné qu'aucune pollution n'est mise en évidence par les résultats des analyses chimiques réalisées. Par conséquent aucun sujet de dépollution n'est à traiter actuellement sur le secteur de Très-la-Grange. Les inquiétudes émises sur une éventuelle pollution de gaz de sol ne sont pas pertinentes dans la mesure où aucun impact en composé volatil n'est mis en évidence.

Etat actuel et initial (E0 et E1)
- Topographie plane sans relief contraignant.
- Sous-sol du périmètre d'étude formé de limons argileux qui sont plus sableux en profondeur et dont les caractéristiques géotechniques sont hétérogènes et humides.
- Aucune pollution des sols n'a été repérée au droit du tracé du tramway.

2.3 Les eaux

2.3.1 Les eaux souterraines

Sources : études géotechniques G2PRO, GINGER, décembre 2023 et février 2022
Mise à jour de l'étude d'impact de la ZAC FGI, GINGER, 2019

Les eaux souterraines sont considérées identiques entre l'état actuel E0 et l'état initial E1. Notons cependant que, d'après le contexte de changement climatique actuel, il semblerait que la quantité des eaux souterraines puisse être amenée à réduire.

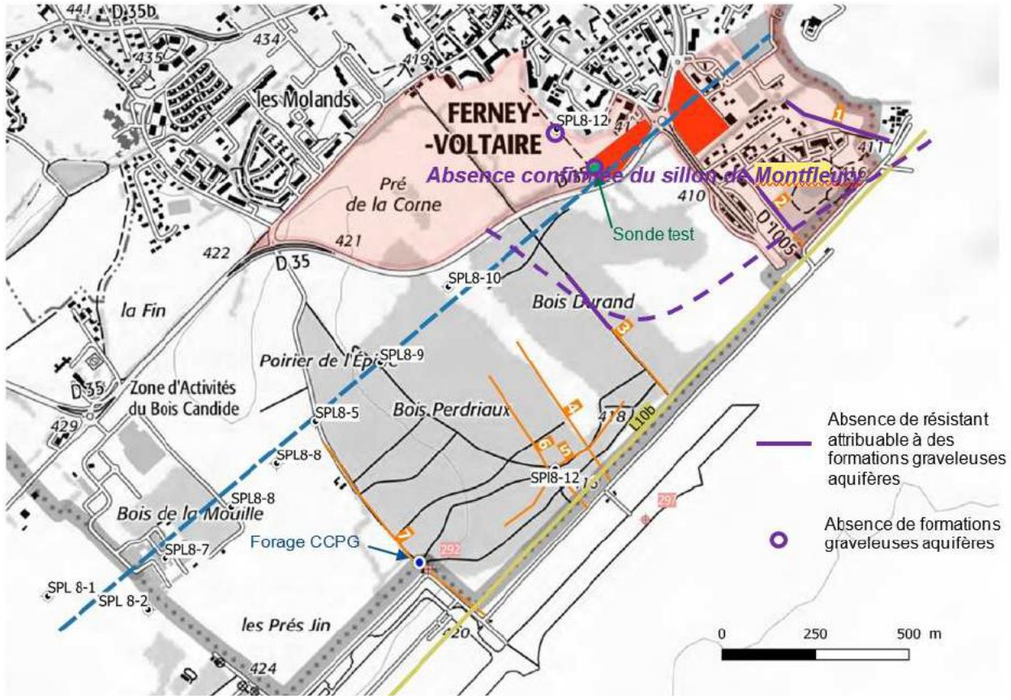
La zone d'étude est caractérisée par la présence de deux nappes distinctes :

- Une nappe superficielle qui se développe à faible profondeur. D'après les relevés réalisés par GEOS Ingénieurs Conseils, il apparaît que le niveau de cette nappe est très sensible aux conditions météorologiques et que les fluctuations peuvent être rapides et d'amplitude importante ;
- Une nappe profonde captive se développant dans les moraines argilo-sableuses à cailloutis.

2.3.1.1 Nappe profonde de Montfleury

La nappe phréatique dite de Montfleury fait partie des nappes du bassin lémanique gérées actuellement uniquement par le canton de Genève. Elle est considérée comme une nappe protégée du domaine public ; certaines nappes du domaine public sont exploitées pour la fourniture en eau de boisson (nappe du Genevois, du Rhône, du sillon de l'Allondon…). Inexploitée par le canton de Genève, cette nappe s'étend probablement sur le territoire français au niveau de Ferney-Voltaire.

La nappe de Montfleury a fait l'objet d'une analyse détaillée au droit de la ZAC (Ginger Burgeap, 2024). Cette analyse montre que la nappe contenue dans les alluvions fluvio-glaciaires du sillon de Montfleury est libre à l'ouest de la ZAC, et sans relation avec le projet de ZAC. La nappe de Montfleury n'est pas présente au droit du projet de tramway. Elle est présente plus à l'ouest et est protégée d'environ 40m de formations à dominante argileuse (cf schéma et cartographie ci-contre).



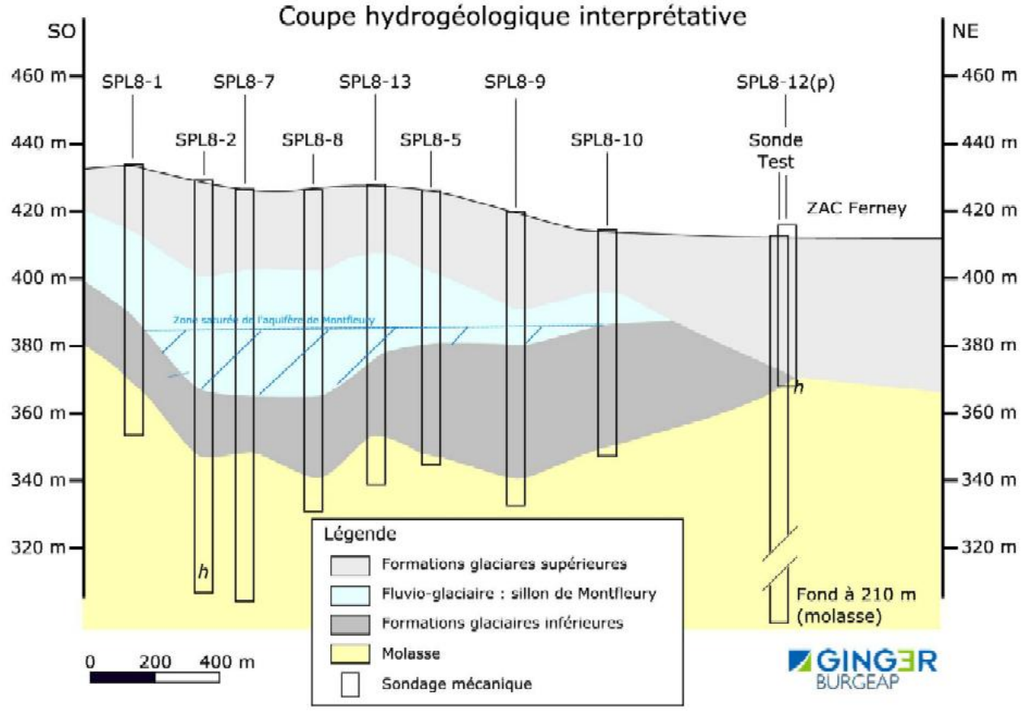


Figure 55 : coupe hydrogéologique interprétative de la nappe de Montfleury

2.3.1.2 Nappe superficielle

Une grande partie de la commune de Ferney-Voltaire, dont le centre urbain, est soumise à un risque d'inondation par remontées de nappe (nappe sub-affleurante). Environ 75 % du périmètre de ZAC Ferney Genève Innovation est également concerné par ce risque.

Le phénomène de remontée de nappe est le suivant : à la suite de périodes pluvieuses (automne à printemps), les nappes se chargent en eau et peuvent, lorsqu'elles sont saturées et peu profondes, déborder en surface. En été, où l'évapotranspiration est importante (prélèvement de l'eau dans la nappe par la végétation), le niveau de la nappe baisse. Ce phénomène explique la présence de zones humides localisées dans le secteur Paimboeuf.
Ce risque de remontée de nappe est sectorisé par le BRGM, par méthode de calcul avec des mailles grossières (100mx100m). Il s'agit d'une cartographie informative (cf Figure 69 : aléa remontée de nappe (source : georisques.gouv.fr)).

Sur l'ensemble des secteurs de la ZAC FGI, plusieurs études géotechniques ont été menées depuis 2012 avec suivis de piézomètres pour caractériser les fluctuations de la nappe affleurante.
A partir de 2022, un suivi piézométrique a été mis en place sous l'emprise du tracé du tramway. Il a permis de suivre le battement de la nappe superficielle pour la période du 23/09/2022 au 16/10/2023, soit une année complète.
Sur cette période, les caractéristiques de la nappe sont les suivantes au droit du tracé du tramway :

- le battement[3] de la nappe est compris entre 2,5 et 4,0 m de profondeur ;
- le niveau d'eau maximum est au niveau du terrain naturel (nappe affleurante) ;
- Les hautes eaux sont généralement observées l'automne lors d'épisodes pluvieux durables (étude NPHE tram 2024)
- Les basses eaux sont observées en période estivale (étude NPHE tram 2024).

Le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviométrie. Les relevés effectués indiquent que le niveau de la nappe est très sensible aux conditions météorologiques et que les fluctuations peuvent être très rapides et d'amplitude importante. Les variations peuvent atteindre 3m sur une période de mesures très courte (2 mois).

Il n'existe pas de véritable nappe d'eau organisée. Le sous-sol du site est parcouru par des circulations d'eaux souterraines dans les passées sableuses des formations limono-argileuses. Ces circulations sont principalement liées aux précipitations et probablement en partie en relation avec le Nant.

Ces informations sont concordantes avec l'analyse de l'aléa « remontée de nappe ». La nappe peut devenir affleurante et remonter à des profondeurs très faibles, de l'ordre de quelques décimètres sous le terrain naturel voire affleurer en surface.

Cette nappe affleurante est donc très vulnérable aux pollutions de surface.

En conclusion, la zone humide identifiée dans les secteurs de dépressions, au droit de Paimboeuf, semble liée à la présence de cette nappe phréatique à faible profondeur, qui, à la faveur de micro-dépressions, affleure en surface.

Etat actuel et initial (E0 et E1) et enjeux
- Nappe souterraine affleurante, vulnérable aux pollutions de surface.
- Nappe profonde de Montfleury libre à l'ouest de la ZAC et protégée par 40m de formations argileuses.

[3] Le battement est l'amplitude entre les niveaux les plus bas et les plus hauts de la nappe.

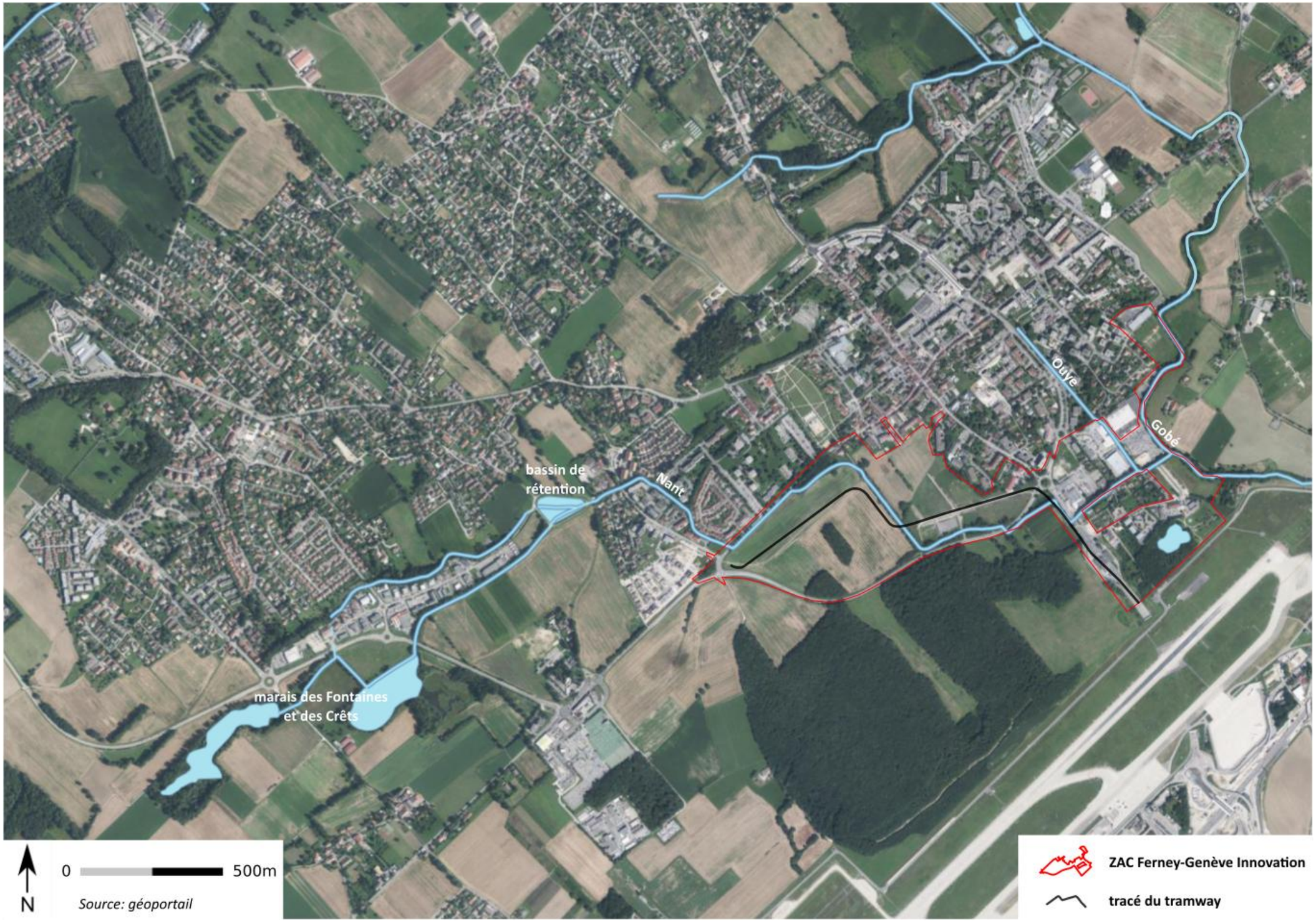


Figure 56 : réseau hydrographique interceptant le périmètre de la ZAC FGI et du tracé du tramway

2.3.2 Les eaux de surface

Les eaux de surfaces entre l'état actuel et l'état initial sont légèrement différentes. Les bassins versants, réseaux hydrographiques sont inchangés entre E0 et E1. Dans l'état initial E1, les cours d'eaux sont renaturés dans le périmètre de la ZAC et les zones humides ont évolué au regard de la séquence Eviter Réduire Compenser de la ZAC.

2.3.2.1 Bassins versants

Le périmètre d'étude appartient au bassin versant transfrontalier du Marquet – Gobé – Vengeron dont l'exutoire est le lac Léman. Il est occupé par de nombreuses surfaces imperméabilisées, par l'urbanisation et l'aéroport. Une partie importante du réseau hydrographique a été enterrée pour la réalisation de ces infrastructures ou pour les besoins agricoles.
La surface du bassin versant est de 20,2 km². Les communes situées dans ce bassin versant sont : Ornex, Ferney-Voltaire et Prévessin-Moëns en France, Collex-Bossy, Bellevue, Grand-Saconnex et Pregny-Chambésy en Suisse.

2.3.2.2 Réseau hydrographique

La ZAC FGI est parcourue par le ruisseau du Nant et le ruisseau de l'Ouye, affluent du Nant. Le Nant se jette dans le ruisseau du Gobé qui délimite la frontière franco-suisse à l'est de la commune de Ferney-Voltaire (cf carte ci-contre).
Ces cours d'eau ont subi les conséquences de l'extension progressive de l'urbanisation, entraînant la modification de leurs caractères morphologiques, écologiques et paysagers. La qualité des eaux de ces cours d'eau est dégradée du fait des zones urbaines traversées et de l'artificialisation de leurs berges.

- ***Le Gobé***

Ce petit cours d'eau parcourt la plaine molassique avant de rejoindre le lac Léman. Son bassin versant est en grande partie occupé par la commune de Ferney-Voltaire. Il correspond à l'exutoire des eaux pluviales du Crest d'El et de Collex, territoires situés en Suisse. Il reçoit également les eaux du Marquet, cours d'eau canalisé à la hauteur de Vireloup.
Sur l'ensemble du tronçon, le lit a une largeur moyenne de 1,50 à 2,50 m pour une profondeur de 30 à 40 cm. Il conserve en grande partie son tracé initial, avec un cordon rivulaire boisé régulier. Le débit d'étiage du Gobé est très faible, de l'ordre de 1 litre/seconde. Le ruisseau a été principalement dégradé suite à la construction de la zone artisanale et commerciale de la Poterie qui a entraîné la disparition des prairies, le remblaiement et l'artificialisation de sa berge droite.
Le cours d'eau reçoit les eaux de lessivage des parkings de la zone artisanale et commerciale de la Poterie, voire des eaux de lavage de certains locaux de sociétés. Quelques importantes arrivées d'eaux pluviales existent en rive droite, ainsi qu'un rejet très douteux d'eaux blanchâtres et mousseuses en rive gauche.
Le cours d'eau et ses abords sont peu entretenus et on relève de nombreuses embâcles, bois morts, et, par endroits, de véritables décharges en bordure du ruisseau.

Dans le cadre de l'aménagement de la ZAC FGI les portions du cours d'eau la traversant ont été nettoyées et feront l'objet d'une renaturation (cf 2.3.2.3 - Projet de renaturation d).

- ***Le Nant***

Le Nant est un ruisseau d'une longueur approximative de 4 km pour un bassin versant d'environ 7 km².
Le Nant prend sa source dans les marais des Fontaines et des Crêts situés sur la commune suisse de Meyrin. Ces marais sont classés en réserves naturelles. A l'aval de sa source, le Nant est constitué d'un réseau de petits cours d'eau où l'écoulement est quasi nul. Il forme ensuite deux bras distincts séparés par un terrain remblayé qui se rejoignent en amont de l'école intercommunale située sur la commune de Prévessin-Moëns. Au-delà, le ruisseau subit la pression de l'urbanisation de Ferney-Voltaire qui entraîne la modification de son caractère morphologique, écologique et paysager. La qualité des eaux est dégradée du fait des zones urbaines traversées et de l'artificialisation de ses berges (enrochements, correction du tracé). En 2005, un bassin de rétention a été mis en œuvre en amont de la ZAC FGI modifiant les débits remarquables du Nant. En 20 ans, le débit de crue centennale a été divisé par plus de 5 grâce au bassin de rétention.
Cependant, les récents travaux de renaturation à l'amont du ruisseau permettent d'amorcer un retour à un fonctionnement plus naturel et optimal du ruisseau (cf § ci-après). A noter que tout au long de son parcours, le ruisseau reçoit de régulières arrivées d'eaux pluviales.

Le Nant n'est pas répertorié comme masse d'eau. La masse d'eau la plus proche est le lac Léman, répertorié sous le numéro FRDL65. Le SDAGE 2022-2027 retient l'objectif de bon état écologique pour l'horizon 2027 ; le bon état chimique est atteint depuis 2015.

Eléments de qualité concernés	Objectif d'état visé en 2027	Motif(s) de l'OMS
Ichtyofaune	Moyen	Faisabilité technique
Concentrations en nutriments	Moyen	Faisabilité technique

Intitulé	Code	Etat écologique		Etat chimique	
		Objectif	Echéance	Sans ubiquiste	Avec ubiquiste
Le Léman	FRDL65	OMS	2027	2015	2015

OMS : Objectif Moins Strict

Figure 57 : objectifs d'état visés par le SDAGE 2022-2027 pour le Lac Léman, exutoire du Gobé

Le cours d'eau du Nant est inclus dans la ZAC FGI sur une longueur de 2 km environ. Dans le cadre de l'aménagement de la ZAC FGI, le Nant a fait l'objet de travaux de renaturation sur 600 mètres de 2021 à 2024, sur les secteurs Paimboeuf et le long de l'allée de la Tire (entre Paimboeuf et Très-La-Grange). La prochaine phase de renaturation aura lieu sur le secteur de Très-la-Grange sur un linéaire de 530 mètres. À terme, l'intégralité du cours d'eau compris dans la ZAC aura fait l'objet de travaux de renaturation (Cf § 2.3.2.3 - Projet de renaturation d).

- ***L'Ouye***

Ce ruisseau prend sa source par drainage des terres agricoles au lieu-dit « Corne » à l'Ouest de la RD 1005, entre Ferney-Voltaire et Ornex. Il rejoint le Nant, après un parcours d'environ 2,3 km. En amont de son parcours, il emprunte un tracé linéaire peu encaissé.
Le long de la RD1005, l'Ouye est busée, avant de retrouver un parcours aérien le long des immeubles collectifs des Tattes. Quelques enrochements protègent les berges, et la ripisylve se alors fait plus ornementale et discontinue.
Le cours d'eau est soumis à d'importantes variations du niveau d'eau, passant d'un assèchement total en période d'étiage à plus d'un mètre de hauteur d'eau en cas de fortes précipitations. Ses débordements sont susceptibles d'affecter le centre-ville et les immeubles situés en rive gauche.
Pour traiter le débit de pointe de la crue centennale, un bassin a été créé, à cheval sur les communes d'Ornex et de Ferney-Voltaire. Il occupe le lit actuel de l'Ouye dans sa traversée des terres agricoles. D'une capacité de 10 800 m^3, il permet de traiter un débit de crue de 1 à 4 m^3/seconde, avec une restitution différée du volume d'eau.

Tout comme les autres cours d'eau, le linéaire du Gobé inclus dans la ZAC FGI fera l'objet de travaux de renaturations. Le cours d'eau marquant la frontière entre la France et la Suisse, seule la rive Française (rive droite) sera modifiée et le lit mineur du ruisseau ne sera pas modifié.

2.3.2.3 Projet de renaturation des cours d'eau

Le projet de la ZAC Ferney-Genève-Innovation intègre la renaturation de l'ensemble des rivières de la ZAC afin d'améliorer le fonctionnement hydraulique et biologique des cours d'eau. La renaturation des cours d'eau étant intégrée à l'aménagement de la ZAC et non impactée par le tramway, elle n'est que partiellement présente à l'état actuel E0 mais elle est considérée dans sa totalité dans l'état Initial E1.

Les cours d'eau du secteur d'étude ont été anthropisés afin de drainer et conduire les eaux autour des espaces agricoles et urbains. Cela leur confère un lit mineur aux caractéristiques étroites et rectilignes avec des angles à 90°. Le lit des cours d'eau présente parfois des caractéristiques de fossés, il est également parfois très incisé. L'aménagement de la ZAC permet de reprendre le profil des cours d'eau afin de leur redonner un aspect et un comportement le plus naturel possible. Les renaturations s'intègrent sur certains secteurs dans un espace soumis à des contraintes diverses ne permettant pas de faire totalement table rase de l'existant (allée de la tire classée, chênes centenaires protégés, parcelles privées sur la Poterie, Gobé à moitié suisse…). Ainsi les renaturations réalisées sur la ZAC ont des caractéristiques différentes en fonction des secteurs ; mais l'objectif reste toujours d'améliorer au maximum la qualité morphologique et écologique des cours d'eau et de leurs abords.

Le 1er cours d'eau renaturé est le Nant. Il s'agit de renforcer la ripisylve et de créer des espaces de divagation permettant le stockage des écoulements (jusqu'à la crue centennale) dans le lit majeur. *In fine*, la renaturation du Nant vise à diversifier les écoulements et habitats du lit mineur (profondeurs, substrat, vitesses) et diversifier les profils en travers.

Pour ce faire, le projet mis en œuvre instaure un corridor de 15 mètres de part et d'autre du ruisseau et préserve le maximum d'arbres existants ainsi que l'alignement patrimonial de l'allée de la Tire. Les travaux comprennent l'élargissement du lit et le redimensionnement des berges, la création d'un bras secondaire en certains endroits, l'élargissement du gabarit d'écoulement. Cette opération permet d'augmenter la capacité du lit majeur et de créer des zones de divagation pouvant être temporairement inondées au profit de la qualité des milieux naturels installés (roselière, prairie mésophile). Une partie des berges sera également inaccessible permettant d'avoir un milieu naturel fermé propice à la création de réservoirs de biodiversité.

Le projet de renaturation du Nant a des incidences positives sur la trame verte et bleue, la reconstitution d'un biotope favorable à la faune et la flore mais aussi vis-à-vis de la réduction du risque d'inondation via le travail sur le lit et le reméandrage du ruisseau.
Les premiers travaux de renaturation ont été réalisés sur la partie du Nant située le long de la RD35 (en 2022) et de l'Allée de la Tire (en 2023), sur un linéaire d'environ 600 m (cf photos ci-contre).

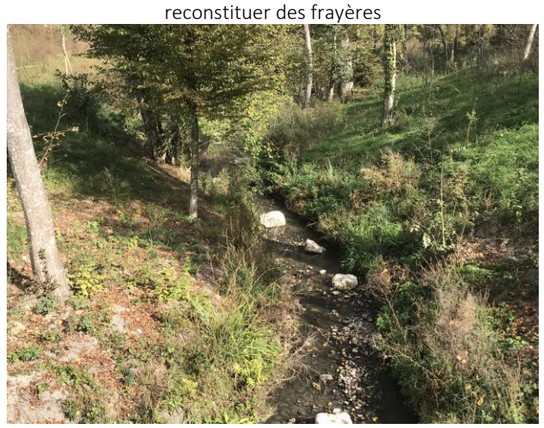
Le Nant, au droit du secteur de Paimboeuf sud à l'automne 2022



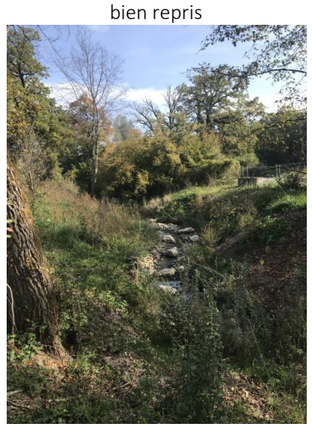
Méandrage du Nant avec espaces de ralentissement pour reconstituer des frayères



Nant en secteur plus ombragé : la végétation des rives a bien repris



Rives du Nant exposées sud



Rives du Nant avec strates et expositions diversifiées

Le Nant, au droit de l'allée de la Tire, mars 2024



Elargissements ponctuels du lit pour créer des mares temporaires



Méandrage et élargissement du profil en travers du Nant



Plantations denses pour épaissir la ripisylve

Le Nant, au droit de l'allée de la Tire, juin 2024



Elargissement ponctuel



Méandrage et élargissement



Aperçu du lit mineur et de la berge

Figure 58 : photos des travaux de renaturation du Nant (source : SPL Terrinnov)

La renaturation sera poursuivie en amont, sur le secteur Très-la-Grange.
Sur le tronçon de renaturation sur Très-la-Grange, la biodiversité sera favorisée par l'aménagement d'un méandrage conséquent. De nombreux bras et de petites plages sont proposés pour l'installation de milieux différents. Les végétaux plantés sont choisis en fonction de la cohérence du milieu rencontré selon que l'on se trouve proche du niveau d'étiage, dans le lit majeur ou bien en haut des rives. On ajoute à cela des espaces où le courant est moindre et qui favorisera la création des frayères aux périodes propices. Dans cette séquence, le Nant est très éclairé et vient border les limites de l'espace à renaturer ce qui permet d'avoir une variété importante de situations au regard des autres séquences du projet. Les nombreux méandres que l'on peut créer ici viennent contrebalancer les séquences où l'on en trouve moins, du fait de l'impossibilité de les réaliser (sur l'Allée de la Tire notamment).

Deux ouvrages de franchissements depuis Très-la-Grange vers la rue de Meyrin sont intégrés au projet de renaturation du Nant. Ils permettent la continuité des corridors terrestres pour le passage des espèces sur les banquettes latérales ainsi que la gestion anticipée des débordements par le rehaussement du tablier.

Les deux autres cours d'eau (Ouye et Gobé) bénéficieront également d'un programme de renaturation, dans le cadre des travaux d'aménagement de la ZAC FGI.



Figure 59 : plan paysager à l'échelle de la ZAC FGI, intégrant les projets de renaturation des cours d'eau

2.3.2.4 Qualité des eaux

Dans le cadre du premier Contrat de rivières du Pays de Gex-Léman, une campagne de mesures de la qualité des eaux superficielles sur le Nant et le Gobé, en 2011, a mis en évidence un état écologique et physico-chimique moyen.
Il est noté une pollution organique au niveau du CERN (en amont du périmètre de la ZAC) affectant l'état physico-chimique alors qualifié de médiocre. Cette dégradation est amplifiée par une morphologique artificielle du cours d'eau, ce qui conduit au mauvais état biologique du Nant.
Globalement, l'état physico-chimique est régulièrement moyen et l'état biologique médiocre.

La qualité des eaux superficielles est dégradée du fait de l'activité humaine. A Ferney-Voltaire, le réseau était majoritairement unitaire et mêlait donc eaux usées et eaux pluviales. Les travaux de séparation des réseaux d'eaux usées et pluviales ont eu lieu et se poursuivront ; ils permettent de réduire la charge hydraulique des stations d'épuration concernées et améliorer leurs performances, et donc d'améliorer la qualité des rejets dans le milieu naturel. D'autre part, les travaux de limitation du risque inondation (création de réseaux pluviaux et de bassins de rétention en amont de zones urbaines, renaturation des cours d'eau) participent aussi au retour d'une bonne qualité des eaux superficielles.

Etat initial (E0) : renaturations partiellement livrées
- Trois cours d'eau traversent la ZAC FGI : Nant, Ouye et Gobé
- Qualité des eaux superficielles sur le bassin versant du Gobé dégradée : de nombreux travaux sont en cours pour améliorer la qualité des eaux superficielles ; travaux démarrés pour le Nant (linéaire de 600m de l'allée de la Tire à Paimboeuf sud)

Etat initial (E1), ZAC FGI livrée
- Programme de renaturation des cours d'eau réalisé dans le cadre des travaux de la ZAC FGI

Enjeux :
Les aménagements du tramway doivent prendre en compte l'objectif de protection de la ressource aquatique et ne pas être source de pollution des eaux.

2.3.3 Les usages de l'eau

Le périmètre de la ZAC FGI n'est concerné par aucun captage d'eau potable ni aucun périmètre de protection de captage d'eau potable.

2.3.4 Les zones humides

2.3.4.1 Inventaire des zones humides du Pays de Gex

Un inventaire des zones humides du pays de Gex a été réalisé en 2005 dans le cadre du contrat de rivières transfrontalier « Pays de Gex-Léman », il a ainsi permis d'identifier 184 zones humides de plus ou moins grandes étendues.
Sur la commune de Ferney-Voltaire, les zones humides inventoriées sont directement liées aux cours d'eau et aux points d'eau du territoire (ruisseau du Nant, ruisseau du Gobé et étang de Colovrex,…). Ces délimitations couvrent les boisements humides qui les accompagnent et qui subsistent au sein de ce territoire fortement urbanisé.

Lors de la révision du SCOT du Pays de Gex, l'inventaire des zones humides de 2005 a constitué une première base afin de définir les éléments à préserver dans le cadre de cette démarche intercommunale.
L'inventaire des zones humides de la communauté de communes a été traduit selon deux catégories dans le SCOT du Pays de Gex : les zones humides d'intérêt majeur à protéger strictement de l'urbanisation, et les zones humides à moindre enjeu.

En dehors des berges du ruisseau du Marquet-Gobé-Vengeron identifiées en zones humides d'intérêt majeur, les zones humides d'accompagnement du ruisseau de l'Ouye et du ruisseau du Nant figurent en « zones humides à enjeu moindre » (cf carte ci-après).



Figure 60 : Zones humides identifiées au SCOT du Pays de Gex (source : SCOT)

Le Document d'Orientations Générales (DOG) du SCOT précise que dans les espaces naturels majeurs « toute urbanisation nouvelle sera interdite à l'exception des équipements d'intérêt général comme les voiries structurantes mentionnées à ce document sous réserve qu'une étude d'impact sur l'environnement soit conduite et que des mesures compensatoires soient mises en œuvre dans le respect de la législation en vigueur ».
Par ailleurs, il est également intéressant de noter que le SCOT demande en application du contrat de rivières *« le respect du fonctionnement des rivières et des cours d'eau. Ainsi, les PLU préserveront, le long des cours d'eau, une bande non construite d'une vingtaine de mètres minimum. La largeur de cette bande sera fonction de la nature du cours d'eau et de ses abords ».*

2.3.4.2 *Inventaire des zones humides de la ZAC FGI*

Sources : Etude relative à la définition et à la délimitation d'une zone humide – volet pédologique, AIN GEOTECHNIQUE, 2013
Etude des zones humides identifiées dans l'emprise du projet, AEU, 2014
Etude zone humide Très-la-Grange, avis vert 2019
PAC 2024 et actualisation du diagnostic faune-flore-habitats, Avis Vert, 2024

2.3.4.2.1 Point méthodologique

La délimitation des zones humides est réalisée à l'aide du critère végétation (flore et habitats indicateurs de zones humides). Ensuite, lorsque la végétation laisse des doutes quant à la présence de zones humides, ou que la végétation n'est pas spontanée (cas des cultures par exemple), sont réalisés des sondages pédologiques visant à vérifier la présence de marqueurs d'hygromorphie du sol sur les limites de la zone humide pré-délimitées.

2.3.4.2.2 Secteur de Paimboeuf

Le secteur de Paimboeuf a fait l'objet d'une recherche systématique de la présence de zone humide en 2014, lors des études préalables à la rédaction de l'étude d'impact de la ZAC FGI.
Le relevé floristique a mis en évidence des plantes indicatrices hygrophiles avec deux alliances végétales : des hélophytes vrais (iris, carex) et des végétaux de prairies fraiches à humides (cardamine) répartis selon une logique topographique. Les sondages pédologiques (7 sondages) ont montré pour 4 d'entre eux des caractères de sols de zones humides liés à la présence de traits redoxiques à faible profondeur. Enfin, l'analyse micro topographique du site a permis d'identifier les courbes de niveau susceptibles de caractériser le contour de la zone humide. Il existe une corrélation entre la microtopographie et l'identification des zones humides selon les critères flores et les critères sols.

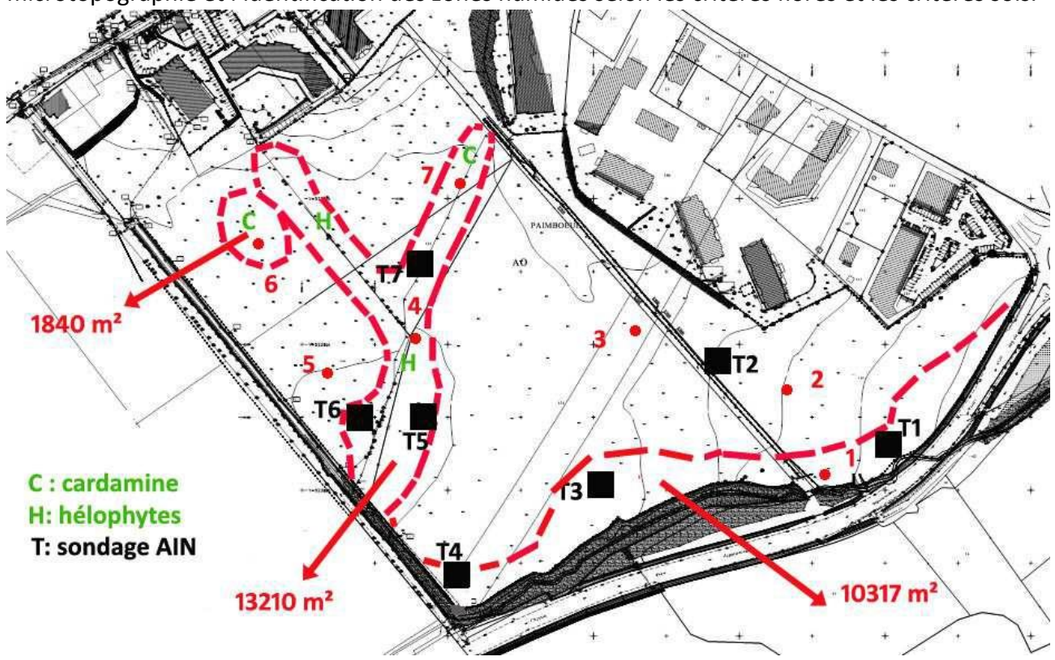


Figure 61 : Carte des zones humides, critères flore et pédologie (Source AEU, 2014)

L'origine des zones humides identifiées sur le secteur de Paimboeuf est liée à la présence d'une nappe phréatique circulant à faible profondeur et qui sature le sol. La fonctionnalité de la zone humide de Paimboeuf est liée à la faculté de rétention des eaux dans les sols.

Sur le secteur de Paimboeuf, la surface retenue en tant que zone humide est de 25 367 m². En 2014-2015, le projet de ZAC a été adapté pour éviter au mieux ce zonage (1400m² évités). Il n'a toutefois pas été possible d'éviter l'ensemble de la zone humide identifiée sur Paimboeuf. Des mesures de compensation ont donc été recherchées pour la suppression de 2,4ha.

L'arrêté préfectoral portant autorisation unique au titre de l'article L.214-3 du code de l'environnement, en application de l'ordonnance n° 2014-619 du 12 juin 2014 pour le projet de création de la ZAC « Ferney-Genève-Innovation », a été pris le 28 octobre 2016. Il fixe, notamment, les mesures compensatoires et les modalités d'application. L'illustration ci-après localise les secteurs évités et compensés ; ce plan figure dans l'arrêté préfectoral de 2016.



Figure 62 : Zones d'évitement et de compensation des zones humides (Source : Arrêté préfectoral Loi sur l'Eau - DDT de l'Ain)

Toutefois, l'actualisation du plan guide de la ZAC Ferney-Genève Innovation en juillet 2018 a conduit à requestionner la démarche Eviter-Réduire-Compenser et à développer une stratégie globale plus cohérente, donnant lieu à des modifications de l'arrêté préfectoral d'octobre 2016. Des améliorations et modifications ont été proposées et validées dans le cadre d'un nouvel arrêté d'autorisation :

- **Augmentation des zones d'évitement : 1 920 m² contre 1 400 m² dans l'arrêté initial**

L'évitement des zones humides est maximisé et améliore la fonctionnalité à terme des zones humides. Les zones humides évités seront traitées exclusivement au droit des espaces publics, ce qui permettra d'avoir la mainmise sur la gestion de ces espaces et de limiter d'éventuels impacts liés à des dérives sur le long terme. En outre, cette relocalisation de l'évitement permet une plus grande continuité des zones évitées et améliore ainsi leurs fonctionnalités ; ce qui diffère de l'arrêté initial où les zones évitées sont déconnectées l'une de l'autre.
Les zones humides seront alimentées par les eaux de la nappe phréatique circulant à faible profondeur et par les eaux pluviales. Elles joueront leur rôle hydrologique de rétention et de stockage des eaux dans les sols. Elles compléteront les noues paysagères dans la gestion des eaux pluviales à ciel ouvert.
Afin de consolider leur fonction patrimoniale de biodiversité et d'aménité, les zones humides évitées, peu qualitatives actuellement, seront semées d'une prairie humide d'écotype régionale au printemps. Cela favorisera le retour du Cuivrée des marais au droit de ces milieux.

- **Réduction des zones humides impactées : 23 447 m² contre 23 967 m² dans l'arrêté initial**

La démarche ERC proposée favorise la continuité de ces milieux humides. Cette continuité facilitera leur pérennité et leur gestion et favorisera une meilleure fonctionnalité écologique. La démarche a orienté le dessin des espaces publics.

- **Relocalisation d'une zone de compensation à superficie constante (augmentation de l'emprise de la Place Paimboeuf intégrant une zone humide).**

En conclusion, les zones de compensation sont réduites dans le respect du ratio de 200% : 50 930 m² de zones humides compensées pour 23 447 m² de zones humides impactées contre 53 221 m² compensées pour 23 967 m² impactées dans l'arrêté initial.
Le plan ci-après localise les secteurs évités et compensés suite à la modification du plan guide de 2018. Il s'agit des zones humides considérées dans l'État Initial E1.



Figure 63 : Proposition de modification de la localisation/répartition des zones de compensation au droit du secteur Paimboeuf (source : ALTO STEP)

A ce jour, la DDT01 a fait part à la SPL Terrinnov de son souhait d'utiliser une méthodologie de quantification des surfaces actualisées par le SDAGE. Cette méthode consiste à appliquer 100 % de compensations minimales (M1) et 100 % de compensations complémentaires (M2)[4].
Suite à l'application de cette nouvelle norme de calcul, il apparait que des compensations complémentaires sont à réaliser, ainsi la renaturation du cours d'eau sur le secteur Très-La-Grange sera intégrée aux compensations de zones humide. Il est également demandé d'ajouter des surfaces de compensations hors ZAC ce qui est en cours.

La séquence ERC des zones humides de la ZAC est donc en cours de modification et fera l'objet d'un porter à connaissance DLE phase 1.

[4] https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierm/files/content/migrate_documents/20170401-NotTechniqueSdage-MesuresCompensatoiresZonesHumides-vF.pdf

2.3.4.2.3 Secteur de la Poterie

- ***Critère végétation***

Sur le secteur de la Poterie, en dehors des abords de l'étang de Colovrex, aucun secteur n'est actuellement dominé par une flore pouvant laisser suspecter la présence d'une zone humide. Une prairie grasse est dominée par le fromental élevé *(Arrhenatherum elatius*) et le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), les pelouses mi-sèches sont dominées par la petite pimprenelle *(Sanguisorba minor*), les milieux rudéraux sont dominés par le pissenlit *(Taraxacum officinale*), les ronciers sont dominés par la ronce commune (*Rubus fruticosus* aggr.), et une zone comporte un peuplement monospécifique d'ortie dioïque (*Urtica dioica*). Ces espèces ne sont pas indicatrices de zones humides au sens réglementaire.

- ***Critère pédologique***

Huit sondages pédologiques ont été réalisés le 4 mai 2021 (localisations sur la carte page suivante). Ces sondages montrent des sols bruns relativement équilibrés à tendance argilo-limoneuse. Ce type de sol permet un repérage aisé des traits d'oxydo-réduction en profondeur (>40cm). Ces sols n'ont pas les caractéristiques de sols humides.

Le secteur de la Poterie n'abrite donc pas de zone humide au sens réglementaire.

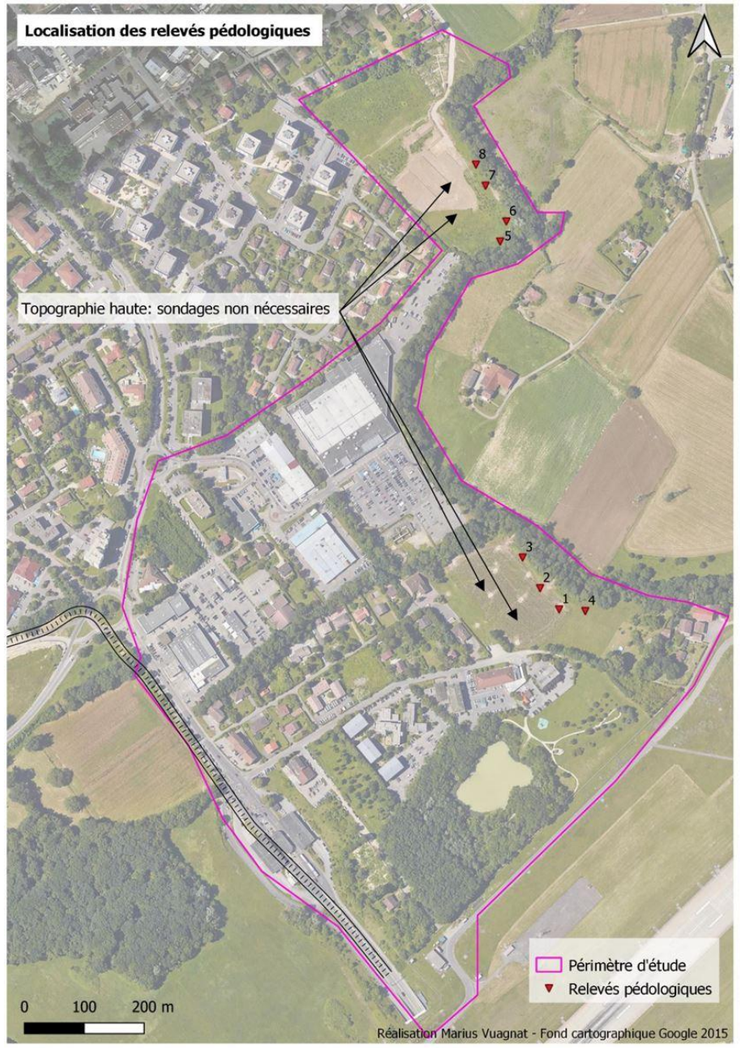


Figure 64 : localisation des sondages pédologiques sur le secteur de la Poterie (source : PAC de 2024)

2.3.4.2.4 Secteur de Très-la-Grange

- ***Critère végétation***

Sur le secteur de Très-la-Grange, seul un petit secteur est actuellement dominé par une flore pouvant laisser suspecter la présence d'une zone humide : un fossé méso-hygrophile de 172m². Ce milieu n'a pas été considéré comme caractéristique de zone humide : si certaines espèces qui le composent sont indicatrices d'une humidité au moins temporaire (Laiche des marais, Epilobe hirsute, toutes deux non dominantes), les autres espèces ne sont pas indicatrices de zones humides (graminées dominantes : Fléole des prés, Pâturin commun, Fétuque des prés).

- ***Critère pédologique***

Huit sondages pédologiques ont été réalisés en 2019. Ces sondages montrent des sols bruns relativement équilibrés à tendance argilo-limoneuse. Comme sur le secteur de la Poterie, ces sols ne présentent aucune caractéristique de sols humides.

Le secteur de Très-la-Grange n'abrite donc pas de zone humide au sens réglementaire. Les micro-zones humides temporaires, prairiales, à Scirpe des marais et Vulpin genouillé, ont aujourd'hui disparu du fait de la mise en culture des parcelles, avec un labour complet et profond du sol. Ces différentes **zones à humidité temporaire** (encore présentes ou mises en cultures) ont été représentées sur la cartographie ci-après, mais elles ne peuvent pas être considérées comme des zones humides au sens réglementaire (indicateurs non caractéristiques).

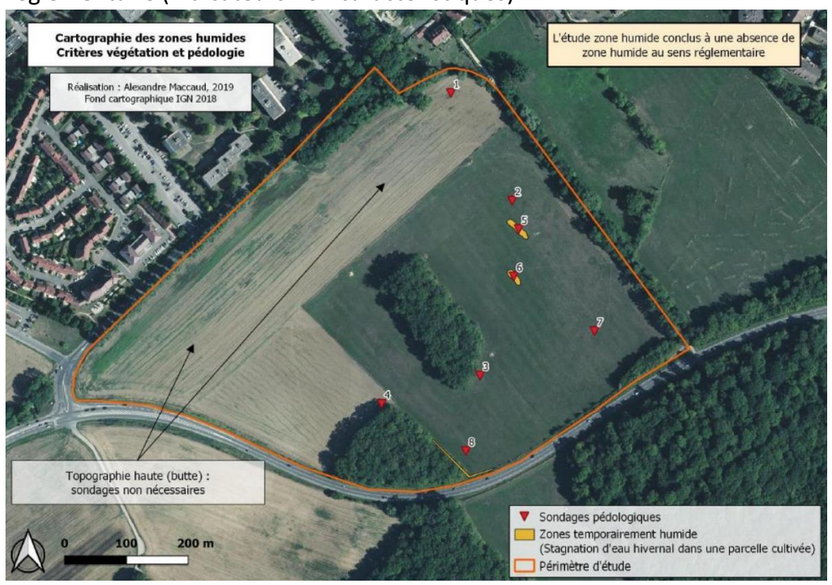


Figure 65 : Implantation des sondages pédologiques pour l'étude zone humide sur TLG, Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange, Ferney-Voltaire (01). Avis-Vert / Oxalis, novembre 2019

Etat initial (E1)
- Présence de 1920 m² de zones humides évitées et 50 930 m² réalisées dans le cadre de la compensation des travaux de la ZAC FGI. - Absence de zones humides sur le secteur Très-la-Grange, de la Douane et de la Poterie.

2.3.5 Contexte institutionnel

Le fuseau d'étude est inclus dans un territoire où la ressource aquatique fait l'objet de mesures de protection, listées dans des documents opposables : SDAGE Rhône Méditerranée, contrat de rivière (achevé).
Les grands objectifs de ces schémas sont listés ci-après. Tout projet d'aménagement susceptible de toucher la ressource aquatique doit être compatible avec ces textes.

2.3.5.1 Le SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) a été adopté le 18 mars 2022 pour les années 2022-2027. Il a pour objectif d'orienter et de planifier la gestion de l'eau à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.
Pour préserver ou améliorer la qualité des eaux et des milieux aquatiques et atteindre les objectifs fixés, le SDAGE Rhône-Méditerranée identifie 9 orientations fondamentales déclinées en prescriptions et traduites en actions concrètes dans le Programme des mesures des masses d'eaux (PDM) du bassin Rhône-Méditerranée :

1. S'adapter aux effets du changement climatique ;
2. Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
3. Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
4. Prendre en compte les enjeux sociaux et économiques des politiques de l'eau ;
5. Renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux ;
6. Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par des substances dangereuses et la protection de la santé ;
7. Préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides ;
8. Atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
9. Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Cependant, aucun des cours d'eau qui traversent la ZAC FGI n'est cité dans le SDAGE, ni n'est répertorié comme masse d'eau. Les cours d'eau du Nant, de l'Ouye et du Gobé se jettent dans le Lac Léman, la masse d'eau la plus proche. Ce dernier est traversé par le Rhône qui est à la fois l'affluent principal et l'exutoire du lac. Le Léman fait l'objet d'objectifs moins stricts (OMS) pour 2027 par rapport à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), eu regard à la faisabilité technique de l'atteinte du bon état écologique (ichtyofaune et concentration en nutriments) de ses eaux. L'objectif d'état fixé pour ces éléments à horizon 2027 est « moyen ». Cet objectif doit également être assigné à minima aux cours d'eau amont, c'est-à-dire au Gobé, au Nant et à l'Ouye.

2.3.5.2 Le SAGE

Le territoire de Ferney-Voltaire n'est concerné par aucun périmètre de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).

2.3.5.3 Contrat de rivière du pays de Gex-Léman

Le territoire de Ferney-Voltaire était inclus dans le contrat de rivières du pays de Gex-Léman, amorcé en 2004, achevé en 2021.
Ce contrat de rivière concernait 5 bassins versants, soit 90 km de rivières principales mais un réseau hydrographique dense représentant au total près de 200 km, répartis sur 300 km², 22 communes françaises (dont Ferney-Voltaire) et 14 communes suisses.
Il visait la réhabilitation de quatre cours d'eau et leurs affluents : l'Allondon, le Versoix, le Marquet-Gobé-Vengeron et l'Annaz.
A présent en voie d'achèvement, les actions « phares » du contrat de rivières ont concerné :

- Volet A : suppression des stations d'épuration du Journans et de l'Allondon pour raccordement des effluents sur le réseau Genevois (Collecteur Allondon-Journans, galerie de Choully) et traitement à la station d'épuration du Bois de Bay.
- Volet B : maîtrise quantitative et qualitative des eaux pluviales grâce à la réalisation de 3 bassins de rétention sur l'Est Gessien, Schéma directeur et zonages d'eaux pluviales, démarche de maintien et de réhabilitation de zones humides (protection SCOT, convention avec le Conservatoire des Espaces Naturels, programme de restauration de sites pilotes).
- Volet C : animations scolaires (25 classes par an depuis 2003).
- Volet D : études « potentiel et vulnérabilité des principaux aquifères », étude « soutien des débits d'étiage », étude du « volume prélevable et ressource stratégique ».

Etat actuel (E0) et initial (E1)
Secteur d'étude appartenant à un territoire ayant fait l'objet de nombreuses mesures vis-à-vis de la réhabilitation de cours d'eau, dont le Nant.

2.4 Les risques naturels et technologiques

La commune de Ferney-Voltaire est soumise aux risques naturels suivants :
- Risque inondation : par débordement de cours d'eau et par remontée de nappe,
- Séisme : risque modéré,
- Retrait gonflement d'argiles : risque faible,
- Radon : risque faible.

L'élaboration d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles sur les aléas « inondation » de l'Allondon, du Gobé et de leurs affluents, est prescrite sur les communes de Ferney-Voltaire, Prévessin-Moëns et Saint-Genis-Pouilly, par arrêté préfectoral du 25/07/2022.

Des risques technologiques sont également recensés :
- Risque nucléaire : le CERN à Cessy inclut deux Installations Nucléaires de Base (INB) : le grand accélérateur de particules et le super synchrotron à protons ;
- Le transport de matière dangereuse (TMD) via le réseau viaire (RD1009) et une canalisation de gaz naturel au sud-ouest de la commune (à 460m de la pointe Ouest du périmètre de la ZAC FFGI).

La proximité de l'aéroport de Genève, en limite sud du territoire communal, induit un risque lié au transport aérien. La commune est alors soumise à des servitudes d'utilité publique de balisage et de dégagement et au Plan d'Exposition au Bruit. Ces servitudes sont précisées dans le paragraphe relatif au PLUi de Ferney-Voltaire.
Aucune installation dangereuse de type SEVESO n'est installée à Ferney-Voltaire.

Le périmètre de la ZAC FGI est concerné par l'ensemble de ces risques à l'exception du gazoduc, situé en dehors du périmètre de la ZAC.

2.4.1 Risque inondation

2.4.1.1 Par débordement direct des ruisseaux

Sources : http://cartorisque.prim.net/dpt/01/01_ip.html

Documents d'information sur les risques Majeurs sur Ferney-Voltaire Schéma directeur des réseaux sur la commune de Ferney-Voltaire

Sur la commune de Ferney-Voltaire, les risques d'inondations de crues torrentielles en milieu urbain sont provoquées par les débordements des ruisseaux du Nant, de l'Ouye, du Marquet et du Gobé (en limite communale) à la suite de fortes précipitations ou d'orages.
Les inondations sont dues principalement à l'augmentation des volumes d'eaux pluviales liés à l'imperméabilisation, aux modifications des tracés originels des cours d'eau et à l'insuffisance du dimensionnement des ouvrages dans les zones urbanisées. Les débordements de l'Ouye affectent essentiellement le centre-ville (avenue du Jura, RD 1005, parkings souterrains des immeubles), ceux du Nant touchent l'école intercommunale, ceux du Marquet concernent le secteur du lycée international et l'amont de la route de Vireloup.
Des bassins de rétention ont été réalisés pour limiter ces phénomènes. Par exemple, dans le bassin versant du Nant, un bassin de rétention a été construit en 2005. Sa capacité est de 28 500 m^3 dimensionnée pour une crue centennale (cf Figure 56 : réseau hydrographique interceptant le périmètre de la ZAC FGI). En période normale, le Nant s'écoule en fond de bassin dans un nouveau lit colonisé par la flore et la faune des milieux humides. En période de crue, le bassin de rétention se met en charge et accumule tout ou partie des eaux superficielles.



Figure 66 : bassin de rétention du Nant, en amont de la ZAC FGI (source : DLE

Malgré ces aménagements, un risque d'inondation demeure. Un porté à connaissance de l'aléa inondation a donc été produit afin de limiter l'urbanisation des secteurs inondables ou imposer des prescriptions spéciales (cf extrait cartographique ci-après).

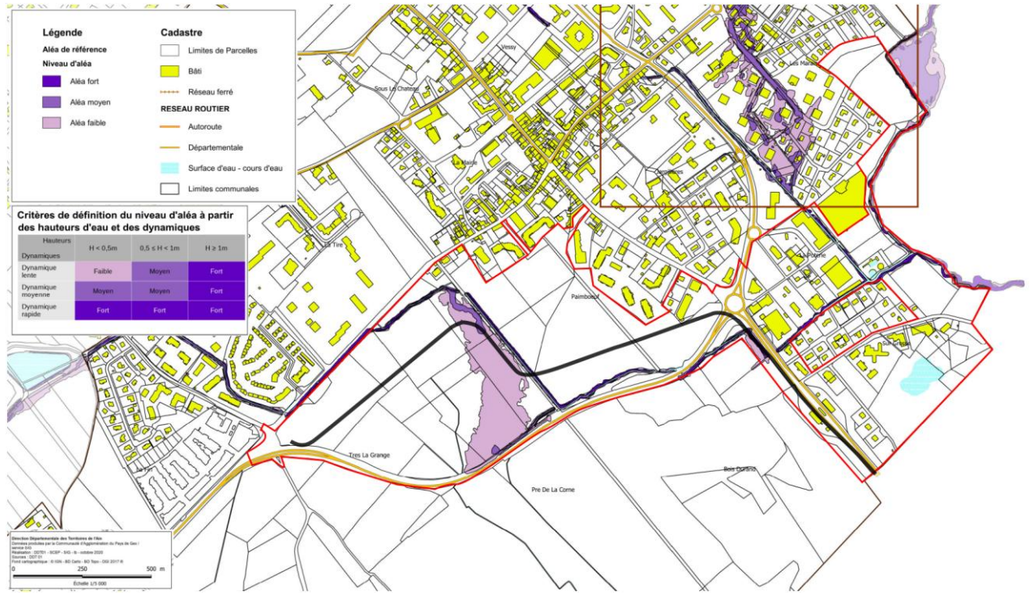


Figure 67 : extrait du PAC aléa inondation des cours d'eau du Pays de Gex du 7 octobre 2021 (source DDT Ain)

Ainsi, dans son état actuel, le secteur de Très-la-Grange est concerné par le risque de débordement du Nant tout comme les abords du ruisseau entre la place du Jura et la douane. Cet aléa a donc été pris en compte dans le cadre des études d'aménagement du secteur Très-La-Grange.

Une étude hydraulique a été réalisée par le bureau d'étude RCI en janvier 2024 pour préciser les crues sur le ruisseau du Nant, de l'Ouye et du Gobé **en situation projetée au sein du périmètre de la ZAC Ferney-Genève Innovation. Cette étude prend en compte les dernières modélisations hydrauliques des cours d'eau et inclut le programme de renaturation des cours d'eau et les imperméabilisations nouvelles dues à l'urbanisation.**

Cette étude estime les secteurs de débordement selon les niveaux de crues (Q2 à Q100).

Les travaux de renaturation des cours d'eau intègrent le reméandrage du Nant et l'élargissement de son lit majeur rétablissant ainsi des zones de débordement des crues en continuité du ruisseau. Certains franchissements sont revus, d'autres supprimés. En particulier, l'ouvrage agricole actuel au nord de l'allée de la tire : largement sous dimensionné, il présente un risque d'embâcle accrus et est à l'origine des débordements du cours d'eau sur le secteur de Très-La-Grange. D'un point de vue hydraulique, **ces travaux permettent de garantir la suppression des débordements constatés sur le secteur Très-La-Grange en situation actuelle et d'adjoindre au cours d'eau des espaces humides connexes.**

Ces espaces n'ont toutefois pas d'effet notable sur le laminage des crues car leur volume est modeste par rapport au volume d'eau des crues. Ils restent cependant appréciables au regard de la thématique inondation et en particulier quant au risque de formation d'embâcle : l'espace alloué étant large, un embâcle peut plus facilement être contourné sans débordement du lit mineur. L'effet de laminage de crue des projets est estimé comme étant négligeable.

La carte suivante fait état des zones inondées sur le secteur de Très-la-Grange selon les différents niveaux de crues (de Q2 à Q100). Suite aux travaux de renaturation du Nant, la totalité du secteur de Très-la-Grange est donc en dehors de la zone d'expansion des crues du Nant.



Figure 68 : Zones inondables Q2 à Q100 sur le secteur Très-la-Grange, Plan des zones inondables d'après l'étude hydraulique RCI, OBRAS, 01.2024

Le porter à connaissance de l'État sur les zones inondables du secteur de Très-la-Grange sera mis à jour en intégrant les aménagements de la ZAC ; cela aboutira à la levée du risque inondation sur ce secteur.

2.4.1.2 Par remontée de nappe

Le risque inondation par remontées des nappes phréatiques lors de fortes pluies est variable selon le climat mais également selon la proximité des premières nappes. Ce risque, cartographié par le BRGM en différents secteurs, traduit la sensibilité du territoire à l'aléa de remontée de nappe.

La ZAC FGI est exposée à un risque potentiel de débordement de nappe et d'inondation de cave de fiabilité moyenne (cf carte ci-après).

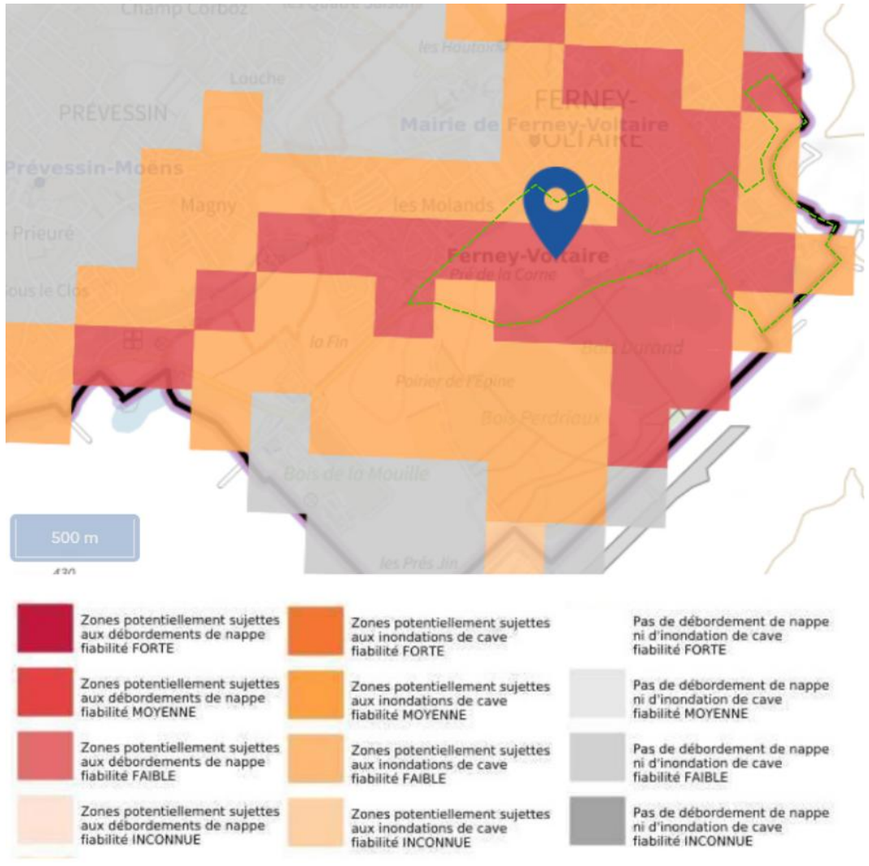


Figure 69 : aléa remontée de nappe (source : georisques.gouv.fr)

Etat actuel E0

- Zone inondable en cas de fortes crues sur Très-la-Grange : tracé du tramway et urbanisation de Très-la-Grange impactés
- Aléa inondation par remontée de nappe sur la totalité du périmètre de ZAC

État initial E1

- Les travaux de renaturation en cours ont permis de rétablir un lit majeur au droit du Nant (augmentation du gabarit du lit majeur et reméandrement)
- Pas de zone inondable en cas de fortes crues grâce à la renaturation du Nant : tracé du tramway et urbanisation de Très-la-Grange hors zones inondables
- Aléa inondation par remontée de nappe sur la totalité du périmètre de ZAC

2.4.2 Les risques technologiques (industriel et TMD)

Le CERN de Genève est le plus grand laboratoire de physique de particules du monde. Il possède deux grands accélérateurs qui circulent en souterrain. Ils sont accessibles par des puits d'accès entourés d'installations en surface. Cette installation n'est pas concernée par un Plan Particulier d'Intervention (PPI).

A Ferney-Voltaire, bien dissimulée en bordure de la piste d'aéroport, se trouve l'expérience de Boson sur le grand collisionneur de hadrons (Large Hadron Collider : LHC) au point 8 de l'anneau. La présence du LHC contraint tout aménagement. En effet, sa présence génère une bande d'information d'environ 100m de large qui compte deux zones distinctes :

- La 1ère dans laquelle tout forage d'une profondeur supérieure 10m **est interdit ;**
- La 2nde soumise à autorisation du CERN pour tout forage d'une profondeur supérieure 10m.

Ces zonages concernent la partie sud-est des secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange, sur des zones d'environ 3,5 ha (interdiction) et 4 ha (autorisation).

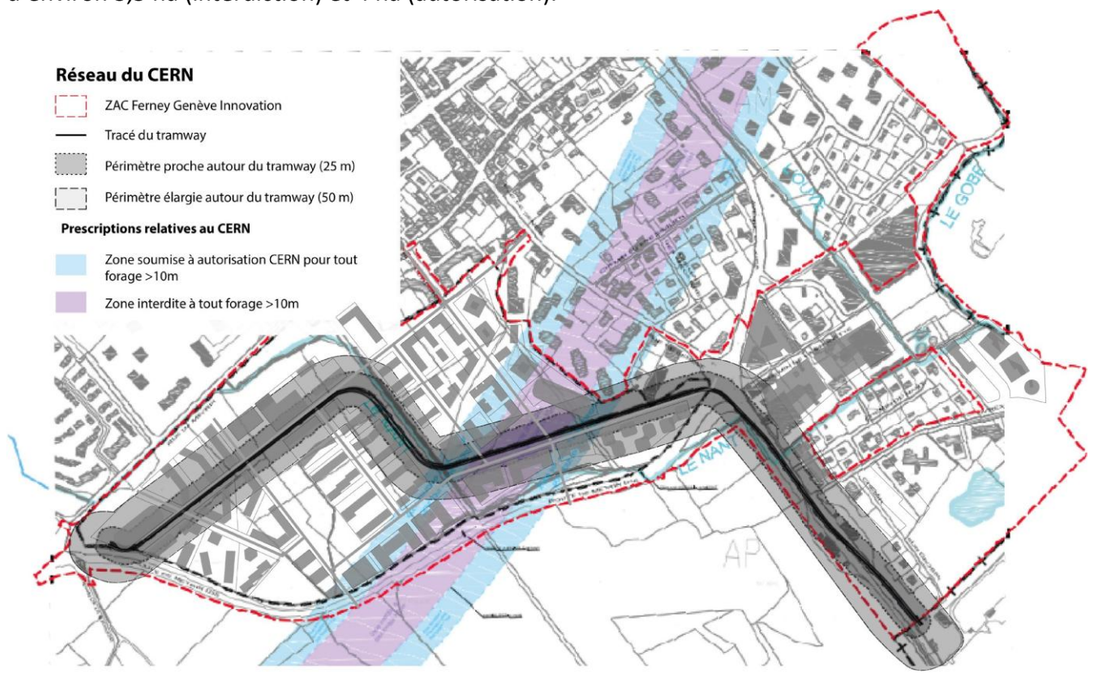


Figure 70 : emprise du Large Hadron Collider du CERN sur le site de projet (Source : extrait du schéma directeur des réseaux, Equipe SEURA, novembre 2012)

Etat actuel E0 et initial E1

- Prescriptions relatives au réseau LHC sur le secteur Paimboeuf Sud, nécessitant d'avoir une interface avec le CERN pour la réalisation des travaux

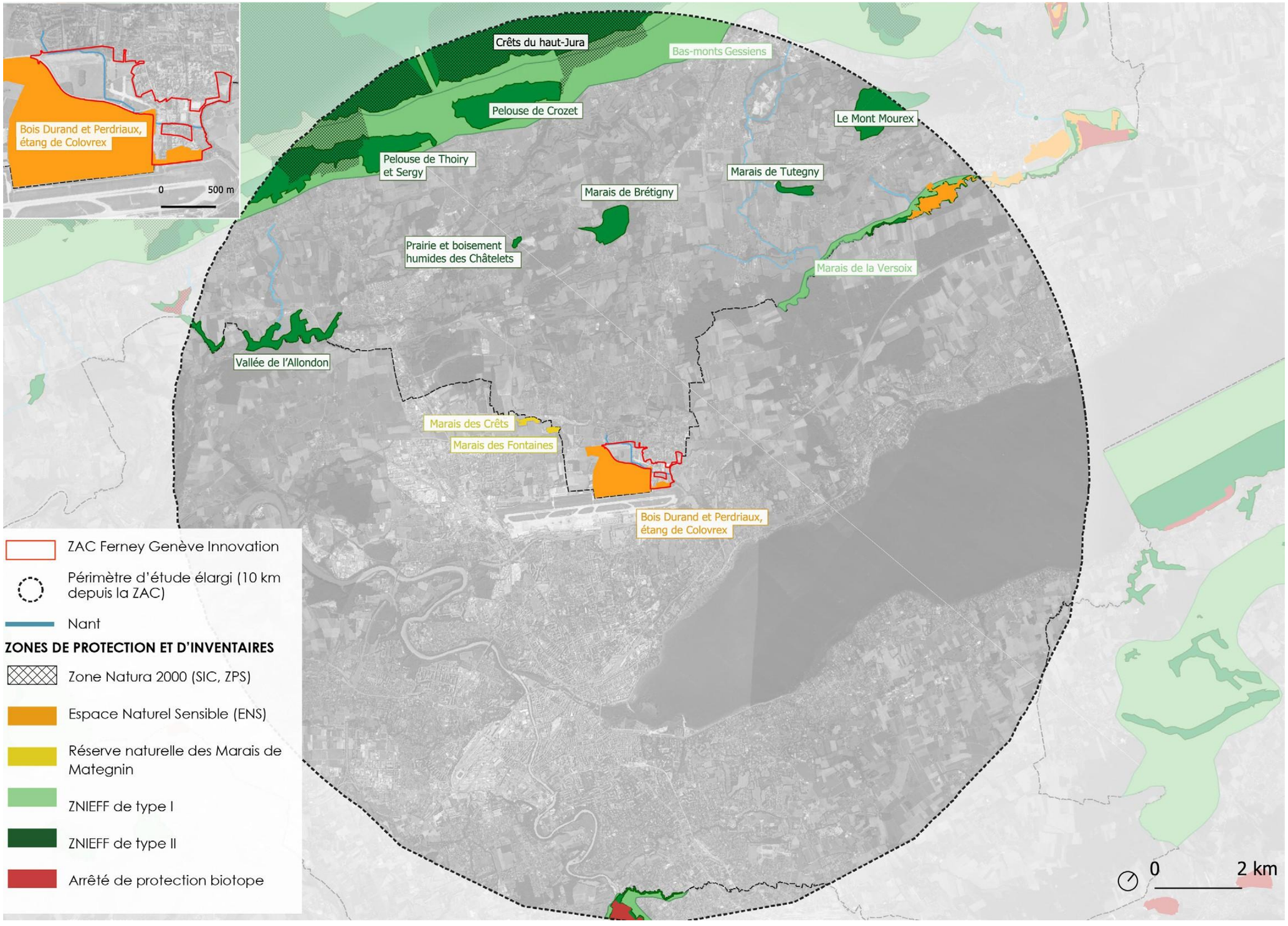


Figure 71 : Carte de l'inventaire et des protections des milieux naturels (Source : ALTO STEP)

3 Le milieu naturel

3.1 Périmètres d'inventaires et de protection

3.1.1 Espaces protégés

Aucun périmètre de protection réglementaire ou d'inventaire de type Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (A.P.P.B.), Réserve Naturelle (R.N.) n'a été délimité sur la commune de Ferney-Voltaire.

A proximité, deux zones naturelles remarquables ont été identifiées sur le territoire de la commune de Meyrin (en Suisse) en limite immédiate de la frontière, localisées entre 2,5 et 3 kilomètres du carrefour giratoire de la place du Jura en amont du ruisseau du Nant (cf. carte ci-contre). Il s'agit des réserves naturelles des marais de Mategnin, couvrant les dernières zones marécageuses du territoire, scindées en deux espaces distincts :

- Le marais des Fontaines ;
- Le marais des Crêts.

Ces deux réserves naturelles, dont les périmètres ont été validés en novembre 2009, se localisent sur le Canton de Genève et sont gérées par l'association Suisse Pro Natura. Ces espaces naturels préservés pour l'intérêt des habitats qu'ils abritent ainsi que pour la flore en présence, sont également inventoriés en tant que site de reproduction d'amphibiens. Il est à noter que le ruisseau du Nant, qui traverse le site d'étude, prend sa source au sein de ces marais de Mategnin avant de traverser les secteurs urbanisés de Ferney-Voltaire.

3.1.1 Périmètres contractuels (N2000) et d'inventaires (ZNIEFF)

Les sites Natura 2000 les plus proches de Ferney-Voltaire se localisent sur les premiers contreforts du Jura à une dizaine de kilomètres au Nord-Ouest du carrefour giratoire de la place du Jura. Il s'agit du Site d'Intérêt Communautaire et de la Zone de Protection Spéciale du « Crêt du Haut-Jura » (FR8201643).

Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) les plus proches de Ferney-Voltaire se localisent sur les premiers contreforts du Jura à une dizaine de kilomètres au Nord-Ouest mais aussi dans le marais de la Versoix au Nord-Est de la commune. La ZNIEFF la plus proche est une ZNIEFF de type II « Marais de la Versoix » (n°820030611) à environ 4,5 km depuis la place du Jura.

3.1.2 Espaces Naturels Sensibles (ENS)

Par délibération en date du 7 juillet 2014, le Département de l'Ain a approuvé la labellisation de l'Espace Naturel Sensible du « Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex », sur la commune de Ferney-Voltaire. Le périmètre approuvé pour cet Espace Naturel Sensible couvre 114,39 hectares.

En plus des espaces cités dans l'intitulé même de cet espace naturel sensible, le périmètre approuvé intègre également au Nord-Ouest la « Gouille à Vibert » également nommée « Poirier de l'Épine ». La fiche descriptive de cet espace naturel remarquable souligne l'importance que tiennent ces boisements et les zones humides associées, d'autant plus que ce secteur géographique connait une pression d'urbanisation élevée (notamment liée aux développements urbains et à la proximité immédiate de l'aéroport de Genève). L'objectif affiché pour cet Espace Naturel Sensible est de « garantir sur le long terme la continuité écologique » (« trame verte et bleue »). En effet, l'étang et les boisements alentours font partie d'un corridor écologique local, lui-même inscrit dans un axe Nord / Sud reliant les corridors majeurs vers le massif du Jura.

Parallèlement à cette fonction de corridor, la labellisation de cet espace vise également à préserver les « divers compartiments biologiques à enjeux identifiés sur ces habitats naturels (bois Durand et bois Perdriaux, parcelles agricoles attenantes, étang de Colovrex et boisement associé, Gouille à Vibert (ou Poirier de l'Épine) : ancienne halte d'importance pour l'avifaune en migration ».

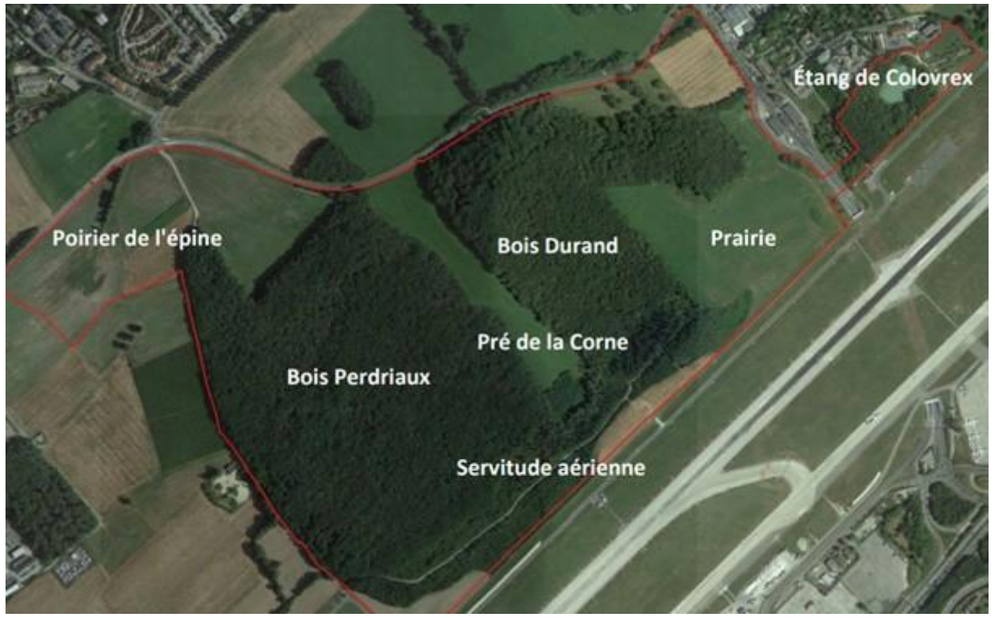


Figure 72 : Espace naturel sensible «Bois de Durand, Perdriaux et étang de Colovrex (Source : Fiche de présentation de l'ENS, Patrimoine de l'Ain)

3.1.3 Trame verte et bleue – connectivité écologique

3.1.3.1 Position de l'aire d'étude rapprochée dans le fonctionnement écologique régional

Le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) Auvergne Rhône Alpes approuvé en avril 2020, identifie la trame verte et bleue à l'échelle de tous ses territoires. L'aire d'étude élargie (plus de 5km) intercepte plusieurs réservoirs de biodiversité (forêts, pelouses, prairies, marais) et un corridor écologique d'importance régionale (extrait cartographique en page suivante).

Cet état des connaissances français s'enrichit avec celui des corridors biologiques Suisse. Ainsi, d'après la cartographie de l'Office cantonal de l'agriculture et de la nature (OCAN) de Genève, l'aire élargie du projet ne recoupe pas de corridors écologiques et fonctionnels d'importance régionale. Toutefois, on remarque de larges réservoirs de biodiversité, au droit de l'aéroport international de Genève.



Figure 73 : Trame verte et bleue dans l'aire d'étude élargie (>5km autour du projet) (Source : SRADDET, 2021)

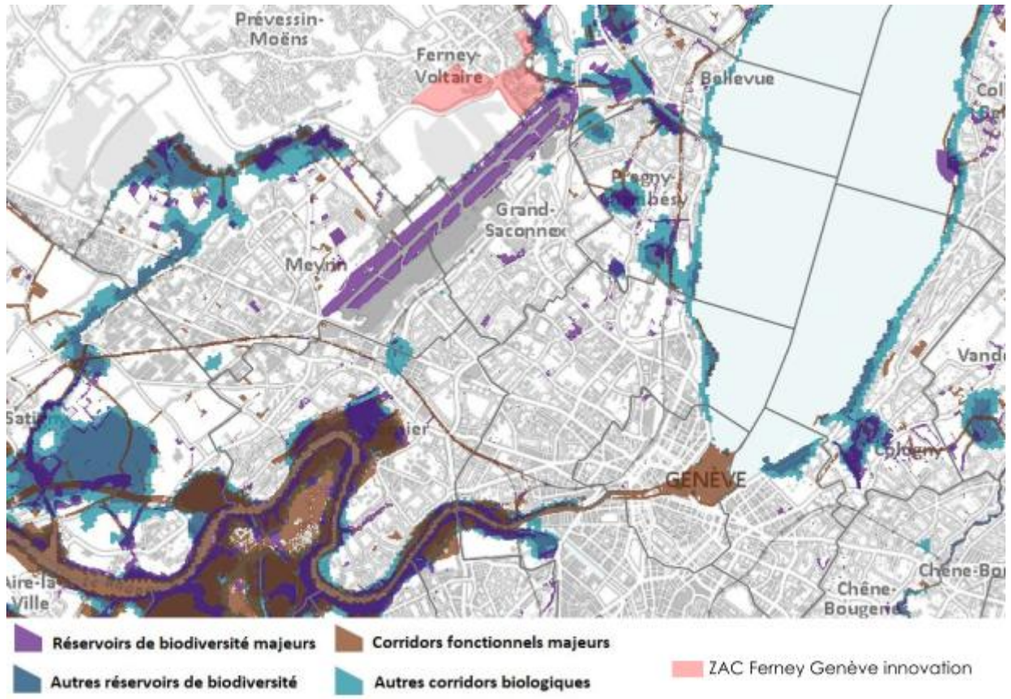


Figure 74 : Trame verte et bleue dans l'aire d'étude élargie (>5km autour du projet) (Source : Diagnostic de la qualité de la biodiversité OCAN, 2022)

3.1.3.2 Position du site dans le fonctionnement écologique communal

Sur la commune de Ferney-Voltaire, la trame bleue est fortement représentée par le Nant, le Gobé, l'Ouye et les zones humides recensées au droit de l'ENS « Bois Durand, Perdriaux et étang de Colovrex ». Bien que la cartographie tirée du SRADDET ne représente que la trame à l'échelle régionale française, il s'agit également de prendre encompte les espaces de nature côté Suisse. La trame bleue se profile donc jusqu'au lac Léman tandis que côté Suisse on observe également un continuum aquatique important.

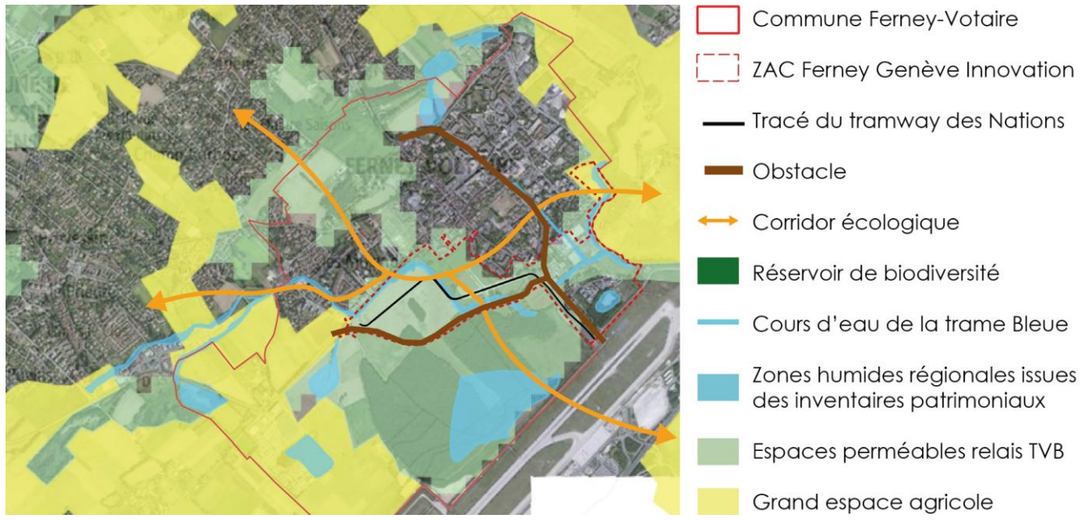


Figure 75 : Trame verte et bleue sur la commune de Ferney-Voltaire (d'après le SRADDET, 2021)

Le site de la Zone d'Aménagement Concerté Ferney-Genève Innovation s'inscrit dans un contexte péri-urbain où la trame végétale en présence se caractérise par la juxtaposition :

- D'espaces végétalisés et paysagers des pôles urbanisés de Ferney-Voltaire (espaces verts, plantations) parfois constitués d'espèces ornementales et comportant localement des alignements d'arbres remarquables parfois séculaires liés à l'histoire même du site (présence du château de Voltaire et de l'allée de la Tire) ;
- Des ensembles boisés d'accompagnement des cours d'eau (ripisylves) ;
- Des parcelles agricoles (cultures et prairies de pâtures) qui se maintiennent en limite des secteurs urbanisés etdes bosquets qui subsistent au sein de ces espaces.

Quelques zones de conflit sont toutefois à relever au droit des franchissements routiers, notamment la RD 1005 et la route de Meyrin, et par les importantes clôtures de la frontière et de l'aéroport.

3.1.3.3 Trame noire

Actuellement une trame noire est bien présente sur le site d'étude et elle devra être conservée sur la ZAC de Ferney Genève Innovation, et même au-delà à l'échelle du Grand Genève. Sur la ZAC, l'étang de Colovrex apparaît peu attractif, pouvant s'expliquer par la faible qualité de l'étang et l'éclairage de l'aéroport.



Figure 76 : Trame noire sur la ZAC FGI et à l'échelle du Pays de Gex (Source : Rapport inventaire Faune Flore, Avis Vert, 2021)

3.2 Résultat des prospections naturalistes

Source : Etudes d'impact de la ZAC FGI, mises à jour en 2017 et 2019
Porté à connaissance au dossier de demande de dérogation des espèces protégées et actualisation du diagnostic faune – flore – habitats, mars 2024
Inventaires faune et flore sur la ZAC : années d'inventaire 2014-2015, 2018 à 2021 (divers bureaux d'études)

Ce chapitre constitue un résumé des principaux enjeux relevés dans le cadre des différents inventaires et dossiers établis depuis 2014, date de démarrage des études de la ZAC de Ferney-Genève innovation. Ce recul sur maintenant 10 ans permet d'analyser l'évolution des cortèges d'habitats et des enjeux du site. Les milieux d'intérêt déterminé au démarrage des études ont été conservés le plus possible : le plan guide initial de la ZAC FFGI a été conçu en évitant les alignements de chênes, cordons rivulaires boisés et zones humides. Malgré les mesures d'évitement et de réduction prises, il n'a pas été possible de sauvegarder intégralement ces habitats naturels. Des impacts résiduels demeuraient et ont fait l'objet de mesures de compensation (demande de dérogation initiale obtenue en 2020).

Les inventaires ci-après décrivent de fait l'état actuel E0 du site, l'état initial E1 (avec la ZAC totalement urbanisée sans tram) ne peut être décrit précisément. L'intégralité des espèces et habitats à enjeux sont inclus dans la séquence éviter réduire compenser de la ZAC afin de conserver la qualité faunistique et floristique du site à l'état E0 voire l'améliorer (notion de gain écologique).

3.2.1 Habitats naturels et semi-naturels

3.2.1.1 Secteur de la Poterie

À l'état actuel E0, le secteur de la Poterie est le plus urbanisé. Ce secteur étant en renouvellement urbain les espaces naturels ne sont pas différents entre l'état Actuel (E0) et l'Etat initial (E1).

Le secteur de la Poterie est le plus urbanisé : la dominance de la matrice paysagère est composée de jardins, de haies ornementales et de bâtiments industriels. Ces zones artificialisées sont entourées de nombreuses friches et de vieux arbres, rendant le site fonctionnel pour les espèces anthropophiles (faune et flore). Le secteur de Colovrex est déjà bien connu puisque le site est actuellement géré par la CAPG, avec un plan de gestion permettant de valoriser la biodiversité présente. Parmi les milieux les plus intéressants, notons les ourlets secs à Rosier de France, riches en espèces faunistiques et floristiques.
Sur la partie la plus à l'Est, entre le Nant et la Frontière, se retrouve une pelouse mi-sèche marneuse à Brome érigé. Le cortège est assez caractéristique, avec plusieurs espèces d'Orchidées, comme l'Orchis singe et l'Orchis pyramidale. Ce milieu, assez commun dans le bassin gessien, est ici particulièrement intéressant car il constitue un milieu relais de qualité pour toutes les espèces associées aux milieux agro-pastoraux historiquement présents, comme en témoigne la présence sur le secteur du seul couple de Tarier pâtre connu sur la zone d'étude.



Friches entre les habitations



pelouse mi-sèche marneuse

Figure 77 : types d'habitats naturels du secteur de la Poterie

3.2.1.2 Secteur de Paimboeuf

A l'état actuel, le secteur de Paimboeuf est déjà en partie aménagé. Actuellement, les milieux naturels restant sont essentiellement des milieux en cours d'enfrichement, notamment d'anciens pâturages aujourd'hui abandonnés, ainsi qu'un secteur de zone humide mis en défend.
Certaines lisières fraiches (Alignements de Frênes, Ourlets à Orties) et une petite dépression à Orties et Grande Oseille rappellent le caractère méso-hygrophile du secteur, avec des sols en partie argileux, gardant une certaine fraicheur. Les haies et lisières sont composées de nombreux Chênes centenaires.



Figure 78 : chêne centenaire de Paimboeuf

À l'état initial E1, l'intégralité du secteur est aménagé, la zone humide mise en défend correspond à la zone humide évitée et reste fonctionnelle.
Les milieux naturels seront inclus dans les îlots paysagers plantés (jardins privés, espaces publics ou privés) sous la forme de squares en cœur d'îlots, d'alignement de feuillus, de zones humides artificielles (sur 5,2 ha) et le Nant avec ses berges renaturées.

3.2.1.3 Secteur de Très-la-Grange

À l'état actuel (E0), le secteur de très la Grange n'est pas aménagé : il s'agit d'un champ cultivé autour de petits bois.
Le milieu naturel du secteur Très-la-Grange se concentre dans trois bosquets de feuillus : l'un au bord du Nant, un autre au milieu du site et le dernier en limite sud. Ces bosquets sont dominés par une végétation rattachée aux Chênaies mésohygrophiles à Primevère élevée (avec pour le secteur nord, un faciès co-dominé par le Frêne, avec une petite ripisylve d'Aulnes le long du Nant). Ces milieux restent relictuels (0,5 à 0,8 ha chacun), assez peu typique floristiquement, mais abritant des espèces faunistiques caractéristiques, venant notamment des boisements alentours (ENS au sud) : Pics, Pigeon Colombin, Grand Capricorne du Chêne en lisières… Les enjeux sont donc modérés.
Il est à noter que l'Allée de la Tire est composée d'un alignement de Chênes particulièrement remarquables qu'il conviendra de conserver, tout comme le Chêne remarquable sur la pointe nord et ceux présents sur les lisières des bosquets. En limite Nord du périmètre de la ZAC, le ruisseau du Nant est bordé le long de la rue de Meyrin par un alignement d'arbres plantés (Saules fragiles et Chênes rouges d'Amérique). Le Nant est quant à lui végétalisé sur sa partie amont, le long de la route (partie longeant l'allée plantée de Saules et Chênes rouges). La végétation y est dominée par des Rubaniers érigés et des Scirpes des bois, accompagnés d'Iris et de diverses espèces de mégaphorbiaies (Orties, Reine des prés, etc.).
Notons enfin la présence d'un fossé méso-hygrophile, sur une lisière forestière exposée au nord : la végétation y est dominée par des graminées communes (Fléole des prés, Fétuque des prés…) accompagnées de quelques espèces hygrophiles éparses, comme de la Laiche des marais ou de l'Epilobe hérissée. Cet habitat relictuel est sans enjeu. Ce cortège n'est pas suffisant pour que le milieu soit rattaché à une zone humide au niveau réglementaire.



Bosquet de chênes



Cultures et bosquet central



Lisière méso-hygrophile

Figure 79 : types d'habitats naturels du secteur de Très-la-Grange

À l'état initial (E1), le secteur est totalement urbanisé ; les boisements sont conservés ; le boisement et le Nant au nord de Très-la-Grange ont fait l'objet de travaux de renaturation ; le Nant bénéficie alors d'un large espace de divagation et différents milieux humides se côtoient.

La carte suivante précise les 28 habitats naturels identifiés avant les premières constructions de la ZAC Ferney Genève Innovation (état E0). Ces milieux naturels sont ensuite analysés en hiérarchisant les enjeux de conservation des habitats (tableau suivant la carte des habitats).

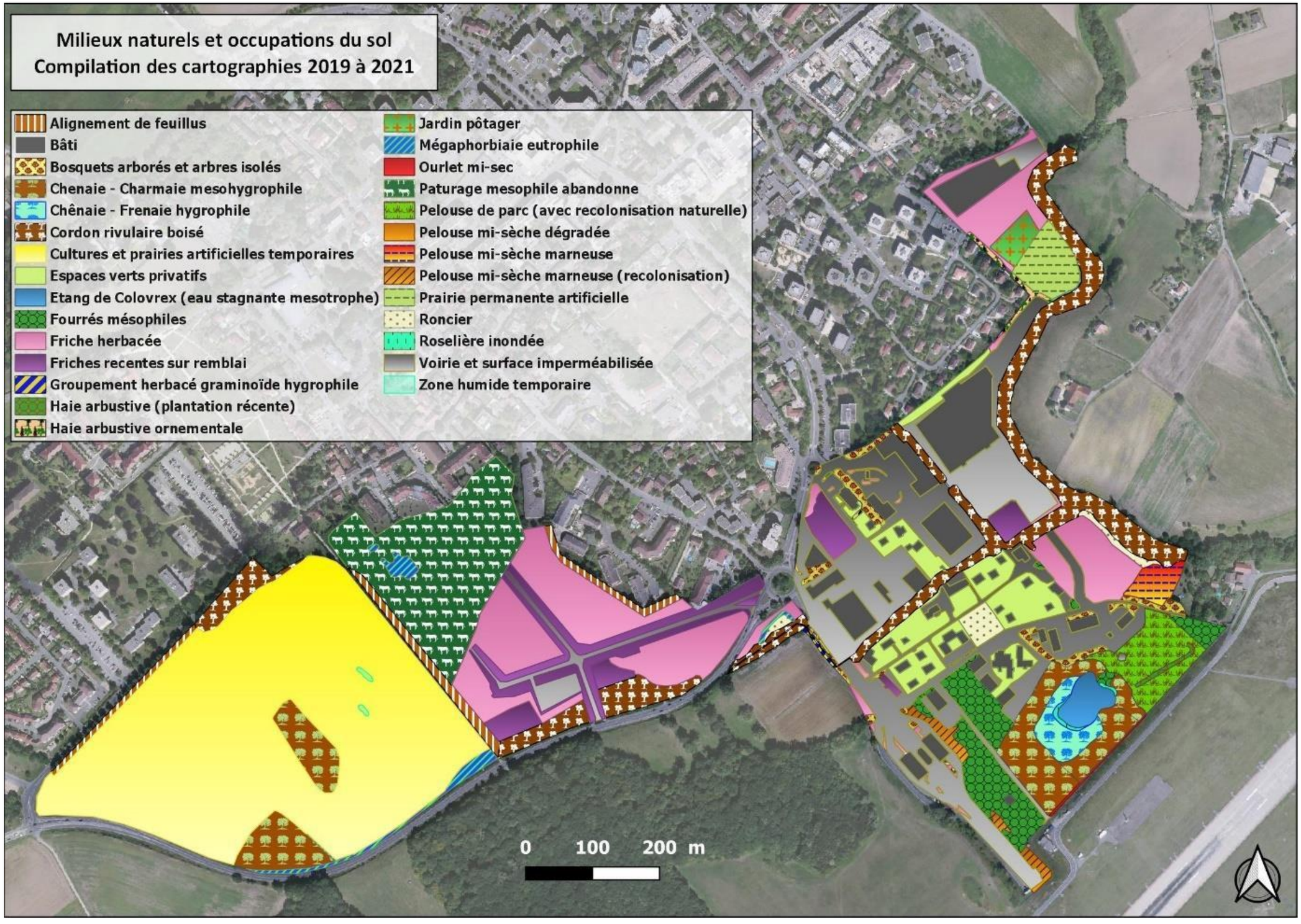


Figure 80 : Carte d'occupation des sols et habitats naturels (E0) - Source : Rapport inventaire Faune Flore, Avis Vert, 2021

Tableau 5 : synthèse des groupements végétaux présents à l'état actuel (E0)

Nom Français	Nomenclature phytosociologique	Code EUNIS[1]	Code Natura 2000[2]	Liste rouge RA	Surfaces (ha)	Enjeux	Zone humide	Commentaires
Milieux forestiers et préforestiers (ourlets arbustifs)								
Chênaie - Charmaie mésohygrophile	*Fraxino -Quercion*	G1. A13	9160	LC	3,3	Modéré	-	Forêt à humidité édaphique hivernale uniquement, dominées par les Chênes
Chênaie - Frênaie hygrophile	*Fraxino -Quercion*	G1.A13	9160	LC	5,35	Modéré	-	Forêts plus fraîches, avec Chênes, Frênes et cortèges associés
Cordon rivulaire boisé	*Fraxino -Quercion*	G1.A13	9160	LC	4,7	Modéré	-	Forêts de feuillus diversifiées avec gradient d'humidité, des Chênaies – Charmaies en lisière au cordon d'Aulne et autres bois tendres en ripisylve.
Alignement de feuillus et alignement de Chênes centenaires	-	-	-	-	2,1	Modéré	-	*NB : Qualification en enjeu modéré en tant que « milieux naturel » mais on verra par la suite que cet ensemble présente un enjeu fort vis-à-vis de la faune (cf. Paragraphe faune)*
Milieux ouverts – ourlet herbacés								
Ourlet mi-sec	*Geranion sanguinei*	E5.21	6210	LC	603 m²	Fort	-	Lisières thermophiles, habitat du Rosier de France
Pelouse mi-sèche marneuse	*Tetragonolobo - Mesobromenion*	E1.262	6210	LC	0,34	Fort	-	Habitat assez typique et diversifié
Pelouse mi-sèche marneuse de recolonisation	*Tetragonolobo - Mesobromenion*	E1.262	6210	LC	0,32	Modéré	-	Recolonisation des talus bordant la douane, moins diversifiés que l'habitat type
Pâturage mésophile abandonné	*Cynosurion x Dauco - Melilotion*	E2.13	-	LC	9,173		-	-
Fourrés mésophiles	*Pruno-Rubion*	F3.111	-	LC	1,9		-	-
Friches herbacées	*Dauco – Melilotion x Cynosurion*	-	-	LC	6,9		-	Plusieurs types de milieux : recolonisation de remblais avec dominance de graminées ou prairie mésophile abandonné et enfriché. Enjeux et rôle fonctionnel similaire
Roncier	-	F3.131	-	LC	0.13	Bon		-
Friches récentes sur remblais	*Dauco-Melilotion*	E5.1	-	LC	2,6		-	-
Cultures et prairies artificielles temporaires	-	-	-	-	16,7		-	-
Pelouse de parc (avec recolonisation naturelle)	*Recolonisation type Mesobromion erecti*	E1.262	-	LC	1,15		-	Recolonisation du parc semé par des espèces des pelouses mi sèches
Milieux humides								
Groupement herbacé graminoïde hygrophile	*Caricion gracilis X Glycerio fluitantis- Sparganion neglecti*			LC	425 m²	Modéré	-	Fossé méso-hygrophile, graminées communes accompagnées de quelques espèces hygrophiles éparses, (Laiche des marais ou Epilobe hérissée). Habitat relictuel et sans enjeu.
Mégaphorbiaie eutrophile	*Convolvulion et Arction lappae*	E5.411	-	LC	0,49	Modéré	oui	Groupements à Epilobe hérissée, Ortie dioïque, etc.
Roselière inondée	*Phragmitetum australis*	C3.211	-	LC	587 m²	Modéré	-	Bord de l'étang de Colovrex
Etang de Colovrex (eau stagnante mésotrophe)	-	C1.2	-	-	0,42		-	Non végétalisé
Zone humide temporaire	-	-	-		313 m²		oui	Dépression non végétalisée dans une grande culture

[1] Base de données EUNIS : typologie des habitats naturels et semi-naturels présents sur le sol européen.

[2] Typologie, recensant les « habitats d'intérêt communautaire », listés dans la directive « habitats » 92/43/CEE. En cas d'absence de code Natura 2000, l'habitat n'est pas considéré comme d'intérêt communautaire.

Codes hiérarchisant les enjeux de conservation des habitats :

Remarquables	Habitat en liste rouge, menacé, en état de conservation bon à moyen
Forts	Habitat d'intérêt communautaire en mauvais état de conservation ou habitat d'intérêt à l'échelle nationale ou régionale (NT sur listes rouges, Dét. ZNIEFF, habitats de zone humide, etc.) en état de conservation bon à moyen
Modérés	Habitat remarquable de zone humide et/ou déterminant ZNIEFF et/ou en liste rouge, mais en mauvais état de conservation, ou habitat encore commun mais en régression et en bon état de conservation
Faibles	Habitat commun présentant un cortège floristique développé
Inexistants	Végétation appauvrie en espèces par épandage de substances chimiques (herbicides notamment), remblais, plantations artificielles avec une strate monospécifique, etc.

3.2.2 La flore

3.2.2.1 Résultat des inventaires floristiques

Avec 297 espèces de plantes vasculaires spontanées recensées, le diagnostic peut être considéré comme complet sur ce taxon, et la diversité du site moyenne.

Aucune nouvelle espèce patrimoniale n'a été recensée (protégée et/ou rare) par rapport au diagnostic de 2014, qui ne recensait que le Rosier de France (*Rosa gallica*).

Il est à noter que la station de Rosier de France (*Rosa gallica*) recensée en 2014 en limite de site (bord de la RD35, contre le bosquet sud) n'a pas été retrouvée (inventaires de 2019 et 2020). Ce bord de route étant actuellement très embroussaillé, et cette espèce relativement basse et peu concurrentielle, il est possible que cette station réapparaisse à la suite de travaux en bordure de voirie (débroussaillages, léger remaniement).

Notons la présence du Cumin des chevaux (*Silaum silaus)*, une plante bio-indicatrice de zones humides, dans des friches herbacés nitrophiles à Grandes Oseilles et Orties sur le secteur de Paimboeuf (ces parcelles ont par ailleurs été classées en zones humides sur critères pédologiques). Cette espèce était auparavant considérée comme étant en raréfaction et déterminante pour les ZNIEFF, mais elle s'avère encore assez fréquente dans le bassin Genevois (dont la plaine gessienne). Elle est classée « possiblement menacée » sur le Grand Genève, mais « non préoccupante » en France et en Rhône-Alpes (enjeu faible).



Figure 81 : rosier de France, lisière de Colovrex

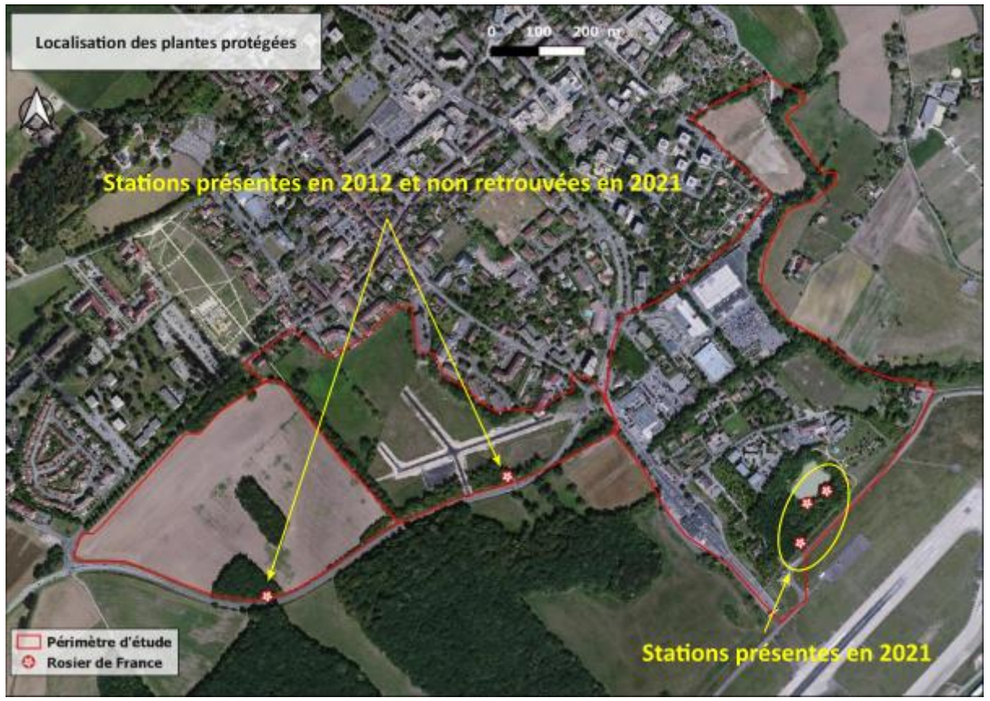


Figure 82 : localisation de la flore patrimoniale

3.2.2.2 Espèces exotiques envahissantes (EEE)

Les espèces exotiques envahissante (EEE), aussi appelées espèces invasives, sont des « espèces introduites (allochtones, non indigènes) par l'homme (volontairement ou fortuitement) et dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques et/ou économiques et/ou sanitaires négatives. » (IUCN, 1992).

De nombreuses espèces exotiques envahissantes ont été relevées dans le périmètre de la ZAC FGI :

- Un important foyer de Renouées exotiques (*Reynoutria* sp.) au nord de l'allée de la Tire, en dehors du périmètre travaux ;
- Le Sénéçon du Cap (*Senecio inaequidens*), en cours de colonisation de plusieurs remblais récents. Cette espèce est arrivée récemment sur le territoire et pourrait s'avérer particulièrement problématique ;
- le Solidage géant *(Solidago gigantea*), très commun dans le secteur, avec un patch présent sur la lisière sud. Absence d'enjeu de gestion ;
- Le Laurier-palme (*Prunus laurocerasus*), avec quelques pieds dans le sous-bois au nord du site. Cette espèce étant très présente dans les haies des lotissements alentours, et les impacts sur les milieux locaux étant modérés, il n'y a pas d'enjeu de gestion sur ce secteur ;
- L'Armoise des frères Verlot (*Artemisia verlotiorum*) sur un trottoir vers la douane ;
- Des Robiniers faux-Acacias (*Robinia pseudoacacia*), omniprésents ;
- Des Arbres à papillons (*Buddleia davidii*), également bien présents, et provenant souvent de semis de jardins alentours ;
- Des Ailanthes (*Ailanthus altissima)*, également bien présentes dans des friches et haies bordant les habitations.

Cette densité assez forte d'espèces exotiques envahissantes est totalement classique sur des zones urbanisées, avec de nombreux jardins, des friches, des remblais, et quelques zones naturelles favorisant également ces plantes des milieux dégradés ou sensibles (cultures, ripisylves…). Certaines espèces, comme l'Ambroisie, n'ont pas été recensées, mais sont possiblement arrivées sur le secteur depuis les derniers inventaires (forte dynamique locale).

Notons d'ores et déjà que cette problématique des espèces exotiques envahissantes est fortement prise en compte dans le projet actuel : sensibilisations, recensements, campagnes d'éradications à l'avancement des travaux pour les espèces les plus problématiques, comme les Renouées asiatiques, les Solidages géants, les Arbres à papillons, Ailanthes, Sénéçon du Cap. Le bureau d'étude Avis-Vert, spécialisé entre autres sur la gestion des espèces exotiques envahissantes, est chargé du suivi des travaux de la ZAC FGI, et intègre cette problématique au fur et à mesure.

3.2.3 Mammalofaune (hors Chiroptères)

3.2.3.1 Résultats des inventaires

Le muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et la musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*) ont particulièrement été ciblés dans la prospection des mammifères. Ces deux espèces sont protégées selon « l'annexe 4 de la directive Habitats-Faunes- Flores » et étaient fortement suspectées sur le site. Du fait de l'évolution des techniques d'inventaire entre 2014 (premier dossier de la ZAC) et 2020, un effort de prospection a été fait en leur faveur avec les nouvelles techniques d'inventaire à savoir : l'étude d'ADN dans les cours d'eau pour la Musaraigne aquatique et la pose de nids artificiels pour le Muscardin.
Lors de l'étude de 2014, le muscardin n'avait pas été répertorié sur le site d'étude. Cette espèce est difficile à observer si on ne pose pas de nids artificiels pour la recenser pendant la période de nidification. Seule une recherche d'indices de présence comme des noisettes rongées avait été opérée. En 2019, lors de la réactualisation des données sur le secteur de Très-la-Grange, la méthode de pose de nids a été effectuée. Les résultats ont été positifs et la présence de muscardins dans la haie vive longeant la route de Meyrin sur le secteur de Très-la-Grange a été confirmée.
Sur cette étude 2020-2021 : le muscardin a été recontacté en 2 sites le long du Nant (carte ci-après).
Aucun muscardin n'a été recensé sur le secteur de la Poterie. Toutefois, l'espèce, ainsi que le rat des moissons (*Micromys minutus*) ont été observés dans des fourrés bordant le Nant au niveau de la place du Jura. Par conséquent, la haie vive considérée comme la ripisylve, longeant le Nant sur le secteur Paimboeuf est un habitat potentiel du Muscardin.

D'autres espèces de micromammifères ont été observées, comme l'Ecureuil roux (protégé au niveau national), le Blaireau, le Renard, la Fouine, le Lièvre d'Europe et le Rat surmulot (espèces non protégées).
Un grand absent des inventaires est le Hérisson (*Erinaceus europaeus*), qui est protégé et inscrit sur la liste rouge des mammifères de Rhône-Alpes et du bassin genevois. Etant donné la circulation automobile importante, il est possible que l'espèce ne soit plus présente, ou du moins en effectifs minimes.

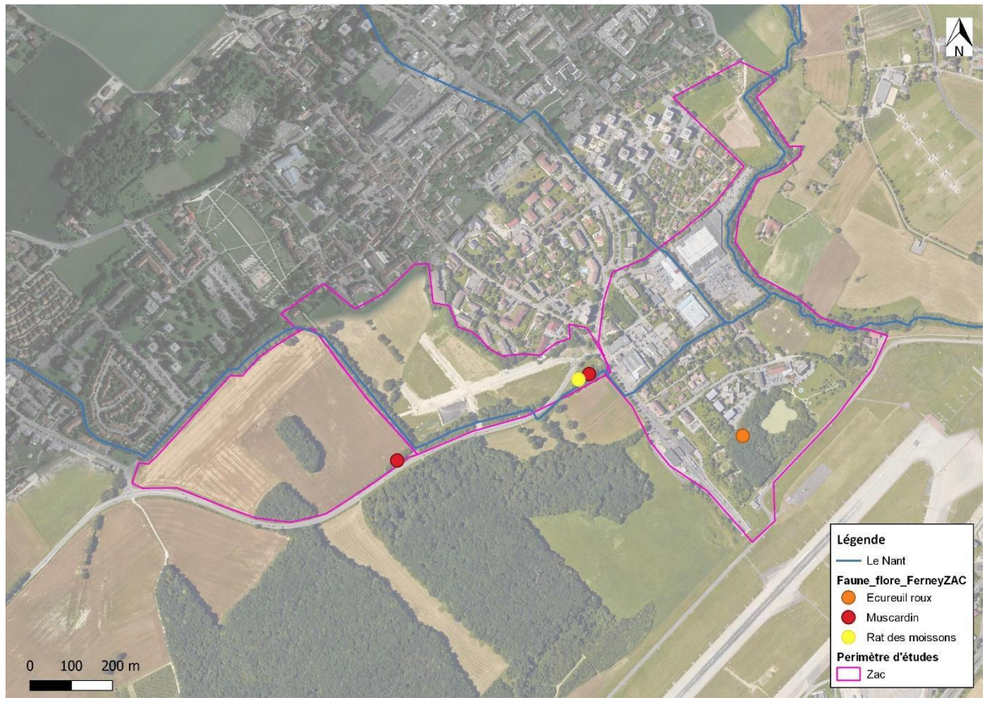


Figure 83 : localisation des mammifères à enjeux forts et modérés sur le site d'étude



muscardin dans un nid artificiel



rat des moissons

Figure 84 : muscardin et rat des moissons

Malgré son absence sur le secteur Paimboeuf, avec un habitat potentiel (haie vive) et une présence sur Très-la-Grange, le Muscardin est une espèce à enjeu modéré sur le secteur. En outre, cette espèce est inscrite dans l'annexe 4 de la directive « Faune-Flore-Habitat » et est protégée sur le plan national (article 2).

Tableau 6 : synthèse des enjeux mammifères (hors chiroptères)

MAMMIFERES OBSERVES SUR LE SITE D'ETUDE										
Nom binomial	**Nom vernaculaire**	**Directive habitats**	**Protec. France**	**LR Monde**	**LR Europe**	**LR France**	**LR R-A**	**Milieu utilisé par l'espèce**	**Utilisation de la zone d'étude**	**Enjeu local**
Muscardinus avellanarius	Muscardin	**Ann. 4**	**Art. 2**	LC	LC	LC	LC	Haie vive le long du Nant jusqu'à la place du Jura	++	Fort
Micromys minutus	Rat des moissons	-	-	LC	LC	LC	**NT**	Place du Jura	+	Modéré
Sciurus vulgaris	Ecureuil roux	-	**Art. 2**	LC	LC	LC	LC	Tout le site	++	Modéré
Martes foina	Fouine	-	-	LC	LC	LC	LC	Tout le site	++++	Faible
Lepus europaeus	Lièvre d'Europe	-	-	LC	LC	LC	LC	Tout le site	+	Faible
Rattus norvegicus	Rat surmulot	-	-	LC	NA	NA	NA	Tout le site	++++	Faible
Vulpes vulpes	Renard roux	-	-	LC	LC	LC	LC	Tout le site	++++	Faible
Meles meles	Blaireau d'Eurasie	-	-	LC	LC	LC	LC	Tout le site	+++	Faible

3.2.3.2 Présentation des Mammifères à enjeux forts et modérés

✓ ***Muscardin (Muscardinus avellanarius)***

Le Muscardin est un rongeur typique de la strate arbustive des milieux forestiers. Il apprécie particulièrement les haies vives denses peu entretenues en lisière de forêt. Ces dernières doivent être composées de massif de noisetiers entremêlés de ronciers, de prunelliers et de lianes. Le Muscardin est un animal strictement nocturne. Il se nourrit uniquement du règne végétal et notamment de fruits et de graines : baies, drupes, akènes, faînes et noisettes.
Le Muscardin construit des nids sphériques qu'il place très souvent à faible ou moyenne hauteur dans des buissons denses ou ronciers. Dès la fin du mois d'octobre, cette espèce hiberne dans un nid de facture très compacte. La banalisation des milieux agricoles, avec entre autres, la disparition des haies et des friches semi-boisées est l'une des principales causes du déclin de cette espèce.



Figure 85 : nid de muscardin.

✓ ***Rat des moissons ou Souris des laîches (Micromys minutus)***

Le rat des moissons est peu connu dans la bibliographie historique du bassin genevois. Devant ce déficit d'informations et la confirmation récente de la présence d'une importante population de Rats des moissons au marais du Grand Bataillard, situé au bord de la Versoix dans le canton de Vaud (Marchesi & Descombes, 2008), il a été décidé de rechercher activement l'espèce dans tout le bassin genevois afin de retrouver d'éventuelles populations résiduelles, sachant que jusque vers le début du XXe siècle de très grandes zones marécageuses ou prairiales subsistaient encore en maints endroits de la zone étudiée.
En tant que petit rongeur arboricole, le Rat des moissons est une espèce proche du Muscardin. Sur le territoire, il utilise des habitats similaires bien qu'il soit souvent plus inféodé aux zones humides. Les menaces sont pour lui, les mêmes que celles du Muscardin.

✓ ***Ecureuil roux (Sciurus vulgaris)***

L'Écureuil roux est un animal solitaire, excepté durant la période de reproduction. L'Écureuil roux ne défend pas de territoire. Il fréquente un secteur appelé domaine vital où les individus cohabitent. Sa superficie varie en fonction du type d'habitat, de la distribution de la nourriture selon les saisons et du sexe des individus : entre 2 et 20 ha généralement pour les femelles et entre 5 et 30 ha pour les mâles. Le domaine vital des mâles, plus important en période de reproduction, couvre ceux de plusieurs femelles. Les principales menaces pour l'écureuil sont les voitures lors du franchissement des routes et la présence de chiens dans les parcs et jardins qu'il affectionne.

3.2.3.3 Conclusion

Le périmètre de la ZAC FGI présente des enjeux forts vis-à-vis des espèces de la mammalofaune suivantes :

- Présence du Muscardin en 2019 et 2021 sur le secteur Très-la-Grange et la place du Jura : L'espèce a été recensée dans la haie vive du secteur Très-la-Grange le long de la route de Meyrin.
- Présence d'habitats potentiels sur le secteur Paimboeuf : La haie vive de secteur Paimboeuf étant un habitat potentiel (haie dense avec du noisetier), il est possible que certains individus de Très-la-Grange se déplacent en direction de Paimboeuf dans les années à venir.
- Pas de présence établie dans le secteur Poterie.

Le Rat des moissons et l'Ecureuil roux sont à enjeux modérés :

- Le Rat des moissons n'est présent que sur 1 localité au sein du périmètre de la ZAC (place du Jura) au bord du Nant et de la route départementale.
- L'Ecureuil roux a été observé dans le bois jouxtant l'étang de Colovrex, mais aussi dans certains petits parcs péri-urbains (sur la Poterie notamment). L'espèce est bien présente sur le secteur et tolère largement cette ambiance semi-urbaine.

La carte ci-après résume les zones d'enjeux sur le secteur d'étude pour les muscardins. Cette carte a été réalisée à partir des données obtenues en 2019-2020 et 2021.

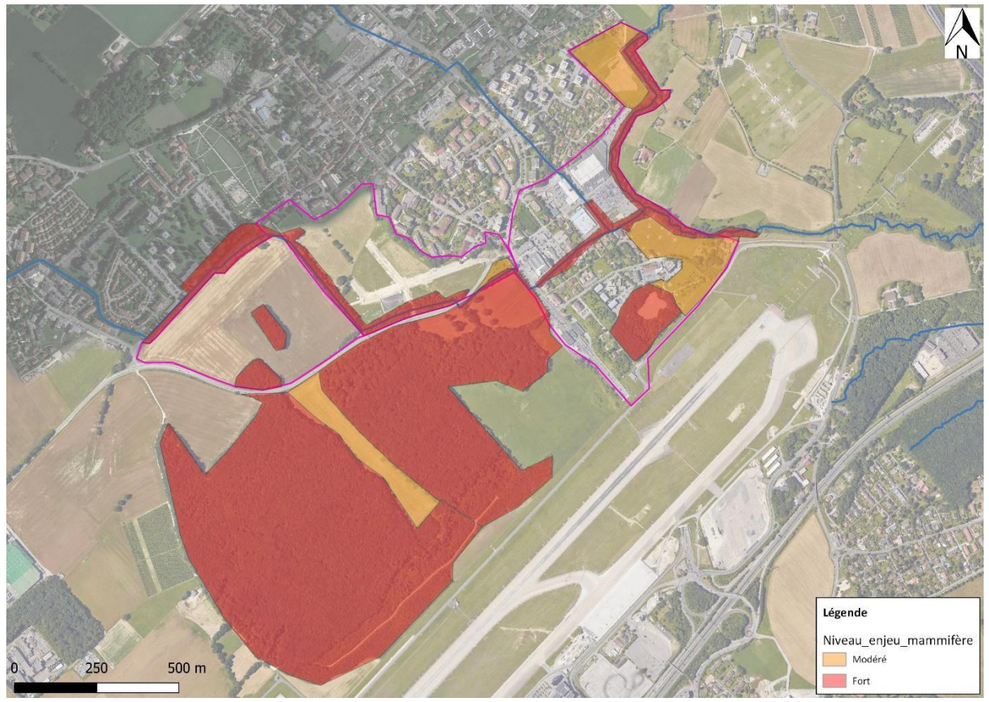


Figure 86 : enjeux de la zone d'étude vis-à-vis des mammifères (hors chiroptères)

Avec la présence du Muscardin dans la haie vive longeant la route de Meyrin du secteur Très-la-Grange et la haie vive du secteur Paimboeuf qui est un habitat potentiel, l'espèce doit être prise en compte sur tout le linéaire de la haie bordant le Nant et la route départementale.

3.2.4 Chiroptérofaune

D'après les données des études antérieures, la majorité de l'activité enregistrée est localisée le long de l'Allée de la Tire et de son prolongement forestier. Ces espaces sont donc particulièrement importants pour le déplacement des chauves-souris et forment un magnifique corridor biologique.

En outre, une colonie de pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) a été localisée dans les bosquets arborés du secteur de Très-la-Grange (2020).

En tout, 9 espèces ont été recensées sur le secteur Paimboeuf en 2014 et 11 espèces sur le secteur Très-la-Grange en 2019. Parmi les espèces les plus remarquables notons la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), le Murin de Brandt (*Myotis brandtii*), ou encore le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*).

Lors de la dernière actualisation des données pour le secteur Paimboeuf - Très-la-Grange – Poterie, 16 espèces de chauves-souris au total ont été recensées soit 5 espèces de moins qu'en 2012 (date d'inventaires de l'EIE). Parmi elles 3 sont inscrites dans l'annexe 2 de la directive habitat-faune-flore : la Barbastelle d'Europe, le Petit rhinolophe et le Murin de Beschstein ; les 13 autres sont inscrites dans l'annexe 4 de la même directive.

Le secteur possède une forte richesse spécifique pour les chiroptères. Elle s'explique par le fait que le secteur Paimboeuf-Très-la-Grange est traversé par un cordon boisé (Allée de la Tire), qui est utilisé par les chauves-souris comme corridor biologique, comme c'est le cas sur le secteur Poterie avec le Gobé et sa ripisylve. Elles peuvent se déplacer de leur gîte estival, présent dans le bois Durand, à leurs terrains de chasses sur les secteurs Paimboeuf, Très-la-Grange ou encore plus au nord de la commune de Ferney-Voltaire et même pour certaines descendre chasser au-dessus du lac Léman. En outre, le site d'étude regorge d'insectes, il est ainsi le parfait lieu de chasse pour la majorité des espèces de chiroptères répertoriées.

Une nouvelle donnée qui a son importance par sa rareté dans la région, a fait son apparition : le Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposeridos*). Cette espèce a été captée 4 fois début juillet à un seul endroit le long du Gobé, entre la prairie d'Ausset et le Carrefour Market. Cette espèce est rare, par ses faibles effectifs. Sa difficulté à se reproduire et sa sensibilité à la lumière sont deux facteurs limitants au développement de l'espèce. Les effectifs ont fortement réduit ces 30 dernières années, jusqu'à presque s'éteindre sur le Canton de Genève (classé comme en danger d'extinction sur la liste rouge cantonale des chiroptères menacés) et en Haute-Savoie. De manière plus générale, en France, le Petit Rhinolophe a souffert des pesticides, notamment du DDT.

Tableau 7 : résultats des inventaires chiroptères et niveau d'enjeu réglementaire

CHAUVES-SOURIS OBSERVEES SUR LE SITE D'ETUDE							
Nom binomial	**Nom vernaculaire**	**Directive habitats**	**Protection France**	**LR Monde**	**LR Europe**	**LR France**	**LR Rhône-Alpes**
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	**Ann. 2**	**Art. 2**	**NT**	**VU**	LC	LC
Myotis bechsteinii	**Murin de Bechstein**	**Ann. 2**	**Art. 2**	**NT**	**VU**	**NT**	**VU**
Rhinolophus hipposideros	**Petit rhinolophe**	**Ann. 2**	**Art. 2**	LC	LC	LC	**NT**
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**		**Art. 2**	LC	LC	**NT**	**NT**
Nyctalus noctula	**Noctule commune**		**Art. 2**	LC	LC	**VU**	**NT**
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**		**Art. 2**	LC	LC	**NT**	**NT**
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle soprane		**Art. 2**	LC	LC	LC	**NT**
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune		**Art. 2**	LC	LC	**NT**	LC
Myotis brandtii	Murin de Brandt		**Art. 2**	LC	LC	LC	**NT**
Eptesicus serotinus	Sérotine commune		**Art. 2**	LC	LC	**NT**	LC
Eptisecus nilssonii	Sérotine de nilsson		**Art. 2**	LC	LC	**NT**	LC
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl		**Art. 2**	LC	LC	LC	LC
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton		**Art. 2**	LC	LC	LC	LC
Hypsugo savii	Vespère de Savi		**Art. 2**	LC	LC	LC	LC
Plecotus austriacus	Oreillard gris		**Art. 2**	LC	LC	LC	LC
Myotis natterrii	Murin de natterrer		**Art. 2**	LC	LC	LC	LC

Directive 92/43/CEE (habitats faune flore)

Annexe 2 : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (* : Espèce prioritaire)

Protection nationale : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire

Article 2 : Protégée au niveau national, espèce et habitat

Liste rouge mondiale et européenne des mammifères : UICN - 2014

Liste rouge nationale des mammifères : UICN - 2017

Liste rouge des chauves-souris menacées en Rhône-Alpes : UICN - 2015

NA : Non applicable - **NE** : Non évalué - **DD** : Manque de données - **LC** : Préoccupation mineure - **NT** : Quasi-menacé - **VU** : Vulnérable - **EN** : En danger d'extinction - **CR** : En danger critique d'extinction - **RE** : Espèce éteinte

3.2.4.1 Résultats des indices d'activité

Le tableau qui suit expose l'indice d'activité des espèces présentes.

Tableau 8 : résultat des indices de présence des chiroptères

Nom binomial	Nom vernaculaire	Coef. de détectabilité	Dates d'inventaires						Indice d'activité moyen
			Très-la-Grange		Paimboeuf		Poterie		
			Nbr de contact 26 et 27.05.21	Nbr de contact 22 et 23.06.21	Nbr de contact 26 et 27.05.20	Nbr de contact 22 et 23.06.20	Nbr de contact 19 et 20.04.21	Nbr de contact 02 et 03.07.21	
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle soprane	**1**	616	462	812	138	646	433	**74,63**
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	**1**	420	655	94	105	419	351	**48,16**
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	**1**	262	11	348	15	241	251	**25,54**
Myotis brandtii	Murin de Brandt	**2,5**	0	29	132	41	187	466	**37,53**
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	**1**	43	35	122	12	275	223	**13,15**
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	**0,63**	3	91	7	0	9	1	**1,96**
Nyctalus noctula	Noctule commune	**0,25**	6	18	34	19	14	48	**0,78**
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	**1,67**	4	5	0	2	8	6	**0,87**
Barbastella barbastellus	Barbastelle d'Europe	**1,67**	0	2	4	0	0	4	**0,39**
Hypsugo savii	Vespère de Savi	**0,63**	8	6	0	1	6	29	**0,58**
Plecotus austriacus	Oreillard gris	**1,25**	0	5	0	1	2	13	**0,48**
Myotis bechsteinii	Murin de Bechstein	**1,67**	0	1	3	0	0	19	**0,64**
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	**0,31**	0	12	1	0	30	56	**0,49**
Eptisecus Nilssonii	Sérotine de Nilsson	**0,5**	0	0	0	0	0	6	**0,04**
Rhinolophus hipposideros	Petit Rhinolophe	**5**	0	0	0	0	0	4	**0,28**
Myotis natterrii	Murin de Natterer	**1,67**	0	0	0	0	1	1	**0,05**

Tableau 9 : résultats de l'indice en fonction du référentiel Rhône-Alpes (VIGICHIRO)

Nom latin	Nom français	Nombre de contact nuit brut (moyen)	Nnuit	Référenciel National Q25	Référenciel National Q75	Référenciel National Q98	Niveau d'activité site	Niveau de confiance du référentiel
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle pygmée	258,92	12	11	108	1118	Fort	Très bonne
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	170,33	12	44	597	3820	Moyen	Très bonne
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	94,00	12	29	291	2707	Moyen	Très bonne
Myotis brandtii	Murin de Brandt	71,25	12	6	53	557	Fort	Non évaluée
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	59,17	12	7	46	269	Fort	Très bonne
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	9,25	12	5	26	408	Moyen	Très bonne
Nyctalus noctula	Noctule commune	11,58	12	3	17	149	Moyen	Très bonne
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	2,08	12	4	28	839	Faible	Très bonne
Barbastella barbastellus	Barbastelle d'Europe	0,83	12	2	26	487	Faible	Très bonne
Hypsugo savii	Vespère de Savi	4,17	12	4	21	198	Moyen	Bonne
Plecotus austriacus	Oreillard gris	1,75	12	2	9	45	Faible	Bonne
Myotis bechsteinii	Murin de Bechstein	1,92	12	1	2	4	Moyen	Faible
Nyctalus leisleri	Noctule de Leisler	8,25	12	4	24	177	Moyen	Très bonne
Eptesicus nilssonii	Sérotine de Nilsson	0,50	12	1	2	6	Faible	Faible
Rhinolophus hipposideros	Petit rhinolophe	0,33	12	1	10	389	Faible	Bonne
Myotis nattereri	Murin de Natterer	0,17	12	2	15	129	Faible	Très bonne

La majorité des espèces observées sont des pipistrelles qui ont une forte activité : Pipistrelle de Kuhl (indice d'activité = 25,54), Pipistrelle commune (indice d'activité = 74,63), Pipistrelle pygmée (indice d'activité = 74,63) et la Pipistrelle de Nathusius (indice d'activité = 13,15). L'activité se concentre sur le corridor boisé de l'allée de la Tire, avec le cours d'eau, le Nant de Paimboeuf, ainsi que sur le quartier de la Poterie le long du Gobé et l'étang de Colovrex.

Néanmoins, bien que les pipistrelles pygmée (soprane) soient rares dans la région (NT « Quasi menacé »), une colonie gîte dans les ilots boisés du secteur Très-la-Grange en 2020. Avec ce fort indice d'activité, on en conclut que cette colonie est revenue sur le site en 2021.

En outre, on observe aussi une forte abondance de Murin de Brandt (indice d'activité = 37,53). Cette espèce gîte en été dans des cavités arboricoles voire sous les écorces directement. Ces murins chassent en milieux ouverts proches de leur gîte et parfois en zone village. Le bois Durand avec les secteurs Paimboeuf-Très-la-Grange sont optimaux pour cette espèce. Ceci explique sa présence, malgré la rareté de l'espèce dans la région Rhône-Alpes (NT « Quasi menacé »).

La Noctule commune (indice d'activité = 0,78), la Noctule de Leisler (indice d'activité = 0,49), la Barbastelle d'Europe (indice d'activité = 0,39), le Murin de Bechstein (indice d'activité = 1,67), la Sérotine commune (indice d'activité = 0,04), l'Oreillard gris (indice d'activité = 0,48), le Murin de Daubenton (indice d'activité = 0,87), le Vespère de Savi (indice d'activité = 0,58), sont des espèces avec un indice d'activité assez faible voire faible. Elles utilisent probablement l'allée de la Tire comme corridor pour s'orienter et retrouver leur terrain de chasse ainsi que leur gîte estival.

Le Petit Rhinolophe comptabilise quant à lui un indice d'activité de 0,28, ce qui est bien, compte tenu de sa rareté et de sa faible capacité à être détecté (émissions sonores à faible portée). Il n'a été contacté qu'au mois de juillet, mais cette période est importante dans le cycle biologique des chiroptères car il s'agit de la période de parturition.

Le nombre de contacts de pipistrelle pygmée diminue au fur et à mesure de l'année. La pipistrelle pygmée est surtout présente sur le secteur Paimbœuf-Très-la-Grange. Alors que le Murin de Brandt est davantage présent sur le Gobé. Il doit y avoir une colonie installée dans une cavité d'arbre sur ce tronçon du cours d'eau.

La Pipistrelle de Nathusii, la Noctule de Leisler et la Pipistrelle commune, sont présentes toute l'année de manière constante. Alors que la Sérotine de Nilsson n'est présente que de manière épisodique, voir anecdotique. C'est une espèce typique des forêts boréales, montagnardes dans notre région (Jura, Alpes), elle chasse surtout sur les lacs d'altitudes. C'est une espèce qui parcourt de grandes distances, il est donc probable que les individus captés par le détecteur étaient en déplacement pour aller chasser sur le lac Léman ou en migration Jura-Préalpes.

La Barbastelle d'Europe et le Murin de Bechstein sont davantage présents sur Paimboeuf-Très-la-Grange que sur Poterie. Il est probable qu'une colonie pour chacune des deux espèces soit présente le long de la l'allée de la Tire ou dans le bois Durand.

L'Oreillard gris et le Murin de Natterer sont quant à eux davantage présents sur le Gobé.

L'observation la plus étonnante est que l'étang de Colovrex est peu attractif. Normalement, la plupart des chauves-souris affectionnent ce genre d'habitat naturel pour la chasse d'insectes. Aucune donnée ne vient expliquer le phénomène. Il est possible que la faible qualité de l'étang et l'éclairage de l'aéroport soient deux facteurs limitants.

Actuellement une trame noire est bien présente et elle devra être conservée au maximum sur la ZAC de Ferney-Genève-Innovation et même au-delà à l'échelle du Grand Genève (cf Figure 76 : Trame noire sur la ZAC FGI et à l'échelle du Pays de Gex (Source : Rapport inventaire Faune Flore, Avis Vert, 2021).

3.2.4.2 Espèces à enjeux

La totalité des espèces ont un potentiel enjeu sur le site car toutes les chauves-souris sont protégées en France.

D'un point de vue règlementaire, nous avons trois espèces protégées sur plan national et européen. L'enjeu est donc fort pour la Barbastelle d'Europe, le Murin de Bechstein et le Petit rhinolophe, surtout que nous avons peu de contacts, ce qui confirme leur rareté par rapport à d'autres espèces.
La Pipistrelle pygmée est une espèce qui possède un statut de « quasi-menacée » en Rhône-Alpes et une colonie gîte dans les boisements de Très-la-Grange. Par conséquent, l'enjeu passe de faible à modéré, comparé à la Pipistrelle de Nathusii par exemple. Le cas est le même pour le Murin de Brandt, la Noctule commune et la Noctule de Leisler, qui possède le même statut et gîtent dans des cavités arboricoles. Elles sont donc bien concernées par le risque d'abattage d'arbres dans le cadre de la construction.

Tableau 10 : synthèse des espèces de chauves-souris à enjeux

Nom binomial	Nom vernaculaire	Enjeux réglementaires	Milieu utilisé par l'espèce	Utilisation de la zone d'étude	Remarque
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	**Remarquable**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor, gite potentiel
Myotis bechsteinii	**Murin de Bechstein**	**Remarquable**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor
Rhinolophus hipposideros	**Petit rhinolophe**	**Remarquable**	Poterie/Gobé	+	Gite proche probable
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	**Fort**	Allée de la Tire / prairie mésophile	+++	Présence tout l'année
Nyctalus noctula	**Noctule commune**	**Fort**	Allée de la Tire	++	Utilisation de l'allée comme corridor
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	**Fort**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor, présence tout l'année
Pipistrellus pygmaeus	Pipistrelle soprane	**Modéré**	Allée de la Tire / prairie mésophile	++++	Une colonie gîte dans les ilots boisés du secteur Très-la-Grange en 2020 et 2021
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	**Modéré**	Allée de la Tire / prairie mésophile	++++	Présence tout l'année
Myotis brandtii	Murin de Brandt	**Modéré**	Allée de la Tire / prairie mésophile	+++	Colonie probable sur un arbre le long du Gobé
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	**Modéré**	Allée de la Tire	++	Utilisation de l'allée comme corridor
Eptisecus nilssonii	Sérotine de nilsson	**Modéré**	Poterie/Gobé	+	Probablement en migration
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	**Faible**	Allée de la Tire / prairie mésophile	++++	
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	**Faible**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor
Hypsugo savii	Vespère de Savi	**Faible**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor
Plecotus austriacus	Oreillard gris	**Faible**	Allée de la Tire	+	Utilisation de l'allée comme corridor
Myotis natterrii	Murin de natterrer	**Faible**	Poterie	+	

Enjeu remarquable	Espèce protégée intégralement (espèce et son biotope). Statut de conservation défavorable à plusieurs échelles, avec au moins un statut ≥ VU ou un intérêt communautaire. Espèces nicheuses ou utilisant le site sur une partie de leur cycle biologique (espèce en transit uniquement = enjeu modéré)
Enjeu fort	Espèce protégée et statut de conservation défavorable à au moins une échelle (liste rouge ≥ VU ou intérêt communautaire) ou espèce non protégée et statut de conservation défavorable à plusieurs échelles. Espèces nicheuses ou utilisant le site sur une partie de leur cycle biologique (espèce en transit = enjeu modéré)
Enjeu modéré	Espèce protégée non menacée, mais nicheuse ou utilisant le site sur une partie de son cycle biologique (alimentation, dortoir en migration…) ou non protégée en France avec un statut de conservation défavorable à une échelle. Pour les espèces protégées très communes nationalement, régionalement et localement, l'enjeu peut être descendu à « Faible », notamment pour les taxons bénéficiant de nombreuses protections (reptiles, amphibiens, chauve-souris, oiseaux)
Enjeu faible	Espèce protégée n'utilisant pas le site sur son cycle biologique ou espèce réglementée (Art. 4 et 5 de l'arrêté relatif à la protection des amphibiens et des reptiles) ou espèce non réglementée mais considérée comme en régression ou bioindicatrices de milieux intéressants sans évaluation précise en liste rouge Espèces protégées très communes nationalement, régionalement et localement, uniquement pour les taxons bénéficiant de nombreuses protections (reptiles, amphibiens, chauve-souris, oiseaux)
Absence d'enjeu	Absence de statut de protection ni d'aspect patrimonial (écologique ou culturel) particulier

3.2.4.3 *Description des espèces à enjeux observées au cours des expertises*

Seules les espèces à enjeu fort sont présentées ci-après.

✓ *Barbastelle d'Europe (Barbastella barbastellus)*



La Barbastelle d'Europe est une espèce forestière rare. Elle gîte l'été dans des forêts proches de milieu ouvert et l'hiver dans des lieux rupestres (artificiels ou naturels). Cette espèce est très sensible à la lumière et attend la nuit noire pour partir chasser le long des lisières arborées. Elle se nourrit exclusivement de micro-papillons de nuits (90%), ou de diptères (10%) qu'elle capture directement en plein vol.
Lors de nos inventaires, peu de contacts ont eu lieu avec cette espèce (6). En outre, comme expliqué précédemment, cette espèce chasse en lisière de forêt et l'espèce est peu présente en Europe. Sur le secteur Paimboeuf, elle utilise l'Allée de la Tire pour s'orienter et rejoindre ses gîtes qui doivent être localisés dans les bois Durand.
Le déclin de l'espèce peut s'expliquer principalement par la fragmentation des massifs forestiers et la destruction des ripisylves lors de la canalisation des cours d'eau (corridor biologique dégradé).

✓ *Murin de Bechstein (Myotis bechsteinii)*



Le Murin de Bechstein est une espèce forestière, qui affectionne plus particulièrement les vieilles forêts de feuillus étendues et homogènes. Durant l'été, la colonie change de gîte tous les 2-3 jours. Ces différents gîtes ne sont jamais loin les uns des autres. Cette espèce hiberne de fin octobre à début mars dans des cavités souterraines. Les murins de Bechstein sont insectivores et chassent proche de leur gîte estival en lisière de forêt.
Peu d'individus ont été contacté lors de nos inventaires (4). Comme expliqué précédemment cette espèce chasse en lisière de forêt. Elle est très rare dans la région Rhône-Alpes et en Europe. Elle exploite l'Allée de la Tire pour rejoindre ses gîtes estivaux ou ses terrains de chasse.
Le déclin de l'espèce peut s'expliquer principalement par
la fragmentation des massifs forestiers et la construction de routes (corridor biologique dégradé).

✓ *Le Petit rhinolophe (Rhinolophus hipposeridos)*

Le Petit rhinolophe peut être rencontré en plaine, mais aussi en montagne jusqu'à 1800 m d'altitude. Il semble apprécier les régions forestières. Dans le bassin genevois l'espèce ne subsiste plus à l'extrémité ouest de la chaîne jurassienne. Il apprécie fortement les zones bocagères et forestières à proximité de

petits villages comportant de vieilles bâtisses avec des caves ou combles accessibles pour gîter en journée. Le Petit rhinolophe est très sédentaire, ses déplacements annuels ne dépassent pas une dizaine de kilomètres. L'espèce étant thermiquement exigeante, il faut une température de 23°C pour élever sa progéniture.



Il était bien répandu jusqu'au début du XXème siècle dans le bassin genevois. Vraisemblablement, c'est vers les années 40 que la situation s'est dégradée. En 1960, les derniers individus sont observés sur le canton de Genève dans une ancienne galerie dans le vallon de la Roulavaz à Dardagny (Gilliéron et al, 2015).

Il faut attendre 1998 pour revoir les premiers individus revenir et 2005 au Fort l'Ecluse pour revoir l'espèce se reproduire de nouveau.

3.2.4.4 Conclusion

Le site d'étude présente un fort intérêt pour les chiroptères. L'Allée de la Tire est un milieu optimal pour l'orientation de ces derniers (corridor biologique). Les chauves-souris longent ce cordon boisé pour rejoindre leurs gîtes présents dans les bois Durand ou dans la commune de Ferney-Voltaire. En outre, la prairie mésophile, ainsi que le Nant apportent une mosaïque de terrains de chasse. Cette diversité permet de diminuer la compétition interspécifique et ainsi augmenter la biodiversité des chiroptères. Les espèces qui préfèrent attraper leurs proies au-dessus des points d'eau ou celles qui apprécient les attraper dans des hautes herbes, y trouvent leurs comptes.

Les enjeux se concentrent quand même principalement sur le cordon boisé traversant le site d'étude (Allée de la Tire) et le Gobé sur le secteur Poterie.

- Présence de la Barbastelle d'Europe et du Murin de Bechstein : ces espèces utilisent l'Allée de la Tire pour se déplacer dans l'espace et rejoindre leurs gîtes ou pour trouver de nouveaux terrains de chasse.
- Présence du Petit rhinolophe : cette espèce utilise le Gobé pour se déplacer.
- Présence de la Pipistrelle soprane et du Murin de Brandt : Ces deux espèces utilisent l'Allée de la Tire pour rejoindre leurs gîtes présents dans le bois Durand ou pour trouver leurs terrains de chasse sur les secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange.
- Présence de la Noctule commune et de la Noctule de leisler : ces espèces utilisent l'Allée de la Tire pour se déplacer dans l'espace et rejoindre leurs gîtes ou trouver des nouveaux terrains de chasse.
- Présence de la Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle de Nathusius, Sérotine commune, Sérotine de Nilsson, Murin de Natterrer, Murin de Daubenton, Vespère de Savi, et de l'Oreillard gris.

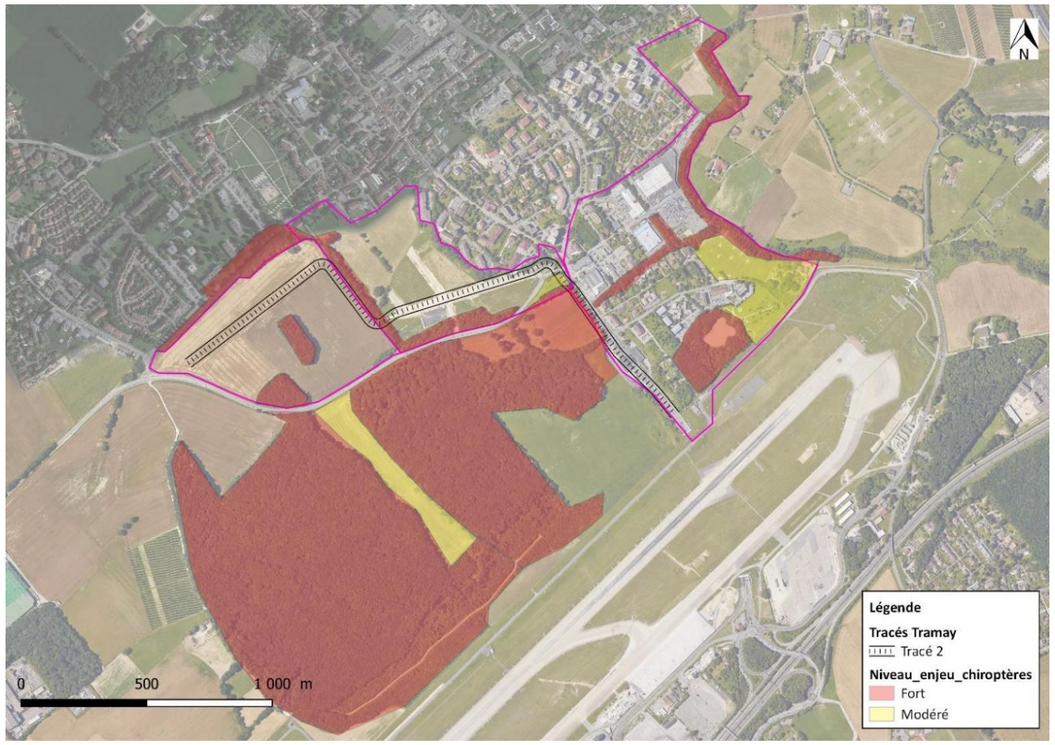


Figure 87 : zones à enjeux pour les chiroptères

3.2.4.5 Evolution du site depuis 2014

Les espèces recensées en 2014 et 2015 sont sensiblement les mêmes. Il y a juste en 2012 la Sérotine bicolore qui avait été recensée en migration. Ce qui traduit bien le rôle du site d'étude en termes de corridors. Pour toutes les espèces, soit elles passent et restent pendant la belle saison sur le site, soit elles ne font que chasser, soit elles passent en automne pour rejoindre des sites d'hivernage. En outre, deux nouvelles espèces avec un statut de protection « LC » ont été recensé en 2021 : l'Oreillard gris et le Petit rhinolophe.

Nous avons sensiblement recensé les mêmes espèces que lors des inventaires de l'étude d'impact en 2012. Seuls le Murin à oreilles échancrées, le Molosse de Cestoni, le Murin d'Alcathoé, l'Oreillard roux, le Murin à moustaches, le Grand murin et la Sérotine bicolore n'ont pas été inventoriés sans pouvoir expliquer la raison. En revanche, l'Oreillard gris et le Petit rhinolophe ont fait leur apparition. Le nombre de nuits d'inventaires a été suffisant (12 nuits), il serait donc étonnant d'être passé à côté.

L'espèce qui était la mieux représentée en 2012 était la Pipistrelle pygmée, ce qui est identique en 2021. De manière plus précise, en 9 ans, 7 espèces ont disparu et 2 ont fait leur apparition.

3.2.5 Avifaune

D'après les données des études antérieures, **44** espèces ont été observées dont **35** espèces d'oiseaux nicheurs.
Certaines espèces sont aperçues occasionnellement (migrations) sur le site d'étude et ses alentours.
Parmi les espèces les plus remarquables notons le Gobemouche noir, le Chardonneret élégant, le Pic mar, l'Hirondelle de fenêtre et l'Hirondelle rustique.

3.2.5.1 Résultats complets des expertises

65 espèces d'oiseaux ont été recensées sur le secteur d'étude, dont 33 espèces nicheuses (nicheuses possibles à certaines).
Cette richesse est dans les moyennes habituellement observées sur des secteurs avec des milieux urbains, agricoles et forestiers, sur de grandes surfaces. La présence du bois Durand, de l'Etang de Colovrex, des milieux ouverts de l'aéroport, ainsi que les nombreuses zones de fourrés et de vieux arbres (notamment l'allée de la Tire) sont des facteurs favorables à une bonne diversité ornithologique.

Tableau 11 : résultats des inventaires avifaune et niveau d'enjeu réglementaire

Nom binomial	Nom français	Dir. oiseaux	Protec. France	LR Monde	LR Europe	LR France	LR R- A	Remarques
Espèces nicheuses								
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	-	**Art. 3**	LC	LC	**VU**	LC	Nicheur probable, population importante
Sylvia communis	Fauvette grisette	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	**NT**	Nicheur possible ; Deux individus chanteurs vers la douane
Poecile montanus	Mésange boréale	-	**Art. 3**	LC	LC	**VU**	LC	Nicheur possible ; 1 chanteur sur Très-la-Grange
Passer domesticus	Moineau domestique	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	**NT**	Nicheur certain, population importante
Serinus serinus	Serin cini	-	**Art. 3**	LC	LC	**VU**	LC	Nicheur possible ; Nombreux couples nicheurs sur le secteur
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	LC	Nicheur probable ; Nicheur probable, un couple observé plusieurs fois sur la Poterie - Colovrex, dans les friches bordant la pelouse mi-sèche
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	-	**Art. 3**	LC	LC	**VU**	LC	Nicheur possible ; Assez présent
Cuculus canorus	Coucou gris	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible ; Deux trois individus
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Certhia familiaris	Grimpereau des bois	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible, secteur Très-la-Grange
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Hippolais polyglotta	Hypolaïs polyglotte	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible ; Deux trois individus en ripisylve
Aegithalos caudatus	Mésange à longue queue	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Parus major	Mésange charbonnière	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Poecile palustris	Mésange nonnette	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Luscinia	Rossignol	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
megarhynchos	philomèle							
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Phoenicurus phoenicurus	Rougequeue à front blanc	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur probable
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible ; plusieurs individus en vol de partout
Sitta europaea	Sittelle torchepot	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Nicheur probable
Pica pica	Pie bavarde	-	-	LC	LC	LC	**NT**	Nicheur possible ; Un individu en vol
Columba oenas	Pigeon colombin	-	-	LC	LC	LC	**VU**	Nicheur probable ; 1 couple sur Très-la-Grange
Columba livia var. domestica	Pigeon biset domestique	-	-	LC	LC	NA	NA	Nicheur possible ; Deux chanteurs dans la ripisylve Nord-Est
Columba palumbus	Pigeon ramier	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Streptopelia decaocto	Tourterelle turque	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheur probable ; Un couple et quelques mâles sur l'étang
Turdus merula	Merle noir	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Sturnus vulgaris	Etourneau sansonnet	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheurs certains
Turdus viscivorus	Grive draine	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Turdus philomelos	Grive musicienne	-	-	LC	LC	LC	LC	Nicheur possible
Espèces non nicheuses								
Milvus milvus	***Milan royal***	**Ann. 1**	**Art. 3**	**NT**	**NT**	**VU**	**CR**	Non nicheur. En vol
Falco peregrinus	***Faucon pèlerin***	**Ann. 1**	**Art. 3**	LC	LC	LC	**VU**	Non Nicheur ; Un individu en vol bas au-dessus du parking Carrefour
Dendrocopos medius	***Pic mar***	**Ann. 1**	**Art. 3**	LC	LC	LC	**CR**	Non nicheur sur site (présent sur Bois Durant)
Delichon urbicum	***Hirondelle de fenêtre***	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	**VU**	Non nicheur. Chasse sur la zone
Hirundo rustica	***Hirondelle rustique***	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	**EN**	Non nicheur. Chasse sur la zone
Phylloscopus trochilus	***Pouillot fitis***	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	**NT**	Non nicheur. Halte migratoire
Ficedula hypoleuca	***Gobemouche noir***	-	**Art. 3**	LC	LC	**VU**	**VU**	Non Nicheur ; Passages migratoires
Milvus migrans	Milan noir	**Ann. 1**	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. En vol
Buteo buteo	Buse variable	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	**NT**	Non nicheur. En vol
Carduelis flammea	Sizerin flammé	-	**Art. 3**	NE	LC	**VU**	NA	Non nicheur. Halte migratoire
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	LC	Non Nicheur ; Un individu en chasse proche de l'aéroport
Apus apus	Martinet noir	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	LC	Non Nicheur ; En vol (transit)
Jynx torquilla	Torcol fourmilier	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	**VU**	Non Nicheur ; Un individu posé dans les fourrés de l'Est (bord aéroport) en période de migration
Acrocephalus scirpaceus	Rousserolle effarvatte	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	**NT**	Non Nicheur ; Une donnée ancienne en 2013, sans infos précises. Espèce recherchée mais non observée depuis
Mergus merganser	Harle bièvre	-	**Art. 3**	LC	LC	**NT**	LC	Non Nicheur ; Deux mâles sur l'étang hors période de nidification
Picus viridis	Pic vert	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. Bois Durant
Dendrocopos major	Pic épeiche	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. Bois Durant
Strix aluco	Chouette hulotte	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. Bois Durant
Motacilla alba	Bergeronnette grise	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. Chasse sur la zone
Ardea cinerea	Héron cendré	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. Chasse sur la zone
Phalacrocorax carbo	Grand Cormoran	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	NA	Non Nicheur ; Deux en vol
Falco subbuteo	Faucon hobereau	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; En vol (transit)
Periparus ater	Mésange noire	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; Une donnée ancienne en 2013. Pas

								de précisions : individu erratique probable
Coccothraustes coccothraustes	Grosbec casse-noyaux	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; Une donnée ancienne en 2013. Pas de précisions : individu erratique probable
Anthus trivialis	Pipit des arbres	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; Halte migratoire
Accipiter nisus	Epervier d'Europe	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; Chasse sur la zone
Motacilla cinerea	Bergeronnette desruisseaux	-	**Art. 3**	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; Hivernante
Fulica atra	Foulque macroule	-	-	LC	**NT**	LC	LC	Non évalué ; Un individu sur l'étang
Anas platyrhynchos	Canard colvert	-	-	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. En vol
Garrulus glandarius	Geai des chênes	-	-	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. En vol
Corvus corone	Corneille noire	-	-	LC	LC	LC	LC	Non nicheur. En vol
Corvus frugilegus	Corbeau freux	-	-	LC	LC	LC	LC	Non Nicheur ; En vol

Directive 2009/147/CE (Directive oiseaux) :
Annexe 1 : Liste des espèces dont l'habitat est protégé - **Annexe 2** : Listes des espèces chassables - **Annexe 3** : Liste des espèces commercialisables
Protection nationale : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire
Article 3 : Protégée au niveau national, espèce et son habitat
Liste rouge mondiale des espèces menacées : UICN - 2015
European red list of birds: BirdLife international - 2015
Liste rouge des espèces menacées de France - Oiseaux de France métropolitaine : UICN - 2016
Liste rouge des vertébrés terrestres de la région Rhône-Alpes : CORA - 2008
NA : Non applicable - **NE** - Non évalué - **DD** : Manque de données - **LC** : Préoccupation mineure - **NT** : Quasi-menacé - **VU** : Vulnérable - **EN** : En danger d'extinction - **CR** : En danger critique d'extinction - **RE** : Espèce éteinte

3.2.5.2 Espèces à enjeux

Les espèces à enjeux (espèces menacées et nicheuses) sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : espèces à enjeux de l'avifaune

Nom scientifique	Nom français	Statut de nidification	Milieu utilisé par l'espèce dans la zone d'étude	Utilisation de la zone d'étude	Enjeu p/r projet
Dendrocopos medius	**Pic mar**	Non nicheur (en 2020)	Boisement (de l'Allée de la Tire)	Transit, secteur Très-la-Grange	Modéré
Delichon urbicum	**Hirondelle de fenêtre**	Non nicheur (Chasse)	Chasse au-dessus des milieux ouverts	Chasse et transit assez important	Modéré
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	Non nicheur (Chasse)	Chasse au-dessus des milieux ouverts	Chasse et transit assez important	Modéré
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	Nicheur probable, un couple observé plusieurs fois	Localisé sur les pelouses sèches de Poterie	Niche spécifiquement dans ce secteur plus préservé	Fort
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	Nicheur possible	Lisières, jardins avec de vieux arbres, friches et fourrés	Population très importante	Fort à Modéré
Passer domesticus	Moineau domestique	Nicheur certain	Boisement le long des habitations, friches	Population très importante	Modéré
Serinus serinus	Serin cini	Nicheur possible ; Nombreux couples nicheurs sur le secteur	Lisières, jardins avec de vieux arbres, friches et fourrés	Quelques individus épars sur Poterie	Modéré
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	Nicheur possible ; Assez présent sur Poterie	Lisières, jardins avec de vieux arbres, friches et fourrés	Quelques individus épars sur Poterie	Modéré
Poecile montanus	Mésange boréale	Nicheur possible ; 1 chanteur sur Très-la-Grange	Bosquets et parcs	Localisé	Modéré à Faible
Milvus migrans	Milan noir	Nicheur possible sur le Nant, à la frontière	Se pose sur les lisières, les immeubles, etc	Transit, chasse, très présent sur le secteur	Modéré à Faible
Sylvia communis	Fauvette grisette	Nicheur possible	Deux individus chanteurs vers la douane	Population faible et localisée	Modéré à Faible
Falco	Faucon	Non Nicheur	Un individu en chasse	Transit, chasse	Faible
tinnunculus	crécerelle		proche de l'aéroport		
Buteo buteo	Buse variable	Non nicheur	En vol	Transit, chasse	Faible
Columba oenas	Pigeon colombin	Nicheur probable	Boisements, bosquets, allée de la Tire	1 couple sur Très-la-Grange	Modéré

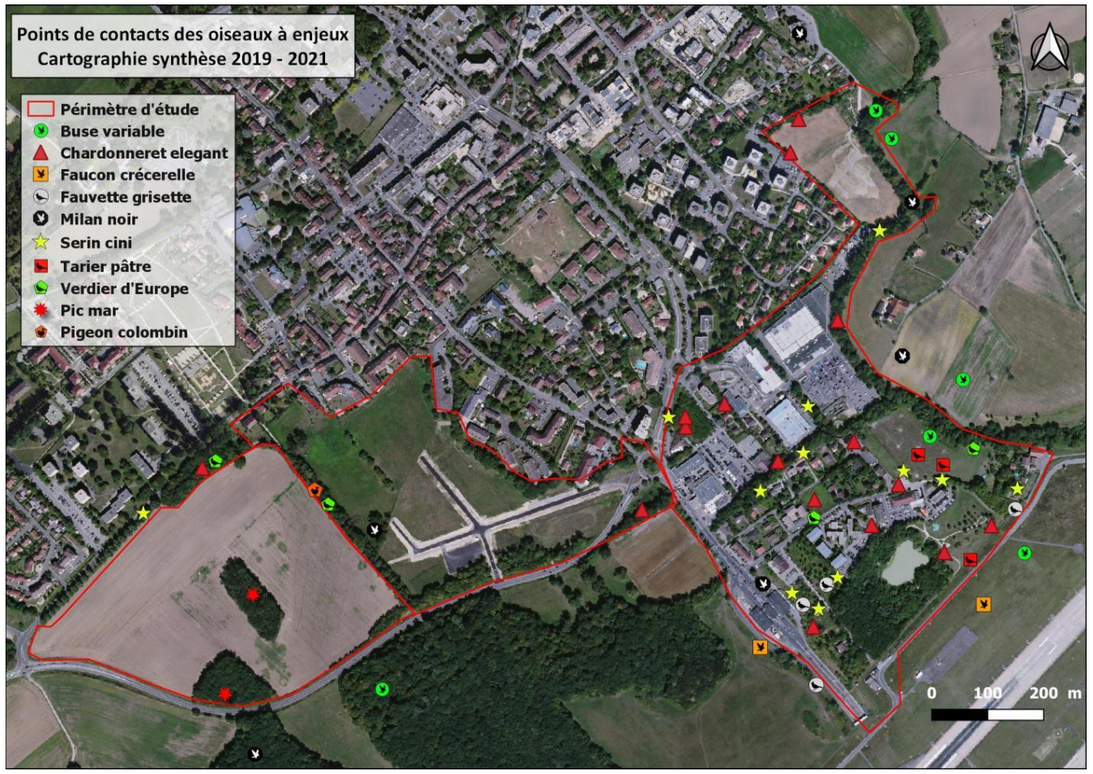


Figure 88 : points de contact des oiseaux à enjeux (synthèse 2019-2021)

3.2.5.3 Conclusion

Parmi les espèces particulièrement menacées ou nécessitant une attention particulière sur le site, il faut retenir :

- Le Pic mar, un oiseau forestier rare au niveau régional, mais encore assez commun dans le Pays de Gex. Sa distribution correspond à celle des chênaies charmaie et sa présence dépend largement de celle de vieux chênes. Il se nourrit principalement d'insectes à différents stades de développement, qu'il déniche à la surface de l'écorce. Sur le secteur, le Pic mar est essentiellement liés aux gros boisements à proximité (bois Durand notamment) mais la structure des bosquets de Très-la-Grange et les vieux Chênes de l'allée de la Tir restent des milieux favorables à l'espèce. A noter que le Pigeon colombin (à ne pas confondre avec le Pigeon biset domestique) est une autre espèce forestière assez remarquable, appréciant les vieux parcs et boisements. Un couple niche sur le secteur, un mâle assez territorial étant présent en permanence en période de reproduction sur l'allée de la Tire.
- Le Tarier pâtre, un passereau lié aux milieux agro-pastoraux, encore commun dans les secteurs préservés, et qui se retrouve également de manière plus fragmentaire dans des zones de friches

périurbaine. Un seul couple semble encore présent sur le secteur étudié, et se retrouve sur la zone présentant la prairie la plus préservée (pelouse mi-sèche à l'Est, sur Poterie). Un aménagement de ce secteur amènerait probablement à la disparition de cette espèce de la zone d'étude.
- La densité d'espèce associées aux parcs et milieux ruraux ou péri-urbains est remarquable et notamment les Moineaux domestiques et les Chardonnerets élégants, associés aux Verdiers d'Europe et Serin cini. Ces espèces sont actuellement menacées par les modifications des paysages agricoles et ruraux : ils trouvent sur le secteur des milieux péri-urbains, avec des friches et des parcs, qui leur sont particulièrement favorables.
- La Fauvette grisette semble assez peu liée au site étudié dans sa globalité, et ne se retrouve que dans des talus secs bordant la douane. L'espèce n'est pas menacée localement.
- La Mésange boréale pourrait être liée à de vieux arbres de parcs. Son statut sur le site est difficile à décrire, l'espèce ayant été contactée une seule fois au printemps 2018 sur le secteur.

Les informations concernant les autres espèces à enjeux sont contenues dans le tableau précédant.

3.2.5.4 Enjeux pour l'avifaune

Le site présente un intérêt ornithologique modéré, mais certains milieux abritent des espèces menacées au niveau local, régional ou national. Ainsi, les bosquets de Très-la-Grange, l'Allée de la Tire, ainsi que les prairies mésophiles, les vieux arbres des parcs et friches sont des milieux présentant un fort intérêt écologique pour l'avifaune. Ces milieux sont utilisés comme sites de nidification et terrains de chasse par de nombreuses espèces.

Les enjeux se concentrent principalement sur le milieu boisé (Allée de la Tire et le long du Nant) bordant la zone d'étude, ainsi que sur les talus secs et la pelouse mi-sèche de Poterie. Une mosaïque de milieux en friche, ou de lisières et fourrés, serait également à maintenir sur le secteur de la Poterie.

3.2.6 Herpétofaune

3.2.6.1 Résultat des prospections relatives aux reptiles

Lors de l'étude de 2014, une espèce de reptile a été recensée sur le site Paimboeuf : le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) observé sur l'Allée de la Tire mais il est à noter que le site n'est connecté avec aucun autres sites à reptiles, les routes tout autour sont de réelles barrières à la colonisation des différentes espèces.

Lors de l'actualisation des données en 2019, seul le lézard des murailles a été recensé sur le site de Très-la-Grange et il a été confirmé en 2021.

Concernant les amphibiens, malgré la présence du Nant, aucune espèce n'était présente sur les sites Paimboeuf et Très-la-Grange lors des études de 2014, 2019 et 2020.

Lors de la réactualisation des données sur le secteur Paimboeuf, 1 espèce de reptile (lézard des murailles (*Podarcis muralis*)) a été recensée. On a pu l'observer sous la plaque à reptile numéro 2, mais aussi sur des petits tas de cailloux le long de l'Allée de la Tire. Ce résultat est particulièrement pauvre pour le secteur, ce qui s'explique par deux raisons :
- Pollution des sols : Etant une ancienne zone d'agriculture, le sol du secteur Paimboeuf est sans doute pollué par des résidus de phyto-sanitaires.
- Isolement écologique : les secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange sont isolés par les habitations de Ferney-Voltaire au Nord et la route de Meyrin au Sud.

Néanmoins la présence de roches et petits murgiers le long de l'Allée de la Tire permet de créer des petites zones pour les lézards des murailles.

Tableau 13 : espèces à enjeux de l'herpétofaune

REPTILES A ENJEUX OBSERVES SUR LE SITE D'ETUDE										
Nom binomial	**Nom vernaculaire**	**Directive habitats**	**Protection France**	**LR Monde**	**LR Europe**	**LR France**	**LR R-A**	**Milieux utilisés par l'espèce dans la zone d'étude**	**Utilisation de la zone d'étude**	**Enjeu**
Podarcis muralis	Lézard des murailles	-	**Art. 2**	LC	LC	LC	LC	Tas de pierre le long de l'Allée de la Tire	+	Faible
Protection nationale : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire **Article 2 :** Protégée au niveau national, l'espèce et son habitat **NA** : Non applicable - **NE** : Non évalué - **DD** : Manque de données - **LC** : Préoccupation mineure - **NT** : Quasi-menacé - **VU** : Vulnérable - **EN** : En danger d'extinction - **CR** : En danger critique d'extinction - **RE** : Espèce éteinte										

3.2.6.2 Description des espèces à enjeux

✓ ***Lézard des murailles (Podarcis muralis)***



Le lézard des murailles est une espèce strictement diurne. On le rencontre dans les milieux empierrés secs et bien exposés en lisière de boisements et de broussailles. Il s'accommode également très largement des espaces anthropisés. L'activité des lézards des murailles s'étend de fin mars à fin octobre durant les heures les plus chaudes de la journée. On observe un pic d'activité lors de leur période de reproduction (avril-mi-juin).

Plusieurs individus adultes et juvéniles ont été observés sur le site d'étude dans les petits murgiers le long de l'Allée de la Tire. Cette espèce est très commune en Rhône-Alpes.

La population de lézards des murailles est en déclin dans nos régions. Il est probable que le reboisement d'ancien pâturage et le réchauffement climatique aient provoqué la fragmentation de son aire de distribution.

Figure 89 : lézarde des murailles (photo prise en dehors du site d'étude)

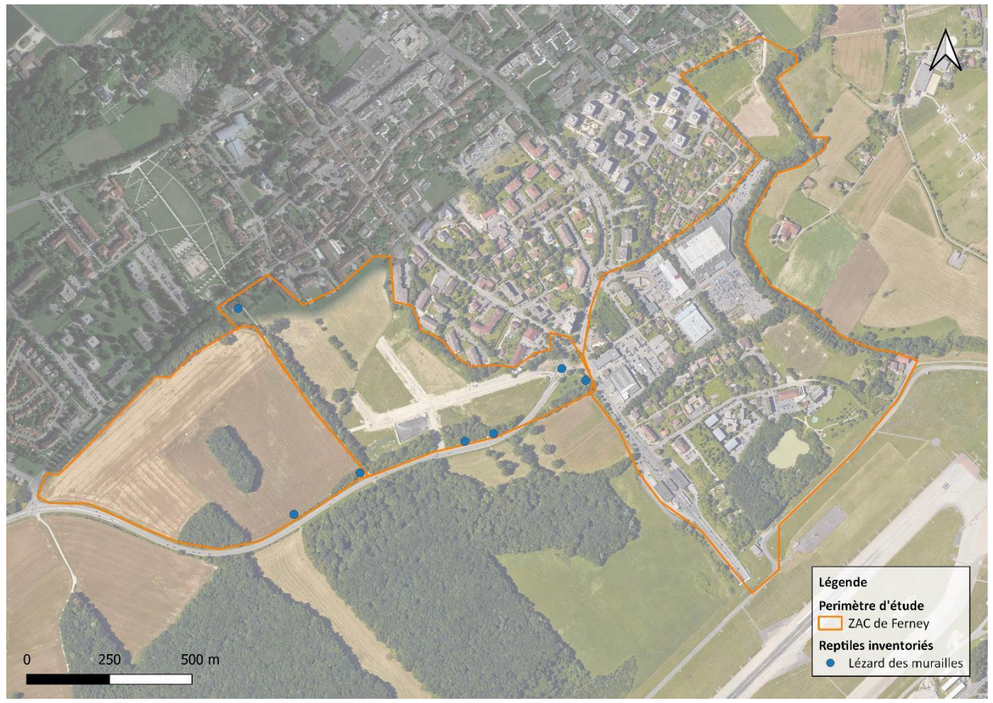


Figure 90 : zones à enjeux pour les reptiles (lézard des murailles)

3.2.6.3 Amphibiens

Aucun amphibien n'a été écouté ni observé lors de cette étude. En outre, les résultats ADNe sur ce groupe taxonomique sont négatifs. Nous expliquons cette absence d'espèces d'amphibiens malgré le Nant dans le secteur pour plusieurs raisons :

- Pollution de l'eau : En plus d'être canalisée et souterraine en amont du site d'étude, l'eau du Nant est fortement polluée.
- Isolement écologique : les secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange sont isolés par les habitations de Ferney-Voltaire au Nord et la route de Meyrin au Sud.

3.2.6.4 Conclusion sur les reptiles et amphibiens

Avec une seule espèce de reptile recensée sur le site d'étude, le site d'étude Paimboeuf présente un faible intérêt herpétologique. Les petits murgiers exposés au soleil le long de l'Allée de la Tire sont les seuls habitats possibles pour les lézards à murailles. La reproduction y est toutefois avérée. Les quelques tas de cailloux exposés au soleil le long du cordon boisé de l'Allée de la Tire abritent des individus juvéniles et adultes de cette espèce.

L'enjeu pour l'espèce se concentre principalement sur les tas de rochers le long de l'Allée de la Tire.

Les résultats obtenus, lors de cette actualisation de données, sont similaires à ceux de 2014-1018-2019-2020.

L'absence d'amphibien s'explique par le fait que les points d'eau temporaires sur le secteur Paimboeuf en hiver s'assèchent très rapidement et ne permettent pas la reproduction des amphibiens. En outre, le Nant étant fortement pollué, la reproduction des amphibiens est aussi impossible dans ce dernier.

Mise à part une espèce très commune (Lézard de murailles), les secteurs Paimboeuf, Très-la-Grange et Poterie sont pauvres en reptiles. Cette espèce colonise indifféremment les espaces urbains et les habitats naturels.

3.2.7 Entomofaune

3.2.7.1 Résultat des prospections

Les données de l'étude de 2014, indique un total de 9 espèces de libellules, toutes recensées dans un secteur au Sud-Est du site d'étude : l'étang de Colovrex. En outre, 19 espèces de papillons de jour (lépidoptères rhopalocères) ont été inventoriées. La majorité de ces dernières sont des espèces communes comme l'aurore, le demi-argus, la petite tortue, le fadet commun, etc…

Plusieurs individus de Cuivré des marais (*Lycaena dispar*) (espèce protégée en France et inscrit en annexe 2 et 4 de la directive « Habitats-Faune-Flore ») ont été observés en 2013 à l'Est du site d'étude dans la Prairie d'Ausset. Cette espèce n'a malheureusement pas été revue depuis, malgré des recherches spécifiques à l'espèce lors d'inventaires réguliers (tous les 2 ans).

Plusieurs espèces de coléoptères ont été recensées dont une espèce protégée en France : le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) sur le secteur Paimboeuf et l'Allée de la Tire.

En 2018, 10 espèces d'odonates ont été recensées sur l'étang de Colovrex soit une de plus que lors de l'étude de 2014. Les espèces présentes sont relativement ubiquistes et aucune n'est protégée.

33 espèces de lépidoptères ont été observées dans les secteurs Paimboeuf, Bois Durand, Bois de Perdriaux et l'étang de Colovrex. Il s'agit également d'espèces communes qui ne sont pas protégées.

La présence du Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*), coléoptère protégé, est attestée dans de nombreux chênes sur le secteur Paimboeuf.

Lors des inventaires de 2020 et 2021, 42 espèces de rhopalocères (papillons de jour) ont été répertoriés. Cette richesse spécifique est plutôt faible car les secteurs sont peu diversifiés en habitats. Les espèces inventoriées sont communes et ne sont ni protégées ni menacées à l'exception de l'Hespérie de l'épiaire (*Carcharodus lavatherae*) qui possède un statut de conservation NT (« Quasi menacé »).

Des indices de présence de coléoptères xylophages, le Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) et le Lucane cerf-volant *(Lucanus cervus*), ont été observés dans les vieux chênes isolés et les chênes de l'Allée de la Tire.

10 espèces d'odonates ont été observées dont 9 ont été inventoriées sur l'étang de Colovrex. Il s'agit d'espèces communes, ni menacées, ni protégées.

La richesse spécifique de l'étang de Colovrex est très faible. L'eau de l'étang de Colovrex semble de mauvaise qualité et est probablement perturbée par un empoissonnement excessif. La fouille constante des sédiments par les poissons induit une eau trouble du fait des matières en suspension. Les poissons peuvent également se nourrir de larves de libellules, ce qui limite leur développement.

Les espèces piscicoles de cet étang ont été importées, ainsi, de nombreux poissons non indigènes fréquentent les eaux du plan d'eau de Colovrex. Aucune pêche n'est réalisée. Il serait donc préférable que cet étang retrouve sa fonction de réservoir de biodiversité en supprimant les poissons ce qui favoriserait les amphibiens et les odonates.

Tableau 14 : résultats des inventaires entomofaune

INSECTES OBSERVES dans le périmètre de la ZAC							
Nom binomial	**Nom vernaculaire**	**Directive habitats**	**Protection France**	**LR Monde**	**LR Europe**	**LR France**	**LR R- A**
LEPIDOPTERES							
Carcharodus lavatherae	Hespérie de l'épiaire	-	-	LC	NT	NT	NT
Lysandra bellargus	Azuré bleu-céleste	-	-	LC	LC	LC	LC
Pieris napi	Piéride du navet	-	-	LC	LC	LC	LC
Pyrgus malvae	Hespérie de l'Ormière	-	-	LC	LC	LC	LC
Aricia agestis	Collier-de-corail	-	-	LC	LC	LC	LC
Leptidea juvernica	Piéride Irlandaise	-	-	LC	LC	DD	DD
Cupido alcetas	Azuré de la faucille	-	-	LC	LC	LC	LC
Coenonympha pamphilus	Fadet commun	-	-	LC	LC	LC	LC
Aglais urticae	Petite Tortue	-	-	LC	LC	LC	LC
Pieris rapae	Piéride de la rave	-	-	LC	LC	LC	LC
Leptidea sinapis	Piéride du lotier	-	-	LC	LC	LC	LC
Coenonympha arcania	Céphale	-	-	LC	LC	LC	LC
Spialia sertorius	Hespérie des sanguisorbes	-	-	LC	LC	LC	LC
Cupido argiades	Azuré du trèfle	-	-	LC	LC	LC	LC
Glaucopsyche alexis	Azuré des cytises	-	-	LC	LC	LC	LC
Aporia crataegi	Gazé	-	-	LC	LC	LC	LC
Gonepteryx rhamni	Citron	-	-	LC	LC	LC	LC
Colias hyale	Soufré	-	-	LC	LC	LC	DD
Mellicta athalia	Mélitée du mélampyre	-	-	LC	LC	LC	-
Melitaea didyma	Mélitée orangée	-	-	LC	LC	LC	LC
Melitaea parthenoides	Mélitée de la Lancéole	-	-	LC	LC	LC	LC
Aphantopus hyperantus	Tristan	-	-	LC	LC	LC	LC
Cyaniris semiargus	Azuré des anthyllides	-	-	LC	LC	LC	LC
Colias alfacariensis	Fluoré	-	-	LC	LC	LC	DD
Boloria dia	Petite Violette	-	-	LC	LC	LC	LC
Ochlodes sylvanus	Sylvaine	-	-	LC	LC	LC	LC
Melanargia galathea	Demi-deuil	-	-	LC	LC	LC	LC
Polyommatus icarus	Azuré de la bugrane	-	-	LC	LC	LC	LC
Satyrium pruni	Thécla du prunier	-	-	LC	LC	LC	LC
Quercusia quercus	Thécla du chêne	-	-	LC	LC	LC	LC
Speyeria aglaja	Grand Nacré	-	-	LC	LC	LC	LC
Vanessa atalanta	Vulcain	-	-	LC	LC	LC	LC
Colias crocea	Souci	-	-	LC	LC	LC	LC
Pieris brassicae	Piéride du chou	-	-	LC	LC	LC	LC
Iphiclides podalirius	Flambé	-	-	LC	LC	LC	LC
Anthocharis cardamines	Aurore	-	-	LC	LC	LC	LC
Pararge aegeria	Tircis	-	-	LC	LC	LC	LC
Maniola jurtina	Myrtil	-	-	LC	LC	LC	LC
Erynnis tages	Point-de-Hongrie	-	-	LC	LC	LC	LC
Cupido minimus	Argus frêle	-	-	LC	LC	LC	LC
Plebejus argus	Azuré de l'ajonc	-	-	LC	LC	LC	LC
Melitaea cinxia	Mélitée du plantain	-	-	LC	LC	LC	LC
Brenthis daphne	Nacré de la ronce	-	-	LC	LC	LC	LC
COLEOPTERES XYLOPHAGES							
Cerambyx cerdo	Grand Capricorne	**Ann. 2**	**Art. 2**	VU	NT	LC	VU
Lucanus cervus	Lucane cerf-volant	**Ann. 2**	-	-	NT	LC	NT
ODONATES							
Ischnura elegans	*Agrion élégant*	-	-	LC	LC	LC	LC
Coenagrion puella	*Agrion jouvencelle*	-	-	LC	LC	LC	LC
Sympecma fusca	*Leste brun*	-	-	LC	LC	LC	LC
Orthetrum cancellatum	*Orthétrum réticulé*	-	-	LC	LC	LC	LC
Platycnemis pennipes	*Agrion à pattes larges*	-	-	LC	LC	LC	LC
Chalcolestes viridis	*Leste vert*	-	-	LC	LC	LC	LC
Anax parthenope	*Anax napolitain*	-	-	LC	LC	LC	LC
Sympetrum sanguineum	*Sympétrum rouge sang*	-	-	LC	LC	LC	LC
Sympetrum fonscolombii	*Sympétrum à nervures rouges*	-	-	LC	LC	LC	LC
Calopteryx virgo	*Calopteryx vierge*	-	-	LC	LC	LC	LC

Directive 92/43/CEE (habitats faune flore)
Annexe 2 : Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de ZSC
Protection nationale : **Article 2 :** Protection de l'espèce et de son habitat au niveau national

3.2.7.2 Espèces non observées malgré des prospections ciblées

Le Cuivré des marais (*Lycaena dispar*) est une espèce protégée en France (protection nationale, article 2) et en Europe (Directive habitat article 2 et 4). Cette espèce a été recensée en 2013 à l'Est du site d'étude plus précisément dans le secteur en pente de la prairie d'Ausset au-dessus de la dépression humide localisée en bordure du Gobé. Cette espèce apprécie particulièrement les prairies humides, marais, ou encore bordure de cours d'eau. Ce papillon est rare et très discret. On l'observe souvent lors de la deuxième génération qui vole de juillet à septembre. Aucun individu n'a été observé durant les inventaires entomologiques postérieurs à 2014 probablement du fait que la prairie a été remblayée et ne présente plus le même état écologique.

3.2.7.3 Espèces à enjeux

Lors de cet inventaire, deux espèces à enjeux notables ont été répertoriées sur le site d'étude : le Lucane cerf-volant et le Grand capricorne.

INSECTES A ENJEUX OBSERVES SUR LE SITE D'ETUDE									
Nom binomial	**Nom vernaculaire**	**Dir. Hab.**	**Prot. FR**	**LR MO**	**LR EU**	**LR FR**	**LR RA**	**Milieu utilisé par l'espèce dans la zone d'étude**	**Utilisation de la zone d'étude**	**Enjeu**
Cerambyx cerdo	Grand Capricorne	**Ann. 2 et 4**	**Art. 2**	**VU**	**NT**	LC	**VU**	Vieux chênes présents sur le site plus particulièrement dans l'allée de la Tire	+++	Fort
Lucanus cervus	Lucane cerf-volant	**Ann. 2**	-	-	**NT**	LC	**NT**	Vieux chênes présents sur le site	++	Fort
Lycaena dispar	Cuivré des marais	**Ann. 2 et 4**	**Art. 2**	LC	LC	LC	LC	Potentiellement au nord du site au niveau de l'ancienne prairie humide qui a été remblayée.	+	Fort

- ✓ ***Grand Capricorne (Cerambyx cerdo)***

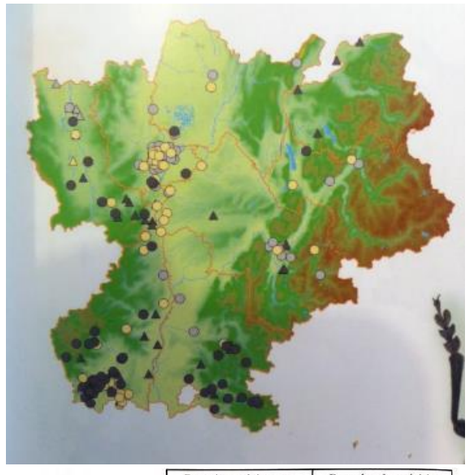
Le Grand capricorne est une espèce inscrite dans l'article 2 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 et dans les annexes 2 et 4 de la directive Habitats-faune-flore. Son statut de conservation est VU (« Vulnérable ») au niveau de la liste rouge mondiale.
Les adultes sont observables de juin à septembre, durant la période de ponte. Ils restent le plus souvent à l'abri des anfractuosités de l'arbre sur lequel ils se sont développés, et se déplacent essentiellement au crépuscule. Ils se nourrissent de sève et de fruits mûrs, alors que les larves consomment du bois. Les

œufs sont d'abord déposés séparément dans les anfractuosités et dans les blessures des arbres. Le développement de la larve du Grand Capricorne dure de 2 à 4 ans (en moyenne 31 mois, soit une émergence durant la 3ème année). La durée de vie d'un adulte n'excède pas 2 mois (en moyenne 45 jours). Le Grand Capricorne fréquente les milieux comportant des arbres relativement âgés, des habitats forestiers, des arbres isolés y compris dans des contextes très artificialisés (parcs urbains, alignements de bords de routes). En Rhône- Alpes, l'espèce se trouve essentiellement dans des chênes isolés et bien exposés. Certains individus peuvent être observés, de façon plus ponctuelle, dans d'autres essences de feuillues (bois durs et tendres).

Bien que l'adulte soit rarement observé, ce coléoptère n'est pas une espèce très discrète, comme en témoigne la taille très importante des trous d'émergence : ceux-ci, visibles sur ou sous l'écorce, sont habituellement en forme de haricot et mesurent souvent 5cm de long pour 2cm de large. Les galeries arrivent de façon oblique par rapport au trou d'émergence.

Sur le site d'étude, plusieurs trous d'émergence ont été observés sur les vieux chênes isolés et sur les chênes âgés de l'Allée de la Tire.





	Données précises, au moins à la commune			Données de précision inférieure à la commune		
Données de collections	●	●	●	●	●	●
Données bibliographiques ou de terrain	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Période	<1950	1950-1979	≥1980	<1950	1950-1979	≥1980

Figure 91 : grand capricorne et répartition en région Rhône-Alpes

✓ ***Lucane cerf-volant (Lucanus cervus)***

Le Lucane cerf-volant est une espèce présente dans l'annexe 2 de la directive Habitats-faune-flore. Son statut de conservation est NT (« Quasi menacé ») au niveau de la liste rouge européenne et régionale. C'est le plus grand coléoptère d'Europe. Sa taille varie entre 3 cm pour les femelles et plus de 8 cm pour les grands mâles. On observe de grandes variations de taille au sein de la même population. La larve peut atteindre 10 cm de long et un poids de 20 à 30 g. Les lucanes se développent dans le bois mort en décomposition. Le cycle larvaire dure de 5 à 8 ans. On observe les adultes de début juin à mi-août environ. Ils sont actifs dans la pénombre et commencent à voler quand la nuit tombe. Ils recherchent les plaies ouvertes des arbres pour se nourrir de la sève qui suinte. Les mâles se repoussent pour accéder à la sève et c'est cette lutte qui permettra de désigner les individus ayant le droit de s'accoupler avec les femelles. Les femelles déposent leurs œufs sur les racines d'arbres morts ou dépérissant. Les larves ne se développent jamais sur du bois sain.

Le Lucane cerf-volant vit dans les vieilles chênaies et chênaies mélangées qui doivent comporter une certaine proportion de bois mort ou d'arbres de grand diamètre dépérissant. On le retrouve aussi dans les vieux parcs, les jardins ou les vergers. Ses habitats se situent souvent dans les zones exposées au sud, c'est-à-dire bénéficiant de la chaleur.



Figure 92 : lucane cerf-volant



NB : le cuivré des marais qui apparait sur cette carte a été recherché mais n'a pas été retrouvé.

Figure 93 : localisation des insectes à enjeux

3.2.7.4 Enjeux pour l'entomofaune

Avec trois espèces à enjeux forts, dont deux recensées lors des derniers inventaires (Grand capricorne et Lucane cerf- volant), et une seconde inventoriée en 2013 (Cuivré des marais), le site d'étude présente un intérêt entomologique modéré.

Les enjeux se concentrent principalement sur les chênes âgés isolés, l'Allée de la Tire et la Prairie d'Ausset.

Les enjeux fort portent sur :

- la présence du Grand capricorne et du Lucane cerf-volant : Les vieux chênes isolés et ceux présents dans l'Allée de la Tire sont colonisés par ces espèces.
- la présence d'habitats potentiels pour le Cuivré des marais : L'espèce n'a pas été recensée sur le site d'étude ces deux dernières années (2020 et 2021) mais elle était présente dans la prairie d'Ausset en 2013. Elle n'a pas été retrouvée après 2018, année à laquelle des travaux illégaux de remblaiement ont été réalisés pour la construction du Centre Technique Municipal. Depuis lors, la prairie a été remise en état et le milieu a retrouvé sa fonctionnalité.

Les enjeux modérés concernent les habitats favorables pour l'entomofaune : la prairie mésophile du secteur Poterie est un lieu favorable pour l'entomofaune et plus particulièrement pour les lépidoptères du fait de sa richesse floristique.

La carte ci-dessous résume les zones d'enjeux sur le secteur d'étude pour l'entomofaune.

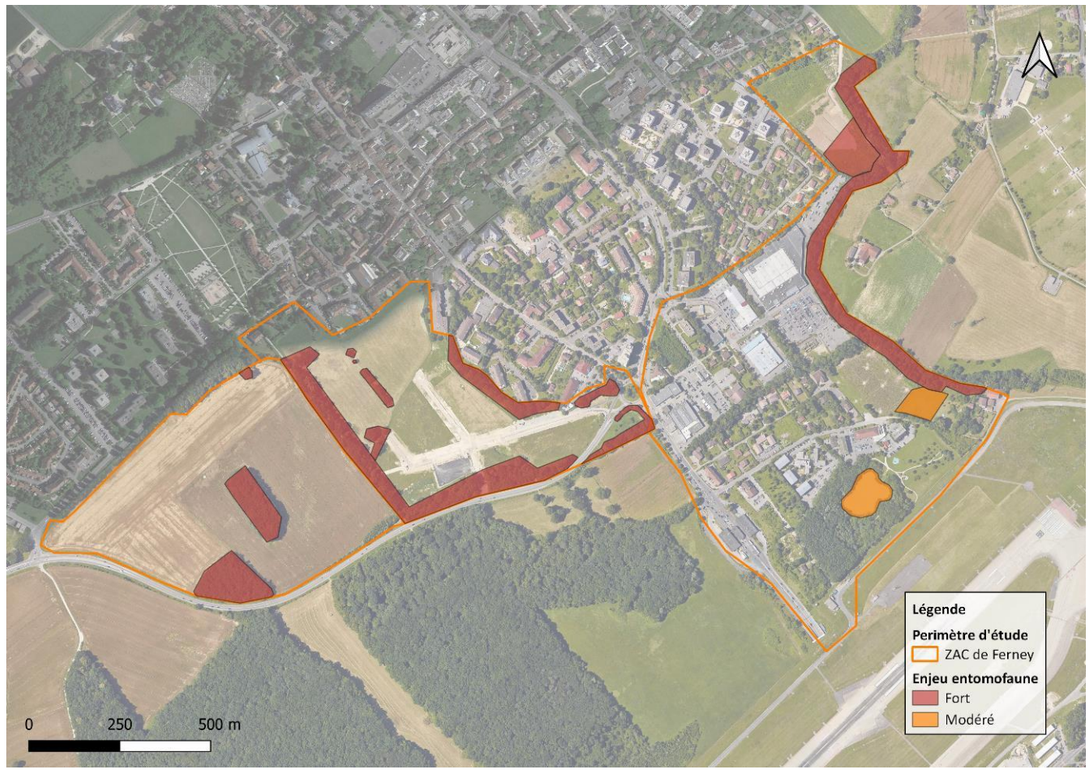


Figure 94 : zones à enjeux pour l'entomofaune

3.2.7.5 Evolution du site depuis 2014

Les résultats obtenus lors de la dernière actualisation de données, sont assez similaires à ceux de 2014 en ce qui concerne les lépidoptères et les odonates. La majorité des espèces observées sont communes à la région Rhône-Alpes.

Le Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) n'avait pas été répertorié en 2014. Les mesures d'évitement prises pour éviter de porter atteinte aux vieux chênes centenaires sont suffisantes vis-à-vis de la préservation de cette espèce.

En effet, dans le cadre des études préalables à la création de la ZAC FGI, les stations de chênes centenaires ont fait l'objet d'adaptation du projet (préservation maximum des arbres concernés), et un nombre très faible d'arbres seront impactés par le projet définitif. Les mesures de réduction et de compensation identifiées par les arrêtés de dérogation vis-à-vis des espèces protégées seront appliquées aux nouveaux arbres identifiés. Il n'est donc pas identifié d'impacts supplémentaires sur cette espèce.

Le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) est une espèce inscrite dans article 3 de l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 et dans l'annexe 2 de la directive Habitats-faune-flore. Elle avait été observée en 2013 et a de nouveau été détectée lors des derniers inventaires.

Le Cuivré des marais (*Lycanea dispar)* a été inventorié en 2013 mais n'a pas été observé depuis. Néanmoins, sa présence proche du site laisse penser qu'une nouvelle colonisation de la prairie d'Ausset est possible après sa restauration. Ainsi, il faut prendre en considération cette espèce dans les mesures.

L'Hespérie de l'épiaire (*Carcharodus lavatherae*) est une espèce avec un statut de menace NT (« Quasi menacé »). Cette espèce a été observée lors des derniers inventaires alors qu'aucun individu n'avait été répertorié en 2014.

3.3 Fonctionnalité écologique locale

Le périmètre de la ZAC FGI est composé d'une mosaïque de milieux fonctionnels et s'inscrit dans un paysage local globalement très fonctionnel. La faune terrestre circule de manière diffuse sur le secteur étudié. Dans ce contexte périurbain, la trame arborée et les cours d'eau constituent les principaux axes de déplacement de la faune. Ces fonctionnalités sont très importantes notamment pour les chauves-souris qui fréquentent le site et utilisent les cordons boisés pour leurs déplacements (ripisylves, allée de la Tire, continuités boisées des bois Durand et Perdriaux, frange boisée du noyau urbain).

Les continuums aquatiques et boisés constituent des corridors fonctionnels pour la flore et la faune (trame verte et bleue). Dans le contexte de fort développement urbain, ces continuums constituent les enjeux sensibles du périmètre d'étude.

A ce titre, le ruisseau du Nant présente une sensibilité particulière au regard du rôle fonctionnel que peut constituer à terme ce cours d'eau sur les tronçons maintenus à l'air libre dans le plan de composition urbaine de Ferney-Voltaire.

3.4 Synthèse des enjeux écologiques dans le périmètre de la ZAC FGI

La valeur naturelle du périmètre de la ZAC FGI repose principalement sur la ripisylve du Nant, les bosquets (chênaie) de Très-la-Grange ainsi que sur les alignements de feuillus et chênes centenaires d'intérêt pour les insectes xylophages (dont Grand Capricorne du Chêne), les oiseaux cavernicoles et les chauves-souris.

Plusieurs espèces protégées à fort enjeu de préservation se situent à proximité du périmètre de projet : un micromammifère (muscardin), un coléoptère (grand capricorne), des chiroptères (barbastelle d'Europe, noctule de Leisler, Murin de Bechstein), des oiseaux (Chardonneret élégant, Pic Mar, Hirondelle rustique, moineau domestique) ainsi que des rosiers de France.

Cette valeur naturelle est complétée par la présence de zones humides accompagnant le Nant (Paimboeuf). Ces zones humides ne sont pas support de biodiversité (absence d'habitats associés, secteurs recensés essentiellement par pédologie).

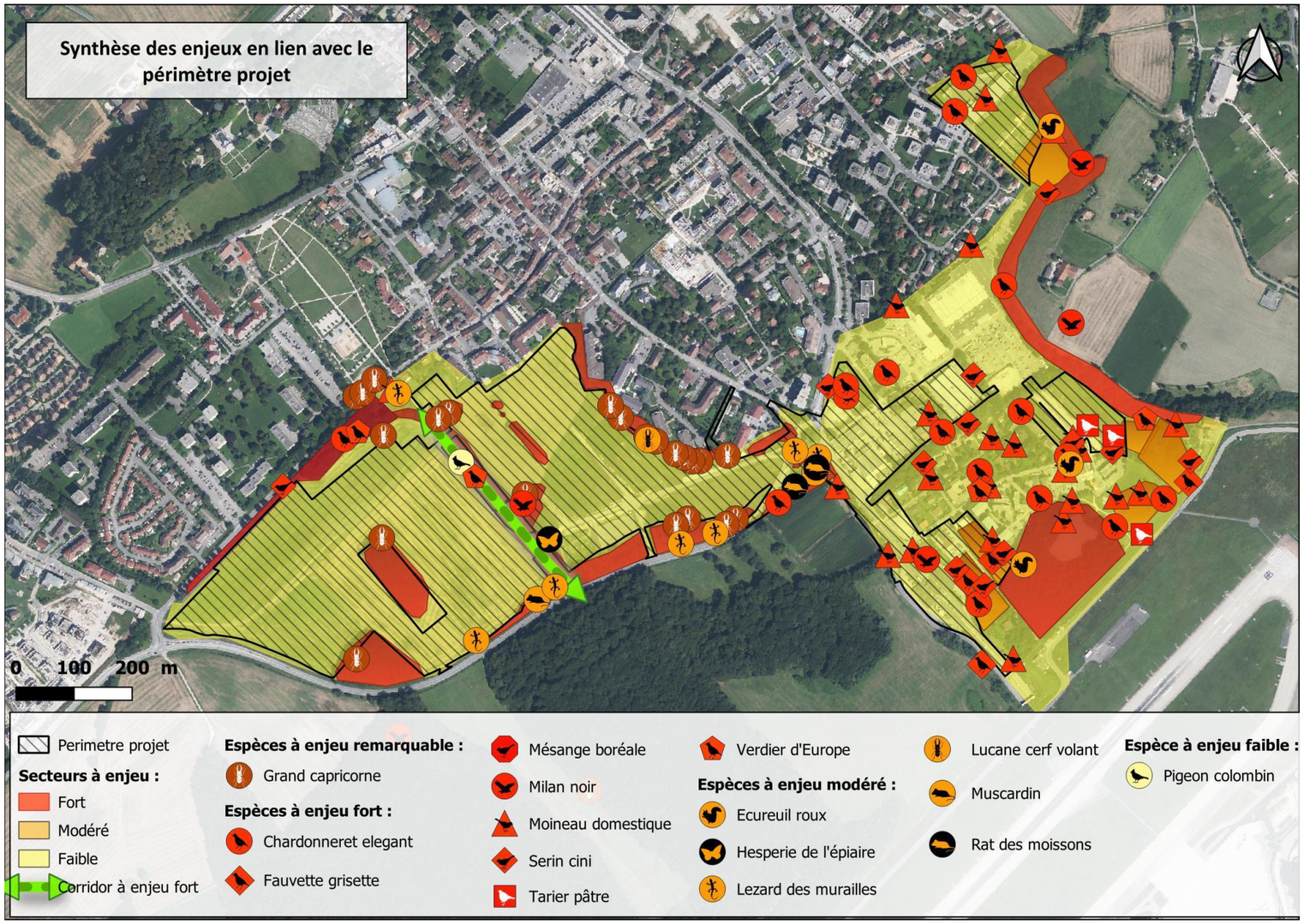


Figure 95 : synthèse des enjeux écologiques sur la ZAC FGI

3.5 Mesures ERC prises dans le cadre de l'aménagement de la ZAC FGI

La prise en considération anticipée des enjeux écologiques a très rapidement conduit à l'identification des espaces végétalisés à préserver dans le cadre du plan de composition urbaine et des habitats naturels à sauvegarder ou à valoriser.

Ainsi, l'optimisation du schéma d'organisation de la ZAC FGI a constitué une mesure d'évitement tangible afin de limiter les incidences sur les milieux naturels et les espaces associés.

La prise en compte de la préservation et de la valorisation des espaces végétalisés dans le cadre de la ZAC FGI repose sur un ensemble de dispositions intégrées au projet lui-même :

- préservation des bosquets et des arbres remarquables,
- préservation des zones humides,
- renaturation des ruisseaux (Nant, Ouye, Gobé) et renforcement de l'espace d'accompagnement des cours d'eau dans un objectif de renaturation et de valorisation de ces corridors,
- programme de plantations et de verdissement des espaces et des cœurs d'îlots.

Le cumul des surfaces agro-naturelles évitées dans le cadre du Plan Guide (bosquets de Très-la-Grange, allée de la Tire, prairie basse d'Ausset,…) représente au total une superficie de 4,8 hectares ce qui représente environ 13 % des espaces agro-naturels compris dans le périmètre de la ZAC FGI. Cette proportion s'élève à 23 % de superficies évitées, si on intègre à ces calculs l'étang de Colovrex et ses abords.

Ces mesures d'évitement permettent également de ne pas occasionner d'incidences sur :

- les habitats aquatiques et humides associés à l'étang de Colovrex qui sont exclus des superficies à aménager : pas d'incidences sur les espèces animales associées à ces milieux notamment le blongios nain et la rousserolle effarvatte.
- les habitats boisés : la conservation des bosquets présents sur le périmètre permet de maintenir des habitats relais favorables aux espèces d'affinité forestière.

Tous ces espaces évités servent non seulement d'armature verte au projet mais constituent également autant de supports aux fonctionnalités biologiques et à la préservation de la biodiversité sur le territoire de Ferney-Voltaire et plus largement du Pays de Gex.

Les cartes ci-après localisent l'ensemble des mesures d'évitement, de réduction et de compensation prises dans le cadre de la ZAC FGI en faveur de la biodiversité. Suivent ensuite les tableaux présentant la synthèse des mesures prises et précisant l'avancement des travaux sur le périmètre de la ZAC FGI.

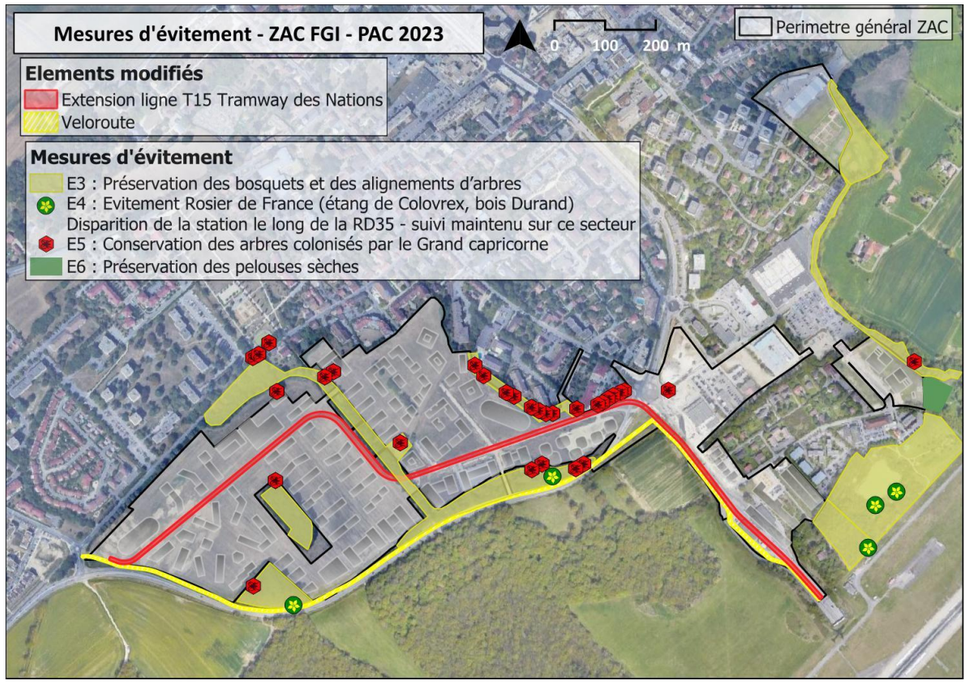


Figure 96 : localisation des mesures d'évitement vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI

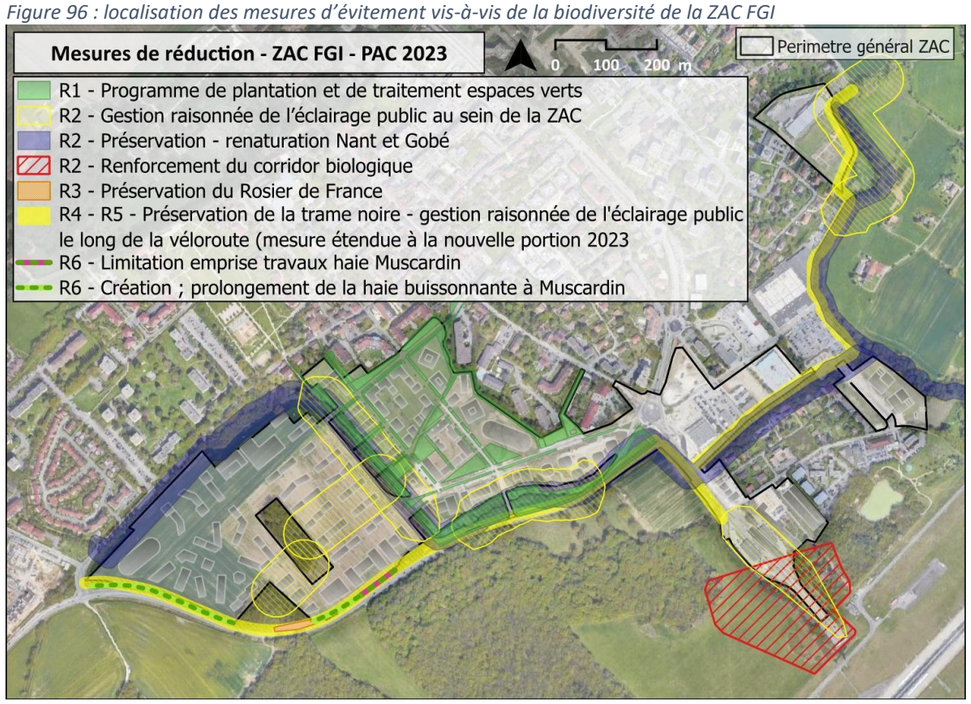


Figure 97 : localisation des mesures de réduction vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI

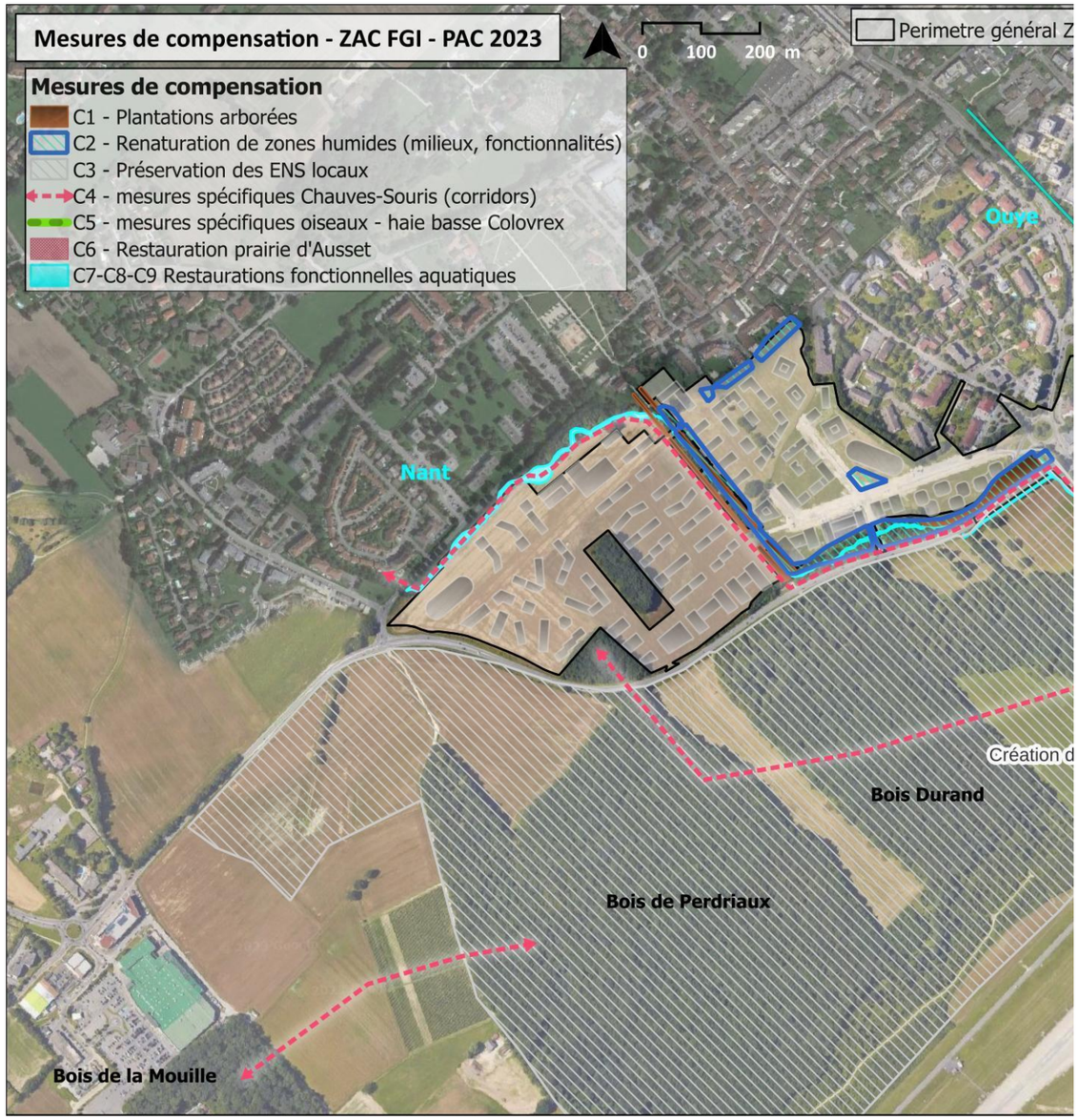


Figure 98 : localisation des mesures de compensation vis-à-vis de la biodiversité de la ZAC FGI

Tableau 15 : synthèse détaillée des mesures ERC et de leur état d'avancement

N°	Nom de la mesure	Description	Secteur d'étude	Avancement	description de l'avancement en juillet 2024
E1	**Périodes d'interventions pour les dégagements des emprises**	Adaptation de la période de travaux en fonction des espèces pouvant être impactée (Oiseaux, chiroptère, amphibien)	ZAC	Mesure mise en place	L'ensemble des opérations de dégagement des emprises entre le 1er septembre et le 1er novembre. En dehors de ces périodes l'intervention est possible avec demande d'une autorisation à la DDT.
DLE E1	**Evitement de zones humides**	Evitement de 1920 m²	Paimboeuf	Mesure mise en place	Les zones humides à éviter sont mises en défend sur site grâce à des barrières et signalées avec des panneaux d'information. Cette zone d'évitement est impactée par le tram sur environ 100m², elle sera intégrée au PAC DLE Paimboeuf et compensée à 200%
E2	**Mise en défens des chantiers**	Mise en place d'un dispositif de sécurité pour éviter que les espèces viennent se reproduire dans la zone de chantier (amphibiens, chiroptères)	ZAC	Mesure mise en place	Cette mesure est incluse à l'ensemble des DCE des travaux ayant lieu sur la ZAC.
E3	**Mesures spécifiques vis-à-vis des chauves-souris**	Préservation des bosquets et des alignements d'arbres	Très La Grange (bosquets)	Mesure mise en place	La préservation des bosquets est bien incluse à l'ensemble des plans d'aménagements.
	Mesures spécifiques vis-à-vis des chauves-souris	Préservation des bosquets et des alignements d'arbres	Allée de la Tire	Mesure mise en place	La renaturation permet la reconstitution de la ripisylve et le maintien de la fonction de corridor naturel pour les chiroptères le long de l'Allée de la Tire.
E4	**Mesures spécifiques vis-à-vis du Rosier de France**	Evitement des stations (étang de Colovrex, au bord de la RD35, bois Sud du bois Durand)	Bosquet bord de la RD35 (Très la Grange)	Caduque	Stations non retrouvées – mesure caduque
			ENS	Réalisé	Stations totalement évitées par le projet
			Poterie	Réalisé	Stations totalement évitées par le projet
E5	**Préservation des arbres centenaires à Grand Capricorne**	Conservation des arbres colonisés par le Grand capricorne, sauf en cas de nécessité impérieuse de sécurité. Marquage et dispositif de protection adapté.	Allée de la Tire, Paimboeuf	Mesure mise en place	Evitement des chênes à grands capricornes détectés avant 2020 dans les aménagements sauf en cas de sécurité. Supplément : certains chênes ont fait l'objet de dérogation et peuvent être impactés par les travaux. Cependant le maître d'ouvrage a pris l'initiative de protéger ces individus bien au-delà de ses obligations en réalisant les travaux de tranchées à l'aspiratrice plutôt qu'à la pelle dans les zones susceptibles de contenir des racines de chênes.
					Les 4 chênes détruits sur la place du Jura ont fait l'objet du conseil d'un écologue et de démarches liées (autorisation DREAL)
E6	**Valorisation des surfaces prairiales sèches**	Acquisition foncière de la prairie sèche au droit de la zone N et des prairies du Parc de Colovrex par la SPL et modalités d'entretien adaptées	Poterie	En cours	Surfaces prairiales acquises par la SPL (plan du foncier SPL - septembre 2021)
					Mise en place d'une gestion raisonnée sur les surfaces prairiales sèches de la prairie d'Ausset
					gestion extensive sur la prairie sèche au sud de Colovrex, surface laissée à l'état naturel. Suite à la construction du BSR la parcelle sera rétrocédée à la commune avec un protocole de gestion adapté tout comme la prairie d'Ausset.
					Gestion extensive par la commune d'une partie des surfaces du parc de Colovrex
R1	**Programme de plantation et de traitement des espaces verts**	Plantations d'arbustes (2150) et d'arbres indigènes (900).	1ère phase du programme	Mesure mise en place	Environ 900 arbres et 2 150 arbustes ou arbrisseaux en cépées seront plantés conformément au parti d'aménagement paysager retenu. Sur la renaturation de Paimboeuf, 61 arbres ont été plantés, 387 boutures de saule et 5849 arbustes. Les plantations se poursuivront avec la suite des renaturations et l'aménagement des espaces publics. Une étude est en cours pour évaluer la possibilité de réaliser une pépinière sur site, cela permettrait d'assurer une fourniture locale des arbres ainsi que leur qualité et l'adaptation au climat afin de maximiser la reprise des sujets plantés.
		Semis des espaces remaniés.	1ere phase du programme	Mesure mise en place	L'ensemble des espaces remaniés est végétalisé au moyen d'espèces appropriées de façon à limiter l'expansion des plantes indésirables telles que l'ambroisie. C'est également le cas des stockages de terres. Cette mesure se poursuivra jusqu'à la fin de l'aménagement de la ZAC.
		Semis d'écotype régional labellisés « végétal local »	1ere phase du programme	Mesure mise en place	Sur les secteurs d'habitats naturels, on aura recours à un mélange de semences locales et d'arbres issus de souches locales ; les essences horticoles y seront exclues, notamment le long des cours d'eau
		Gestion alternative des eaux pluviales par noues paysagères	1ere et 2ème phase programme	Mesure mise en place	En phase travaux / provisoire, les eaux de pluies sont gérées par des noues végétalisées en évitant au maximum la mise en place de canalisations. A terme l'ensemble des eaux pluviales de la ZAC seront gérées par des noues paysagères plantées et des bassins à ciel ouvert favorisant l'infiltration, dépollution, l'évapotranspiration et un débit de fuite au cours d'eau régulé. Ce réseau de noues et son fonctionnement est bien inclus à l'ensemble des documents d'aménagements et autorisations.
R2	**Rétablissement des connectivités (préservation et renforcement de la trame verte support de fonctionnalités)**	Préservation d'un espace fonctionnel le long du Gobé	Poterie, Gobé (le long du Gobé à la frange Est du périmètre de ZAC)	Mesure mise en place	L'espace fonctionnel actuel est préservé et n'est pas impacté par le projet.
					Une renaturation sera effectuée en préservant un espace fonctionnel jusqu'à 20 m de largeur autour du cours d'eau quand le foncier le permet. Les études de cette renaturation en sont au stade AVP. Dans la partie Sud-est de la ZAC, ce corridor sera raccordé aux deux corridors en provenance des espaces localisés à l'Ouest (ruisseau du Nant au travers du quartier de la Poterie, corridor bois de la Bagasse / étang de Colovrex). Ces emprises seront réservées comme telles dans les documents d'urbanisme de Ferney-Voltaire.

		Renaturation du ruisseau du Nant (en garantissant la continuité écologique pour les ouvrages de franchissement).	Nant (du croisement rue de Meyrin à l'embouchure Gobé, Vengeron) sur 1 300 mètres linéaires	Mesure mise en place	Nant sur Paimboeuf Sud et sur l'Allée de la Tire : Renaturation réalisée et terminée. Une emprise d'une largeur supérieure ou égale à 15 mètres a été renaturé et sera inscrit comme espace réservé dans les documents d'urbanisme.
				En cours	Les études de renaturation du Nant au nord de très la Grange sont au stade AVP, l'espace de renaturation a également été augmenté par rapport aux premières phases du projet afin de laisser d'avantage d'espace de divagation et d'extension au cours d'eau pour créer une succession de milieux humides. Est également au programme le renforcement / reboisement de la ripisylve d'accompagnement par des essences locales adaptées aux caractéristiques de milieu et présenter un gradient d'éloignement au cours d'eau. Les cours d'eau du Gobe et de l'ouille seront également renaturés, les études en sont au stade AVP.
				Mesure mise en place	Les travaux sont réalisés sous contrôle permanent de l'écologue
				Mesure mise en place	Les Ouvrages de franchissement doivent permettre les continuités écologiques (surdimensionnés et dotés d'une banquette adaptée au passage de la petite faune), c'est le cas pour ceux déjà réalisés, c'est intégré aux documents d'aménagement pour les futurs ouvrages à réaliser.
				Mesure mise en place	Les espaces de travaux sont remis en état à l'issue des travaux.
		Gestion raisonnée de l'éclairage public (trame noire sur les continuités écologiques)	ZAC	En cours	Dans l'ensemble des documents d'aménagement, le choix des lampadaires est fait pour limiter au mieux l'impact sur la biodiversité avec des réflecteurs orientés systématiquement vers le sol et les mesures de temps d'éclairage, de couleur et d'intensité sont accentuées dans les zones identifiées comme particulièrement sensibles. Les trames noires sont conservées.
		Renforcement du corridor biologique localisé au Sud de Ferney-Voltaire	Poterie	Mesure mise en place	L'Acquisition pour démolition des trois habitations localisées le long de la RD 1005 de manière à rétablir la continuité de l'espace naturel d'accompagnement de l'étang de Colovrex jusqu'aux abords de la RD 1005 a été réalisée. Deux des trois habitations ont été démolies. A ce jour la troisième habitation étant occupée par une personne n'ayant pas de solution de relogement, il a été décidé de repousser la destruction du dernier bâtiment.
				Mesure mise en place	Les espaces adjacents à l'étang de Colovrex sont gérés par la commune, une mise en défend d'une partie des rives de l'étang a été réalisée afin de préserver la faune de zone humide.
				Mesure mise en place	La mise en place de piège photographiques a démontré la fonctionnalité du corridor pour la faune terrestre qui passe sur la casquette du tunnel de l'aéroport.
				Non enclenché	Mise en œuvre de mesures de gestion adaptées sur les terrains qui s'étendent au Sud de la RD 35 (couvrant notamment le bois Durand et le bois Perdriaux), dans le cadre de l'Espace Naturel Sensible délimité par le Conseil Général de l'Ain. L'ENS est géré par le département, les parcelles appartenant à des propriétaires fonciers privés. A ce jour, il n'a pas été trouvé de moyen de réaliser des travaux ou d'imposer une gestion spécifique aux exploitants/propriétaires. La SPL Terrinnov ne dispose d'aucun outil lui permettant de réaliser des aménagements hors ZAC.
R3	**Mesures spécifiques vis-à-vis du Rosier de France**	Transplantation des plants	Paimboeuf (si impossibilité d'éviter la station)	Mesure mise en place	Les stations de rosier de France sont recherchées lors des inventaires et avant tout impact travaux. Cependant les stations incluse s dans l'emprise travaux et qui auraient dû être transplantées n'ont jamais été retrouvées. Les stations évitées ne sont pas visées par cette mesure. La recherche des stations et leur transplantation le cas échéant reste active.
R4	**Gestion raisonnée de l'éclairage public**	Création de corridors sombres (Absence de lampadaires et/ou extinction complète des sources lumineuses) sur les secteurs à enjeux : ripisylves du Nant et du Gobé, allée de la Tire et zone arborée sur Très la Grange	ZAC	En cours	Pris en compte dans la programmation des secteurs d'aménagement.
				Mesure mise en place	Secteur douane ayant déjà fait l'objet de mesures mises en œuvre sur l'adaptation de l'éclairage
R5	**Préservation de la trame noire au droit de la véloroute**	Absence d'éclairage de la véloroute (sauf besoin très ponctuel et localisé de sécurité, avec éclairage adapté et raisonné)	Poterie, TLG, Paimboeuf	En cours	Pas d'éclairage prévu si ce n'est des feux de signalisation tricolore qui respecteront les normes d'éclairage en vigueur.
R6	**Préservation de la haie à Muscardin (secteur Très la Grange, le long de la RD35)**		Très la Grange, le long de la RD35	En cours	La haie à Muscardin de 170 m (sud Très la Grange) est inscrite en évitement pour sa fonction de corridor sur 70 mètres. Elle a été en grande partie évitée grâce à la modification du tracé de la véloroute. Aucune coupure de la haie entrainant une discontinuité ne sera réalisée ce qui permet de conserver la fonction de corridor intacte. Les travaux viendront cependant l'impacter partiellement en largeur entrainant une réduction de son emprise. La haie sera alors confortée et rallongée le long de cette voie cyclable jusqu'au boisement (hors carrefour à feu) puis jusqu'au carrefour du bisou à l'ouest de la zone impactée, soit 350m de haie supplémentaires. Sujet traité dans le PAC DDEP 2024
C1	**Compensation in situ des superficies boisées**	plantation au total de 10 499m²	Renaturation Nant - Allée de la Tire (tronçon 2) et Paimboeuf Sud	Mesure mise en place	Développement de la trame boisée de part et d'autre du Nant le long de l'Allée de la Tire grâce à la renaturation réalisée sur Paimboeuf sud et l'allée de la tire :

			(tronçon 3) et Place du Jura (tronçon 4)		Plantation de 61 arbres sur une surface de 4149 m² env. (Populus tremula, Salix fragilis, Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Populus alba, Salix alba, Carpinus betulus, Quercus robur, Quercus petraea (6), Acer campestre/platanoïdes, Prunus avium, Tilia cordata); Plantation de 5849 arbustes ; Plantation de 387 boutures de Salix surface de 227 m² env.
				En cours	La renaturation de la place du jura n'est pas encore réalisée elle est conditionnée par le défrichage du secteur puis par le dévoiement de la RD35 ce qui libérera l'emprise prévue pour permettre la divagation du Nant et la renaturation. Il est prévu la plantation d'arbres sur 6 350 m² à cet endroit.
		Plantation des cœurs d'îlots urbains (7 700m² sur le Campus de la cité des savoirs).	Paimboeuf Sud	En cours	Prévu dans le schéma directeur et dans les fiches de lots.
		Plantation de 50 chênes	Phase 1 d'aménagement de la ZAC Ferney Genève Innovation	En cours	Plantation prévue de 11 chênes pubescens (Quercus pubescens) sur le projet de Paimboeuf Nord inscrit dans les documents d'aménagement « A noter que selon l'autorisation environnementale (2020) les 50 chênes doivent être plantés dans l'enceinte du projet dans les zones où il est déjà implanté la plantation d'arbres tiges (ce qui équivaut à la phase 1 d'aménagement) »
				Mesure mise en place	Plantation réalisée de 8 chênes rouvres et 11 chênes pédonculés dans le cadre de la renaturation du Nant sur Paimboeuf Sud. TOTAL ACTUELLEMENT PLANTES : 19. Ces espèce de chêne n'étant pas adaptées à l'évolution du climat local, les sujets plantés montrent des difficultés de reprise, il a donc été décidé en accord avec la DREAL de passer sur des Chênes pubescens.
C2	**Compensation in situ des zones humides impactées lors de la première phase d'aménagement (volet associé au DLE mais ayant un impact notable sur le volet CNPN)**	Création de prairies humides d'écotype régional	Paimboeuf	En cours	Intégré dans plan directeur de la ZAC et dans les études d'espaces publics en cours (Paimboeuf, Très la Grange)
		Renaturation du Nant	Nant – Très la grange, Paimboeuf Sud, Place du Jura	Réalisé	Renaturation Paimboeuf sud achevée
				Réalisé	Renaturation allée de la tire achevée
				En cours	Renaturation Très la Grange nord études niveau AVP
				En cours	Renaturation Nant place du jura/place des lumières études niveau AVP
		Renaturation du Gobé	Renaturation Gobé + Nant Poterie	En cours	Renaturation du Gobe études niveau AVP
		Création de noues paysagères.	ZAC	Mesure mise en place	En phase travaux / provisoire, les eaux de pluies sont gérées par des noues végétalisées en évitant au maximum la mise en place de canalisations. A terme l'ensemble des eaux pluviales de la ZAC seront gérées par des noues paysagères plantées et des bassins à ciel ouvert favorisant la filtration dépollution , l'évapotranspiration et un débit de fuite au cours d'eau régulé. Ce réseau de noues et son fonctionnement est bien inclus à l'ensemble des documents d'aménagements et autorisations.
		Création in situ de 1920 m² de prairies humides répondant aux caractéristiques locales sur le secteur Paimboeuf	Espaces publics Paimboeuf Nord	En cours	inclus aux documents d'aménagements et plans la mise en œuvre de prairie, fruticées humides sur les zones de compensations identifiés.
		renforcement prairie humide Ausset	Poterie	Mesure mise en place	La partie prairie humide de la prairie d'Ausset a été réhabilitée avec un réseau de marres fonctionnelles d'après les suivis FFH en cours.
		Réhabilitation du boisement existant (7 494 m²) création ZH en lieu et place des propriétés bâties (4 061 m²) mise en place d'un réseau de fossé associé à de légères dépressions voire de mares forestières plus profondes.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	En cours	Acquisition des maisons (3/3) démolition (2/3 la dernière étant occupée). Le réaménagement de cet espace et du bois d'accompagnement permettra la création d'un réseau de fossés et de marres. Une étude de faisabilité a été réalisée.
				Réalisé	Les espaces adjacents à l'étang de Colovrex sont gérés par la commune, une mise en défend d'une partie des rives de l'étang a été réalisée afin de préserver la faune de zone humide.
C3	**Compensation ex situ : préservation du bois Durand et des espaces adjacents**	Soutien au classement des espaces en zone N au PLU pour les espaces à Haute valeur de biodiversité comme l'étang de Colovrex, le bois Durand, le bois de Perdriaux.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	Réalisé	Classement en zone naturel protégé (Np) des bois Perdriaux, Durand et Colovrex
					Classement en zone naturel (N) des maisons à acquérir
					Classement en espace boisée classé des bois Perdriaux, Durand
					Classement en zone humide d'une partie des bois Perdriaux, Durand et Colovrex
		Soutien à la mise en œuvre de l'ENS de l'étang de Colovrex (porté par la ComCom).	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	Réalisé	Labellisation ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex" en 2014, classement ZPENS en 2015, Mise en œuvre du Plan de Préservation et d'Interprétation en 2017-2021
		Participation financière : mares forestières Colovrex, gouilles crapaud Calamite Perdriaux, lisieres favorables à la biodiversité, rotations culturale.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	En cours	Prévision d'une enveloppe de 500 000 € au sein et en dehors du périmètre de la ZAC avec une participation à l'ENS en partenariat avec le Département de l'Ain.
				Mesure mise en place	Enveloppe de 54 000 € sur une durée de 10 ans pour les suivis faune et flore. Le suivi Faune Flore a été réalisé ponctuellement sur certains taxons de 2017 à 2021, un suivi 4 saisons est réalisé en 2024 par la SPL Terrinnov sur l'ensemble des taxons.
C4	**Mesures en faveur des chauves-souris**	Mesures de sauvegarde du Bois Durand et des espaces associés.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	Réalisé	Classement en zone N, espace boisé classé, zone humide au PLU
					Labellisation ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex" en 2014, classement ZPENS en 2015, Mise en œuvre du Plan de Préservation et d'Interprétation en 2017-2021

		Acquisition de prairies avec présence de bordures arborées connectées entre le bois Durand et le bois de Perdriaux.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex"	Mesure mise en place	Dans le cadre de la mise en place du plan de gestion de l'ENS, la commune de Ferney-Voltaire a acqui les parcelles : A n°40-209-247-271-276 et 342 Le sud de la parcelle n°A342 a été mis en défend pour préserver le milieux
		Renaturation du Nant	Renaturation Nant – Très la grange (tronçon 1),	En cours	AVP réalisé, travaux soumis au DLE de très la Grange et à la fin des investigations Archéologiques
			Renaturation Nant – Allée de la Tire- (tronçon 2)		Travaux réalisés terminés en 2021
			Renaturation Nant – Paimboeuf Sud tronçon 3),	Réalisé	Travaux réalisés terminés en 2024
			Renaturation Nant – Place du Jura (tronçon 4),	En cours	AVP réalisé, Ces travaux pourront être réalisés en lieu et place de la RD35 et de l'espace adjacent après le dévoiement de la route. Dévoiement soumis au PAC CNPN en cours (extension de grand capricorne et muscardin).
		Renaturation du Nant et du Gobé	Renaturation Gobé + Nant Poterie (tronçon 5)	En cours	Maintien de la continuité boisée et reconstitution de la continuité boisée en accompagnement du Nant et du Gobé. L'ensemble des renaturations du secteur poterie sera traité dans un même marché de travaux, ces travaux commenceront par le tronçon de renaturation lié à la véloroute (Gobé Amont) dont les études PRO sont en cours. Ils se poursuivront sur le reste des linéaires de cours d'eau de Poterie.
		Favoriser /reconnecter le corridor Poterie/Etang de Colovrex jusqu'à Paimboeuf/Très la Grange en passant par le bois Durand et Perdriaux.	ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex" ouest Douane	En cours	Corridor Poterie en cours de réalisation : Acquisitions foncières en cours des maisons du secteurs douane (3/3), destruction des maisons 2/3 qui permettent de renforcer le corridor (suppression des clôtures) et la trame noire du site.
			ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex" Colovrex	Réalisé	Plantation de haie en pied de butte de l'étang de Colovrex au corridor longeant le Nant réalisée.
			ENS du site "Bois Durand et Perdriaux, étang de Colovrex" Est douane	Non enclenché	Corridor passant par les bois Durand et Perdriaux : La plantation de haie entre la douane et Perdriaux n'est pas réalisable pour le moment car sur une/des parcelles foncières privées et exploitée. La SPL Terrinnov relance les discussions avec les acteurs concernés. En cas d'impossibilité de réaliser cette mesure, elle devra être remplacée.
		Création d'un corridor continu entre le bois Durand et le bois de la Mouille	ENS du site "Bois Durand Perdriaux, ; Colovrex" Ouest boisements	Non enclenché	Corridor entre le bois Durand et le Bois de la mouille : La plantation de haie n'est pas réalisable pour le moment car sur des parcelles foncières privées et exploitées. La SPL Terrinnov relance les discussions avec les acteurs concernés. En cas d'impossibilité de réaliser cette mesure, elle devra être remplacée.
		Pose d'au moins 4 nichoirs adaptés aux chauves-souris	ZAC	Réalisé	10 nichoirs ont été posés
C5	**Mesures en faveur des oiseaux**	Mise en place de haies basses en pied de butte sur l'étang de Colovrex.	ENS "Bois Durand et Perdriaux, ; Colovrex"	Réalisé	Réalisé dans le cadre du renouvellement du Plan de préservation et d'interprétation de l'ENS
		Pose d'au moins 8 nichoirs adaptés aux oiseaux	ZAC	Réalisé	10 nichoirs posés, suivi de l'occupation ayant montré 3 nichoirs occupés en 2024.
C6	**Préservation et revalorisation de la prairie d'Ausset**	Création d'une prairie humide	Prairie d'Ausset	Réalisé	Création d'un réseau de marres. Suivit FF en 2024 indiquant leur fonctionnalité (tritons et grenouilles identifiés)
		Plantation d'arbustes indigènes		Réalisé	Le 29 et 30 novembre 2022 : réalisation des travaux de remise en état.
		Aménagement de structures favorables à la faune (mares et murgiers)		Réalisé	Murgiers réalisés sur la partie haute - Prairie sèche. Mares réalisées sur la partie basse, prairie humide en lien avec le cours d'eau à proximité.
		Entretien extensif des surfaces		Réalisé	Entretient extensif des surfaces par le prestataire pendant deux ans, puis la parcelle a été rétrocédée à la commune qui l'entretient, une formation de gestion extensive et raisonnée de l'espace a été dispensée aux services techniques de la commune.
C7	**Restauration fonctionnelle du compartiment aquatique (niveau R1) R1 : Restauration dans le lit mineur**	Restauration et amélioration du corridor écologique	Secteur médian du ruisseau du Gobé (longeant le parking du Carrefour) et section du Nant le long du lot P05	En cours	La renaturation R1 correspond à la renaturation d'un des compartiment de l'hydrosystème dans un contexte où la restauration fonctionnelle est contrainte. Elle peut être mise en place dans l'emprise actuelle du lit mineur. Elle est réalisée dans un contexte de contrainte d'emprise foncière.
	Secteur médian du ruisseau du Gobé (longeant le parking du Carrefour) et section du Nant le long du lot P05	Mise en place de structures de diversification des écoulements avec prise en compte des contraintes foncières (emprise actuelle du lit mineur)		En cours	Etudes de renaturation au niveau AVP Acquisition des cours d'eau réalisée et nettoyage réalisé dès la prise de possession (plusieurs tonnes de déchets retirés dont scooter, matelas, cadis, poubelles, plastique, bidons de produits chimiques…) L'ensemble des renaturations du secteur poterie sera traité dans un même marché de travaux, ces travaux commenceront par le tronçon de renaturation lié à la véloroute (Gobé Amont) dont les études PRO sont en cours. Ils se poursuivront sur le reste des linéaires de cours d'eau de Poterie.
C8	**Restauration fonctionnelle du compartiment aquatique (niveau R2) R2 : Restauration du lit mineur et majeur**	Restauration et amélioration fonctionnelle du corridor écologique	Secteur amont et aval du ruisseau du Gobé	En cours	La renaturation R2 correspond à une restauration fonctionnelle globale dans une emprise de 2 à 10 fois l'emprise du lit mineur initiale. Les renaturations de cours d'eau sur poterie ont fait l'objet d'un AVP. Ces études ont mis en lumière la nécessité de réaliser une étude hydraulique afin d'assurer la compatibilité de la renaturation avec l'hydrologie des cours d'eau jusqu'à la Q100. Une modélisation hydraulique précise a été réalisée dans le cadre de PAC Zones inondables sur très la Grange et a été livrée en 2024. Cette étude permettra de réaliser le PRO de ces renaturations prochainement.
		Amélioration du compartiment aquatique et rivulaire comprenant notamment la reconstitution ou l'amélioration de la ripisylve (emprise foncière plus importante)			

					L'ensemble des renaturations du secteur poterie sera traité dans un même marché de travaux, ces travaux commenceront par le tronçon de renaturation lié à la véloroute (Gobé Amont) dont les études PRO sont en cours. Ils se poursuivront sur le reste des linéaires de cours d'eau de Poterie.
C9	**Restauration fonctionnelle du compartiment aquatique (niveau R3 Restauration du lit mineur, majeur, des berges et de la ripisylve)**	Amélioration du compartiment aquatique et rivulaire comprenant notamment la reconstitution ou l'amélioration de la ripisylve	Secteur Amont du Nant - Très la Grange Secteur Paimboeuf Sud Secteur Aval du Nant - place du jura	En cours	La renaturation R3 correspond à la R2 + ajout de l'espace de mobilité ou de fonctionnalité du corridor fluvial Tronçons de renaturation sur très la Grange et sur la place du jura. Ces espaces permettent de redonner au cours d'eau et à sn milieu accompagnateur une emprise foncière de plus de 10 fois la largeur initiale du cours d'eau, offrant un espace de mobilité et une restauration fonctionnelle totale de l'hydrosystème : - Elargissement, diversification, reméandrage du lit du ruisseau en adéquation notamment avec les niveaux d'étiage et de crue annuelle, à même d'en assurer la pérennité hydrique) - Reconstitution et amélioration et diversification des berges et de la ripisylve. - Recharge du lit localement par la mise en place de matériaux gravelo-terreux en fond de cours d'eau. - Capacités hydrauliques aptes à assurer l'écoulement d'une crue centennale. La renaturation préserve et amplifie la continuité écologique, par le maintien et le développement de la trame verte existante (élargissement de la ripisylve à 15m), la multiplication des fonctionnalités de la trame bleue ;
DLE C1	**Renaturation du Nant et du Gobe**	32 626 m² de zone humide créées par la renaturation des cours d'eau du Nant et du Gobe et de leurs berges présents dans l'emprise des aménagements	ZAC	Mesure mise en place	Renaturation réalisée sur Paimboeuf Sud et l'allée de la tire avec recréation de milieux humides. Etudes des renaturations suivantes en cours. CF mesures C7-C8-C9 Mesure en cours d'ajustement car la comptabilisation des surfaces de l'arrêté n'est plus valables.
DLE C2	**Renaturation du ruisseau de l'Ouye et création de zones humides ponctuelles sur Paimboeuf**	9 040 m² par les aménagements écologiques internes à la ZAC répartis en la renaturation des autres ruisseaux présents dans l'emprise, ruisseau de l'Ouye au niveau du centre commercial et de la station d'épuration (les surfaces réhabilitées sont de 3 834 m²)	ZAC	En cours	Etudes des renaturations en cours Mesure en cours d'ajustement car la comptabilisation des surfaces de l'arrêté n'est plus valables.
		création de zones humides ponctuelles par étrépage dans la zone de projet de Paimboeuf (surface de 5 206 m²).	Paimboeuf Nord	En cours	Mesure incluse aux plans d'aménagement, elles pourront être mises en place en parallèle et à la suite de l'aménagement des espaces publics afin de ne pas impacter ces nouvelles créations de zones humides par les travaux en cours sur le secteur.
			Paimboeuf Sud	En cours	
DLE C3	**Compensation ex-situ**	Le projet prévoit également 11 555 m² d'accompagnement par la mise en valeur de zones humides par la restauration du bois d'accompagnement de l'étang de Colovrex (7 494 m²) et la transformation d'une zone bâtie (4 061 m²).	Poterie	En cours	Emprise des compensations en cours de dégagement (2/3) Mesure en cours d'ajustement car la comptabilisation des surfaces de l'arrêté n'est plus valables.
A1	**Missions de management environnemental en phase de chantiers**	Désignation d'un responsable environnement des travaux, mission de contrôle	ZAC	Mesure mise en place	Pour l'ensemble des chantiers de la ZAC, mission spécifique du bureau d'étude réglementaire et écologue Avis Vert pour établir des prescriptions dans les DCE, et suivre les phases de travaux (EXE à AOR)
A2	**Extensification de l'entretien du parc de Colovrex**	Entretien extensif des surfaces de prairie sèche du parc	Colovrex, Poterie	Mesure mise en place	Le parc de Colovrex est en partie géré selon un entretient extensif afin de concilier usage du public et prairies de fauche tardive.
A3	**Valorisation des surfaces prairiales sèches**	Acquisition foncière de la prairie sèche par la SPL et modalités d'entretien adaptées	Poterie	Réalisé	Surface prairiale acquise par la SPL (plan du foncier SPL - septembre 2021) Gestion extensive du site-fauche tardive ou absence de fauche
S1	**Suivis durant les phases successives d'aménagements**	Suivi par un écologue : sensibilisation en début de chantier ; surveillance et de contrôle en cours de chantier ;	ZAC	Mesure mise en place	Pour l'ensemble des chantiers de la ZAC, mission spécifique du bureau d'étude réglementaire et écologue Avis Vert pour établir des prescriptions dans les DCE, et suivre les phases de travaux (EXE à AOR)
		Visite avant réception des aménagements.			
S2	**Suivis à l'issue des aménagements**	Suivi des mesures de remise en état.	ZAC	Non enclenché	Mesures de suivies à l'issue de l'aménagement de la ZAC Pendant l'aménagement de la ZAC, le suivi FFH est régulier
		Suivi de l'état de conservation de la population de Rosier de France, Suivi des chiroptères, Suivi de la population du Pic mar			
		Evaluation des fonctionnalités retrouvées des cours d'eau ainsi qu'au droit du poste frontière.			
		Mise en place des mesures du plan de gestion de l'étang de Colovrex. Suivi de l'avifaune (N + 2+5+10 ans).			
		Suivi des corridors biologiques. Suivi de la mortalité routière, suivi du bois Durand et de prairies attenantes.			

4 Le milieu humain

4.1 L'urbanisme et les documents de planification

4.1.1 Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) du Pays de Gex

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) du Pays de Gex a été approuvé le 19 décembre 2019 et rendu exécutoire le 24 février 2020.
Il fixe les objectifs et orientations du territoire à 20 ans en matière de gestion économe et de lutte contre l'artificialisation des sols, de logement, de transports et de déplacements, d'implantation commerciale, de préservation des ressources naturelles, de protection et de mise en valeur des espaces naturels, forestiers et des paysages.
Dans le contexte territorial gessien, le Plan d'Aménagement et de Développement Durable, volet politique du schéma d'aménagement, fixe trois grandes orientations :

1. Maitriser l'urbanisation du territoire,
2. Promouvoir le Pays de Gex au sein de la métropole genevoise
3. Retrouver l'authenticité gessienne.

La 1ère orientation se décompose en 6 volets dont les 3 1ères font directement écho au processus en cours de ZAC FGI :

1. Organiser le développement du territoire pour faire émerger une agglomération gessienne multipolaire au sein de la Métropole genevoise
2. Loger nos salariés qui font vivre et animent le territoire
3. Favoriser une mobilité innovante et durable

Ces objectifs sont traduits dans le Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO) qui est la pièce opposable du SCOT.
La ZAC Ferney-Genève Innovation répond parfaitement à la volonté politique d'accueillir plus d'habitants dans de meilleures conditions, en développant une offre de logement conséquente et mixte, dans un quartier drainé par les transports en commun. Le projet de tramway est cité dans la partie 3 du DOO « Une mobilité et une accessibilité innovante et décarbonée » :

Renforcer la desserte TC en direction du cœur de l'agglomération genevoise en réponse au durcissement des conditions d'accès routier :

- Créer des lignes de transports collectifs lourds en direction de Saint-Genis-Pouilly (BHNS CERN-Saint-Genis-Pouilly) et ***Ferney-Voltaire (prolongement du tramway*** *et création d'un BHNS (Gex-Ferney-Voltaire)…*

4.1.2 Le PLUi-H du Pays de Gex

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal et de l'Habitat (PLUi-H) du Pays de Gex, a été approuvé en février 2020 et est exécutoire depuis le 18 juillet 2020. Il fixe les grandes orientations d'aménagement et d'habitat du territoire ainsi que les règles d'occupation et d'utilisation du sol. Il s'applique à la commune de Ferney-Voltaire en remplaçant l'ancien plan local d'urbanisme.

Les enjeux du Pays de Gex sont d'accueillir les nouveaux habitants, les activités économiques et les services nécessaires tout en préservant l'agriculture, l'environnement, le patrimoine naturel, rural et historique du territoire. Le PLUi-H a pour vocation de concilier ces enjeux pour préserver l'équilibre et l'harmonie du territoire.
Le PLUi-H a été élaboré par Pays de Gex agglo, en concertation avec les 27 communes du territoire. Il évolue en permanence pour s'adapter aux enjeux du territoire et en préservant toujours la notion d'équilibre entre développement urbain et préservation du patrimoine naturel et historique.
Le PLUi-H limite l'artificialisation des sols en travaillant sur la densification urbaine. Ainsi, les nouvelles constructions sont limitées aux zones urbaines et périurbaines, ce qui permet de protéger entre autres, 400Ha de terres agricoles.

4.1.2.1 Le volet mobilité du PLUi-H

Le PLUi-H du Pays de Gex développe plusieurs orientations permettant de lier développement urbain et mobilité :

- Articuler le développement urbain aux déplacements,
- Fluidifier les déplacements sur le territoire, quels que soient leurs types et leurs directions,
- Faciliter le changement de modes de transports en développant des plateformes d'échange, notamment à Ferney-Voltaire.

Le Plan d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) inscrit alors le développement d'un réseau de transport cohérent avec les besoins d'un territoire de plus de 100 000 habitants au travers de ses trois grandes ambitions :

- Maîtriser l'urbanisation du territoire afin de structurer des espaces de vie accessibles à tous, équipés et connectés.
- Promouvoir le Pays de Gex au sein de la métropole Genevoise à travers un positionnement économique complémentaire qui s'appuie sur ses atouts intrinsèques.
- Retrouver l'authenticité de l'identité gessienne au travers de la promotion d'un paysage urbain relié aux espaces ruraux et naturels qui l'entourent et de la mise en valeur du patrimoine.

Le PLUi-H cible le secteur de Ferney Genève Innovation pour permettre le raccordement de Ferney-Voltaire à Genève par un transport en commun lourd (type tramway).

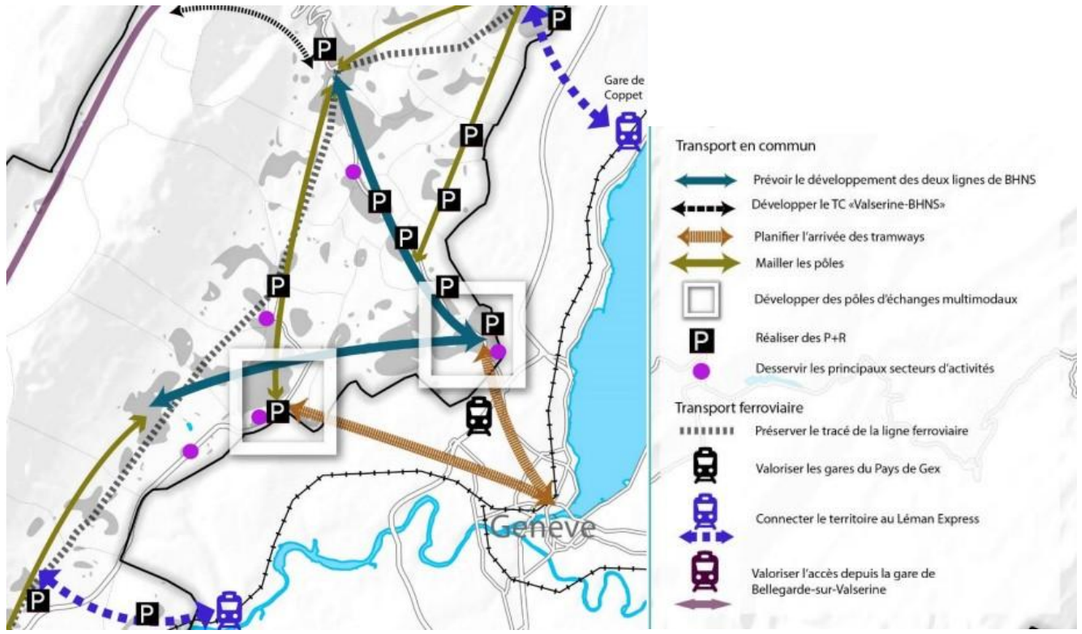


Figure 99 : orientation 1.3 - Une mobilité et une accessibilité innovante (Source : PADD, PLUi-H du Pays de Gex, février 2020)

4.1.2.2 Zonage

Le périmètre d'étude pour l'extension du tramway est inscrit dans les zones:

- 1AUFGi : Zone 1 AU Ferney Genève Innovation qui correspond aux secteurs de Paimboeuf et de Très-la-Grange de la ZAC Ferney Genève. Cette zone regroupe de vastes espaces agricoles en cours d'aménagement ou encore vierge de toute urbanisation. La zone comprend également le ruisseau du Nant longeant le Nord du secteur Très-la-Grange, séparant les deux secteurs puis longeant le secteur Paimboeuf sur sa partie Sud. L'objectif est d'urbaniser progressivement la zone de manière à s'intégrer au mieux dans l'environnement et d'offrir des qualités d'habiter et d'usages aux futurs habitants, usagers et riverains.
- UAFGi : Zone urbaine d'activité Ferney Genève Innovation qui correspond à la zone d'activité (UA) comprenant les secteurs de la Poterie et Ausset de la ZAC Ferney Genève Innovation. La zone regroupe les espaces qui accueillent des activités économiques, qu'elles soient tertiaires, artisanales ou industrielles. L'objectif est de maintenir des activités économiques, autres que l'hébergement hôtelier et le commerce de détail, dans les différents tissus urbains publics.
- 1AUE : zone à urbaniser d'équipements (en limite nord-est de la ZAC) qui correspond aux secteurs d'équipements publics et d'intérêts collectifs. La zone regroupe des espaces permettant l'accueil d'équipements d'intérêt collectif et services publics tels que les sites de transports terrestres, de défense nationale ainsi que des pôles d'équipements communaux... L'objectif est de maintenir ces sites dans leur vocation principale, tout en permettant une gestion adaptée aux besoins de leur évolution.

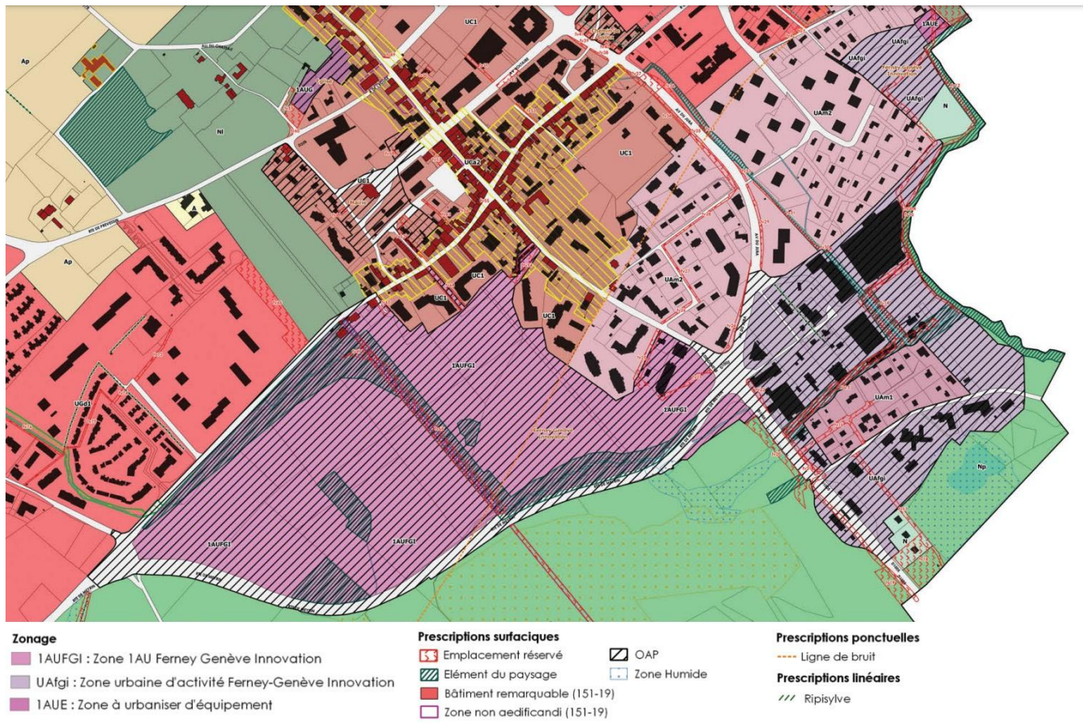


Figure 100 : extrait du règlement graphique du PLUi-H de Ferney-Voltaire

4.1.2.3 Prescriptions relatives au paysage et au patrimoine

Le règlement graphique identifie des éléments du paysage à préserver et devant répondre à des dispositions spécifiques :

Tableau 16 : Prescriptions relatives au paysage et au patrimoine, Règlement écrit du PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020

Élément de paysage	Disposition	Emplacement vis à vis du périmètre d'étude
Secteurs paysagers à protéger pour des motifs écologiques et paysagers	Ils doivent conserver leur aspect naturel et végétal prédominant : - au moins 80% de leur superficie doivent être maintenus en espaces libres perméables, espaces verts ou liaisons douces non imperméabilisées ; - les aménagements et constructions en lien avec l'usage du site (abris de jardin…) et sa mise en valeur touristique sont autorisés dans une limite de 3,50m de hauteur à l'égout. Par ailleurs, la végétation existante devra être maintenue, excepté dans les cas avérés d'espèces invasives. Tout abattage d'un arbre doit être justifié (implantation d'équipements, état phytosanitaire dégradé, menace pour la sécurité des biens et personnes) et compensé par la plantation d'un arbre.	S'applique sur tout le ruisseau du Nant, notamment au droit des traversées du tramway sur l'Allée de la Tire. Une petite zone est cartographiée au Nord du secteur Douane, à l'extérieur de la ZAC sur l'ENS « Bois Durand, Perdriaux et étang de Colovrex ».

Ripisylves à préserver pour des motifs écologiques et paysagers	Les ripisylves inscrites au règlement graphique sont protégées. Toute nouvelle construction, extension de construction existante et imperméabilisation sont interdites, exception faite des ouvrages d'intérêt collectif, sous réserve d'une bonne intégration écologique et paysagère ; Leur suppression doit être justifiée et entraine l'obligation de replanter des arbres composés d'essences variées, locales, adaptées au site et à feuilles caduques.	S'applique sur tout le ruisseau du Nant, notamment au droit des traversées du tramway sur l'Allée de la Tire. Une petite zone est cartographiée au Nord du secteur Douane, à l'extérieur de la ZAC sur l'ENS « Bois Durand, Perdriaux et étang de Colovrex »
Zones humides	Les espaces repérés au règlement graphique sont des zones humides potentielles issues de l'inventaire départemental de l'Ain. Elles répondent à la réglementation édictée ci- dessous. Dans les secteurs de zones humides sont interdits : - toute nouvelle construction, extension de construction existante et imperméabilisation ; - tout exhaussement et affouillement de sol ; - tout nouvel aménagement conduisant au drainage des sols ; - tout aménagement susceptible d'altérer le caractère de zone humide. Sont admis sous conditions : - les aménagements légers et démontables de valorisation écologique, paysagère et pédagogique des milieux ; - l'adaptation et la réfection des constructions existantes à condition que cela n'entraîne pas une augmentation de l'emprise au sol du bâtiment ; - les aménagements visant à réduire le risque inondation.	Aucune zone humide référence dans le PLUi-H n'est présente au droit du projet, cependant à proximité directe su site deux zones humides sont cartographiées, qui font partie de l'ENS « Bois Durand, Perdriaux et étang de Colovrex » : - Au droit de l'étang de Colovrex sur le secteur Douane se trouve une large zone humide. - Au nord du poste de Douane à l'extérieur de la ZAC mais longeant le périmètre de projet.
Bâtiments remarquables	Par ailleurs, la végétation existante devra être maintenue, excepté dans les cas avérés d'espèces invasives. En cas de projet, une étude complémentaire répondant à l'arrêt du Conseil d'État n°386325 du 22 février 2017 (précisé par la note technique de 26 Juin 2017) est requise. Si la zone humide est confortée, la réglementation préalablement exposée s'applique. Les projets ne doivent pas porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages naturels ou urbains ainsi qu'à la conservation des perspectives monumentales. Pour les secteurs d'intérêt patrimonial identifiés au zonage se référer à l'OAP thématique patrimonial.	Au Nord de l'Allée de la Tire, en dehors du périmètre du projet.

Le périmètre élargi du projet (25m de part et d'autre du tracé) intercepte une protection d'élément du paysagesuivant la ripisylve du Nant de la rue de Meyrin jusqu'à la place du Jura, ainsi que les bosquets de Très-la-Grange. Le projet est également concerné par une zone non aedificandi au droit de l'Allée de la Tire.

4.1.2.4 Servitude d'utilité publique (SUP) et emplacements réservés (ER)

L'emprise de projet (emprise élargie, soit 25m de part et d'autre du tracé du tramway) intercepte plusieurs emplacements réservés :

Tableau 17 : Emplacements réservés, Règlement écrit du PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020

ER	Libellé de l'ER	Bénéficiaire	Surface en m²	Emplacement vis à vis du périmètre d'étude
Fv67	Mise en valeur de la ripisylve	SPL Terrinov	516,26	Au Nord de l'Allée de la Tire sur le secteur Très-la-Grange.
Fv68 (cf. partie paysage et patrimoine)	Aménagement de l'Allée de la Tire	Commune de Ferney-Voltaire	7 006,60	L'allée de la Tire jusqu'à la route de Meyrin (RD35).
Fv19	Aménagement d'un corridor écologique	SPL Terrinov	1 829,65	Au droit de la frontière, assurant la liaison écologique depuis l'étang de Colovrex jusqu'au Bois de Perdriaux (ENS).
Fv20	Élargissement de voirie pour BHNS	Commune de Ferney-Voltaire	2 708,02	Au Nord-Ouest de la RD35, au croisement avec la RD35.
Fv21	Élargissement de voirie pour BHNS	Commune de Ferney-Voltaire	270,05	Le long de la RD1005 depuis la frontière jusqu'au croisement avec le Nant sur le secteur Poterie.
Fv22	Élargissement de voirie pour BHNS	Commune de Ferney-Voltaire	438,05	Au Nord Est de la RD35, au croisement avec le chemin de la Brunette.
Fv23	Création de voirie	Commune de Ferney-Voltaire	632,53	Au croisement de la route de Meyrin et de la rue de Genève, au droit de la place du Jura.

Le périmètre élargi du projet (25m de part et d'autre du tracé) intercepte 7 emplacements réservés, majoritairement réservés à des actions pour le développement des mobilités et pour le développement de corridors écologiques.

4.1.2.5 Le programme d'orientation et d'action (POA) - Mobilité

Le POA complète les pièces constitutives du plan local d'urbanisme (rapport de présentation, PADD, OAP, règlement et annexes), lorsque celui-ci tient lieu de Plan de Déplacements Urbains (PDU). Il a vocation à regrouper l'ensemble des informations et mesures nécessaires à la mise en œuvre des politiques de transports et de déplacements tout en éclairant les opérations précisées dans l'OAP.

Le POA Mobilité prend une forme resserrée et opérationnelle, déclinée en une vingtaine de fiches d'action. Ces fiches rappellent les éléments de contexte et objectifs de l'action, détaillent les missions à mener, identifient les acteurs institutionnels concernés et leur rôle, et précisent les conditions de mise en œuvre (coûts, horizons, instruments et coordinations, suivi).

Le POA Mobilité décrit les actions qui permettront de répondre aux principes et objectifs figurant dans le SCoT et le PADD, soit une mobilité accessible et innovante. Il comprend 3 grandes actions :

- Assurer le développement du transport en commun et de sa performance sur le territoire.
- Développer des pôles multimodaux afin de favoriser l'évolution des pratiques de mobilité vers une utilisation complémentaire optimale des différents modes de transport.

- Mettre à niveau et compléter le réseau routier structurant du territoire tout en apaisant les centre de localités.

L'objectif lié au renforcement du réseau de transports en commun sur la commune de Ferney-Voltaire est défini par les fiches suivantes :

- TC1 : Mise en œuvre d'un réseau structurant de transport en commun , notamment : la réalisation d'un transport en commun en site propre de la frontière Suisse à Ferney-Voltaire en plus du BHNS.
- TC2 : Maillage du territoire par des lignes de transport en commun secondaires.
- TC3 : Desserte des sites touristiques en TC.
- TC4 : Mise en accessibilité du réseau de TC et amélioration du bilan énergétique à travers des prescriptions environnementales et énergétiques au sein des appels d'offre pour l'exploitation des lignes de transport en commun, la mise en œuvre des expérimentations de nouvelles technologies, la mise en accessibilité aux PMR, etc.

A noter, que le POA n'est pas opposable aux autorisations d'urbanisme.

4.1.2.6 Le programme d'orientation et d'action (POA) - Habitat

La fonction du POA Habitat est semblable à celle du POA Mobilité. Il permet de préciser les modalités afin de traduire opérationnellement les ambitions du SCoT et du PADD en matière de réalisation de logements. Le pays de Gex a pour volonté de contenir le développement urbain pour permettre l'accueil des populations nouvelles dans de bonnes conditions (réalisation des équipements notamment). L'objectif est d'accueillir 20 000 habitants supplémentaires à l'horizon 2030, soit de réaliser 12 000 logements neufs en assurant des objectifs de mixité sociale. Il comprend 4 grandes actions :

- Programmation de logements (principes pour limiter les effets de tension sur le marché : accession abordable, diversification des produits, maîtrise foncière, etc.).
- Programmation de logements sociaux (répartition géographique, financement, typologies).
- Les actions relatives à l'amélioration du parc existant (encourager la rénovation des logements anciens notamment).
- Les réponses à apporter aux besoins spécifiques (travailleurs précaires, personnes âgées et jeunes en insertion).

4.1.2.7 Les Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP)

- *Mobilité (OAP thématique)*

De façon complémentaire au POA mobilité, l'OAP Mobilité vise à répondre à plusieurs objectifs :

- Optimiser l'organisation et renforcer l'attractivité du réseau de transports en commun.
- Favoriser le développement de la marche et du vélo pour les déplacements du quotidien, et la qualité des espaces publics.
- Permettre un développement approprié et multimodal des infrastructures routières.
- Favoriser la complémentarité d'usage et l'interconnexion de tous les modes de déplacement.
- Accompagner l'évolution des pratiques de mobilité et soutenir le développement des services à la mobilité.
- Réduire les nuisances liées aux déplacements.
- Améliorer la sécurité des déplacements.
- Renforcer la coopération et soutenir les initiatives.

Plus spécifiquement, des orientations pour le développement intelligent des transports en commun sont développées dans cette OAP. Toutes les opérations d'aménagement doivent proposer :

- un niveau d'offre de stationnement en cohérence avec le niveau d'offre de transports en commun,
- des liaisons piétonnes et cyclables permettant de rejoindre au plus court et en toute sécurité, les arrêts de transport en commun et de transport scolaire et les services de mobilité,
- des installations pour le stationnement des vélos (sécurisées et si possible couvertes) à proximité immédiate des arrêts de transport en commun,
- la circulation des transports en commun sur le site (dimensionnement et aménagement des voies permettant la giration, le croisement aisé voire le retournement des bus),
- la mise en place de dispositifs de priorisation pour la circulation des transport en commun (voies réservées, régulation lumineuse, etc.),
- l'intégration éventuelle de services et d'équipements liés à la mobilité (équipement technique des terminus de bus, aménagement d'espaces multimodaux, etc.),
- la sécurisation et la mise en accessibilité des arrêts de transport en commun et de transport scolaire.

L'OAP inscrit comme un des projet spécifique du pays de Gex, autorité organisatrice du transport (AOT), le prolongement du tramway jusqu'à la commune de Ferney-Voltaire.

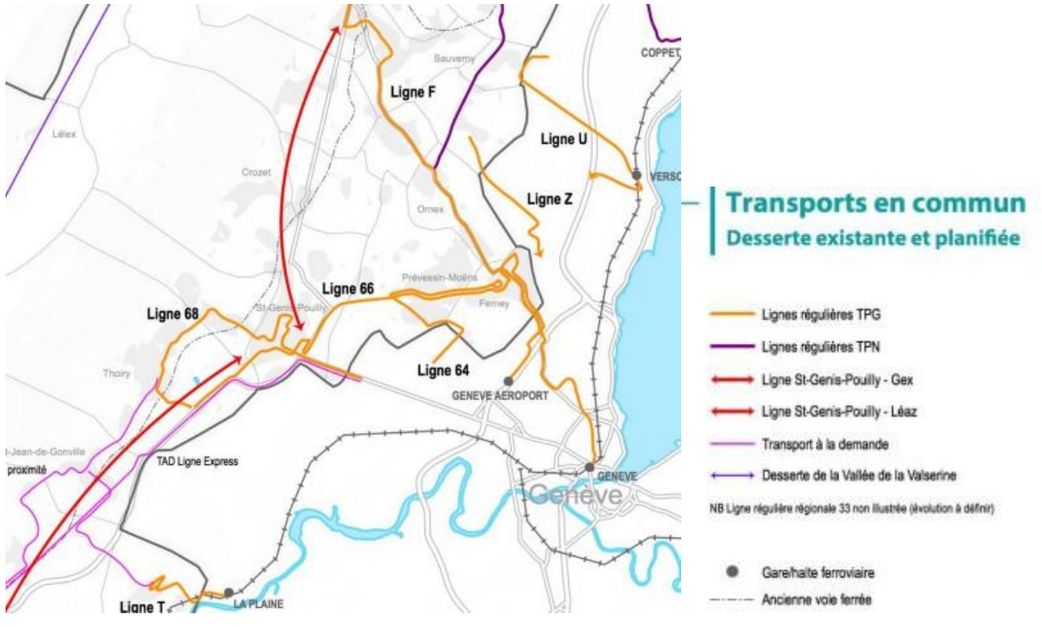


Figure 101 : Orientation 1.3 - Une mobilité et une accessibilité innovante (source : PADD, PLUi-H du Pays de Gex, février 2020)

- *ZAC Ferney-Genève innovation (OAP sectorielle)*

La globalité de la ZAC FGI est concernée par une OAP sectorielle. L'aménagement de ce quartier permettra de valoriser l'entrée de ville de Ferney-Voltaire, d'accompagner le développement démographique et économique de la commune et du Pays de Gex, d'assurer une mixité sociale dans un contexte de très forte pression immobilière et foncière et de fabriquer une interface avec les espaces agricoles et naturels situés au sud de la RD35.

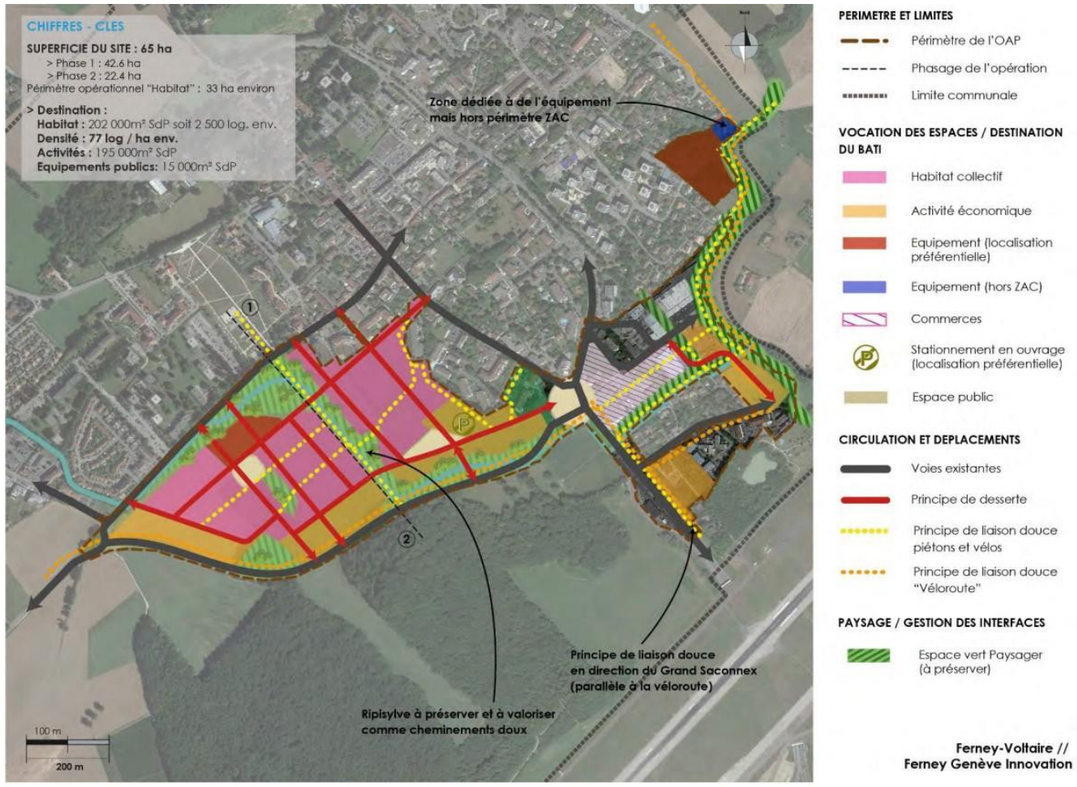


Figure 102 : OAP sectorielle Ferney Genève Innovation (Source : PLUi-H du Pays de Gex, Février 2020)

L'OAP ne met pas en avant l'extension de la ligne de tramway au sein de la ZAC. Les principes d'aménagement se concentrent surtout sur le maillage viaire interne de la ZAC (maillage interne structuré et végétalisé, modes doux) et sur la perméabilisation des axes de déplacement (système de récupération et gestion des eaux pluviales, limitation du ruissellement, etc.).

Etat actuel (E0)

- Le périmètre de projet doit prendre en compte le projet de l'Agglomération du Pays de Gex décliné dans le PADD, le règlement, les OAP et les deux POA particulièrement vis-à-vis de la thématiques mobilité.

Etat initial (E1)

- Le prolongement du tramway s'intègre dans la ZAC Ferney Genève innovation faisant elle-même l'objet d'une OAP (PLUI-H).
- Le tracé du tramway rencontre plusieurs prescriptions surfaciques sur ses différents tronçons (ER, éléments du paysage, zone non aedificandi) qui imposent la protection de la ripisylve du Nant et des bosquets de Très- la-Grange, ainsi que la création de voirie dédiées notamment au BHNS.

Enjeux

- Respect des objectifs et principes d'aménagement de l'OAP Ferney Genève Innovation.
- Prise en compte des prescriptions surfaciques interceptées par le tracé et périmètre élargi du tramway.

4.2 Contexte socio-économique

4.2.1 Démographie

La commune de Ferney-Voltaire comptait 10 026 habitants en 2019, un chiffre en hausse d'environ 28% comparativement à 2008. Cette dynamique démographique continue s'explique notamment par la situation transfrontalière de la commune.

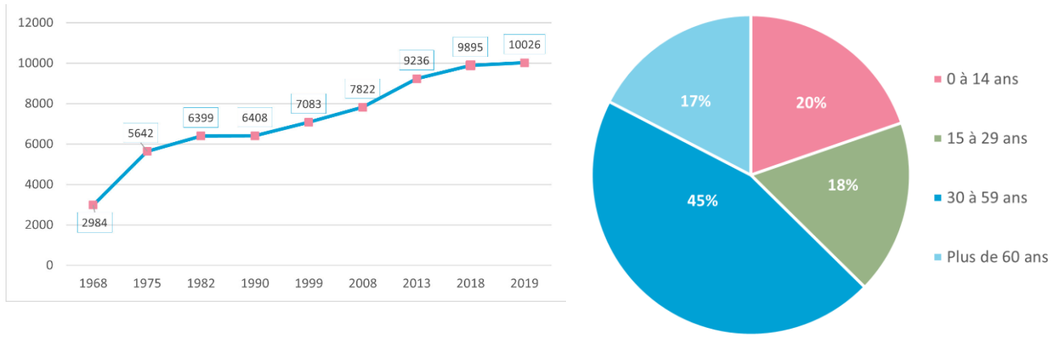


Figure 103 : Évolution annuelle de la population depuis 1968 (à droite) et taux de population par grande tranche d'âge en % en 2019 (à gauche)_ Sources : INSEE, RP 2019

Le calcul de densité vient également souligner ce fait puisque la commune passe de 1636,4 habitants/km² en 2008 à 2 097,5 hab/km² en 2019. C'est une population relativement jeune qui vit dans la commune puisque la part la plus importante est représentée par les 30-59 ans (45%), sachant qu'au sein de cette tranche d'âge les 30-44 ans sont les plus représentés (25,8%) et que les moins de 30 ans représentent 38% de la population.

Entre les deux derniers recensements, on observe une relative stabilité concernant l'âge de la population de Ferney-Voltaire. Toutefois, entre 2008 et 2019, la part des 0-14 ans, 30-44 ans et des plus de 60 ans a légèrement augmenté (entre +1,3 et +1,5%) alors que celle des 15-29 ans a diminué (-2,6%).

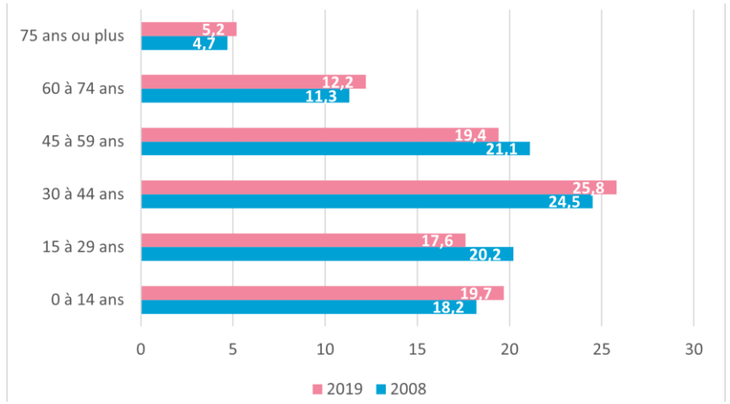


Figure 104 : Évolution des parts des tranches d'âge des ménages _ RP2019, INSEE

Plus que le territoire communal de Ferney-Voltaire, il s'agit également de prendre en compte la dynamique du territoire de coopération transfrontalière franco-valdo-genevois s'organisant autour de l'arc lémanique. Ce territoire de vie s'étendant sur plus 13 400 km² et dénombrant 2 803 000 habitants en 2020 est support de multiples échanges.

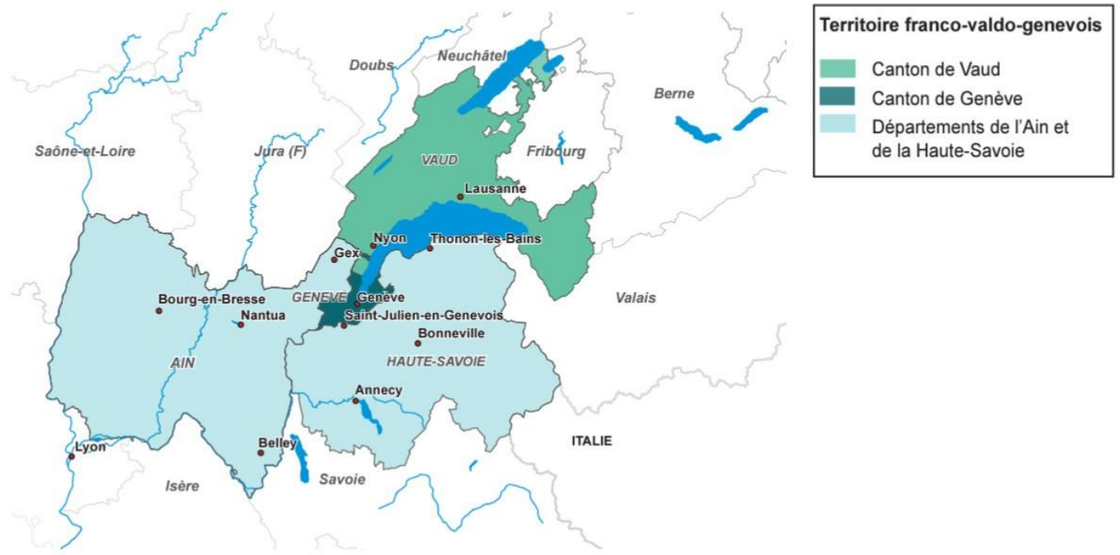


Figure 105 : Localisation du territoire Franco-valdo-genevois _ Source : Observatoire statistique transfrontalier, 2021

- *La particularité genevoise*

La ville de Genève possède une forte influence tant à l'échelle locale qu'à celle du grand territoire impliquant de nombreux échanges avec les communes françaises qui l'entourent. Afin de les coordonner et de diminuer les inégalités sociales, environnementales et économiques, le syndicat mixte du Pôle métropolitain Genevois français vise à construire une véritable agglomération transfrontalière. Ce territoire fédère 117 communes dont celle de Ferney-Voltaire.

Le Genevois français est un territoire qui accueille continuellement de nouveaux résidants. Les arrivants qui s'y installent représentent 5,3 % de la population en 2016 ; c'est 3,2 points de pourcentage de plus qu'en Auvergne-Rhône-Alpes. Au cours de l'année 2015, 21 840 personnes avaient ainsi nouvellement emménagé dans la zone d'emploi du Genevois français, dont 35 % vivaient auparavant à l'étranger, en Suisse pour la moitié.

La zone accueille un nombre important de ménages en provenance de la Suisse, venant s'installer aux portes de la ville tout en continuant à travailler en Suisse. Aussi, en 2016 ce sont 2 400 actifs qui ont déménagé pour venir s'installer dans le genevois français tout en continuant majoritairement à travailler dans leur pays d'origine (94%). L'avantage du territoire français étant la qualité du cadre de vie et des logements. L'installation côté français semble donc motivée principalement par la recherche d'une autre qualité de vie.

Depuis 2001, la population augmente exponentiellement. Cette augmentation d'environ 17% entre 2008 et 2019 est due pour les deux tiers au solde migratoire.

Cela s'explique par l'attractivité économique de l'espace transfrontalier, l'influence des grandes villes que sont Genève et Lausanne et la qualité de vie du territoire. C'est dans l'espace transfrontalier genevois (entourant le canton de Genève) que la croissance démographique est la plus soutenue puisqu'entre 2011 et 2016 s'y observe une croissance de 1,6% et que depuis 2017, cette hausse approche les 2,5% par an.

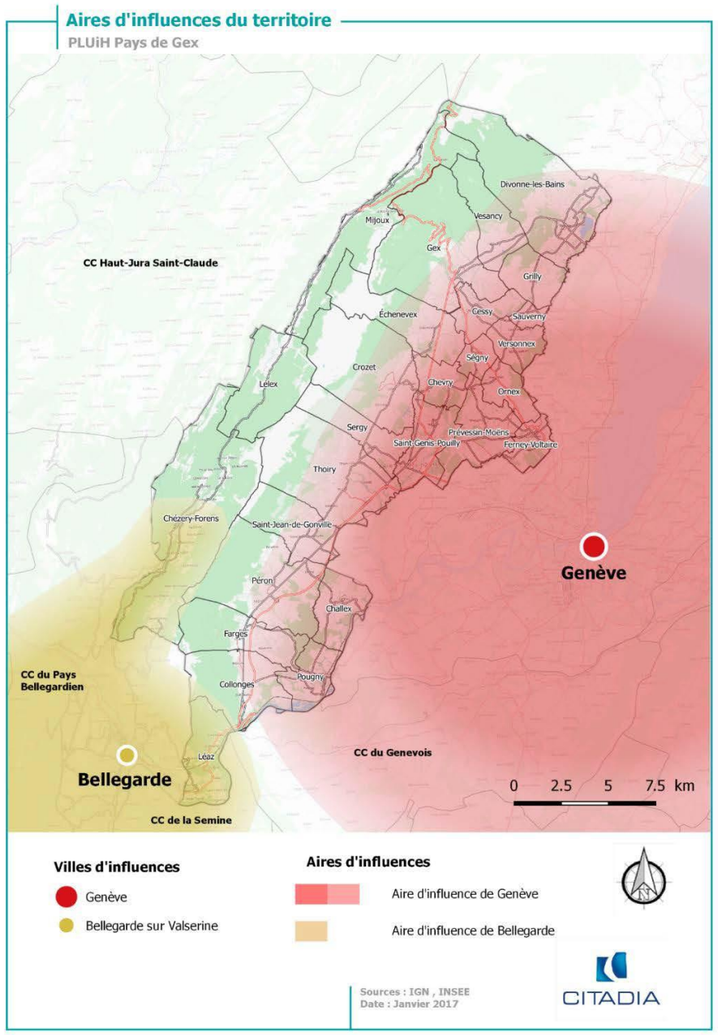


Figure 106 : Aire d'influence de Genève sur les territoires alentours - Source : Rapport de présentation du SCOT, Février 2020

4.2.2 Caractéristiques des ménages

Les ménages de Ferney-Voltaire sont majoritairement des petits ménages avec une moyenne de 2,07 personnes par ménage. La taille des ménages varie très peu depuis 2008 passant de 2,06 à 2,07 en 2019. La répartition des habitants vis-à-vis des catégories socio-professionnelles démontre d'une hétérogénéité des profils puisque environ 21 % des habitants sont ouvriers, 17% de professions intermédiaires, 17% sont cadres, 16% retraités et 17% sans activité professionnelle.

Le revenu médian des ménages de la commune est de 26 770€ brut en 2019 alors que le salaire médian français est de 22 040€. Cela traduit un niveau de vie supérieur à la moyenne française sur la commune de Ferney-Voltaire. Rapporté au salaire net par mois, un Ferneysien gagne en moyenne 1800€ par mois contre 1520€ pour un Aindinois (23 420€ de salaire médian/UC). Cela peut s'expliquer par les salaires suisses élevés assurant aux ménages frontaliers (ménages qui comptent au moins un actif frontalier) des revenus disponibles (après redistribution) très supérieurs à ceux des autres ménages de la région. En effet, selon une étude INSEE de février 2022 « Près de la Suisse, un ménage sur deux perçoit un revenu de source étrangère », les ménages de la communauté d'agglomération du Pays de Gex sont plus de 64% à percevoir un revenu de source étrangère, ce qui représente 21 200 ménages. La commune de Ferney s'inscrit pleinement dans ce type de cas. Le niveau de vie des personnes qui résident dans un ménage percevant des revenus étrangers est plus élevé que les autres. Ce qui explique qu'à Ferney-Voltaire l'écart inter-décile (c'est-à-dire l'écart entre les 10% les plus pauvres et les 10% les plus riches) est très important. En effet, les plus riches ont un niveau de vie 9,2 fois supérieurs aux plus pauvres.

4.2.3 Le parc de logements

4.2.3.1 A l'échelle communale

La commune de Ferney-Voltaire possède 2 097,5 hab/km², démontrant une certaine densité en matière de logements et la classant comme un « espace de densité intermédiaire » selon l'INSEE. En effet, bien que l'occupation des sols laisse paraître une commune moyennement urbanisée et dont les espaces de nature sont importants, Ferney-Voltaire est fournie en logements, notamment en appartements puisque ceux-ci représentent environ 90% des logements de la commune. Sur les 5 958 logements recensés en 2019, seulement 8,8% sont des maisons.

Les typologies d'habitats sont regroupées entre elles différenciant les poches pavillonnaires des quartiers d'ensembles (petits et grands ensembles). Ces derniers sont concentrés en périphérie du centre-bourg et à proximité des équipements (cité scolaire internationale, zone commerciale). Apparues au début des années 1970 jusqu'aux années 1990, les opérations d'ensemble se différencient par leurs gabarits et leurs hauteurs, certaines montant jusqu'au R+10. Tel qu'il est possible de l'observer sur la photographie aérienne, les zones de logements se concentrent autour des axes de communication principaux que sont la rue de Meyrin, la rue des Fayards, la RD35B et la D1005.

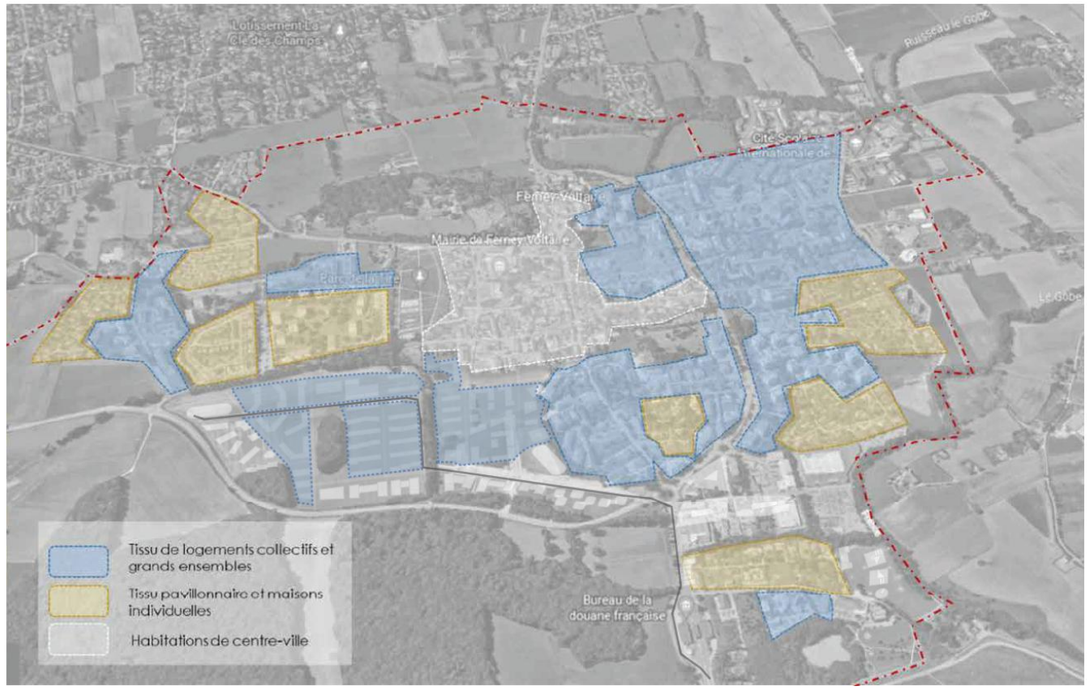


Figure 107 : Grandes typologies d'habitats sur la commune de Ferney-Voltaire - Source : ALTO STEP, 2021

Allant de pair avec l'évolution rapide de la population, Ferney-Voltaire accueille majoritairement des résidences principales (80,5%) et ne possède que peu de logements secondaires (15,2%) ou de logements vacants (4,3%).

Le parc locatif est plus important puisque ce sont environ 60% des habitants qui sont locataires et environ 40% propriétaires. Parmi les locataires, 15% se logent dans une habitation à loyer modéré (HLM). Entre 2015 et 2019, l'évolution annuelle du nombre de logements sociaux est de 3,2% mais ne suffit pas à combler la globalité de la demande puisque pour environ 1 051 logements sociaux sur la commune, ce sont environ 1 600 demandes qui sont en cours. La Communauté d'Agglomération (CA) du Pays de Gex compte plus de 3 000 demandes de logement locatif social actives fin 2018. En effet, la croissance démographique ainsi que la cherté des prix de l'immobilier conduisent à une forte pression sur le parc social, particulièrement sur les petits et moyens logements.

La commune de Ferney-Voltaire ayant atteint les 25% de logements sociaux imposés par la loi SRU, elle doit aujourd'hui maintenir ce taux. L'objectif communal affiché dans le PLUi-H (OAP habitat) est une part minimum de 25% de logements sociaux dans la production de logements.

4.2.3.2 Typologie du parc résidentiel

En 2018 (selon les derniers recensements INSEE), les logements sont de taille moyenne à importante puisqu'environ 56% des résidences principales comportent 3 pièces ou plus. Ils accueillent autant de

familles avec ou sans enfants (21,3% sans enfant et 21.1% avec enfants). Pour autant, globalement, la taille des ménages est assez petite avec 2 personnes par ménage en moyenne.
La part importante des familles sans enfant mais également des ménages d'une personne (43% des Ferneysiens) appuie le fait que nombreux sont les habitants à être des actifs, logeant à proximité de la frontière et du pôle d'emploi franco-genevois.

4.2.3.3 Une tension immobilière spécifique à la situation frontalière de la commune

Près de 78% des logements de Ferney-Voltaire ont été construits depuis les années 1970. Depuis cette époque, le nombre de logements dans la commune est en constante progression, suivant le même schéma que les communes frontalières de la région Auvergne Rhône-Alpes.

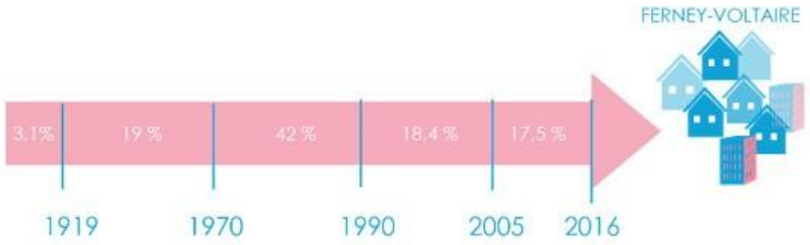


Figure 108 : Résidences principales en 2018 selon la période d'achèvement _ Source : INSEE, RP2018

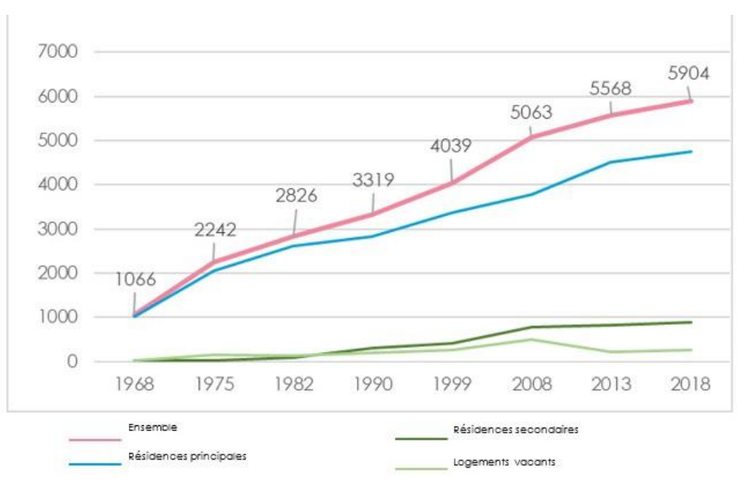


Figure 109 : Évolution du nombre de logements dans la commune de Ferney-Voltaire _ Source : INSEE, REP 2018

Les estimations immobilières de l'agence de courtage Meilleursagents.com affichent une hausse des prix des logements de 3,85% en 2 ans (2018-2020) à Ferney-Voltaire. Les fourchettes d'estimation dans la commune, sont 3 370 et 5 390€/m² pour un appartement et entre 4 360€ et 7 000€/m² pour une maison.
L'augmentation du nombre de logements couplée à la hausse des prix s'explique notamment par l'arrivée de nombreux Suisses sur le territoire communal, recherchant une meilleure qualité de vie et des prix immobiliers moins chers qu'en Suisse. En comparaison, le prix du mètre carré pour un appartement dans le canton de Genève est d'environ 13 500 €.

Le marché de l'immobilier est donc impacté avec une hausse des prix qui devient source de tensions. Preuve de cette tension immobilière, en 2007, 59 établissements sur la commune exerçaient dans les activités immobilières.

4.2.3.4 La politique locale en faveur du logement

Face à cette tension du marché immobilier, les élus ont fixé dans le SCOT et le PLUiH des objectifs chiffrés de renouvellement et de construction de logements. La ZAC FGI est une réponse à cette problématique.
L'Orientation d'Aménagement et de Programmation « Habitat » décline sur ce volet les choix politiques exprimés dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durables du PLUiH. Elle est complétée par des fiches communales précisant la programmation en logements et les outils mobilisés commune par commune et par le Programme d'Orientations et d'Actions, qui détaille certaines actions concourant à la réalisation des objectifs fixés.
La première ambition du PLUiH est de contenir le développement résidentiel du Pays de Gex avec un accroissement maximum de population de 20 000 habitants supplémentaires **à l'horizon 2030,** nécessitant la construction d'environ 12 000 logements. Cette production de logements sera répartie sur le territoire en cohérence avec l'armature territoriale, pour renforcer les pôles urbains, accompagner le développement des pôles relais, des villes, des communes rurales et touristiques.
Pour la commune de Ferney-Voltaire, son emplacement géographique aux portes de Genève en fait un secteur stratégique de développement de l'habitat. Ainsi, l'OAP « habitat » fixe une programmation de 2680 logements à l'horizon 2030, dont 840 logements (31%) en renouvellement urbain et optimisation foncière et 1 840 logements (69%) en extension urbaine ; soit une augmentation de la population de 5500 habitants environ. **L'OAP ciblée sur la ZAC Ferney-Genève Innovation prévoit donc à l'horizon 2030, 1800 logements, dont 25% de logements locatifs sociaux, 10% de logements locatifs intermédiaires et 10% de logements en accession à prix maîtrisé.**

Etat actuel (E0)
- Une commune en croissance démographique, à dominante d'actifs et qui attire de nombreux suisses et frontaliers pour la qualité de vie et le prix des logements, participant à la tension immobilière sur la commune.
- Un parc immobilier à dominante de résidences principales constitué en majorité d'appartements de taille moyenne à grande (T3 et plus), et une forte tension sur le marché immobilier.

Etat initial (E1) :
- Les logements de la ZAC FGI sont livrés : + 2500 logements et donc 5 500 habitants supplémentaires par rapport à l'état actuel

Enjeux
- Mise en cohérence des nouveaux besoins de mobilité induits par l'augmentation de la population.

4.2.4 L'activité économique

4.2.4.1 La population active

En 2019, sur la commune les trois catégories d'emplois les plus représentés sont les employés (32%), les professions intermédiaires (26%) et les cadres (25%). Le taux de chômage est de 13,6% et touche surtout les plus jeunes (tranche 15-24 ans).
En 10 ans, entre 2008 et 2018, on observe une relative homogénéité parmi les catégories socio-professionnelles des habitants. Le taux de chômage augmente de 2,6% seulement.

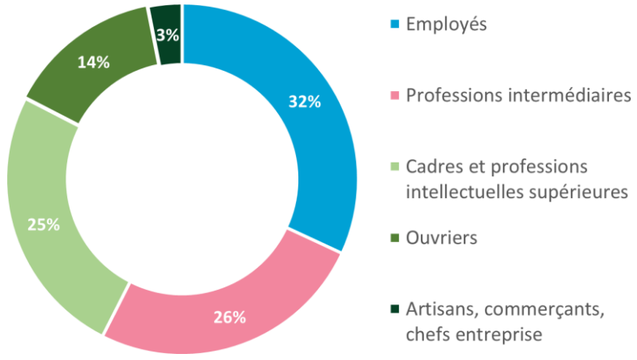


Figure 110 : Part des catégories socio-professionnelles à Ferney-Voltaire - Sources : RP2019, INSEE

La commune de Ferney-Voltaire compte environ 3 700 emplois, pour près de 5 000 actifs ayant un emploi et résidant à Ferney-Voltaire : la commune dispose de moins d'emplois sur place que d'actifs (indicateur de concentration d'emploi de 74, en baisse depuis 2009). Environ 65% des emplois de Ferney sont dans le secteur d'activité du « commerce, transports et services divers ».
Nombreux sont les actifs à travailler en dehors de la commune. En effet, 74,8% des actifs de plus de 15 ans travaillent dans une autre commune.

Les caractéristiques de l'emploi à Ferney-Voltaire dessinent un schéma semblable aux communes frontalières : de nombreux navetteurs travaillent côté Suisse et habitent en France. Cette situation s'est renforcée ces deuxdernières décennies grâce aux accords de libre circulation des personnes entre la France et la Suisse signés en 2002.
Les hauts salaires proposés en Suisse participent aussi à attirer de nombreux travailleurs, concourant à augmenter les échanges en direction de ce pays. Ainsi 3 déplacements transfrontaliers sur 5 se font en direction du canton de Genève. Ce canton constitue une place forte du négoce mondial et est le siège de nombreuses entrepriseset organisations internationales.

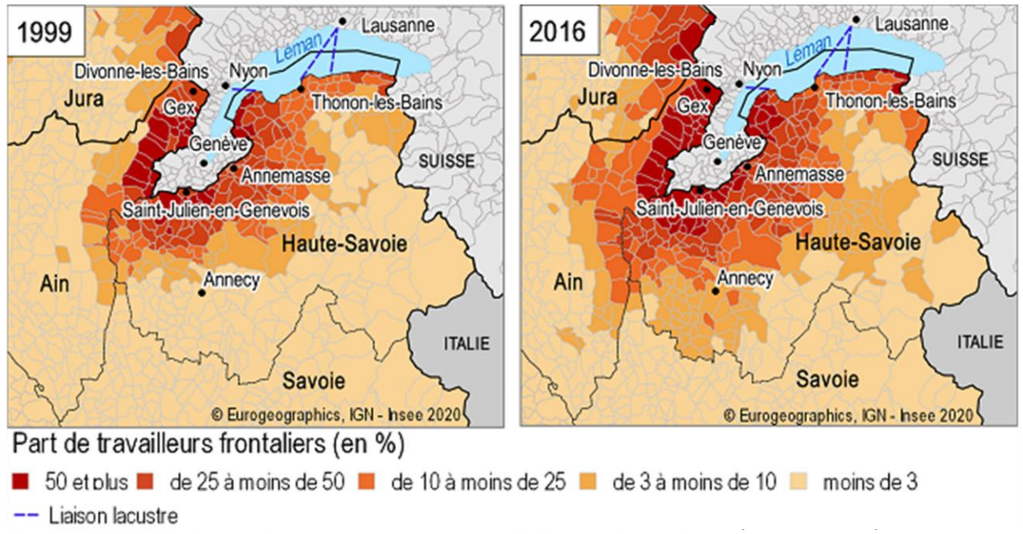


Figure 111 : Le travail frontalier en forte croissance : 115 000 habitants de la région employés en Suisse, INSEE, 10.07.2021

Localement, le développement de l'emploi frontalier a des effets sur l'économie des zones voisines de la Suisse. Le dynamisme démographique et la présence d'une population à fort pouvoir d'achat stimule l'emploi visant à satisfaire les besoins de la population présente.
Cet effet transfrontalier se ressent dans tout le territoire de la communauté d'agglomération du pays de Gex. En effet, environ 20 000 emplois sont comptabilisés dans la CAPG, majoritairement dans le secteur tertiaire (82,6%). Or, 47 000 actifs habitent dans la CAPG. Comme pour la commune de Ferney-Voltaire, 84% des actifs changent de commune pour se rendre sur leur lieu de travail. Le pays de Gex n'étant pas un pôle d'emploi au sens de l'INSEE, les populations actives logeant dans la communauté d'agglomération sont attirées par le canton de Genève, influent pôle d'emploi.
Une autre particularité de la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex est sa zone franche, permettant une taxation douanière avantageuse et favorisant l'implantation d'entreprises au sein de ce territoire.

Parmi les travailleurs de la commune de Ferney, nombreux sont les jeunes actifs diplômés de l'enseignement supérieur (52,3%). Cette tendance est similaire à celle observée à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes puisque 53 % des travailleurs frontaliers sont diplômés de l'enseignement supérieur. Ces profils qualifiés sont recherchés dans l'agglomération du pays de Gex et le canton de Genève où les activités tertiaires dominent largement.
Les nouveaux arrivants sont également plus diplômés que l'ensemble des habitants du Genevois français. Notamment, parmi les 20-39 ans, 55% des arrivants sont diplômés de l'enseignement supérieur, soit onze points de plus que la même population habitant dans cette zone d'emploi.

4.2.4.2 *Une multiplicité d'activités économiques*

La commune de Ferney-Voltaire est en position pivot entre les communes du Pays de Gex et la Suisse (canton de Genève). En tant que point de convergence, son dynamisme économique est important.

4.2.4.2.1 Les secteurs d'activité

Au sein de l'agglomération du Pays de Gex, la commune de Ferney-Voltaire dispose d'une majeure partie des équipements commerciaux de la communauté d'agglomération. La commune compte également une part importante de services aux particuliers. Depuis 2012, le nombre d'entreprises à Ferney-Voltaire a fortement augmenté passant de 86 à 151 entreprises en 2021. La plupart de ces nouvelles entreprises (39%) dépendent des secteurs du commerce, du transport, de l'hébergement et de la restauration.

Fin 2019, le tissu économique est marqué par sa spécificité commerciale, activités de transports et autres services (81% des établissements dont 20% de commerce et réparation automobile). 75% des entreprises ont moins de 10 salariés (TPE et PME). C'est pourquoi les besoins en terme d'implantation se font pour des locaux de petite taille.

Selon l'INSEE, la proximité de la Suisse favorise grandement le développement des services et des commerces (exemple, le pôle « équipement de la personne » présente une clientèle à 50% suisse). Parallèlement, la Suisse opère une mutation progressive de son tissu commercial qui pourrait se traduire à terme par une baisse de la fréquentation des commerces français.

À proximité de la ZAC Ferney Genève Innovation et de l'emprise du projet de prolongement de tramway, se trouvent essentiellement des services aux particuliers et des commerces.

La commune de Ferney-Voltaire accueille une infrastructure majeure pourvoyeuse d'emplois et de dynamisme économique: le point n°8 du collisionneur du Centre européen de recherche nucléaire (CERN).Véritable moteur économique, ce site fait partie du cercle de l'Innovation (secteur de coordination métropolitain du Grand Genève). Il accueille le Grand collisionneur de hadrons (Large Hadron Collider – LHC) qui est un puissant accélérateur de particules. Ce collisionneur se compose de 8 points. La commune de Ferney-Voltaire accueille le point 8 à l'Ouest du Bois de la Bagasse (Espace Candide).

Le CERN emploie 2500 personnes et reçoit 8000 scientifiques du monde entier.

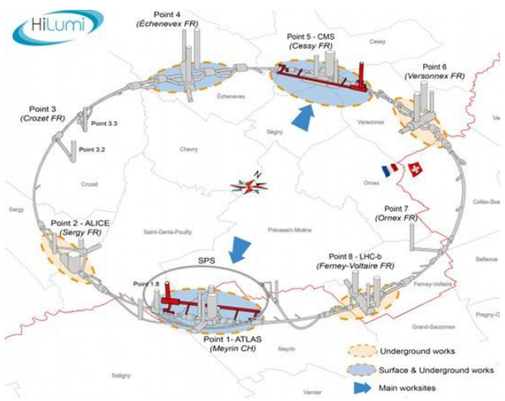


Figure 112 : le CERN et le LHC, localisation du point 8 à Ferney-Voltaire

La commune est située à proximité de l'aéroport international de Genève, infrastructure pourvoyeuse d'emplois : au total, ce sont plus de 44 000 emplois dont 9 000 postes qui sont rattachés à l'activité aéroportuaire attirant des travailleurs des communes périphériques dont celle de Ferney-Voltaire.

La concentration des équipements se fait majoritairement dans le centre-ville de Ferney-Voltaire (à moins de 500 m de l'emprise de projet) et sur le secteur Poterie (à moins de 100m du projet de tram). Les équipements et services à la population sont implantés sur les points de convergence naturelle des réseaux de communication (RD1005, rue de Meyrin) assurant un accès automobile aisé.

Le secteur de la Poterie constitue la zone d'activité regroupant les flux les plus importants avec un centre commercial Carrefour (surface de vente de 6 132 m² d'après l'inventaire commercial), le cinéma Voltaire et des commerces variés, complétée d'une zone commerciale au sud avec un Lidl.

Les nombreux équipements commerciaux de la commune rayonnent sur l'ensemble des communes voisines et sur la Suisse pour des questions de pouvoir d'achat et d'attractivité des prix français.

En 2010, Ferney-Voltaire est le 6ème pôle commercial de l'Ain avec un chiffre d'affaires de 131, 2 millions d'euros (apports extérieurs compris). Les principaux postes de revenu étant l'alimentaire, l'hygiène et la santé puis la culture et les loisirs. La zone de chalandise s'étend, pour 59% du chiffre d'affaires des commerces, sur les communes de Ferney-Voltaire, Gex et Saint-Genis-Pouilly/Thoiry. Les 41% restant proviennent principalement des dépenses des ménages résidant en Suisse (35%) et en Haute Savoie (6%).

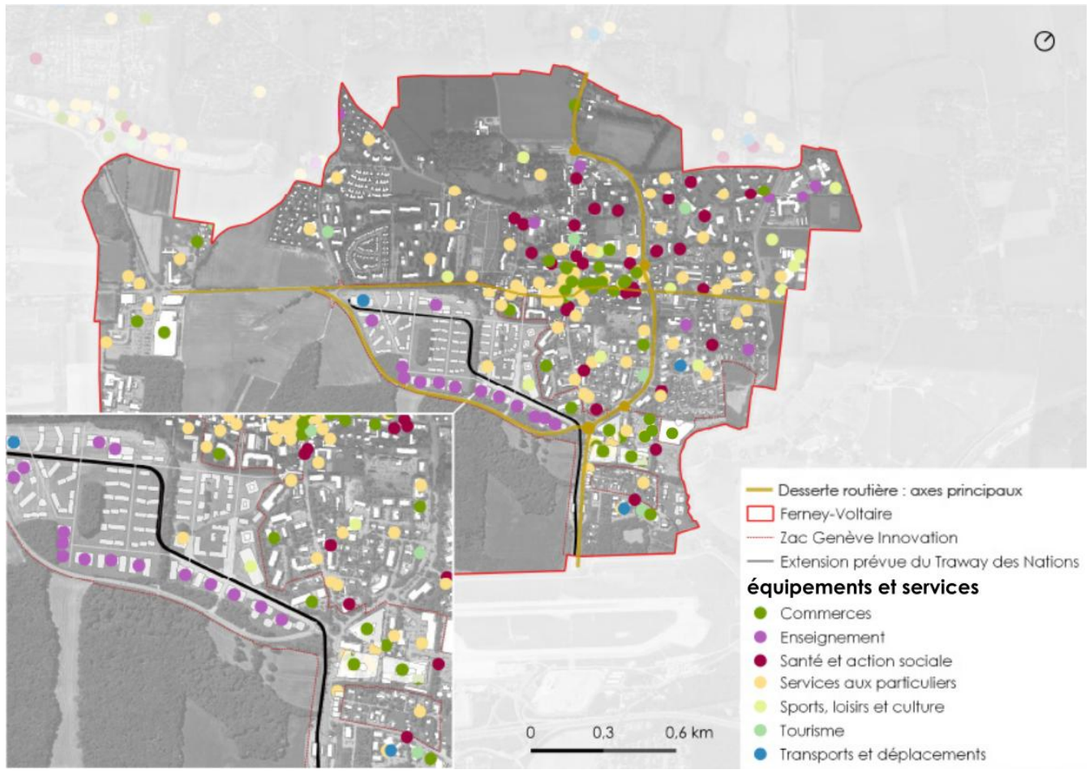


Figure 113 : Les équipements et services sur la commune Ferney-Voltaire à l'état initial E1 (Source : ALTO STEP d'après BPE2020, INSEE)

4.2.4.2.2 Un pôle commercial qui entraine des obligations réglementaires

Le Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC) du Pays de Gex classe la commune de Ferney-Voltaire comme un pôle urbain regroupant des commerces d'importance, intermédiaires et aussi de proximité. La ZAC de Ferney Genève Innovation est fléchée comme une zone stratégique pour développer en priorité de nouveaux commerces mais aussi réhabiliter et/ou étendre ceux existants.
En tant que zone commerciale stratégique, des principes particuliers s'appliquent notamment au regard de l'accessibilité et de la mobilité. Ainsi, la ZAC de Ferney Genève Innovation doit :

- Permettre de raccorder la zone commerciale stratégique aux transports en communs collectifs ;
- Prévoir un arrêt de transport en commun à moins de 15 minutes à pied de l'entrée de la zone ;
- Assurer un accès piéton sécurisé adapté aux différents usages (poussettes, PMR, …) et notamment depuis le plus proche arrêt de transport en commun, ainsi qu'une voie cyclable.

Ainsi le développement des activités commerciales sur le pôle de Ferney-Voltaire doit s'accompagner du développement d'un réseau de transport en commun.

4.2.4.2.3 Les travaux en cours sur le secteur de la Poterie

Le projet de centre commercial et culturel, s'inscrit sur une emprise élargie, à l'entrée du secteur de la Poterie, côté Place des lumières.
L'enjeu du projet est de développer un ensemble commercial et culturel qui affirmera l'entrée de la ville de Ferney-Voltaire et du territoire français. Ses principales composantes sont :

- Un cinéma,
- Des commerces et de la restauration ;
- Un parking construit sur deux à trois niveaux de sous-sol.
- Des activités économiques diverses.

4.2.4.2.4 La programmation économique du secteur Paimboeuf

Du fait de la présence de l'aéroport international de Genève en bordure sud de la ZAC FGI, la constructibilité est contrainte par le Plan d'Exposition au Bruit (PEB), approuvé par arrêté préfectoral le 15 juillet 2008 : les réglementations qui s'appliquent concernant le bruit contraignent la fonction des bâtiments. Par conséquent, le sud de la ZAC FGI dans l'emprise du PEB, sur le secteur de Paimboeuf, est dédié à l'activité économique (les logements sont interdits).
Dans ce secteur d'environ 10 hectares en lisière de la RD35 sera construite la Cité internationale des savoirs. Il s'agit de la création d'un pôle de compétences dédié à la formation et au transfert de la connaissance, en lien avec les grands équipements situés à proximité. Elle accueillera des organismes de formation publics ou privés couplés d'une offre d'accueil en matière de conférences (amphithéâtre, salles de formation et de travail connectées…), des activités économiques tertiaires et des services, le tout au sein d'un environnement paysager singulier. 2500 emplois sont attendus d'ici 2032.

4.2.4.2.5 La programmation économique du secteur Très-la-Grange

Comme pour le secteur Paimboeuf, c'est la frange sud et ouest, le long de la RD35, du secteur Très-la-Grange qui sera dédiée à l'activité économique. Le type d'activité n'est pas identifié à ce jour. Au nord du secteur une école, un complexe sportif et un Parking Relais seront présents.

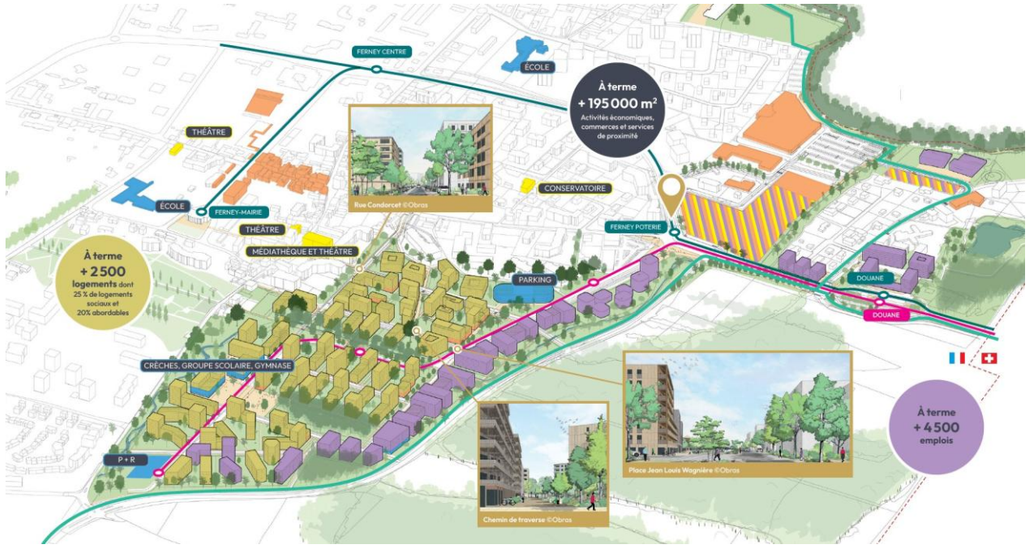


Figure 114 : localisation des secteurs dédiés à l'activité économique (en violet) au sein de la ZAC FGI (source : SPL Terrinnov)

4.2.4.3 Les équipements et services

La commune de Ferney-Voltaire dispose d'une offre d'équipements et de services conséquente et en lien avec son importance de pôle urbain :

- équipements de santé de proximité : pharmacie, cabinet médicaux, psychomotricien, dentiste…
- équipements sportifs et culturels : terrains de sport, cinéma Voltaire, château Voltaire, salle d'exposition, conservatoire de musique... complétés de l'offre de loisirs d'intérêt national et international grâce à la proximité de la métropole de Genève, du Lac Léman et des massifs alentours (Alpes, Jura) ;
- équipements scolaires : 6 écoles maternelles et élémentaires, une cité scolaire internationale (collège et lycée, BTS tourisme). Cette cité, née des besoins du CERN, recense environ 3 000 personnes fréquentant l'établissement (élèves et personnel confondus).

Enfin, la programmation de la ZAC FGI vient compléter l'offre d'équipement pour l'enfance avec un groupe scolaire et une crèche (45 places). Dans la partie sud de la ZAC FGI (le long du Nant), se situe la Cité des Savoirs (pôle multifonctionnel, regroupant des activités de formation et de recherches) participant au Campus multipolaire de l'innovation du Grand Genève.

Etat actuel (E0)
- attractivité économique de l'agglomération de Genève, qui concentre les emplois.
- secteur de la Poterie en plein renouvellement urbain, avec un projet majeur en entrée de ville, pourvoyeur d'emplois en France.

Etat initial (E1) :
- + 4500 emplois dans la ZAC FGI,
- zone commerciale et d'activité de la Poterie renouvelée,
- un secteur dédié à l'activité économique (Cité des Savoirs) le long du Nant,

Enjeux
- accompagnement des nouveaux besoins du quartier : mobilité

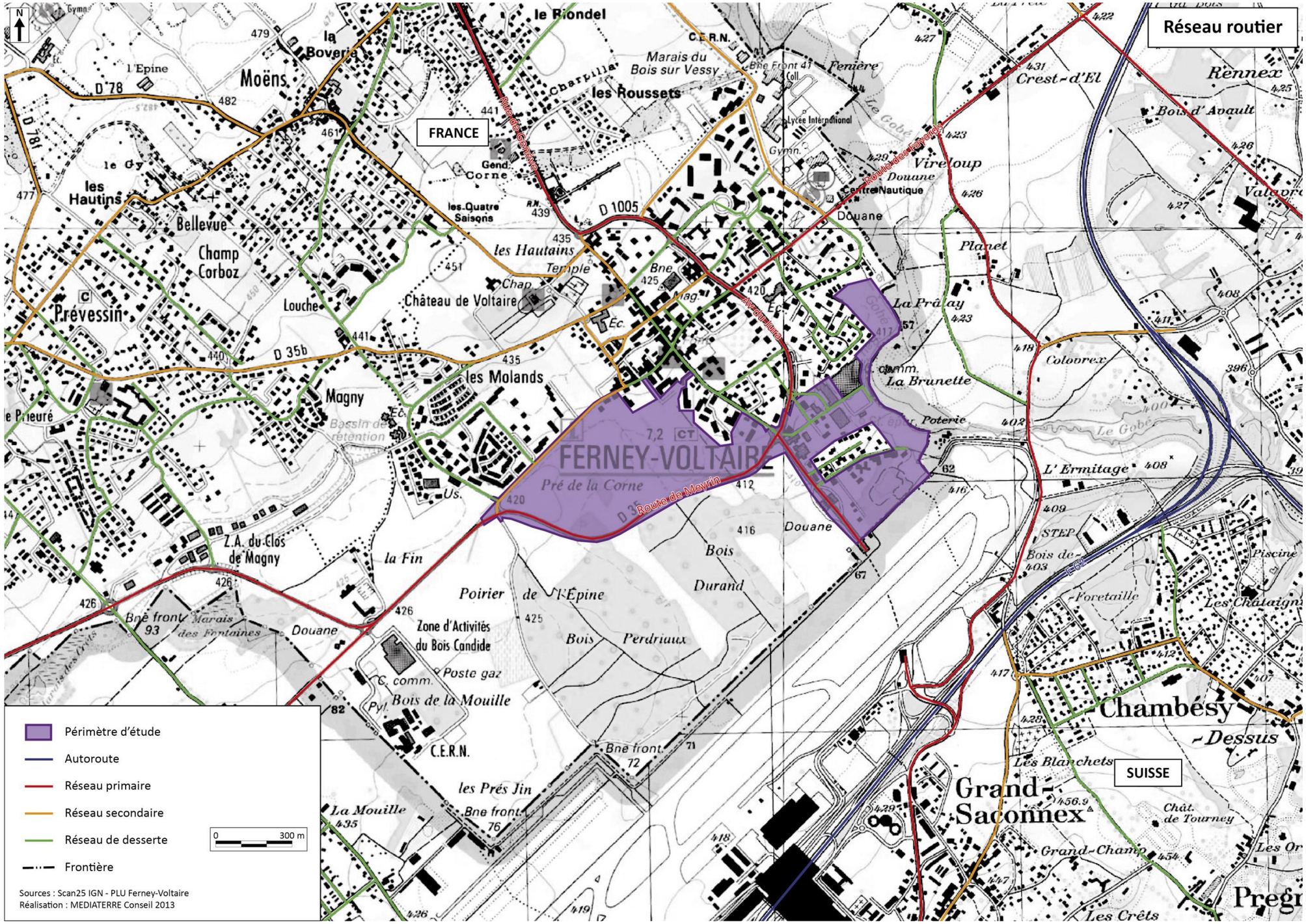


Figure 115 : hiérarchisation du réseau viaire de Ferney-Voltaire

5 Les déplacements et les infrastructures de transports

5.1 Les infrastructures routières

5.1.1 A l'échelle communale

La commune de Ferney-Voltaire s'appuie sur un réseau principal qui se compose de 2 axes :

- *la RD 1005* (route de Ferney) : voirie structurante pour la vie du Pays de Gex et son lien avec Genève. Cette voie dessert cinq communes, Ferney-Voltaire, Ornex, Segny, Cessy et Gex.
- *la RD 35* (route de Meyrin) : contournement Sud de la commune qui rejoint la RD 1005 au niveau de la place du Jura.

Ce réseau principal traverse la commune de part en part sur l'axe Nord-Sud, l'avenue du Jura (RD 1005), ancienne route de contournement, est devenue un boulevard urbain et traverse dorénavant la cité en plein cœur alors que la RD35 constitue un barreau concentrique de l'agglomération genevoise qui assure l'accessibilité de la commune par plusieurs raccordements et donne un accès sur deux points d'entrée à Genève (par Mategnin ou le tunnel de Ferney).

Ce réseau principal est complété par un réseau secondaire. Ce réseau interne s'articule principalement autour de la route de Prévessin à l'Ouest, l'avenue Voltaire au centre et l'avenue de Vessy/avenue des Sports à l'Est.

5.1.2 Le réseau secondaire

Le maillage viaire du périmètre d'étude s'articule autour de :

- *voiries principales* : la RD 35 limite Sud-Ouest et la RD 1005 qui assure la liaison avec les communes voisines et la Suisse,
- *routes secondaire* qui se compose de :
  - la rue de Meyrin au nord du secteur Paimboeuf,
  - plusieurs chemins (Colovrex, Nant, Grosse, Brunette…) sur les secteurs de la Poterie et des Douanes.

Ce réseau secondaire assure de la desserte locale : logements autour du centre-ville et activités de la ZA de la Poterie.

L'accès au secteur de la Poterie se fait depuis la RD1005 par quatre carrefours, avec du sud vers le nord :

- Le giratoire RD1005 - chemin de Colovrex (à hauteur de la douane), (n°1 sur le plan ci-après)
- Le carrefour en T entre la RD1005 et le chemin du Nant, (n°2),
- Le giratoire d'entrée de ville « Place du Jura », (n°3),
- Le giratoire avenue du Jura – chemin de la Poterie – chemin du Gobé (n°4).

Toutes les rues sont à double sens de circulation, excepté le chemin qui fait le tour du parking de l'hypermarché Carrefour et sont pour la plupart en impasse (ch de Colovrex, du Nant, de la Brunette). Le chemin de la Brunette est sans issue et ne permet pas de rejoindre le giratoire interne de la Poterie.

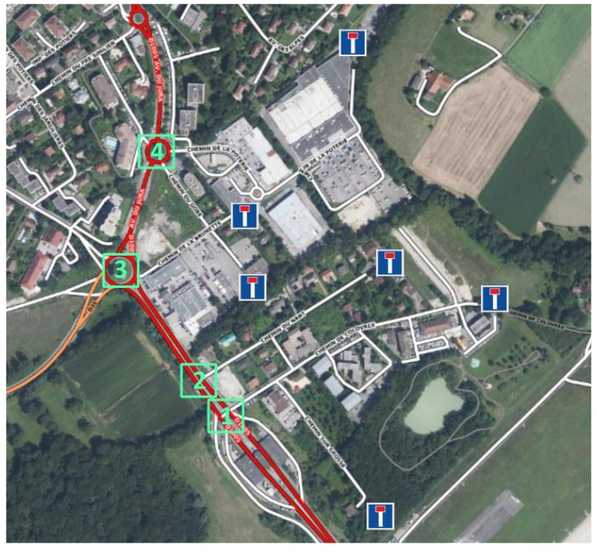


Figure 116 : Plan des voies actuelles dans la Poterie, majoritairement en impasses

5.1.3 Le maillage viaire à venir de la ZAC FGI

La ZAC FGI s'insère dans ce réseau existant et le complète en maillant finement les futurs secteurs à urbaniser. Ainsi, parallèlement à la RD35, au nord du Nant, le cours constitue l'axe structurant de la ZAC côté Paimboeuf et Très-la-Grange : cette voie dessert en rive sud, les bâtiments d'activité et en rive nord, les parkings, places et secteurs résidentiels. La desserte interne privilégie les voies à sens unique pour l'accès aux logements.

Sur le secteur Paimboeuf/Très-la-Grange, les principales entrées/sorties de la ZAC sur le réseau existant se font en plusieurs carrefours afin de répartir les flux :

- une entrée depuis la place du Jura (place des lumières)
- deux entrées/sorties depuis/vers la RD35 (route de Meyrin au sud)
- une entrée/sortie depuis/vers la rue de Meyrin au nord.

Dans le quartier de la Poterie, la ZAC FGI prévoit une modification du plan de circulation avec notamment la suppression des impasses.



Figure 117 : réseau viaire interne de la ZAC FGI

Ces aménagements routiers vont assurer sur cette partie Sud de Ferney-Voltaire :

- *une véritable organisation en matière de maillage* viaire grâce à un réseau de voiries hiérarchisées,
- *une desserte efficace* de l'ensemble des fonctions à venir,
- *une amélioration du réseau existant* au niveau de la Poterie,
- *une cohérence globale* favorisant l'ensemble des types de déplacements sur cette partie Sud, y compris une place conséquente pour les transports publics et les modes actifs.

5.2 Le trafic sur le réseau routier en situation actuelle (E0)

Source : étude de trafic TRANSITEC (2024)

L'état initial E0 se base sur les données de comptage de 2019. Malgré des comptages plus récents, c'est l'année 2019 qui est conservée comme année de référence. Les comptages ultérieurs sont impactés par la crise du covid puis par les travaux sur le secteur et montrent un flux des véhicules légers (VL) plus faible. L'année 2019 représente donc l'hypothèse conservée comme référence. La modélisation à E0 représente l'état actuel, avant la réalisation des projets d'urbanisation et d'infrastructures (BHNS et tramway) à Ferney-Voltaire.

5.2.1 Déplacements à la frontière

Compte-tenu de la structure économique du territoire et de la prédominance des flux transfrontaliers, la quantification des flux tous modes à la frontière apparait comme une image représentative des évolutions des pratiques modales sur le secteur, aux différents horizons d'analyse. Par ailleurs, les différentes études montrent que le carrefour verrou du périmètre de l'extension, qui détermine la capacité d'écoulement sur la zone, est celui de la place du Jura, traversé principalement par des flux en lien avec la Suisse. Ainsi, dans les analyses qui suivent, un focus est fait sur le trafic routier à la frontière. A l'état actuel, on compte, le matin, environ 2 100 pers/h à la frontière dans le sens France > Suisse avec une prédominance de la voiture comme mode de transport (83%) devant les transports publics (13%) et le vélo (4%). Il a été calculé que le taux d'occupation des voitures est de 1,2. Ces données induisent un flux d'environ 1 400 véh/heure en heure de pointe du matin dans le sens France > Suisse, soit environ 13 650 véh/jour.

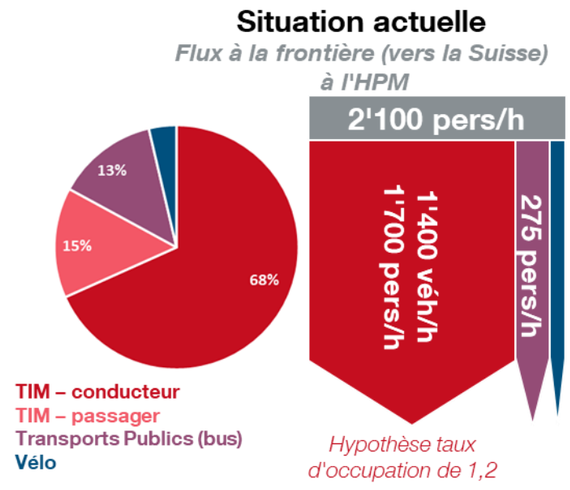


Figure 118 : Répartition modale des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle

Côté France, ce trafic se répartissait en 2019 sur les 3 branches principales du giratoire de l'Avenue du Jura avec 24 800 véh/j en direction de la douane (D1005), 21 350 véh/j sur l'avenue du Jura (D1005) et 13 800 véh/j sur la rue de Meyrin (D35).

5.2.2 Fonctionnement du réseau routier

Des simulations dynamiques réalisées sur le périmètre d'extension du tramway permettent d'objectiver les difficultés de circulation rencontrées sur le secteur aux heures de pointe. Elles mettent ainsi en évidence des remontées de file assez importantes sur les deux giratoires de l'avenue du Jura, pouvant aller jusqu'à environ 400m sur la rue de Meyrin (D35) en heure de pointe du matin. Ces dysfonctionnements viennent en partie du flux important venant de l'Avenue du Jura en direction de la

douane qui bloque à la fois l'entrée des véhicules de la rue de Genève et celle des véhicules venant de la rue de Meyrin (D35). En ce qui concerne le carrefour du Bisou, la circulation globalement est assez fluide avec des capacités utilisées de l'ordre de 55% en HPM et 70% en HPS.

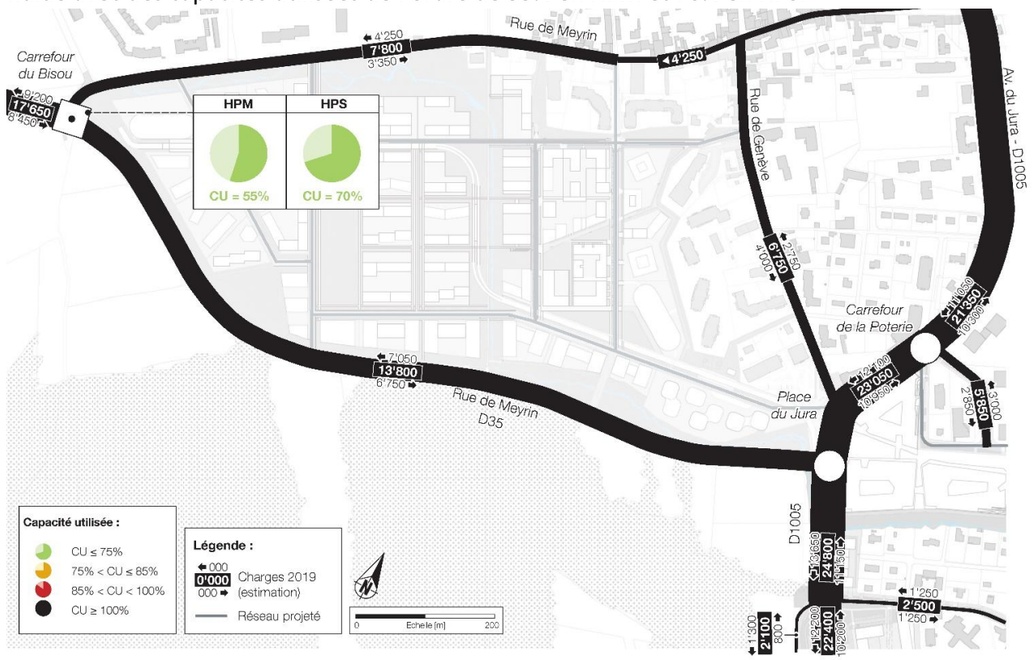


Figure 119 : Plan de charge du réseau viaire et capacité utilisée pour la situation actuelle

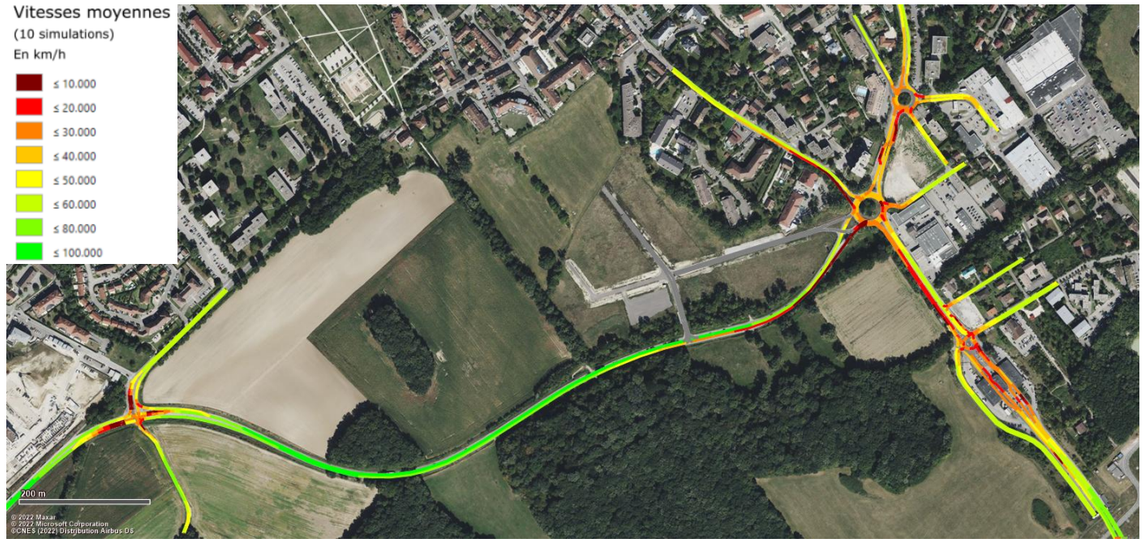


Figure 120 : Vitesses moyennes en situation actuelle - HPM

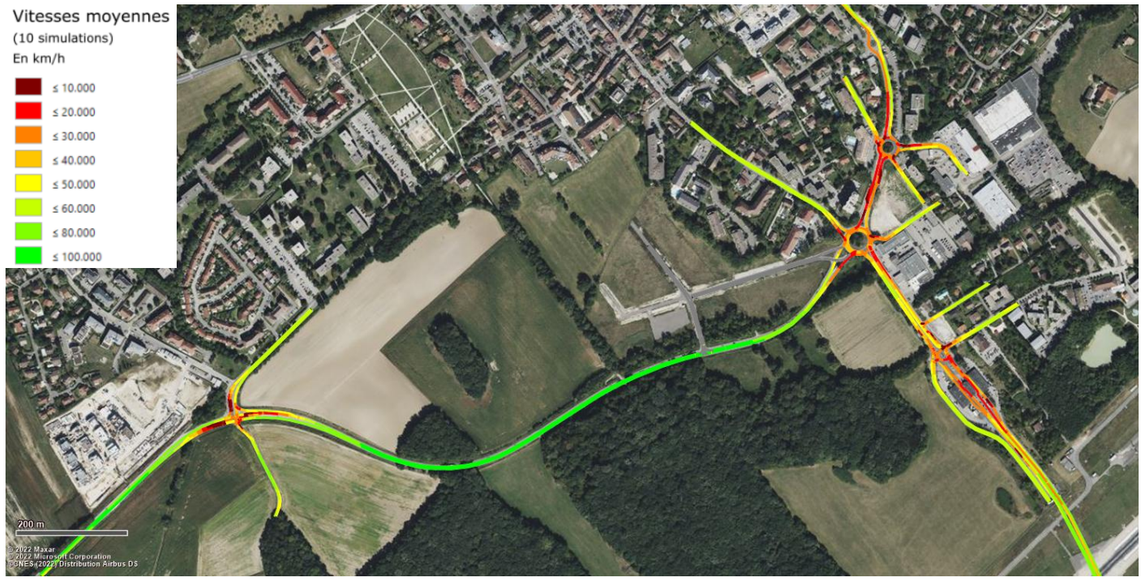


Figure 121 - Vitesses moyennes en situation actuelle – HPS

5.2.3 Caractérisation des périodes de pointe

Les résultats suivants s'appuient sur le trafic du jeudi 16 mai 2019, considéré comme un jour représentatif d'un jour ouvré dans le tunnel de Ferney. Ils permettent d'observer la répartition horaire des flux dans les deux sens de circulation entre la France et la Suisse.

Dans le sens France > Suisse, il apparaît une heure de pointe très marquée le matin de 7h à 8h avec un flux de 1 400 véh/h, soit proche de la capacité maximale de la douane (cette heure de pointe correspond donc à une heure de saturation). À l'inverse, l'heure de pointe est plus diffuse dans le sens Suisse > France avec une période qui s'étale de 16h à 20h mais des flux horaires plus faibles (environ 1 200veh/h), durant lesquels le réseau n'est pas à saturation complète.

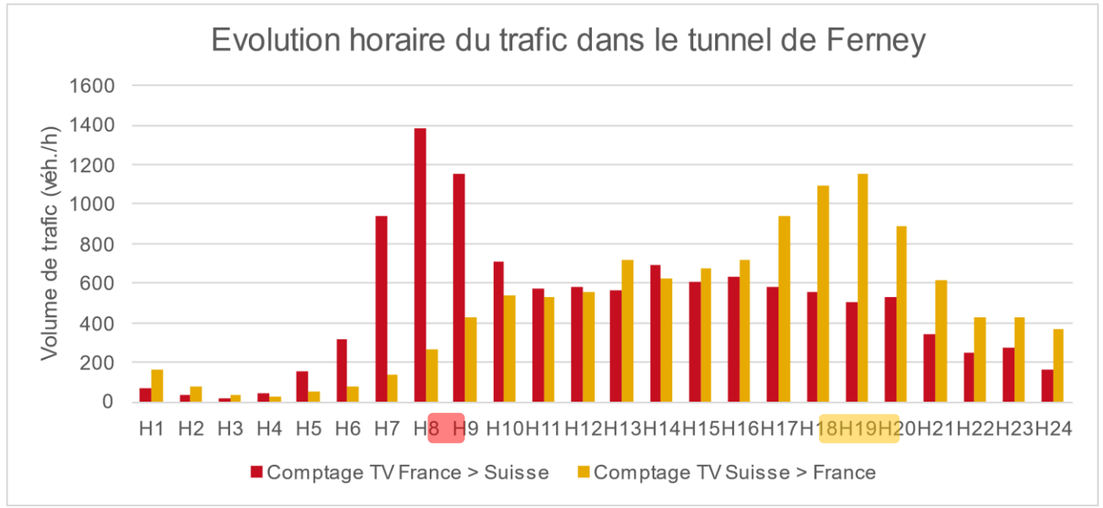


Figure 122 : Évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney un jour ouvré moyen de 2019 (flux par sens)

Dans l'analyse des états futurs, cette répartition horaire sert de base aux analyses circulatoires.

5.3 État de référence E1 : situation avec la ZAC FGI

L'état de référence se définit par la situation projetée à l'horizon de réalisation du projet sans la présence du tramway, mais avec le BHNS sur l'avenue du Jura et la réalisation de la ZAC Ferney Genève Innovation.

5.3.1 Déplacements à la frontière

Dans la situation projetée E1, la présence du projet d'urbanisation et l'évolution tendancielle des déplacements impliquent une forte augmentation des flux à la frontière : +1 800 pers/h en HPM dans le sens France > Suisse, soit 75% de trafic supplémentaire par rapport à la situation actuelle.
Les études BHNS ont estimé le nombre d'usagers franchissant la frontière avec le BHNS à environ 800 usagers par heure le matin en direction de la Suisse. Par ailleurs, la création de deux vélo-routes dans le secteur, particulièrement intéressantes pour les flux transfrontaliers, couplée à la politique de développement des infrastructures cyclables sur Genève, permet d'envisager une augmentation significative des flux vélos (multipliés par 3 au passage de la frontière).
Enfin, le développement du covoiturage, est également projeté, du fait des difficultés de circulation attendues, mais également du durcissement de la politique de stationnement sur le canton de Genève, ou potentiellement le développement de dispositifs similaires à ceux déjà en place sur d'autres régions transfrontalières (*Hé !Léman* par exemple). Ainsi, le taux d'occupation des véhicules pourrait passer à 1,3 (contre 1,2 actuellement).

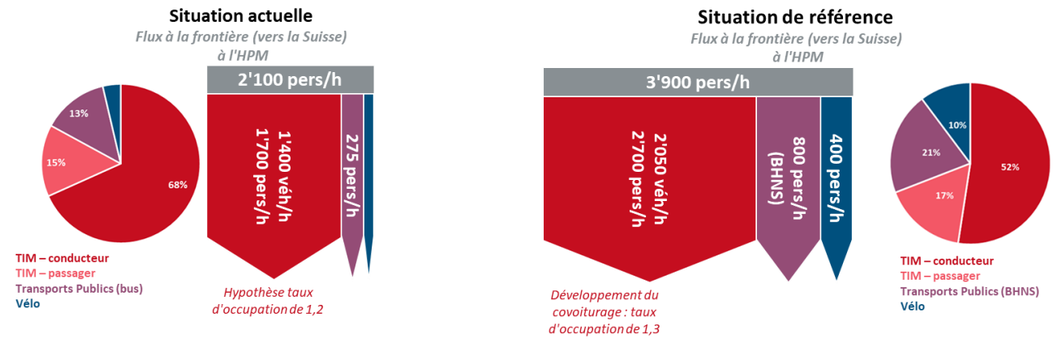


Figure 123 : Comparaison des répartitions modales des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle et de référence

L'enjeu de la maîtrise de la demande automobile est fort. En effet, le flux automobile attendu à la frontière dépasse la capacité de la douane.
De manière générale, la maitrise des flux automobiles peut se faire sous 4 formes :

- Par du report d'itinéraire en déviant le trafic sur des axes moins saturés,
- Par du report modal en incitant les usagers à utiliser des modes de transports alternatifs à la voiture,
- Par du report temporel en essayant de lisser la demande sur la journée,
- Par un changement d'origine ou de destination des déplacements, voire une réduction des déplacements (démobilité).

Le report d'itinéraire n'est toutefois pas considéré ici comme une solution pour ce projet, du fait des objectifs de limitation du trafic sur « les petites douanes ». De plus, les changements comportementaux plus importants comme le changement d'origine / destination voire la démobilité n'ont pas été intégrés comme variable d'ajustement (cela malgré la réalité éprouvée du principe d'évaporation du trafic).
Les deux axes restant pour maîtriser ces flux sont donc le report modal (qui a déjà été pris en compte dans les estimations précédentes) et le report horaire pour lisser les pics de congestion des heures de pointe.

5.3.2 Fonctionnement du réseau routier

Le trafic automobile au niveau de la douane se répartit sur les mêmes axes principaux, à savoir la D1005 (avenue du Jura) et la D35 (rue de Meyrin). Les giratoires de la place du Jura et de la Poterie sont transformés en carrefours à feux afin de maîtriser la traversée et les temps de parcours des transports publics. La présence du BHNS permet de réduire légèrement le trafic sur l'avenue du Jura : le report modal compense pour partie l'augmentation du trafic liée aux développements urbains. Toutefois, le projet d'urbanisation fait augmenter significativement le trafic sur la rue de Meyrin.
Ces évolutions amènent des congestions sur les carrefours principaux qui arrivent aux limites de leur capacité utilisée sur l'ensemble du secteur.

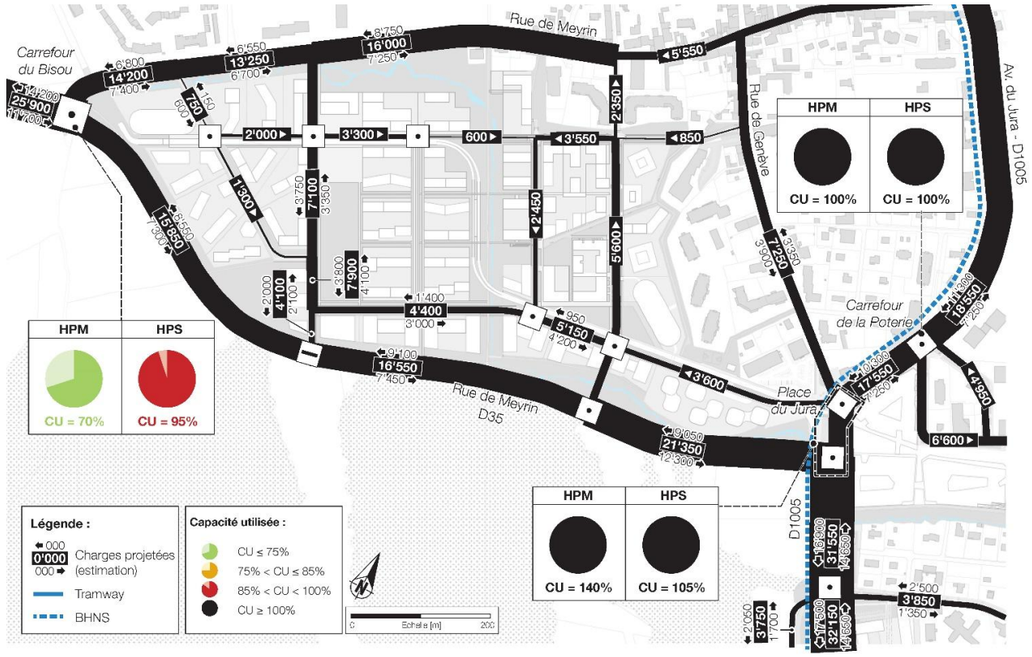


Figure 124 : Plan de charge du réseau viaire et capacités utilisées pour la situation de référence

Le carrefour de la place du Jura atteint un pic de congestion à 140% en heure de pointe du matin. Cette situation n'étant pas viable malgré un report modal important, elle implique nécessairement un report horaire des déplacements pour les véhicules qui ne peuvent être écoulés, **c'est-à-dire, un étalement de l'heure de pointe.**

5.3.3 Caractérisation des périodes de pointe

En situation de référence E1 (ZAC FGI sans tramway), la configuration du réseau viaire en état « de référence » limite le trafic automobile en lien avec la Suisse à environ 1 400 véh/h par sens (capacité estimée sur la base des capacités routières en état « avec tram » auxquelles ont été retranchées l'impact capacitaire des passages du tramway. Ce raisonnement suppose donc que l'aménagement et le calibrage du carrefour restent identiques en état « de référence » et en état « projeté avec tramway »).

Compte-tenu de la répartition horaire d'un jour ouvré de 2019 et du trafic journalier attendu dans la situation de référence, les charges de trafics horaires en situation de référence peuvent être estimées. **En l'absence d'alternative modale supplémentaire, le « surplus » de véhicules pendant les périodes de saturation des carrefours est étalé sur une période plus grande.** Cet étalement de l'heure de pointe est défini en reportant des flux non écoulés en amont et en aval de la pointe, tout en respectant les capacités d'écoulement maximales du réseau viaire.

On constate ainsi un étalement de l'heure de <u>saturation</u> le matin (de 7h à 10h) et le soir (de 15h à 21h).

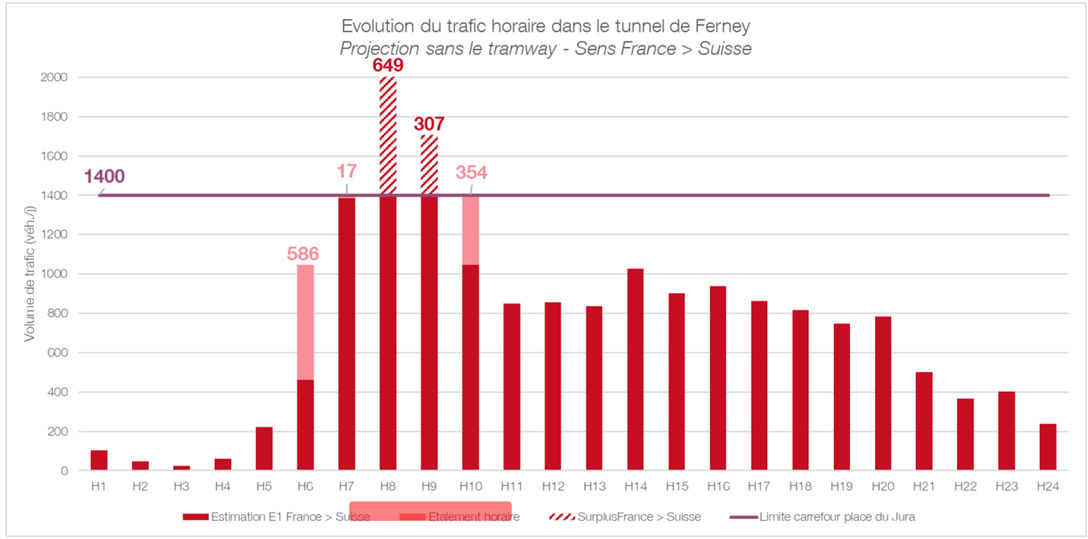


Figure 125 : Projection du trafic horaire dans le tunnel de Ferney sans le tramway (sens France > Suisse)

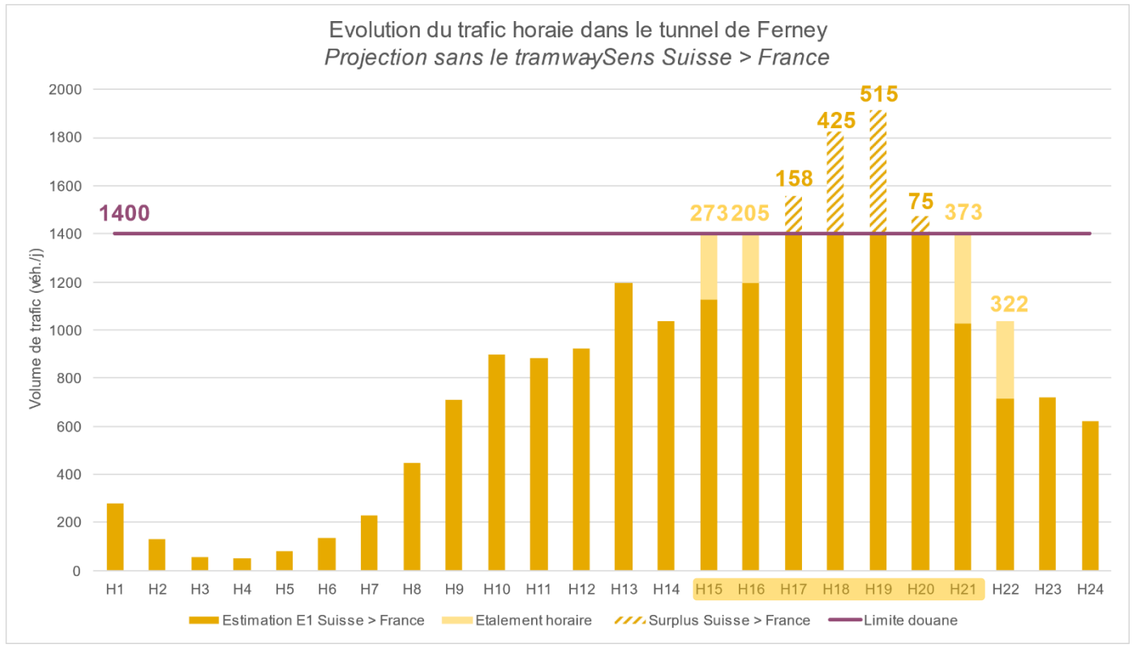


Figure 126 : Projection du trafic horaire dans le tunnel de Ferney sans le tramway (sens Suisse > France)

5.4 Lignes de transports collectifs

Sources : https://www.ferney-voltaire.fr/vivre-a-ferney-voltaire/transports-et-stationnement/transports-en-commun/
https://www.ain.fr/solutions/projet-bhns-gex-ferney-voltaire/
http://www.tpg.ch/plans/reseau-urbain

La ville de Ferney-Voltaire dispose de quatre lignes de bus du réseau des Transports Publics Genevois (TPG) passent à Ferney-Voltaire :

- Ligne 60 (correspond à l'ancienne ligne F), qui raccorde Gex, Cessy Ferney-Voltaire et Genève-Gare Cornavin; elle circule également en ligne de nuit les vendredis et samedis.
- Ligne 61: nouvelle ligne, plus rapide et directe, qui relie Gex, Cessy, Ferney-Voltaire et la gare Cornavin. Complète la ligne 60 avec une dizaine de passages quotidiens dans chaque sens, uniquement sur l'avenue du Jura : elle ne dessert pas les arrêts « Ferney château » et « Ferney mairie ».
- Ligne 66 relie Thoiry et l'Aéroport de Genève via Saint-Genis-Pouilly, Prévessin-Moëns et Ferney-Voltaire.
- Ligne 64 dessert Ferney-Voltaire (Bois Candide, Planche brûlée et Ferney-Mairie), Prévessin-Moëns et Meyrin (Suisse).

La ligne 33 Bellegarde-Divonne par Ferney (arrêt mairie et lycée) est une ligne de cars régionaux à faible fréquence (5 passages par sens par jour de la semaine). Elle dessert la gare SNCF (TGV-TER) de Bellegarde.

Le périmètre d'étude est desservi par trois lignes (cf carte page suivante) : les lignes 60, 61 et 66 transitent par la RD 1005. Plusieurs arrêts permettent d'accéder à la ZAC FGI: Ferney-Poterie, à proximité de la Place du Jura, et Ferney-mairie pour la desserte des futures zones urbaines de Paimboeuf et très la Grange.

Les travaux sont en cours pour transformer la ligne 60/61 en ligne de Bus à Haut Niveau de Service (BHNS).

Le BHNS reliera à terme le centre-ville de Gex (France) à Cornavin (Suisse) avec un niveau de service à l'usager nettement amélioré :

- Un temps de parcours réduit : 30 min pour faire "Gex Centre – Ferney douane", et 50 min entre "Gex centre" et "Cornavin",
- Moins d'attente pour les usagers : 1 bus toutes les 6 à 24 min en heure de pointe,
- 15 arrêts entre les communes de Gex, Cessy, Segny, Ornex et Ferney-Voltaire.

La ligne de BHNS comprend trois lignes partant de l'arrêt Gex-ZA des Aiglettes ou de Ferney-mairie jusqu'à Cornavin, avec des spécificités :

- la ligne n°61 « express » reliant Gex à Cornavin via la RD 1005 (10 km), qui ne circulera que durant les heures de pointe de semaine (6h–9h et 16h–19h) dans une optique de liaison rapide entre Gex, Ferney-Voltaire et Genève.
- la ligne n°60 de desserte fine desservant l'ensemble des arrêts sur les RD 984c et 1005 (12 km) depuis la Zone d'Activité des Aiglettes dans l'est gexois, en cabotant par l'intérieur de Cessy et l'ouest de Gex, ainsi qu'au cœur de Ferney-Voltaire, avant de reprendre le circuit de la ligne n°61 à partir de Ferney-centre. Cette ligne fonctionnera, à quelques détails près, comme la ligne F actuelle, de 5h à 24 h.
- la ligne n°60 de renfort desservant depuis la Suisse uniquement Ferney-Voltaire avec son terminus à Ferney-mairie.



Figure 127 : arrêt du BHNS « Ferney centre » (source : www.ain.fr)

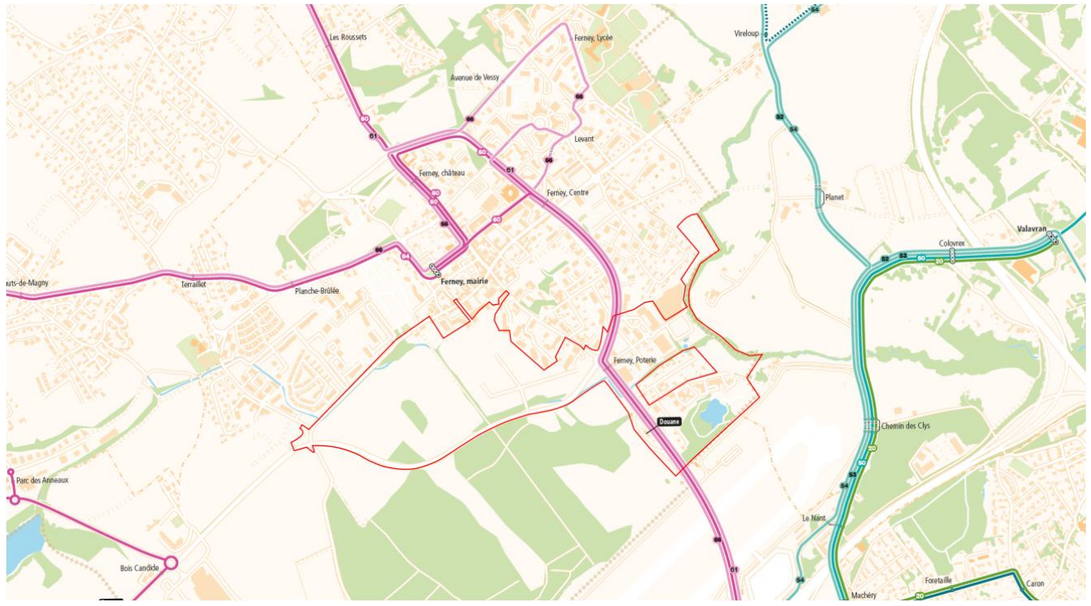


Figure 128 : lignes de bus desservant Ferney-Voltaire (Source : TPG)

5.5 Modes actifs

Pour les échanges locaux, la taille de la ville de Ferney-Voltaire est tout à fait adaptée à la marche et au vélo :

- Le relief est peu marqué : seul le château est sur une butte ;
- Les distances sont courtes entre les zones d'habitat et de services.

Les aménagements piétons sont confortables en ville. Toutefois, ils deviennent délicats en cas de présence d'un manteau neigeux.
La zone de la Poterie est dédiée au « tout voiture » comme toute zone commerciale. Or, la taille de la ville, même si la zone de chalandise de cette zone commerciale est bien supérieure au bassin de vie de Ferney-Voltaire, est adaptée aux déplacements piétons/cycles jusque dans cette zone. Des bâtiments d'habitat jouxtent cet espace et pourtant, les liaisons piétonnes sont peu lisibles.

Plusieurs axes piétons et cycles existent dans la ville de Ferney-Voltaire et sont reportés sur le plan ci-après. Certains de ces axes piétons/cycles sont structurants à l'échelle du territoire ; il s'agit de :

- La piste cyclable aménagée côté suisse le long de la route de Ferney et passant sous l'aéroport de Genève constitue l'axe le plus fréquenté et permet une liaison sûre avec Genève.
- La route de Meyrin : parallèlement à la route de Meyrin, une piste cyclable de 580 mètres de long permet de rejoindre la zone d'activité de Bois Candide depuis le carrefour du Bisou. Une voie piétonne suit le même axe.
- La route de Prévessin : la bande cyclable se situe dans le sens Ferney-Voltaire > Prévessin-Moëns.
- La vélo-route Gex-Ferney-Voltaire : la liaison piétons-cycles Gex – Ferney-Voltaire constituera une voie sécurisée de 10 km pour les modes de déplacement doux. La vélo-route permettra également le rabattement des cyclistes vers les arrêts du Bus à haut niveau de service. À Ferney-Voltaire, la vélo-route arrivera depuis Ornex par la rue des Fins pour rejoindre l'avenue de Vessy. Elle suivra ensuite l'avenue des Sports puis le chemin du Gué.

D'autres pistes viennent compléter le maillage cyclable localement.

Enfin, des rues sont à double sens pour les vélos et sens unique pour les voitures (en bleu clair sur le plan ci-après). La vitesse y est limitée à 30km/h. Il s'agit des rues suivantes :

- Grand'rue : portion comprise entre l'avenue Voltaire et la rue de Genève : zone de rencontre avec priorité aux piétons. Attention, vitesse limitée à 20 km/h.
- Chemin Florian : portion comprise entre la ruelle des Jardins et la rue de Meyrin.
- Chemin des Mûriers : partie publique.
- Rue de Meyrin : portion comprise entre la rue de Genève et le chemin Florian.
- Chemin de Vireloup : section comprise entre le chemin de Valavran et l'avenue des Alpes.
- Rue de Versoix : entre l'avenue du Jura et la rue de Genève.

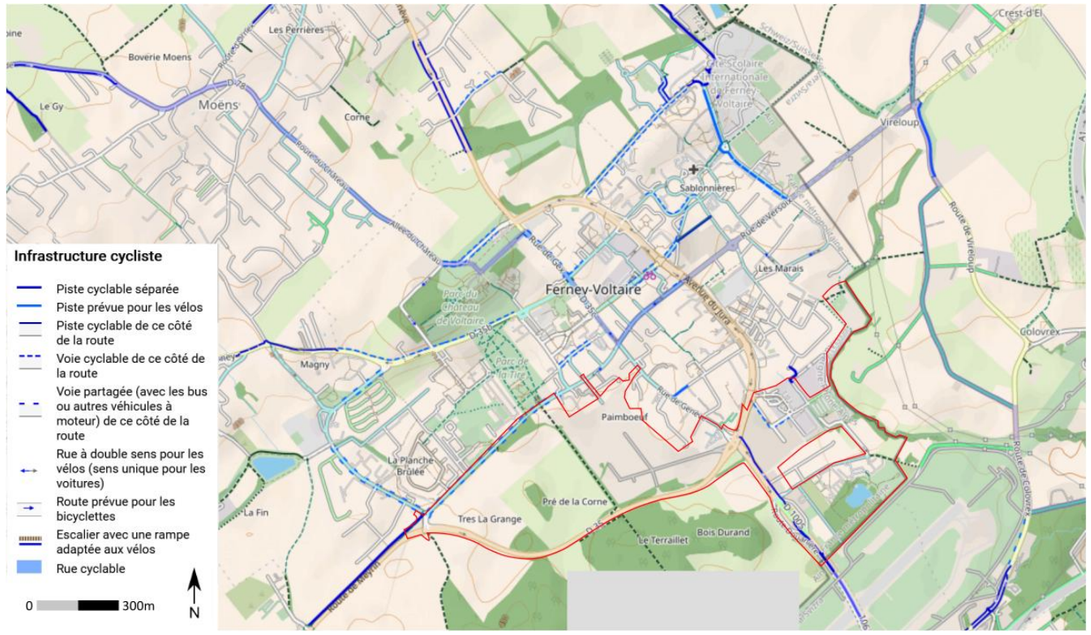


Figure 129 : pistes cyclables recensées à Ferney-Voltaire (source : cyclosm.org)

La ZAC FGI prévoit un maillage cyclable et piéton de grande qualité afin de favoriser les modes actifs et le recours aux transports collectifs. Ce maillage est reporté sur le plan ci-après.



Figure 130 : maillage piéton et cyclable prévu dans la ZAC FGI

5.6 Le stationnement

Actuellement, seul le secteur de la Poterie bénéficie d'une offre de stationnement pour l'usage des clients des commerces.
Les secteurs d'urbanisation future de Paimboeuf et Très-la-Grange prévoient une offre en stationnement optimisée et cohérente avec la politique de mobilité à l'échelle de la commune et plus généralement à l'échelle de l'agglomération genevoise.
En effet, la politique de gestion du stationnement peut participer à l'incitation au report modal. Sur le secteur de Paimboeuf et Très-La-Grange, pour réduire la place de la voiture au profit des transports en commun et modes actifs, le PLU limite le nombre de places de stationnement. Il en va de même à Genève avec le plan d'action du stationnement 2020-2025 où, par exemple, les employeurs sont encouragés à réduire le stationnement gratuit pour leurs employés.
A l'échelle de la ZAC FGI, les résidents, employés et visiteurs utilisent le stationnement de manière différente dans la journée : utilisation diurne pour les employés et visiteurs, nocturne pour les résidents. Aussi, une même place de stationnement peut-elle être occupée par différents usagers tout au long de la journée : c'est le principe du « foisonnement ». En appliquant cette hypothèse de foisonnement sur la journée, la demande en places de stationnement est diminuée.

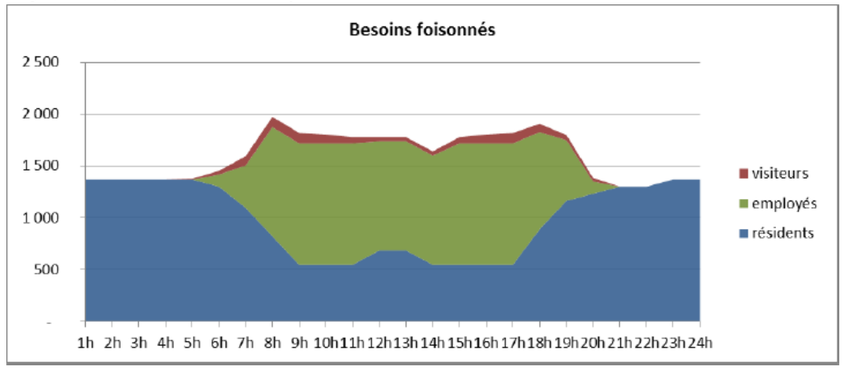


Figure 131 : Principe du foisonnement du stationnement sur une journée

L'offre de stationnement dans la ZAC FGI se fait dans les ilots privés, en sous-sol des bâtiments, sur les espaces publics le long des voies et également dans des parkings silos aux fonctions mutualisées entre logements et activités. Le parking silo permet, en éloignant la voiture du logement ou de l'activité, d'accompagner le changement des usages vers une plus grande part d'utilisation des modes de déplacement alternatifs à la voiture.
D'autre part, l'instauration de stationnements flexibles et multi-usages réduit l'impact visuel, économique et environnemental que peuvent générer les parkings.
Un parking mutualisé est en cours de construction sur le secteur Paimboeuf : le « hot spot ». Il s'agit d'un parking mutualisé sur 4 niveaux de stationnement en structure bois/béton, regroupant environ 450 places destinées aux habitants et aux actifs de la ZAC Ferney-Genève Innovation. Le bâtiment fonctionne selon une complémentarité temporelle des plages d'occupation sur le principe du foisonnement.



Figure 132 : vue d'architecte du parking mutualisé en cours de construction sur le secteur de Paimboeuf

Ce programme met l'accent sur la réversibilité, rendue possible grâce à la trame structurelle bois. Dans le scénario d'évolutivité imaginé, les rampes centrales peuvent être déconstruites sans altérer le fonctionnement en R+1. Les niveaux 2 et 3 sont alors aménagés en bureaux, autour de patios végétalisés. Les espaces partagés trouvent leur place le long de ces patios.
Le socle intègre la production de chaleur du nouveau quartier ainsi que des services innovants : espaces de formation et de recherche, FABLAB, services dédiés à la mobilité douce et data center.
Un deuxième parking silo mutualisé est prévu à l'extrémité ouest de la bande active « cercle de l'innovation ».

Etat actuel (E0)
- saturation de la RD1005 aux heures pointe du matin et du soir au passage de la frontière avec des remontées de file qui perturbent la RD35 et la RD1005
- développement de l'offre TC avec le BHNS Gex-Ferney-Genève
- développement des itinéraires cyclables

Etat initial (E1) :
- augmentation conséquente du trafic en lien avec la croissance démographique et du nombre d'emplois
- saturation du réseau routier et étalement des heures de pointe du matin (de 6h à 10h) et du soir (de 15h à 21h).
- politique de mobilité incitative mise en place localement et à l'échelle de l'agglomération genevoise

Enjeux
- maîtriser l'augmentation du trafic par report modal

6 L'ambiance acoustique

6.1 Contexte normatif et réglementaire

6.1.1 Définitions et réglementation

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère. L'onde sonore faisant vibrer le tympan résulte du déplacement d'une particule d'air par rapport à sa position d'équilibre.
Cette mise en mouvement se répercute progressivement sur les particules voisines tout en s'éloignant de la source de bruit. Dans l'air la vitesse de propagation est de l'ordre de 340 m/s.
On caractérise un bruit par son niveau exprimé en décibel (dB(A)) et par sa fréquence (la gamme des fréquences audibles s'étend de 20 Hz à 20 kHz).

La gêne vis-à-vis du bruit est un phénomène subjectif, donc forcément complexe. Une même source de bruit peut engendrer des réactions assez différentes suivant les individus, les situations, les lieux ou la période de l'année. Différents types de bruit (continu, intermittent, impulsionnel, à tonalité marquée) peuvent également occasionner une gêne à des niveaux de puissance très différents.
D'autres paramètres n'ayant rien à voir avec la problématique acoustique entrent également en compte : importance relative de la source de bruit dans la vie des riverains, rôle dans l'intérêt économique de chacun, opinion personnelle quant à l'intérêt de sa présence.
Le phénomène de gêne est donc très complexe et parfois très difficile à mettre en évidence. On admet généralement qu'il y a gêne, lorsque le bruit perturbe la vie d'individus (période de sommeil / conversation / période de repos ou de travail).

Périodes réglementaires : en matière de bruit d'infrastructures, on considère les deux périodes réglementaires jour (6h-22h) et nuit (22h-6h) ; on parle des niveaux de bruit L(A)eq (6h-22h) et L(A)eq (22h-6h).

Le bruit s'exprime en décibel suivant une arithmétique logarithmique. On parle alors de niveau de pression acoustique s'étendant de 0 dB(A) (seuil d'audition) à 130 dB(A) (seuil de la douleur et au-delà). Le doublement de l'intensité sonore se traduit dès lors par une augmentation de 3 dB(A) :

50 dB(A) + 50 dB(A) = 53 dB(A)

De la même manière, la somme de 10 sources de bruit de même intensité se traduit par une augmentation du niveau sonore de 10 dB(A) :

10x 50 dB(A) = 60 dB(A)

Le niveau acoustique fractile, LAN, t. Par analyse statistique de LAeq courts, on peut déterminer le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant N % de l'intervalle de temps considéré, dénommé « niveau acoustique fractile ». Son symbole est LAN, t : par exemple, LA90, 1s est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A dépassé pendant 90 % de l'intervalle de mesurage, avec une durée d'intégration égale à 1s.

La réduction du bruit dans l'environnement porte sur la conception de source de bruit moins gênante (véhicule moins bruyant mais toujours plus nombreux, amélioration des revêtements de chaussée pour les routes, mise en place de rails soudés pour les voies ferrées, mise en place de silencieux sur les moteurs), la mise en place de barrières acoustiques (écrans acoustiques, merlon de terre, couverture totale ou partielle) et enfin isolation acoustique des façades des bâtiments (ce dernier recours consiste à assurer un isolement important à un logement en mettant en place des menuiseries performantes au niveau acoustique).

Source de bruit	dB(A)	Sensation	Conversation
Décollage d'un avion à réaction	130	Dépassement du seuil de douleur	Impossible
Marteau piqueur à 1 m	110	Supportable un court instant	
Moto à 2 m	90	Bruits très pénibles	En criant
Boulevard périphérique de Paris	80	Très bruyant	Difficile
Habitation proche d'une autoroute	70	Bruyant	En parlant fort
Niveau de bruit derrière un écran	60	Supportable	A voix normale
Bruit ambiant en ville de jour	50	Calme, bruit de fond d'origine mécanique	
Bruit ambiant à la campagne de jour	40	Ambiance calme	A voix basse
Campagne la nuit sans vent / chambre calme	30	Ambiance très calme	
Montagne enneigée / studio enregistrement	15	Silence	

Figure 133 : échelle du bruit

6.1.2 Principes réglementaires applicables

Les principes réglementaires applicables dans le cadre du projet sont détaillés dans la présente partie.
Au préalable, il convient d'expliciter la notion d'ambiance sonore préexistante transverse aux différents cadres réglementaires. Il s'agit des niveaux de bruit mesurés ou calculés en façade des bâtiments existants avant la construction du projet (toutes sources confondues). On distingue trois catégories d'ambiances sonores préexistantes :

Tableau 18 : Description des critères d'ambiance sonore initiale

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources)		**Ambiance sonore préexistante**
$L_{Aeq,jour}$ (6h-22h)	**$L_{Aeq,nuit}$ (22h-6h)**	
< 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée
≥ 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée de nuit
< 65 dB(A)	≥ 60 dB(A)	Non modérée
≥ 65 dB(A)	≥ 60 dB(A)	

La réglementation sur les infrastructures bruyantes s'applique selon les cas de figure suivants :

- Création d'infrastructures ferroviaires et routières (avec un principe d'antériorité des bâtiments)
- Modification d'infrastructure routière : en cas d'augmentation du niveau sonore de plus de 2 dB(A)
- Point Noir du Bruit (PNB)

Dans le cas du prolongement du tramway dans la ZAC FGI, la quasi-totalité des bâtiments qui seront exposés aux nouvelles infrastructures n'existe pas au moment des études d'impacts environnementales. Les bâtiments de la ZAC se trouvent hors de ces contextes réglementaires car construits en même temps que les infrastructures bruyantes : ils ne sont donc pas concernés par la réglementation sur le bruit. Toutefois, TerrInov, l'aménageur de la ZAC, a décidé d'étendre l'application des textes réglementaires aux bâtiments de la ZAC qui n'existent pas au moment des études et ainsi dimensionner leurs isolations phoniques (si besoin) en fonction de l'ambiance sonore à terme.
Cela se traduira par la création d'un modèle d'état initial acoustique de la ZAC dans lequel les bâtiments sont tous existants avant la construction des infrastructures de transport (tramway et routes). C'est sur cette base que seront définies les ambiances sonores préexistantes des projets de bâtiment de la ZAC.
Cela correspond à l'état initial E1, avec la ZAC construite mais sans le tramway.

6.2 Le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève

L'activité de l'aéroport international de Genève est à l'origine de nuisances sonores élevées pour les riverains. De ce fait, le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève a été approuvé par arrêté préfectoral le 15 juillet 2008.
Il définit 4 zones (A à D) et une ligne de bruit, dite LDEN 57, au Sud de laquelle il n'est plus possible de construire de logements. Les équipements publics sont autorisés dans la zone C (entre la LDEN 65 et LDEN 57). Les logements sont autorisés dans la zone D, sous réserve d'une isolation acoustique adaptée.

Le périmètre de la ZAC FGI est concerné par les différentes zones du PEB, ce qui induit en zone C (verte) l'absence de logements et en zone D (bleue) une autorisation de construction de logement sous réserve d'isolation phonique (extrait cartographique du PEB ci-après). Le tracé de l'extension du tramway est inclus dans les différents zonages du PEB.

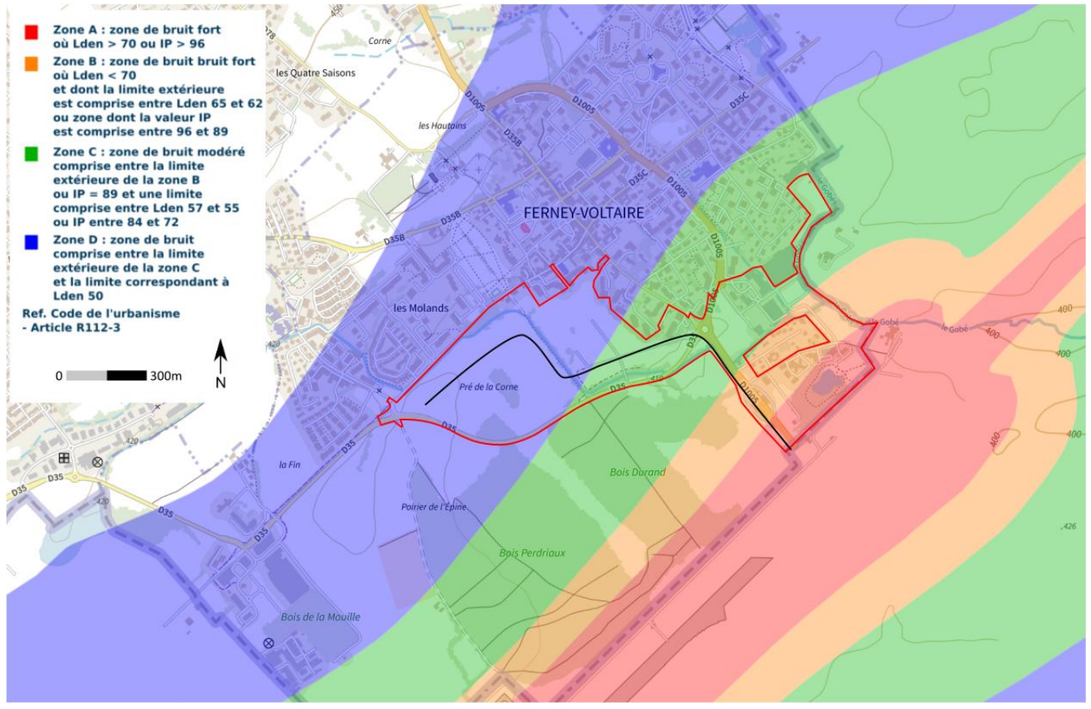


Figure 134: Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève (source : Géoportail)

6.3 Plan de prévention du bruit dans l'environnement

Source : https://www.ain.gouv.fr

La directive européenne n°2002/49/CE du 25/06/2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement impose l'élaboration de cartes stratégiques du bruit, et à partir de ce diagnostic, de plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE). L'objectif est de protéger la population et les établissements scolaires ou de santé des nuisances sonores excessives, de prévenir de nouvelles situations de gêne sonore et de préserver les zones de calme. L'ambition de cette directive et de garantir une information des populations sur leur niveau d'exposition sonore et sur les actions prévues pour réduire cette pollution.

En application de cette directive, l'État est chargé d'établir un PPBE.

L'élaboration du 4ème PPBE de l'État consiste à faire un bilan des actions réalisées depuis 5 ans par les gestionnaires des grandes infrastructures routières et ferroviaires nationales sur le département de l'Ain (APRR, ATMB et SNCF Réseau) et à établir un plan d'actions sur la période 2024-2029.

Les cartes de bruit stratégiques 4ème échéance ont été approuvées par arrêté préfectoral du 7 février 2023.

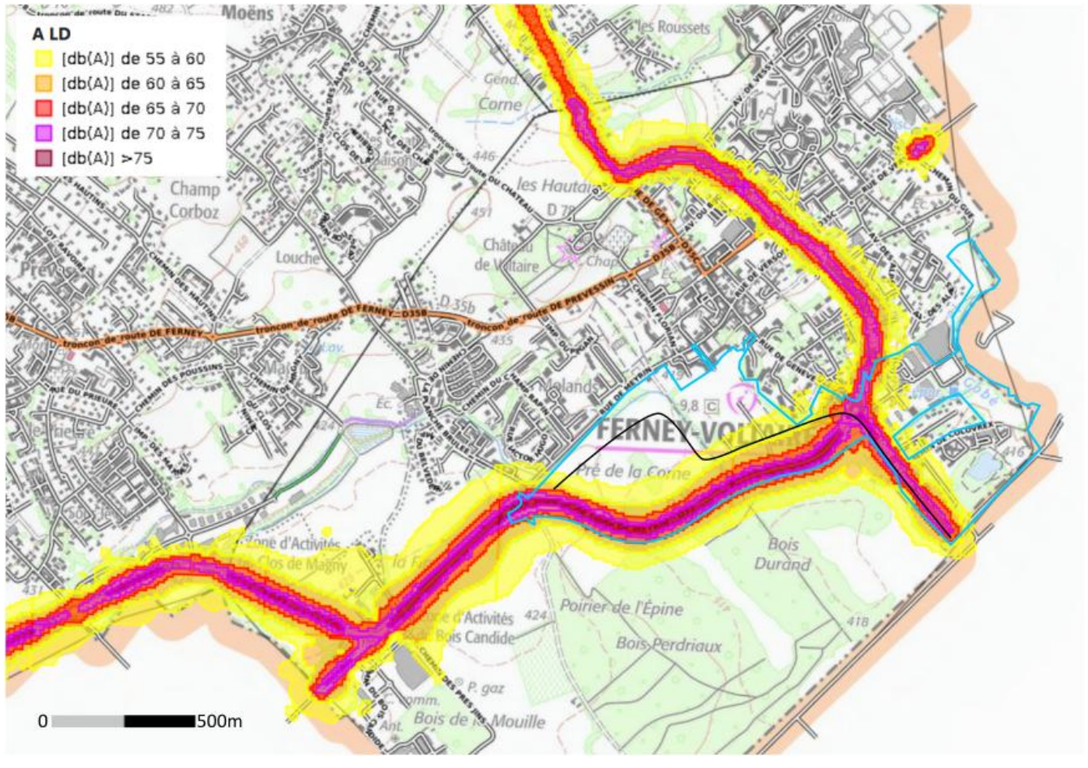


Figure 135 : extrait de la carte de bruit stratégique du PPBE 4ème échéance (source : DDT Ain)

6.4 Bruit lié aux infrastructures routières

Les services de la DDT traduisent les niveaux d'ambiance sonore des infrastructures routières à travers les cartes de bruit au sein du classement sonore des infrastructures de transports. Ces cartes représentent les dépassements ou les risques de dépassement des niveaux autorisés (niveau sonore de 60dB(A) en période jour et 55 dB(A) de nuit).

Sont classées toutes les routes dont le trafic est supérieur à 5 000 véhicules par jour et toutes les voies de bus en site propre comptant un trafic moyen de plus de 100 bus/jour, qu'il s'agisse d'une route nationale, départementale ou communale ; les infrastructures ferroviaires interurbaines dont le trafic est supérieur à 50 trains/jour ; les infrastructures ferroviaires urbaines dont le trafic est supérieur à 100 trains/jour.

La RD 1005 et la RD 35 sont des infrastructures de catégorie 3, soumises à une bande de protection de 100 mètres de large de part et d'autre des bords de chaussées, à l'intérieur de laquelle les bâtiments doivent être dotés d'équipements d'isolation acoustique contre les bruits extérieurs. Le périmètre d'étude est concerné par le classement de la RD1005. Cependant, s'agissant d'une infrastructure de transport le projet n'est pas impacté par le bruit routier. Il s'agira surtout de définir le cumul des impacts entre les nuisances sonores engendrées par le trafic de la RD1005 et celles du tramway.

Figure 136 : Extrait du classement sonore des infrastructures de l'Ain (source : cartographie du classement sonore des infrastructures de transport de l'Ain, 2022)

6.5 Résultats de la campagne de mesures acoustiques

Source : étude d'impact acoustique du projet de tramway des nations à Ferney-Voltaire, Systra, mai 2023

La caractérisation de l'état sonore initial a un objectif double :

- Définir les ambiances sonores initiales qui permettront d'établir les seuils réglementaires applicables au projet ;
- Consolider la modélisation acoustique du projet qui servira à la réalisation des études.

6.5.1 Campagne de mesures

Des mesures acoustiques d'état sonore initial ont été réalisées du lundi 5 au mardi 6 décembre 2022, pour une durée d'environ 24 heures, permettant de couvrir l'intégralité des deux périodes réglementaires (6h-22h et 22h-6h).

Les mesures d'état sonore initial ont été réalisées en deux points de mesures respectivement nommés PF1 et PF2. La figure suivante localise les points de mesures.



Figure 137 : Plan de localisation des mesures d'état sonore initial

Les résultats des mesures sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Résultats des mesures d'état sonore initial

Point	Adresse	Infrastructure	Période diurne (6h-22h)			Période nocturne (22h-6h)		
			$L_{Aeq,}$	L_{50}	$L_{Aeq} - L_{50}$	L_{Aeq}	L_{50}	$L_{Aeq} - L_{50}$
PF1	4 chemin du Nant (RDC)	D1005	59,5 dB(A)	57,0 dB(A)	2,5 dB(A)	53,5 dB(A)	45,5 dB(A)	8,0 dB(A)
PF2	76 rue de Meyrin (R+1)	Rue de Meyrin	57,0 dB(A)	53,0 dB(A)	4,0 dB(A)	48,5 dB(A)	39,0 dB(A)	9,5 dB(A)

6.5.2 Analyse des résultats

Les principales sources de bruits observées à proximité du site sont les infrastructures routières (D1005, D35 et Rue de Meyrin) ainsi que l'aéroport, le site de la ZAC FGI étant affecté par le Plan d'Exposition au Bruit (PEB) de l'aéroport de Genève.

L'indicateur L_{50} exprimé en dB(A) est un indice statistique correspondant au niveau sonore dépassé 50% du temps de mesure.

Les écarts L_{Aeq}-L_{50} permettent de décrire la fluctuation ou la stabilité des ambiances sonores mesurées (plus cet écart est faible, plus l'ambiance sonore sur la période est stable).

Ces indicateurs, complétés par les observations de terrain, permettent d'analyser les résultats de la manière suivante :

- Les niveaux de bruit mesurés au point PF1 en période jour sont portés par le trafic routier sur la D1005 ainsi que par le trafic aérien, cette dernière source étant prépondérante. L'intensité des trafics routiers et aériens conduit à une ambiance sonore stable (Écart $L_{Aeq} - L_{50}$ de 2,5 dB(A)).
- Au point PF2, les niveaux sonores en période jour sont du même ordre qu'au PF1, mais plus fluctuant en raison d'un trafic routier moindre et d'une contribution plus faible du trafic aérien (expliqué par une plus grande distance avec l'aéroport).
- En période nuit, les deux points de mesure présentent un écart L_{Aeq}-L_{50} du même ordre de grandeur (respectivement 8,0 et 9,5 dB(A)). Cela s'explique par un écart important entre les niveaux sonores en pleine nuit et en fin de période nocturne (reprise de l'activité de l'aéroport et de la circulation).

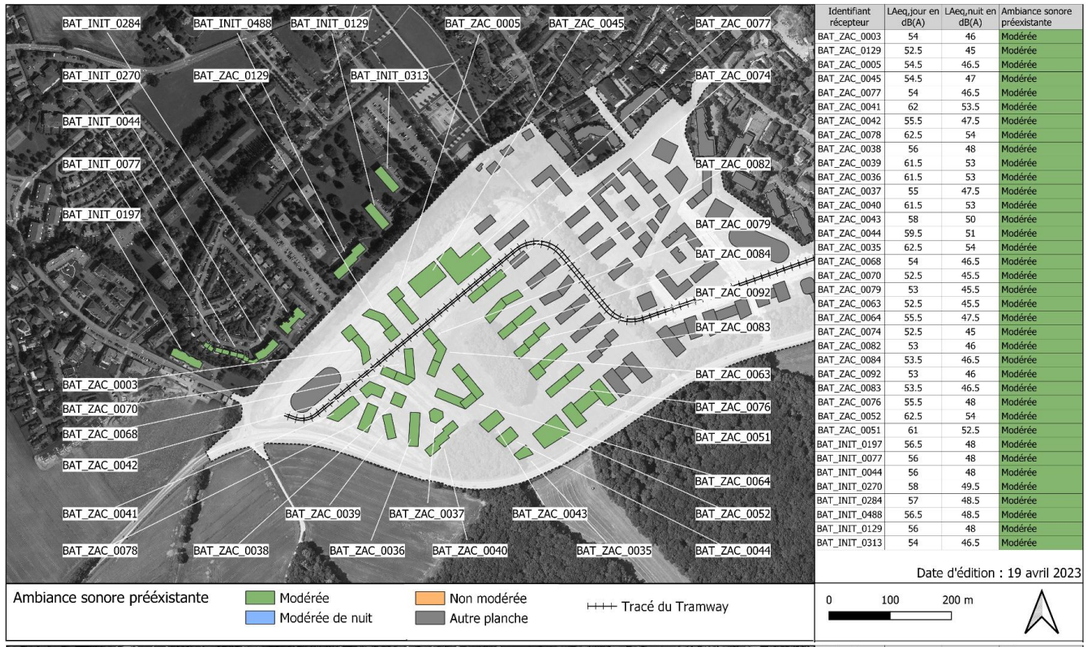
6.6 Modélisation acoustique de l'état initial

L'objectif de la modélisation de l'état sonore initial est de définir les « ambiances sonores préexistantes » qui serviront de base à la définition des critères réglementaires applicable au projet d'extension de tramway.

Une fois le modèle acoustique calé, la modélisation acoustique de l'état initial permet de calculer les niveaux sonores en façades de tous les bâtiments de la ZAC FGI en l'absence de tramway.

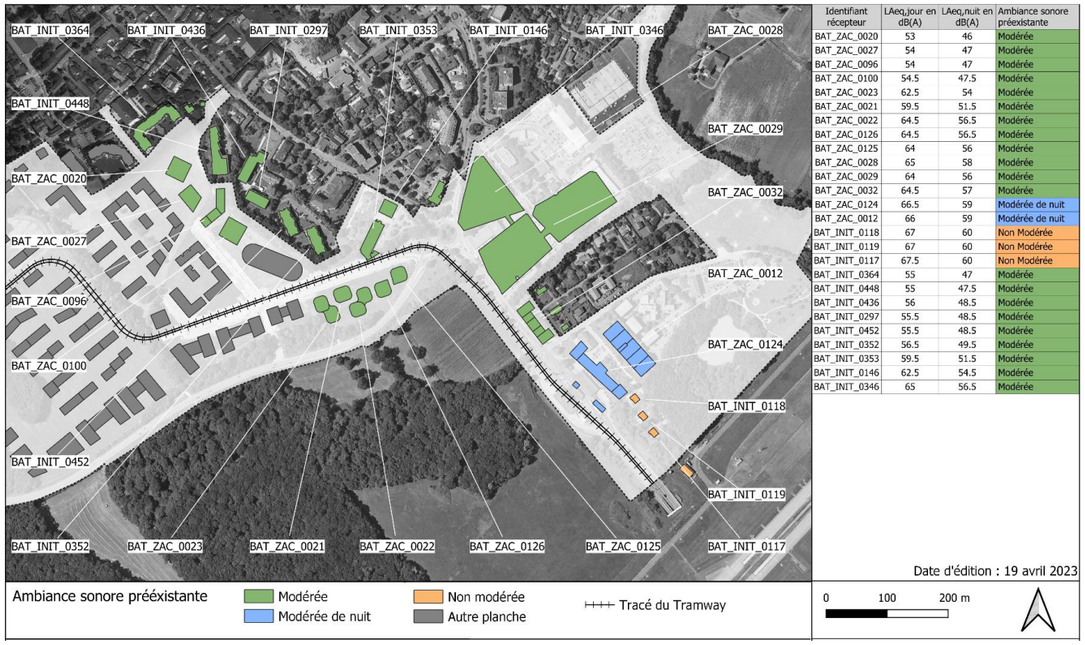
Les niveaux sonores sont alors calculés en façades des bâtiments pour définir la catégorie d'ambiance sonore initiale.

Les ambiances sonores préexistantes ont été déduites et reportées sur les planches suivantes. Les bâtiments nommés avec le préfixe « BAT_INIT » correspondent aux bâtiments actuellement existants et qui ne seront pas déconstruits. Le préfixe « BAT_ZAC » renvoie aux bâtiments qui seront construits dans le cadre du projet.



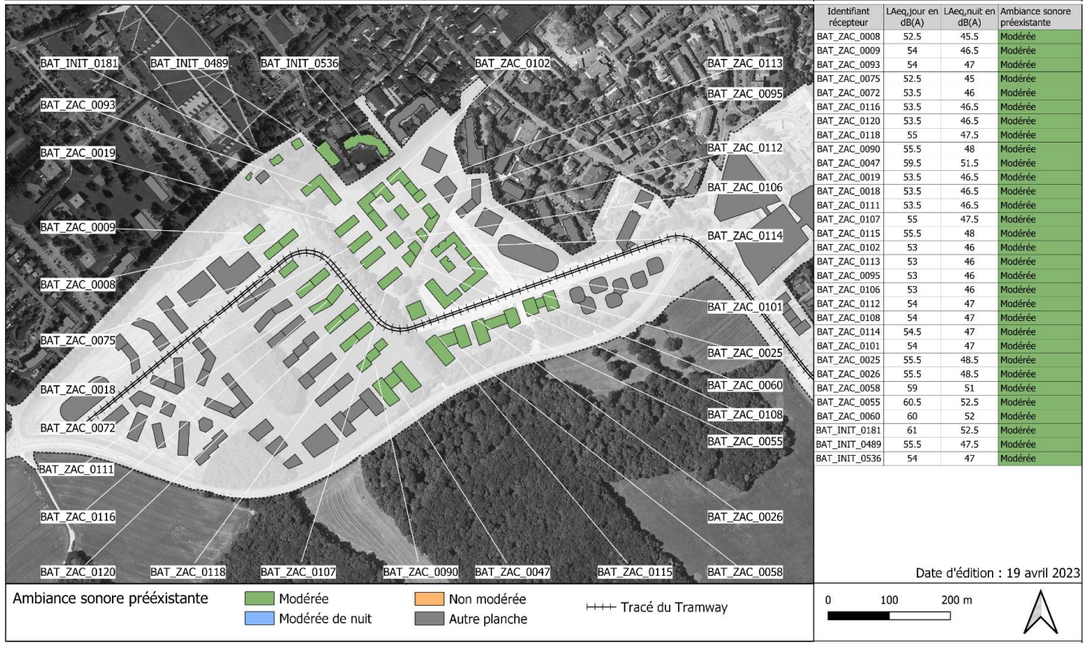
Identifiant récepteur	LAeq,jour en dB(A)	LAeq,nuit en dB(A)	Ambiance sonore préexistante
BAT_ZAC_0003	54	46	Modérée
BAT_ZAC_0129	52.5	45	Modérée
BAT_ZAC_0005	54.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0045	54.5	47	Modérée
BAT_ZAC_0077	54	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0041	62	53.5	Modérée
BAT_ZAC_0042	55.5	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0078	62.5	54	Modérée
BAT_ZAC_0038	56	48	Modérée
BAT_ZAC_0039	61.5	53	Modérée
BAT_ZAC_0036	61.5	53	Modérée
BAT_ZAC_0037	55	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0040	61.5	53	Modérée
BAT_ZAC_0043	58	50	Modérée
BAT_ZAC_0044	59.5	51	Modérée
BAT_ZAC_0035	62.5	54	Modérée
BAT_ZAC_0068	54	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0070	52.5	45.5	Modérée
BAT_ZAC_0079	53	45.5	Modérée
BAT_ZAC_0063	52.5	45.5	Modérée
BAT_ZAC_0064	55.5	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0074	52.5	45	Modérée
BAT_ZAC_0082	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0084	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0092	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0083	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0076	55.5	48	Modérée
BAT_ZAC_0052	62.5	54	Modérée
BAT_ZAC_0051	61	52.5	Modérée
BAT_INIT_0197	56.5	48	Modérée
BAT_INIT_0077	56	48	Modérée
BAT_INIT_0044	56	48	Modérée
BAT_INIT_0270	58	49.5	Modérée
BAT_INIT_0284	57	48.5	Modérée
BAT_INIT_0488	56.5	48.5	Modérée
BAT_INIT_0129	56	48	Modérée
BAT_INIT_0313	54	46.5	Modérée

Date d'édition : 19 avril 2023



Identifiant récepteur	LAeq,jour en dB(A)	LAeq,nuit en dB(A)	Ambiance sonore préexistante
BAT_ZAC_0020	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0027	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0096	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0100	54.5	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0023	62.5	54	Modérée
BAT_ZAC_0021	59.5	51.5	Modérée
BAT_ZAC_0022	64.5	56.5	Modérée
BAT_ZAC_0126	64.5	56.5	Modérée
BAT_ZAC_0125	64	56	Modérée
BAT_ZAC_0028	65	58	Modérée
BAT_ZAC_0029	64	56	Modérée
BAT_ZAC_0032	64.5	57	Modérée
BAT_ZAC_0124	66.5	59	Modérée de nuit
BAT_ZAC_0012	66	59	Modérée de nuit
BAT_INIT_0118	67	60	Non Modérée
BAT_INIT_0119	67	60	Non Modérée
BAT_INIT_0117	67.5	60	Non Modérée
BAT_INIT_0364	55	47	Modérée
BAT_INIT_0448	55	47.5	Modérée
BAT_INIT_0436	56	48.5	Modérée
BAT_INIT_0297	55.5	48.5	Modérée
BAT_INIT_0452	55.5	48.5	Modérée
BAT_INIT_0352	56.5	49.5	Modérée
BAT_INIT_0353	59.5	51.5	Modérée
BAT_INIT_0146	62.5	54.5	Modérée
BAT_INIT_0346	65	56.5	Modérée

Date d'édition : 19 avril 2023



Identifiant récepteur	LAeq,jour en dB(A)	LAeq,nuit en dB(A)	Ambiance sonore préexistante
BAT_ZAC_0008	52.5	45.5	Modérée
BAT_ZAC_0009	54	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0093	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0075	52.5	45	Modérée
BAT_ZAC_0072	53.5	46	Modérée
BAT_ZAC_0116	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0120	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0118	55	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0090	55.5	48	Modérée
BAT_ZAC_0047	59.5	51.5	Modérée
BAT_ZAC_0019	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0018	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0111	53.5	46.5	Modérée
BAT_ZAC_0107	55	47.5	Modérée
BAT_ZAC_0115	55.5	48	Modérée
BAT_ZAC_0102	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0113	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0095	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0106	53	46	Modérée
BAT_ZAC_0112	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0108	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0114	54.5	47	Modérée
BAT_ZAC_0101	54	47	Modérée
BAT_ZAC_0025	55.5	48.5	Modérée
BAT_ZAC_0026	55.5	48.5	Modérée
BAT_ZAC_0058	59	51	Modérée
BAT_ZAC_0055	60.5	52.5	Modérée
BAT_ZAC_0060	60	52	Modérée
BAT_INIT_0181	61	52.5	Modérée
BAT_INIT_0489	55.5	47.5	Modérée
BAT_INIT_0536	54	47	Modérée

Date d'édition : 19 avril 2023

Figure 138 : Résultats des calculs d'état sonore initial (source : Systra)

Analyse des résultats :

La majorité des bâtiments étudiés se situent dans une ambiance sonore préexistante dite « Modérée ». Les bâtiments les plus proches de la frontière se situent dans une ambiance « Modérée de nuit » ou « Non modérée ». Ce constat confirme l'importance de l'activité de l'aéroport dans l'ambiance sonore initiale du site.

Etat actuel (E0)

- ambiance acoustique constatée sur la commune de Ferney-Voltaire influencée par la RD35, RD1005 depuis le carrefour du Bisou jusqu'à la frontière avec la Suisse.
- ambiance sonore également impactée par le bruit de l'aéroport de Genève, de façon relativement importante sur la partie Poterie/Douane.
- Le Plan d'Exposition au Bruit de l'aéroport s'applique sur une grande partie de la ville de Ferney-Voltaire et contraint l'urbanisation sur la frange sud du Paimboeuf, le secteur de la douane et de la Poterie.

Etat initial (E1), avec les bâtiments de la ZAC construits :

- majorité des bâtiments en zone d'ambiance sonore modérée
- bâtiments proches de la frontière (et de l'aéroport) en ambiance « Modérée de nuit » ou « Non modérée »

Enjeux

- anticiper les nuisances sonores du tramway et des voiries dans l'aménagement de la ZAC

7 Les vibrations

Source : étude d'impact vibratoire du projet de tramway des nations à Ferney-Voltaire, Systra, mai 2023

Un tramway est source de vibrations dans le sol. L'analyse du risque vibratoire est donc une nécessité dans le cadre d'une étude d'impact.
La caractérisation de l'état initial vibratoire porte sur la recherche de sources de vibrations et sur la capacité des sols à atténuer les vibrations.

A l'état actuel, aucune source de vibration pérenne n'est recensée dans le périmètre de la ZAC FGI. Les travaux peuvent être source de vibrations : ainsi, les secteurs de la Poterie et de Paimboeuf sont ponctuellement soumis à des vibrations.

Les bâtiments prévus dans la ZAC FGI sont classés sur une échelle de 1 à 4 en fonction de leur destination et de la distance au tracé du tramway. Les catégories 1 sont les bâtiments les plus sensibles, qui requièrent le calme pour un usage normal du bâtiment (théâtres, salle de concert, studio d'enregistrement, etc...), les bâtiments de catégorie 2 sont à usage résidentiels ; la catégorie 3 regroupent les bâtiments destinés aux activités diurnes où une ambiance calme est recherchée (bureaux à haut niveau de confort acoustique, lieux de culte, bibliothèque, musées, etc...) ; enfin en catégorie 4 sont classés les bureaux à confort acoustique standard.
La cartographie suivante présente le résultat de l'application de ces critères :

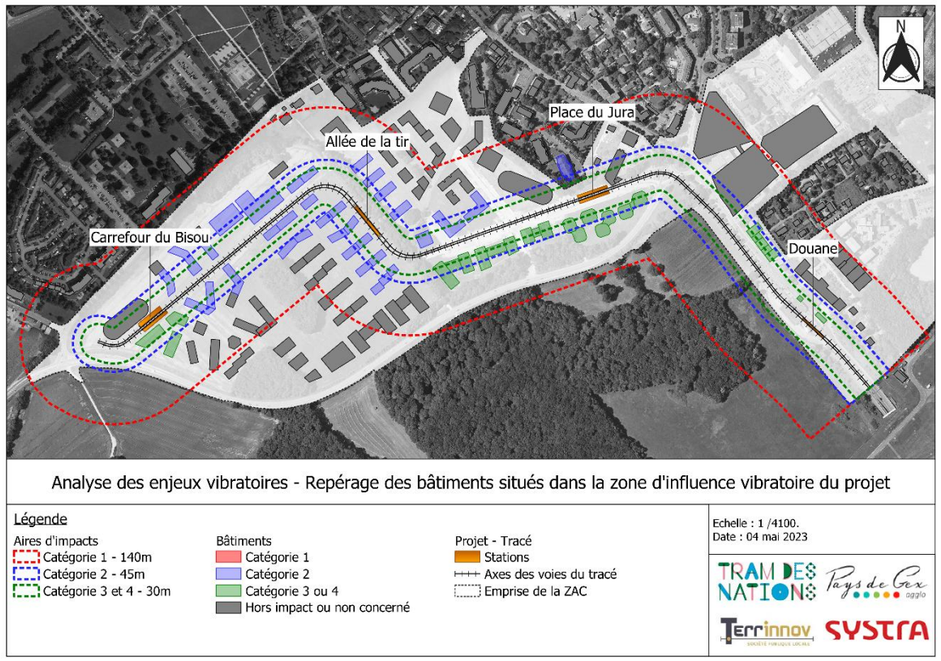


Figure 139 : Analyse des enjeux vibratoires du projet

Aucun bâtiment de très haute sensibilité (catégorie 1) n'est présent dans la zone d'influence vibratoire du projet.
Le projet de centre commercial n'est pas considéré comme un bâtiment accueillant une activité sensible et ne fait donc pas l'objet d'une catégorisation dans le cadre de cette analyse d'enjeux.
La zone présentant l'enjeu le plus important s'étend de la station « Carrefour du Bisou » jusqu'à la courbe après la station « Allée de la Tire ». Dans cette zone, la densité de bâtiment d'habitations (Catégorie 2) à des distances relativement faibles du tracé (environ 7 mètres) est importante. De ce fait, les mesures de diagnostic vibratoire du sol sont concentrées sur cette zone.

Les niveaux vibratoires transmis dans un bâtiment dépendent de la capacité du sol à atténuer les vibrations générées par le passage d'une rame. Pour cela, le comportement vibratoire du sol a été caractérisé par mesures in situ.
Les sondages mettent en évidence un sol moyennement à hautement atténuant. Cette valeur est utilisée pour simuler les vibrations à l'état futur (avec le tramway).

Etat actuel (E0)
- pas de vibration à l'état initial

Etat initial (E1), avec les bâtiments de la ZAC construits :
- sol moyennement à hautement atténuant le long d'une densité importante de bâtiments d'habitation.

Enjeux
- anticiper les nuisances vibratoires du tramway et des voiries dans l'aménagement de la ZAC

8 La qualité de l'air

Sur l'ensemble du territoire national, la surveillance de la qualité de l'air est effectuée par diverses associations à l'échelle des régions. L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Auvergne-Rhône-Alpes est ATMO Auvergne-Rhône-Alpes. Cette dernière est également en charge de réaliser l'inventaire des émissions de la région.

8.1 Documents de planification relatifs à l'air

Il existe différents documents de planification définissant des objectifs en matière de réduction de la pollution de l'air à plusieurs échelles, parmi lesquels :

- Le Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) regroupe dans un document unique les orientations et actions de l'État en faveur de la qualité de l'air sur le moyen et long terme dans de nombreux secteurs :
- Le Plan National Santé Environnement (PNSE) a pour objectif d'établir une feuille de route gouvernementale afin de réduire l'impact des altérations de l'environnement sur la santé. Le 4ème plan couvre la période 2021-2025.
- Le Plan de Protection de l'Atmosphère 3 (PPA) d'Auvergne-Rhône-Alpes, approuvé par arrêté inter-préfectoral pour la période 2022-2027, décline 35 actions, visant à réduire les émissions des polluants atmosphériques de l'ensemble des activités anthropiques qui y contribuent, et à respecter les valeurs seuils européennes pour les zones concernées, dans les délais les plus courts possibles.
- Le PCAET de Pays de Gex, approuvé par le conseil communautaire le 27 février 2020, est un outil de planification, qui vient définir des objectifs stratégiques et opérationnels pour lutter contre le changement climatique et adapter le territoire à ses conséquences.

8.2 Inventaire des émissions à l'échelle de la CA du Pays de Gex

Le tableau ci-après présente les quantités émises en 2021, dernières données disponibles, pour la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex dont fait partie Ferney-Voltaire et la part qu'elles représentent par rapport aux émissions départementales, pour les polluants disponibles.

Tableau 20 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

Polluant	NO_x	PM_{10}	$PM_{2,5}$	SO_2	COVNM*	NH_3	B[a]P
	t/an						kg/an
Emissions annuelles sur la CA du Pays de Gex	**564**	**248**	**211**	**22**	**838**	**294**	**7**
Part des émissions départementales	*6,7 %*	*7,9 %*	*9,5 %*	*3,1 %*	*11,0 %*	***3,5 %***	***10,6 %***

** Composés Organiques Volatils Non Méthaniques*

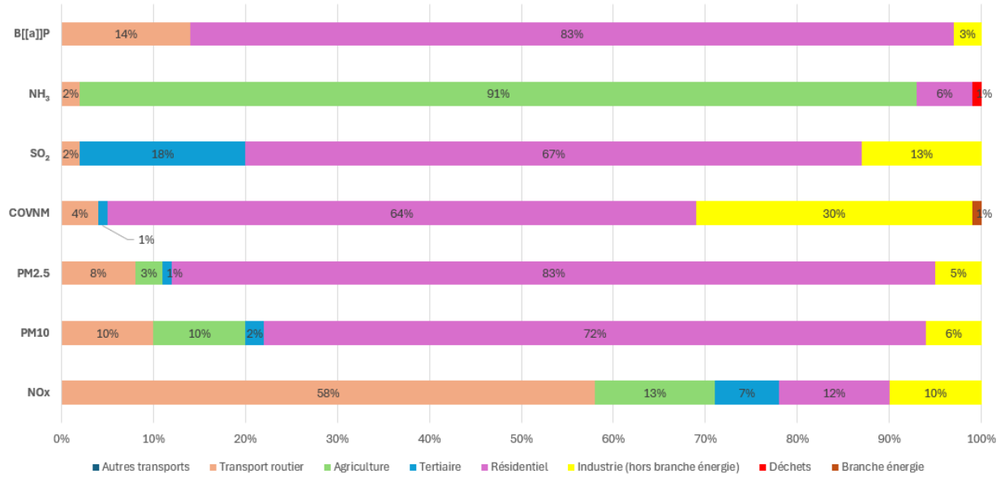


Figure 140 : Répartition des émissions des polluants étudiés par secteur d'activité pour sur la Communauté d'Agglomération du Pays de Gex (source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

La répartition des émissions de ces polluants par secteur d'activité pour l'intercommunalité est présentée ci-avant. Il ressort de ces éléments que :

- Les oxydes d'azote sont majoritairement émis par le transport routier (58 %), suivi du secteur agricole (13 %) et du secteur résidentiel (12 %) ;
- La source principale d'émission de particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ est le secteur résidentiel, avec des parts respectives de 72 % et 83 %. Les transports routiers ainsi que le secteur agricole contribuent dans une moindre mesure à leur émission ;
- Les COVNM sont majoritairement émis par le secteur résidentiel (64 %) ;
- Le SO_2 provient essentiellement du secteur résidentiel (67 %) ;
- L'ammoniac, NH_3, est émis essentiellement par le secteur agricole (91 %) ;
- Le secteur résidentiel est le principal émetteur du benzo(a)pyrène (83 %).

8.3 Bilan de la qualité de l'air locale

8.3.1 Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont indiquées dans la directive européenne (2008/50/CE) du 21 septembre 2008 et dans la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces textes ont été transposés par la France par le décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Il existe différents seuils :

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, il est fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à minorer ou atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
Les valeurs limites et objectifs de qualité présentés dans le tableau ci-dessous, où figurent également les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (note : FR/UE/OMS= origine des valeurs).

Tableau 21 : Valeurs de référence pour les polluants étudiés

Particules PM_{10}		
Objectif de qualité	30 µg/m³ (FR) 15 µg/m³ (OMS)	en moyenne annuelle
	45 µg/m³ (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an
	40 µg/m³ (UE)	en moyenne annuelle
Particules $PM_{2,5}$		
Objectif de qualité	10 µg/m³ (FR) 5 µg/m³ (OMS)	en moyenne annuelle
	15 µg/m³ (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m³ (FR)	en moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO_2)		
Objectif de qualité	40 µg/m³ (FR) 10 µg/m³ (OMS)	en moyenne annuelle
	25 µg/m³ (OMS)	en moyenne journalière
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m³ (UE + FR)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	40 µg/m³ (UE+FR)	en moyenne annuelle
Benzène		
Objectif de qualité	2 µg/m³ **(FR)**	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³ **(UE)**	en moyenne annuelle
Dioxyde de soufre (SO_2)		
Objectif de qualité	50 µg/m³ **(FR)**	en moyenne annuelle
Benzo(a)pyrène		
Valeur cible	1 ng/m³ **(UE+FR)**	en moyenne annuelle
Arsenic		
Valeur cible	6 ng/m³ **(UE+FR)**	en moyenne annuelle
Nickel		
Valeur cible	20 ng/m³ **(UE+FR)**	en moyenne annuelle
Monoxyde de carbone		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 000 µg/m³ **(UE+FR)**	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures

8.3.2 Bilan de la qualité de l'air de la région Auvergne-Rhône-Alpes et du département de l'Ain

Le réseau de stations de mesure pérennes d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes permet une surveillance à l'année de la qualité de l'air en différentes zones de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Selon le dernier bilan disponible d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes[5], les niveaux de pollution enregistrés en 2021 ont légèrement baissé sur l'ensemble de la région par rapport à 2020 (année particulière avec la crise sanitaire) et les années antérieures, sauf pour l'ozone (O_3).
Ceci s'explique par deux phénomènes :

- La baisse tendancielle des émissions du secteur résidentiel et du trafic routier ;
- Des conditions météorologiques dispersives avec des températures globalement clémentes en période hivernale, qui ont limité les émissions du chauffage résidentiel.

Dans l'Ain, département où se situe le projet, aucun dépassement des valeurs françaises n'a été recensé pour les polluants mesurés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (O_3, NO_2, PM_{10} et $PM_{2.5}$, Benzène, Métaux…), en 2021. Selon ce même bilan :

- 148 900 habitants de l'Ain sont exposés à des dépassements de la valeur de NO2 recommandée par l'OMS sur la moyenne annuelle fixée à 10 µg/m3. Cela concerne 3,1 % de la population régionale exposé à ces dépassements.
- 647 400 habitants sont exposés à des dépassements de la valeur de PM2.5 recommandée par l'OMS sur la moyenne annuelle fixée à 5 µg/m3. Cela concerne 8,3 % de la population régionale exposé à ces dépassements.
- 43 200 habitants sont exposés à des dépassements de la valeur cible d'ozone (O3) pour la santé (120 µg/m3, selon une moyenne glissante calculée sur 8 heures) sur la période 2019-2021, soit 25 jours de dépassement. Cela concerne 9,1 % de la population régionale exposé à ces dépassements.

8.3.3 Polluants mesurés à proximité de Ferney-Voltaire

Plusieurs stations de mesures à proximité de Ferney-Voltaire permettent d'estimer la qualité de l'air de la zone d'étude.

[5] ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, Bilan de la qualité de l'air, année 2021 – Mars 2023

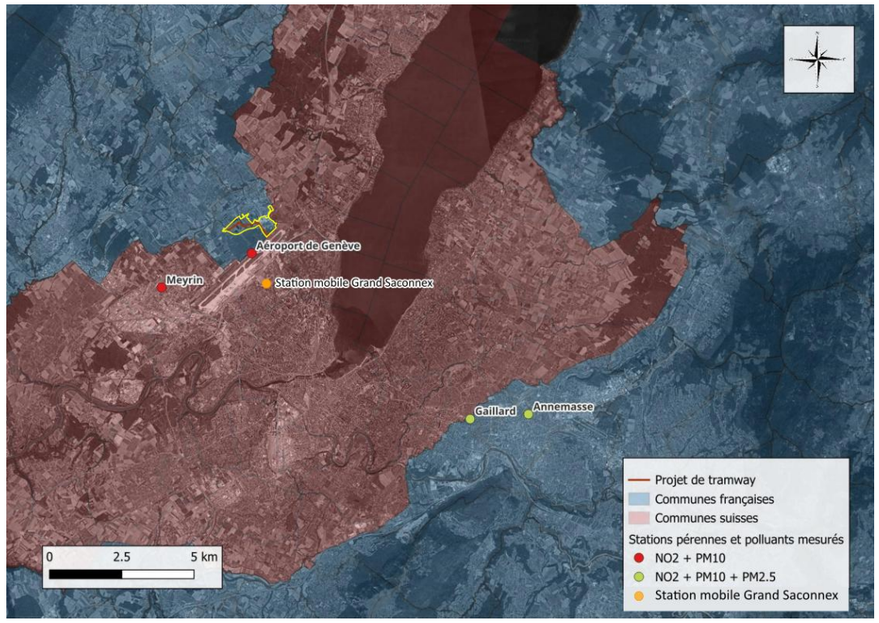


Figure 141 : Implantation des stations de mesure d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et suisses vis-à-vis de la zone d'étude (source : Ispira)

Le tableau ci-dessous détaille les polluants mesurés par chacune de ces stations :

Tableau 22 : Typologie et polluants mesurés pour les stations d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et suisses retenues

Station	Typologie	Polluants mesurés		
		NO_2	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Gaillard	Urbaine	X	X	X
Annemasse	Urbaine	X	X	
Meyrin	Périurbaine	X	X	
Aéroport de Genève	Proximité trafic	X	X	
Grand Saconnex	Station mobile (campagne juin 2022 à juin 2023)	X	X	X

Sur les cinq dernières années, les observations effectuées pour les polluants réglementés aux alentours du projet sont synthétisées ci-après :

Tableau 23 : synthèse des résultats du suivi de la qualité de l'air en moyenne annuelle

	NO2	Particules PM_{10}	Particules $PM_{2,5}$
Valeur limite en moyenne annuelle	Respect de la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ *	Respect de la moyenne annuelle en PM_{10} à Ferney-Voltaire inférieure à 20 µg/m³	Respect de la valeur limite en moyenne annuelle de 25 µg/m³
Ligne directrice de l'OMS en moyenne annuelle	Non-respect de la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³	Respect (ou presque) de la ligne directrice OMS de 15 µg/m³ sauf à Annemasse	Non-respect de la ligne directrice OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle

** La concentration en NO_2 est plus importante le long des axes routiers mais reste inférieure au seuil réglementaire.*

Les niveaux mesurés des autres polluants (ozone (O3), dioxyde de soufre (SO2), monoxyde de carbone (CO), benzène, nickel et en arsenic, benzo(a)pyrène) sont très faibles et respectent très largement les normes réglementaires (valeurs limites et objectif de qualité).

✓ ***Qualité de l'air sur la commune suisse du Grand-Saconnex***

En complément du suivi quotidien de la qualité de l'air, le canton de Genève effectue régulièrement des campagnes de mesures ponctuelles au moyen de stations mobiles. De juin 2022 à juin 2023, une campagne de mesure a été déployée sur la commune suisse du Grand-Saconnex afin de documenter les impacts localisés du trafic aérien sur la qualité de l'air[6]. Pour répondre aux besoins de cette campagne, la station mobile permettant la mesure du NO_2 et des PM_{10} et $PM_{2,5}$ a été placée proche de l'aéroport de Genève, sur la façade sud-est de l'aéroport, entre le chemin Edouard-Sarasin et la rue Jo-Siffert.

Le tableau ci-dessous présente la moyenne annuelle obtenue pour les polluants NO_2, PM_{10} et $PM_{2.5}$.

Tableau 24 : Moyennes annuelles (juin 2022 à juin 2023) des différents polluants étudiés au cours de la campagne de mesure sur la commune du Grand-Saconnex

Polluant	NO_2	PM_{10}	$PM_{2,5}$
Moyenne annuelle en µg/m³	19,1	14,3	9,2
valeurs limites en µg/m³	40	40	25
ligne directrice de l'OMS en µg/m³	10	15	5

Il ressort de cette campagne de mesure, pour les polluants étudiés que, malgré la proximité directe de l'aéroport, les polluants respectent les valeurs limites mais la ligne directrice de l'OMS est constamment dépassée comme cela est souvent le cas sur le territoire français.

8.4 Évolution de la qualité de l'air à l'horizon de l'état initial E1 : ZAC FGI sans tramway

L'évolution de la qualité de l'air au droit de la ZAC FGI a été modélisée, à l'état actuel (E0) et à l'état initial E1, qui est la ZAC aménagée telle qu'initialement programmée (c'est-à-dire sans le tramway), sur la base des études de trafic.

Dans ce scénario E1, le trafic augmente considérablement comme vu au § 5.3 - État de référence E1 : situation avec la ZAC FGI.

Le tableau suivant présente les émissions totales, par polluant, pour l'ensemble du réseau routier étudié, à l'état initial (E0, 2019) et à l'état E1 (ZAC FGI sans tramway) :

Tableau 25 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié

Polluants	Unité	Scénario Actuel 2019 E0	Scénario futur sans projet 2035 E1	Evolution Futur sans Projet 2035 (E1) / Actuel 2019 (E0)
NO_x	kg/jour	26,79	17,65	-34,1 %
PM_{10}		2,62	3,21	+22,6 %

[6] République et Canton de Genève, Evaluation de l'impact local du trafic aérien – Grand-Saconnex, année 2021-2022, Janvier 2024

$PM_{2,5}$		1,85	1,94	+4,9 %
CO		30,14	16,84	-44,1 %
COVNM		1,77	0,42	-76,0 %
SO_2		0,13	0,24	+81,6 %
Benzène	g/jour	80,21	13,29	-83,4 %
As		70,59	129,21	+83,0 %
Ni	mg/jour	348,47	637,41	+82,9 %
BaP		69,36	73,32	+5,7 %

On observe globalement une baisse des émissions à l'horizon 2035 sans projet pour les polluants gazeux, à l'exception du dioxyde de soufre. Les baisses les plus importantes sont observées pour le benzène et les COVNM. Elles sont dues à l'évolution du parc roulant (renouvellement et amélioration technologique) à l'avenir. Cette évolution n'est pas suffisamment favorable à l'abaissement des émissions de SO_2 pour compenser les effets de l'augmentation du trafic routier à l'horizon futur. Concernant les émissions des métaux, la part liée à l'usure des équipements (freins, pneus) est prépondérante. Or, à l'horizon 2035, la ZAC Ferney-Genève Innovation entraîne une augmentation démographique et du nombre d'emplois et donc une augmentation conséquente de la demande de mobilité. Dans le scénario E1, la mobilité est absorbée principalement par l'augmentation du trafic routier et marginalement par le report modal (TC et modes actifs).

Ces données sont reprises dans la partie « impacts et mesures » afin de comparer la situation actuelle (E0) aux situations futures avec (E2) ou sans projet (E1).

Etat actuel (E0)
- la qualité de l'air est plutôt bonne à Ferney-Voltaire ; toutefois, avec le durcissement des lignes directrices de l'OMS, les valeurs seuil sont dépassées.

Etat initial (E1) :
- la croissance démographique et du nombre d'emplois induit une augmentation conséquente du trafic routier.
- L'amélioration du parc automobile permet de limiter certains polluants (NOx, CO, COV, benzène) mais est insuffisante pour les métaux et particules.

Enjeux :
- Poursuivre les efforts d'amélioration de la qualité de l'air

9 Le patrimoine

9.1 Vestiges archéologiques

Les vestiges archéologiques connus ou inconnus sont protégés par la loi du 27 septembre 1941 portant sur la réglementation des fouilles archéologiques et la loi n°2001-44 du 17 janvier 2001 relative à l'archéologie préventive, modifiée par la loi n°2003-707 du 1er août 2003.

La ZAC Ferney Genève Innovation a été divisée en 4 tranches et chacune a été étudiée par le Service Régional de l'Archéologie (SRA) :
- La tranche 1 (Paimboeuf sud) a fait l'objet d'un diagnostic réalisé par l'INRAP en 2015. Au regard des résultats de ce diagnostic (courrier en date du 03 juin 2015), cette tranche n'a donné lieu à aucune prescription d'archéologie préventive postérieure au diagnostic.
- La tranche 2 (Poterie) (courrier en date du 08 novembre 2017) n'a pas donné lieu à un diagnostic. Suite à des évolutions du projet, des parcelles, non initialement incluses dans l'arrêté initial, n'ont pas donné lieu à une prescription d'archéologie préventive.
- La tranche 3 (Paimboeuf nord) a fait l'objet d'un diagnostic réalisé par l'INRAP en février 2019. Ce diagnostic n'ayant pas révélé de vestige archéologique, l'ensemble des terrains concernés par cette tranche 3 a été libéré de toute contrainte au titre de l'archéologie préventive (courrier en date du 16 septembre 2019).
- La tranche 4 (Très-la-Grange) de la ZAC Ferney-Genève Innovation a fait l'objet d'un diagnostic archéologique réalisé par l'INRAP en 2023. Au vu des résultats, des fouilles seront prescrites (courant 2024/2025).

9.2 Monuments historiques

La protection des monuments historiques est réglementée par la Loi du 13 décembre 1913. Il existe deux niveaux de protection :
- Le classement (pour les monuments dont la conservation présente un intérêt public au point de vue de l'histoire de l'art) ;
- L'inscription sur l'inventaire supplémentaire des monuments historiques (lorsque le monument présente un intérêt suffisant pour en justifier la conservation).

La loi du 13 décembre 1913 précise que tous travaux concernant directement un monument historique ou situés dans son périmètre de protection sont soumis à demande d'autorisation, pour les monuments classés, et à déclaration, pour les monuments inscrits. L'inscription joue un rôle d'alerte auprès des pouvoirs publics qui sont avisés des intentions de travaux. L'interdiction de travaux suppose cependant la transformation de l'inscription en classement.
Autour d'un monument historique, une servitude « d'abords » s'applique automatiquement dès qu'il est lui-même protégé par une mesure de classement ou d'inscription à l'inventaire complémentaire (périmètre de protection de 500 mètres de rayon). Seuls sont concernés par la loi les travaux situés dans le champ de visibilité d'un édifice protégé au titre de la législation de 1913.

La commune de Ferney-Voltaire compte plusieurs monuments historiques :

- Deux monuments historiques **classés** :
    - Château de Voltaire : Maison du Maître – chapelle isolée, allée d'accès plantée d'arbres, parc tel qu'il est délimité par les anciens murs → classement par arrêté du 13/12/1958 ;
    - Eglise Notre Dame de l'Assomption (en totalité) → classement par arrêté du 26/04/1988.
- Trois monuments historiques **inscrits :**
    - Maison Meylan (maison Racle) au sis 33 rue de Genève → inscrit à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques depuis le 28/04/1985,
    - Deux vasques de la Fontaine située Rue de Meyrin → inscrit à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques depuis le 19/04/1985,
    - Maison au sis 7 rue Meyrin (façade sur rue et toiture correspondante) → inscrit à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques depuis le 07/06/1988.

L'ensemble de ces monuments historiques bénéficie d'un unique périmètre de protection au titre des abords de monuments historiques, incluant l'allée de la tire. La ZAC FGI intercepte ce périmètre.

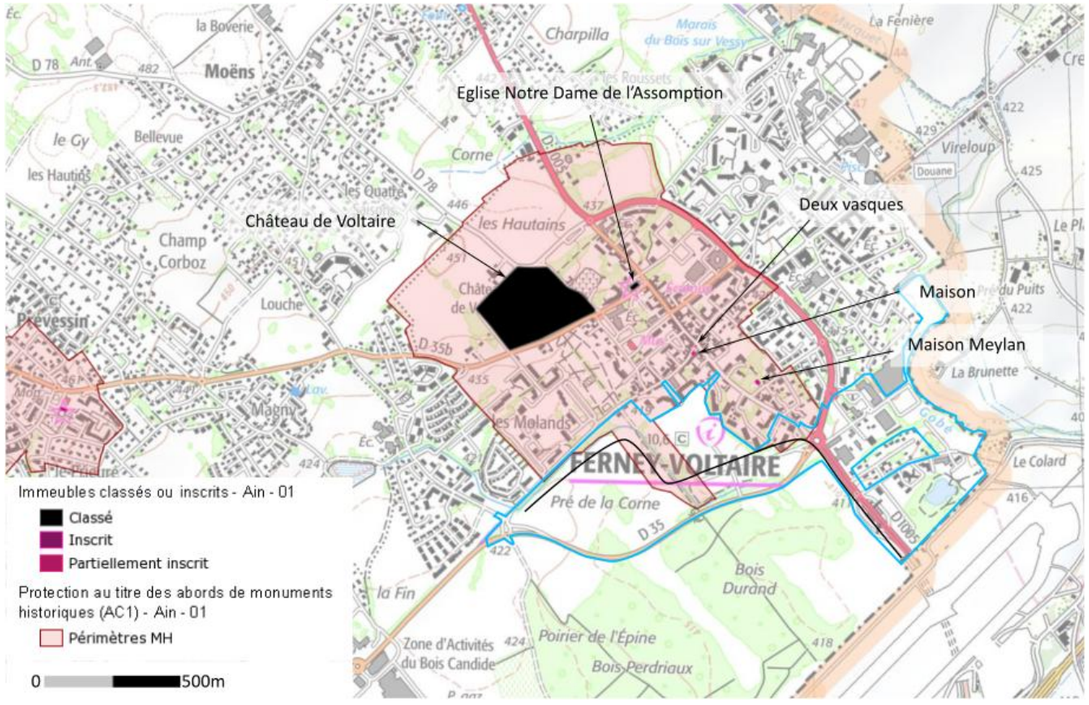


Figure 142 : monuments historiques à proximité de la ZAC FGI

9.3 Autres protections

Aucun site, classé ou inscrit, n'est recensé dans ou aux abords du périmètre de la ZAC, ni aucun Site Patrimonial Remarquable.

9.4 Patrimoine local

L'allée de la Tire est un élément du patrimoine culturel de Ferney-Voltaire, héritage du passage de Voltaire. L'allée de la Tire traverse le périmètre de la ZAC et est désormais incluse dans le périmètre de protection des abords des monuments historiques de Ferney-Voltaire.

Le Parc du château de Voltaire s'organise suivant un axe orienté sensiblement Est/Ouest perpendiculaire à la façade du château. Différents parterres et terrasses s'organisent autour de cet axe dans la partie close de murs du domaine. La partie sud du parc, aux pieds des terrasses est occupée par deux quinconces d'arbres de verger.

Un second axe de composition du grand paysage, prend naissance depuis ces vergers, en direction du sud. Cet axe orienté Nord/Sud est perpendiculaire à l'axe de composition des parterres et de la grande terrasse. Contrairement à l'axe Est/Ouest qui ne se développe qu'à l'intérieur du parc clos, cet axe s'étire à l'extérieur du Domaine Clos sur plus d'un kilomètre cinq et prend le nom d'allée de La Tire.

On le voit dessiné sur un document de la fin du XVIII°, et semble donc avoir toujours été une part entière des intentions développées par Voltaire sur son Domaine. L'allée de la Tire figure sur le cadastre napoléonien datant de 1806.

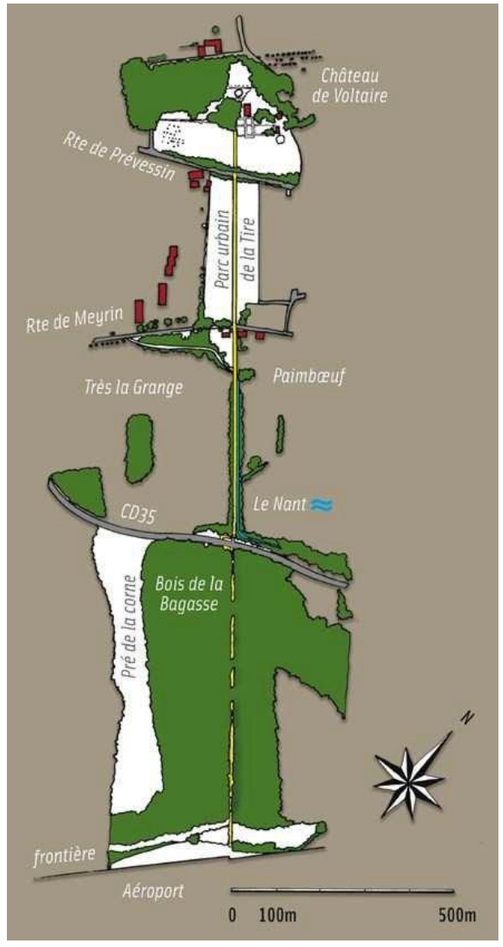


Figure 143 : plan de l'allée de la tire

L'actuelle allée de La Tire est de façon très vraisemblable tracée à l'initiative de Voltaire. Elle était plantée de peupliers d'Italie dans son premier tiers (route de Prévessin RD35B - rue de Meyrin), sans doute à l'initiative de Voltaire à partir de 1767/1768, cette disposition ayant été reconduite par la suite. Les vestiges de sols en calade de galets, le profil en travers en légère surélévation par rapport aux pâtures, la dénomination de l'allée par Avenue du château sur l'Atlas Cantonal de Genève (même époque que le cadastre napoléonien), permettent de penser que la seconde moitié de l'allée devait être plantée d'essences moins ornementales et architecturales, tels que les actuels chênes. Cette allée n'a été tracée que lorsque Voltaire est parvenu à ses fins en asséchant les zones humides. Ces travaux datent donc de la fin sa vie. Le pas des alignements étant assez serré, ces arbres ont pris un moindre développement.

Le cheminement a été remis en circulation et fait partie du parc urbain de la Tire aménagé en 2014.



Vue depuis le château de Voltaire vers l'allée de la tire



Allée de la tire depuis la route de Meyrin



allée de la tire le long du Nant

Figure 144 : photographies de l'allée de la tire

Etat actuel et initial (E0 et E1)

- le périmètre de la ZAC FGI intercepte le périmètre de protection de l'ensemble des monuments historiques (classé et inscrits) de la commune de Ferney-Voltaire et l'allée de la Tire (non protégée).
- des fouilles archéologiques sont prescrites sur le secteur Très-la-Grange.

Enjeux :

- préservation du patrimoine culturel, paysager et historique.

10 Le paysage

10.1 Structure paysagère territoriale

Selon l'atlas du paysage de l'Ain, le site de projet s'inscrit dans la grande entité paysagère « Crêts et piémonts du Jura ». Ce paysage se caractérise par l'étagement de la végétation montagnarde, les panoramas majestueux où les Alpes s'invitent parfois, les replats cultivés. A travers cette diversité d'éléments, les villes et villages s'installent sur les pentes boisées et les replats cultivés.

Cependant, c'est en approchant l'agglomération genevoise que la population augmente fortement, notamment ces dernières années. La croissance des villes tend alors à gommer les spécificités paysagères propres aux crêts et piémont du Jura. En effet, les villes se sont densifiées tout comme le réseau viaire qui s'est beaucoup développé en relation avec la Suisse fragmentant le paysage.

A l'image de ce phénomène, on observe sur la commune de Ferney-Voltaire et ses environs, une urbanisation progressive des espaces de cultures et du bocage vers de l'habitat et la création de nouvelles voies (cf. photographies ci-dessous).



Figure 145 : changement de paysage progressif (gauche : 1950-1965 , droite 2021) (Source : Remonter le temps, IGN, 2021)

Au cœur de ce grand paysage, Ferney-Voltaire se situe dans la sous unité « Terrasses du Rhône ». Cette unité paysagère est une convergence de 3 autres unités et se déroule le long de la frontière franco-suisse. La commune est située sur une rupture de pente différenciant les deux piémonts (Faucille et crêts) des plaines alluviales du Rhône.

La situation de Ferney-Voltaire offre des horizons de reliefs grandioses : le Jura ou les Alpes. Les montagnes lointaines contrastent avec le territoire communal relativement peu accidenté, hormis quelques micro-reliefs locaux, dont la côte du château et le secteur des « Molands ».

10.2 Le paysage de la ZAC Ferney Genève Innovation

Ferney-Voltaire est une ville à la campagne, avec un noyau villageois groupé sur deux axes routiers (RD1005 et rue de Meyrin), au pied du château, avec sa campagne et ses forêts proches, et à l'est, une extension urbaine récente semblant non organisée. Cependant, la ville est entourée de paysages agricoles et bocagers soulignés par les massifs montagneux qui offrent des vues lointaines.

Aujourd'hui, les espaces agricoles et boisés au Sud de la commune sont compris dans la zone d'aménagement concerté Ferney Genève Innovation. Cette ZAC constitue une extension urbaine greffée au centre-ville de la commune dans l'objectif de conforter la polarité urbaine régionale et de requalifier la zone Poterie.
Le projet d'extension du tramway s'intègre dans les aménagements en cours.

10.2.1Le paysage actuel - en construction (état E0)

L'actuel paysage du site de projet du tramway est ponctué de chantiers. Ces derniers s'inscrivent dans l'aménagement de la ZAC Ferney-Genève Innovation et participent à l'évolution des paysages. Cela concerne présentement les secteurs Paimboeuf et Poterie dont les premiers lots sont en cours de construction, auxquels suivra l'aménagement des espaces publics.

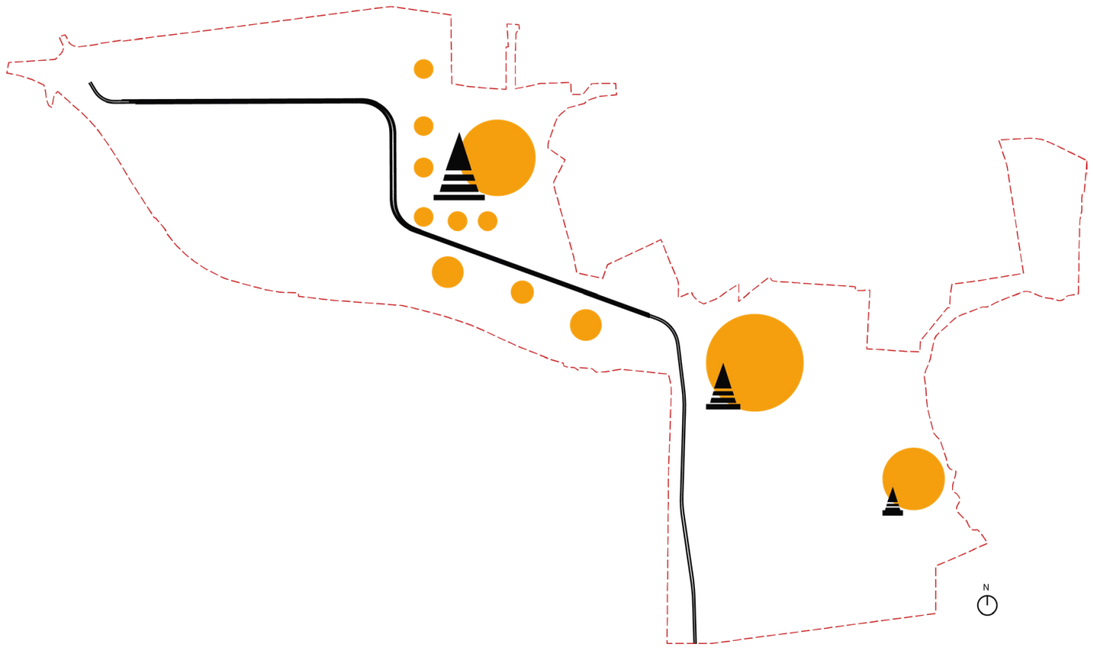


Figure 146 : Secteurs de travaux (Source : ALTO STEP, 2021)

Dans le cadre du projet urbain de la ZAC une étude d'impact a été réalisée qui prend en compte les impacts du projet sur le milieu paysager. Ainsi, le projet permet la protection de l'ambiance paysagère actuelle et propose des vues sur le Mont Blanc, le Bois de Bagasse, le Jura, etc. Le projet recherche le traitement qualitatif des espaces urbains permettant notamment de revaloriser la zone commerciale Poterie. Par le projet écologique de renaturation du Nant, de l'Ouye et du Gobé, la qualité paysagère s'en trouvera positivement impactée.
L'entrée de ville en provenance de la Suisse est marquée par le poste frontière puis par une enfilade de bâtiments commerciaux d'un côté de la voie et la plaine agricole de l'autre côté : le paysage hésite entre campagne et ville (vue 1). Entre le poste douanier et les bâtiments commerciaux, un secteur pavillonnaire s'est développé à l'abri des haies bocagères maintenues.



Figure 147 : Vue 1 : Entrée de ville RD1005 (source : AltoStep, 2022)

La place du Jura (vue 2) est le carrefour giratoire qui marque l'entrée de la ville. La place est actuellement en travaux ; elle est dominée par un paysage de voirie, la ville bien que proche est encore discrète puisqu'il n'y a pas de front bâti proche de la rue. Depuis la place du Jura, la route de Genève plonge vers le centre-ville en offrant des vues vers les contreforts du Jura. L'urbanisation se densifie progressivement mais reste discrète à l'arrière du parc boisé de la place.

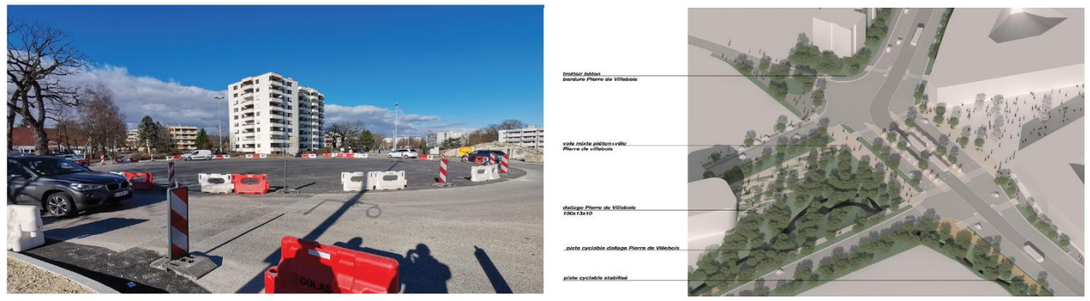


Figure 148 : Vue 2 : Place du Jura en 2022 et en situation future (état initial E1) (plan directeur OBRAS)

A l'ouest de la Place du Jura, depuis la RD35 (vues 3) apparaissent les premiers espaces publics et îlots de la Cité Internationale des Savoirs en travaux, construits sur le secteur de Paimboeuf.
Le secteur Très-la-Grange demeure un espace encore agricole (vue 4) puisque l'urbanisation de cette partie de la ZAC FGI n'est prévue qu'une fois le secteur Paimboeuf réalisé.
Deux secteurs (vues 5 et 6) du périmètre de ZAC sont à l'abri des regards, car excentrés et hors des axes structurants de circulation. Il s'agit des secteurs de Colovrex et d'Ausset. Le premier est un espace de loisir auprès de l'étang de Colovrex. On y vient pique-niquer, jouer, ou regarder les avions décoller… Les vues lointaines sont ici dégagées et offrent des panoramas vers les massifs montagneux : les Monts du Jura au nord, le Mont Blanc au sud (cf. vue 5). Le second est le secteur d'Ausset, un espace encore agricole, au contact de l'urbanisation (quartier des Tâtes). La lisière ville-campagne ne fait l'objet d'aucun traitement.

vues 3 depuis le secteur Paimboeuf : travaux de viabilisation et de construction en cours



Vue 4 depuis le secteur de Très-la-Grange

Vue 5 du secteur de Colovrex et vue 6 de la prairie d'Ausset



Figure 149 : vues du site depuis les secteurs Paimboeuf, Très-la-Grange et Collovrex

10.2.2Le paysage à la livraison de la ZAC FGI (état E1)

Le projet de tramway s'insère dans le paysage urbain de la ZAC Ferney Genève Innovation et parcourt néanmoins les paysages naturels et patrimoniaux conservés du Nant, de l'allée de la Tire et bosquets. En effet, à l'image de la commune, le paysage offert par la ZAC au droit du futur tramway offre diverses ambiances et perspectives. Ainsi le paysage se divise en 3 ambiances que sont :

- La zone commerciale du secteur Poterie,
- Les premiers îlots de la ZAC (Cité internationale des Savoirs), dans un écrin arboré,
- L'allée de la Tire suivant les rives du Nant et bosquets conservés en cœurs d'ilots au sein de la ZAC FGI.



Figure 150 : projet paysager de la ZAC FGI (source : Obras)

Etat actuel E0 :

- Le paysage du projet (périmètre élargi) est en pleine mutation du fait de l'aménagement de la ZAC Ferney-Genève Innovation. Ainsi les ambiances paysagères évoluent peu à peu à travers les différents chantiers lancés sur la ZAC (état E0).

État initial E1

- Le site de projet se situe au cœur de l'unité paysagère « Terrasses du Rhône », en bas des pentes du piémont, offrant des horizons grandioses sur les Alpes et le Jura.
- À l'échelle de la commune, le site de projet (tracé du tramway) côtoie principalement une ambiance urbaine et routière.
- La ligne de tramway s'inscrit comme un lien entre deux entrées de ville dont une symbole de la frontière franco-suisse.

Enjeux

- Potentiels effets de coupures qu'entraînerait la création d'une nouvelle ligne de transport en commun.
- Intégration paysagère des infrastructures (lignes et arrêts).
- Valorisation des entrées de ville accompagnant l'arrivée du tramway (carrefour du Bisou et du secteur Douane) permettant de faire couture avec le paysage actuel.
- Prise en compte du projet paysager de la ZAC Ferney Genève Innovation dans le projet d'extension du tramway côté français.

11 Synthèse et bilan des enjeux environnementaux

Les principaux enjeux de la zone d'étude sont présentés dans le tableau ci-après, avec un code couleur pointant leur sensibilité (contrainte que ces enjeux imposent au projet) :

Tableau 26 : synthèse des enjeux du site d'étude

Thématique	Principaux enjeux	Niveau de sensibilité au regard du projet de tramway
	MILIEU PHYSIQUE	
Climat	Climat continental où les températures sont adoucies par l'influence océanique du Lac Léman. Evolution climatique prévisible : réchauffement global, avec risque de canicules et de sécheresse, moins de jours de gel, modification de la distribution des évènements pluvieux.	**FAIBLE**
Géologie et relief	Site d'étude dans la plaine lémanique avec une altitude comprise entre 410 et 420m NGF. Sous-sol formé de limons argileux plus sableux en profondeur et dont les caractéristiques géotechniques varient de moyenne à bonne.	**NUL**
Eaux souterraines	Nappe souterraine affleurante, vulnérable aux pollutions de surface. Nappe profonde : nappe de Montfleury	**MOYEN**
Eaux superficielles	Trois cours d'eau traversent la ZAC FGI : Nant, Ouye et Gobé. Le tracé du tramway intercepte le Nant. Qualité des eaux superficielles sur le bassin versant du Gobé dégradée : de nombreux travaux sont en cours pour améliorer la qualité des eaux superficielles. Le programme de renaturation des cours d'eau est prévu dans le cadre des travaux de la ZAC FGI. Les travaux sont en cours pour le Nant (linéaire de 600m de l'allée de la Tire à Paimboeuf sud).	**MOYEN**
Zones humides	Présence de zones humides sur le secteur de Paimboeuf avec mesures d'évitement, de réduction et de compensation prises dans le cadre des travaux de la ZAC FGI. Absence de zones humides sur le secteur Très-la-Grange, de la Douane et de la Poterie.	**MOYEN**
Risques naturels	Commune de Ferney-Voltaire soumise aux risques naturels inondation, séisme (modéré), retrait gonflement d'argiles (faible), radon (faible). Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles sur l'aléa « inondation » du Gobé et de ses affluents, prescrit sur la commune de Ferney-Voltaire. Travaux de renaturation du Nant inclus dans la ZAC FGI : l'augmentation du gabarit du lit majeur et reméandrement du cours d'eau permettent la modification de la zone inondable en cas de fortes crues : tracé du tramway et urbanisation de Très-la-Grange hors zones inondables. Aléa inondation par remontée de nappe sur la totalité du périmètre de ZAC.	**FAIBLE**
Risques technologiques	Prescriptions relatives au réseau LHC sur le secteur Paimboeuf Sud, nécessitant d'avoir une interface avec le CERN pour la réalisation des travaux. Risque TMD : RD1005, RD35, aéroport de Genève.	**FAIBLE**
	MILIEU NATUREL	
Habitats naturels et flore	Habitats naturels communs et peu diversifiés. Observation en 2014 d'une rose protégée *(Rosa gallica*), non revue depuis et en dehors de l'emprise du tracé du tramway.	**FAIBLE**
Faune	Nombreuses espèces protégées observées dans la ZAC FGI dont plusieurs à fort enjeu patrimonial : • 9 espèces d'oiseaux (pic mar, tarier pâtre, pigeon colombin, fauvette grisette, mésange boréale, moineau domestique, chardonneret élégant, verdier d'Europe et serin cini), • 7 espèces de chauves-souris (barbastelle d'Europe, murin de Bechstein, petit rhinolophe, pipistrelle soprane, murin de Brandt, noctule commune, noctule de Leisler), • 1 mammifère (muscardin), • 3 insectes (cuivré des marais, lucane cerf-volant et grand capricorne dans les chênes centenaires).	**MOYEN**
Continuités écologiques	Corridors écologiques fonctionnels : linéaires boisés dont l'allée de la tire, ripisylve des cours d'eau. Trame noire qui vient conforter la trame verte et bleue. Le tracé du tramway intercepte et longe l'allée de la tire qui est un corridor écologique fonctionnel abritant des espèces à enjeu.	**FORT**

MILIEU HUMAIN		
Documents d'urbanisme	SCOT et PLUi-H en vigueur actent le renforcement des transports collectifs, dont le tramway à Ferney-Voltaire. Plusieurs prescriptions surfaciques (emplacements réservés, éléments du paysage, zone non aedificandi) imposent la protection de la ripisylve du Nant et des bosquets de Très-la-Grange, ainsi que la création de voies dédiées notamment pour le BHNS.	**FAIBLE**
Repères socio-économiques	Croissance démographique forte et continue induisant une tension dans le parc de logements. Prévision de croissance continue notamment avec la ZAC FGI : + 2500 logements et + 5500 habitants. Attractivité économique de l'agglomération de Genève, qui concentre les emplois mais volonté de rééquilibrer l'emploi en le localisant en France : renouvellement de la zone commerciale de la Poterie, secteur dédié à l'activité économique (Cité des Savoirs) le long du Nant. + 4500 emplois à terme sur l'ensemble de la ZAC FGI.	**MOYEN**
Déplacements et trafic	Secteur bien desservi par les infrastructures routières et ZAC FGI disposant d'un réseau viaire adéquat. Contexte frontalier avec mouvements pendulaires conséquents et saturation du réseau aux heures de pointe. Aggravation du phénomène avec l'ouverture à l'urbanisation de la ZA FGI à l'horizon 2030, malgré la mise en place d'un BHNS et le développement des modes actifs. Gestion du stationnement dans la ZAC FGI par mutualisation des places dans des ouvrages (parking silo).	**FORT**
Ambiance acoustique et vibratoire	Ambiance acoustique constatée sur la commune de Ferney-Voltaire influencée par la RD35, RD1005 depuis le carrefour du Bisou jusqu'à la frontière avec la Suisse. Ambiance sonore également impactée par le bruit de l'aéroport de Genève, de façon relativement importante sur la partie Poterie/Douane. A l'horizon 2030 (E1), les bâtiments de la ZAC seront en majorité en zone d'ambiance sonore modérée. Pas de sources de vibrations à l'état initial.	**MOYEN**
Qualité de l'air	Qualité de l'air plutôt bonne à Ferney-Voltaire mais valeurs seuil des lignes directrices de l'OMS dépassées. A l'horizon 2030, limitation de certains polluants (NOx, CO, COV, benzène) du fait de l'amélioration du parc automobile mais celle-ci est insuffisante pour les métaux et particules.	**FAIBLE**
Patrimoine	Interception du périmètre de protection de l'ensemble des monuments historiques (classés et inscrits) de la commune de Ferney-Voltaire : le projet de tramway sera soumis à l'avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF). Prescription de fouilles archéologiques sur le secteur Très-la-Grange.	**MOYEN**
Paysage	Secteur d'étude en pleine mutation du fait de l'aménagement de la ZAC Ferney-Genève Innovation : d'un secteur agricole à urbanisé, tout en gardant une forte empreinte végétale. Tracé du tramway : un lien entre deux entrées de ville, de la frontière franco-suisse au carrefour du bisou.	**FAIBLE**

12 Interrelation des enjeux entre eux

La position géographique frontalière de Ferney-Voltaire a de fortes répercussions sur la commune avec des conséquences en cascade : la forte croissance démographique entraine des tensions du marché immobilier, et des flux automobiles importants d'où une saturation du réseau routier aux heures de pointe du matin et du soir entre la place du Jura et la frontière. Le trafic est à l'origine de nuisances sonores aux abords des axes routiers structurants et participe à la pollution atmosphérique.
Le développement urbain de Ferney-Voltaire a entrainé une imperméabilisation nouvelle et des phénomènes de ruissellement urbain. La chenalisation des cours d'eau au fil des ans et l'apport de pollutions diffuses ont entrainé la dégradation de l'état écologique et de la qualité des eaux des ruisseaux. Depuis quelques années, de nombreuses mesures ont été prises pour lutter contre les dysfonctionnements du réseau hydrographique : bassin de rétention en amont de Ferney-Voltaire pour limiter le risque inondation, et récemment, travaux de renaturation du Nant (dans la ZAC FGI).

Dans ce contexte, les milieux naturels encore existants se concentrent le long des ripisylves, bosquets et linéaires boisés. Ces espaces sont les derniers refuges pour la biodiversité aux abords de l'urbanisation, et restent connectés à des espaces naturels plus vastes (bois Perdriaux et Durand, étang de Collovrex…). En conséquence, de nombreuses espèces protégées sont avérées dans ces milieux. Leur protection et le maintien des fonctionnalités écologiques est un des objectifs à atteindre via l'aménagement de la ZAC FGI.
En outre, la renaturation des cours d'eau entreprise dans le cadre des aménagements de la ZAC permet de renforcer ou rétablir la fonctionnalité écologique de l'écosystème « cours d'eau » et participe à l'amélioration de la qualité chimique et écologique des eaux.

13 Evolution probable de l'environnement

L'aménagement de la ZAC Ferney-Genève innovation est en cours et va accueillir de nouveaux résidents et de nouveaux emplois. Cela induit de nouveaux besoins de mobilité. En l'absence d'extension du tramway, l'offre de mobilité va se répartir sur le véhicule particulier, les transports collectifs (BHNS et bus), le vélo et autres modes actifs, sur les pistes cyclables existantes et à venir.
Dans le scenario E1 « ZAC FGI sans tramway », le carrefour de la place du Jura atteint un pic de congestion à 140% en heure de pointe du matin. Cette situation n'étant pas viable malgré un report modal important, elle implique nécessairement un report horaire des déplacements pour les véhicules qui ne peuvent être écoulés, **c'est-à-dire, un étalement de l'heure de pointe.** Les simulations montrent **un étalement de l'heure de saturation le matin sur une durée de 4 heures (de 7h à 10h) et le soir sur une durée de 7 heures (de 15h à 21h). La circulation entre la place du Jura (place des lumières) et la frontière est donc saturée 11h par jour.**

Les temps de transport dont une majorité dans une situation de saturation deviennent alors inacceptables pour la population qui a besoin de se déplacer, occasionnant des tensions sociales et des adaptations des modes de vie (départ ou retour en dehors des périodes de pointe). Cette situation n'est tenable ni pour les usagers de la route, ni pour les habitants de Ferney-Voltaire. Il s'agit de l'impact le plus important et qui occasionne surtout des effets sur la santé des usagers et habitants.
Les conséquences environnementales sont :

- un allongement des plages horaires avec des nuisances sonores
- une pollution supplémentaire de l'air : pour des vitesses très faibles (inférieures à 30 km/h), les émissions et la consommation sont très élevées pour un véhicule léger (bénéficiant d'une réduction notable avec l'effet d'amélioration du parc roulant dès 2040) et maximales pour un poids-lourd[7].

[7] CEREMA, Émissions routières des polluants atmosphériques, Courbes et facteurs d'influence, avril 2021

Chapitre 5 Comparaison des variantes et justification de la solution retenue

1 Choix du tracé de l'extension du tramway côté français

L'essor démographique et économique des communes frontalières françaises entraine des enjeux de mobilité forts. L'accroissement de la mobilité ne peut être envisagé par l'augmentation du trafic automobile : seul un report modal important permettra de répondre aux besoins, d'où le lancement d'étude d'opportunité sur l'extension du tramway à Ferney-Voltaire dès les années 2018.
L'étude d'opportunité a été réalisée par le groupement suisse Uni-T, les conclusions présentées ci-après ont été partagées en comité de pilotage en juin 2019.

L'objectif de l'aménagement est de chercher la solution qui permettrait d'atteindre l'objectif de report modal sur les transports collectifs (20%) et le maintien du trafic du Transport Individuel Motorisé (TIM) à son niveau actuel. Les populations nouvelles présentent l'intérêt, par rapport aux résidents actuels, d'être plus faciles à orienter sur le tram.

Pour le tronçon français, trois variantes de prolongement ont été étudiées à Ferney-Voltaire à partir de la future place du Jura, 1er carrefour en arrivant en France :

- Est (avenue du Jura, axe Ferney-Gex)
- centre (rue de Genève, Ferney-centre)
- Ouest (ZAC Ferney-Genève Innovation, axe Ferney-Prévessin).

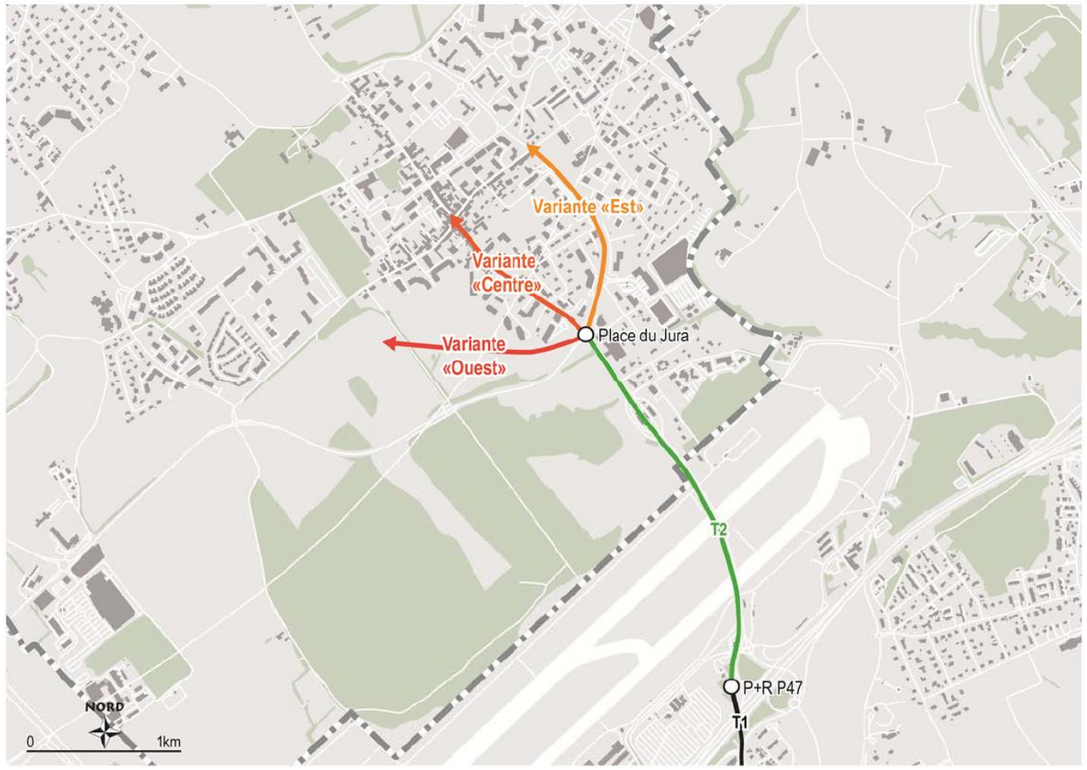
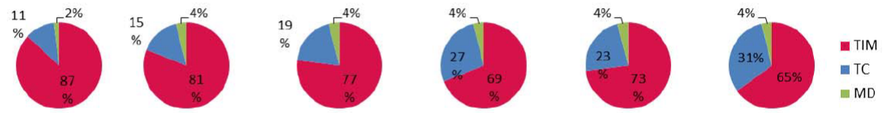


Figure 151 : Plan des variantes du tronçon français du tramway (Source : Office Cantonal des transports, juin 2019)

Une modélisation des flux de trafic a été réalisée sur les différentes propositions de variantes. Il en ressort les résultats suivants, présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 27 : évaluation de la demande de mobilité au passage de la frontière (Source : Unis-T, 2019)

Evaluation de la demande (passage de la frontière)

Scénario	Actuel	BHNS	T2-BHNS	T2 «Est»-BHNS	T2 «Centre»-BHNS	T2 «Ouest»-BHNS
Part modale						
Trafic TIM	-	+27%	+21%	+9%	+15%	+3%
Capacité TC	-	+80%	+300%	+300%	+300%	+300%
Fréquentation TC	-	+100%	+150%	+250%	+200%	+300%

Seul le scénario T2 « Ouest » en complément du BHNS sur l'avenue du Jura, est à même de limiter l'augmentation du trafic TIM, tout en mettant en valeur le tramway. L'augmentation de la fréquentation est identique à l'augmentation de l'offre. Elle présente l'intérêt de ne pas rendre impossible une éventuelle extension du réseau si besoin un jour.

La variante Est est faisable mais entre en concurrence avec le BHNS et la ligne de bus 60 ; elle n'est pas conforme à la complémentarité recherchée entre les infrastructures.
La variante centre n'est pas faisable car elle traverse le centre-ville historique et impliquerait la destruction de bâtiments classés.
L'analyse multicritère confirme l'opportunité de la variante « Ouest ».

Tableau 28 : analyse multicritère

	Variante T2 seul	Variante "Est"	Variante "Centre"	Variante "Ouest"
Complémentarité avec l'axe BHNS	+	−	+	+
Opportunités liées aux développements urbains	~	−	−	+
Population desservie (horizon 2030)	−	~	+	+
Cohérence avec le Plan Stratégique Multimodal	−	+	+	+
	Opportunité faible	Opportunité faible	Opportunité moyenne	Opportunité haute

L'étude d'opportunité a conclu que par rapport au potentiel de développement, la variante ouest apparaît la plus intéressante (en terme d'affinité TC et de risque d'insertion). Il est indispensable que le tram dépasse la place des lumières et desserve les gros potentiels de développements connus et à venir. La variante ouest permet également une complémentarité des dessertes avec le BHNS et n'entre pas en concurrence avec ce dernier.

Le tracé ouest étant situé au sein de la ZAC Ferney-Genève innovation, il permet une réalisation rapide du tramway et l'adaptation de l'aménagement futur du quartier tourné vers les transports en communs.

2 Choix du tracé dans la ZAC FGI

Cette partie est rédigée selon les éléments exacts de la concertation publique de 2020. Le schéma directeur ayant évolué depuis lors, certaines voiries ont été modifiées ou supprimées. Lorsqu'elles existent encore et qu'elles ont été renommées, leur nouveau nom est précisé entre parenthèse.

2.1 Trois tracés possibles

L'ensemble des 1 800 mètres linéaires prévus sur la commune de Ferney-Voltaire s'inscrit dans le périmètre de la ZAC Ferney-Genève Innovation, opération reconnue d'intérêt communautaire.
Le tracé selon la variante « ouest », traversant la ZAC Ferney-Genève Innovation, fait l'objet de trois options de desserte :

- option 1 : « le cours » (avenue d'Alembert)
- option 2 : « l'allée des champs » (rue Émilie du Chatelet)
- option 3 : « l'allée de la Tire »

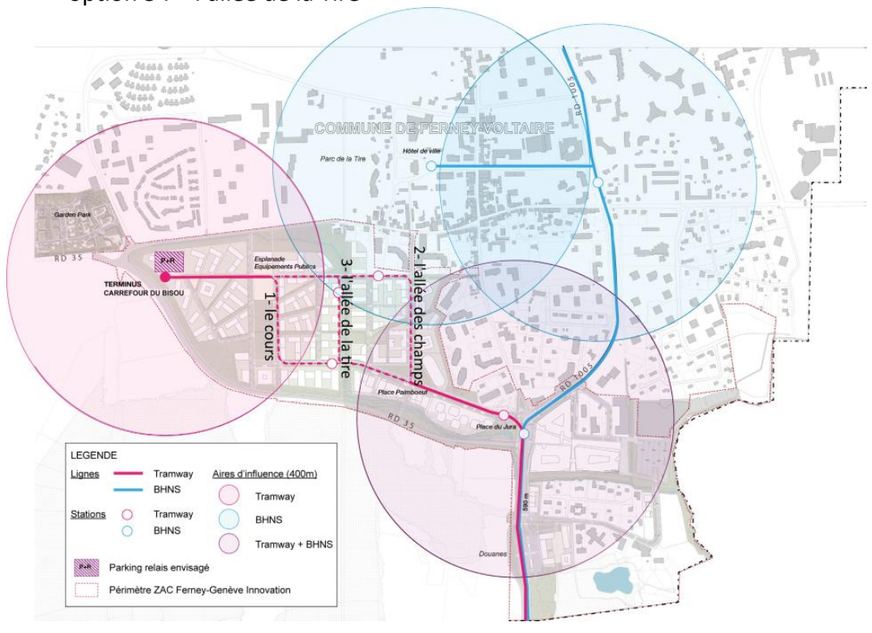


Figure 152 : Plan des trois options de tracé de l'extension du tramway des Nations au sein de la ZAC FGI à Ferney-Voltaire (Etudes préliminaires 2020, Obras, Transitec, Ingérop ; plan ayant servi à la concertation publique de 2020)

2.2 Les contraintes recensées

Les trois tracés cheminent à travers la ZAC FGI, qui dispose d'un plan guide originel sans tramway. Les tracés sont positionnés sur les emprises publiques dessinées dans le plan guide.
Côté Paimboeuf, des promesses de ventes de lots sont en cours ou signées. Le tramway ne peut pas avoir d'impacts sur les bâtiments dont le PC est déposé. L'emprise libre de tout obstacle de 7m de largeur pour l'insertion du tramway devra être gérée à l'intérieur des emprises des espaces publics actuels, ce qui limite la place nécessaire pour les autres mobilités.
D'autre part, les zones de compensation et les zones d'évitement en faveur des zones humides doivent être conservées
La renaturation du Nant, la conservation des bois Durand et Pré de la Corne, et l'intégration de lisières boisés servant de corridor écologique, sont des entités paysagères qui ne seront pas impactées par la ligne de tramway.
Du côté de très-la-Grange, la hiérarchie des espaces publics (maillage) est maintenue. Le Cours (avenue d'Alembert) et l'Allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) sont deux espaces majeurs sur lesquels peut être intégré le tramway. Le Mail, avec son ouverture sur le grand paysage (Les Alpes) est également un espace majeur de l'espace public. La position des équipements publics est maintenue sur le Mail et sur l'Allée des champs.
Ces contraintes sont schématisées ci-après.

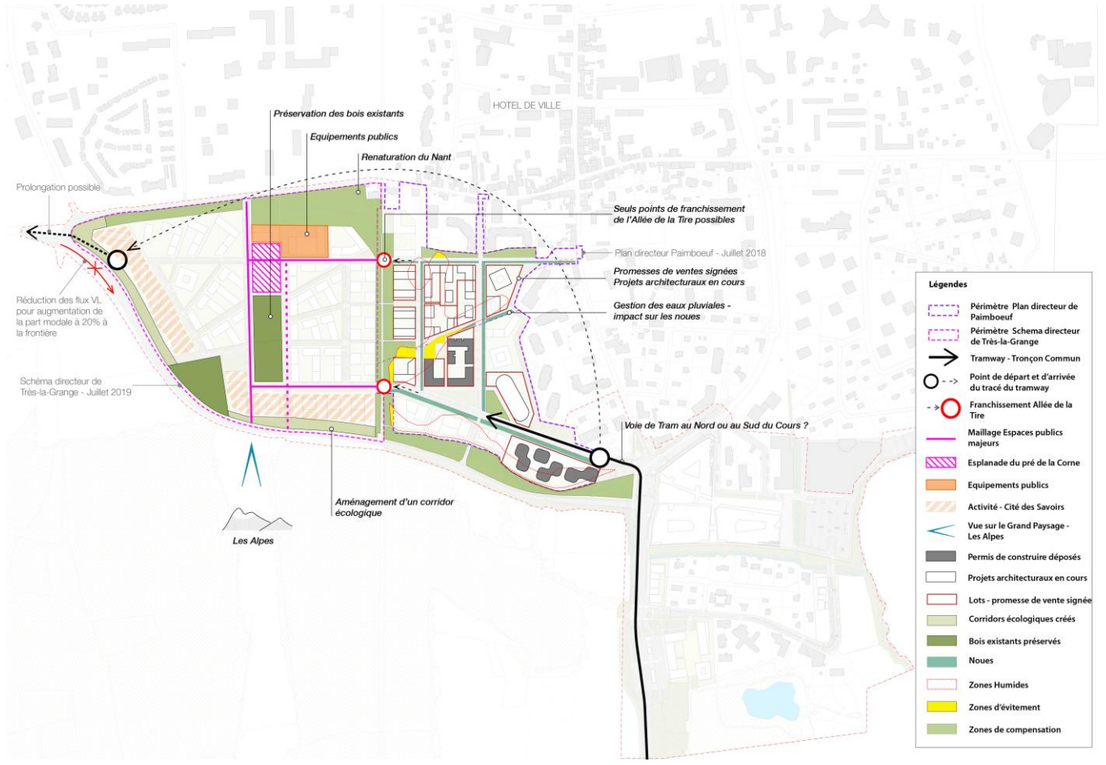


Figure 153 : Synthèse des contraintes sous les tracés des 3 variantes (source : SPL Terrinnov ; plan ayant servi à la concertation publique de 2020)

2.3 Détail des trois tracés

Option 1 : Le Cours jusqu'au carrefour du Bisou



Figure 154 : option de tracé 1 : le cours (avenue d'Alembert) (plan ayant servi à la concertation publique de 2020)

L'intégration de la ligne de tramway impacte certaines emprises foncières et certains bâtiments. Le passage du tramway sur Le Cours (avenue d'Alembert), sur le Mail et sur l'Allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) sans mutualisation de la plateforme du tramway oblige à agrandir les emprises des voiries, et donc à grignoter le foncier et la constructibilité des lots sur Très-la-Grange. Tous les lots impactés par le passage du tramway ne sont pas encore commercialisés, et sont localisés sur Très-la-Grange (schéma directeur), la perte de foncier et de constructibilité est donc acceptable.

=> Faisable sous condition d'accepter la perte de foncier cessible et de constructibilité sur 12 lots potentiels.

Option 2 : L'allée des Champs jusqu'au carrefour du Bisou



Figure 155 : option de tracé 2 : l'allée des champs (rue Émilie du Chatelet) (plan ayant servi à la concertation publique de 2020)

L'intégration de la ligne de tramway impacte certaines emprises foncières et certains bâtiments. Le passage du tramway sur la rue Condorcet impacte dans un premier temps les lots de Paimboeuf dont les promesses de vente sont en cours de signature. Pour éviter d'impacter ces lots, le tramway doit impérativement s'insérer dans l'emprise de la voirie dessinée aujourd'hui, d'une largeur de 19,5m. C'est pourquoi la mutualisation de la plateforme tramway avec la voie VL est nécessaire.
En revanche, le rayon de giration et l'intégration d'une station sur l'allée des champs (rue Émilie du Chatelet) risque d'impacter fortement les lots situés sur l'allée des champs côté Paimboeuf. Du côté de Très-la-Grange, les lots impactés par le passage du tramway ne sont pas encore commercialisés, la perte de foncier et de constructibilité est donc acceptable.

=> Faisable mais impact élevé sur un lot de Paimboeuf Nord et sous condition d'accepter la perte de foncier cessible et de constructibilité sur 13 lots potentiels.

Option 3 : via l'allée de la tire



Figure 156 : option de tracé 3 : l'allée de la tire (plan ayant servi à la concertation publique de 2020)

L'intégration de la ligne de tramway impacte certaines emprises foncières et certains bâtiments. Le passage du tramway sur Le Cours (avenue d'Alembert), sur l'Allée de la Tire et sur l'Allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) sans mutualisation de la plateforme du tramway oblige à agrandir les emprises des voiries, et donc à grignoter le foncier et la constructibilité des lots sur Très-la-Grange. Tous les lots impactés par le passage du tramway ne sont pas encore commercialisés, et sont localisés sur Très-la-Grange (schéma directeur), la perte de foncier et de constructibilité est donc acceptable.

=> Faisable sous condition d'accepter la perte de foncier cessible et de constructibilité sur 13 lots potentiels.

2.4 Analyse multi-critère

L'analyse multi-critère aboutit à la synthèse suivante :

Tableau 29 : synthèse de l'analyse multi-critère (source : SPL Terrinnov)

Pertinent et Faisable | Pertinent et Faisable sous conditions acceptables | Pertinent et Infaisable/ Non pertinent et Faisable | Non pertinent et Infaisable

		Option 1 - Le Cours jusqu'au carrefour du Bisou	Option 2 - L'allée des Champs jusqu'au carrefour du Bisou	Option 3 - L'allée de la Tire jusqu'au carrefour du Bisou
Mobilité, déplacements et intermodalité	***Desserte de l'offre Tram - Localisation des arrêts***	Ne permet pas la desserte directe du centre-ville et de l'hôtel de ville mais des quartiers Ouest de Ferney-Voltaire.	Scénario le plus pertinent en termes de desserte de la Zac, des quartiers résidentiels Ouest et du centre-ville de Ferney-Voltaire.	Permet la desserte d'une partie du centre-ville et de l'hôtel de ville tout en desservant la Zac et les quartiers résidentiels Ouest.
	Intermodalité - Possibilité P+R	Emplacement P+R pertinent au carrefour du Bisou pour augmentation de la part modale à 20% à la frontière et réduction des flux VL en direction de la Suisse, mais mauvaise connexion avec les transports en commun existants.	Emplacement P+R pertinent au carrefour du Bisou pour augmentation de la part modale à 20% à la frontière et réduction des flux VL en direction de la Suisse, mais mauvaise connexion avec les transports en commun existants.	Emplacement P+R pertinent au carrefour du Bisou pour augmentation de la part modale à 20% à la frontière et réduction des flux VL en direction de la Suisse, mais mauvaise connexion avec les transports en commun existants.
	Possibilité de prolongement éventuel de la ligne de tramway	Prolongement envisageable le long de la route de Meyrin, jusqu'à Meyrin. Connexion avec la ligne de tramway existante CERN-Aéroport de Genève	Prolongement envisageable le long de la route de Meyrin, jusqu'à Meyrin. Connexion avec la ligne de tramway existante CERN-Aéroport de Genève	Prolongement envisageable le long de la route de Meyrin, jusqu'à Meyrin. Connexion avec la ligne de tramway existante CERN- Aéroport de Genève
	Rabattement modes doux	Les cheminements doux permettent de rejoindre aisément les stations de tramway depuis la Zac mais également depuis le centre- ville ou les quartiers résidentiels.	Les cheminements doux permettent de rejoindre aisément les stations de tramway depuis la Zac mais également depuis le centre-ville ou les quartiers résidentiels.	Les cheminements doux permettent de rejoindre aisément les stations de tramway depuis la Zac mais également depuis le centre-ville ou les quartiers résidentiels.
	Impact sur le schéma de déplacement à l'échelle du schéma directeur	Schéma de déplacement faisable et pertinent : pas de mutualisation de la plateforme tramway.	Schéma de déplacement impliquant la mutualisation de la plateforme tramway avec les VL (péjoration de la vitesse et de la régularité commerciale du tram). Obligation de créer un double sens sur la rue Condorcet, créant également un report de trafic sur la place du Jura déjà saturée.	Schéma de déplacement faisable et pertinent : pas de mutualisation de la plateforme tramway. Option la plus compatible avec le phasage de desserte de la Zac.
Logique d'intégration urbaine	***Qualité de desserte des programmes de la Zac***	Très bonne desserte des programmes de la Zac, à moins de 5min à pied d'une station de • tramway.	Bonne desserte mais plusieurs programmes se situent à 10min à pied d'une station de tramway.	Très bonne desserte des programmes de la Zac, à moins de 5min à pied d'une station de tramway.
	Qualité de desserte des secteurs riverains hors Zac	Très bonne desserte des quartiers résidentiels autour de la Zac mais mauvaise desserte du centre-ville.	Très bonne desserte des quartiers résidentiels autour de la Zac et du centre-ville.	Très bonne desserte des quartiers résidentiels autour de la Zac mais desserte moyenne du centre-ville.
	Impact sur les espaces publics à l'échelle du schéma directeur	Il est faisable de redessiner les espaces publics ainsi que leurs usages, sous condition de conserver l'emprise actuelle du Cours au niveau du lot A01.	Il est faisable de redessiner les espaces publics ainsi que leurs usages, sous condition de conserver les emprises actuelles de la rue Condorcet, de l'allée des Champs et du Cours. Cela implique cependant la perte du caractère « apaisé » de la rue Condorcet.	Il est faisable de redessiner les espaces publics ainsi que leurs usages, sous condition de conserver l'emprise actuelle du Cours au niveau du lot A01.
	Impact environnemental - Zones humides, renaturation des cours d'eau	L'intégration de la plateforme tramway n'a pas d'impact fort sur les éléments environnementaux du site, mais sur les mesures de compensation de la place du Jura.	L'intégration de la plateforme tramway est possible sous condition de re-travailler le DLE et les mesures de compensation et d'évitement des zones humides sur Paimboeuf et la place du Jura.	L'intégration de la plateforme tramway n'a pas d'impact fort sur les éléments environnementaux du site, mais sur les mesures de compensation de la place du Jura.
Faisabilité technique	***Emprise de la plateforme du tramway***	l'intégration d'une plateforme de tramway est faisable sous condition d'accepter la perte de foncier.	Impossibilité d'aménager une plateforme tramway sur la rue Condorcet sans impacter les lots de Paimboeuf dont les promesses de vente sont signées.	l 'intégration d'une plateforme tramway est faisable sous condition d'accepter la perte de foncier.
	Impact sur le foncier et la constructibilité	Le passage du tramway est faisable sous condition d'accepter la perte de foncier cessible et de constructibilité sur 12 lots potentiels.	Impossibilité de faire passer le tramway dans la partie Nord de la rue Condorcet sans impacter les accès aux bâtiments riverains existants et donc leur foncier.	Le passage du tramway est faisable sous condition d'accepter la perte de foncier cessible et de constructibilité sur 13 lots potentiels.

2.5 Analyse vis-à-vis du milieu naturel (à compléter/vérifier)

Les trois options de tracés ont été étudiées du point de vue des impacts écologiques. La cartographie ci-après superpose enjeux écologiques et tracés du tramway.

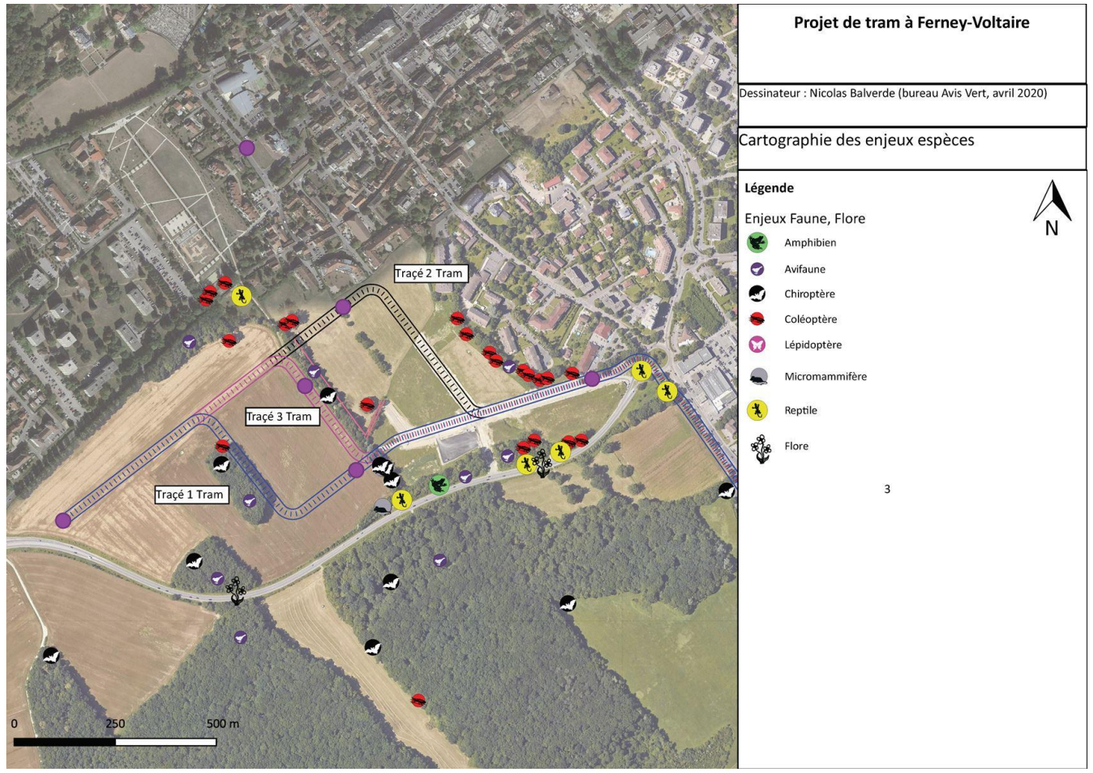


Figure 157 : superposition des options de tracé du tramway et des stations d'espèces à enjeux

⇒ *Le tracé 2 : L'allée des Champs (rue Émilie du Chatelet) jusqu'au carrefour du Bisou*

Sur les trois scénarios proposés, le tracé 2 (Allée des champs(rue Émilie du Chatelet) via rue Condorcet) est le moins impactant pour la faune. L'impact existe toujours pour l'avifaune et les chiroptères puisque le tramway passe au Nord sur l'Allée de la Tire. Cependant, l'impact est lié à la construction de la route à cet endroit. La voie de tram est située sur cette voie, elle peut augmenter l'impact lié à la diminution de la végétation par l'élargissement qui sera nécessaire pour faire passer les voitures et le tram en toute sécurité. En termes d'habitat naturel, le tracé passe sur une zone humide, qui est actuellement en mauvais état de conservation ; il est déjà prévu de la compenser au titre du dossier loi sur l'eau.
Ainsi configuré, le tracé 2 est le plus impactant sur les zones humides compensées et évitées. Il s'inscrit sur des zones fléchées pour la compensation des zones humides au titre du Dossier Loi sur l'Eau. Le franchissement de l'Allée de la Tire au Nord (zone de compensation 1 – Renaturation du Nant) et la station de tramway « Paimboeuf – Centre-ville » (zone de compensation 3 – Paimboeuf Nord), impacteront ces deux zones prévues pour la compensation au titre du dossier loi sur l'eau, et provoqueront une discontinuité des milieux pouvant altérer leurs fonctionnalités écologiques.
Le Porter à Connaissance de février 2020 a conduit à requestionner la démarche Éviter-Réduire-Compenser au regard de l'actualisation du plan guide de juillet 2018. À ce titre, des propositions de modifications et d'améliorations ont été formulées dont la réduction des zones humides impactées. Aussi, une partie de la zone de compensation « Paimboeuf Nord » est devenue une zone d'évitement. L'emplacement prévu des quais de la station de tramway « Paimboeuf – Centre-Ville », impactent cette zone d'évitement. Il est primordial de conserver les zones d'évitement des zones humides sur les espaces publics du secteur Paimboeuf, la position de la station de tramway « Paimboeuf – Centre-Ville » a donc été requestionnée. D'un strict point de vue écologique, une implantation de cette station plus à l'Est, vers la partie plus urbanisée du secteur, pouvait permettre d'éviter cette zone humide d'intérêt. Toutefois cela n'est pas possible techniquement en raison du rayon de giration et de dimensionnement des quais.

⇒ *Le tracé 3 : L'allée de la Tire jusqu'au carrefour du Bisou*

Le tracé 3 (Allée de la Tire) est le plus impactant pour la faune. Il passe au Sud de l'Allée de la Tire sur une zone sensible au regard des corridors biologiques et de la présence d'une espèce protégée, le Muscardin. Ce secteur sera de toute façon impacté par la création d'une route. Le tracé du tram augmentera certainement la largeur de la voie et diminuera par conséquent le lieu de vie pour les oiseaux et les chauves-souris ayant besoin des arbustes et des arbres en place actuellement.
Puis le tracé se poursuit le long de l'Allée de la Tire, ce qui impactera la petite faune en augmentant le risque d'écrasement. Cet itinéraire produira une nuisance pour les chauves-souris et l'avifaune avec des risques de collisions.
Le franchissement de l'Allée de la Tire au Sud s'inscrit sur une zone prévue pour la compensation des zones humides au titre du dossier Loi sur l'Eau (Renaturation du Nant). Créant une discontinuité dans le linéaire des surfaces de compensation, ce franchissement dégradera les fonctionnalités écologiques du milieu, dans un secteur qui, comme mentionné précédemment, est une zone sensible du point de vue des corridors écologiques.
Il convient de noter toutefois que les franchissements de l'Allée de la Tire sont déjà prévus au sein du plan urbain pour la construction de voiries : le passage du tram augmentera la discontinuité dans le linéaire des surfaces de compensation mais ne la créera pas à lui seul.

⇒ *Le tracé 1 : Le Cours (avenue d'Alembert) jusqu'au carrefour du Bisou*

Le tracé 1 présente les mêmes impacts que le tracé 2 sur la future voie passant au Sud de l'Allée de la Tire (interception du corridor écologique de l'allée de la tire). Mais le fait que l'itinéraire s'éloigne ensuite de l'Allée de la Tire, diminue l'impact sur ce corridor écologique. Il passe à proximité du bois du Pré de la Corne, mais à l'Est, ce qui est moins impactant pour beaucoup d'espèces, à condition de leur laisser une tranquillité sur le côté Sud et Ouest du boisement. L'avantage du tracé 1 par rapport au tracé 3 tient également au fait qu'il intervient sur une voirie déjà projetée.
Au même titre que pour le tracé 3, le franchissement de l'Allée de la Tire au Sud s'inscrit sur une zone prévue pour la compensation des zones humides au titre du dossier Loi sur l'Eau (Zone 1 – Renaturation du Nant), créant une discontinuité dans le linéaire des surfaces de compensation pouvant dégrader les

fonctionnalités écologiques du milieu. Comme pour le tracé 3, il convient de noter toutefois que les franchissements de l'Allée de la Tire sont déjà prévus au sein du plan urbain pour la construction de voiries : le passage du tram augmentera la discontinuité dans le linéaire des surfaces de compensation mais ne la créera pas à lui seul.

⇒ *Conclusion*

En résumé, ce sont les passages des voies de tramway à travers l'Allée de la Tire qui impactent l'effet corridor de celle-ci pour les 3 tracés. Ensuite les tracés 1 et 2 ne présentent pas d'impacts pour la faune et la flore sauf au niveau de l'Allée de la Tire. Le tracé 3 produit quant à lui, un impact supplémentaire aux deux autres tracés car il longe l'Allée de la Tire et présente donc des inconvénients pour la faune. Le tracé 2 a l'avantage d'être le tracé le plus urbain et de ne pas passer par la partie sud de la ZAC qui concentre plusieurs enjeux écologiques. Toutefois il a l'inconvénient majeur de passer par la zone d'évitement « zone humide » et d'y positionner un arrêt. En conclusion, bien qu'il garde un impact écologique, le tracé 1 apparaît comme le moins impactant du point de vue écologique par rapport aux deux autres tracés.

Ces impacts pressentis sont des impacts bruts, sans mise en place de mesures de réduction et d'accompagnement.

Le tracé du tramway retenu à l'issue de la concertation publique est le tracé 3 « allée de la tire ».
L'impact résiduel de ce tracé concerne la traversée du Nant et sa ripisylve au niveau de l'allée de la tire. La ripisylve constitue une zone d'habitat et de chasse d'espèces protégées (avifaune et chiroptères). Afin de réduire l'impact de la traversée, cette dernière a été dissociée de l'ouvrage de franchissement routier, permettant de conserver un corridor le plus continu possible en réduisant les franchissements à quelques mètres de largeur. De plus, un ouvrage de franchissement piéton situé 50 mètres plus au nord initialement prévu au projet et intégré aux autorisations précédentes a été supprimé, supprimant donc une partie des impacts sur ce corridor. Les impacts résiduels potentiels liés à cette traversée bénéficient des mesures de compensations prévues aux arrêtés préfectoraux antérieurs, autorisant les travaux au titre de la loi sur l'eau et dérogeant aux interdictions d'atteinte aux espèces protégées.
Au vu de ces éléments, les nouveaux impacts liés à l'intégration du tracé du tram dans la ZAC sont considérés comme non substantiels au regard des anciennes autorisations de dérogation pour les espèces protégées.

2.6 Les raisons du choix de l'option 3 « allée de la tire »

Les trois options de tracés ont été présentées lors de la concertation publique préalable (1er septembre 2020 au 30 septembre 2020). Ainsi, l'un des enjeux de la concertation était d'apporter un éclairage pratique et social à l'analyse multicritère technique et financière de chaque option en vue d'accompagner le choix du tracé.
Le bilan de la concertation publique souligne la mobilisation du public en faveur du projet de tramway à Ferney-Voltaire. De nombreuses contributions étaient en lien avec le concept de mobilité à développer (mobilités douces, rabattements…). Les options 1 et 3 ont fait consensus ; le débat était plus tranché sur l'option 2.

Finalement, au regard de l'analyse multi-critère, des enseignements de la concertation publique, des aspects financiers, du souhait de la ville de Ferney-Voltaire de retenir l'option permettant de renforcer la desserte du centre-ville, c'est l'option 3 « allée de la tire » qui a été retenue.

3 Optimisation du tracé dans la ZAC FGI

Les études d'optimisation du tracé du tramway ont porté sur des considérations techniques d'exploitation ferroviaire et de gestion du trafic routier. Les réflexions se sont concentrées sur les points suivants :

- la traversée de la Place du Jura : site propre du bus en position centrale ou latérale ouest,
- le passage au sud ou au nord du Cours en sortant de la Place du Jura,
- la position d'une communication croisée en avant-gare ou en arrière-gare au terminus du bisou.

Ces considérations techniques n'ayant pas d'incidences sur les impacts environnementaux du projet, elles ne sont pas détaillées dans le cadre de l'étude d'impact.

4 La concertation publique

Par délibération en date du 19 décembre 2019, Pays de Gex agglo a décidé d'organiser une concertation publique préalable en application de l'article L.103-2 du code de l'urbanisme en vue d'informer et d'associer le public (futurs usagers et riverains) au projet. L'un des objectifs était également d'accompagner la décision de Pays de Gex agglo sur le choix du tracé du tramway à Ferney-Voltaire, et plus précisément au sein de la ZAC Ferney-Genève Innovation, préalablement au lancement des études de maitrise d'œuvre.
Au regard de la situation sanitaire due à la pandémie de covid-19 durant l'année 2020, la démarche de concertation s'est déroulée en plusieurs étapes du mois de juin à octobre :

- ✓ Étape 1 : Communication et information en ligne. Cette phase, allant de juin à septembre 2020, consistait à mettre en œuvre en amont de la concertation, une phase de communication sur la démarche, et d'information sur le projet via la plateforme numérique participative : tramferney.paysdegexagglo.fr. Pour clôturer cette première étape numérique et pour marquer le lancement de l'étape de concertation officielle, une conférence virtuelle s'est déroulée autour du futur de la mobilité dans le Pays de Gex et du rôle pour le tramway.
- ✓ Étape 2 : Concertation présentielle. La phase de concertation officielle s'est déroulée du 1er au 30 septembre 2020 inclus. Deux rencontres ont été organisées (réunion publique le 09 septembre 2020 et ateliers thématiques le 23 septembre) afin de présenter le projet, rencontrer les acteurs et parties prenantes du projet de tramway, et de débattre sur la question de la mobilité et des sujets qu'elle soulève. Parallèlement, un dossier de présentation du projet et un registre de concertation ont été déposés au siège de Pays de Gex agglo et en mairie de Ferney-Voltaire, en vue de recevoir les observations et suggestions du public.
- ✓ Étape 3 : Bilan. Les échanges et avis exprimés durant la concertation ont été consignés, analysés et présentés sous forme de bilan.

La concertation publique a permis une participation active de la population. Au-delà de l'affirmation de l'opportunité du projet, le concept de mobilité à déployer autour du projet de tramway, faisant appel à la prise en compte de l'ensemble des modes et des continuités de déplacement (piétons, cycles, voitures, transports en commun…) est apparu comme un enjeu important. Les impacts économiques, sociaux, de circulation etc… sur la ville de Ferney-Voltaire constituent par ailleurs des inquiétudes et réserves. Des propositions en termes de programmation et de services d'accompagnement au tramway ont été exprimées.
La concertation a également permis de récolter des interrogations sur le tracé du tramway et a ainsi permis de présenter en détail les objectifs du projet. Des avis partagés sur les trois options du tramway à travers la ZAC Ferney-Genève Innovation ont été exprimés, contribuant au choix de la collectivité sur le tracé définitif.

5 Détail du lot A08

Suite à une remarque de la MRAE dans son avis du 21/01/2025, le lot A08 a été modifié afin de rétablir une plus grande continuité écologique entre les boisements « bois des amoureux » et « extension du bois Durand ». En mesure d'évitement, les trois bâtiments sont décalés vers le sud-est et rapprochés les uns des autres, tout en maintenant des inter-distances entre bâtiments acceptables pour des programmes de tertiaire. *In fine*, les 10m dans le schéma directeur initial sont alors augmentés à 18m (ce qui représente la largeur totale d'une allée en sens unique de la ZAC, entièrement dédiée à assurer cette continuité écologique). La fonctionnalité de connexion entre les deux massifs boisés est renforcée par une mesure de réduction : plantation du corridor avec diversification des strates arborée, arbustive et herbacée. Ainsi aucun impact résiduel ne subsiste.



Schéma directeur initial ↑

Schéma directeur modifié pour élargir le corridor écologique au nord du lot A08 →

Figure 158 : évolution du schéma directeur au droit du lot A08

Chapitre 6 Effets et mesures prises

1 Démarche d'évaluation des impacts et mesures

En dehors du corpus réglementaire et normatif auquel l'étude d'impact doit répondre, c'est par une approche thématique que sont menées la détermination des impacts du projet et l'identification des mesures d'évitement, réduction et compensation proposées pour les impacts recensés.
Pour chacun des thèmes environnementaux sont identifiés les impacts directs et indirects, temporaires et permanents de l'opération elle-même ainsi que des travaux nécessaires à sa réalisation.
Préalablement, il convient de préciser les notions d'effets et de mesures utilisées tout au long de ce chapitre.

1.1 La définition des effets et des impacts

Les textes français régissant l'étude d'impact désignent les conséquences d'un projet sur l'environnement sous le terme d'effets. Les termes d'effets et d'impacts sont souvent utilisés indifféremment pour nommer ces conséquences et c'est le parti qui a été pris dans la présente étude, dans un souci de fluidité du discours.

Les effets directs et indirects
La réglementation relative aux études d'impact distingue effets directs et effets indirects :

- un effet direct traduit les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps
- un effet indirect résulte d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Un effet indirect peut concerner des territoires éloignés du projet, ou apparaître dans un délai plus ou moins long.

Les effets permanents et temporaires
La réglementation relative aux études d'impact fait aussi la distinction entre effets permanents et effets temporaires :

- un effet permanent est un effet persistant dans le temps ; il est dû à la construction même du projet ou à son exploitation et son entretien.
- un effet temporaire est un effet limité dans le temps, soit parce qu'il disparaît immédiatement après cessation de la cause, soit parce que son intensité s'atténue progressivement jusqu'à disparaître. Les travaux de réalisation d'un aménagement sont par essence limités dans le temps : la plupart des effets liés aux travaux sont de ce fait des effets temporaires.

1.2 La définition des mesures

La démarche progressive de l'étude d'impact implique d'abord un ajustement du projet au cours de son élaboration vers le moindre impact. Cependant, malgré cette approche préventive, tout projet induit des impacts.
Dès lors qu'un impact dûment identifié comme dommageable ne peut être totalement évité, le maître d'ouvrage a l'obligation de mettre en œuvre des mesures réductrices et compensatrices et de budgéter les dépenses afférentes au titre de l'économie globale du projet.

- Les mesures d'**EVITEMENT** d'impact

Les mesures d'évitement sont mises en œuvre ou intégrées dans la conception du projet :

- choix d'un parti d'aménagement qui permet d'éviter un impact jugé intolérable pour l'environnement,
- choix technologique permettant de supprimer des effets à la source.

Il est parfois difficile de mettre en évidence cette mesure.

- Les mesures de **REDUCTION** d'impact

Les mesures réductrices sont mises en œuvre dès lors qu'un effet négatif ou dommageable ne peut être supprimé totalement lors de la conception du projet. Elles visent à atténuer les effets négatifs du projet sur le lieu et au moment où ils se développent. Elles peuvent s'appliquer aux phases de chantier, de fonctionnement et d'entretien des aménagements. Il peut s'agir d'équipements particuliers, mais aussi de règles d'exploitation et de gestion.

- Les mesures de **COMPENSATION** d'impact

Ces mesures à caractère exceptionnel sont envisageables dès lors qu'aucune possibilité de supprimer ou de réduire les impacts d'un projet n'a pu être déterminée. Elles peuvent ainsi se définir comme tous travaux, actions et mesures :

- ayant pour objet d'apporter une contrepartie aux conséquences dommageables qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites,
- justifiés par un effet direct ou indirect clairement identifié et évalué,
- s'exerçant dans le même domaine, ou dans un domaine voisin, que celui touché par le projet,
- intégrés au projet mais pouvant être localisés, s'il s'agit de travaux, hors de l'emprise finale du projet et de ses aménagements connexes.

- Les mesures d'**ACCOMPAGNEMENT**

Ces mesures viennent en complément des mesures de suppression, de réduction ou de compensation. Elles ne répondent pas à un impact déterminé mais elles viennent enrichir le projet : ces mesures d'accompagnement renforcent l'impact positif du projet.

2 Etendue de l'analyse des impacts

L'analyse des impacts et la définition des mesures ERC sont détaillées pour le projet de création de tramway.
Le projet d'aménagement de la ZAC FGI a d'ores et déjà fait l'objet de mesures ERC détaillées dans l'état initial de l'environnement puisque le projet de ZAC est en cours de construction et que de nombreuses mesures sont déjà opérationnelles (renaturation du Nant, évitement des milieux écologiques à enjeux, mesures de gestion des eaux pluviales…).
Seuls les grands principes d'aménagement et les objectifs environnementaux pris à la création de la ZAC sont rappelés.

3 Modification du schéma directeur de la ZAC FGI

L'effet majeur de l'extension du tramway à Ferney-Voltaire est la modification du schéma directeur de la ZAC FGI.
En effet, le tracé du tramway a été défini après la création de la ZAC FGI. Il a donc été nécessaire de modifier le schéma directeur de la ZAC, tout en conservant les objectifs initiaux de l'aménagement, à savoir : 412 000 m² de surface de plancher répartis en 195 000 m² d'activités, 202 000 m² de SP logements (environ 2500 logements) et 15 000 m² de SP équipements publics (crèche, groupe scolaire).

Le tramway s'insère dans la trame viaire initiale de la ZAC FGI. Les évolutions du schéma directeur de la ZAC FGI dues au tramway sont présentées ci-après par secteur. Sur l'ensemble du tracé, l'aménagement tramway consiste principalement à ajouter dans l'espace public les rails, les lignes aériennes de contact (LAC) et des poteaux qui les maintiennent. Ces points ne sont pas reprécisés pour chaque secteur.

Les schémas directeurs complets avant « E1 » - après « E2 » sont présentés à la fin de ce paragraphe 3.

⇒ *Secteur douane*

Le tramway arrive depuis la Suisse par le tunnel passant sous l'aéroport. Le tronçon français commence à la sortie du tunnel. Le tramway est alors sur le même site propre que le BHNS ce qui n'impacte pas l'aménagement général de la route. Au passage de la douane, le tramway est également sur le site propre, un arrêt technique est ajouté à la demande des douanes afin de pouvoir arrêter le tramway en cas de contrôle. Cela implique l'ajout d'un quai central ainsi que de deux voies de dépassement en surlargeur du site propre ; ces voies en surlargeur permettent au BHNS de dépasser le tramway en cas de contrôle de ce dernier et au tramway de ne pas être bloqué en cas de contrôle du BHNS. Cette imperméabilisation supplémentaire est incluse dans les impacts du tramway des différentes études.
À la demande des douaniers, une voie permettant aux poids lourds de faire demi-tour autour de la plateforme a également été ajoutée. Cette modification n'est pas due au tramway et n'apporte pas d'évolution significative mais, étant absente en 2019, elle n'est pas incluse à l'état initial E0. Dans le cadre de l'étude d'impact tramway valant mise à jour de l'étude d'impact de la ZAC FGI, ce nouvel aménagement (comme toutes les autres évolutions) est donc de facto inclus dans l'état futur E1 et compté dans l'imperméabilisation supplémentaire.

plan guide 2019 (E1 Etat initial) **plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)**

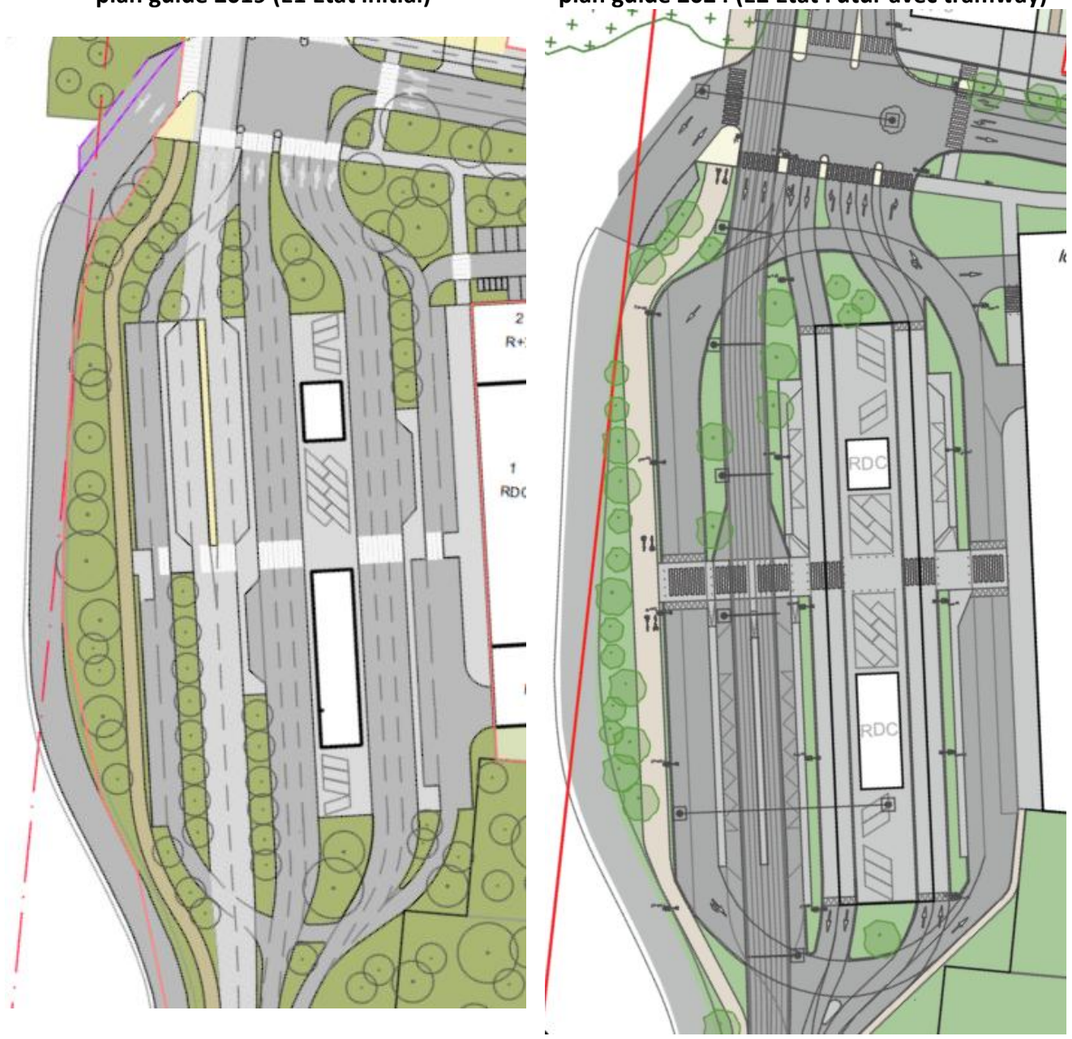


Figure 159 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur le secteur douane

⇒ *RD1005*

De la douane à la place des lumières, le tramway emprunte la voie en site propre du BHNS. La surlargeur de la RD1005 étant déjà prévue au projet BHNS, aucune emprise supplémentaire n'est nécessaire pour l'aménagement du tramway. Du fait de la modification de la descente de charge (poids d'un tram plus important qu'un BHNS), la structure du mur de soutènement de cette surlargeur est modifiée. Cette modification nécessitant une quantité de matériaux plus importante, cet impact est inclus au bilan carbone du tramway.

plan guide 2019 (E1 Etat initial) **plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)**



Figure 160 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la RD1005

⇒ *Place des lumières*

En arrivant sur la place des lumières (ex place du jura), les sites propres tramway et BHNS se séparent. Le BHNS passe en voie centrale de la place avant d'emprunter l'avenue du jura (RD1005) en direction de l'Est de Ferney. Le site propre du tramway initialement imaginé en voie latérale passe en voie centrale entrainant une modification des flux du carrefour. Cette évolution n'est pas due au tramway et a fait l'objet d'une étude de trafic dynamique et d'échanges avec l'ensemble des propriétaires et gestionnaires de la voirie.

Le tramway quant à, lui engage une courbe à gauche afin de rejoindre l'ouest de Ferney en entrant sur l'avenue d'Alembert. Il franchit la RD35 puis passe au nord de la renaturation rognant sur l'espace vert en bordure de la place. Avant de rejoindre l'avenue d'Alembert en site propre latéral nord de la voirie. Ces impacts ont été intégrés à la modification de l'imperméabilisation du secteur.

plan guide 2019 (E1 Etat initial) **plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)**



Figure 161 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la place des lumières

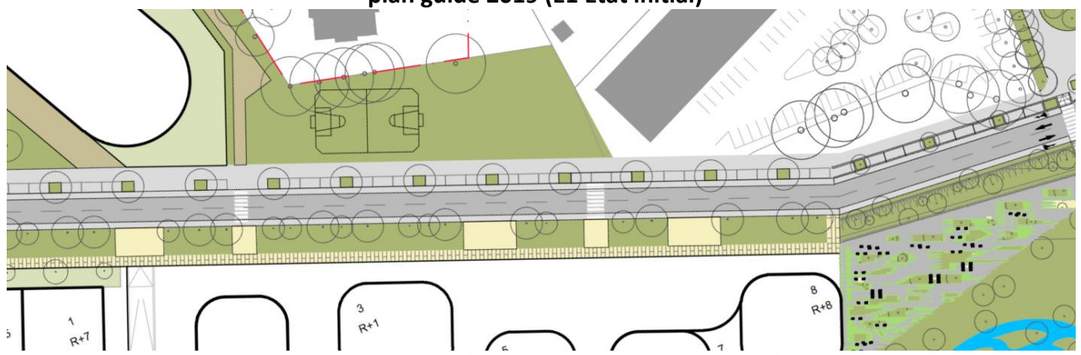
⇒ *Paimboeuf, Avenue d'Alembert Est :*

Afin de libérer de la place pour permettre l'insertion du tramway dans l'espace public et limiter l'imperméabilisation des sols, l'Avenue d'Alembert passe en sens unique pour les véhicules légers (VL) et double sens cyclable. Cet effet est inclus dans la modélisation du trafic. La voie d'Alembert est décalée vers le sud.

L'ajout de la station de tramway « place des lumières » implique une modification de l'aménagement du square Léon Racle. La station rogne sur une partie de l'espace vert et sur la noue qui est busée à cet endroit. Le réaménagement du square est également l'occasion d'ajouter un axe de déplacement piéton-cycles en direction de la rue de Genève afin d'améliorer les itinéraires de déplacements doux. Ces modifications sont incluses dans l'analyse des impacts, et notamment l'évolution de l'imperméabilisation.

La noue initialement au sud de la voirie passe au nord entre la voie de circulation et la plateforme du tramway, la largeur de la noue est également réduite. Ces effets seront quantifiés et inclus au porter à connaissance DLE de Paimboeuf.

plan guide 2019 (E1 Etat initial)



plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)

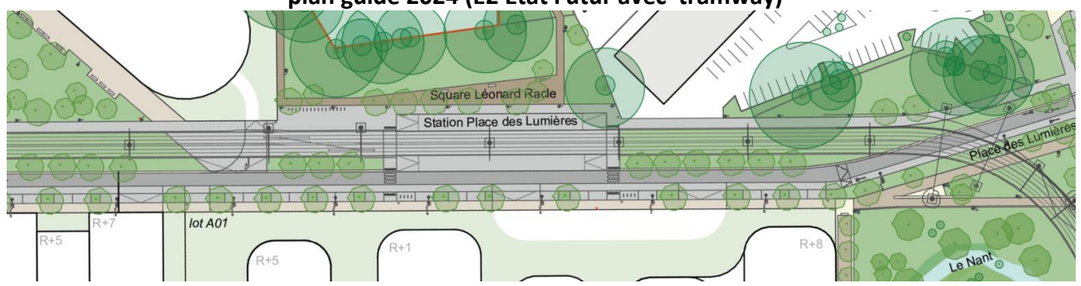


Figure 162 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'est de l'avenue d'Alembert

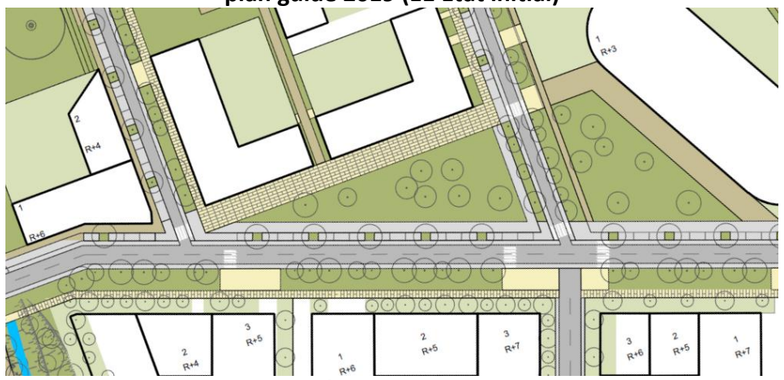
⇒ *Paimboeuf, Avenue d'Alembert Ouest :*

L'évolution sur ce tronçon est globalement la même que sur la partie Est de l'Avenue. À partir du carrefour avec la rue Condorcet, l'Avenue d'Alembert retrouve le double sens VL comme prévu à l'état initial.

Les carrefours sont traités en plateformes surélevées et les franchissements des voies de tramway par les véhicules sont permis grâce à une plateforme béton.

À l'état futur E2, une place est également ajoutée dans l'espace vert qui n'était pas présente dans l'état E1 ; cette place est incluse au décompte de l'imperméabilisation supplémentaire.

plan guide 2019 (E1 Etat initial)



plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)

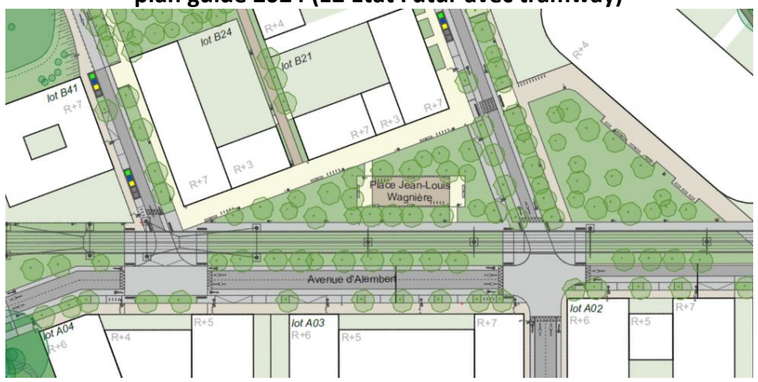


Figure 163 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'ouest de l'avenue d'Alembert

⇒ *Allée de la Tire :*

L'avenue d'Alembert ayant été décalée vers le sud, celle-ci franchit l'allée de la tire légèrement plus au sud qu'initialement (E1).

La plateforme du tramway traverse l'allée de la tire au nord de l'avenue d'Alembert.

Dissocier les franchissements « plateforme du tramway » et « voirie » présente deux avantages majeurs : réduction de l'impact écologique des franchissements et augmentation du rayon de giration du tramway.

En effet, placer les deux ouvrages de franchissements de l'Allée de la Tire côte à côte aurait engendré une large coupure dans ce corridor ce qui aurait eu un impact significatif sur sa fonctionnalité.

Cet impact est traité dans le porter à connaissance « dérogation espèces protégées ». L'ensemble des ouvrages de franchissement de l'allée de la tire est également traité dans le porter à connaissance du DLE phase 1.

D'autre part, la séparation des deux ouvrages permet d'augmenter le rayon de giration du tramway, ce qui réduit l'usure des rails et améliore la vitesse commerciale du tramway.

Afin de limiter les impacts sur ce corridor écologique et de sanctuariser le chêne centenaire à l'est de l'Allée de la Tire, la traversée piétonne sud de l'allée de la tire a été supprimée.

Enfin, l'insertion du tramway entre l'allée de la tire et les lots immobiliers a entrainé un décalage des lots d'une largeur de voirie.

La station « Allée de la Tire » se trouve le long de l'allée du même nom.

L'ensemble de ce tronçon respectera les normes de la trame noire à préserver à cet endroit.

plan guide 2019 (E1 Etat initial) **plan guide 2024 (E2 Etat Futur avec tramway)**

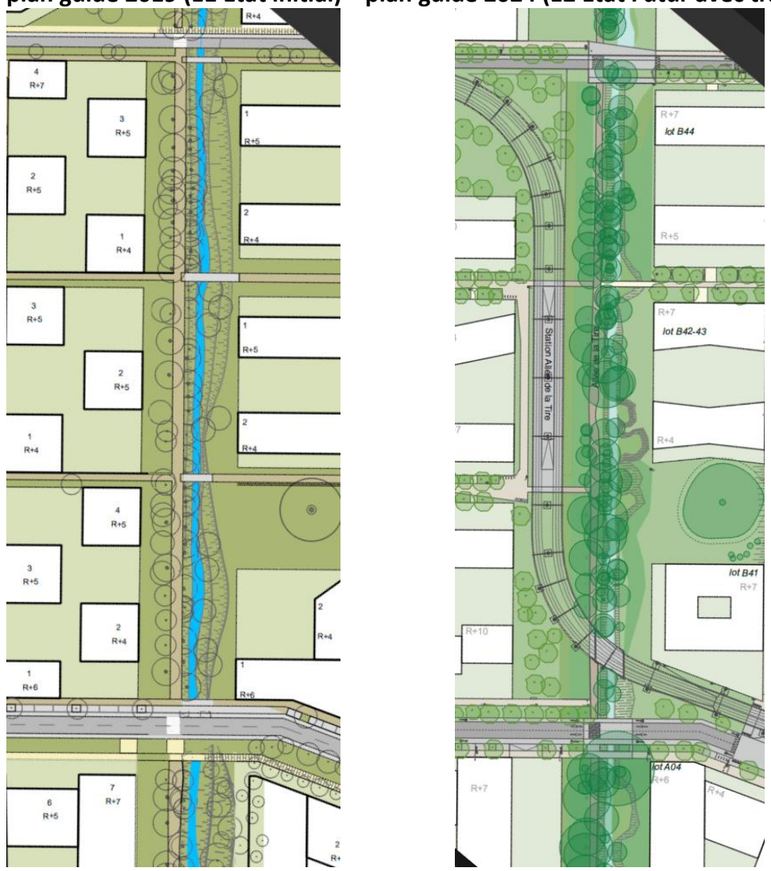


Figure 164 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur l'allée de la tire

⇒ *Rue Émilie du châtelet :*

Le long de la rue Émilie du Châtelet, la plateforme tramway prend place en surlargeur de la voirie à sens unique. L'espace public de cette rue est donc plus large à l'état futur qu'à l'état initial. Une station est ajoutée au terminus ainsi que le parking relais (P+R). L'ajout du tramway et du P+R sur Très-la-Grange a consommé une part importante d'espaces initialement dédiés aux lots immobiliers. Très-la-Grange faisant partie de la phase 2 de la ZAC, le schéma directeur était plus modulable que sur les premiers secteurs. Ainsi plusieurs modifications ont été réalisées sur l'ensemble du secteur.

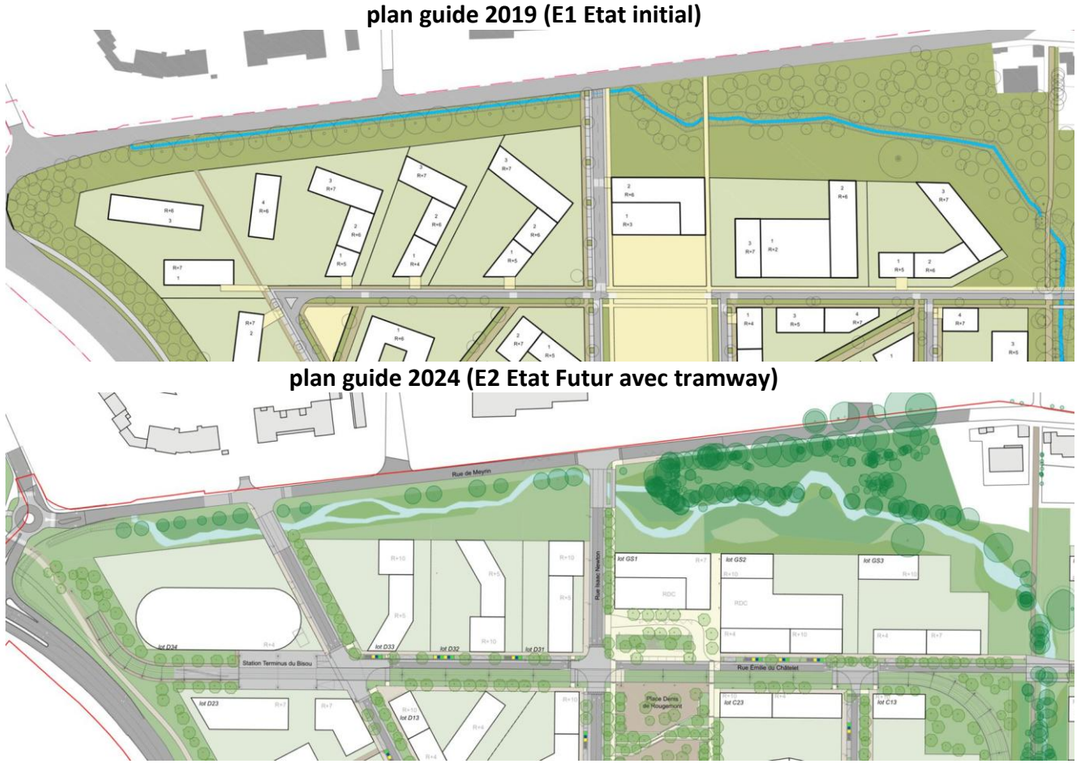


Figure 165 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur la rue Emilie du Châtelet

⇒ *Très-la-Grange :*

Les principales évolutions de l'aménagement de Très-la-Grange sont les suivantes :

- Le P+R ayant remplacé des lots prévus aux logements, afin de conserver la constructibilité du secteur, ces surfaces ont été re-réparties sur les autres lots en modifiant l'épannelage et l'organisation des bâtiments. Ainsi les hauteurs maximales des constructions initialement à R+7 sont augmentées à R+10.
- L'emprise du tramway le long de l'allée de la tire implique un décalage des lots et donc la suppression d'une voirie nord-sud. L'organisation des circulations du secteur est alors revue.
- La reprise du plan d'aménagement permet également de donner davantage de place à la renaturation et de préciser le tracé de la vélo-route le long de la RD35.

Ces évolutions n'entrainent pas d'impact majeurs. Cet aménagement est inclus au dossier loi sur l'eau de Très-la-Grange ainsi qu'au porter à connaissance « espèces protégées » pour la vélo-route qui est en interface avec une zone d'évitement au sud de ce secteur.

Enfin, suite à une remarque de la MRAE dans son avis du 21/01/2025, le corridor écologique au nord du lot A08 a été élargi en déplaçant vers le sud ce lot et en réduisant les distances entre bâtiments (cf Figure 158 : évolution du schéma directeur au droit du lot A08).



Figure 166 : comparaison des schémas directeurs de la ZAC E1/E2 : zoom sur Très-la-Grange

⇒ *Aperçu global*

Au final, le tramway et la parking relais au terminus du bisous entrainent la mobilisation de 23 600 m² de foncier des lots cessibles (plans ci-après).



Figure 167 : Bilan des emprises foncières sur le schéma directeur 2019 (sans tramway) et 2024 (avec tramway)

Cette diminution du foncier cessible a conduit à la modification des formes urbaines des lots côté Très-la-Grange afin de récupérer de la surface de plancher et ainsi rester dans les objectifs de construction de la ZAC. En outre, les incidences acoustiques et vibratoires de l'arrivée du tramway ont nécessité un ajustement des bâtiments en contact avec la ligne de tramway (cf § 5.9 - Effets sur l'ambiance acoustique et § 5.10 - Effets sur les vibrations).



Figure 168 : schéma directeur initial de la ZAC FGI (source : Obras)



Figure 169 : schéma directeur de la ZAC FGI modifié pour intégrer le tramway (source : Obras)

4 Impacts spécifiques du chantier et mesures prises

4.1 Les principes retenus vis-à-vis du chantier

La phase chantier du tramway est l'étape générant le plus d'impacts.

Tout chantier génère des nuisances sur l'environnement proche, l'enjeu est de limiter ces nuisances au bénéfice des riverains, des ouvriers et de l'environnement. Ainsi, il est nécessaire d'appliquer des règles de conduite afin de réduire l'impact d'un chantier tout en restant compatible avec les exigences liées aux pratiques professionnelles. Un chantier respectueux de l'environnement est le prolongement naturel des efforts de qualité environnementale mis en place lors de la conception du projet.
L'objectif est alors de :

- Limiter les dérangements aux abords du chantier : sur la voirie, pour les riverains,
- limiter les pollutions de proximité lors du chantier,
- limiter les risques et les nuisances causés aux riverains et ouvriers du chantier,
- limiter la quantité de déchets de chantier mis en décharge.

Le maître d'ouvrage et/ou le maître d'œuvre peuvent donner des priorités d'actions sur un chantier. L'objectif est bien d'éviter les nuisances engendrées par les différentes activités liées au chantier et le cas échéant, les réduire : pollution des eaux et du sol, pollution sonore, pollution de l'air, pollution visuelle.
Il pourra formuler un certain nombre de prescriptions à l'intention du maître d'œuvre afin qu'il porte une attention particulière à l'environnement comme aux modalités de gestion des déchets. Ces prescriptions seront intégrées au règlement de chantier.

4.2 Les contraintes de la phase chantier

4.2.1 Les contraintes techniques du chantier de tramway

La voie ferrée se pose, lorsque cela est possible, avec une progression linéaire. Les intervenants pour les terrassements et bétonnages n'étant pas nécessairement les mêmes que les poseurs de rail et revêtements, il est nécessaire que les premiers aient un peu d'avance pour ne pas arrêter les poseurs de voie.
La réalisation des courbes serrées, comme ce sera le cas au niveau de la place des lumières et de part et d'autre de la station Allée de la Tire ne pourra pas être phasée : il faut traiter chacune des courbes serrées en une seule fois. **laisser le passage des circulations routières au niveau de la place des lumières est donc très contraignant.**
Par ailleurs, lorsque la géométrie des carrefours ne s'y prête pas, notamment lorsque la largeur de la rue perpendiculaire est faible, il sera nécessaire de fermer l'accès à la rue transversale pendant la durée des travaux dans la zone. Cette contrainte peut être limitée en signalant à l'entreprise qu'elle n'aura, par exemple, la possibilité de ne fermer qu'une rue sur deux en même temps.
Sur les secteurs où la circulation est à maintenir (RD1005), les travaux de voiries provisoires devront être réalisés avant le début des travaux de tramway.

Les contraintes de réalisation de la voie ferrée entre la frontière et la place des lumières sont particulièrement importantes. Tout d'abord, la circulation devra être conservée avec au moins 2x1 voie soit 7m de largeur. Sur la section Douane-Place des lumières, il sera possible d'assurer le maintien de deux voies de circulation avec l'utilisation d'une voie de chantier sauf sur la section frontière-Douane (travaux en demi-plateforme). Ainsi, il faudra que l'entreprise en charge des travaux de voie ferrée puisse travailler à partir d'emprises qui, au fur et à mesure de l'avancement des travaux se réduiront de plus en plus. Il faudra donc utiliser du matériel adapté (notamment rail-route, pompes à béton, etc.) pour que les entreprises ne dégradent pas les travaux déjà réalisés.
Effectivement, compte tenu de l'exigüité du site sur la première partie du tracé entre la frontière et le poste de Douane, il ne sera pas possible de disposer d'une voie de chantier spécifique ce qui limite les possibilités de travailler et réduit la cadence des travaux. Sur cette portion du tracé, les travaux se feront donc en tunnel.
Une autre contrainte technique qui interviendra en fin de chantier est liée à la pose de la ligne aérienne de contact en particulier lors du matage des supports, de leur armement (mise en place des transversaux), du déroulage des lignes et de leur réglage. Pour le matage des supports, l'armement et le réglage, les travaux seront ponctuels (zone d'intervention limitée mobile) mais pourront localement générer des contraintes de circulation importantes. En revanche, les travaux de déroulage se font sur un secteur beaucoup plus conséquent (linéaire de l'ordre de 1000m) et nécessiteront, outre une préparation et une anticipation minutieuse, d'être réalisés au meilleur moment, les travaux de nuit devront être évités au maximum, mais ils pourront être envisagés si besoin.

Pour résumer, les contraintes techniques sont :

- le terrassement de la plateforme doit avoir toujours de l'avance sur les poseurs de voie ;
- la réalisation des courbes serrées doit se faire en une seule fois sur les deux voies ;
- la géométrie des carrefours (rue adjacente étroite) peut nécessiter de fermer une rue perpendiculaire à un carrefour pendant la réalisation des travaux ;
- la réalisation des travaux de plateforme nécessite que les travaux préparatoires (notamment les travaux de terrassement des futurs voiries et bâtiments et voiries provisoires) aient été réalisés afin que l'infra tram puisse les utiliser comme piste de chantier ;
- la réalisation des travaux de plateforme sur l'ouvrage hydraulique au niveau de l'Allée de la Tire nécessite que les travaux relatifs à cet ouvrage soient terminés ;
- nécessité de réaliser les travaux « en tunnel » entre la frontière et le poste de Douane ;
- contraintes de circulation à prévoir en fin de chantier lors du déroulage de la ligne de contact.

4.2.2 Les autres contraintes

Pendant les travaux, il conviendra de maintenir autant que possible les circulations routières et les différents accès. Sur le secteur Paimboeuf, il faudra effectivement maintenir une voie au niveau de la sortie du parking Silo.
Par ailleurs la circulation de transit au niveau de la RD 1005 et de la RD 35 est importante et compte déjà des embouteillages en temps normal, les travaux ne feront qu'amplifier ce phénomène.
De plus, des travaux sont toujours pénalisants pour les riverains et les usagers de la route, aussi faudra-t-il minimiser, sans pour autant mettre la ville en désordre complet, la durée des travaux et donc trouver

un équilibre entre travaux trop denses et travaux trop délayés dans le temps qui sont souvent encore plus pénalisant pour les usagers.
Afin de déranger le moins possible les riverains pendant la durée des travaux, il est important de conserver au maximum les accès riverains.

4.3 Emprise du chantier

Le chantier du tramway nécessite une emprise le long de la zone de travaux. Trois secteurs sont à considérer :

- le long de la RD1005 où le chantier côtoie une zone circulée où la circulation ne peut être interrompue,
- le secteur Paimboeuf qui sera aménagé en phase provisoire lors des travaux du tramway et dont les premiers lots seront habités,
- et le secteur Très-la-Grange, sur lequel le tramway et ses espaces publics connexes seront les premiers éléments d'aménagement.

Sur les secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange, les dispositions de chantier sont peu contraignantes puisque ce secteur sera encore en chantier au moment des travaux du tramway. Le tronçon le plus problématique est donc la section de RD1005 entre la place des lumières et la frontière.

✓ ***Mesures d'évitement et de réduction***

Sur l'ensemble du tracé excepté la section entre la frontière et le poste de douane, les travaux seront réalisés à l'aide d'une voie de chantier. Cette voie de chantier est positionnée nécessairement du côté opposé à la multitubulaire. Le positionnement précis sera fonction des voiries éventuelles, des massifs LAC et des courbes et sera d'une largeur minimum de 3m (largeur libre de tout obstacle) sans compter le barriérage ou la pose de GBA éventuel.
Il est préférable de ne pas implanter la voie de chantier du côté où les massifs LAC sont positionnés et lorsque cela est possible, elle est positionnée de manière à impacter le moins possible les éventuelles circulations. De plus, la voie de chantier doit nécessairement être positionnée à l'extérieur des courbes.

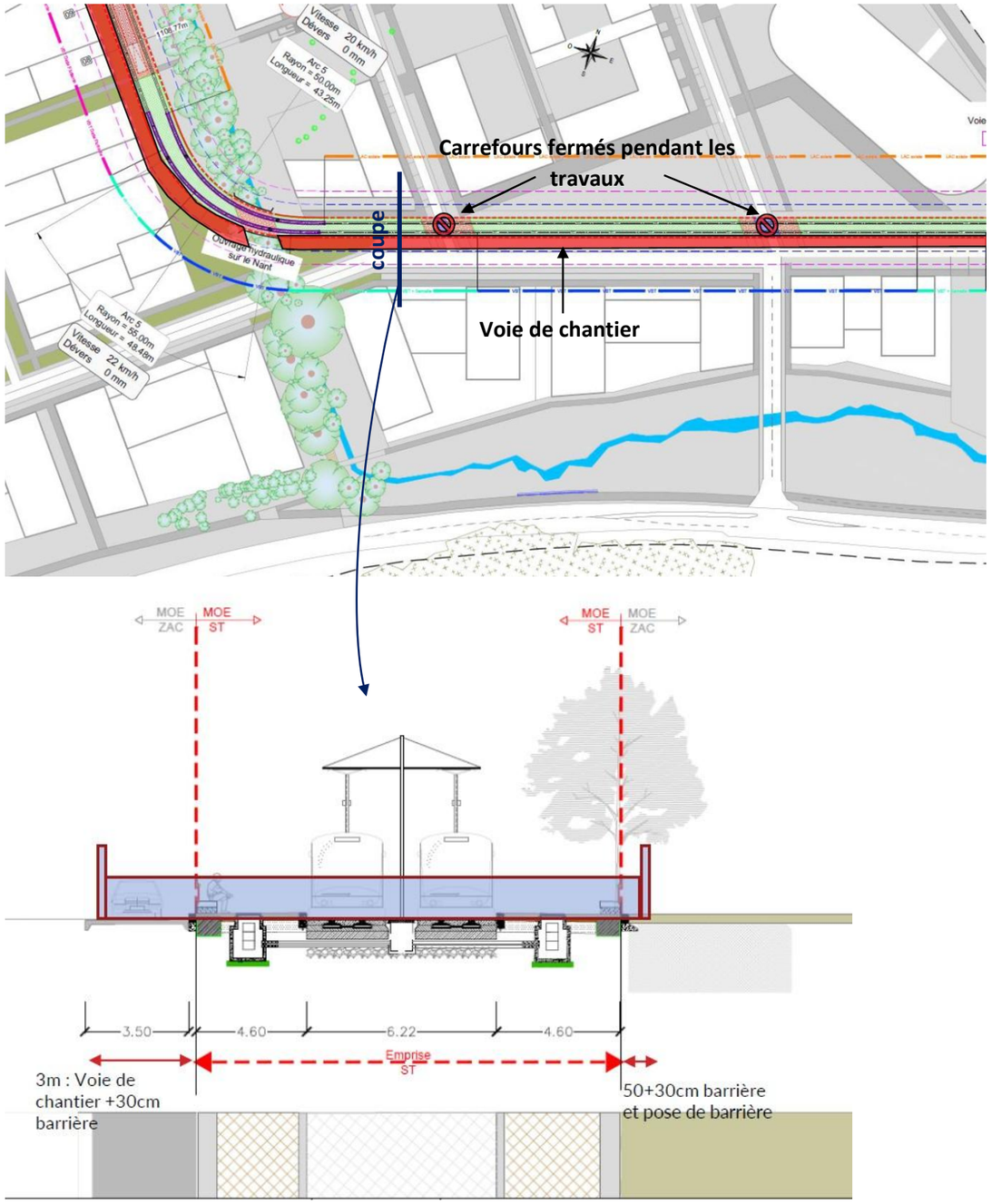


Figure 170: emprise de la voie de chantier au droit de l'avenue d'Alembert (ex le cours) et coupe (AVP Systra)

Les travaux au droit des carrefours RD1005 / RD35 et RD1005 / Chemin de Colovrex seront phasés afin de garantir la circulation au niveau de ces carrefours.

Les travaux sur la section du carrefour RD1005/Chemin de Colovrex jusqu'à la frontière sont envisagés ainsi :

- une première partie où les travaux de plateforme seront réalisés à l'aide d'une voie de chantier jusqu'au poste de Douane,
- une deuxième partie en voie tunnel jusqu'à la frontière.

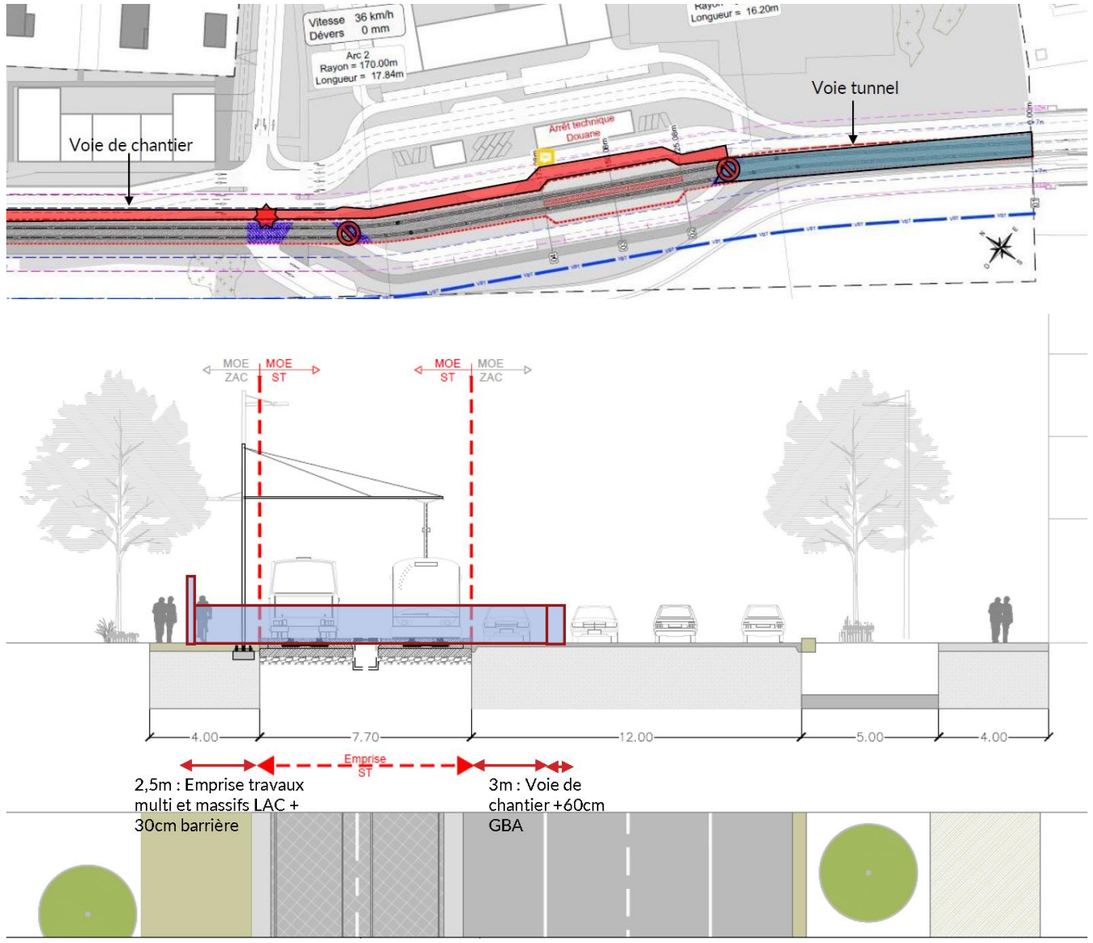


Figure 171 : emprise du chantier sur la RD1005 au droit de la douane et coupe

Pendant les travaux de tramway, certains accès ne pourront être maintenus à cause de l'espace nécessaire à la réalisation de la plateforme et les voies de chantier. En effet, pendant les travaux sur l'avenue d'Alembert (ex Le Cours), l'accès à cette rue par la place du Jura ne sera plus possible. De la même manière, l'accès à la rue Émilie du Chatelet (ex Allée des Champs), pendant les travaux sur ce secteur, ne sera plus possible.

Trois courbes seront traitées sans phasage, dont deux coupant de futurs axes de circulation, il s'agit :

- de celle traversant la place des lumières ;
- des deux courbes au nord et au sud de l'allée de la Tire.

Les accès seront alors fermés le temps des travaux (< 6 mois).

L'impact est très faible le long de l'allée de la tire puisqu'il s'agit du secteur de Très-la-Grange en chantier, au moment des travaux du tramway.

L'impact est plus important à côté de la place des lumières. L'accès devra donc être fermé le moins longtemps possible en optimisant le planning. Pendant la période de fermeture, le secteur Paimboeuf devra donc être desservi par un autre accès que l'avenue d'Alembert. Une déviation de la circulation sera nécessaire.

4.4 Effets sur la circulation

Pendant les travaux de tramway, une seule portion du tracé est en conflit avec une voie importante de circulation : il s'agit de la portion de RD1005 entre la frontière et la place des lumières.

L'objectif est d'arriver à optimiser les cadences et coûts de travaux en impactant le moins possible les circulations.

Les impacts immédiats de cette situation dégradée sur la RD1005 entre la place des Lumières et la frontière suisse seront :

- une saturation du réseau avec un étalement des heures de pointe du matin et du soir,
- la recherche d'itinéraires bis avec report du trafic sur les postes douaniers les plus proches : Prévessin-Moëns et postes secondaires de Ferney-Voltaire vers Meyrin d'une part, et Collex d'autre part. Aussi le trafic automobile va-t-il augmenter sur les itinéraires bis que sont les RD35 / 984F à Saint Genis-Pouilly/Prévessin-Moëns et les postes douaniers secondaires de Ferney-Voltaire.

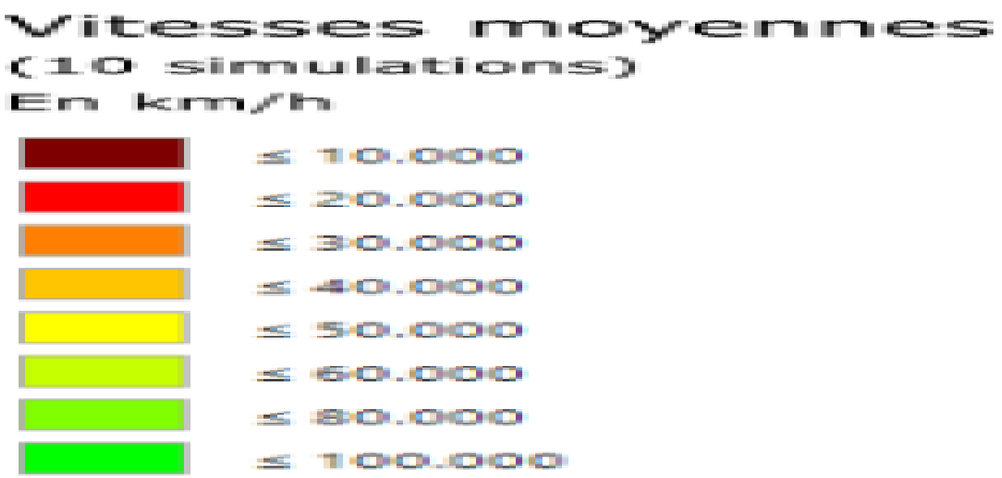


Figure 172 : report de la circulation vers les postes frontières proches

✓ ***Mesures d'évitement et de réduction***

Sur la RD1005, les différents scénarios de chantier envisagés ne nécessiteront pas de déviation de circulation. Les deux sens de circulation seront conservés avec au minimum 2x1 voies, avec une largeur minimale de 7m pour la circulation.
Sur le secteur de Très-la-Grange, les nouvelles voiries ne seront pas encore circulables/circulées au moment des travaux du système de transport ; ainsi, il n'y a pas d'impact sur les circulations à considérer dans ces zones.

✓ ***Les déviations locales***

En fonction des travaux (fermeture d'un carrefour par exemple), des déviations locales et ponctuelles devront être mises en place au cas par cas.
Ces déviations locales concerneront principalement le secteur de Paimboeuf sur lequel les carrefours Condorcet et l'avenue d'Alembert (ex le Cours) – Voie Nord/Sud seront fermés pendant les travaux.
Ces déviations se feront via les voiries existantes extérieures à la zone de chantier tramway.

✓ ***Mesures d'accompagnement : maintien des transports collectifs et itinéraires cyclable***

Le scénario de phasage travaux a été établi en prenant en compte le fait que le trafic transfrontalier à la douane ne peut pas être interrompu pendant les travaux du tramway. De plus, il sera nécessaire de permettre aux bus de circuler afin d'offrir un rabattement possible aux usagers qui souhaiteraient ne pas utiliser leur véhicule pendant la phase travaux. Les itinéraires piétons et cycles sont tous maintenus, notamment la piste cyclable dans le tunnel sous l'aéroport.
Ainsi, la douane n'est jamais fermée et il est toujours conservé deux sens de circulation sur deux voies au droit de la douane. Les fronts de travaux avec le chantier en Suisse seront coordonnés au chantier français pour que deux voies soient toujours offertes au droit de la douane.

✓ ***Mesures d'accompagnement : modification des comportements de déplacement***

La modification des comportements de déplacement devra être encouragée vers le report multimodal. La plupart des mesures de restriction de trafic sera proche de la configuration finale, notamment côté suisse avec la reconfiguration de la hiérarchisation du réseau routier inhérente au prolongement du tramway et à l'ouverture récente de la route des nations (voie en souterrain reliant directement le quartier des nations depuis l'échangeur autoroutier en sortie du tunnel sous l'aéroport).

✓ ***Mesures d'accompagnement : information « chantier » à large échelle***

Malgré tout, il est nécessaire de mettre en place des mesures d'accompagnement pour limiter les nuisances pour les riverains et les usagers de la route. Ces mesures seront définies ultérieurement. Une mesure d'information sera mise en place sur l'autoroute, dans la presse et sur des panneaux d'information routiers indiquant la période de travaux tramway Ferney-Voltaire et incitant les usagers à ne pas passer par la douane.

4.5 Dégradation de la qualité de l'air

La phase travaux de tout chantier est source de production de poussières et de polluants.
Les émissions considérées pendant ce chantier seront :
- Les hydrocarbures,
- Le dioxyde d'azote NO2,
- Le monoxyde de carbone CO,
- Les poussières de terrassement.

Les sources de poussières concernent essentiellement :
- les mouvements des engins de terrassements,
- la circulation des engins de chantiers (pour le chargement et le transport des matériaux de remblais),
- les travaux d'aménagement et de construction.

En ce qui concerne les poussières émises, celles-ci sont dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol. Elles sont d'origines naturelles et essentiellement minérales. De plus, l'émission des poussières est fortement dépendante des conditions de sècheresse des sols et du vent. Le risque d'émission est en pratique limité aux longues périodes sèches.
Les émissions particulaires des engins de chantier sont négligeables compte tenu des mesures prises pour leur contrôle à la source (engins homologués qui respectent les normes d'émission en vigueur en matière de rejets atmosphériques).

✓ ***Mesures d'évitement : absence de rejet dans le milieu naturel (air)***

Les leviers d'action lors de la phase chantier sont les suivants :
- arroser les pistes par temps sec et venteux
- humidifier le stockage ou pulvériser des additifs pour limiter les envols par temps sec ;
- mettre en place des bâches sur des résidus à l'air libre pouvant émettre des poussières ;
- confiner les stockages de produits pulvérulents, mettre en place un dispositif de capotage et d'aspiration de produits pulvérulents ;
- respecter les normes d'émission en vigueur ;
- limiter l'utilisation de groupes électrogènes ;
- éviter de laisser tourner les moteurs des engins de chantier et autres véhicules en inactivité.

✓ ***Mesures d'évitement : adaptation de la période des travaux sur l'année***

Le but est ici d'agir sur la programmation des travaux pour limiter les impacts sur la qualité de l'air. Ainsi, il faudra organiser les activités génératrices de polluants en dehors des périodes de pics de pollution (arrêt momentané des travaux en cas d'épisode signalé par Atmo AURA).
Le déroulement des travaux du tramway seront concomitants avec les travaux de la ZAC afin de circonscrire dans le temps la période de chantier et de les faire dans un quartier non encore habité, ce qui limite fortement la gêne.

✓ ***Mesures de réduction : adaptation des modalités de circulation des engins de chantier***

Cette action, en complément de celles visant à délimiter les zones d'accès et de circulation au sein de l'emprise chantier, vise à préciser les modalités de circulation des engins de chantier afin de réduire les émissions de polluants atmosphériques de ces derniers (limitation de vitesse, plan de circulation permettant une circulation fluide des engins).

✓ ***Mesures de réduction : mode particulier d'importation de matériaux et/ou d'évacuation des matériaux, déblais et résidus de chantier***

Dans le cas où une importation ou une exportation de matériaux est nécessaire durant le chantier, cette mesure vise à recourir à un mode de transport le moins polluant possible ou limitant au maximum les nuisances ou risques de pollution supplémentaire. Il pourrait ainsi être étudié, selon les fournisseurs ou les destinataires, le parcours le plus court/rapide permettant de limiter le nombre de kilomètres parcourus et donc d'émissions de polluants atmosphériques.

4.6 Impacts sur le sol et le sous-sol

Les impacts de la phase travaux sur le sol sont essentiellement liés aux phases de terrassement, au rapport déblais / remblais et au besoin de stockage.
Les terrassements seront nécessaires pour la réalisation de la plateforme du tramway.
Les volumes de matériaux géologiques à terrasser ont été estimés à environ 9750m^3 de déblais.

✓ ***Mesures d'évitement***

Vis-à-vis du risque remontée de nappe, les chantiers de terrassement du tramway et du P+R se dérouleront préférentiellement hors période de hautes eaux de la nappe superficielle afin de réduire les impacts du chantier. En tous temps, des mesures de protection contre les pollutions accidentelles des engins sont prises pour protéger les cours d'eaux, ces mesures permettent également la protection de la nappe (cf § ci-après).
Des études géotechniques sont également en cours afin de déterminer si les fondations de la plateforme du tramway devront inclure des dispositions spéciales afin de s'adapter à la présence de la nappe superficielle.

✓ ***Mesures de réduction***

L'objectif est de réduire les terrassements au maximum afin de ne pas générer d'importants mouvements de terre. Dans la mesure du possible, une partie des déblais sera réutilisée sur place si leur nature le permet pour les besoins en remblais. Une large étude de gestion des mouvements de terre sur l'ensemble de la ZAC est en cours afin de limiter voir de supprimer les besoins d'évacuation de déblais. Ils pourront également être stockés sur la ZAC en attendant les prochaines étapes d'aménagement. Si tel est le cas, les déblais seront protégés ou semés afin d'empêcher l'apparition d'espèces végétales invasives. S'il n'est pas possible de stocker ou de réutiliser tels quels la totalité des déblais sur place, le surplus de déblais sera évacué en plateforme de revalorisation (recyclage/concassage) pour être réutilisé soit sur le présent chantier soit sur d'autres chantiers.

4.7 Pollution des eaux et du sol

Les risques de pollution de la phase des travaux sont liés :
- à la production de matières en suspension : en effet, l'érosion par l'eau et le vent des sols décapés, la manipulation des matériaux et le rejet des eaux utilisées pour le chantier peuvent entraîner un apport de sédiments nuisibles à la faune et la flore aquatique,
- aux risques de pollutions par les engins de chantier (vidanges, fuites),
- aux pollutions liées aux matériaux utilisés et aux pollutions provenant des zones de stockage des matériaux.

Le risque d'impact sur les eaux superficielles est fort dès lors que les travaux sont situés en bordure du Nant. Les impacts les plus forts risquent de survenir lors des périodes pluvieuses en entrainant des pollutions ou déchets par ruissellement.
Le risque d'impact sur les eaux souterraines est également à considérer, puisque les sols sont perméables et la nappe affleurante : toute pollution peut contaminer les sols et la nappe souterraine.

✓ ***Mesures d'évitement et de réduction***

Les mesures prises visent à limiter les sources de pollution (poussières, rejets polluants) et à empêcher leur transfert vers les eaux superficielles et souterraines.

Le transport de matériaux de remblais ne devra pas être source de production de poussières. Pour ce faire, les matériaux seront mis en forme et compactés dès arrivée sur le chantier.

Sur le chantier, toutes les dispositions seront prises pour éviter les pollutions chroniques ou accidentelles des eaux superficielles et souterraines.
Les entreprises ne devront en aucun cas polluer le site par d'éventuels déversements, vidanges, nettoyages… et seraient entièrement responsables d'éventuels désordres apportés sur l'environnement.
Les engins de chantiers devront utiliser des huiles végétales biodégradables.
L'entretien, la réparation, le ravitaillement des engins de chantier ainsi que le stockage des carburants et lubrifiants sont interdits à proximité des cours d'eau et devront être réalisés sur les bases de cantonnement. Ces aires seront munies de bassins de rétention et permettant de retenir une pollution accidentelle. Ces aires seront étanches et situées en dehors des zones sensibles (thalweg naturel, milieux humides). Les eaux pluviales ruisselant sur ces aires étanches transiteront via un déshuileur avant rejet dans le milieu naturel afin d'être dépolluées.
Les autres dispositions à prendre sont classiques et permettent de réduire fortement les risques de pollution du sol et/ou de la nappe :
- bacs de rétention pour le stockage des produits inflammables,
- enlèvement des bidons d'huile usagée à des intervalles réguliers,
- stockages de fluides équipés de dispositifs de rétention permettant de limiter une pollution du milieu en cas de fuite.

La mise en œuvre des revêtements hydrocarburés s'effectuera en période sèche, sans pluie prévue à 5 jours.

Les précipitations entrainant une remontée du niveau de la nappe pourraient être contraignantes notamment lors de la phase de terrassement du chantier puisqu'elles seront génératrices d'un sol boueux. Les travaux de terrassement seront interrompus en cas de risque d'orage important et/ou suite à une longue période pluvieuse.
Les dispositifs de rejet des eaux pluviales devront être aménagées de manière à ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux, ne pas provoquer l'érosion des sols et limiter la formation des dépôts.

La réalisation des travaux nécessite un apport d'eau pour la réalisation de certaines tâches : arrosage des pistes, fabrication de béton, arrosage des matériaux avant leur mise en œuvre, nettoyage des engins, etc… Les besoins en eau seront satisfaits en se branchant sur le réseau d'alimentation en eau de la ZAC FGI.
Enfin, des sanitaires seront installés pendant toute la durée du chantier.

4.8 Gestion des transports liés à l'exécution du chantier

Lors d'un chantier d'aménagement, les transports occupent une grande place. Il s'agit :
- du transport du personnel entre le lieu de travail et le site
- de la livraison entre le lieu de production et/ou d'approvisionnement et le site
- des transports à l'intérieur du chantier: engins spécifiques, acheminement de matériaux,
- des transports d'évacuation (bois, terre, déchets, …)

✓ ***Mesures d'évitement et de réduction***

Ces différents trajets ont des conséquences en terme de pollution et de nuisances sonores tant pour le personnel, les usagers que le milieu. Il est possible de faire des recommandations afin de limiter l'utilisation des véhicules ou d'adapter la circulation et les modes de transports selon la situation :
- Evaluer les besoins en termes de quantité de matériaux nécessaire, de déchets produits, ce qui permettra de déterminer le nombre d'aller-retour ;
- Aménager dès le départ du chantier les pistes de chantier à l'emplacement des futures voies ;
- Interdire l'accès aux zones sensibles (secteurs sensibles vis-à-vis de la faune) ;
- Regrouper les trajets d'évacuation ;
- Regrouper les trajets quotidiens du personnel (covoiturage) ;
- Regrouper les heures de livraison.

Dans la mesure du possible, les livraisons et évacuations seront programmées en dehors des heures de pointe du matin et du soir afin d'éviter de surcharger le trafic routier sur ces périodes. La RD1005 sera évitée le plus possible.

4.9 Pollution visuelle et paysagère en phase chantier

La pollution visuelle est générée par la dégradation des abords, des salissures, l'absence ou la dégradation de clôture, les déchets…
Les travaux du tramway s'insèrent dans la ZAC FGI en cours de construction : les incidences des travaux du tramway sont donc englobées dans le chantier de la ZAC FGI. Le chantier est perceptible depuis les zones bâties riveraines et depuis les axes routiers ; il est donc visible par un grand nombre d'habitants et d'usagers du secteur.

✓ ***Mesures d'évitement***

La 1ère mesure d'évitement est la concomitance du chantier de tramway avec l'aménagement de la ZAC FGI, ce qui permet de construire la plateforme rail dans un secteur majoritairement non encore habité. Les linéaires boisés existants en bordure de la ZAC FGI sont maintenus ce qui permet de masquer partiellement le chantier et les bâtiments/installations qui seront construits.

✓ ***Mesures de réduction***

Aux abords du chantier, le maître d'œuvre devra maintenir propre l'entrée du chantier du tramway. Au besoin, les axes routiers (RD35, RD1005…) devront être nettoyés (balayeuse/aspiratrice).

4.10 Nuisances acoustiques

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante. De plus, il n'existe pas de "chantier type" : en fonction de la nature des travaux, des contraintes et de l'environnement du site, chaque chantier est particulier. Il est alors quasiment impossible de fixer, au niveau national, une valeur limite de niveau de bruit adaptée à toutes les situations. C'est la raison pour laquelle aucune limite réglementaire n'est imposée en terme de niveau de bruit à ne pas dépasser.
L'approche retenue consiste alors à, d'une part, limiter les émissions sonores des matériels utilisés et, d'autre part, obliger les acteurs à prendre le maximum de précautions vis-à-vis de cette nuisance.

La construction de voies de tramway génère des nuisances sonores de différentes natures selon l'avancement des travaux. Ces nuisances sont liées notamment à :
- la circulation des différents engins,
- la réalisation des travaux : terrassements, mise en forme de la plate-forme ferroviaire…

Pour information, le niveau sonore des engins de chantier varie suivant le régime pour :
- les engins d'extraction : 75 dB(A) à 100 dB(A),
- les engins de chantiers : de 80 dB(A) à 100 dB(A),
- les engins de transport : de 80 dB(A) à 95 dB(A).

(note : mesures faites à 7 mètres de l'engin et à 1,50 mètres du sol à charge nulle)
Les engins les plus bruyants peuvent donc atteindre un niveau sonore de 100 dB(A) à 7 mètres de distance. On pourra prendre ce chiffre de 100 dB(A) comme niveau sonore maximum émis par le chantier.

Les travaux de construction du tramway sont concomitants avec la construction des bâtiments de la ZAC FGI. Seuls les bâtiments existants (le long de la RD1005 et face à la Place du Jura) seront concernés par les nuisances du chantier.
Ces bâtiments sont déjà soumis à une ambiance acoustique dégradée du fait de la proximité de la RD1005 et du trafic. L'impact du chantier sur l'environnement en matière de bruit est donc limité.

Enfin, les chantiers sont également soumis aux éventuels arrêtés préfectoraux ou municipaux qui réglementent leurs horaires de fonctionnement. Des mesures seront prises pour réduire au maximum les nuisances sonores afin de respecter le voisinage.

✓ ***Mesure d'évitement***

La principale mesure d'évitement est la réalisation des travaux du tramway concomitamment aux travaux de construction de la ZAC FGI : les nuisances générées par le chantier de la ZAC FGI sont certes importantes mais circonscrites à l'emprise du chantier et dans un secteur encore majoritairement inhabité.

✓ ***Mesures de réduction***

La grande majorité des travaux sera effectuée de jour, selon des créneaux horaires initialement déterminés et durant les jours ouvrés afin de respecter le voisinage.
L'entrepreneur attributaire devra utiliser des engins de chantier répondant aux exigences réglementaires en matière d'émissions sonores. Dans la mesure du possible, on évitera de faire circuler les engins de chantiers et autres véhicules lourds aux heures de pointe afin d'éviter de contribuer à la saturation du réseau routier.
Par ailleurs, et conformément au décret 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, le Maître d'Ouvrage communiquera au préfet et au maire concerné, un mois avant le démarrage du chantier, les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée, les nuisances sonores attendues, ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances.
Au vu de ces éléments, le préfet pourra prescrire, par arrêté motivé notamment au regard du caractère excessif des nuisances sonores prévisibles, après avis du maire, des conditions particulières de fonctionnement du chantier (conditions d'accès, horaires). Le Maître d'ouvrage informera le public de ces éléments par tout moyen approprié.

Ces travaux bruyants seront, autant que possible, limités dans le temps et diminueront au fur et à mesure de l'avancement du chantier.

4.11 Effets sur le milieu naturel

Les travaux du tramway seront de nature à générer des nuisances en période de chantier. Les travaux étant concomitants des travaux de la ZAC FGI, les mesures de protection du milieu naturel prises dans le cadre de la ZAC s'appliquent au chantier du tramway.
Il sera demandé aux opérateurs de respecter les mesures inscrites dans les Cahiers de Prescriptions Architecturales, Urbaine, Paysagère et Environnementales, et de respecter toutes les mesures d'évitement inscrites dans les arrêtés préfectoraux :

- d'autorisation de capture ou destruction, altération d'espèces protégées de 2015 (DDEP), dossier Loi sur l'Eau (DLE) phase 1 de 2016
- porter à Connaissances DLE et DDEP de 2020
- Dossier Loi sur l'Eau phase 2 en cours
- Porter à connaissance DLE phase 1 en cours
- Porter à connaissance DDEP en cours

Pour mémoire, les principales mesures sont listées ci-après :

✓ ***Récapitulatif des mesures « Éviter-Réduire-Compenser-Accompagner-Suivre » au regard du Dossier Loi sur l'Eau impactées par le projet de tramway :***

- E1 – Évitement des zones humides (sur le secteur Nord Paimboeuf)
- C1 – Renaturation du Nant
- C2 – Création de zones humides ponctuelles sur Paimboeuf

✓ ***Récapitulatif des mesures « Éviter-Réduire-Compenser-Accompagner-Suivre » au regard des espèces protégées volets « faune » et « flore » impactées par le projet de tramway :***

- E1 – Périodes d'interventions pour les dégagements des emprises ;
- E2 – Mise en défens des chantiers ;
- E3 – Mesures spécifiques vis-à-vis des chauves-souris ;
- R1 – Programme de plantation et de traitement des espaces verts ;
- R2 – Rétablissement des connectivités (préservation et renforcement de la trame verte support de fonctionnalités), sur les espaces d'accompagnement du ruisseau du Nant faisant l'objet d'une renaturation ;
- R4 – Gestion raisonnée de l'éclairage public (dont préservation de la trame noire au droit du tramway le long de l'allée de la tire) ;
- C1 – Compensation in situ des superficies boisées (plantation Allée de la Tire + au Sud de la place des lumières + pour la renaturation du Nant sur le tronçon Ouest/Est) ;
- C2 – Compensation in situ des zones humides impactées lors de la première phase d'aménagement ;
- C4 – Mesures en faveur des chauves-souris (renaturation et renforcement des corridors créés par les ripisylves du Nant, pose de nichoirs à chauve-souris) ;
- C9 – Restauration fonctionnelle du compartiment aquatique (par la reconstitution ou l'amélioration de la ripisylve, secteur amont et aval du ruisseau du Nant).
- A1 – Missions de management environnemental en phase de chantiers ;
- S1 – Suivis durant les phases successives d'aménagements ;
- S2 – Suivis à l'issue des aménagements.

4.12 Suivi environnemental du chantier

Le maître d'ouvrage mettra en place un suivi environnemental de chantier par l'écologue de la ZAC.
Au moment de la consultation des entreprises de travaux, dans le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), des consignes strictes seront données aux entreprises réalisant les travaux dans le cadre de la Notice de Respect de l'Environnement (NRE) intégrée à leur marché, et seront traduites en phase opérationnelle dans le Plan d'Assurance Environnement (PAE).

La NRE fournit aux entreprises le plan des enjeux environnementaux et leur spécifie, notamment, les procédures de mise en œuvre des travaux selon le respect des milieux aquatiques, naturels et humains environnants, en application des arrêtés préfectoraux. Elle comprendra notamment le plan d'identification des zones écologiquement sensibles et les mesures à prendre afin d'éviter tout impact sur ces zones (interdiction de réaliser une installation de chantier ou des dépôts de matériels et matériaux, etc.).
Le Plan d'Assurance Environnement (PAE) détaillera les éléments suivants :

- les mesures de prévention : propreté du matériel, révision fréquente du matériel,
- les mesures de prévention et d'intervention en cas d'accident : procédures adaptées aux enjeux et substances utilisées,
- les procédures de mise en œuvre des travaux selon le respect des milieux naturels environnants.

L'entrepreneur retenu par le maître d'ouvrage pour la réalisation des travaux s'engagera à mettre en œuvre les méthodes, moyens et contrôles nécessaires pour respecter les exigences du maître d'ouvrage en matière d'environnement.
Le maître d'ouvrage nommera un coordinateur environnemental en charge du contrôle et du suivi environnemental tout au long du chantier. Il sera l'interlocuteur privilégié de tous les intervenants du chantier sur ces questions.
Avant le commencement des travaux, dans le cadre de la préparation du chantier et de l'élaboration du Plan d'Assurance Environnement (PAE), la cartographie des parcelles à enjeux écologiques ainsi que des éléments naturels (fossés, haies…) à préserver et à mettre en défens sera diffusée auprès de chacune des entreprises qui interviendra sur le chantier et ce, dès l'amont des travaux. L'entreprise doit soumettre à la validation du maître d'œuvre le plan d'implantation de la base vie et des zones de dépôt.
Chaque procédure du PAE fera l'objet en phase chantier d'une validation par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le coordinateur environnement.
Une visite préalable sur site avec le chef de chantier, le coordinateur environnemental, la MOE et MOA sera organisée. Les équipes de chantier seront informées de ces préconisations et le plan leur sera laissé à disposition pour consultation.
Un contrôle régulier durant les travaux des sites devant être préservés sera effectué.
Plus particulièrement, le coordinateur environnemental interviendra comme suit :

- détermination des modalités de mise en œuvre du chantier, notamment de la zone exacte d'emprise des travaux et des accès,
- repérage des enjeux et contraintes liés aux milieux naturels, à la faune et à la flore,
- piquetage des zones sensibles,
- visites régulières sur le chantier et suivi du respect par les entreprises de l'ensemble des prescriptions écologiques,
- assistance pour la prise en compte dans le cadre du chantier des espèces végétales invasives,
- vérification du bon état des installations mises en place pour la préservation des milieux naturels.

4.13 Gestion des déchets de chantier

Les travaux généreront plusieurs types de déchets, liés à l'activité humaine et à l'activité du chantier, qu'il conviendra de traiter afin de limiter la nuisance visuelle et olfactive mais également le risque de pollution qu'ils pourraient engendrer. Chaque type de déchets généré par le projet sera pris en charge par une filière adaptée.
Les déchets liés à toute activité humaine dans la base vie (déchets non liés au chantier) feront l'objet d'un tri sélectif au moyen de containers mis à disposition dans la base vie. Ces derniers seront évacués et collectés via le système de collecte des ordures ménagères.

Les déchets potentiellement produits par un chantier sont de plusieurs types :

- Déchets inertes

Ces déchets ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune réaction chimique, physique ou biologique durant leur stockage ; ex : terres excavées.

- Déchets banals

Ces déchets sont considérés comme des déchets assimilés aux déchets ménagers et peuvent être traités par des collectivités locales. Cependant, celles-ci n'ont pas l'obligation de collecter et traiter ces déchets. Toutefois, elles ont l'obligation d'intégrer la quantité des Déchets Industriels Banals (DIB) générés afin de dimensionner et localiser les futures installations de traitement des déchets.

- Déchets spéciaux

La liste des déchets dangereux qualifiés de « DIS » est fixée dans le décret n°95-517 du 15 mai 1997 relatif à la classification des déchets dangereux.

L'identification des déchets (identification non exhaustive) qui seront produits en phase chantier, est la suivante :

Nature des déchets	Matériaux naturels	Matériaux manufacturés	Produits hydrocarbonés	Autres
Déchets inertes	Matériaux géologiques	Barrières, poteaux	Croûtes d'enrobés bitumineux	Néant
Déchets banals	Déchets verts	Néant	Néant	Déchets en mélanges
Déchets spéciaux	Néant	Déchets de peinture lors de l'application de la signalisation horizontale	Certains enrobés bitumineux contenaient de l'amiante dans leur formulation. Il est par conséquent préférable de réaliser des recherches d'amiante dans les enrobés en place.	Néant

Les filières d'élimination des déchets sont synthétisées de la manière suivante :

Nature des déchets	Matériaux naturels	Matériaux manufacturés	Produits hydrocarbonés	Autres
Déchets inertes	Réemploi sur place en remblais, Recyclage par concassage, Stockage en ISDI5F[8]	Recyclage, Stockage en ISDI	Recyclage par concassage, Stockage en ISDI	Néant
Déchets banals	Compostage, Stockage en ISDND	Néant	Néant	Stockage en ISDN
Déchets spéciaux	Néant	Recyclage, Stockage en ISDD (amiantes fibreuses)	Stockage en ISDD	Néant

La grande majorité des déchets produits sont des déchets inertes et banals. Selon leur caractère non polluant, ils offrent plusieurs possibilités concernant leur mode de traitement. Il peut s'agir par exemple du réemploi des déblais en remblais sur le chantier ou hors chantier. Sinon, ces déchets sont facilement recyclables par concassage.
Si les conditions techniques et économiques du moment ne permettent pas l'utilisation des solutions de recyclage, les déchets inertes seront qualifiés de « déchets ultimes » et pourront être dirigés vers un ISDI.

4.14 Retombées socio-économiques de la phase chantier

La phase de chantier du projet induira des retombées non négligeables sur l'économie locale. En effet, la phase travaux va générer des emplois :

- directs dans le BTP, le Génie Civil, l'industrie ou les services,
- indirects chez les fournisseurs, les commerces et les services aux abords du site.

5 Effets en phase exploitation

5.1 Le climat

Le projet de tramway n'est pas de nature à modifier les caractéristiques climatiques générales du site. En revanche, au niveau local, l'artificialisation des sols induite par l'aménagement de la plateforme du tramway vient supprimer les capacités de rétention des eaux pluviales et peut augmenter l'effet « ilot de chaleur urbain ».

✓ ***Mesures d'évitement et de réduction***

Afin de réduire ces effets négatifs (suppression de la rétention et augmentation de l'effet « ilot de chaleur urbain »), la plateforme du tramway est enherbée sur environ 50% du linéaire (900ml). Les surfaces non enherbées sont la section mutualisée avec le BHNS sur la RD1005, les stations et les carrefours avec la voirie.
Au-delà de son aspect esthétique et sécuritaire, la végétalisation de la plateforme permet de participer à la lutte contre le réchauffement climatique : rafraîchissement de l'air, stockage de CO_2, dépollution...
De plus, elle permet d'absorber une grande partie des vibrations générée par le passage du tramway et ainsi limiter les nuisances sonores et vibratoires. Enfin, la végétalisation permet la dépollution des eaux de la plateforme ainsi qu'un stockage provisoire en cas de fortes pluies, limitant ainsi les rejets au réseau d'assainissement.

L'enherbement de la plateforme du tramway constitue aussi un atout économique, les couvertures végétales s'avérant moins coûteuses que les revêtements minéraux, ce qui ne doit cependant pas faire oublier que leur maintien en bon état sur le long terme n'est pas sans soucis. Les plantations sont en effet réalisées sur un très faible volume de substrat, donc dans des conditions peu favorables à leur développement. Classiquement, pour maintenir le couvert enherbé, il est donc nécessaire d'arroser les surfaces de pelouses.

[8]ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes / ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux / ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux



Figure 173 : surfaces enherbées de la plateforme du tramway

Le canton de Genève expérimente actuellement un mélange grainier pour trouver le meilleur compromis à ensemencer en recherchant la meilleure rusticité des espèces par rapport à la sécheresse et la compatibilité avec le froid hivernal. Le but étant de n'apporter aucun traitement phytosanitaire à la plateforme et de limiter au maximum l'arrosage des surfaces enherbées voir de complètement supprimer le système d'arrosage de la plateforme du tramway en choisissant les espèces les plus rustiques, tout en préservant le côté esthétique de l'enherbement.
Les tests sont en cours à Genève. Les résultats de ces tests devraient être disponibles à partir d'octobre 2024 et seront utilisés pour le choix de la végétalisation du linéaire du tramway ferneysien.
Pour information, plusieurs villes testent ou ont déjà testés des mélanges graniers actuellement (Bordeaux, Angers, Tour…). Les retours d'expérience commencent à être nombreux et pertinents.

5.2 Les sols

Le projet de tramway est implanté à la place de voies de la ZAC FGI. A ce titre, les travaux de terrassement prévus initialement sont légèrement modifiés pour les élargir et prévoir la plateforme du tramway. Le surplus modifié est de 9 750 m², ce qui est relativement peu sur un linéaire de 1,8km et une surface de plateforme d'environ 15 500 m².
Le tracé au plus près des voiries déjà prévues dans le cadre de la ZAC FGI a donc permis l'évitement d'une artificialisation nouvelle supplémentaire de 5 750 m².

5.3 Les eaux

5.3.1 Rétablissement des écoulements naturels

Le tracé du tramway intercepte le Nant deux fois : au droit de l'allée de la tire et de la RD1005.
Des ouvrages d'art sont donc prévus pour le franchissement du cours d'eau.
Au droit de l'allée de la tire, l'ouvrage est dimensionné pour laisser passer la crue centennale (cf figure ci-après), les fondations de l'ouvrage sont en dehors du lit majeur du Nant. De plus, l'ouvrage assure la continuité écologique en maintenant un secteur hors d'eau jusqu'à la crue centennale pour le passage de la faune terrestre.
Le franchissement du Nant par la RD1005 élargis dans le cadre de l'arrivée du BHNS est une extension de l'ouvrage actuel. La version du projet à l'état initial est suffisamment large pour accueillir la plateforme du tramway dans l'emprise existante ; l'ouvrage n'est donc pas modifié par l'arrivée du tramway.



Figure 174 : coupe de l'ouvrage d'art de franchissement du Nant par la plateforme du tramway

5.3.2 Effets sur les eaux souterraines

Le tramway, du fait de ses fondations superficielles, tout comme son intégration dans la ZAC, n'a pas d'impact sur les eaux souterraines.
Une étude hydrogéologique est en cours sur la ZAC afin d'identifier les impacts des projets immobiliers sur les eaux souterraines. En fonction des conclusions de l'étude sur les très hautes eaux, des dispositifs de transparence hydraulique pourront être mis en place en amont de la plateforme.

5.3.3 Effets sur les zones humides

Le tracé du tramway intercepte la zone humide évitée initialement sur le secteur de Paimboeuf. Cet impact sera traité dans le porter-à-connaissance du dossier loi sur l'eau de la phase 1 : la séquence « éviter-réduire-compenser » sera complétée en intégrant cet impact. Le plan ci-après figure les surfaces compensatoires et les secteurs évités qui devront être mis à jour dans le nouveau PAC.
Au droit du franchissement du Nant au bout de l'allée de la tire, l'ouvrage prévu est suffisamment large pour n'avoir aucun impact sur les berges (cf figure ci-avant).



Figure 175 : zones humides évitées et compensées au droit du projet de ZAC FGI issue du PAC 2020

5.3.4 Effets sur la qualité des eaux

Hormis durant la période de chantier où de mesures spécifiques sont prises vis-à-vis du risque de pollution des eaux (cf § 4.7 - Pollution des eaux et du sol), le projet de tramway est sans effet sur la qualité des eaux. Les eaux de ruissellement de la plateforme s'écoulent soit sur les zones enherbées, soit sur la dalle de béton, et sont récupérées dans le réseau d'assainissement pluvial de la ville de la ZAC FGI (cf § 5.3.5 ci-après).

5.3.5 Effets de l'imperméabilisation nouvelle

5.3.5.1 Principes de gestion des eaux pluviales de la ZAC FGI

Le réseau d'assainissement des eaux pluviales de la ZAC FGI se caractérise par un objectif de maîtrise des apports vers le milieu naturel grâce à la mise en place de techniques alternatives d'assainissement (noues et bassins aériens à faible profondeur).

Les modifications du plan d'aménagement dues au tramway et toutes les évolutions ayant eu lieu entre l'État initial E1 et l'état futur E2, même mineures, ont toutes été incluses aux nouveaux calculs de dimensionnement des eaux pluviales et sont incluses aux dossiers de DLE et PAC DLE en cours.

Pour les secteurs de Très-La-Grange et Paimboeuf, la gestion globale des eaux pluviales se fait via le réseau de noues créées lors de l'aménagement de la ZAC FGI. Le décalage de la vélo-route contre la RD35 implique de gérer les eaux de pluies de la vélo-route avec celles de la route départementale bien qu'elle ne soit pas dans la ZAC. Ainsi, ces eaux sont majoritairement traitées grâce à un bassin planté à ciel ouvert. Afin de préserver la zone d'évitement de la haie au sud de Très-la-Grange, un bassin enterré de 25m^3 sera cependant nécessaire. Ce point est également traité dans le DLE de Très-la-Grange.

Les noues disposent de deux niveaux de remplissage :

- les pluies courantes sont gérées en zéro rejet et directement infiltrées dans les ouvrages prévus (elles sont donc gérées au fond de l'ouvrage),
- les pluies moyennes à fortes sont gérées par un réseau de noues et de bassins de stockage à ciel ouvert (elles sont gérées dans la partie supérieur de l'ouvrage), permettant d'une part l'évapotranspiration/infiltration d'une partie des eaux pluviales et d'autre part le rejet à débit régulé au milieu naturel (le Nant).

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont compatibles avec les usages et seront sécuritaires. Il s'agit également de concevoir des dispositifs de gestion des EP favorisant les rejets en gravitaires vers l'exutoire, nécessitant un nivellement adapté.
La gestion des eaux pluviales de la ZAC FGI est calculée avec un débit de fuite limité à 7 l/s/ha pour une période de retour de 30 ans pour tous les aménagements neufs.
Les dispositifs retenus favorisent autant que possible l'infiltration, même si les capacités d'infiltration du sol sont limitées. Pour les zones où l'infiltration est contre-indiquée, la maitrise des eaux sera réalisée par rétention temporaire et rejet à débit limité.
Les eaux pluviales des parcelles privées sont régulées à même les parcelles. Les techniques de gestion (et dépollution) des eaux pluviales à la parcelle sont mises en œuvre par les différents acquéreurs des

lots, sur les emprises des parcelles (toitures stockantes, stockage à ciel ouvert, stockage enterré). Les eaux pluviales des lots privés sont ensuite rejetées à un débit régulé vers les noues des espaces publics.

Les noues paysagères sont réalisées ainsi :

- un dispositif de surverse (grille EP) dont l'altimétrie est située 5 cm sous le niveau du point le plus bas des espaces adjacents,
- un ouvrage avec un limiteur de débit par ajutage en aval de la noue dont le dimensionnement correspond à un débit de 7 l/s/ha.

Des seuils ayant pour fonction la régulation des eaux de ruissellement pluviales dans les noues et l'optimisation de la capacité de stockage de ces noues, sont disposés régulièrement à l'intérieur de celles-ci.

Le rejet après régulation se fait directement au milieu naturel (Nant).

Les illustrations ci-après présentent l'ensemble des sous bassins versants et noues réceptrices de la ZAC FGI.



Figure 176 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Très-la-Grange nord (source : Obras)



Figure 177 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Très-la-Grange sud (source : Obras)

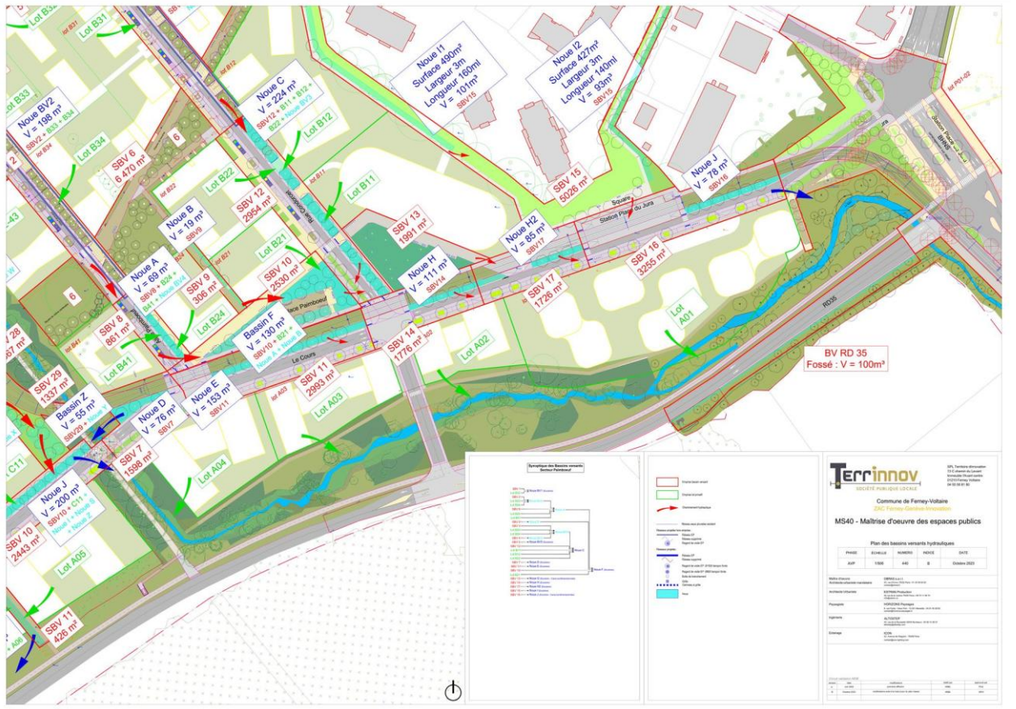


Figure 178 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur Paimboeuf (source : Obras)

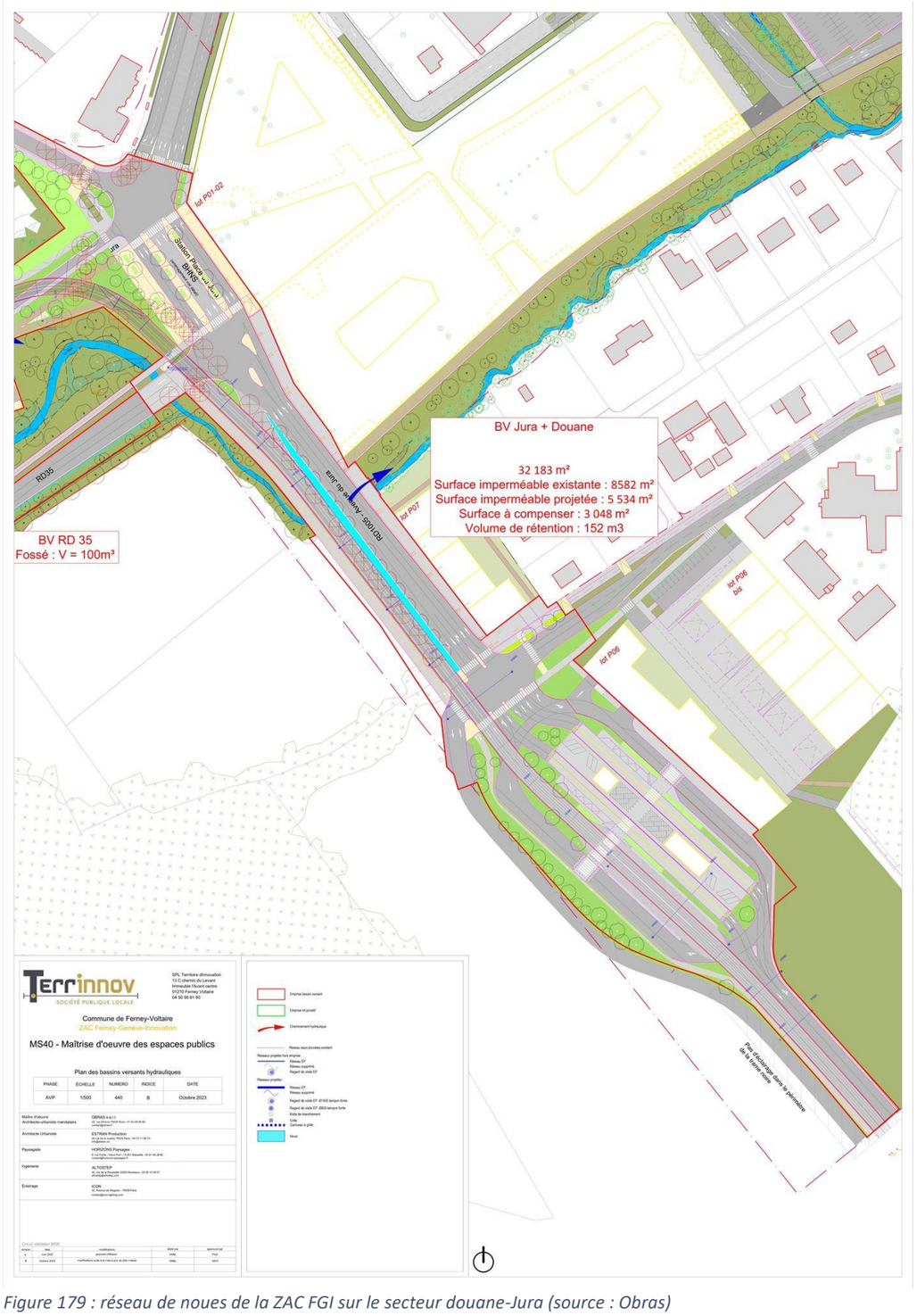


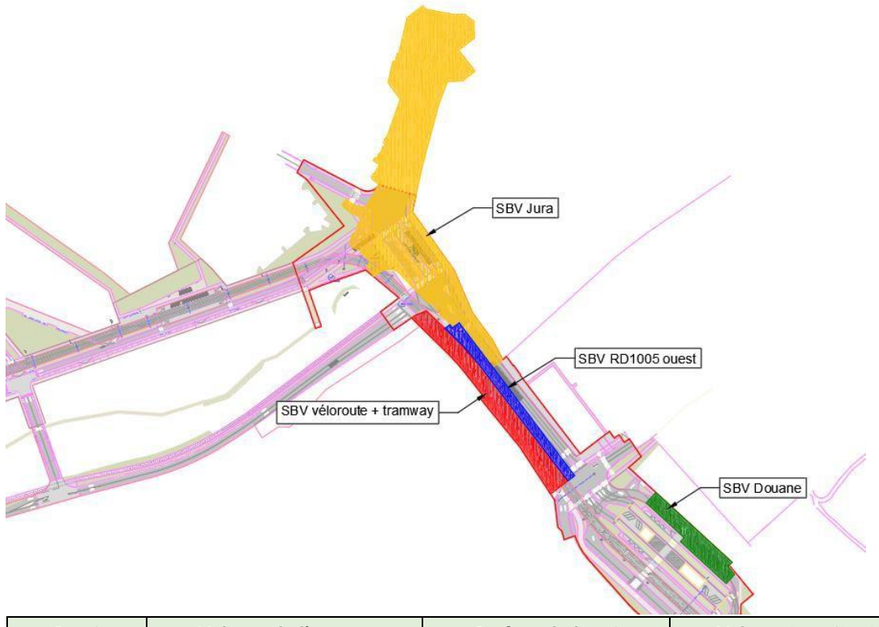
Figure 179 : réseau de noues de la ZAC FGI sur le secteur douane-Jura (source : Obras)

Selon les études géotechniques, le sol est très peu infiltrant. La perméabilité des sols est impropre à l'infiltration totale des eaux pluviales (K = 1 x 10^{-7} m/s correspondant à un sol très peu perméable).
La noue plantée joue le double rôle suivant :

- infiltration et évapotranspiration des pluies courantes,
- stockage avec évacuation de l'eau stockée à débit régulé par un limiteur de débit par ajutage.

Pour les secteurs du Jura, de la RD35 et de la douane, y compris la plateforme du tramway mutualisée avec le BHNS, seules les surfaces imperméabilisées supplémentaires par rapport à l'existant sont compensées. Les ouvrages de rétention mis en place doivent assurer un volume de 152 m^3. Ce volume est atteint via des ouvrages de rétention positionnés judicieusement à proximité des nouvelles surfaces imperméabilisées :

- sous bassin versant douane : canalisation surdimensionnée Ø600
- sous bassin versant vélo-route + tramway : canalisation surdimensionnée Ø500
- sous bassin versant RD1005 ouest : noue paysagère : le transit des eaux pluviales dans un ouvrage végétalisé permet d'améliorer l'abattement des pluie courantes par infiltration et évapotranspiration.
- sous bassin versant place des lumières : l'ouvrage de surverse du Nant réalisé lors des travaux de viabilisation est réhabilité en ouvrage de rétention. Une paroi ajutée sera mise en place dans le regard en aval de l'ouvrage.



Bassin versant	Volume de l'ouvrage de rétention	Surface du bassin versant intercepté	Volume transitant par l'ouvrage	Remplissage effectif
Douane	24 m^3	1281 m^2	64 m^3	oui
Vélo-route	34 m^3	2680 m^2	134 m^3	oui
RD1005 ouest	12 m^3	1257 m^2	63 m^3	oui
Jura	82 m^3 + 95 m^3 = 177 m^3	12470 m^2	624 m^3	oui

Figure 180 : sous bassins versants de la section RD1005 et justification du remplissage des ouvrages

5.3.5.2 Assainissement de la plateforme du tramway

Le projet de tramway est positionné majoritairement à la place des voiries du plan guide initial de la ZAC FGI complété par une emprise sur des secteurs initialement prévus en espaces verts (imperméabilisation nouvelle de 9750m²).
Les eaux pluviales ruisselant sur la plateforme sont donc récupérées et rejetées dans le système de noues des espaces publics dimensionnés en conséquence.

✓ ***Mesure de réduction : principes d'assainissement de la plateforme du tramway***

L'assainissement de la plateforme voie ferrée assure le recueil et l'évacuation des eaux de ruissellement ou d'infiltration. Il est un facteur important de la durabilité de la plateforme et notamment de la durabilité de ses revêtements.
Les eaux de ruissellement des aménagements directement contigus (en contact direct) à la plateforme voie ferrée ne doivent pas s'écouler sur cette dernière, sauf cas exceptionnels (carrefours avec un profil en long ramenant l'eau vers la plateforme).
Le profil en long et le profil en travers de la plateforme voie ferrée permettent de canaliser les eaux de ruissellement de la plateforme jusqu'aux points de collecte.
La plateforme voie ferrée urbaine est assainie par des dispositifs qui recueillent l'eau et l'évacuent vers le réseau d'assainissement principal (exutoire : les noues de la ZAC FGI). Ces dispositifs sont dimensionnés pour permettre un entretien aisé.
L'assainissement des appareils de voie est également assuré, ainsi que les regards en plateforme et les chambres de tirage des multitubulaires aux points bas.
La limite d'interface entre le réseau d'assainissement de la plateforme et le réseau de la voirie est matérialisée par un dispositif permettant l'entretien et notamment le curage avant le déversement dans le réseau de voirie (un regard de curage, par exemple).

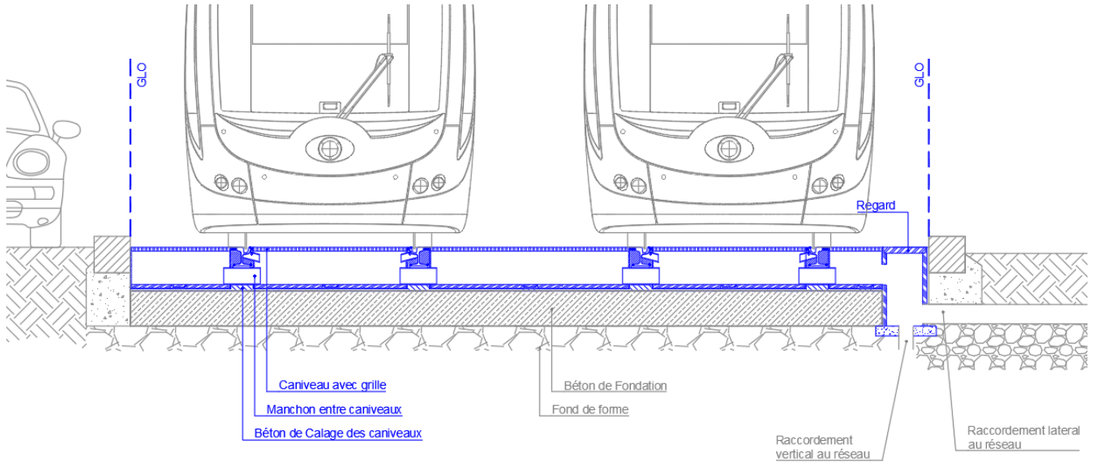


Figure 181 : Limite d'interface entre réseau d'assainissement plateforme et réseau voirie

5.4 Les risques naturels et technologiques

Le tracé du tramway intercepte le lit majeur du Nant : l'ouvrage de franchissement est construit de part et d'autre du lit majeur, sans incidence sur la zone d'expansion des crues du cours d'eau.

La ZAC et le tracé du tramway interceptent un secteur en risque remontée de nappe. Les écoulements de la nappe superficielle sont à assimiler à des circulations de faibles profondeur voire à du ruissellement quand les argiles sont saturées (il ne s'agit pas d'écoulements souterrains). Dans tous les cas, les cours d'eau sont en position de drainage, ce qui signifie que les écoulements superficiels sont dirigés vers les cours d'eau. Il n'y a donc pas de modification des écoulements souterrains.

Le tracé du tramway intercepte le grand collisionneur de hadrons (Large Hadron Collider : LHC) du CERN. Au-dessus du LHC, les forages d'une profondeur supérieure à 10m sont réglementés (interdits ou soumis à autorisation). Le projet de tramway n'est pas concerné par ce type de travaux : aucune réglementation spécifique au LHC n'est à retenir.

5.5 Vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

L'objectif de cette partie est de décrire pour chaque risque d'accident ou de catastrophes majeurs pouvant se rapporter au projet, les incidences négatives attendues sur l'environnement et le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences.
Le terme catastrophe désigne les effets dommageables d'un phénomène brutal, durable ou intense, d'origine naturelle ou humaine.

Deux types de catastrophes peuvent être distingués selon leur origine : les phénomènes naturels et les phénomènes liés à des activités humaines. Parmi les phénomènes naturels, certains sont difficilement prévisibles (tremblements de terre, inondations de petits bassins versants, feux de forêt, tornades…) alors que pour d'autres (tempêtes, vents violents, précipitations abondantes…), des prévisions peuvent être réalisées dans des délais de quelques heures à quelques jours.

Parmi les catastrophes d'origine humaine, on distingue les catastrophes (ou accidents) industriels ou technologiques (nucléaire, incendies), les accidents liés aux transports de personnes et les urgences complexes (guerres, déplacements de populations et réfugiés, …).

Les incidences négatives notables sont analysées pour l'aménagement du tramway.
Les risques d'accident ou de catastrophes majeurs qui peuvent survenir dans la zone d'étude sont le risque climatique (pluie diluvienne, tempête, neige ou fort épisode de gel, canicule), accident de la route et accident d'avion (proximité de l'aéroport).

Risques ou catastrophes majeurs	Incidences attendues sur l'environnement	Mesures envisagées pour les éviter ou les réduire
Catastrophes naturelles		
Evénement climatique intense (pluie diluvienne)	Inondation des chaussées par ruissellement urbain, débordement des noues, pollutions des milieux récepteurs	Dimensionnement des dispositifs de collecte des eaux pluviales de la ZAC FGI pour des événements de retour de 30 ans. Au-delà de cette période de retour, les dispositifs débordent
Tempête (vent violent)	Chute de branches ou d'arbres sur la plateforme du tramway : risque d'accident	Entretien des arbres et vérification régulière de leur état phytosanitaire afin de réduire le risque de chute de branches sur les espaces publics
Neige ou fort épisode de gel, canicules	Différences de températures qui peuvent entrainer une déformation des rails	Le système de transport est conçu en intégrant l'ensemble des conditions météorologiques propres à Ferney-Voltaire et son agglomération. Ceci inclut notamment la tenue au vent du Matériel Roulant et son comportement en cas de fortes pluies, neiges, verglas (risque de perte d'adhérence dans les pentes/rampes…), la protection contre les risques liés à la foudre, les calculs de dilatation du rail, etc…
Catastrophes liées aux activités humaines		
Accident de la route	Risque de pollution des milieux adjacents à la route	Mise en place de dispositifs de sécurité de manière à retenir les véhicules en cas d'accident au droit des zones sensibles (franchissement des cours d'eau). Dispositifs de confinement des pollutions accidentelles dans les noues et évacuation par pompage après l'événement.
Accident d'avion	Pollution, incendie	Evacuation du secteur et intervention des secours

5.6 Effets sur le milieu naturel

L'impact notable du tramway sur le milieu naturel concerne la traversée du Nant et sa ripisylve au niveau de l'allée de la tire qui constitue des zones d'habitat et de chasse d'espèces protégées (avifaune et chiroptères). L'interception du Nant et de sa ripisylve entraine un effet de coupure de la continuité écologique et la suppression d'habitats d'espèces (avifaune, chiroptérofaune, insectes).
La ZAC FGI intègre de nombreuses mesures d'évitement, réduction et compensation vis-à-vis du milieu naturel. Le projet de tramway s'insère dans cette dynamique d'évitement et de réduction des impacts. Les principales mesures sont listées ci-après.

5.6.1 Mesures d'évitement

Dans sa conception même, l'évitement des secteurs à enjeu a défini le tracé du tramway. Celui-ci emprunte les voiries existantes de la ZAC FGI afin d'éviter les secteurs d'intérêt écologique (cordons boisés, zones humides). Le long de l'allée de la tire, le tracé s'éloigne le plus possible de l'enveloppe de renaturation du Nant (mesure E3) pour deux raisons principales : évitement de la ripisylve et des habitats d'espèces, maintien de la fonctionnalité écologique de l'allée de la tire en réduisant le dérangement par éloignement.

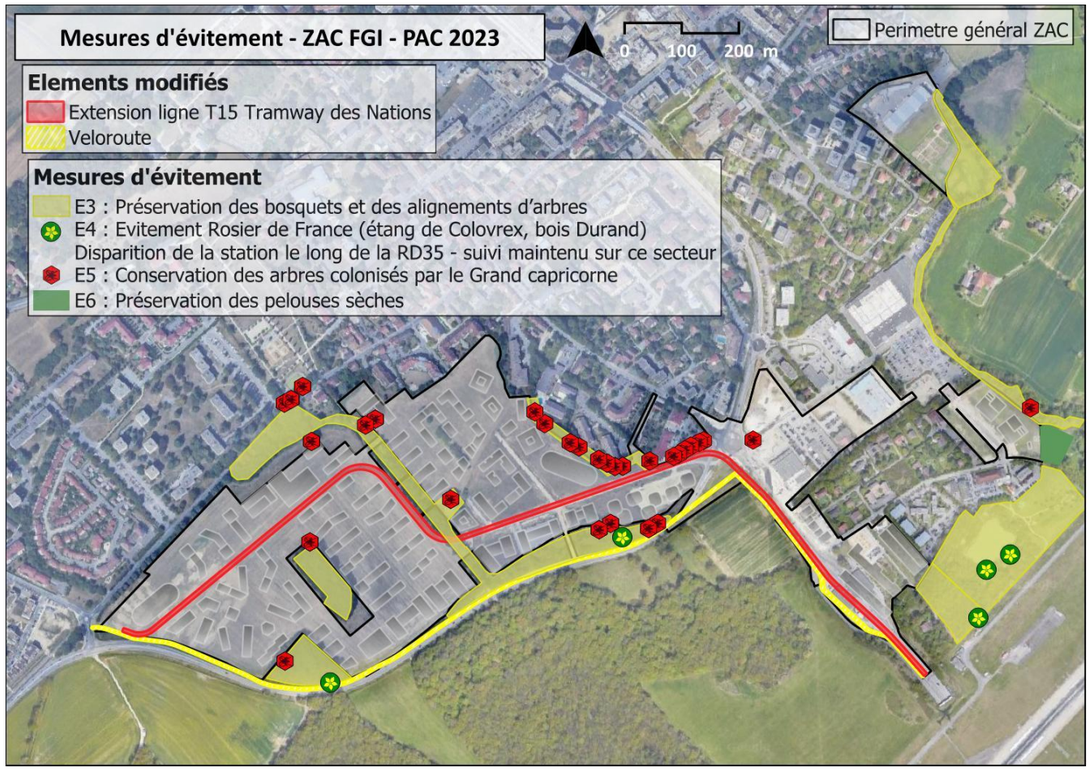


Figure 182 : mesures d'évitement des impacts à l'échelle de la ZAC FGI (source : Terrinnov)

5.6.2 Mesures de réduction

✓ ***Traversée du Nant en 2 ouvrages***

Afin de réduire l'impact de la traversée du Nant, le franchissement du Nant par le tramway a été dissocié de l'ouvrage de franchissement routier (avenue d'Alembert), permettant de conserver un corridor le plus continu possible en réduisant les franchissements à quelques mètres de largeur au lieu d'une seule coupure large d'environ 20m. En effet, deux coupures de moins de 10m chacune permettent le maintien de la continuité arborée au-dessus de l'ouvrage par la canopée des arbres, et le maintien d'un éclairage naturel en-dessous et donc la préservation de l'écosystème aquatique.
De plus, un ouvrage de franchissement piéton situé 50 mètres plus au nord initialement prévu au projet de ZAC a été supprimé, supprimant donc une partie des impacts sur ce corridor.
Les impacts résiduels potentiels liés à cette traversée bénéficient des mesures de compensation prévues à l'arrêté préfectoral d'autorisation environnementale de 2015 et PAC suivants (végétalisation et renaturation du Nant). Ce sujet est traité dans le porter à connaissance DDEP en cours.



Figure 183 : mesure de réduction des impacts sur le corridor écologique de l'allée de la tire

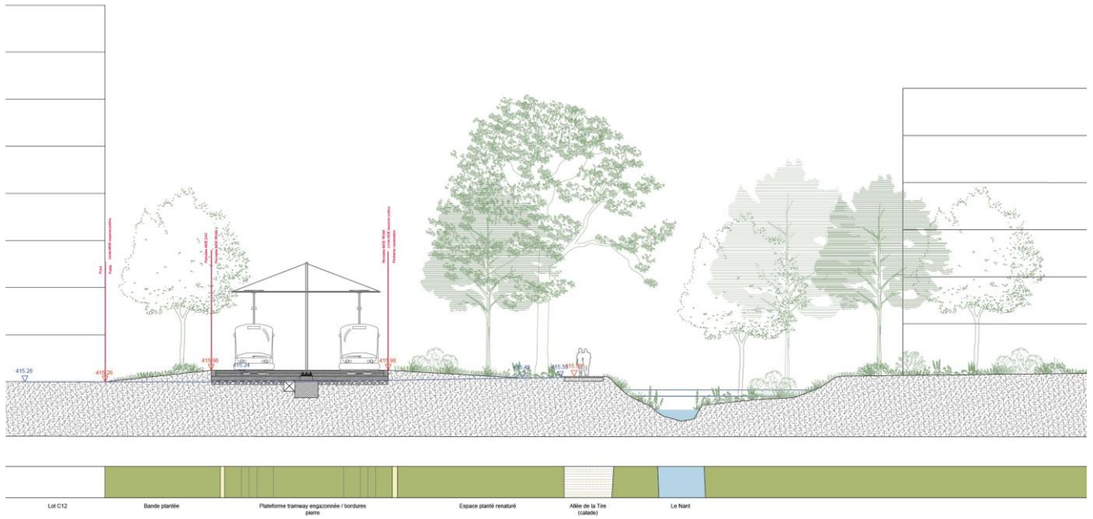


Figure 184 : éloignement du tracé du tramway le long de la ripisylve du Nant (profil en travers localisé sur le plan ci-avant)

✓ ***Passage de la vélo-route***

La modification du plan d'aménagement de Très-la-Grange pour l'intégration du tramway a été l'occasion de préciser le tracé de la vélo-route et de la rapprocher de la RD35 afin de préserver les zones d'évitement le long de son tracé. Ce tracé a fait l'objet d'échanges avec la DREAL afin de choisir la meilleure option. Le scénario retenu impacte dans sa largeur la bordure de la haie au sud de Très-la-Grange mais il évite une coupure de la continuité de cette haie. Cela permet à cet espace de conserver sa fonctionnalité de corridor, notamment pour la micro-faune. Cet impact sera compensé par le rallongement de la haie.
Ce sujet est traité dans le porter à connaissance DDEP en cours.

✓ ***Préservation de la trame noire***

Le long de l'allée de la tire, et plus généralement le long des espaces naturels dans la ZAC FGI, la trame noire est préservée. L'éclairage est adapté à la préservation de la faune nocturne avec deux adaptations :

- en limitant l'éclairage des trottoirs en bordure des espaces plantés ou à côté des habitations et en éclairant dans une classe supérieure le trottoir opposé tout en maintenant un niveau constant sur la voirie
- en n'éclairant pas ou peu les promenades et les pistes cyclables, dans les espaces naturels comme les berges du Nant et du Gobé, et le chemin de la Tire.



Figure 185 : éclairage dissymétrique pour éviter les espaces naturels

Dans la ZAC FGI, les niveaux lumineux sont ajustés à chaque espace selon les usages. La graduation avec le système DALI permet de baisser les niveaux lumineux en cœur de nuit pour faire des économies d'énergie. L'objectif est d'arriver à une extinction complète en cœur de nuit dans les espaces liés à la trame noire.

Les Led sont utilisées pour leur flexibilité et leur faible consommation. Une tonalité de lumière plutôt blanche chaude (3000K) respecte le rendu des couleurs sur l'ensemble des espaces hormis les zones en bordure de la trame noire qui sont en 2200K.

Les candélabres piétonniers seront équipés de détecteurs de présence dans certaines circulations et en particulier dans les espaces en bordure de la trame noire.

Le long de l'allée de la Tire, la ligne de tramway ne sera pas éclairée ; cependant, les poteaux LAC seront équipés d'un balisage lumineux de couleur orangée pour moins perturber la faune.

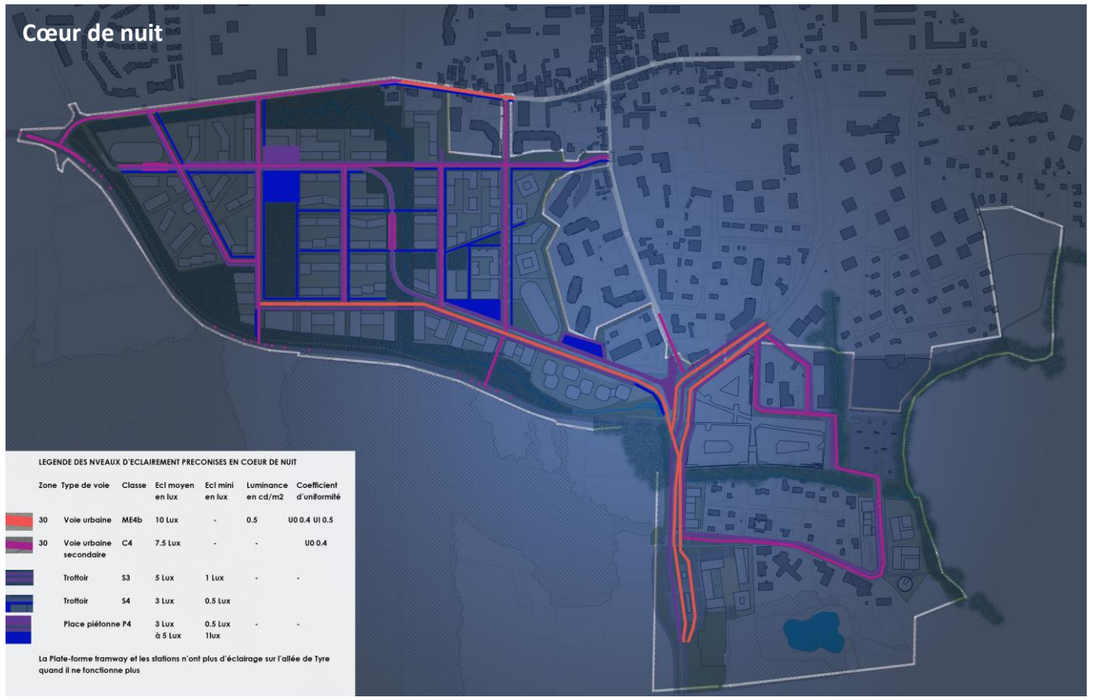
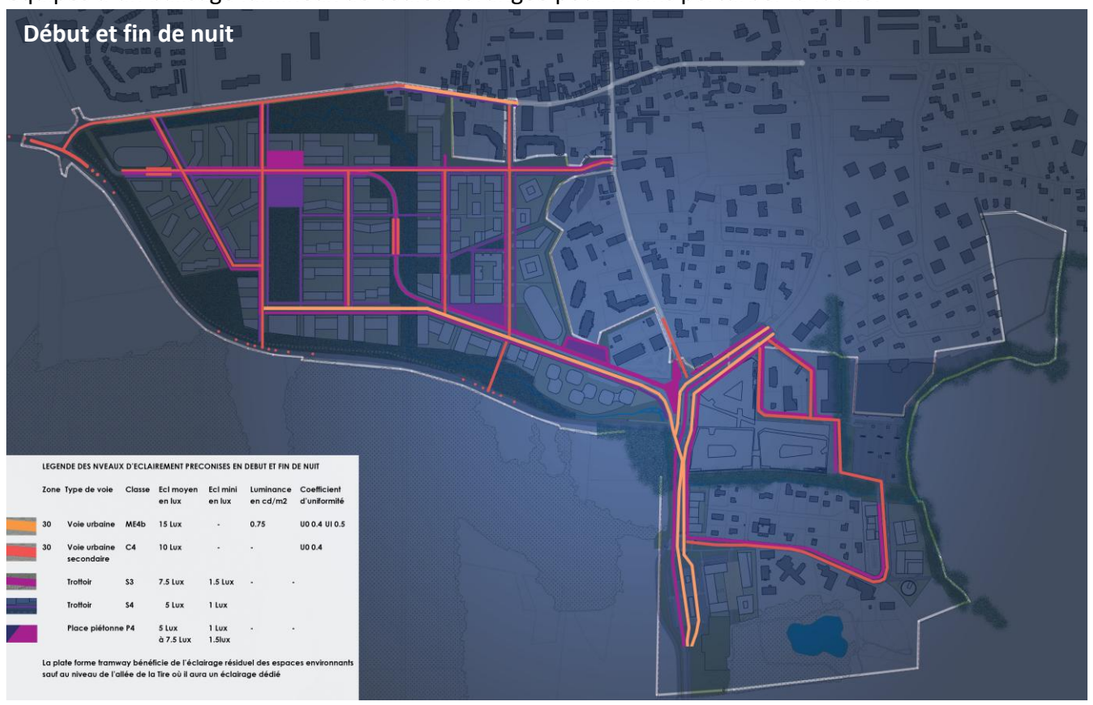


Figure 186 : variation de l'éclairage entre les périodes « début-fin de nuit » et « cœur de nuit » (source : AVP OBRAS)



5.6.3 Impacts résiduels sur les milieux naturels

Le tableau ci-après présente les mesures ERC qui s'appliquent à la fois à la ZAC FGI et au projet de tramway ; l'impact résiduel est évalué après application de la séquence ERC.

Tableau 30 : synthèse des mesures ERC propres au projet ZAC FGI et tramway et détermination des impacts résiduels

N°	Nom de la mesure	Description	Impacts résiduels
E1	Périodes d'interventions pour les dégagements des emprises	Adaptation de la période de travaux en fonction des espèces pouvant être impactée (Oiseaux, chiroptère, amphibien)	Très faible
E1 DLE	Evitement de zones humides	Evitement de 1920m² de zone humide sur Paimboeuf. Cette zone d'évitement est impactée, les espaces ne pouvant être évités feront l'objet de compensations à hauteur de 200%	Nul
E2	Mise en défens des chantiers	Mise en place d'un dispositif de sécurité pour éviter que les espèces viennent se reproduire dans la zone de chantier (amphibiens, chiroptères)	Nul
E3	Mesures spécifiques vis- à-vis des chauves-souris	Préservation des bosquets et des alignements d'arbres	Positif
E5	Préservation des arbres centenaires à Grand Capricorne	Conservation des arbres colonisés par le Grand capricorne, sauf en cas de nécessité impérieuse de sécurité. Marquage et dispositif de protection adapté.	Nul
R1	Programme de plantation et de traitement des espaces	Plantations d'arbustes (2150) et d'arbres indigènes (900). Semis des espaces remaniés.	Positif

	verts	Semis d'écotype régional labellisés « végétal local » Gestion alternative des eaux pluviales par noues paysagères	
R2	Rétablissement des connectivités (préservation et renforcement de la trame verte support de fonctionnalités)	Renaturation du ruisseau du Nant (en garantissant la continuité écologique pour les ouvrages de franchissement).	Positif
		Gestion raisonnée de l'éclairage public (trame noire sur les continuités écologiques)	Très faible
R4	Gestion raisonnée de l'éclairage public	Création de corridors sombres (Absence de lampadaires et/ou extinction complète des sources lumineuses) sur les secteurs à enjeux : ripisylves du Nant et allée de la Tire	Très faible
C1	Compensation in situ des superficies boisées	Plantation sur 4 200 m² (allée de la Tire + au Sud de la place du Jura).	Positif
C4	Mesures en faveur des chauves-souris	Mesures de sauvegarde du Bois Durand et des espaces associés Acquisition de prairies avec présence de bordures arborées connectées entre le bois Durand et le bois de Perdriaux Renaturation du Nant Pose d'au moins 4 nichoirs adaptés aux chauves-souris	Positif
C5	Mesures en faveur des oiseaux	Pose d'au moins 8 nichoirs adaptés aux oiseaux Mise en place de haies sur Colovrex	Positif
C9	Restauration fonctionnelle du compartiment aquatique	Restauration et amélioration fonctionnelle du corridor écologique Amélioration du compartiment aquatique et rivulaire comprenant notamment la reconstitution ou l'amélioration de la ripisylve Création de zones humides ponctuelles par étrépage dans la zone de projet de Paimboeuf (surface de 5 206 m²).	Positif
A1	Missions de management environnemental en phase de chantiers	Désignation d'un responsable environnement des travaux, mission de contrôle	Positif
S1	Suivis durant les phases successives d'aménagements	Suivi par un écologue : sensibilisation en début de chantier ; surveillance et de contrôle en cours de chantier ; visite avant réception des aménagements	Positif
S2	Suivis à l'issue des aménagements	Suivi des mesures de remise en état Suivi des chiroptères et de la population du Pic mar Evaluation des fonctionnalités retrouvées des cours d'eau ainsi qu'au droit du poste frontière Suivi des corridors biologiques Suivi de la mortalité routière Suivi du bois Durand et de prairies attenantes	Positif

Au vu de ces éléments, les impacts liés à l'intégration du tracé du tram dans la ZAC sont considérés comme non substantiels au regard des anciennes autorisations de dérogation pour les espèces protégées.

5.6.4 Incidences sur les habitats et espèces d'intérêt communautaire

Les sites Natura 2000 les plus proches de Ferney-Voltaire se localisent sur les premiers contreforts du Jura à une dizaine de kilomètres au Nord de la ZAC FGI :

- Zone de Protection Spéciale (ZPS) du Crêt du Haut Jura (FR8201643)
- Zone Spéciale de Conservation (ZSC) du Marais de la Haute Versoix et de Brou (FR8201644).

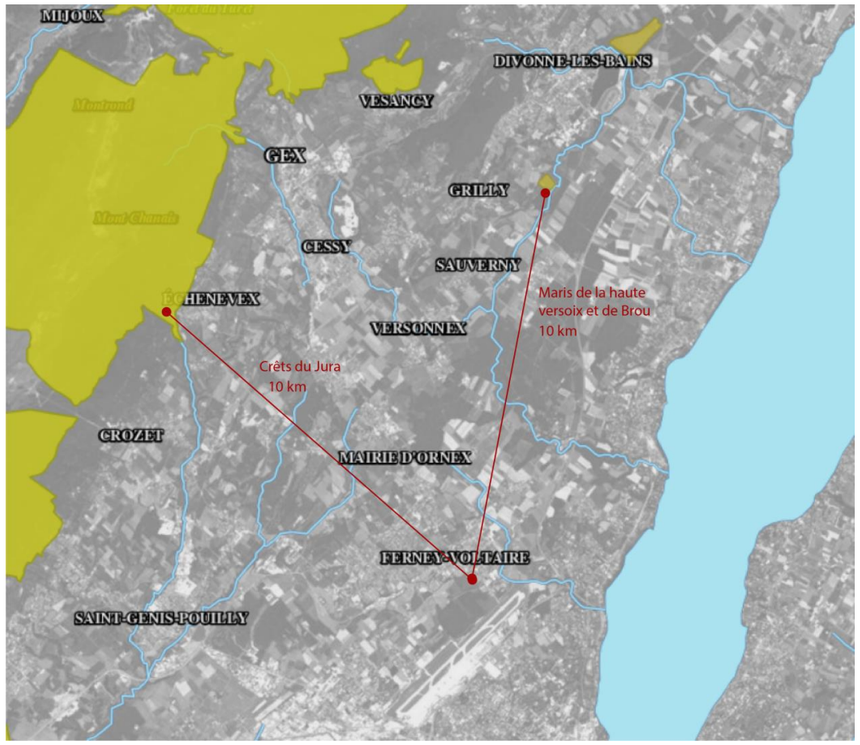


Figure 187 : localisation des sites Natura 2000 les plus proches

Du fait de l'éloignement de ces sites Natura 2000 (aucune connexion écologique, milieux différents), le projet de tramway n'a aucune incidence sur ces sites Natura 2000.

5.7 Effets sur le milieu humain

5.7.1 Les documents d'urbanisme et l'urbanisation

Le projet de tramway permet de répondre au besoin de mobilité nouvelle induite par l'aménagement de la ZAC FGI. Le projet répond parfaitement aux politiques publiques actées dans les documents de planification (SCOT et PLUi-H).
Le projet de tramway est compatible avec le SCOT et le PLUi-H. L'ensemble des contraintes (emplacements réservés, règles paysagères et patrimoniales, servitudes d'utilité publique…) sont prises en compte.

5.7.2 Effets du projet sur l'urbanisation nouvelle

Le projet de tramway est la mesure la plus forte d'accompagnement de la croissance démographique et donc d'urbanisation nouvelle prévue à Ferney-Voltaire. Le tramway traverse des secteurs à forte densité d'habitants. D'autre part, l'installation de nouveaux habitants dans un quartier bien desservi dès le départ en transport collectif est la manière la plus efficace d'accompagner les habitants vers le report modal.

5.7.3 Effet sur l'activité économique

Le projet est une mesure d'accompagnement du développement urbain. En améliorant la desserte localement, il favorise toutes les activités humaines, à commencer par l'activité économique de la Poterie et de la cité des savoirs.

5.8 Effets sur le trafic et la sécurité routière

5.8.1 Déplacements à la frontière

Avec le projet de tramway en exploitation, les flux tous modes attendus à la frontière n'évoluent pas par rapport à l'état de référence (ZAC FGI sans tramway). Ainsi, la réalisation du projet d'urbanisation et l'évolution générale des flux, sur le secteur d'étude, des déplacements, impliquent une forte augmentation des flux à la frontière : +1'800 pers/h en HPM dans le sens France > Suisse, soit 75% de trafic supplémentaire par rapport à la situation actuelle.
Les hypothèses/estimations de fréquentation du BHNS, de pratique du covoiturage et de développement des pratiques cyclables restent également inchangées à celles présentées dans l'état de référence (E1). La seule différence ici est la prise en compte d'un nouveau levier de report modal : le tramway, dont le potentiel de fréquentation a été estimé dans les précédentes études à **au moins 1000 usagers/h** à l'heure de pointe. En effet, cette ligne desservira directement (à moins de 400m d'un arrêt de tramway) plus de 10 000 habitants dont la moitié n'est pas desservie par le BHNS et près de 4 000 emplois, dont un tiers n'est pas desservi par le BHNS. Par ailleurs, la création d'un P+R de 500 places au niveau du terminus permet d'envisager de l'intermodalité pour des usagers venant de Prévessin ou d'autres communes à l'ouest de la zone.
L'impact de la réalisation du tramway sur la répartition modale à la frontière est la suivante :

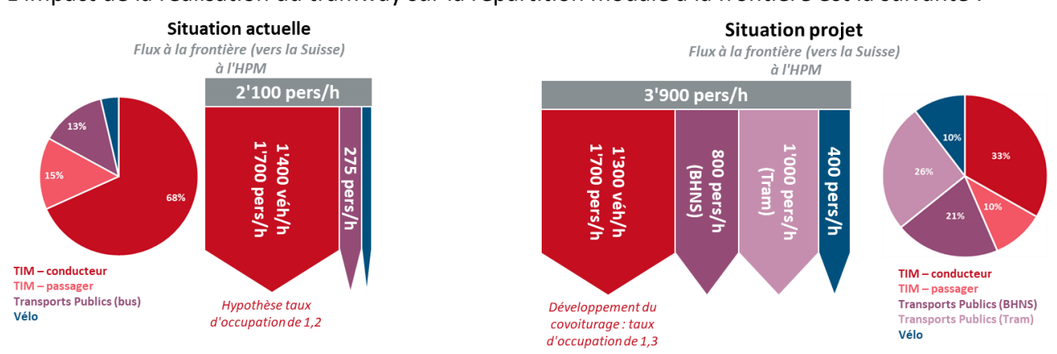


Figure 188 : Comparaison des répartitions modales des flux à la frontière (France > Suisse) - Situation actuelle et projetée

5.8.2 Fonctionnement du réseau routier

Une modélisation dynamique a été réalisée sur le périmètre de prolongement du tramway, afin de déterminer la capacité d'écoulement du réseau viaire. Elle a pu démontrer que le carrefour critique qu'est la place des lumières (ex-place du Jura) limitait le flux transfrontalier à 1 300 veh/h par sens. A la différence de l'état actuel ou initial dans lequel le trafic non écoulé n'a pas d'alternative à un report horaire, les flux non écoulés en situation projetée sont reportés sur le tramway.
Des évolutions sur le trafic journalier moyen pour un jour ouvrable sont logiquement attendues :

- À la frontière, l'état initial E1 (sans tramway) fait état d'une augmentation importante du trafic routier tandis que l'état projeté E2 (avec tramway) permet de réduire de 11% le nombre de véhicules à la douane,

- Sur l'avenue du Jura, l'impact du tramway est assez faible car la réduction du trafic est davantage liée à la présence du BHNS,
- Rue de Meyrin, l'augmentation démographique du secteur fait nettement croître le trafic automobile sans le tramway, tandis que l'insertion de celui-ci et la création du P+R permettent de maintenir un niveau équivalent de trafic.

Dans cette situation, le trafic se reporte de façon équilibrée sur les principaux axes routiers (D1005 et D35) de Ferney-Voltaire. Les capacités utilisées des verrous principaux (place des lumières, douane) ont été limitées à 100% en considérant que les usagers des véhicules non écoulés se reportent sur les modes alternatifs (tramway, BHNS, vélo).

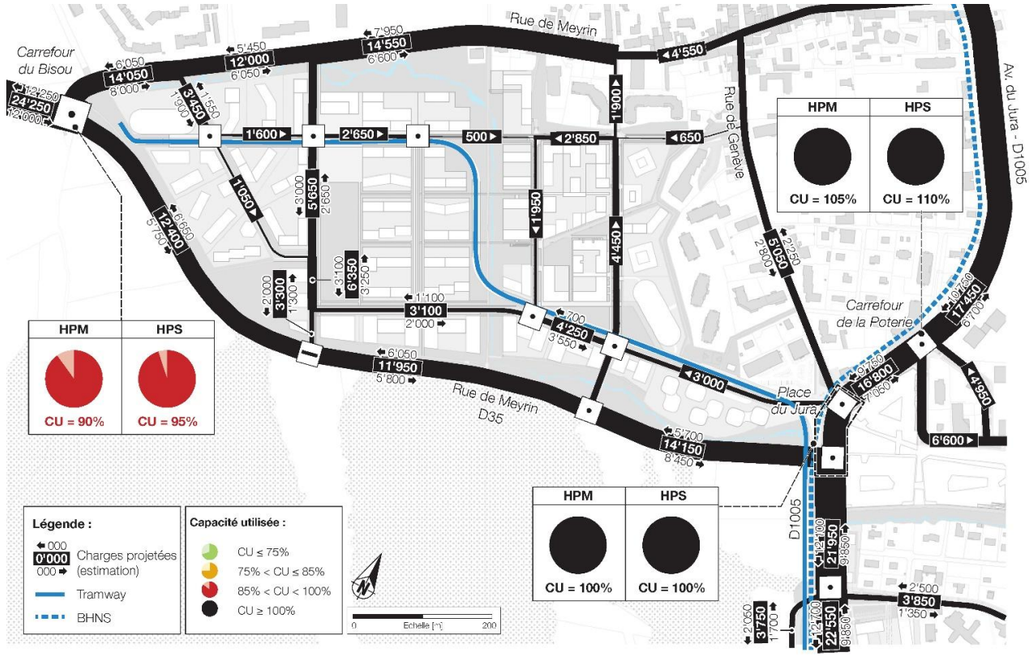


Figure 189 : Plan de charge du réseau viaire et capacités utilisées pour la situation projetée

	Bisou		Poterie		Place du Jura	
	HPM	HPS	HPM	HPS	HPM	HPS
E0 État initial	55%	70%				
E1 État de référence	70%	95%	100%	100%	140%	105%
E2 État projeté	90%	95%	105%	110%	100%	100%

Figure 190 : Comparaison des capacités utilisées des principaux carrefours à feux

5.8.3 Caractérisation des périodes de pointe

Le potentiel d'usage du tramway est cohérent avec le trafic automobile qui ne peut être écoulé par les carrefours. Ainsi, avec le tramway, le report modal permet de satisfaire la demande pour que le trafic soit à la limite de capacité des carrefours et de la douane. **Le surplus de trafic est donc reporté vers le tramway (report modal), et non plus décalé dans le temps (report temporel) comme cela l'est pour l'état initial E1 (ZAC FGI sans Tramway).** La répartition horaire du trafic d'un jour ouvré moyen est transposée de telle sorte que le pic de congestion atteigne la capacité maximale de la place du Jura (1 300 véh/j dans les deux sens de circulation principaux). Dans cet état, il n'y a pas d'étalement majeur des périodes de saturation : le matin, la saturation dure environ 2h contre 1h à l'état actuel ; le soir, elle est de l'ordre de 2h, comme aujourd'hui.

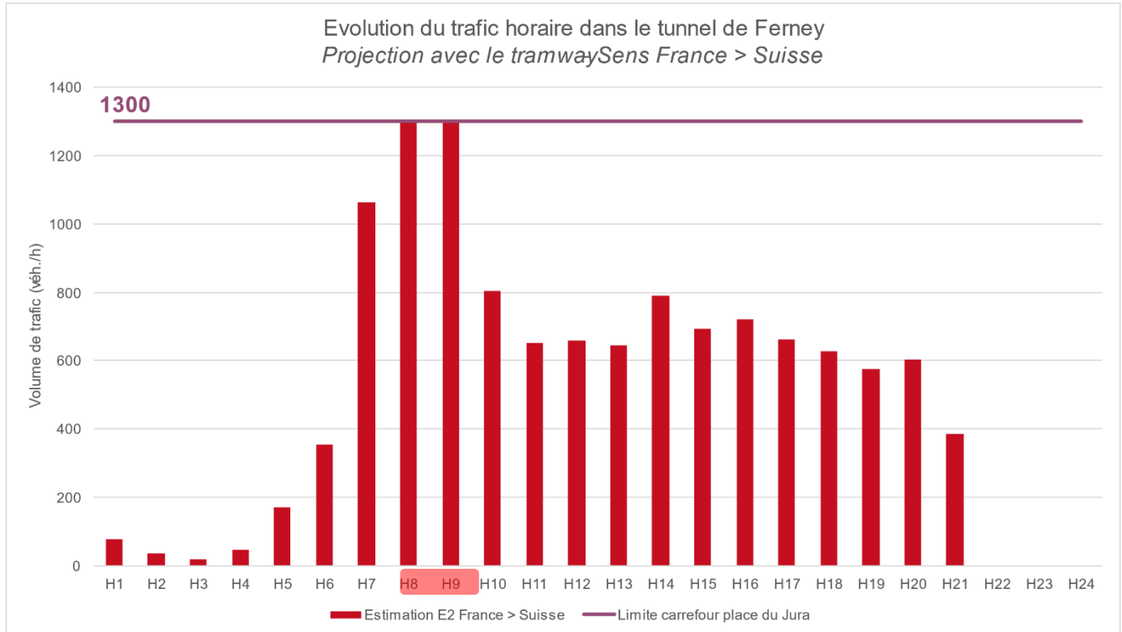


Figure 191 : Projection de l'évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney avec le tramway (sens France > Suisse)

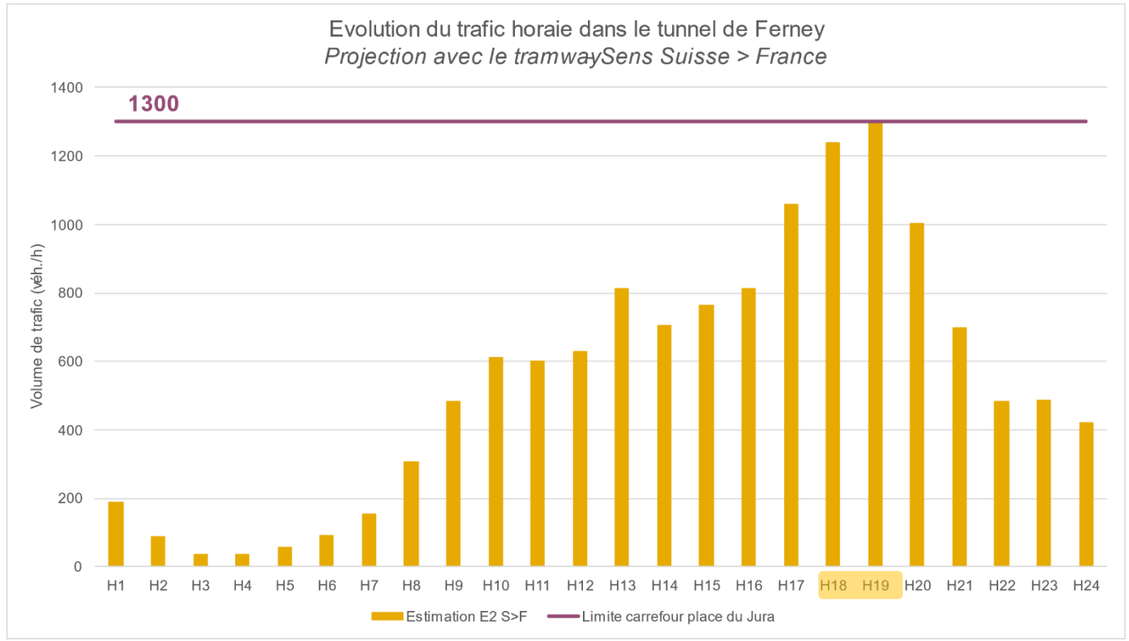


Figure 192: Projection de l'évolution horaire du trafic dans le tunnel de Ferney avec le tramway (sens Suisse > France)

Tableau 31 : Périodes de pointe et/ou de saturation en fonction des scénarios

Heure de pointe	Matin	Soir
E0 : État actuel - Période de pointe	7h-8h	17h-19h
E1 : État initial - Période de saturation	6h-10h	15h-21h
E2 : État projeté - Période de saturation	7h-9h	17h-19h

5.8.4 Conclusion

Aujourd'hui déjà, les difficultés de circulation sont quotidiennes sur le secteur, du fait de la concentration des flux routiers au niveau de la douane, mais également de l'absence d'alternative modale efficace.

Les développements urbains sur l'ensemble du Pays de Gex en général, et la réalisation de la ZAC Ferney-Genève Innovation, vont nécessairement impacter la demande de mobilité sur le secteur, notamment sur les flux transfrontaliers.

Dans la situation initiale sans le tramway, le BHNS du Pays de Gex et les vélo-routes permettent de proposer une offre modale supplémentaire aux usagers et de compenser en partie les réductions capacitaires au niveau de la place des lumières, mais également l'inadéquation croissante entre l'offre viaire et la demande automobile. Cette alternative modale n'est toutefois pas suffisante, notamment parce qu'elle ne dessert que mal les nouveaux quartiers de Très-la-Grange et Paimboeuf, mais également parce qu'elle ne permet pas de répondre aux besoins des automobilistes circulant sur la RD35. Ainsi, les périodes de saturation du réseau viaire sont amenées à s'accroitre très fortement, avec des plages de 4h au moins de saturation du réseau.

Le tramway apparait alors comme une solution complémentaire particulièrement intéressante puisqu'elle permet d'actionner le report modal pour des nouveaux usagers (en lien avec la ZAC et l'augmentation démographique locale). Ainsi, et ce malgré une réduction supplémentaire de capacité automobile, la réalisation du tramway permet de contenir l'étalement des périodes de saturation puisque les usagers des véhicules non écoulés peuvent se reporter modalement. Cela se traduit alors par un réseau viaire à saturation pendant 2h le matin et 2h le soir, une situation assez proche de la situation actuelle.

5.8.5 Réorganisation du réseau de transports collectifs

A la mise en service du tramway, il est prévu de réorganiser le réseau de bus. Cette réorganisation a été anticipée dans le cadre de la préparation de la période 2023-2030 de délégation de service public (DSP). Ce calendrier a permis une intégration optimale du réseau de bus en rabattement sur le tramway dès sa mise en service, en particulier en réinterrogeant la fréquence des lignes existantes TPG 64 et 66 qui seront déviées pour se connecter directement à l'interface du terminus du tram au niveau du carrefour du Bisou. La carte ci-après présente ces évolutions de tracés à Ferney-Voltaire.

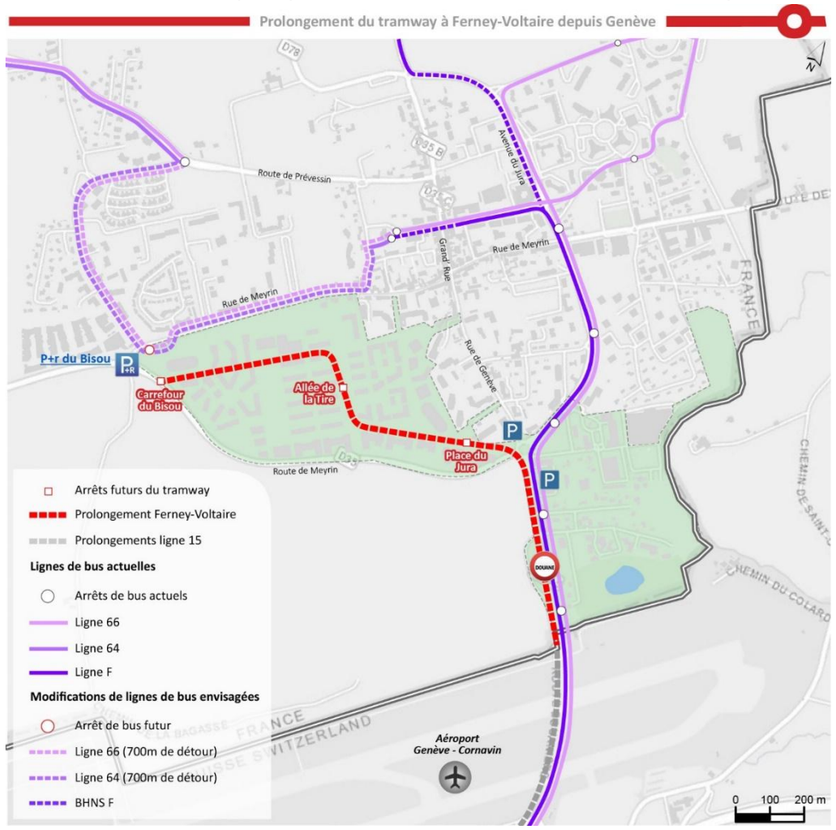


Figure 193 : carte des lignes actuelles et modifications envisagées à Ferney-Voltaire (source : Systra)

Au carrefour du bisou, il est prévu, dans le cadre du prolongement de la ligne de tramway, la construction d'un parking relais (P+R) de 500 places. Sa présence au niveau du terminus permet d'envisager un report modal important des habitants du Pays de Gex vers les transports en commun,

en particulier la ligne de tramway, sans que les automobilistes ne pénètrent au cœur de la ZAC et n'engorgent pas d'avantage le point de passage de la frontière.

5.8.6 Effets sur le stationnement

L'emprise de projet est située au sein des espaces publics prévus dans la ZAC Ferney Genève Innovation. Sa construction entraine la perte de places de stationnement de surface par rapport au plan guide de la ZAC FGI initial.
L'extension du tramway s'insère sur un secteur déjà urbanisé (la RD1005 depuis la Douane jusqu'au carrefour des lumières) ou en cours d'urbanisation (Paimboeuf et Très-la-Grange).
La politique du stationnement est un enjeu majeur dans la ZAC FGI. Le changement des habitudes du tout voiture est envisageable grâce aux différentes politiques mises en œuvre : renforcement des mobilités douces, mutualisation du stationnement dans les parkings silos, développement de l'autopartage…
Les nouveaux habitants s'installant dans la ZAC FGI seront fortement incités à utiliser le report modal plutôt qu'un véhicule particulier.

5.9 Effets sur l'ambiance acoustique

5.9.1 Réglementation applicable

Quatre types d'impact acoustique ont été vérifiés sur la base de 3 textes réglementaires :
- Niveau sonore dû à la circulation du tramway : Arrêté du 08 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires
- Niveau sonore dû à la circulation sur les routes nouvelles : Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières
- Niveau sonore dû à la circulation sur les routes existantes : Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières
- Vérification de l'absence de Point Noir du Bruit (PNB) : Circulaire du 25 mai 2004 relative à la résorption des points noirs du bruit

Réglementairement, l'application de ces textes ne porte que sur des bâtiments existants. Toutefois, ***dans une démarche volontariste***, l'aménageur Terrinnov a décidé d'étendre l'application de ces textes aux futurs bâtiments de la ZAC.

Globalement, ces textes se traduisent par les seuils suivants en façades des bâtiments :

Tableau 32 : résumé des seuils acoustiques

Type d'infrastructure	Contribution sonore maximale admissible (6-22h) en dB(A)	Contribution sonore maximale admissible (22-6h) en dB(A)
Tramway	63	58
Route	60	55

5.9.2 Hypothèses d'études

L'estimation de l'ambiance sonore future dans la ZAC FGI est basée sur la modélisation des deux sources de bruit réglementées :
- Le bruit ferroviaire c'est-à-dire le bruit du tramway
- Le bruit routier.

- *Caractérisation du bruit ferroviaire :*

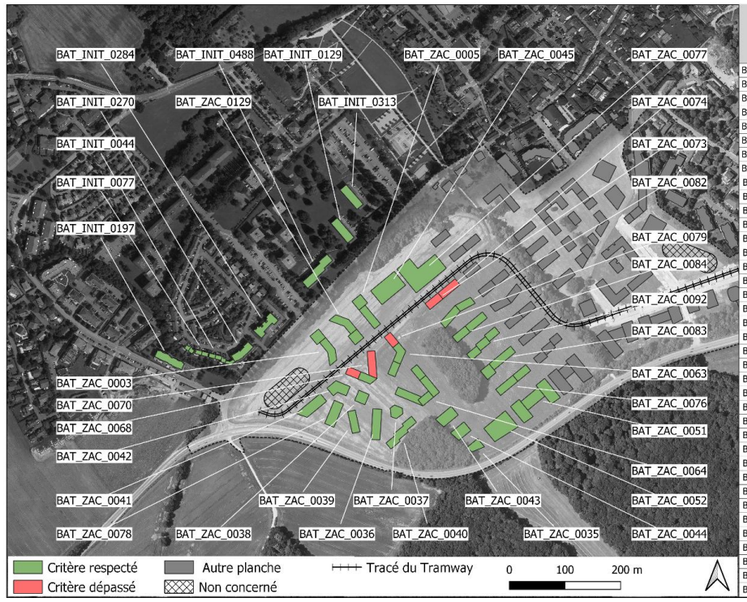
Le bruit ferroviaire a été mesuré sur la commune de Meyrin en Suisse, entre les arrêts « Meyrin – Gravière » et « Vaudagne » sur l'Avenue Vaudagne. Il s'agit d'un site où circulent les mêmes matériels roulants que ceux du projet (Stadler Tango et Bombardier CityRunner). La méthodologie consiste à mesurer les niveaux acoustiques en bord de voie durant des passages de rame en situation normale d'exploitation. Ce bruit est reporté en situation future sur la ZAC FGI le long du tramway.
Sont également pris en compte : la vitesse de circulation du tramway, le revêtement de plateforme, le bruit de crissement, le trafic par période de la journée.

- *Caractérisation du bruit routier :*

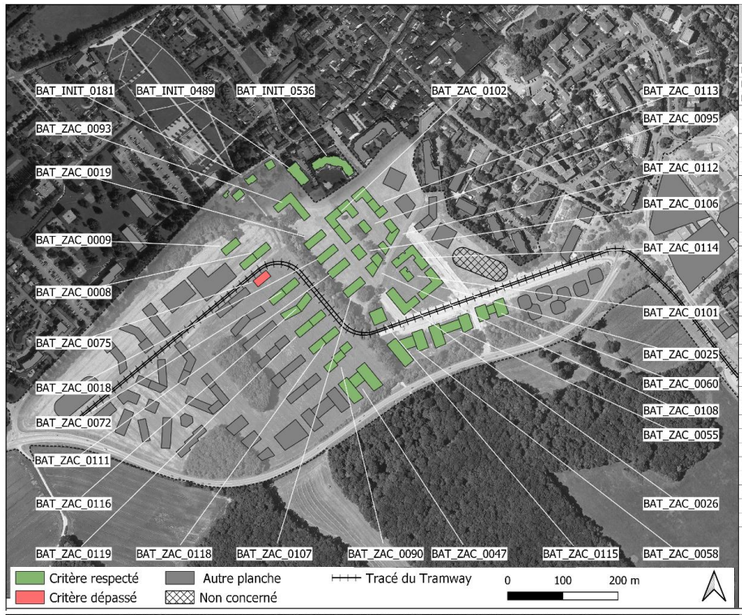
Le bruit routier provient du trafic routier, influencé par les vitesse pratiquées.
Les trafics des voies nouvelles sont issus de la matrice transmise par TRANSITEC en juin 2023. Elles intègrent le Trafic Moyen Journalier Annuel Tous Véhicules (TMJA TV) et le pourcentage de Poids Lourds (1%).

5.9.3 Contributions sonores du tramway

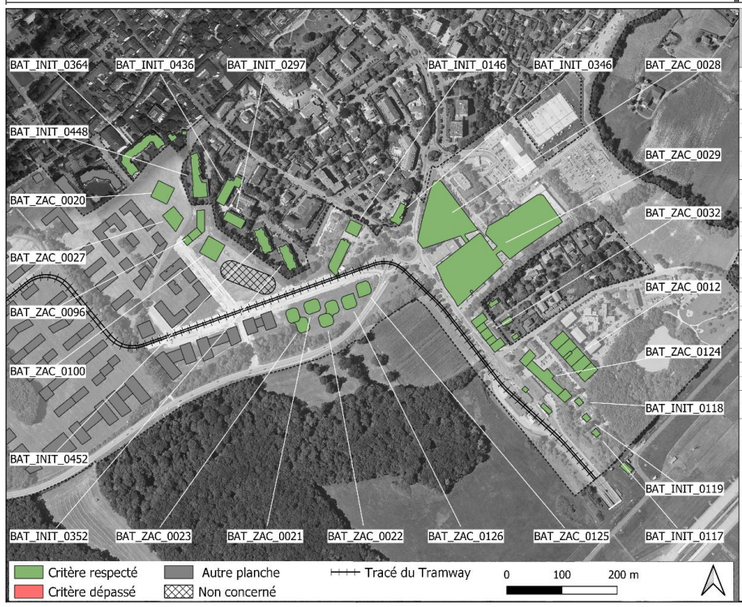
Les modélisations montrent les contributions sonores du tramway en façade des bâtiments du projet de ZAC respectent les seuils réglementaires applicables pour des bâtiments existants dans la majorité des cas.
Des dépassements du seuil en période jour (63dB(A)) sont constatés pour quatre bâtiments (BAT_ZAC_0073, BAT_ZAC_0074, BAT_ZAC_0079 et BAT_ZAC_0075). Les dépassements calculés de l'ordre de 0,5 à 2 dB(A) sont dus à la proximité des bâtiments avec le tramway, ainsi qu'à la vitesse de ce dernier. En effet, les bâtiments sont implantés à une distance de 6 à 7 mètres de la voie pour une vitesse de circulation du tramway dans ce secteur de 40 à 50 km/h.



Récepteur	Contribution Tramway Jour en dB(A)	Contribution Tramway Nuit en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0044	38	28	63	58	OUI
BAT_INIT_0077	37	27.5	63	58	OUI
BAT_INIT_0129	41	31.5	63	58	OUI
BAT_INIT_0197	38	28.5	63	58	OUI
BAT_INIT_0270	43	33	63	58	OUI
BAT_INIT_0284	44	34	63	58	OUI
BAT_INIT_0313	40	30	63	58	OUI
BAT_INIT_0488	46.5	36.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0003	60.5	50.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0005	53	43	63	58	OUI
BAT_ZAC_0035	42	33	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0036	45.5	36	63	58	OUI
BAT_ZAC_0037	46.5	37	63	58	OUI
BAT_ZAC_0038	51.5	42	63	58	OUI
BAT_ZAC_0039	44	34	63	58	OUI
BAT_ZAC_0040	41.5	32	63	58	OUI
BAT_ZAC_0041	59.5	49.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0042	59.5	49.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0043	45.5	36	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0044	44.5	35.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0045	56.5	47	63	58	OUI
BAT_ZAC_0051	43.5	34	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0052	45.5	36.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0063	55	45	63	58	OUI
BAT_ZAC_0064	45.5	36	63	58	OUI
BAT_ZAC_0068	63.5	53	63	58	NON
BAT_ZAC_0070	63.5	53.5	63	58	NON
BAT_ZAC_0073	65	55	63	58	NON
BAT_ZAC_0074	64	54.5	63	58	NON
BAT_ZAC_0076	44	34.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0077	61.5	51.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0078	51	41	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0079	63.5	54	63	58	NON
BAT_ZAC_0082	52	42.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0083	46.5	37	63	58	OUI
BAT_ZAC_0084	50	40.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0092	44	34.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0129	54	44.5	63	58	OUI



Récepteur	Contribution Tramway Jour en dB(A)	Contribution Tramway Nuit en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0181	41.5	32	63	58	OUI
BAT_INIT_0489	37	27.5	63	58	OUI
BAT_INIT_0536	40.5	31	63	58	OUI
BAT_ZAC_0008	58	48.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0009	53	43	63	58	OUI
BAT_ZAC_0018	54	44.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0019	53	43	63	58	OUI
BAT_ZAC_0025	60	50.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0026	63	53	63	58	OUI
BAT_ZAC_0047	50	40.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0055	60	50.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0058	60.5	50.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0060	59	49	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0071	53.5	43.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0072	60.5	51	63	58	OUI
BAT_ZAC_0075	63.5	54	63	58	NON
BAT_ZAC_0090	49	40	63	58	OUI
BAT_ZAC_0093	48.5	39	63	58	OUI
BAT_ZAC_0095	43.5	34	63	58	OUI
BAT_ZAC_0101	48.5	39	63	58	OUI
BAT_ZAC_0102	45.5	36	63	58	OUI
BAT_ZAC_0106	49	39.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0107	55	45	63	58	OUI
BAT_ZAC_0108	51	41	63	58	OUI
BAT_ZAC_0111	54.5	44.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0112	44.5	35	63	58	OUI
BAT_ZAC_0113	36.5	27	63	58	OUI
BAT_ZAC_0114	49	39.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0115	63	53.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0116	60.5	50.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0118	60	50.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0119	51	41.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0120	60.5	50.5	63	58	OUI



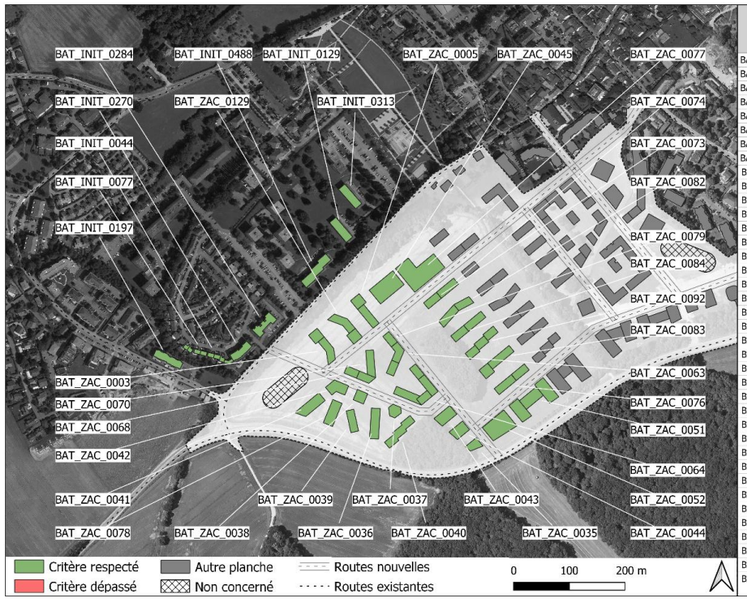
Récepteur	Contribution Tramway Jour en dB(A)	Contribution Tramway Nuit en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Contribution Maximale admissible Jour en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0117	60.5	51	68	63	OUI
BAT_INIT_0118	58.5	48.5	68	63	OUI
BAT_INIT_0119	60	50	68	63	OUI
BAT_INIT_0146	53	43	63	58	OUI
BAT_INIT_0297	44	35	63	58	OUI
BAT_INIT_0346	53.5	43.5	63	58	OUI
BAT_INIT_0352	55.5	46	63	58	OUI
BAT_INIT_0364	39	30	63	58	OUI
BAT_INIT_0436	41	32	63	58	OUI
BAT_INIT_0448	42.5	33	63	58	OUI
BAT_INIT_0452	50	40.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0012	54.5	45.5	NC	NC	OUI
BAT_ZAC_0020	41	31.5	63	58	OUI
BAT_ZAC_0021	58	48	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0022	53	43.5	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0023	47.5	38	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0027	45	35	63	58	OUI
BAT_ZAC_0028	56.5	46.5	NC	NC	OUI
BAT_ZAC_0029	65	55.5	NC	NC	OUI
BAT_ZAC_0032	63	53	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0096	47.5	38	63	58	OUI
BAT_ZAC_0100	49.5	40	63	58	OUI
BAT_ZAC_0124	59.5	50	NC	NC	OUI
BAT_ZAC_0125	58.5	49	68	NC	OUI
BAT_ZAC_0126	56	46.5	68	NC	OUI

Figure 194 : Contributions sonores du tramway en façade des bâtiments (source : Systra)

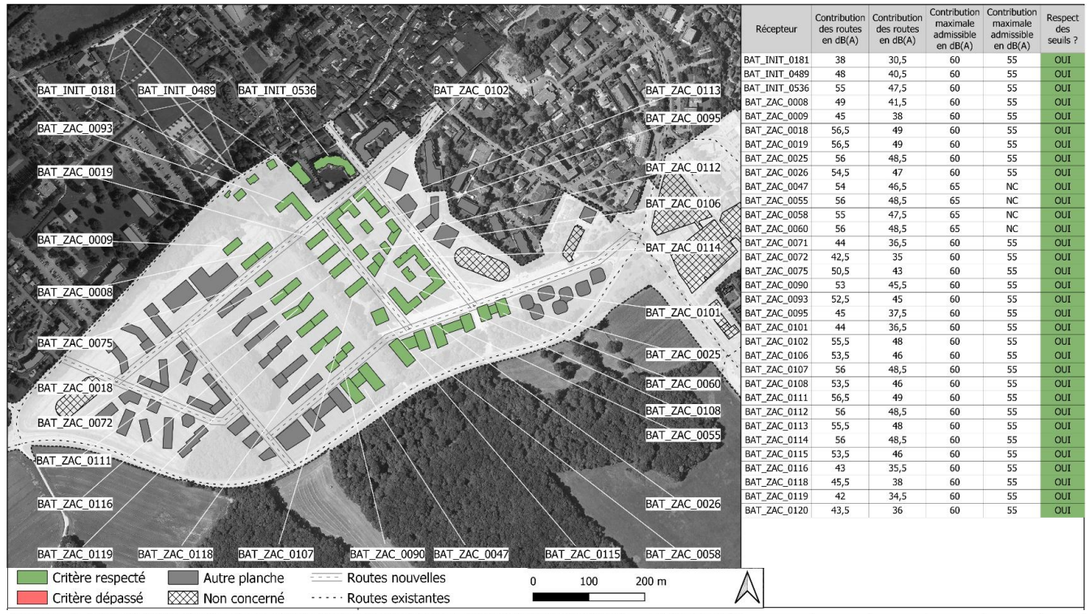
5.9.3.1 Contributions sonores des routes nouvelles

L'hypothèse d'une vitesse de circulation des véhicules de 30 km/h a été retenue pour chaque voie nouvelle.

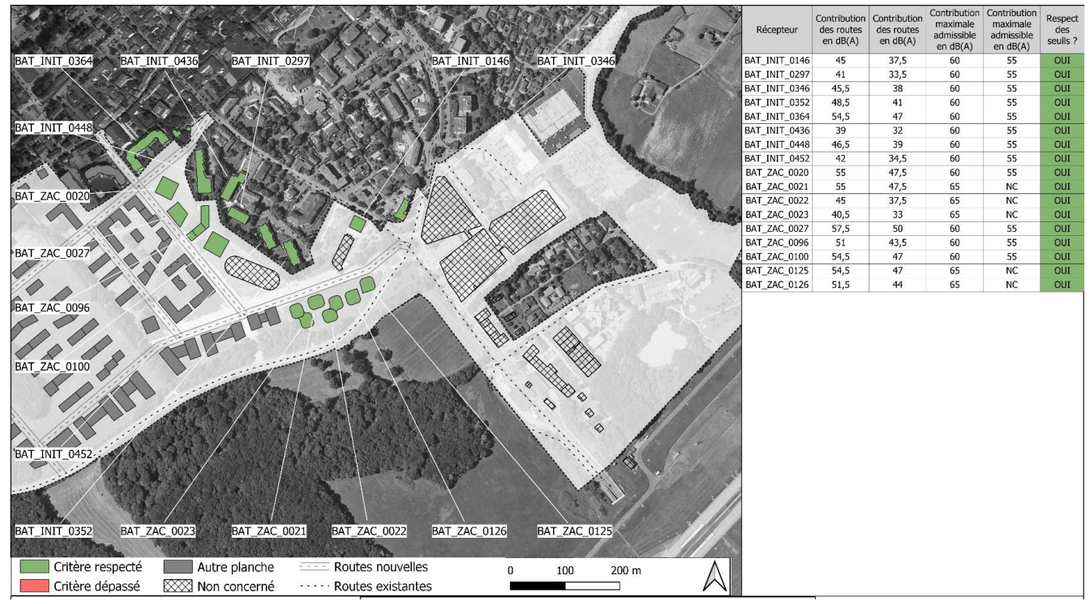
Les résultats des calculs montrent que les seuils réglementaires de contributions sonores maximales admissibles en façade sont respectés pour toutes les voies nouvelles du projet.
Les planches suivantes présentent les niveaux sonores maximaux calculés en façade des bâtiments (contribution des voies nouvelles seules).



Récepteur	Contribution des routes en dB(A)	Contribution des routes en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0044	27	20	60	55	OUI
BAT_INIT_0077	27,5	20,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0129	37,5	30	60	55	OUI
BAT_INIT_0197	33,5	26,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0270	45,5	38	60	55	OUI
BAT_INIT_0284	46,5	39	60	55	OUI
BAT_INIT_0313	36,5	29	60	55	OUI
BAT_INIT_0488	40	33	60	55	OUI
BAT_ZAC_0129	45,5	38	60	55	OUI
BAT_ZAC_0003	55,5	48	60	55	OUI
BAT_ZAC_0005	49,5	42	60	55	OUI
BAT_ZAC_0035	57,5	50	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0036	47,5	40	60	55	OUI
BAT_ZAC_0037	53,5	46,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0038	54	46,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0039	41	33,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0040	50	42,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0041	46,5	39	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0042	54,5	47	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0043	60	52,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0044	59,5	52	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0045	51,5	44	60	55	OUI
BAT_ZAC_0051	55	47,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0052	58	51	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0063	59	51,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0064	52,5	45	60	55	OUI
BAT_ZAC_0068	51,5	44	60	55	OUI
BAT_ZAC_0070	50	42,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0073	54	46,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0074	54	46,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0076	54	46,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0077	55,5	48	60	55	OUI
BAT_ZAC_0078	42,5	35	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0079	59	51,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0082	47	39,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0083	45,5	38	60	55	OUI
BAT_ZAC_0084	50,5	43	60	55	OUI
BAT_ZAC_0092	45	37,5	60	55	OUI



Récepteur	Contribution des routes en dB(A)	Contribution des routes en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0181	38	30,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0489	48	40,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0536	55	47,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0008	49	41,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0009	45	38	60	55	OUI
BAT_ZAC_0018	56,5	49	60	55	OUI
BAT_ZAC_0019	56,5	49	60	55	OUI
BAT_ZAC_0025	56	48,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0026	54,5	47	60	55	OUI
BAT_ZAC_0047	54	46,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0055	56	48,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0058	55	47,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0060	56	48,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0071	44	36,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0072	42,5	35	60	55	OUI
BAT_ZAC_0075	50,5	43	60	55	OUI
BAT_ZAC_0090	53	45,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0093	52,5	45	60	55	OUI
BAT_ZAC_0095	45	37,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0101	44	36,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0102	55,5	48	60	55	OUI
BAT_ZAC_0106	53,5	46	60	55	OUI
BAT_ZAC_0107	56	48,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0108	53,5	46	60	55	OUI
BAT_ZAC_0111	56,5	49	60	55	OUI
BAT_ZAC_0112	56	48,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0113	55,5	48	60	55	OUI
BAT_ZAC_0114	56	48,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0115	53,5	46	60	55	OUI
BAT_ZAC_0116	43	35,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0118	45,5	38	60	55	OUI
BAT_ZAC_0119	42	34,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0120	43,5	36	60	55	OUI



Récepteur	Contribution des routes en dB(A)	Contribution des routes en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Contribution maximale admissible en dB(A)	Respect des seuils ?
BAT_INIT_0146	45	37,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0297	41	33,5	60	55	OUI
BAT_INIT_0346	45,5	38	60	55	OUI
BAT_INIT_0352	48,5	41	60	55	OUI
BAT_INIT_0364	54,5	47	60	55	OUI
BAT_INIT_0436	39	32	60	55	OUI
BAT_INIT_0448	46,5	39	60	55	OUI
BAT_INIT_0452	42	34,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0020	55	47,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0021	55	47,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0022	45	37,5	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0023	40,5	33	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0027	57,5	50	60	55	OUI
BAT_ZAC_0096	51	43,5	60	55	OUI
BAT_ZAC_0100	54,5	47	60	55	OUI
BAT_ZAC_0125	54,5	47	65	NC	OUI
BAT_ZAC_0126	51,5	44	65	NC	OUI

Figure 195 : Contributions sonores des voies routières nouvelles en façade des bâtiments (source : Systra)

5.9.4 Modification des routes existantes (RD1005 entre la frontière et la place des lumières)

La RD1005 entre la place des lumières et la douane fait l'objet de travaux de modification de la voirie en raison de l'implantation de la ligne de tramway.
Une analyse est réalisée concernant l'évolution des niveaux sonores de cette infrastructure :

- Si cette évolution est supérieure à +2 dB, alors la modification est jugée significative et l'arrêté applicable impose le respect de seuils de contribution sonore maximale admissible.
- Dans le cas où l'évolution est inférieure à +2 dB, alors la modification n'est pas considérée comme significative et ne fait pas l'objet d'application de critère spécifique.

Figure 196 : évaluation de l'évolution des contributions sonores des voies modifiées

Identifiant du tronçon	Situation actuelle		Situation projet		Estimation de l'évolution des contributions sonore des voies – E en dB	Modification significative ?
	TMJA	%PL	TMJA	%PL		
Frontière à douane	22427	2%	22590	2%	0,0 dB	**Non**
Douane à Place du Jura	24827	2%	21990	2%	-0,5 dB	**Non**

L'effet de l'insertion du tramway sur les niveaux de bruit routier des tronçons de la RD1005 est négligeable (0 à -0.5 dB).
Les modifications des contributions sonores en façade des bâtiments liées à l'insertion du tramway dans la voie n'engendreront pas de modification significative au sens de l'arrêté du 5 mai 1995.

5.9.4.1 Impacts sonores indirects du projet

Les impacts sonores indirects du projet sont étudiés pour les voies routières qui ne sont pas directement concernées par l'insertion de la plateforme tramway, mais qui verront une évolution de leur trafic en raison de l'exploitation de la ligne de tramway. Cela concerne les voies suivantes : RD35, route de Meyrin, route de Genève, avenue du Jura, voies internes de la Poterie.
Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse des impacts indirects du projet sur les niveaux sonores dus au trafic routier. Cette analyse est réalisée et présentée à titre indicatif.

Tableau 33 : Résultats d'analyse – Impacts indirects du projet sur les niveaux sonores dus au trafic routier

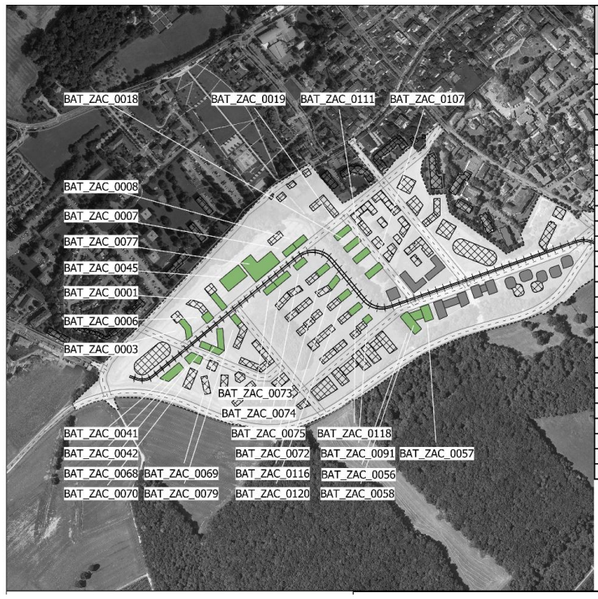
Identifiant du tronçon	Situation actuelle		Situation projet		Estimation de l'évolution des contributions sonore des voies – E en dB
	TMJA	%PL	TMJA	%PL	
avenue du Jura	23040	3	16834	3	-1,4
	21394	3	17486	3	-0,9
RD35	13817	2	14160	2	0,1
	13817	2	11931	2	-0,6
	13817	2	12411	2	-0,5
	17623	2	24274	2	1,4
Rte de Genève	6720	1	5074	1	-1,2
Rte de Meyrin	4251	1	4457	1	0,2
	7783	1	14537	1	2,7
	7783	1	12000	1	1,9
	7783	1	15497	1	3,0
Ch de Colovrex	2537	1	3874	1	1,8
Rte aéroport	2126	1	3771	1	2,5
Ch de la Poterie	5863	1	4971	1	-0,7
Ch du Gobé	768	1	6583	1	9,3

5.9.4.2 Cumul des impacts acoustiques

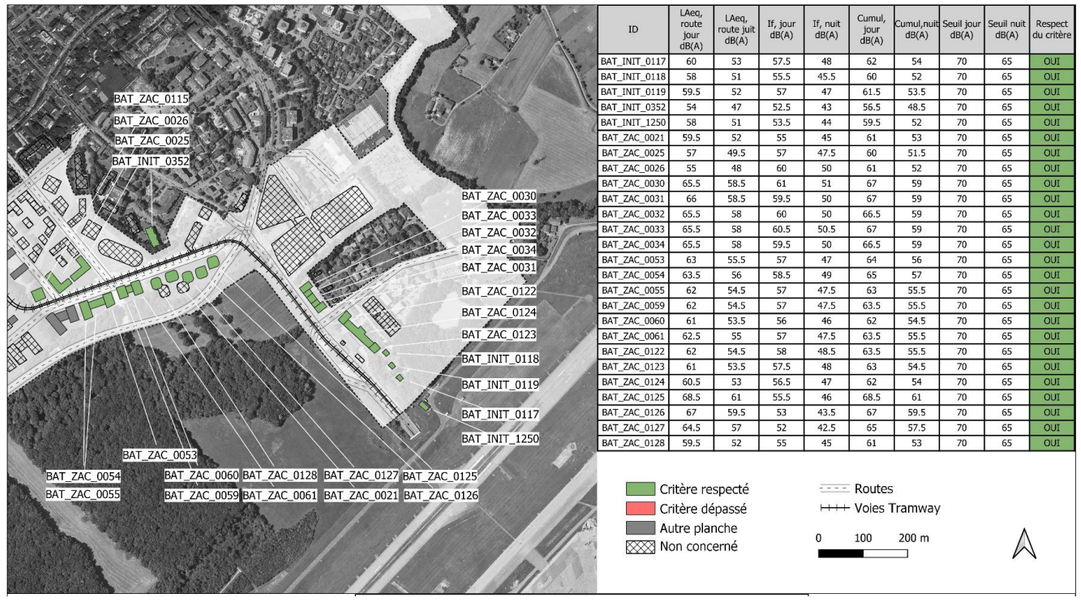
Le critère défini par la circulaire du 25 mai 2004 relative à la résorption des points noirs du bruit (PNB) n'est pas le même suivant la configuration d'exposition aux sources. Aussi, il faut distinguer les cas où les bâtiments du projet sont exposés aux routes uniquement et les cas où les bâtiments sont exposés au cumul des routes et du tramway :

- Exposition aux routes seules : les résultats démontrent que les seuils d'apparition de PNB ne sont pas atteints : aucun bâtiment soumis à une exposition en journée (6h-22h) ≥ 70 dB(A), ni la nuit (22h-6h) ≥ 65 dB(A).
- Exposition cumulée aux routes et au tramway : on additionne la contribution sonore en façade des routes notées $L_{Aeq,route}$ et l'indicateur de gêne ferroviaire noté If, défini comme la contribution sonore en façade des sources ferroviaires retranchée de 3 dB(A).

Les planches suivantes démontrent que les seuils d'apparition de PNB de ce cas d'exposition sont respectés, à savoir : $L_{Aeq,\ route}$ (6h-22h) + If (6h-22h) ≤ 70 dB(A) et $L_{Aeq,\ route}$ (22h-6h) + If(6h-22h) ≤ 65 dB(A).



ID	LAeq, route jour dB(A)	LAeq, route juit dB(A)	If, jour dB(A)	If, nuit dB(A)	Cumul, jour dB(A)	Cumul,nuit dB(A)	Seuil jour dB(A)	Seuil nuit dB(A)	Respect du critère
BAT_ZAC_0001	56.5	49	58	48	60	51.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0003	57.5	50.5	57.5	47.5	60.5	52.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0006	55.5	48.5	58.5	48.5	60	51.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0007	52.5	45.5	57.5	47.5	58.5	49.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0008	52.5	45	55	45.5	57	48	70	65	OUI
BAT_ZAC_0018	56.5	49	51	41.5	57.5	50	70	65	OUI
BAT_ZAC_0019	57	49.5	50	40	57.5	50	70	65	OUI
BAT_ZAC_0041	65	57.5	56.5	46.5	65.5	58	70	65	OUI
BAT_ZAC_0042	58.5	51	56.5	46.5	60.5	52	70	65	OUI
BAT_ZAC_0045	58	51	53.5	44	59.5	51.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0056	64	56.5	58	48.5	65	57.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0057	63	55	59	49.5	64.5	56	70	65	OUI
BAT_ZAC_0058	60	52.5	57.5	47.5	62	53.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0068	56.5	49	60	50	61.5	52.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0069	54.5	47	55	45	57.5	49.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0070	52.5	45.5	60	50.5	61	51.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0072	48.5	41	57.5	48	58	48.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0073	55	48	62	52	62.5	53.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0074	54.5	47.5	61	51.5	62	53	70	65	OUI
BAT_ZAC_0075	53	45.5	60.5	51	61.5	52	70	65	OUI
BAT_ZAC_0077	58	50.5	58.5	48.5	61	52.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0079	59	51.5	60.5	51	63	54.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0091	56.5	49	53	43.5	58	50	70	65	OUI
BAT_ZAC_0107	56	48.5	52	42	57.5	49.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0111	56.5	49	51.5	41.5	57.5	49.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0116	48.5	41	57.5	47.5	58	48.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0118	52	44.5	57	47.5	58	49	70	65	OUI
BAT_ZAC_0120	50	43	57.5	47.5	58	49	70	65	OUI



ID	LAeq, route jour dB(A)	LAeq, route juit dB(A)	If, jour dB(A)	If, nuit dB(A)	Cumul, jour dB(A)	Cumul,nuit dB(A)	Seuil jour dB(A)	Seuil nuit dB(A)	Respect du critère
BAT_INIT_0117	60	53	57.5	48	62	54	70	65	OUI
BAT_INIT_0118	58	51	55.5	45.5	60	52	70	65	OUI
BAT_INIT_0119	59.5	52	57	47	61.5	53.5	70	65	OUI
BAT_INIT_0352	54	47	52.5	43	56.5	48.5	70	65	OUI
BAT_INIT_1250	58	51	53.5	44	59.5	52	70	65	OUI
BAT_ZAC_0021	59.5	52	55	45	61	53	70	65	OUI
BAT_ZAC_0025	57	49.5	57	47.5	60	51.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0026	55	48	60	50	61	52	70	65	OUI
BAT_ZAC_0030	65.5	58.5	61	51	67	59	70	65	OUI
BAT_ZAC_0031	66	58.5	59.5	50	67	59	70	65	OUI
BAT_ZAC_0032	65.5	58	60	50	66.5	59	70	65	OUI
BAT_ZAC_0033	65.5	58	60.5	50.5	67	59	70	65	OUI
BAT_ZAC_0034	65.5	58	59.5	50	66.5	59	70	65	OUI
BAT_ZAC_0053	63	55.5	57	47	64	56	70	65	OUI
BAT_ZAC_0054	63.5	56	58.5	49	65	57	70	65	OUI
BAT_ZAC_0055	62	54.5	57	47.5	63	55.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0059	62	54.5	57	47.5	63.5	55.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0060	61	53.5	56	46	62	54.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0061	62.5	55	57	47.5	63.5	55.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0122	62	54.5	58	48.5	63.5	55.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0123	61	53.5	57.5	48	63	54.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0124	60.5	53	56.5	47	62	54	70	65	OUI
BAT_ZAC_0125	68.5	61	55.5	46	68.5	61	70	65	OUI
BAT_ZAC_0126	67	59.5	53	43.5	67	59.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0127	64.5	57	52	42.5	65	57.5	70	65	OUI
BAT_ZAC_0128	59.5	52	55	45	61	53	70	65	OUI

Figure 197 : Contributions cumulées des routes et du tramway - Critère PNB (source : Systra)

5.9.4.3 Conclusion

L'étude d'impact acoustique a démontré le respect des critères réglementaires de niveaux sonores en façade des bâtiments liés aux bruits ferroviaires (construction de l'extension de la ligne de tramway) ainsi qu'aux bruits routiers (construction de voies nouvelle et modification de voie existante).
Dans une démarche de qualité, la maîtrise d'ouvrage a souhaité étendre l'application de ces seuils aux futurs bâtiments liés au développement de la ZAC Ferney-Genève Innovation.
Dans le cas du bruit ferroviaire, nous observons un dépassement du seuil de contribution sonore en période jour de l'ordre de 0,5 à 2 dB(A) pour six bâtiments en raison de leur proximité à la voie (6 à 7 mètres) sur portion où le tramway circule à vitesse soutenue (40 à 50 km/h).
L'image ci-après identifie les bâtiments concernés par ce dépassement.



Figure 198 : Identification des bâtiments avec dépassement de l'objectif acoustique (contribution du tramway)

Concernant le bruit routier, les seuils les critères sont respectés pour les futurs bâtiments de la ZAC.
L'analyse des critères concernant la réglementation relative au PNB montre que le projet n'engendre pas de point noir du bruit.

5.9.5 Mesure d'évitement

Pour limiter l'impact acoustique sur ces bâtiments, le plan de masse de la ZAC FGI a été modifié visant à éloigner ces bâtiments de l'axe de la voie de tram (cartographie ci-après). Six ilots sont concernés par cette mesure.



Figure 199 : éloignement des bâtiments de l'axe du tramway afin d'éviter les nuisances sonores

Le plan guide de la ZAC FGI a donc été modifié en conséquence : **aucun bâtiment n'est donc soumis à des nuisances sonores** nécessitant une protection phonique.

5.10 Effets sur les vibrations

La méthodologie d'évaluation des vibrations est basée sur la nature des bâtiments de part et d'autre du tramway, des essais *in situ* ainsi que sur des modélisations numériques. Les vibrations générées par le tramway ont été mesurées sur la commune de Meyrin en Suisse, entre les arrêts « Meyrin – Gravière » et « Vaudagne » sur l'Avenue Vaudagne. Il s'agit d'un site où circulent les mêmes matériels roulants que ceux du projet(Stadler Tango et Bombardier CityRunner). Les niveaux de vibration ont été mesurées en bord de voie durant des passages de rame en situation normale d'exploitation.
Les modélisations de l'impact vibratoire du projet de tramway se font selon les étapes suivantes :

1. Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans mitigation) ;
2. Proposition des mesures de mitigation de vibrations.

5.10.1 Cadre réglementaire et objectif vibratoire spécifique

Il n'existe actuellement aucune règlementation française définissant des seuils et des indicateurs d'évaluation des vibrations générées par les infrastructures de transport ferroviaire.
Dans le cadre de ce projet, des seuils de vibration et de bruit solidien ont été définis en s'appuyant sur les recommandations des normes et documents de référence. Ces recommandations peuvent être résumées comme suit :

- Indicateurs d'évaluation définis pour la durée d'un passage de rame.
- Seuil vibratoire recommandé à l'intérieur des bâtiments de logements de 69 dBv [8-80 Hz] (réf 5.10^{-8}m/s) ;
- Seuil vibratoire recommandé à l'intérieur des bâtiments de bureaux de 78 dBv [8-80 Hz] ;
- Seuil de bruit solidien recommandé à l'intérieur des pièces de sommeil des logements de 35 dB(A) [16-250 Hz] (réf 2.10^{-5}Pa).

5.10.2 Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans mitigation)

Pour chaque tronçon homogène du tramway, le niveau vibratoire sans mesure de mitigation est simulé pour le passage d'une rame.
Le tableau suivant synthétise les résultats de modélisation des impacts vibratoires du projet :

Tableau 34 : résultats de modélisation des impacts du projet sans mesures de mitigation vibratoire

ID tronçon	Destination du bâtiment représentatif	Chainage			Distance voie / Site	Vitesse tramway considérée (km/h)	Résultats de simulation en dBv	
		Pk début (m)	Pk fin (m)	Longueur (m)			Respect du seuil	Valeur du dépassement en dB (@100Hz)
01	Tertiaire	0	93	93	12	22	Non	14
02	Logements	93	148	55	12	30	Non	15
03	Logements	148	294	146	7	45	Non	26
04	Logements	294	363	69	30	40	Non	6
05	Logements	363	444	81	7	45	Non	15
06	Logements	444	501	57	6	30	Non	24
07	Logements	501	686	185	9	22	Non	15
08	Logements	686	736	50	18	22	Non	7
09	Logements	736	829	93	22	40	Non	16
10	Tertiaire	829	919	90	21	45	Non	14
11	Tertiaire	919	1044	125	16	40	Non	15
12	Tertiaire	1044	1103	59	22	22	Non	5
13	Tertiaire	1103	1169	66	21	30	Non	8
14	Tertiaire	1169	1240	71	20	22	Non	6
15	*NC*	*1240*	*1299*	*59*	*NC*	*NC*	*NC*	*NC*
16	*NC*	*1299*	*1372*	*73*	*NC*	*NC*	*NC*	*NC*
17	*Tertiaire*	*1372*	*1460*	*88*	*23*	*50*	Non	13
18	*Tertiaire*	*1460*	*1523*	*63*	*23*	*40*	Non	10
19	*Tertiaire*	*1523*	*1598*	*75*	*17*	*50*	Non	17
20	*Tertiaire*	*1598*	*1659*	*61*	*17*	*40*	Non	14
21	*NC*	*1659*	*1748*	*89*	*NC*	*NC*	*NC*	*NC*

Les résultats des simulations montrent, qu'en l'absence de traitement anti-vibratile de la voie (Voie béton traverses avec atténuation vibratoire : pose en dalle flottante illustrée dans la notice infrastructure tramway de l'AVP2), il existe un risque de dépassement du seuil vibratoire sur la quasi-totalité du linéaire.
Ces dépassements sont dû essentiellement au pic d'énergie généré à 100Hz au passage des rames, spécifique aux matériels roulants qui seront exploités sur la ligne.

5.10.3 Proposition des mesures de mitigation de vibrations

5.10.3.1 Définition des niveaux de mitigation vibratoire

Sur la base d'une analyse des résultats de l'impact vibratoire du projet, trois niveaux d'atténuation vibratoire ont été définis pour assurer le respect des seuils.
A titre d'exemple, des poses de voie sont également proposées pour chaque niveau d'atténuation.
Un prédimensionnement de ces poses de voie est requis.
La compatibilité des poses de voie avec les éventuelles contraintes d'insertion du tracé doit également faire l'objet d'étude spécifique.

Tableau 35 : Description des niveaux d'atténuation vibratoire

Niveau d'atténuation vibratoire	Description	Exemple de pose de voie
N0	Pas de performance d'atténuation vibratoire spécifique	Pose de voie directe sur radier béton, avec semelle caoutchouc classique sous rail
N1	Performance intermédiaire	Pose de voie directe sur radier béton avec semelle souple sous rail
N2	Performance élevée	Pose de voie sur dalle flottante avec tapis continu et remontées latérales.

Une alternative à la prescription du niveau d'atténuation vibratoire N2 (Dalle flottante) consiste à réétudier le plan masse pour éloigner les bâtiments de la plateforme tramway.

5.10.3.2 Performance d'atténuation minimale requise par tronçon

Le tableau suivant présente les performances d'atténuation vibratoire minimales requises par tronçon de voie :

Tableau 36 : Performance d'atténuation minimale requise par tronçon

ID tronçon	Destination du bâtiment représentatif	Chainage			Performance d'atténuation vibratoire minimale requise
		Pk début (m)	*Pk fin (m)*	*Longueur (m)*	
01	Tertiaire	0	93	93	N1
02	Logements	93	148	55	N1
03	Logements	148	294	146	N2
04	Logements	294	363	69	N1
05	Logements	363	444	81	N2
06	Logements	444	501	57	N2
07	Logements	501	686	185	N1
08	Logements	686	736	50	N1
09	Logements	736	829	93	N1
10	Tertiaire	829	919	90	N1
11	Tertiaire	919	1044	125	N1
12	Tertiaire	1044	1103	59	N1
13	Logements	1103	1169	66	N1
14	Tertiaire	1169	1240	71	N1
15	*NC*	*1240*	*1299*	*59*	*N0*
16	*NC*	*1299*	*1372*	*73*	*N0*
17	Tertiaire	1372	1460	88	N1
18	Tertiaire	1460	1523	63	N1
19	*Tertiaire*	*1523*	*1598*	*75*	*N1**
20	Tertiaire	1598	1659	61	N1
21	*NC*	*1659*	*1748*	*89*	*N0*

** Un dépassement du seuil de l'ordre de 1 dB est calculé pour une performance N1. Ce dépassement est jugé acceptable pour ce type de bâtiment (bureau de douane).*

La figure suivante localise les performances d'atténuation requises :

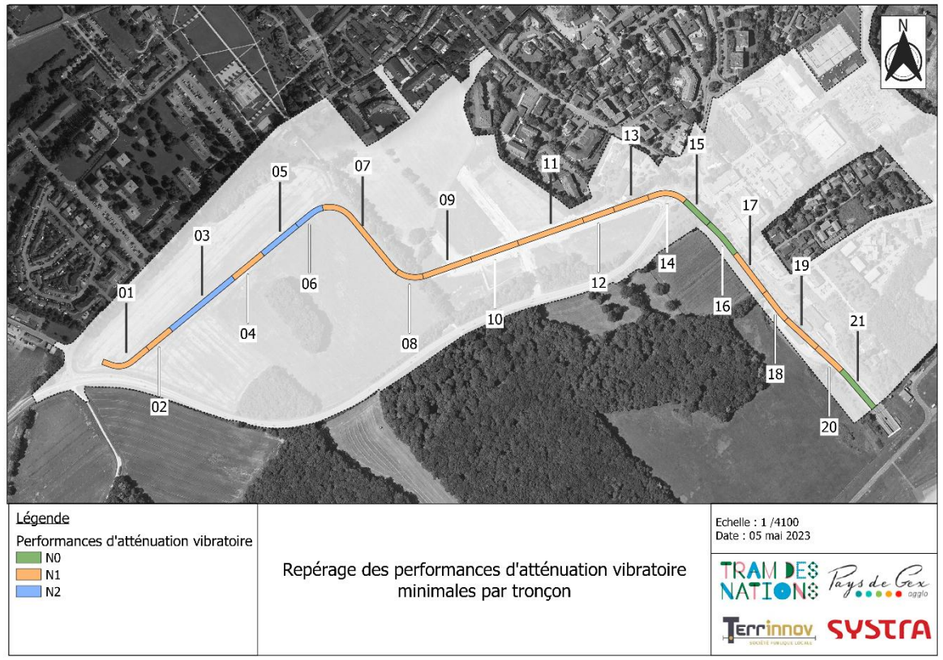


Figure 200 : Repérage des niveaux de performances anti-vibratile minimaux par tronçon

5.10.3.3 Conclusion

L'étude d'impact vibratoire a démontré que le risque d'impact vibratoire sur le tracé du projet est fort. 87% du tracé présente un risque de dépassement des seuils vibratoires retenus. Ce risque est principalement expliqué par la spécificité du matériel roulant exploité par le réseau TPG.

5.10.4Mesure d'évitement

Le risque d'impact peut être maitrisé sur la totalité du tracé en prévoyant la mise en place d'un système de pose de voie anti-vibratile adapté : mise en œuvre de semelle souple sous rail pour une performance anti-vibratile intermédiaire ou création d'une dalle flottante pour une performance plus élevée.
Le prédimensionnement des poses de voie doit faire l'objet d'une étude, tenant compte des éventuelles contraintes d'insertion du tracé, et des exigences de transition entre différentes poses.
Le tableau suivant synthétise le pourcentage que représente chaque niveau d'atténuation :

Tableau 37 : répartition du linéaire projet par niveaux de performance anti vibratile

Performance d'atténuation vibratoire	N0	N1	N2
Pourcentage de linéaire de voie	13%	71%	16%

Grâce à la mise en place de système d'atténuation vibratoires au moment de la pose des voies, plus aucun bâtiment n'est soumis à des impacts vibratoires dépassant les seuils.

5.11 Effets sur la qualité de l'air

5.11.1 Le domaine d'étude

La réglementation du volet « air » fixe le domaine d'étude au projet lui-même et à l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10 %.
Dans le cas présent, le domaine d'étude est donc le périmètre de la ZAC Ferney-Genève Innovation.
L'étude est de niveau II, en raison de la densité de population à terme dans la ZAC FGI et des niveaux de trafic s'écoulant sur les axes principaux de Ferney-Voltaire. Aucune campagne de mesure n'a été réalisée du fait de la présence d'une station de mesure pérenne dans le canton voisin (Meyrin) auprès de laquelle les données de qualité de l'air ont été recueillies.

5.11.2 Evolution du trafic routier sur le domaine d'étude

Les émissions des trois scénarios E0, E1 et E2 est calculé à partir du trafic circulant sur les voiries de la ZAC. Au total, le réseau d'étude est constitué de 4,4 km de voirie pour le scénario E0 et de 7,7 km pour les scénarios E1 et E2 (voiries internes créées dans la ZAC FGI). Plusieurs axes sont créés ou modifiés à l'horizon 2035 du fait de la création de la ZAC Ferney-Genève Innovation.

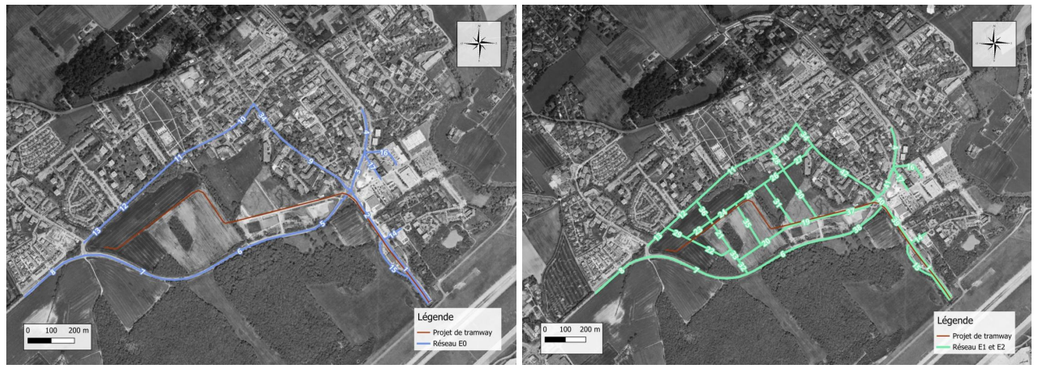


Figure 201 : axes routiers support du trafic dans le scenario E0 et dans les scenarii E1 et E2

Le tableau suivant présente le trafic total considéré sur le réseau pour l'ensemble des scénarios étudiés.

Tableau 38 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour

Scénario	Longueur totale du réseau étudié dans le cadre du projet (km)	Distances parcourues totales (véh.km/j)
E0 Scénario actuel – 2019	4,4	57 074
E1 Scénario futur sans projet – 2035 (état initial)	7,7	88 057
E2 Scénario futur avec projet – 2035 (Projet)	7,7	70 873

Dans le cadre de cette étude, on observe des distances parcourues totales (par l'ensemble des véhicules) variant d'environ 57 000 à 88 000 kilomètres par jour selon les scénarios.

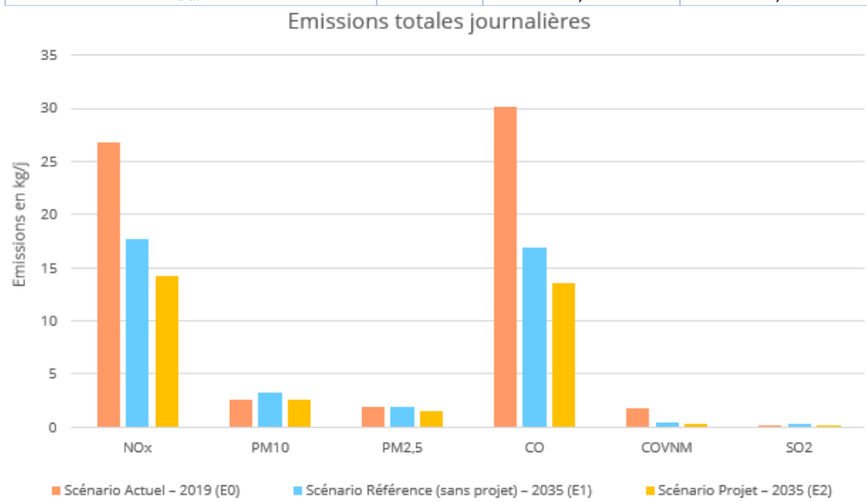
En l'absence du projet, on constate une augmentation des distances parcourues de l'ordre de 54 %, en raison de la création de la ZAC Ferney-Genève Innovation entre l'état actuel 2019 (E0) et l'état futur 2035 (E1). Une diminution de l'ordre de 20 % des distances parcourues est en revanche attendue entre le scénario futur sans tramway (E1) et le scénario futur avec tramway (E2) en 2035 : l'extension du tramway permet un report modal du véhicule individuel vers les transports collectifs et donc induit une diminution du trafic automobile.

5.11.3 Emissions de polluants sur l'ensemble du réseau routier

Le tableau et les figures suivantes présentent les émissions totales, par polluant, pour l'ensemble du réseau routier étudié sur les trois scénarios :

Tableau 39 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié

Polluants	Unité	Scénario Actuel 2019 E0	Scénario futur sans projet – 2035 E1	Scénario futur avec projet – 2035 E2
NO_x	kg/jour	26,79	17,65	14,23
PM_{10}		2,62	3,21	2,59
$PM_{2,5}$		1,85	1,94	1,56
CO		30,14	16,84	13,55
COVNM		1,77	0,42	0,34
SO_2		0,13	0,24	0,19
Benzène	g/jour	80,21	13,29	10,70
As	mg/jour	70,59	129,21	103,89
Ni		348,47	637,41	512,49
BaP		69,36	73,32	59,01



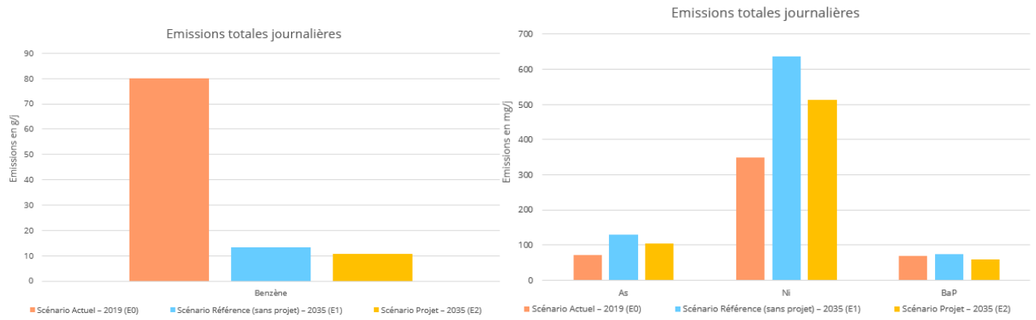


Figure 202 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié

L'évolution des émissions entre les différents scénarios est détaillée ci-après :

Tableau 40 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios

Polluants	Evolution Futur sans Projet 2035 (E1) / Actuel 2019 (E0)	Evolution Futur avec Projet 2035 (E2) / sans Projet 2035 (E1)
NO_x	-34,1 %	-19,4 %
PM_{10}	+22,6 %	-19,3 %
$PM_{2,5}$	+4,9 %	-19,3 %
CO	-44,1 %	-19,6 %
COVNM	-76,0 %	-19,6 %
SO_2	+81,6 %	-19,4 %
Benzène	-83,4 %	-19,5 %
As	+83,0 %	-19,6 %
Ni	+82,9 %	-19,6 %
BaP	+5,7 %	-19,5 %

On observe globalement une baisse des émissions à l'horizon 2035 sans projet pour les polluants gazeux, à l'exception du dioxyde de soufre. Les baisses les plus importantes sont observées pour le benzène et les COVNM. Elles sont à rapprocher d'une évolution du parc roulant (renouvellement et amélioration technologique) à l'avenir. Cette évolution du parc automobile n'est pas suffisante pour abaisser les émissions de SO_2 et compenser les effets de l'augmentation du trafic routier à l'horizon 2035. Concernant les émissions de métaux, la part liée à l'usure des équipements (freins, pneus) est prépondérante. Or, à l'horizon 2035, la ZAC Ferney-Genève Innovation entraînant la création de nouvelles voiries, induit donc un trafic nouveau : ce trafic nouveau est à l'origine de cette pollution aux métaux.

A l'horizon de la mise en service du projet en 2035, la diminution des distances parcourues, liée à la diminution du trafic du fait de la création du tramway, est à l'origine d'une baisse des émissions des polluants par rapport au scénario sans projet au même horizon : **-19,5 %** en moyenne**.**

L'extension du tramway permet donc une baisse significative des émissions de polluants comparée à la situation « 2035 sans projet ».

5.11.4Modélisation des concentrations en polluants

Il s'agit ici de modéliser la dispersion des émissions d'une partie des polluants calculés précédemment. Pour rappel, l'approche retenue pour mener cette étude est basée sur celle précisée dans le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, établi par le CEREMA et publié le 22 février 2019. L'étude réalisée est de niveau équivalent à II. Dans ce cadre, et conformément au guide, la modélisation aéro-dispersive porte sur le **dioxyde d'azote**. En complément, la modélisation des particules **PM_{10} et $PM_{2,5}$** a été intégrée afin de prendre en compte ces polluants à enjeux sur le territoire régional.

5.11.4.1 Pollution de fond

Le transport routier n'est pas le seul émetteur de polluants dans l'air. D'autres contributeurs sont présents sur la zone tel que le secteur résidentiel (systèmes de chauffage) par exemple.

Ainsi, une pollution de fond uniforme sur l'ensemble du domaine d'étude a été ajoutée aux concentrations modélisées. Elle représente un niveau moyen de concentration n'intégrant pas les émissions du trafic routier modélisé mais l'ensemble des autres sources potentiellement présentes sur la zone d'étude.

Pour les trois polluants étudiés, les concentrations moyennes annuelles modélisées par Atmo Auvergne Rhône-Alpes pour l'année 2022 à proximité immédiate de la zone du projet mais hors influence des axes routiers principaux ont été utilisées. Le tableau ci-dessous présente les concentrations de fond moyennes prises en compte. Notons que ces valeurs sont en-dessous des valeurs limites de la réglementation européenne, mais au-dessus des lignes directrices de l'OMS.

Tableau 41 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Composé	Fond pour l'année 2022 (µg/m³)
NO_2	13,0
PM_{10}	15,5
$PM_{2,5}$	9,5

Les concentrations de polluants présentées ci-après correspondent aux concentrations totales sur la zone, à savoir la somme des concentrations modélisées et des concentrations de fond.

5.11.4.2 NO_2

Les cartographies de concentrations en NO_2 pour chaque scénario mettent en évidence que :

- Les concentrations les plus élevées sont relevées le long de la route départementale RD1005 quel que soit le scénario ;
- La valeur réglementaire en dioxyde d'azote est dépassée uniquement au droit de la RD1005 pour chaque scénario et de la RD35 pour le scénario actuel. Il est à noter que le dépassement est très limité pour le scénario « Projet – 2035 (E2) » puisqu'il concerne uniquement le giratoire où se croise la RD1005 et la RD35 ;
- La valeur guide OMS parue en 2021 en dioxyde d'azote de 10 µg/m³ est dépassée dans la bande d'étude quel que soit le scénario considéré. Malgré l'amélioration de la qualité de l'air observée à la mise en service du projet (scénario E2), ces dépassements s'expliquent par l'influence de la pollution de fond (13 µg/m³).

Les résultats des modélisations en NO_2 au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises et européennes en vigueur applicables, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 42 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – NO2

Nom du récepteur	Actuel 2019 - E0	Initial 2035 - E1	Projet 2035 - E2
	(µg/m³)		
E1 - Futur groupe scolaire	15,8	16,1	15,7
C1 - Future crèche	15,0	15,2	14,9
R1 - Riverains	15,0	14,5	14,4
R2 - Riverains	15,2	15,1	14,8
R3 - Riverains	20,7	17,0	16,0
R4 - Riverains	16,2	14,8	14,4
Valeur réglementaire française	40	40	40
Valeur réglementaire européenne[9]	20	20	20
Valeur guide OMS	10	10	10
Concentration de fond annuelle		*13,0*	

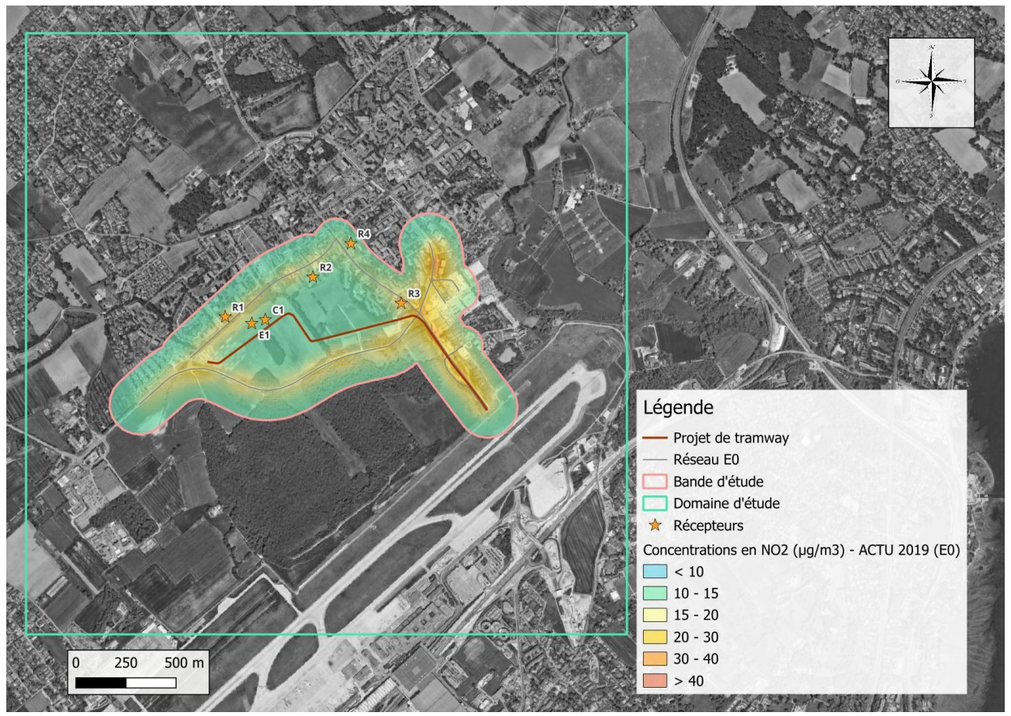


Figure 203 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E0

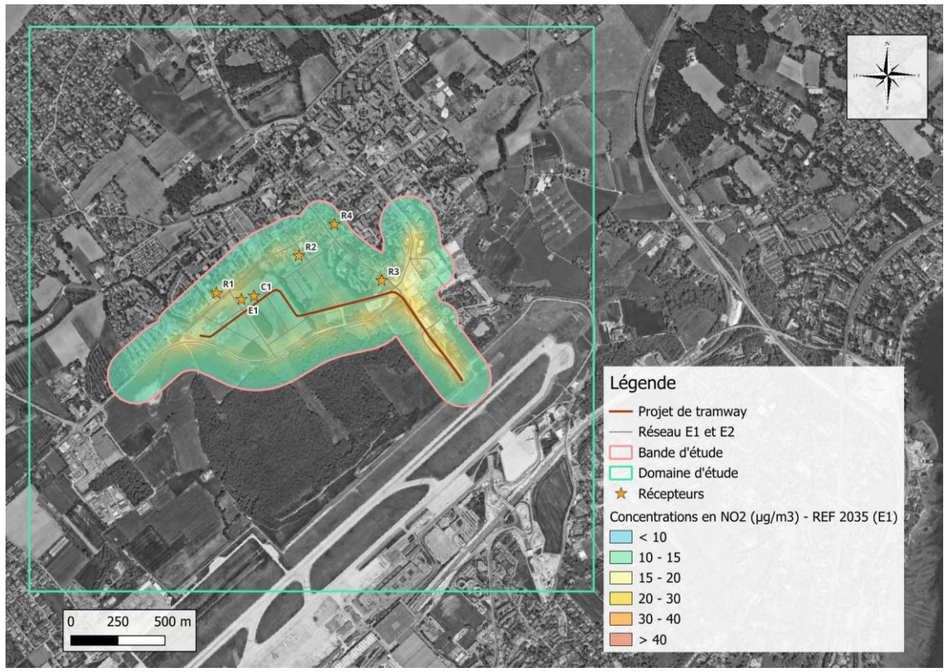


Figure 204 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E1

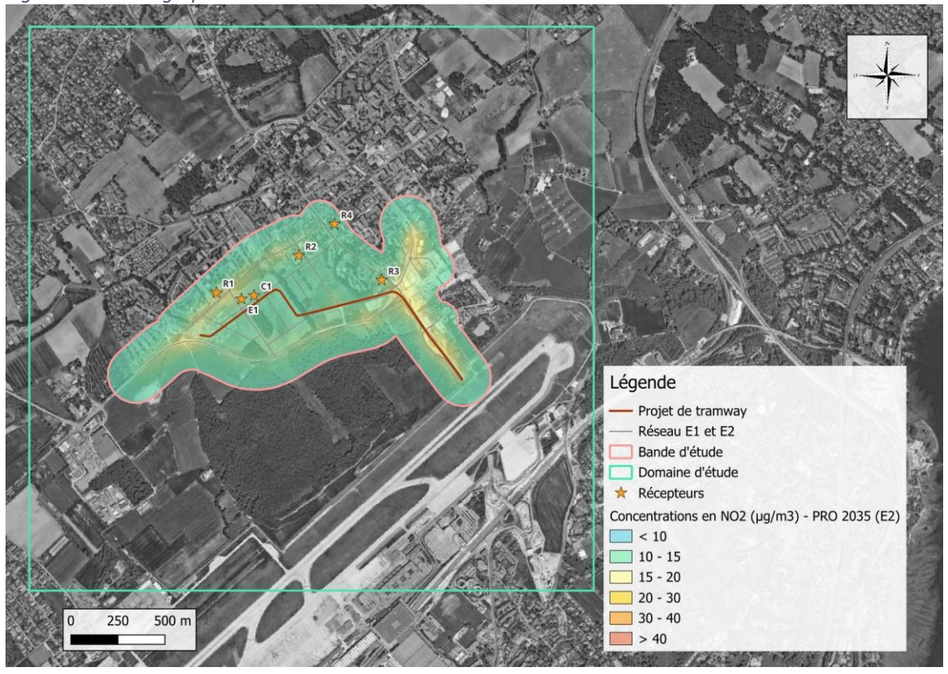


Figure 205 : Cartographie des concentrations en NO_2 – E2

[9] Publication au journal officiel en novembre 2024 de la révision de la « directive (UE) 2024/2881 du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2024 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe »

5.11.4.3 PM_{10}

Les cartographies de concentrations en PM_{10} pour chaque scénario mettent en évidence que :

- Les concentrations les plus élevées sont relevées le long de la route départementale RD1005 quel que soit le scénario ;
- La valeur réglementaire en PM_{10} est respectée sur l'ensemble de la bande d'étude ;
- La valeur guide OMS parue en 2021 en PM_{10} de 15 µg/m³ est dépassée sur l'ensemble de la bande d'étude pour tous les scénarios. Malgré l'amélioration de la qualité de l'air observée à la mise en service du projet (scénario E2), ces dépassements s'expliquent par l'influence de la pollution de fond (15,5 µg/m³).

Les résultats des modélisations en PM_{10} au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises et européennes en vigueur, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 43 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM_{10}

Nom du récepteur	Actuel 2019 - E0	Initial 2035 - E1	Projet 2035 - E2
	(µg/m³)		
E1 - Futur groupe scolaire	15,8	16,1	16,0
C1 - Future crèche	15,7	15,9	15,9
R1 - Riverains	15,7	15,8	15,8
R2 - Riverains	15,7	15,9	15,8
R3 - Riverains	16,3	16,2	16,1
R4 - Riverains	15,8	15,8	15,8
Valeur réglementaire française	40	40	40
Valeur réglementaire européenne	20	20	20
Valeur guide OMS	10	10	10
Concentration de fond annuelle	*15,5*		

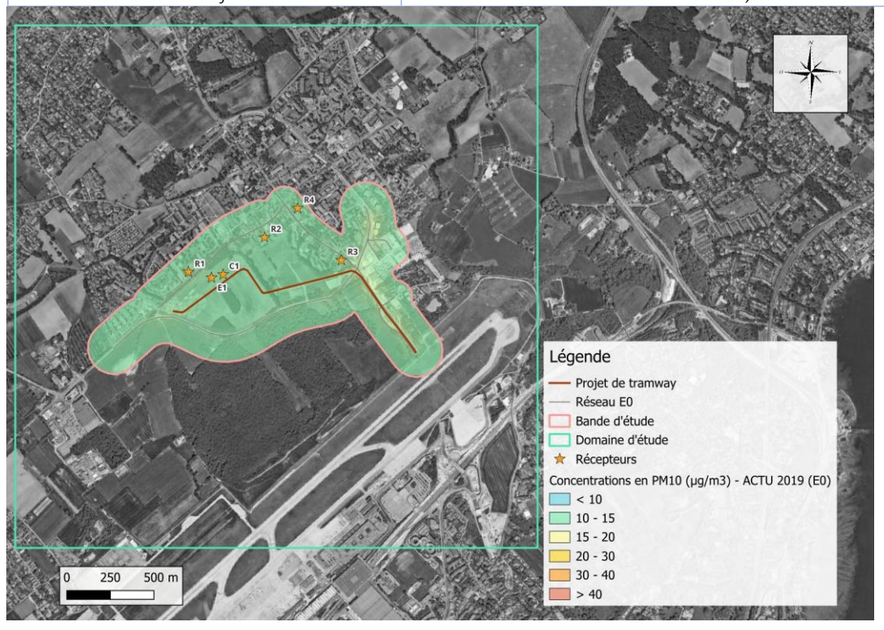


Figure 206 : Cartographie des concentrations en PM_{10}– E0



Figure 207 : Cartographie des concentrations en PM_{10}– E1

Figure 208 : Cartographie des concentrations en PM_{10}– E2

5.11.4.4 $PM_{2.5}$

Les cartographies de concentrations en $PM_{2.5}$ pour chaque scénario mettent en évidence que :

- Les concentrations les plus élevées sont relevées le long de la route départementale RD1005 quel que soit le scénario ;
- La valeur réglementaire en $PM_{2,5}$ est respectée sur l'ensemble de la bande d'étude ;
- Aucun dépassement de la valeur réglementaire relative à la moyenne annuelle de 25 µg/m³ n'est constaté sur l'ensemble de la bande d'étude. La valeur guide OMS, de 5 µg/m³ en moyenne annuelle, est en revanche quant à elle dépassée sur l'ensemble de la bande d'étude. Malgré l'amélioration de la qualité de l'air observée à la mise en service du projet (scénario E2), ces dépassements s'expliquent par l'influence de la pollution de fond (9,5 µg/m³).

Les résultats des modélisations en $PM_{2.5}$ au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises et européennes en vigueur, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 44 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – $PM_{2.5}$

Nom du récepteur	Actuel 2019 - E0	Initial 2035 - E1	Projet 2035 - E2
	(µg/m³)		
E1 - Futur groupe scolaire	9,7	9,8	9,8
C1 - Future crèche	9,6	9,8	9,7
R1 - Riverains	9,6	9,7	9,7
R2 - Riverains	9,7	9,7	9,7
R3 - Riverains	10,0	9,9	9,8
R4 - Riverains	9,7	9,7	9,7
Valeur réglementaire française	25	25	25
Valeur réglementaire européenne	10	10	10
Valeur guide OMS	5	5	5
Concentration de fond annuelle	*9,5*		

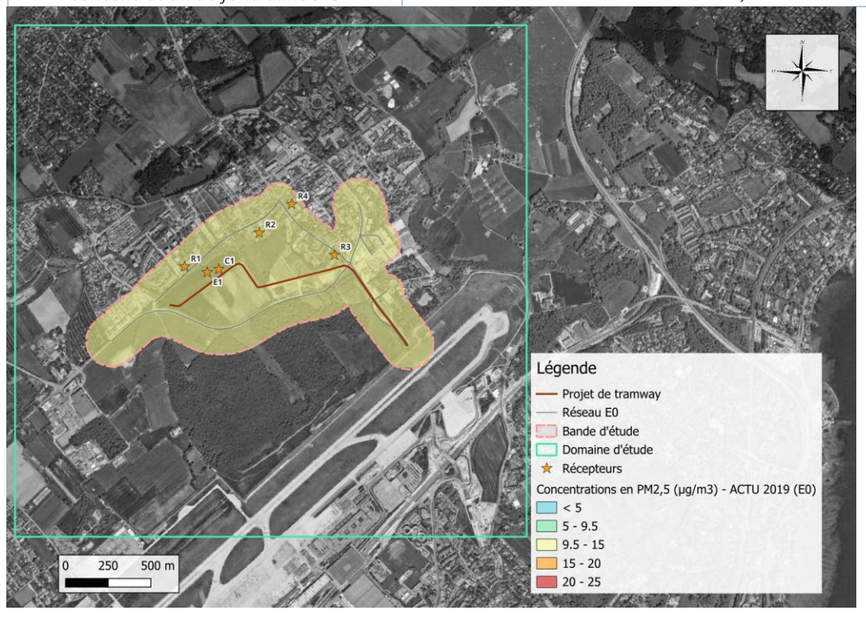


Figure 209 : Cartographie des concentrations en $PM_{2,5}$ – E0

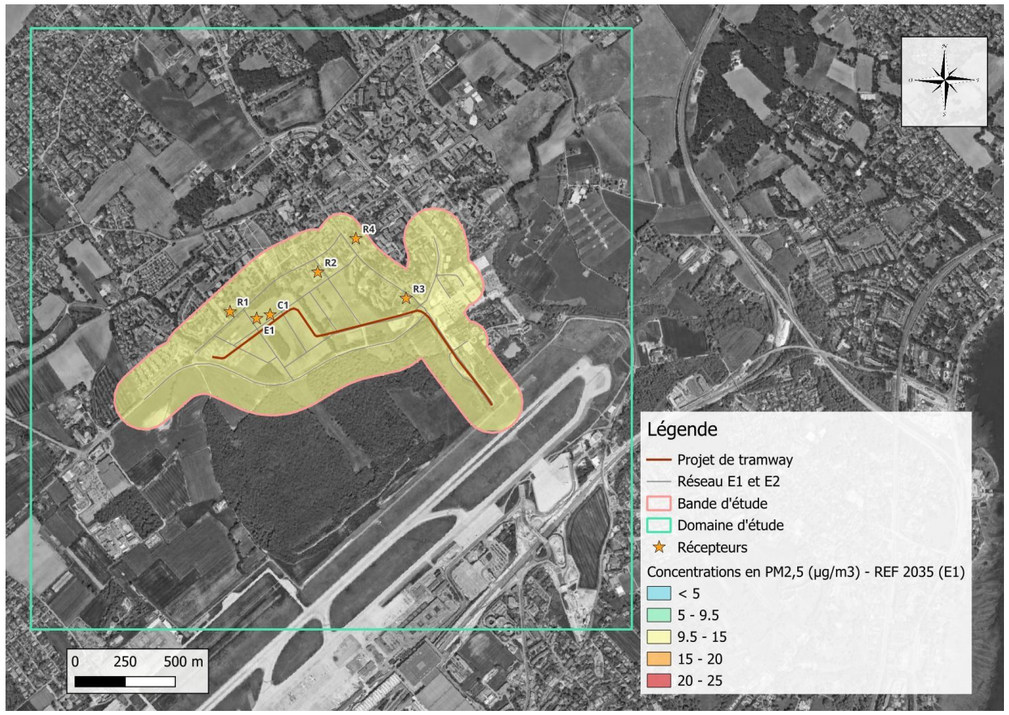


Figure 210 : Cartographie des concentrations en $PM_{2.5}$– E1

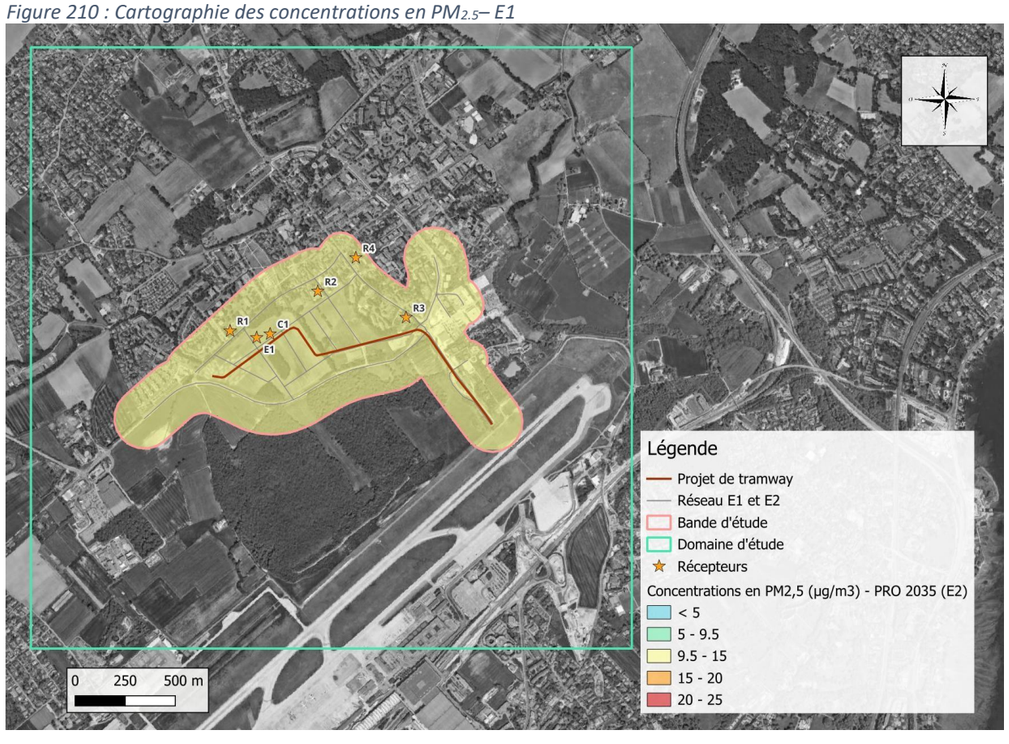


Figure 211 : Cartographie des concentrations en $PM_{2.5}$ – E2

5.11.5 Compatibilité du projet avec les documents de planification relatifs à l'air

Différents plans d'actions sont établis à plusieurs échelles (nationale, régionale, locale) et leurs objectifs sont, entre autres, de réduire l'émission de polluants atmosphériques et l'exposition de la population à cette pollution. Le projet en étude doit ainsi être en cohérence avec les orientations décrites dans ces outils.

Le présent volet Air et Santé permet de s'assurer du respect des valeurs réglementaires à l'état actuel et ainsi de contrôler une éventuelle surexposition de la population à la pollution de l'air.

Il prend également en compte l'évaluation de l'impact du projet par un calcul des émissions liées au transport routier ainsi qu'une modélisation des niveaux en polluants (NO_2, PM_{10} et $PM_{2.5}$) à l'horizon de la mise en service de ce dernier. La qualité de l'air est ainsi considérée dans le cadre de la politique d'aménagement de la commune de Ferney-Voltaire.

D'après les résultats des modélisations réalisées, les valeurs au droit des récepteurs à l'horizon futur 2035 avec et sans projet respectent les différentes normes établies (valeurs réglementaires françaises et européennes).

5.12 Effets sur le patrimoine

5.12.1 Sur le périmètre des abords des monuments historiques

Le projet de tramway intercepte le périmètre unique de protection des abords des monuments historiques de Ferney-Voltaire le long de l'allée de la tire.

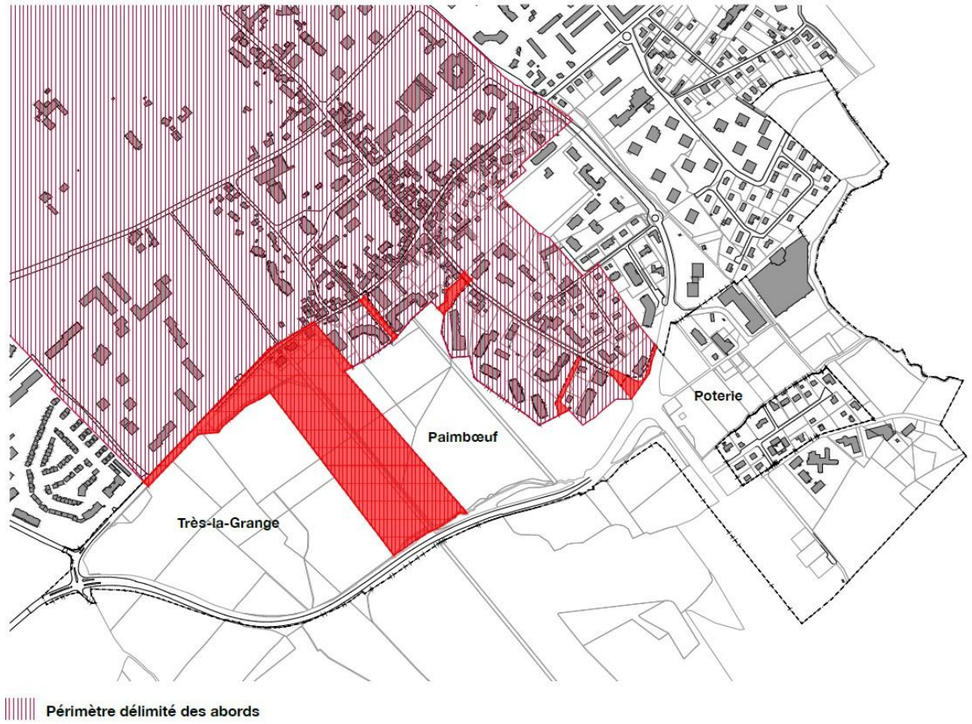


Figure 212 : localisation des interceptions du projet de ZAC et du périmètre de protection des abords des MH (rouge foncé)

Conformément à l'article R421-20 du code de l'urbanisme, la création d'un espace public dans les abords des monuments historiques doivent être précédés de la délivrance d'un permis d'aménager.

Le permis d'aménager a été déposé le 2 mars 2023 et délivré le 29 juin 2023, avec accord de l'Architecte des Bâtiments de France.



Figure 213 : perspective depuis le parc de la tire



Figure 214 : aménagement du tramway le long de l'allée de la tire (Obras)

Nota : le plan date de mars 2023, date de dépôt du permis d'aménager ; depuis lors, l'ouvrage d'art piéton a été retiré pour respecter les mesures d'évitement en faveur de la préservation de la biodiversité.

✓ ***Mesures de réduction***

Le parti pris d'aménagement des espaces publics de la ZAC FGI cherche à maintenir le caractère champêtre de l'allée de la Tire. L'alignement d'arbres existant est largement complété par des plantations de part et d'autre de l'allée et du cours d'eau.
La linéarité de l'allée est maintenue pour préserver la perspective de cet axe.
L'allée de la Tire est néanmoins traversée cinq fois sur ce secteur (deux voiries, la plateforme du tramway et un franchissement piétons). Ces traversées sont indispensables à la gestion des différents flux sur le quartier.
La renaturation du Nant a permis :

- le reprofilage léger du ruisseau ;
- la stabilisation des berges par de nouvelles plantations et pierriers en fond de ruisseau et sur ses bords ; la création de frayères ;
- la plantation d'espèces locales.

Les travaux de renaturation du Nant le long de l'allée de la tire ont été réalisés en 2023. Le projet de renaturation de la section nord-ouest du Nant sera réalisé lors de l'aménagement du secteur Très-la-Grange.
Les espaces publics attenants (voiries, venelles, square, ...) répondent à la conception générale de la ZAC en termes de hiérarchie des différents espaces, de gestion des flux, de densité paysagère et de rapport au bâti.

Le tramway longe l'allée de la Tire, à l'ouest. La plateforme est suffisamment éloignée de l'alignement d'arbres existants pour le préserver. Enfin, elle est enherbée en dehors de la station ce qui participe à l'ambiance champêtre recherchée.
Un arrêt du tramway est positionné sur cette séquence. Il est desservi au nord par une venelle est/ouest sur Paimboeuf via une passerelle piétonne en pierre et au sud par une venelle vers Très-la-Grange.

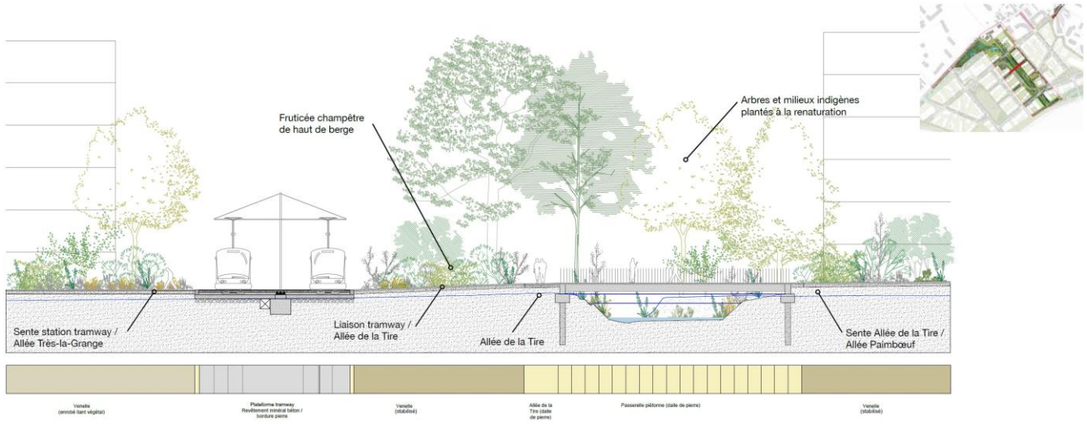


Figure 215 : coupe sur la section Nord de l'allée de la Tire, au droit d'un passage piéton au-dessus du Nant (source : Obras)

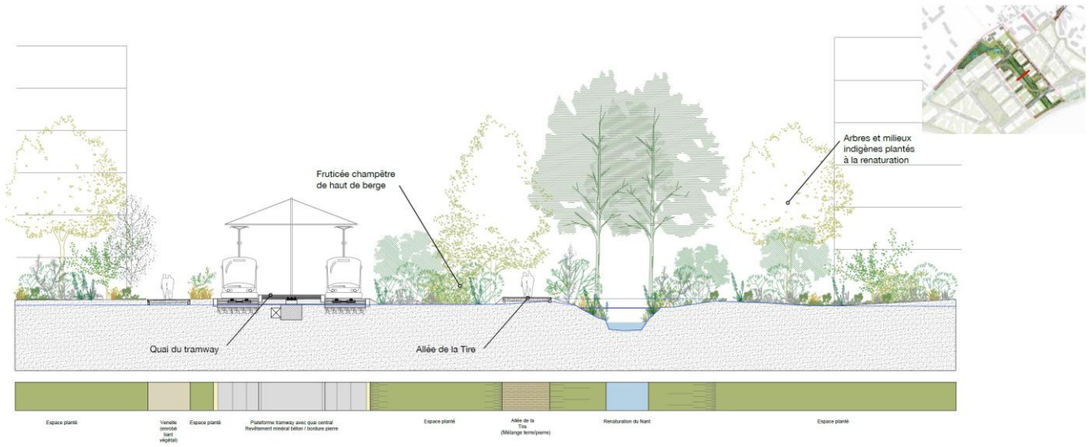


Figure 216 : coupe sur la section centrale de l'allée de la Tire (source : Obras)

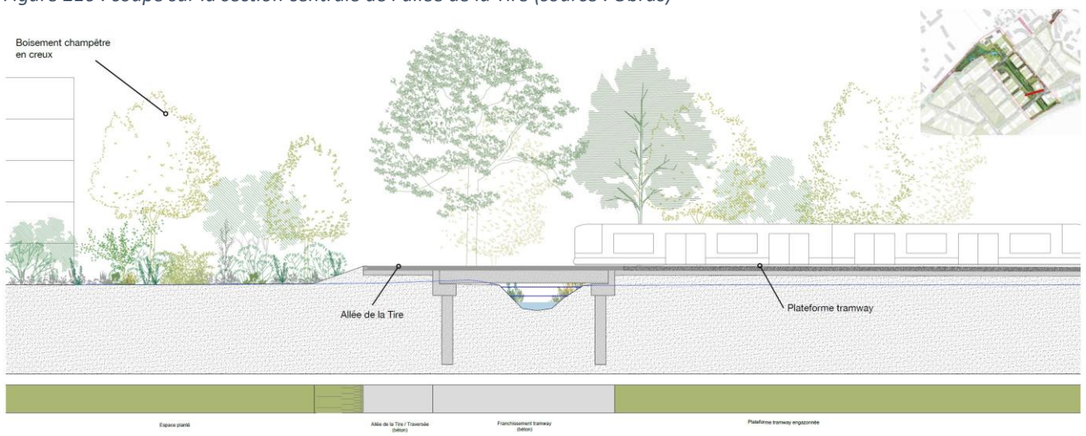


Figure 217 : coupe sur l'ouvrage de franchissement du tramway (source : Obras)

5.12.2Sur les vestiges archéologiques

L'ensemble des gisements archéologiques, connus ou inconnus, est protégé par la loi du 31 décembre 1913 sur les vestiges archéologiques. Il en est de même pour la convention européenne pour la protection archéologique (signée à Malte le 16 janvier 1992). Elle a pour but de protéger le patrimoine archéologique en tant que source de la mémoire collective européenne et qu'instrument d'étude historique et scientifique.
L'ensemble de la ZAC a fait l'objet de diagnostics archéologiques. Dans le cadre des travaux d'aménagement, seul le secteur de Très-la-Grange a fait l'objet de prescriptions de fouilles archéologiques préventives sur 8ha par les services régionaux d'archéologie avant son aménagement.

5.13 Effets sur le paysage

Tous travaux d'infrastructure nouvelle ont des effets sur le paysage en modifiant la qualité et l'identité de l'espace traversé. Ces effets concernent généralement la dégradation du site traversé en phase travaux ainsi que la modification des perceptions et usages une fois le projet en service.

Les principaux impacts du tramway dans le paysage sont :
- L'élargissement de l'Avenue d'Alembert et de la rue Emilie du Chatelet laissant alors davantage d'espace entre les lots et davantage de végétation dans ces espaces grâce à la plateforme végétalisée
- L'éloignement des bâtiments situés le long de l'allée de la tire
- L'ajout de stations en pierre et des abris voyageurs
- L'ajout des poteaux et lignes aériennes de contact nécessaires au fonctionnement du tramway dans l'espace public.

5.13.1 Parti pris d'aménagement des espaces publics

Les espaces publics liés au passage du futur tramway de la ZAC Ferney-Voltaire Innovation s'étendent entre le carrefour du Bisou et la Douane, longeant ainsi l'allée de la Tire et la place des lumières (ex-place du Jura) accompagnant le Nant, entre urbanité et nature. En effet, le Nant est aujourd'hui en cours de renaturation pour lui rendre toute la place qui lui est nécessaire pour porter la biodiversité qui lui est associée.

Les cheminements piétons (trottoirs) sont tous accompagnés de massifs arbustifs et buissonnants, garants de la flore mellifère et du bien vivre dans le quartier, comme une autre forme de mise à distance entre l'espace public et les lots privés.

L'ensemble des voiries est également accompagné d'alignements de grands sujets arborés, fléchés en hauteur lorsqu'ils côtoient le passage du tramway. Leurs pieds sont plantés de rampantes ou de massifs de vivaces pour garantir le maintien au frais de leurs collets et de leurs substrats.

Les limites avec les lots sont végétalisées, tout en anticipant le retrait des futurs grands sujets arborés des bâtiments.

Des palettes végétales, adaptées à chacune des typologies, sont proposées. Elles sont très majoritairement issues du cortège floristique local, recensées sur le site ou dans le département de l'Ain.

Au Nord de l'allée de la Tire, l'angle de giration du tramway permet le dégagement d'une vaste zone à proximité du Nant. Cet espace est pensé comme un prolongement de la renaturation du Nant, en creux et donc en lien direct avec sa nappe phréatique.



Figure 218 : répartition des espaces de nature dans la ZAC, support du paysage urbain (source : Obras)

5.13.2 Un paysage de noues

Les espaces de voiries sont accompagnés de systèmes de noues continues, recueillant et infiltrant les eaux de pluie.
Ce système met à distance les modes doux des circulations moteurs. Il s'agit d'un système avec présence d'eau par intermittence permettant l'infiltration in situ des eaux de pluie par la création d'un milieu hélophyte (le plus souvent non immergé). Ce dernier est pluristratifié et plurispécifique pour qu'à terme il trouve l'équilibre et soit le moins gourmand en entretien possible. Une noue est une dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales. Peu profonde, temporairement submersible, avec des rives en pente douce, elle est aménagée en espace vert pluristratifié.

Le réseau de noues à ciel ouvert remplace le réseau d'eau pluviale enterré avec l'avantage d'une conception simple à coût peu élevé. La noue se différencie du fossé par son profil plus évasé et moins profond. L'entretien des noues en est ainsi facilité permettant l'accès des machines d'entretien.
La noue est un lieu privilégié pour permettre le développement de la biodiversité. Un fauchage tardif plutôt qu'une tonte régulière est généralement recommandée notamment afin de permettre le développement de zones refuges (herbes hautes).

La noue a de nombreux avantages, parmi lesquels :

- ✓ Amélioration de la qualité des eaux :

Amélioration de la qualité des eaux de ruissellement par décantation des matières en suspensions et, le cas échéant, amélioration de la qualité des eaux infiltrées par interception dans le sol durant la filtration.
Les noues infiltrantes et mixtes contribuent également à réalimenter les nappes phréatiques.

- ✓ Augmentation de la diversité biologique :

Les noues végétalisées plantées sont propices au développement de la biodiversité, d'autant plus si les espèces et strates végétales plantées ainsi que les conditions abiotiques (hauteur d'eau, porosité des sols, ensoleillement, etc…) mis en place sont variées.

- ✓ Dépollution de l'air :

Les noues végétalisées ont un impact positif sur la qualité de l'air car la végétation augmente l'humidité relative de l'air et diminue les températures en été (microclimat). De plus les pollutions atmosphériques (poussières, …) peuvent être en partie fixées par la végétation.

- ✓ Limiter l'imperméabilisation des sols :

Vastes espaces de pleines terres, les noues permettent la plantation d'espèces variées. Ainsi, elles sont de nouveaux espaces de développement racinaires pour les arbres, les alimentant en eau et en nutriments.

Les noues sont installées dans le projet entre la voirie et les espaces dédiés aux piétons. Ainsi, elles permettent de délimiter les espaces et d'isoler le piéton de la route. Par un jeu d'échelle il est intéressant de les percevoir comme de petites ripisylves accueillant par là même une végétation (arbres, arbustes, herbacées) particulière capable de supporter une submersion aléatoire et temporaire.

Les illustrations ci-après illustrent l'insertion paysagère du tramway dans la ZAC FGI.



Figure 219 : Ambiance sur la rue Émilie du Chatelet (ex-allée des champs) (source : Obras)



Figure 220 : ambiance le long de l'allée de la tire (source : Obras)

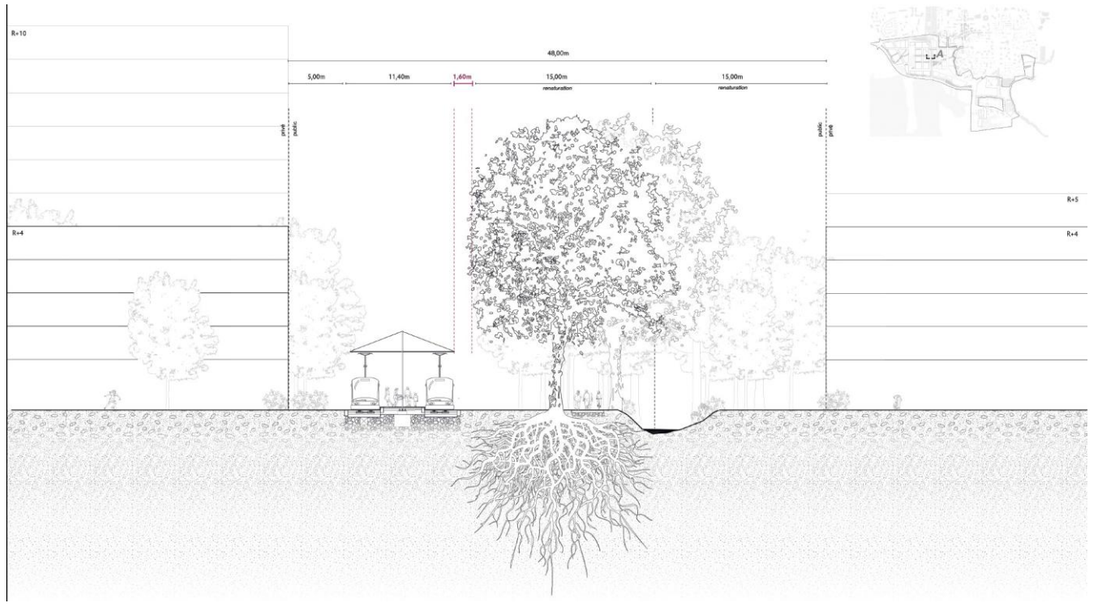


Figure 221 : Coupe sur l'Allée de la Tire, sur le houppier le plus proche de la ligne de tramway (source : Obras)

5.14 Effets sur la santé humaine

Conformément au Code de l'Environnement, la présente étude d'impact comporte une analyse des effets du projet sur la santé.
L'étude des effets sur la santé porte donc sur la phase chantier, sur la phase exploitation et sur une éventuelle cessation d'exploitation. Par contre, le dossier n'aborde pas la prise en compte de la santé du personnel du chantier et du personnel d'exploitation des postes de refoulement, dont la sécurité relève d'une autre législation (Code du Travail).

Il faut toutefois préciser que, conformément à la législation sur les études d'impact, le niveau d'analyse de la présente partie est en relation avec l'importance du projet.
Les effets d'un projet d'aménagement de tramway sur la santé humaine sont principalement liés aux nuisances sonores et vibratoires engendrées par le projet.
D'autre part, la modification de la répartition du trafic routier peut avoir des effets sur la pollution de l'air.
L'analyse des effets du projet sur la santé humaine porte donc sur les sources suivantes :

- la pollution atmosphérique émise par le trafic routier, et dans le cas présent, sa diminution,
- les nuisances sonores et vibratoires générées par le projet de tramway.

5.14.1Pollution atmosphérique et effets sur la santé

5.14.1.1 Généralités

Selon Santé Publique France[10], même à de faibles niveaux, l'exposition aux polluants peut provoquer, le jour même ou dans les jours qui suivent, des symptômes irritatifs au niveau des yeux, du nez et de la gorge mais peut également aggraver des pathologies respiratoires chroniques (asthme, bronchite…) ou favoriser la survenue d'un infarctus du myocarde.
A plus long-terme, même à de faibles niveaux de concentration, une exposition sur plusieurs années à la pollution atmosphérique peut induire des effets sur la santé bien plus importants qu'à court terme :

- perte d'espérance de vie et mortalité
- développement de maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires et du cancer du poumon.

De nouvelles études montrent un rôle de la pollution de l'air également sur les troubles de la reproduction, les troubles du développement de l'enfant, les affections neurologiques et le diabète de type 2.

5.14.1.2 Polluants étudiés

Sur la base du guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières (CEREMA, 2019[11]), servant de cadre de référence pour les projets d'aménagement urbains, les polluants suivants sont pris en compte dans le présent volet Air et Santé : oxydes d'azote (NO_X), particules en suspension (PM_{10}), particules fines ($PM_{2.5}$), monoxyde de Carbone (CO), composés organiques volatiles

[10] Santé Publique France, Dossier thématique « Pollution atmosphérique : quels sont les risques ? », consultable en ligne : https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques, mis à jour le 11 octobre 2022

[11] CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

non méthaniques (COVNM), benzène, dioxyde de soufre (SO_2), arsenic (As), nickel (Ni), benzo(a)pyrène (BaP). A noter que les stations fixes d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Annemasse et Gaillard) et Suisses (Aéroport de Genève et Meyrin) mesurent uniquement le dioxyde d'azote et les particules PM_{10} et $PM_{2,5}$.

5.14.1.3 Effets sur la santé

Les sources et effets sur la santé de ces polluants sont présentés ci-après.

Tableau 45 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude

Paramètre	Sources	Effets sur la santé
Oxydes d'azote (NO_x)	Les principaux contributeurs des émissions de NO_x sont le secteur des transports (routier et non routier), le secteur lié à l'industrie au sens large (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) et le secteur résidentiel-tertiaire.	Le NO_2 est un gaz irritant pour les bronches qui favorise les infections pulmonaires chez les enfants, et augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
COV dont benzène	Les composés organiques volatils (COV) proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, remplissage des réservoirs automobiles, stockages de solvants). D'autres COV sont également émis par le milieu naturel.	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné. Le benzène est considéré comme cancérigène.
Particules (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts). On distingue les PM_{10} (diamètre inférieur à 10 µm), et les $PM_{2,5}$ (diamètre inférieur à 2,5 µm).	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire, avec un temps de séjour plus ou moins long. Les plus dangereuses sont les particules les plus fines. Elles peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.
Dioxyde de soufre (SO_2)	Le dioxyde de soufre SO_2 est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont : centrales thermiques, installations de combustion industrielles, trafic maritime, et unités de chauffage individuel et collectif.	Le SO_2 est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).
Monoxyde de carbone (CO)	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel.	Le CO prend la place de l'oxygène, provoque des maux de tête, létal à concentration élevée.
HAP dont Benzo[a]pyrène	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques. Ils sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment la combustion domestique du bois et du charbon	Propriétés cancérogènes et mutagène dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Peuvent entraîner une diminution de la réponse immunitaire augmentant les risques d'infection.
Métaux	Les métaux lourds, dont seul le plomb, le nickel, l'arsenic et le cadmium, sont réglementés (Directive 2004/107/CE), proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères et de certains procédés industriels.	Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme, engendrant d'éventuelles pathologies telles que le cancer.

[12] Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières » (CERTU – Février 2005).

5.14.1.4 Evaluation de l'exposition de la population (IPP)

L'Indice Pollution Population ou IPP est un indicateur issu du croisement des concentrations en NO_2 et des populations exposées sur la zone d'étude. Cet indicateur représente de manière simplifiée l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci.

Pour son calcul, les IPP par maille ont été additionnés sur la totalité de la bande d'étude. L'IPP cumulé ainsi obtenu permet de comparer les différents scénarios et de voir l'impact du projet.

L'histogramme ci-dessous présente les résultats du calcul de l'IPP réalisé pour l'ensemble des scénarios.

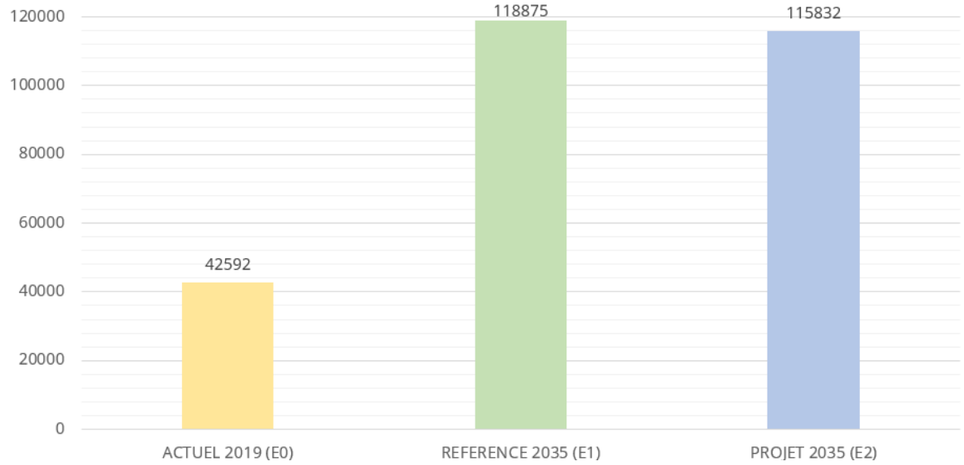


Figure 222 : Calcul des Indices Pollution-Population pour les différents scénarios

D'ici à 2035 (différence entre le scénario futur sans projet (Référence 2035 – E1) et le scénario actuel – E0), l'IPP cumulé est en nette augmentation (+ 179 %) du fait principalement de la création de la ZAC Ferney-Genève Innovation et de l'aménagement de nouveaux logements dans la zone d'étude là où il n'en existait pas auparavant. Une nouvelle population s'installe dans un secteur soumis à une pollution atmosphérique de fond.

L'IPP cumulé entre les scénarios « Référence 2035 – E1 » et « Projet 2035 – E2 » diminue de 2,6 % à l'horizon du projet 2035, en lien avec la diminution des concentrations en dioxyde d'azote liée à la réduction du trafic routier suite à la mise en service du tramway.

Selon la note méthodologique du CERTU[12], les bilans « santé » peuvent être considérés comme équivalents si les différences d'IPP cumulés sont inférieures à 20-30 %. **Ainsi, la situation sanitaire globale de la zone d'étude peut être considérée comme inchangée malgré l'aménagement du projet**.

La distribution spatiale des IPP est présentée sur les figures ci-dessous pour chaque horizon.

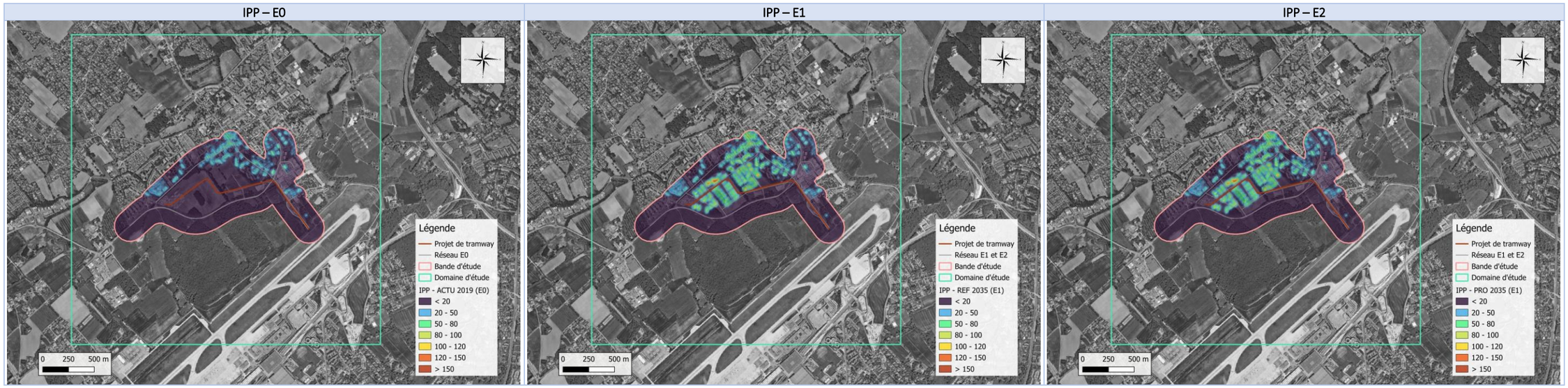


Figure 223 : Indice Pollution-Population pour les différents scénarii

5.14.2 Nuisances sonores

Le projet de tramway est implanté dans une ZAC en cours de construction. Le plan guide de la ZAC a été modifié afin d'éloigner le front des bâtiments de la ligne de tramway. En conséquence, aucun bâtiment ne sera construit trop proche du tramway en secteur soumis à des nuisances sonores.
Le projet de tramway n'a donc aucun effet négatif sur la santé humaine vis-à-vis de l'acoustique. Aucun logement ne sera construit en zone d'ambiance sonore non modérée.

5.14.3 Impacts vibratoires

Comme pour l'acoustique, le projet de ZAC a permis d'éloigner les fronts bâtis de la plateforme du tramway. Toutefois, le matériel roulant utilisé sur le réseau TPG induit un fort risque d'impact vibratoire. Par conséquent, des dispositions constructives sont prises : mise en place d'un système de pose de voie anti-vibratile adapté.
Les mesures constructives devraient donc aboutir à un projet de tramway sans effet sur la santé humaine par rapport au risque vibratoire.

5.14.4 Autres effets du projet sur la santé humaine

⇒ *La qualité des eaux*

Le projet d'aménagement de la ZAC FGI inclut la renaturation des cours d'eau, la rétention des eaux pluviales avant infiltration. Ces deux dispositifs visent à l'amélioration de la qualité des eaux de surface et souterraines. Le projet d'aménagements permet donc de traiter un dysfonctionnement actuel et améliore la situation.

A l'état initial E1, le projet d'aménagement a donc des effets positifs sur la santé humaine vis-à-vis de la préservation de la ressource aquatique et des sols.
L'ajout du tramway n'ayant pas d'impact sur la qualité des eaux, il n'y a pas d'impact à l'état futur E2.

⇒ *Amiante*

La recherche d'amiante et d'HAP a été réalisée sur toutes les voieries existantes amenées à être impactées en phase travaux. Les conclusions de l'étude GINGER CEBTP dans le périmètre du tramway précisent :

- Aucune trace d'amiante n'a été observée sur l'ensemble des sondages.
- Aucune trace de HAP n'a été détectée dans l'emprise du tramway et des espaces publics connexes

⇒ *Sécurité routière*

Le projet de tramway améliore indirectement la sécurité routière en facilitant le report des déplacements du véhicules individuels vers un transport collectif, bien plus sûr, et en diminuant le trafic automobile sur les grands axes de circulation de la zone d'étude. Il est donc bénéfique vis-à-vis de la sécurité des riverains, des piétons et des usagers.

⇒ *Autres thèmes*

Le projet n'induit aucun impact lié à la radioactivité ou aux effets électromagnétiques.

5.15 Vulnérabilité du projet face au changement climatique

Source : https://www.ge-en-vie.ch/

5.15.1Le contexte local

Les scientifiques du GIEC ont fait un travail de synthèse des connaissances actuelles sur les conséquences du réchauffement climatique. L'Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse a produit une synthèse des changements climatiques attendus en Suisse et dans le canton de Genève, sur la base des travaux du GIEC.
Les conséquences prévisibles d'un changement climatique non maîtrisé en Suisse (scénario d'émission RCP8.5, pas de mesures de protection du climat) sont des étés secs, de fortes précipitations, plus de journées tropicales et des hivers peu enneigés.
Grâce à des efforts mondiaux de protection du climat visant à limiter l'augmentation de la température mondiale à bien moins de 2 degrés au-dessus des niveaux préindustriels (scénario d'émissions RCP2.6, mesures significatives de protection du climat), environ la moitié des changements climatiques possibles en Suisse pourraient être évités d'ici le milieu du siècle, et deux tiers d'ici la fin du siècle.

Les impacts prévisibles du changement climatique et les aléas associés ont été étudiés sur différentes ressources : ressources en eau, ressources alimentaires, écosystèmes, santé humaine et sécurité humaine.

On constate déjà une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur, les incendies de forêt, les inondations et les tempêtes, qui mettent des vies en danger, nuisent à la santé mentale, propagent des maladies et portent atteinte aux moyens de subsistance des populations et à l'économie en général. Ces changements climatiques modifient le niveau des océans, la faune, la flore, les glaciers et les réserves hydriques. Ils élèvent aussi le risque de rupture d'approvisionnement électrique et mettent en danger la production de certains matériaux ainsi que la sécurité alimentaire; l'augmentation de la température a déjà fait baisser les rendements céréaliers de 5% en moyenne depuis 40 ans, d'après le GIEC. Tous ces risques ont déjà été clairement identifiés et décrits et les catastrophes naturelles causent déjà des réfugiés climatiques en Europe.

Avec des étés plus chauds, on s'attend à un approvisionnement alimentaire fortement soumis aux aléas liés aux sécheresses, à un accroissement des risques d'intoxication alimentaire, à une aggravation de la pollution atmosphérique (notamment les pics d'ozone en été), à l'augmentation des allergies aux pollens, et à une extension de l'aire de certaines maladies comme la fièvre du Nil, qui touche déjà l'Amérique du Nord.

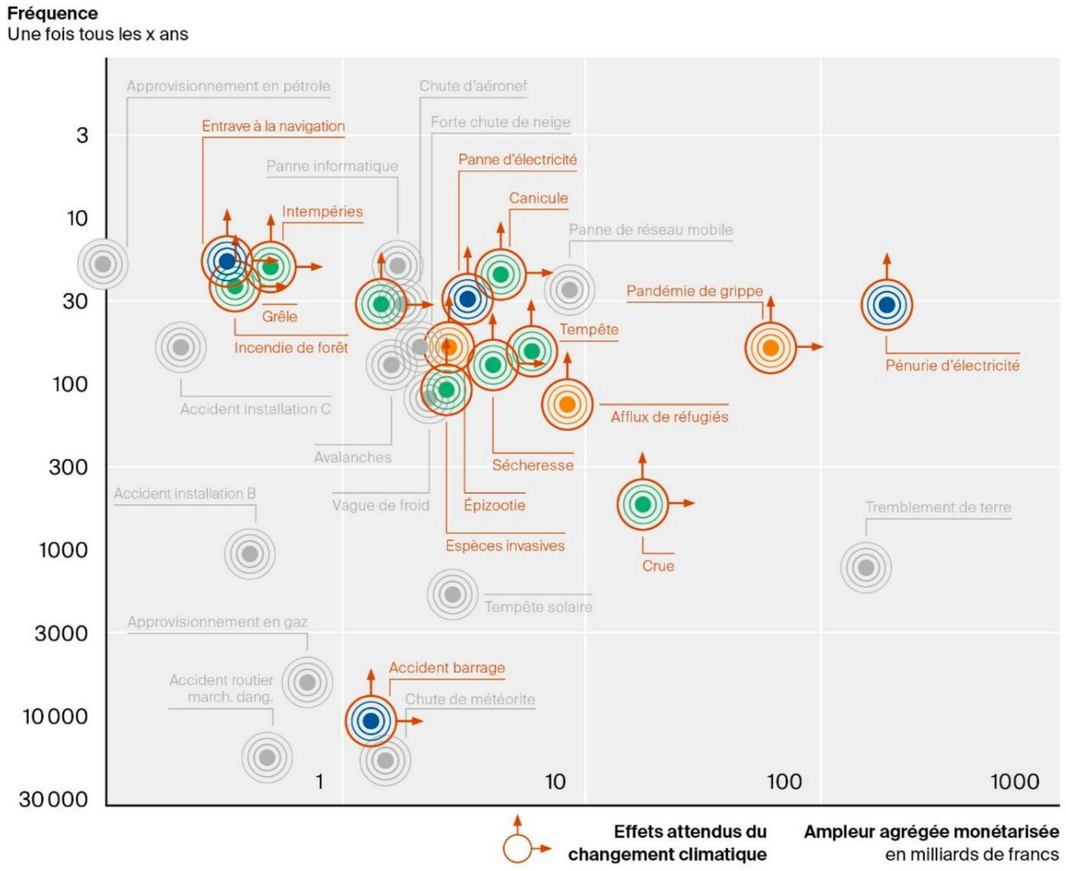


Figure 224 : diagramme des risques tirés de l'analyse nationale des risques « catastrophes et situations d'urgence en Suisse »

Les personnes les plus faibles (enfants, personnes âgées, malades chroniques) et les plus exposées (travailleurs et travailleuses en extérieur et/ou avec activités physiques importantes) sont les plus à risque de développer des maladies favorisées par les changements climatiques. Le sixième rapport d'évaluation du groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat montre comment les risques sanitaires se multiplient.

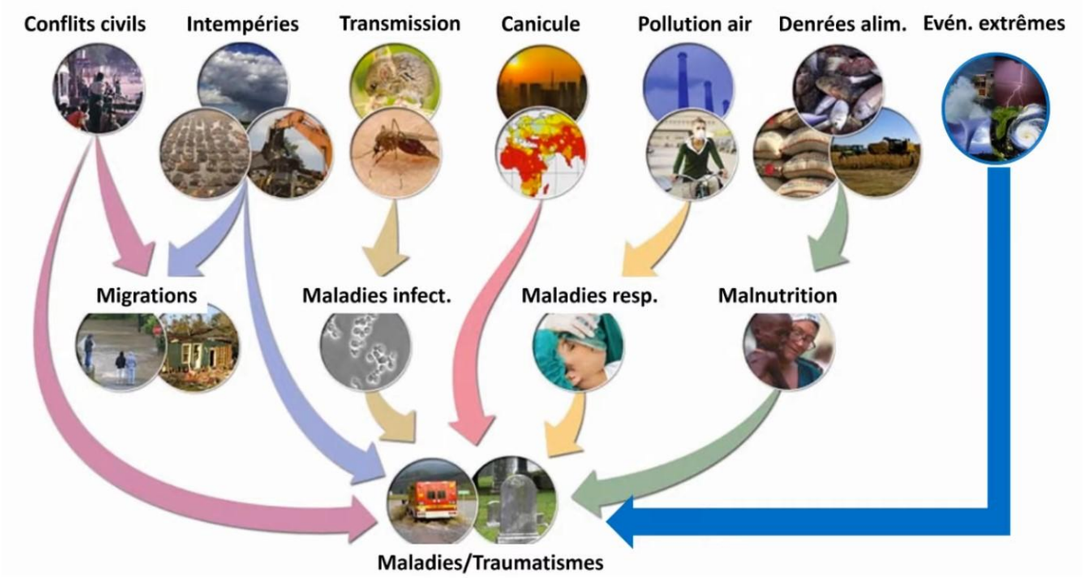


Figure 225 : les impacts sur la santé du changement climatique (source : Antoine Flahault, Institut de santé globale – UniGE)

La santé publique a un rôle important à jouer pour garantir un avenir durable, et les co-bénéfices et économies potentiels entre durabilité et santé sont bien documentés. Les interventions en faveur de la mobilité douce, par exemple, peuvent augmenter les niveaux d'activité physique et le bien-être mental, tout en réduisant la pollution atmosphérique, la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. En aidant les consommateurs à adopter des régimes alimentaires plus durables, on peut aussi réduire les risques de maladies cardiovasculaires et de surpoids, tout en diminuant l'utilisation des terres et de l'eau, et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

5.15.2Le projet vis-à-vis du changement climatique

✓ ***Limitation des GES***

Le projet de tramway favorise le report du transport individuel motorisé vers le transport collectif et contribue ainsi très efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique en promouvant une mobilité décarbonée.
Le bilan GES du tramway fait l'objet d'une analyse complète au § 1 - Emissions de GES en phase chantier et exploitation en page 221 et suivantes.

✓ ***Evènements climatiques extrêmes : les pluies***

Vis-à-vis du réchauffement climatique prévu et du risque accru d'événements climatiques de type pluies diluviennes, deux axes principaux sont à étudier : le dimensionnement des ouvrages d'art et du réseau pluvial, et la limitation de l'artificialisation des sols.
Les ouvrages d'art sont dimensionnés pour laisser passer une crue centennale. Le réseau pluvial est capable de stocker une pluie de retour 30 ans. Au-delà, le réseau débordera mais les écoulements seront dirigés vers le milieu récepteur.
Les effets d'une pluie diluvienne seront estimés dans l'étude hydraulique nécessaire au dossier loi sur l'eau. La continuité des écoulements naturels sera démontrée même en cas d'événement rare.
La limitation de l'artificialisation des sols a été recherchée dans le cadre de la ZAC FGI : les espaces verts restent conséquents dans le projet et sont densément plantés ce qui favorise la rétention des eaux pluviales.
La renaturation des cours d'eau et l'élargissement du lit majeur du Nant au droit de Très-la-Grange permet de stocker des événements pluvieux importants.

✓ ***Evènements climatiques extrêmes : les canicules***

Le parti pris d'aménagement de la ZAC FGI est basé sur une très forte interrelation nature-ville. Les espaces naturels pré-existants ont été maintenus et renforcés par l'aménagement. La forte végétalisation des espaces publics sera un atout considérable en cas de fortes chaleurs. Le micro-climat estival des rues a été pris en compte, en mettant l'accent sur l'importance des arbres, des espaces verts, des surfaces mi-rigides mi-naturelles (pavés ajourés), capables de produire de l'ombre, de filtrer la pollution de l'air, et de refroidir l'air ambiant par évaporation.
La plantation d'arbres des rives du Nant limite l'assèchement. Cette mesure a également un effet positif en cas de fortes précipitations, puisque plus le sol et la végétation peuvent absorber la pluie, plus on limite les crues – qui renforcent de surcroît l'érosion du sol.
L'aménagement urbain a également été étudié sous l'angle de la limitation de l'effet d'ilot de chaleur. Par exemple, au solstice d'été (21 juin), on compte 15h d'ensoleillement et les espaces publics sont bien ombragés (60% de la journée). Les toitures plus hautes sont très peu ombragées et donc favorables à une production photovoltaïque. Des protections solaires seront prévues sur les façades Sud et Ouest.
Les formes urbaines (l=14m) permettront la conception aisée de logement traversants : chaque logement aura ainsi accès à une façade S-E ou S-O et pourra donc être ventilé naturellement pour être refroidi la nuit.

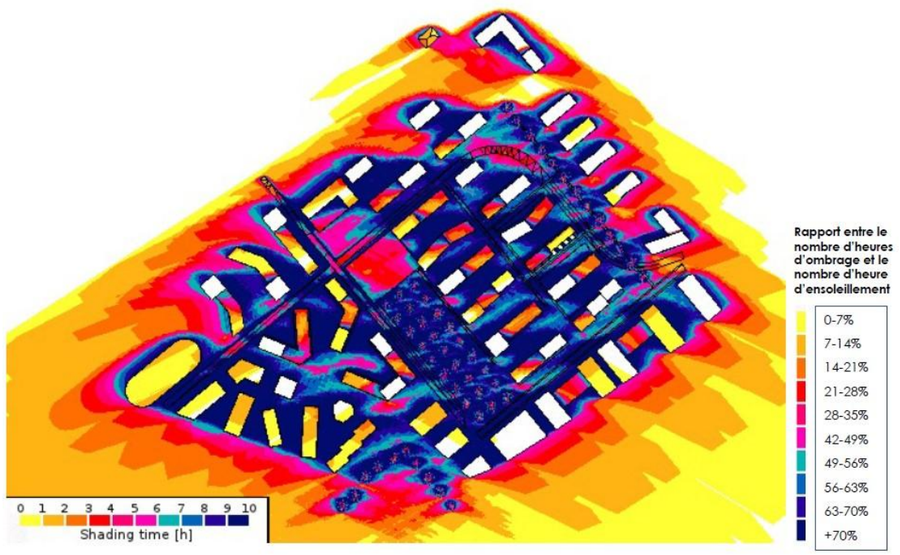


Figure 226 : ensoleillement au solstice d'été (21 juin) sur le secteur Très-la-Grange (source : Obras)

A l'équinoxe (21 mars / 21 septembre - 12h d'ensoleillement), les façades Sud-Est et Sud-Ouest restent bien ensoleillées et bénéficient des apports solaires passifs, ce qui permet la réduction de la saison de chauffe.

✓ ***Modification des écosystèmes***

Vis-à-vis des écosystèmes naturels, les principaux impacts du changement climatique sont :

- Modification du schéma des précipitations ou la fonte des neiges et des glaces qui modifient les systèmes hydrologiques, qui affectent les ressources en eau en termes de quantité et de qualité.
- Modification des comportements des espèces terrestres. Ainsi, de nombreuses espèces terrestres, d'eau douce, et marines modifient leurs aires de répartition, leurs activités saisonnières, leurs schémas de migration, …

L'augmentation des températures associée à la baisse des précipitations provoque une accentuation du déficit hydrique estival. On a pu observer qu'à force de sécheresses répétées, la plupart des espèces exigeantes en eau (mésophiles) étaient remplacées par des espèces supportant la sécheresse (xérophiles). Les adaptations peuvent se faire à l'échelle du paysage, sous la forme de migrations très locales permettant aux plantes de mettre à profit des différences de conditions micro-stationnelles. Ces adaptations au niveau local ne permettent cependant pas de répondre à des changements des déficits hydriques annoncés dans les prochaines décennies. Les bouleversements les plus significatifs devraient ainsi concerner les zones humides ou peu sèches, ainsi que les peuplements forestiers riverains. Dans le cas présent, les quelques boisements présents, soumis à des inondations saisonnières, risquent de pâtir d'une augmentation de la sécheresse.

La littérature sur les effets de ces changements climatiques sur les écosystèmes et la biodiversité est importante et détaille des résultats déjà conséquents. Par exemple, ces dernières années suite au changement du régime des pluies, le crapaud doré a disparu du Monte Verde au Costa Rica (Pounds *et al*., 2001). Le changement des températures présente également une influence sur les cycles de floraison des plantes (Penuelas & Filella, 2001), sur la phénologie de reproduction des Amphibiens (P. exe. Reading, 1998) comme chez la grenouille rousse en Angleterre (Beebee, 1996) et des oiseaux (P. exe. Dunn & Winkler, 2010) mais aussi sur les interactions compétitives, prédateurs-proies (P. exe. Bretagnolle & Gillis, 2010). L'augmentation de la température engendre une augmentation des aires de répartition des espèces comme pour la couleuvre verte et jaune et la vipère aspic ou une diminution d'aire pour la vipère péliade (Naulleau, 2003). En Angleterre, l'argus brun a connu une expansion vers le nord ces dernières années (Buckley *et al*., 2011). Les changements climatiques auront également un effet sur la diversité génétique d'une espèce où certains écotypes seront plus sensibles (Thomas, 2005).

Face à des changements si rapides, les espèces les plus vulnérables sont les moins mobiles et celles à long cycle de vie. On comprend, dans ce contexte, la nécessité de préserver les capacités de mobilité des espèces à travers les continuités écologiques. C'est également l'existence d'une grande diversité intraspécifique (diversité génétique au sein d'une même espèce) qui doit permettre aux populations de s'adapter aux modifications de leur environnement.

Le site d'étude devrait très vraisemblablement suivre la trajectoire identifiée par les expérimentations et les modélisations :

- Habitats naturels : régression des zones humides et affaiblissement des boisements
- Flore en général : raréfaction des espèces les moins xérophiles
- Herpétofaune : favorisation des espèces les plus tolérantes à la sécheresse
- Batrachofaune : raréfaction des amphibiens en réponse à la modification des zones humides (assecs plus fréquents)
- Entomofaune : raréfaction des espèces dépendantes de plantes hôtes ombrophiles ou très peu sensibles à la sécheresse
- Avifaune : favorisation des espèces les plus tolérantes à la sécheresse.

Les aménagements paysagers prévoient de nombreuses plantations le long des cours d'eau. Les espèces végétales plantées sont des espèces locales, adaptées au climat. En dehors des berges des cours d'eau, les espaces verts seront arrosés lors des premières années afin de s'assurer de la bonne reprise des végétaux.
Toutefois, avec les sécheresses répétées sur plusieurs années, le risque de mortalité et de défoliation des arbres, d'arrivée de nouveaux parasites ainsi que d'incendie est accru : les plantations devront donc être surveillées et si des sujets s'avéraient malades ils devraient être remplacés par des espèces plus résistantes.

6 Coût des mesures et du suivi

6.1 Coût des mesures

Les préoccupations d'environnement sont présentes dans toutes les phases d'études. Les mesures en faveur de l'environnement peuvent être classées en trois catégories :

- celles résultant des dispositions adoptées à chaque étape de l'élaboration du projet et qui visent, par la recherche et la comparaison des variantes, le choix des caractéristiques et la mise au point du projet, à éviter ou limiter les impacts négatifs.
- celles consistant à apporter des modifications à des éléments prévus initialement au projet, et occasionnant des surcoûts.
- celles correspondant à des aménagements ou à des dispositions spécifiques à caractère ponctuel, tels que les traitements paysagers spécifiques.

L'incidence financière de la première catégorie de mesures ne peut être appréhendée, car elles font partie intégrante d'une démarche globale et ne peuvent être quantifiées en terme monétaire.

Le coût des autres mesures est plus aisément quantifiable. Il s'agit d'ordres de grandeur car il est parfois difficile d'isoler, pour une même mesure, ce qui est directement lié à l'insertion environnementale.

Il est toutefois à noter que, dans le cadre du présent projet, la plupart des mesures sont intégrées très en amont au projet : limitation de l'artificialisation des sols par utilisation des voiries projetées pour accueillir la plateforme du tramway, modification du plan guide de la ZAC pour éviter les incidences sur les bâtiments, évitement des espaces naturels à enjeu… Leur estimation financière est donc le plus souvent incluse directement dans les estimations des travaux.

Type de mesures environnementales	**Montant des mesures en € (euros) HT (hors taxes)**
Dispositifs anti-vibratoires	500 k€
Dissociation des ouvrages d'arts de traversée de Nant (estimation du surcoût : 75% du coût de l'ouvrage uniquement tram moins coût de la passerelle piétonne : 764 k€ supprimée)	164 k€
Ouvrage d'art nécessaire au déplacement de la vélo-route pour la réduction de son impact	100 k€
Total	764 k€

L'ensemble des mesures ERC et les dispositifs de suivi associés seront intégrés aux cahiers des charges de cession des lots.

6.2 Modalités de suivi des mesures environnementales (phases travaux et exploitation)

6.2.1 Modalités de suivi environnemental des travaux

6.2.1.1 Mise en place d'un management environnemental

Le maître d'ouvrage est clairement engagé dans une démarche volontariste et responsable pour le respect de la réglementation environnementale et la prévention des pollutions.
L'entrepreneur retenu par le maître d'ouvrage pour la réalisation des travaux s'engagera ainsi à mettre en œuvre les méthodes, moyens et contrôles nécessaires pour respecter les exigences du maître d'ouvrage en matière d'environnement. Il nommera à cet effet un « Chargé d'Environnement » qui sera l'interlocuteur privilégié du maître d'ouvrage ou de son représentant sur ces questions.

✓ Responsable de chantier

Le responsable de chantier, en plus de ses autres missions, veillera notamment au respect des exigences du maître d'ouvrage en matière d'environnement pour l'ensemble des personnes travaillant sur le chantier (chargé d'environnement, personnel propre, intérimaires, personnel en prêt de main d'œuvre, cotraitants, sous-traitants, prestataires de service…).

✓ Chargé d'environnement

Le Chargé d'Environnement sera désigné par l'entrepreneur retenu pour la réalisation des travaux et sera affecté au chantier pendant la durée effective des travaux, y compris la période de préparation. Il sera l'interlocuteur privilégié du maitre d'ouvrage en matière d'environnement.

✓ Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance de l'Environnement (SOPAE)

Au stade de l'offre, l'Entrepreneur devra présenter un Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance de l'Environnement qui précisera les dispositions d'organisation et de contrôle proposées pour atteindre les objectifs de protection de l'environnement fixés par le maître d'ouvrage dans la Notice de Respect de l'Environnement intégrée au marché.
Ce SOPAE, document contractuel servant de base pour l'analyse des offres, constituera un engagement à mettre en œuvre et à appliquer par un Plan d'Assurance de l'Environnement dans le cadre du marché.

6.2.1.2 Plan d'Assurance de l'Environnement (PAE)

Au cours de la période de préparation et sur la base du SOPAE, l'entrepreneur établira un Plan d'Assurance de l'Environnement (PAE). Il sera applicable à toutes les entreprises, sous-traitants, fournisseurs et intervenant connus au cours du chantier.
Ce PAE explicitera les dispositions d'organisation et de contrôle mises en œuvre pour répondre aux exigences réglementaires et à celle du maître d'ouvrage ou son représentant en matière de respect de l'environnement.

6.2.1.3 Suivi de chantier par un écologue

Pendant toute la durée du chantier, une assistance du maître d'ouvrage par un écologue sera mise en place afin de vérifier la bonne application de l'ensemble des mesures de réduction prises en faveur du milieu naturel.

Cette mission pourra être confiée à un bureau d'études spécialisé dans l'environnement.

L'écologue effectuera plusieurs visites réparties sur toute la durée du chantier. En cas de découverte d'espèce protégée lors de ces visites, l'écologue pourra capturer les individus pour les relâcher dans des sites propices hors emprises.

L'écologue rédigera un compte-rendu synthétique après chaque visite de terrain, exposant ses observations et ses éventuelles interventions.

6.2.2 Modalités de suivi en phase exploitation

Il est d'ores et déjà prévu de vérifier l'efficacité des mesures mises en place :

- le bilan acoustique permettra de vérifier l'absence de nuisances sonores :
- des mesures de la qualité de l'air ;
- des suivis naturalistes permettant de vérifier l'efficacité des dispositifs mis en place : absence de nouvelles espèces invasives, maintien de la biodiversité (chiroptères, oiseaux, insectes…), fréquentation des nichoirs/abris posés, compensation « zone humide » (suivi annuel)…
- suivi et entretien des dispositifs d'assainissement routier (régulièrement et après chaque gros événement pluvieux) ;
- suivi et entretien des plantations, à minima les 2 premières années, suivant les plantations, considérant qu'au-delà de 2 ans la végétation est bien développée. Au-delà de ces 2 ans, un suivi sera effectué pour l'entretien des milieux et les éventuels remplacements de sujets morts.

Signalons enfin que les interventions d'entretien des arbres de haut jet seront encadrées afin de préserver les chiroptères.

Chapitre 7 Analyse des effets cumulés

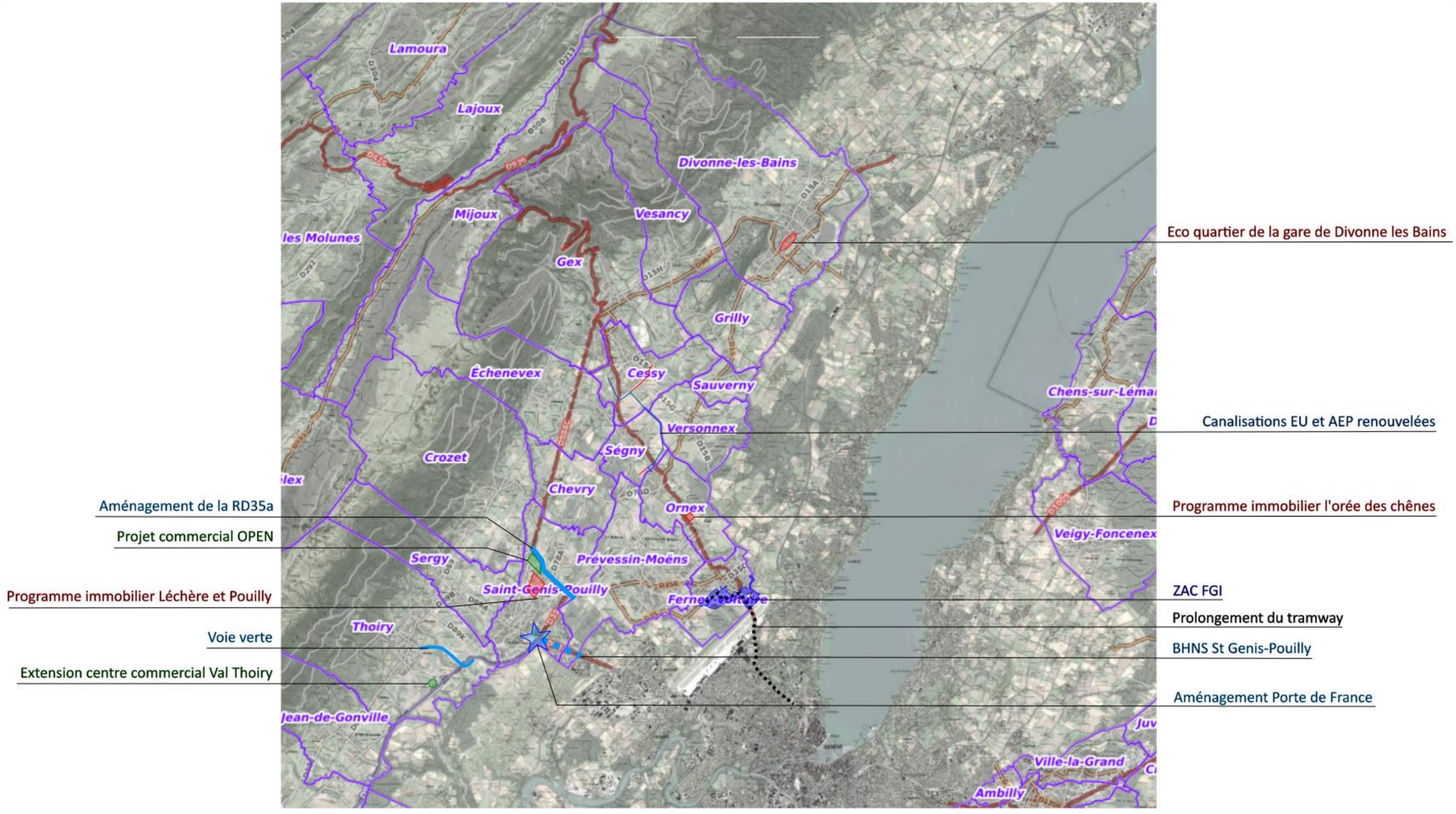


Figure 227 : localisation des projets retenus pour l'analyse des effets cumulés

1 Le cadre réglementaire

Le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements demande la prise en compte des effets cumulés liés à d'autres projets.

Les projets pris en compte pour les effets cumulés sont ceux qui :

- ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R.214-6 et d'une enquête publique ;
- ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Pour identifier les projets susceptibles d'avoir des effets cumulés avec l'aménagement du tramway dans la ZAC FGI, les avis rendus par les services suivants ont été consultés :

- le Préfet de Région AURA,
- le Commissariat général au développement durable (avis du ministre en charge de l'environnement),
- le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (projets pour lesquels le ministre en charge de l'environnement est impliqué dans la décision),

qui sont consultables sur leur site internet respectif.

La Police de l'Eau (Direction Département des Territoires et de la Mer de l'Ain) a été consultée pour connaitre les déclarations de travaux et les demandes d'autorisation relatives au dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.

Les projets suisses sont également pris en compte dans cette analyse.

Ces projets doivent être analysés au regard des impacts cumulés avec le projet, objet de la présente étude d'impact.

2 Définition de l'aire d'influence du projet

La définition de l'aire d'influence des travaux d'extension du tramway a été réalisée à partir des principaux impacts générés par le projet lui-même :

Tableau 46 : principaux effets du projet du tramway

Phase chantier de 2025 à 2027	Types de travaux pouvant avoir un effet cumulé
Perturbation de la circulation routière	Tous types de travaux ayant une incidence sur le trafic routier
Génération de nuisances de type bruit, émission de poussière, dégradation temporaire du cadre de vie…	Tout projet susceptible d'avoir les mêmes impacts ; ils doivent être proches géographiquement (ex : engins de chantier empruntant les mêmes voiries, augmentation temporaire de la circulation, même riverains impactés….)
Apport/export de matériaux géologiques (déblais/remblais)	Tout projet susceptible d'avoir les mêmes impacts à l'échelle du territoire gessien
Phase exploitation	**Types de travaux pouvant avoir un effet cumulé**
Projet induisant une demande nouvelle de mobilité	Tout projet d'urbanisation nouvelle (habitat, activité) situé dans le territoire gessien
Projet de développement des transports collectifs et modes actifs	

3 Les projets retenus et leurs impacts

L'analyse des effets cumulés ne tient compte que des thématiques sur lesquelles l'aménagement du tramway présente des effets en phase chantier et en phase exploitation.

3.1 Les projets retenus ou exclus de l'analyse

Suite à la consultation des sites internet des services instructeurs, les projets pouvant avoir un effet cumulé avec le tramway ont été recensés à proximité du périmètre étudié ; ils sont localisés ci-contre et présentés dans les tableaux ci-après.

Certains projets sont en cours d'étude et intégrés à l'analyse car il s'agit de projet qui auront dans le futur des incidences sur le trafic routier. Ces projets n'ayant pas encore fait l'objet d'une évaluation environnementale, les effets principaux de ces projets ne sont pas connus (ex : travaux de la porte de France notamment à St Genis Pouilly). L'analyse est alors faite à dire d'expert.

Côté Suisse, le prolongement du tramway depuis la place des Nations jusqu'à la frontière franco-suisse est pris en compte, à la fois en phase chantier et en phase exploitation. Le prolongement du tramway depuis la place des Nations côté suisse a des effets conséquents sur le trafic automobile et sur les habitudes de déplacement. L'étude d'impact du prolongement du tramway côté suisse est la source principale d'information sur ces impacts cumulés.

Les projets d'aménagement éloignés de Ferney-Voltaire ou du pays gessien sont écartés si la phase travaux ne nécessite pas l'utilisation de la voirie gessienne pour acheminer les éléments de construction ou si leurs impacts sont localisés au droit de leur propre chantier.

Par exemple, le projet d'aménagement du col de la Faucille avec l'implantation d'activités quatre saisons sur la commune de Mijoux a été écarté car il est trop éloigné de Ferney-Voltaire.

Les travaux achevés au moment du démarrage du chantier du tramway ne sont pas pris en compte non plus. Ils sont de fait intégrés à l'état initial de l'environnement (scenarii E0 et E1) de la présente étude d'impact. Il s'agit par exemple du BHNS Ferney-Gex en travaux au moment de la rédaction de l'étude d'impact, ou de la vélo-route Gex-Ferney.

Au final, sont retenus trois types de projets :

- Les projets structurants d'aménagement urbain qui seront pourvoyeurs de trafic nouveau ;
- Les projets en lien avec les infrastructures de déplacement ;
- Les projets dont les travaux sont concomitants aux travaux du tramway.

Tableau 47 : projets retenus pour l'analyse des effets cumulés

Types de projet	Nature du projet	Localisation
Projet d'aménagement urbain	programmes immobiliers majoritairement résidentiels	St Genis-Pouilly Ornex Divonne les Bains

	programmes commerciaux	Thoiry Saint Genis-Pouilly
Projet routier	Aménagement de la Porte de France	Saint Genis-Pouilly
Transport collectif	BHNS Saint-Genis-Pouilly-Meyrin Tramway des Nations côté suisse	Saint Genis-Pouilly Genève et Grand Saconnex
Chantiers concomitants	Projet OPEN et canalisations EU/AEP	Saint Genis-Pouilly, Cessy, Ségny

3.2 Détails des projets retenus

Les tableaux suivants listent les caractéristiques principales des projets retenus, leurs impacts et les mesures prises (si identifiées) pour éviter, réduire voire compenser ces effets. L'exercice est possible dès lors que les avis de la MRAE ou d'autres documents sont disponibles, permettant de trouver ces éléments (rapport de commissaire-enquêteur par exemple) ; en l'absence d'informations, les effets sont supposés à dire d'expert.

3.2.1 Projets d'aménagements urbains

Requalification urbaine du secteur Porte de France, à Saint-Genis-Pouilly		
Commune : **Saint-Genis-Pouilly**	MOA : non identifiée actuellement	Aucun avis trouvé
Caractéristiques de projet :	**Partie nord** sur une superficie de plus de huit hectares : logements, bureaux et activités tertiaires ; lycée international, maison médicale pluridisciplinaire du Pays de Gex et piscine « Au Fil de l'Ô » Travaux démarrés en 2013 et achevés. Etudes en cours pour le renouvellement urbain de la **partie sud** du quartier, qui s'étend sur neuf hectares. Celui-ci inclurait la requalification du giratoire Porte-de-France, dont le chantier devrait commencer en 2026, ainsi que l'aménagement d'un pôle multimodal. De nombreux commerces et services, un groupe scolaire, un parc paysager et un parking relais devraient également voir le jour. En outre, 700 logements sont prévus pour faire face à la croissance démographique.	
Enjeux environnementaux	Nœud important de trafic routier avec accès direct à la Suisse (CERN)	
Principaux impacts :		
Mesures :	Aménagements en faveur de la mobilité douce : mail piéton créé depuis le lycée international jusqu'à la rue René-Cassin	
Date supposée des travaux : 1ère tranche (porte de France nord) livrée 2ème tranche à l'étude (porte de France sud et requalification du giratoire)		

Programme immobilier aux lieux-dits "La Léchère" et "Pouilly" sur la commune de St Genis-Pouilly		
Commune : **Saint-Genis-Pouilly**	MOA : société Résidences Franco-Suisse 2 LACS (Hauts-de-Seine)	Avis du 9 octobre 2023 N°2023-ARA-AP-1586
Caractéristiques de projet :	600 logements incluant du stationnement, échelonné sur plus de 10 ans, dont une première tranche doit être réalisée à horizon 2030 en vue d'accueillir au total 1400 habitants supplémentaires sur la commune Création d'un équipement public (6000m²), d'un parc public (2ha), de 99 places de stationnement le long des voiries Surface : 10 ha	
Enjeux environnementaux	habitats et milieux naturels et en particulier les zones humides (3,7ha) usage des sols, sous-sols et la ressource en eau au plan quantitatif et qualitatif ; mobilités, énergie et émissions de gaz à effet de serre ; paysage	
Principaux impacts :	Environ 220 000 m³ de déblais : effets sur la nappe souterraine affleurante Suppression de zones humides (3 000 m²) et d'habitats d'espèces (avifaune et chiroptérofaune) Trafic induit par l'opération sur la RD35A (+450veh/jr)	
Mesures :	Evitement de zones humides Compensations de zones humides et d'habitats d'espèces (avifaune [pie-grièche écorcheur]et chiroptérofaune) Pompages des eaux souterraines en phase chantier Rétention des eaux pluviales (2 200 à 2 700 m³) Consommation d'eau potable (111 000 m³/an) pas satisfaite par les ressources locales (achat d'eau suisse)	
Date supposée des travaux : Non connue		

Projet immobilier "L'Orée des Chênes" au lieu-dit "Les Charbonnières" à Ornex		
Commune : **Ornex**	MOA : société SCCV L'Orée des Chênes (Haute-Savoie)	Avis délibéré le 23 novembre 2021/ 2021-ARA-AP-1235
Caractéristiques de projet :	Construction de 8 bâtiments de logements collectifs en R+ 2 + combles, comprenant : 155 logements pour une surface de plancher de 11 376 m² et 7 lots commerciaux en rez-de-chaussée, pour une surface de 682 m² ; Environ 9 000 m² d'espaces verts, dont un « cœur d'îlot paysager », comprenant une aire de jeux pour enfants, ainsi qu'une place publique de 1 000 m² ; Un parking ouvert de 39 places et deux parkings souterrains, de 111 et 100 places, soit 250 places de stationnement. Surface : 2 ha	
Enjeux environnementaux	Biodiversité, continuités écologiques et sites Natura 2000 pouvant être impactés par le projet ; Ressource en eau, du fait de la croissance démographique sur le territoire, et gestion des eaux pluviales ; Qualité de l'air et nuisances sonores et donc santé humaine, au regard de la localisation du projet en bordure de la route RD 1005 et du niveau de trafic ;	

	Construction et mobilité durable, en particulier, émissions de gaz à effet de serre et prise en compte du changement climatique, se traduisant notamment par une mobilité active et un bâti présentant de hautes performances en matière d'économie des ressources (eau, énergie, température).
Principaux impacts :	Consommation de foncier agricole (2ha) Alimentation en eau potable d'Ornex dépendante du champ captant de Pougny, en site N2000 Risque de perturbation des corridors écologiques identifiés au SCOT et dans le contrat corridors Vesancy-Versoix Augmentation de la demande de mobilité en lien avec l'arrivée de nouveaux habitants (+810 veh/jr sur la RD1005) et l'importance du stationnement dans l'opération (250 places > aux obligations du PLUiH).
Mesures :	Conservation d'une haie de vieux chênes Préconisations de limitation de la pollution nocturne vis-à-vis de la faune Réduction des consommations d'eau potable Proximité d'un arrêt du BHNS (400m) et desserte par des itinéraires « modes doux »
Date supposée des travaux : Non connue	

Aménagement du quartier de la gare à Divonne-les-Bains		
Commune : **Divonne-les-Bains**	MOA : commune de Divonne-les-Bains	Absence d'avis de l'AE en date du 18/11/2019 N°2019-ARA-AP-00896
Données collectées sur le site internet de la commune de Divonne-les-Bains et dans le rapport d'enquête publique relatif à la demande de PA du projet (février 2021)		
Caractéristiques de projet :	Réhabilitation de 8 ha en centre-ville de Divonne et développement d'environ 47 000 m² de surface de plancher 379 logements, dont 30% de logement sociaux 9 000 m² de commerces et 1 cinéma de 3 salles Création de nouveaux équipements : une crèche, une résidence senior, un nouveau local pour la police municipale Un pôle de mobilité regroupant les transports en commun et un grand parking souterrain ouvert au public (500 places) Agrandissement d'un parc Projet conçu autour d'une esplanade piétonne et arborée, connectée à une promenade qui reliera le quartier à la voie verte vers Grilly	
Enjeux environnementaux	Friche urbaine en centre-ville Arbres d'alignement Présence d'une zone humide de 1460m²	
Principaux impacts :	Phase chantier prévue de 4 à 5 ans : démolition du bâti existant, terrassements (2 niveaux de sous-sol), construction des bâtiments Effet de barrage des niveaux de sous-sol sur la nappe souterraine +1 000 à 1 500 habitants Augmentation de la capacité de stationnement (mais pas affichée précisément) Suppression de 1 110 m² de zone humide	
Mesures :	Gestion des déblais	
	Drainage de la nappe Végétalisation du quartier (200 arbres plantés) Compensation de la perte de zone humide Rétention des eaux pluviales Connexion au réseau de transport public et modes actifs	
Date supposée des travaux : Non connue		

Extension et aménagement du centre commercial Val Thoiry, à Thoiry		
Commune : **Thoiry**	MOA : société Eurocommercial	Avis de l'AE en date du 3/02/2014 (n°2013-764) Absences d'avis de l'AE en dates du : - 14/10/2018 (n°2018-ARA-AP-00645) - 06/05/2017 (n°2016-ARA-AP-256) - 06/05/2017 (n°2016-ARA-AP-257)
Données collectées sur l'avis de l'AE de 2014 et presse locale *Projet ayant fait l'objet de nombreux recours et décisions judiciaires* *Enquête publique unique sur le permis de construire de l'extension de la zone commerciale Val Thoiry du 12/11/2018 au 14/12/2018.*		
Caractéristiques du projet :	Agrandissement initial de 25 000m² pour l'implantation de 40 boutiques supplémentaires ; revu à la baisse à 20 000 m² et 20 boutiques. Réaménagement de l'entrée de ville : 2x2 voies avec terre-plein central, création d'une piste cyclable, agrandissement du giratoire existant, création d'un giratoire au nord du magasin Leroy-Merlin, création d'un passage souterrain (liaison est-ouest) Surface d'emprise de 3,8ha	
Enjeux environnementaux	Emprise sur une surface agricole (3,8ha) 40% de la charge du trafic de la RD884 provient du centre commercial Val Thoiry Aucun inventaire écologique réalisé alors que le site se trouve dans un continuum agricole type prairial	
Principaux impacts :	Hausse du trafic routier de +26% (+2358 voitures) en lien avec l'augmentation de l'offre de stationnement (+607 places) Suppression d'une haie Imperméabilisation du site	
Mesures :	Offre de transport collectif (ligne Y du TPG) Reconstitution d'une haie Création d'un bassin de rétention-infiltration Vanne de confinement des eaux pluviales car projet en amont d'une zone humide (ruisseau du Pré de Fontaine)	
Concertation publique relative aux travaux d'aménagement de la voie desservant le centre commercial Val Thoiry et l'accès à la commune de Thoiry, portée par le CD Ain, du 20 octobre 2023 au 20 novembre		
Ce projet s'inscrit dans le cadre du schéma d'extension de l'enseigne Val Thoiry. Cette opération aura pour objectif de fluidifier l'ensemble des dessertes de cette zone d'activités qui lors des périodes de grande affluence, se retrouve très rapidement engorgée jusqu'à l'accès à la 2x2 voies. Les opérations se dérouleront en trois temps : - transformation du carrefour entre les rues du Pré Jacquet et de la gare en giratoire,		

- mise en place d'un giratoire de faible emprise au carrefour de la rue du Pré Jacquet et l'entrée nord de Val Thoiry, - aménagement de la rue de la Gare jusqu'au giratoire sous la 2x2 voies. Ces opérations s'inscrivent dans le cadre du projet d'extension de la zone commerciale et de l'ajout de places de stationnement au Val Thoiry.
Date supposée des travaux : Non connue

Création d'un ensemble commercial (projet OPEN), à Saint Genis-Pouilly		
Commune : **Saint Genis-Pouilly**	MOA : société FREY	Avis rendu tacite le 16/03/2017
Données collectées sur le site internet du projet OPEN et de la commune de St Genis Pouilly *Projet ayant fait l'objet de nombreux recours pendant 10 ans et décisions judiciaires.* *Validation du projet par le Conseil d'Etat en date du 20/12/2023*		
Caractéristiques du projet :	Construction de 39 000 m² de surface de plancher pour 50 magasins, un Intermarché, 15 restaurants, un pôle de loisirs de 7 000 m², un mail gourmand, un rooftop (toit terrasse aménagé) Création d'un carrefour à feux et d'un doublement des voies au niveau de l'intersection RD35A et de la rue de l'Église Redimensionnement du giratoire à l'intersection de la RD35 et de la RD35a avec la création d'un shunt à chaque branche. Plus de 5 hectares d'espaces plantés	
Enjeux environnementaux	Pas identifiés Aucune donnée d'état initial disponible	
Principaux impacts :	***A priori et a minima :*** Imperméabilisation du site Induction de trafic routier (aucune estimation) Destruction de milieux naturels et d'habitats d'espèces (Alouette lulu, bruant jaune, pipistrelle commune[13])	
Mesures :	A priori : Certification BREEAM Construction bois Végétalisation des abords et des toitures Dispositifs de rétention des eaux pluviales	
Travaux démarrés		

[13] https://actu.fr/auvergne-rhone-alpes/saint-genis-pouilly_01354/cet-enorme-centre-commercial-et-ses-70-magasins-a-2h-de-lyon-doivent-sortir-de-terre_55821950.html

3.2.2 Projets d'infrastructures

Au vu de la demande croissante de l'offre de mobilité sur ce secteur frontalier, plusieurs projets d'infrastructures sont à l'étude sur le territoire de la CAPG.
Certains projets ont été soumis à enquête publique récemment dans le périmètre de la CAPG. Ces projets d'infrastructures n'étaient pas soumis à évaluation environnementale car ils sont jugés sans effet significatif sur l'environnement suite à l'examen au cas par cas. Il s'agit des projets suivants :

- Voie verte entre Gex et Ferney-Voltaire ; enquêtes publiques (DUP et parcellaire) du 23 janvier 2023 au 17 février 2023 ; **ce projet étant partiellement réalisé, il est pris en compte dans l'état initial de l'environnement de la présente étude.**
- Aménagement d'une vélo-route à Thoiry : du centre de Thoiry à Badian via le hameau de Gremaz ; enquête publique (DUP et parcellaire) du 2 mai 2023 au 23 mai 2023
- Aménagement d'une ligne de bus à haut niveau de service à Saint-Genis-Pouilly ; enquêtes publiques (DUP et parcellaire) du 18 septembre 2023 au 9 octobre 2023 ;

Enfin, outre le projet de BHNS entre Saint-Genis-Pouilly et Meyrin, le CD de l'Ain a deux autres projets d'aménagements routiers à Saint-Genis-Pouilly :

- Requalification du giratoire de la Porte de France,
- Aménagement des carrefours le long de la RD35a.

Ces deux projets sont en cours d'étude et ont fait l'objet d'une phase de concertation publique. Ils n'ont pas à ce jour fait l'objet d'une évaluation environnementale : les impacts et mesures ne sont donc pas connus.

Le dernier projet structurant est le prolongement du tramway depuis la place des Nations jusqu'à Ferney-Voltaire, dont le projet objet de la présente étude d'impact est la finalisation.

Les projets sont détaillés ci-après.

✓ ***Partie suisse du prolongement du tramway depuis la place des Nations***

Le tracé du prolongement du tramway est présenté en 2 - Présentation succincte du projet : l'extension du tramway des Nations à Ferney-Voltaire en page 13 de la présente étude d'impact.
Le tracé du tramway en Suisse utilise principalement la route de Ferney, axe routier du réseau primaire de Genève : cette route assurait jusque début 2024 le rôle de pénétrante et de connexion directe entre le centre de Genève et le réseau autoroutier (autoroute N01 au sud de l'aéroport qui constitue l'axe routier est-ouest de la Suisse). L'insertion du projet de tramway n'est rendue possible que grâce à une profonde modification de la hiérarchisation du réseau viaire genevois, permise par l'ouverture, au printemps 2024, de la route des Nations.
D'une longueur totale de 1,2 kilomètres, dont 80% en sous-terrain, la route des Nations relie l'autoroute N01 au quartier des organisations internationales et est étroitement liée à la jonction autoroutière du Grand-Saconnex réalisée par la Confédération suisse. La route des Nations permet de canaliser le trafic routier en sous-sol et de libérer de l'espace en surface pour y développer les transports collectifs et la

mobilité douce et ainsi offrir une meilleure qualité de vie aux habitants des communes du Grand-Saconnex et de Pregny-Chambésy.

Hiérarchisation du réseau viaire jusqu'à début 2024

Hiérarchisation du réseau viaire après l'ouverture de la route des Nations

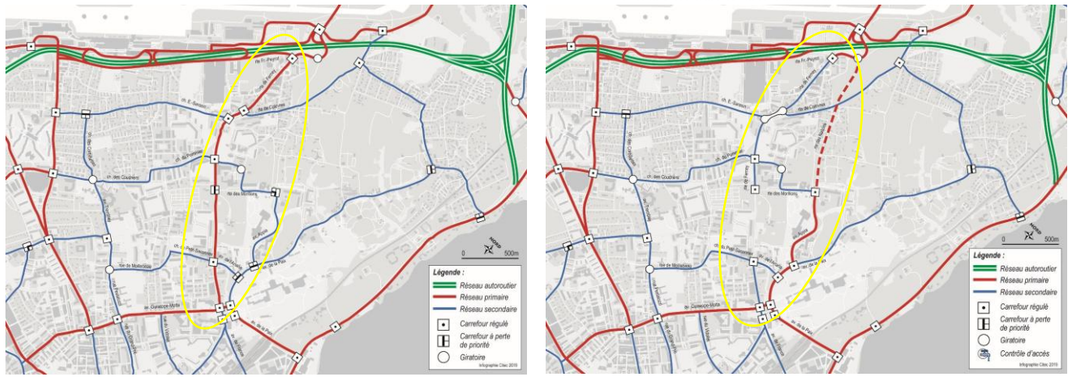


Figure 228 : évolution de la hiérarchisation du réseau viaire de Genève

✓ ***Détail du BHNS Saint-Genis-Pouilly-Meyrin (CD Ain)***

Le projet de BHNS Saint-Genis-Pouilly-Meyrin concerne un axe majeur de déplacement transfrontalier, desservant le CERN, les communes de Saint-Genis-Pouilly et Meyrin et permettant de rejoindre le centre de Genève.

Cette voie fait actuellement l'objet d'un trafic pendulaire très important lié aux déplacements transfrontaliers. Afin de diminuer les problématiques de circulation et d'offrir une alternative compétitive à la voiture individuelle, il est donc nécessaire d'aménager l'axe Saint-Genis-Pouilly - Meyrin afin d'extraire l'offre de transport en commun de la congestion automobile et assurer la vitesse commerciale.

Les différents documents de planification stratégique concernant le Pays de Gex, que ce soit à l'échelle du Grand Genève ou à l'échelle de Pays de Gex agglo, font transparaitre des orientations favorisant une meilleure coordination entre urbanisme et transport, la réduction de la dépendance automobile au profit des transports publics et de la mobilité douce et la structuration de liaisons paysagères. Le secteur de Porte de France à Saint-Genis-Pouilly est bordé par la RD35 axe majeur du département. Cet axe est en liaison avec la RD884 desservant le CERN, Meyrin et Genève. Les infrastructures routières du secteur fond l'objet d'un trafic pendulaire important lié aux déplacements frontaliers. Les remontées de files et la saturation du carrefour de Porte de France sont quotidiennes. Les projections de trafic en 2040 montrent un doublement des flux. Le Département de l'Ain est engagé, en tant que maitre d'ouvrage, dans un projet de restructuration du carrefour de la Porte de France à Saint-Genis-Pouilly, actuellement en phase Projet. Pays de Gex agglo, en tant qu'autorité organisatrice de la mobilité, a engagé une dynamique importante de développement des transports en commun. Ainsi, la ligne 68 est passée d'une fréquence au quart d'heure à 9 minutes depuis décembre 2018. Le niveau de service est cadencé avec l'offre tramway situé au niveau du CERN. Pour autant, les problématiques de congestion nécessitent de mener un travail important d'aménagement de l'axe Saint-Genis-Pouilly - Meyrin afin d'extraire l'offre de transport en commun de la congestion automobile et assurer la vitesse commerciale. Ainsi, l'axe doit intégrer une mobilité douce bidirectionnelle, un axe de transport individuel motorisé bidirectionnel et un axe en site propre de transport en commun. Cet aménagement en site propre devra être évolutif pour à terme permettre l'extension du tramway dont le dernier arrêt est actuellement au CERN.

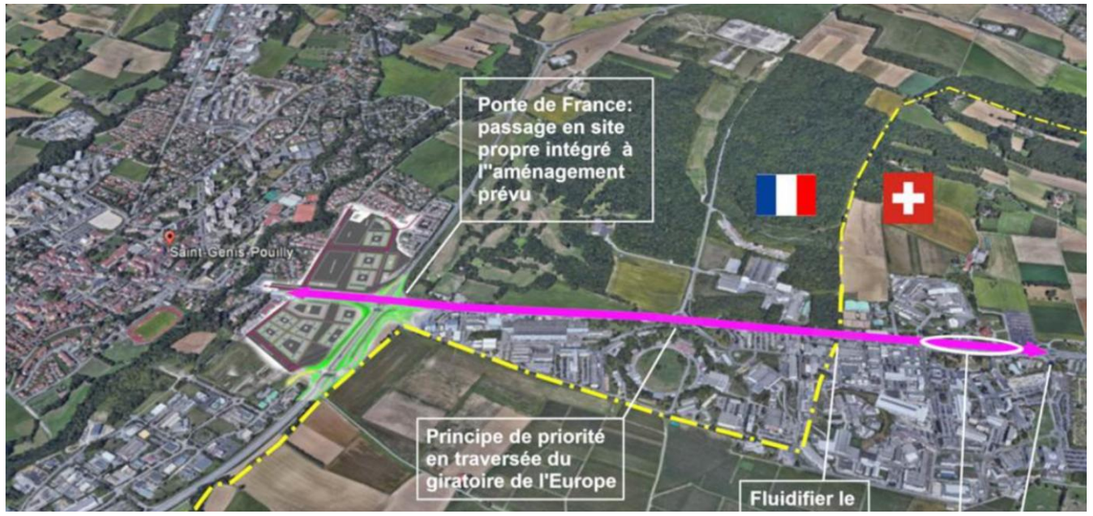


Figure 229 : projet de BHNS entre la Porte de Franche et la frontière suisse (Meyrin)

✓ ***Requalification de la Porte de France***

Le giratoire de la Porte de France se situe à l'intersection de 4 axes structurants du Pays de Gex : au sud-ouest, la RD 884 en provenance de Valserhône, au nord-est, la RD 35 en provenance de Ferney-Voltaire et de Gex, au sud-est, la RD 984F, porte d'entrée de Genève et au nord-ouest, la rue de Genève. 30 000 véhicules franchissent quotidiennement la douane de Meyrin... Les projections à l'horizon 2040 prévoient une forte augmentation du trafic !

Sa situation centrale et sa proximité avec des pôles d'emplois générateurs de trafic (l'agglomération genevoise, le CERN, le Technoparc de Saint-Genis-Pouilly, le lycée international, la maison médicale, la piscine, le pôle hôtelier, etc.) en font un nœud majeur de circulation du Pays de Gex.

De nouveaux projets, générateurs de nouveaux trafics, sont à anticiper dans les mois et les années à venir :

- Livraison de l'ensemble des logements du quartier « Porte de France Nord », au nord de la rue de Genève,
- Projet de création d'un parking-relais de grande capacité de 800 places, au sud de la rue de Genève,
- Projet d'aménagement « Porte de France sud »,
- Projets de constructions de logements : plus de 10 000 programmés à l'horizon 2030 sur l'ensemble du Pays de Gex (dont plus de 2500 uniquement sur le pôle Saint-Genis Pouilly - Thoiry - Sergy).

La requalification du secteur de la Porte de France devra permettre de répondre à plusieurs objectifs :

- Permettre le passage prioritaire d'un BHNS Est-Ouest à travers la Porte de France pour réduire les flux automobiles transfrontaliers,
- Favoriser le développement des modes actifs afin de permettre l'augmentation de leurs parts modales,

- Assurer une meilleure gestion du trafic et des flux traversant Nord-Sud dans des temps de parcours plus réguliers

Il permettra également de manière directe ou indirecte, de :
- Accompagner les mutations urbaines du secteur avec l'urbanisation des secteurs « porte de France Nord » (en cours) et « Porte de France sud » (en projet)
- Accompagner le développement de l'activité du CERN sur le secteur
- Créer une entrée de ville plus urbaine bénéficiant d'un traitement paysager qualitatif et plus urbain
- Simplifier la géométrie et la lisibilité des aménagements, notamment au profit des personnes à mobilité réduite
- Favoriser la reconstitution des continuités écologiques vertes et bleues interrompues par la Porte de France en permettant la renaturation d'une partie du Nant de l'Ecra et des espaces en périphérie du giratoire
- Anticiper l'augmentation prévisionnelle des mouvements pendulaires transfrontaliers
- Favoriser le report modal vers les transports en commun en favorisant l'accès aux futurs parkings relais et pôle d'échange multimodal (en projet)
- Anticiper la mutation du système de transport en commun bus vers une éventuelle ligne de tramway.



Figure 230 : projet de requalification du giratoire de la Porte de France à St Genis Pouilly

Le département prévoit un aménagement de 3 carrefours à feux avec la création d'un passage inférieur dédié aux piétons et aux cycles. Ce projet a été présenté en concertation publique du 11 septembre au 11 octobre 2023.
Suite à cette concertation, le Département, maitre d'ouvrage de l'opération de requalification de la Porte de France, s'est engagé :
- à étudier et à proposer, en lien avec le futur gestionnaire, des solutions facilitant la gestion et sécurisant l'utilisation du cheminement dénivelé pour modes actifs.
- à étudier, en collaboration avec Pays de Gex agglomération, la création de la liaison piéton/cycle manquante entre Porte de France Nord et la zone naturelle de loisir.
- à étudier les propositions d'optimisation permettant d'améliorer encore davantage le cheminement des modes actifs.
- à produire dans le cadre de ses études ultérieures une notice spécifique dédiée à la compatibilité du projet avec un système tramway.
- à publier sur son site internet les vidéos de modélisations du trafic en heure de pointe à l'horizon 2040.

Ces trois projets routiers à St Genis Pouilly étant en cours d'étude, il est fort probable que les travaux ne soient pas concomitants avec ceux du tramway. Ces chantiers ne débuteront certainement qu'après la mise en service du tramway (après 2027). Aussi, la phase chantier du tramway ne se cumulera pas avec ces chantiers routiers à St Genis. Bien au contraire, le tramway étant en service et les conditions de circulation étant très dégradées à St Genis autour de la Porte de France, le tramway sera fort utile pour l'écoulement du trafic empêché sur les voiries en travaux.

✓ ***Aménagement de carrefours le long de la RD35a à Saint-Genis-Pouilly (CD Ain)***

Située sur Saint-Genis-Pouilly, la RD35a est une route classée à grande circulation du pays de Gex qui assure la liaison de la RD 984c en provenance de Gex au nord-ouest vers la RD35 à l'est. La RD35 relie Saint-Genis-Pouilly (carrefour Porte de France) à Ferney-Voltaire. 20 000 véhicules passent quotidiennement sur cet axe et entraînent des difficultés de circulation.
Pour fluidifier le trafic, améliorer la sécurité de son réseau et prendre en compte la réalisation d'un projet commercial aux abords de cet axe (projet OPEN présenté ci-avant), le Département de l'Ain envisage de réaménager la RD35a comprise entre la RD35 et la RD984c.

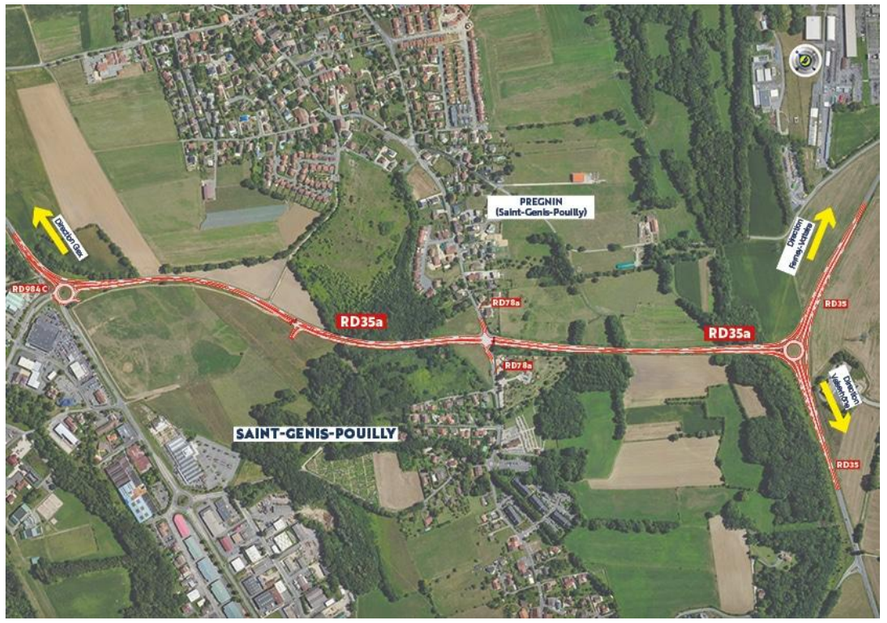


Figure 231 : aménagement de la RD35a à St Genis Pouilly

Les aménagements envisagés sont les suivants :
- Amélioration de la capacité et de la fluidité du giratoire à l'intersection de la RD35 et de la RD35a,
- Sécurisation du giratoire temporaire (« giratoire plastique ») à l'intersection de la RD35a et de la rue de l'Église (RD78a) en réalisant un carrefour à feux,
- Création d'un carrefour à feux sur la RD35a permettant de réaliser un accès au futur projet commercial,
- Amélioration de la capacité et de la fluidité du giratoire à l'intersection de la RD35a, la RD 984c, la route du Crozet et la rue de la Faucille, et création d'un accès au futur projet commercial.

3.2.3 Détail du modèle multimodal de déplacement à l'échelle métropolitaine

Lors du montage du projet de tramway, une évaluation du report modal permise par l'extension du tramway à Ferney-Voltaire a été réalisée grâce au Modèle Multimodal Transfrontalier (MMT). Ce modèle permet des simulations à l'échelle de l'ensemble de la métropole.

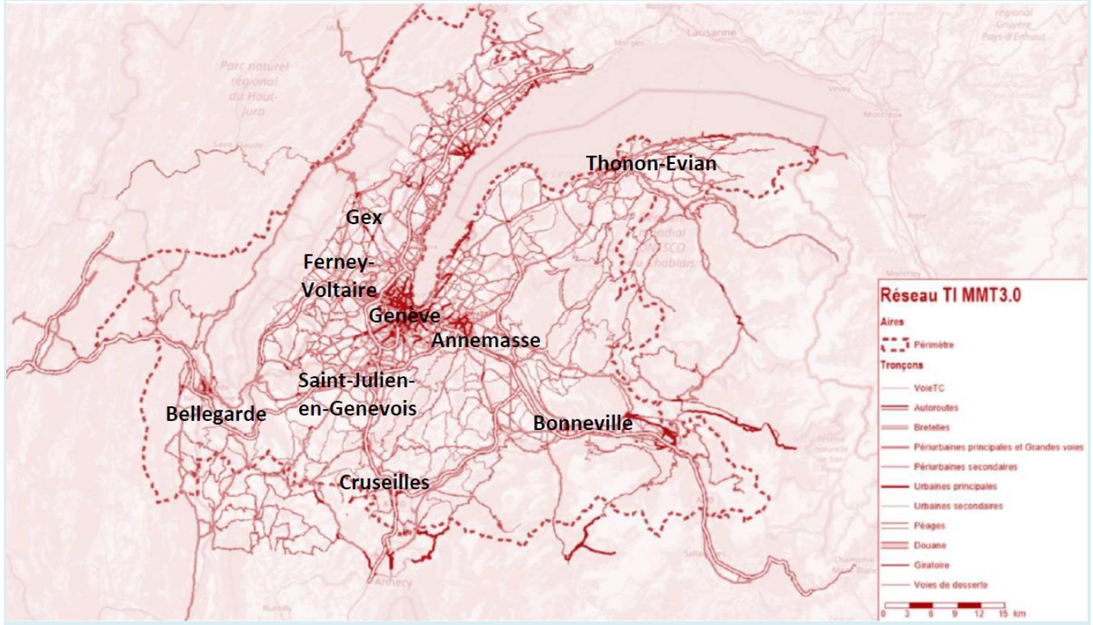


Figure 232 : périmètre du modèle MMT, rapport technique modélisation MMT – projet d'agglomération n°4, janvier 2021, Egis

Ce modèle transfrontalier a permis de comparer les scénarios d'extension jusqu'à Ferney Voltaire ou jusqu'au P+R P47 (cf tracés ci-contre).

Les conclusions de cette modélisation étaient les suivantes : Le report modal lié au projet d'extension du tramway est ainsi estimé à 1 640 personnes par jour (soit environ 1 300 véhicules selon le taux de remplissage de 1,25 issu du modèle).

Tableau 48 : principaux résultats de report liés au projet de prolongement du tramway à Ferney-Voltaire

Prolongement de la ligne de Tramway à Ferney – Voltaire	
Nouveaux déplacements sur le réseau TC	1 970
Déplacements reportés de la VP (personnes)	1 640

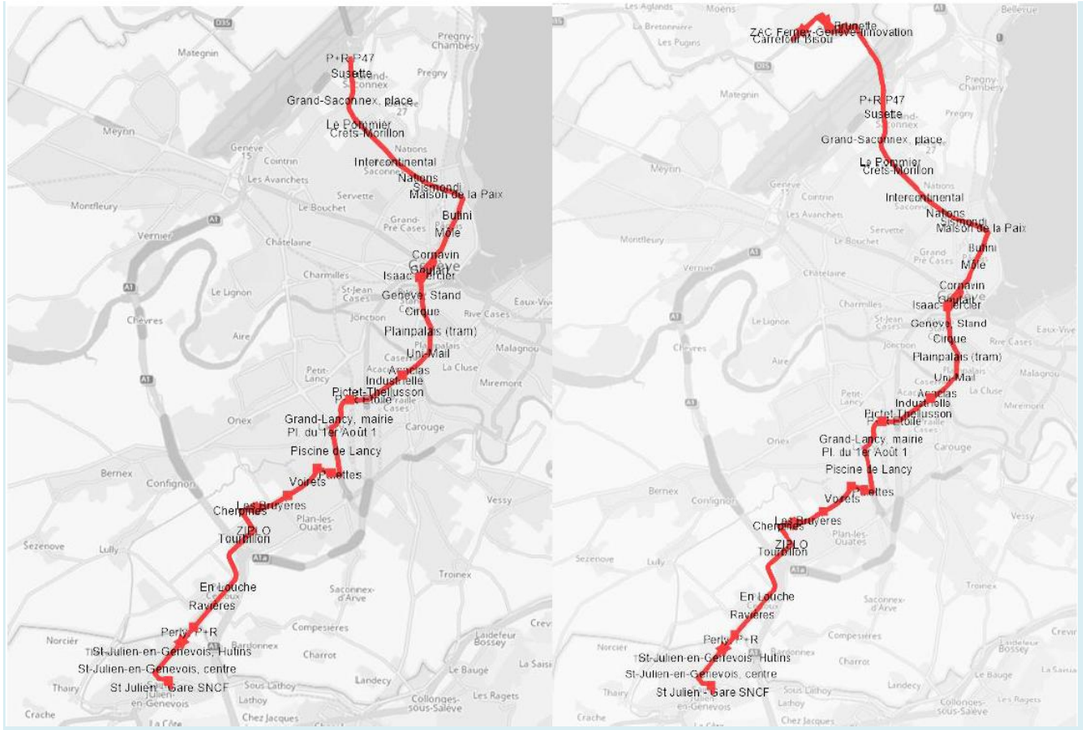


Figure 233 : ligne tramway TPG 15 en 2030 en Référence (gauche - prolongement en Suisse jusqu'au P+R P47) et en Projet (droite – prolongement jusqu'à Ferney-Voltaire)

3.2.4 Travaux concomitants aux travaux du tramway

Le prolongement du tramway en Suisse depuis la place de Nations jusqu'à la frontière franco-suisse à Ferney-Voltaire est le chantier principal qui sera mené en même temps que la partie française de ce prolongement. Les conditions de circulation seront fortement dégradées sur la totalité de l'itinéraire du tramway côté suisse. Avec l'ouverture de la route des nations, la route de Ferney est déclassée dans le réseau secondaire, la route des nations devenant la nouvelle voie d'accès au quartiers des nations. Au démarrage du chantier du tramway, le route de Ferney sera coupée entre la route des Morillons et l'avenue de l'Ariana (cf carte ci-après).



Figure 234 : coupure définitive de la route de Ferney et déclassement de cette route dans le réseau secondaire à Genève

Les autres chantiers sont détaillés ci-après :

Renouvellement, renforcement et extension des canalisations d'eau potable et d'eaux usées sur les communes de Cessy, Segny et Ornex		
Communes : **Cessy, Segny et Ornex (01)**	MOA : Régie des Eaux Gessiennes (Ain)	Avis du 29 août 2023 / 2023-ARA-AP-1564
Caractéristiques de projet :	Pose de 5 104 m de canalisation pour les eaux usées et 8 818 m pour les eaux potables. Pose de 200 m de canalisations pour les eaux pluviales, 413 m de fibre optique, ainsi que les chambres de vannes et raccordements nécessaires. Le projet ne modifie pas la consommation d'eau ou la quantité d'eau usées, ni le tracé de ces réseaux.	
Enjeux environnementaux	Enjeux écologiques au droit des cours d'eau et boisements associés	
Principaux impacts :	Travaux de 14 mois Intercepte 2 fois la RD1005 sinon, le chantier est hors voie circulée	
Mesures :	Evitement de la RD1005, axe routier très fréquenté Evitement des secteurs à enjeux écologiques, en dehors des périodes de reproduction de la faune Traversée des cours d'eau par fonçage Réutilisation des matériaux de déblais en remblais sur place.	
Date supposée des travaux : 2025		

Système de collecte de l'Est gessien et réalisation d'un bassin de stockage-restitution sur le secteur Poterie de la ZAC Ferney-Genève Innovation sur la commune de Ferney-Voltaire (01)		
Commune : **Ferney-Voltaire (01)**	MOA : régie des eaux gessiennes et la société publique locale Terrinnov (Ain)	Avis du 4 mai 2023 / 2023-ARA-AP-1503
Caractéristiques de projet :	Modifications (déjà réalisées) des onze déversoirs d'orage équipant le système de collecte de l'Est gessien, Suppression de cinq d'entre eux, Construction d'un bassin de stockage-restitution de 3 000 m³ Renforcement du collecteur de transfert entre l'ancienne station d'épuration de Ferney-Voltaire et la frontière suisse.	
Enjeux environnementaux	Biodiversité Qualité des eaux du Gobé	
Principaux impacts :	Impacts sur la prairie d'Ausset Amélioration de la qualité des eaux du Gobé	
Mesures :	Renaturation de la prairie d'Ausset et création de mares et habitats favorables à la faune.	
Date supposée des travaux : 2025		

Champs de sondes géothermiques verticales – ZAC Ferney Genève Innovation		
Commune : **Ferney-Voltaire (01)**	MOA : SPL Terrinov (Ain)	Avis du 16 juillet 2018 / 2018-ARA-AP-00590
Caractéristiques de projet :	Création d'une double boucle d'eau tempérée, également appelée « réseau d'anergie », qui permettra de mutualiser l'énergie thermique entre bâtiments par l'intermédiaire de pompes à chaleur (PAC) raccordées sur cette double boucle ; ainsi, la chaleur ou le froid produits par les uns pourra être utilisé par les autres.	
Enjeux environnementaux	Préservation de la qualité des eaux souterraines Prise en compte du changement climatique Gestion des déchets	
Principaux impacts :	Risque de pollution des eaux souterraines en phase chantier Recours à une source d'énergie non fossile et renouvelable Bruit de la phase chantier	
Mesures :	Mesures techniques pour éviter les pollutions Travaux	
1er champ de sonde réalisé sur le secteur Poterie en 2023-2024. Les travaux des tranches suivantes se succèderont dans les prochaines années en lien avec la construction des lots sur Paimboeuf et Très-la-Grange.		

4 Effets cumulés

4.1 Concomitance des travaux

Les travaux du tramway **de la place des Nations jusqu'au carrefour du bisou** vont démarrer en 2025 pour une mise en service fin 2027, **soit un chantier de 30 mois.**
En Suisse, les travaux seront engagés sur la totalité de l'itinéraire en même temps. Cela est rendu possible grâce à l'ouverture de la route des nations qui permet le report du trafic de la route de Ferney vers cette nouvelle pénétrante.
Côté français, la phase critique est la période des travaux sur la RD1005 entre la place des lumières et la douane, puisqu'il s'agit d'un axe routier très circulé (13 650 veh/jr). Cette période de chantier est estimée à 6 mois et sera réalisée courant 2027.

Deux autres projets ont été identifiés comme pouvant être réalisés lors de cette période : l'aménagement du projet OPEN à Saint Genis-Pouilly, les travaux sur les canalisations EU/AEP à Cessy et Ségny et les travaux de la ZAC Ferney-Genève innovation (sondes géothermiques et construction des secteurs Paimboeuf et Très-la-Grange).
Pour les chantiers situés en dehors de la ZAC FGI, les impacts cumulés seront faibles au regard des effets du chantier sur la RD1005 et côté suisse, puisque ces projets sont relativement éloignés de la zone de chantier « tramway » (à plus de 5km) et surtout sont réalisés en dehors des axes de circulation majeurs (en dehors de la RD1005 et RD35).
En revanche, les camions de chantier emprunteront les axes routiers, au même titre que ceux du chantier tramway.
Le projet de canalisation EU/AEP coupe la RD1005 à deux endroits ce qui pourra occasionner un ralentissement momentané sur la RD1005.

L'effet cumulé du chantier côté suisse et français est fort sur la circulation routière. L'effet cumulé des autres chantiers est faible au regard de l'incidence seule du chantier de tramway.

4.2 Projets susceptibles d'induire du trafic routier

Les projets d'aménagement urbain, qu'ils soient résidentiels ou commerciaux, sont potentiellement pourvoyeurs de nouveau trafic ou du moins, d'une demande nouvelle de mobilité.
Dans le cas des projets immobiliers à St Genis Pouilly et Ornex, et des projets commerciaux (Val Thoiry et OPEN), il semble que peu de mesures ne soient prises pour limiter l'usage du véhicule particulier : l'offre de stationnement dans ces projets reste importante, voire supérieure aux obligations du PLUiH (cas à Ornex), sans mesure forte et coercitive visant à limiter l'usage du véhicule particulier.
Par exemple, les opérations commerciales ne sont pas positionnées à proximité d'arrêts de transports collectifs performants, les capacités de stationnement sont importantes et la voirie est réaménagée pour augmenter l'accessibilité : l'accès en véhicule particulier est donc fortement favorisé.
Par conséquent, une fois aménagées, ces zones seront émettrices ou réceptrices de flux routiers importants, contribuant aux mauvaises conditions de circulation dans le reste du territoire, et participant à la dégradation de la qualité de l'air et aux nuisances sonores.

Le tramway et notamment le parking relais du terminus du bisou constitueront une offre très intéressante pour l'ensemble des usagers en provenance de l'ouest gessien (Thoiry, Saint Genis-Pouilly, Prévessin-Moëns) et préférant faire du report modal.

L'effet cumulé du tramway associé au parking relais du bisou est donc très positif vis-à-vis des projets d'aménagement urbain à venir dans ce secteur.

4.3 Projets d'infrastructures

Les projets routiers visent à améliorer les conditions d'écoulement du trafic au droit de projet émetteur de trafic (ex : RD35a au droit du projet OPEN ; travaux de voiries au droit du centre commercial Val Thoiry). L'incidence est donc locale. Le projet de tramway n'a pas d'effets cumulés sur ces projets.
Les autres projets (BHNS, vélo-routes…) sont l'application de la politique volontariste de la CAPG qui souhaite une meilleure coordination entre urbanisme et transport, la réduction de la dépendance automobile au profit des transports publics et de la mobilité douce.

Ces aménagements ont donc un impact cumulé très positif avec le tramway en favorisant le report modal. Ils sont potentiellement complémentaires les uns des autres et œuvrent au changement des habitudes de mobilité.

5 Mesures prises vis-à-vis des impacts cumulés

Le chantier du tramway puis son exploitation impacteront de manière considérable le trafic, en France comme en Suisse.

5.1 Mesures de réduction prises en phase chantier

5.1.1 Organisation du chantier

Les mesures de réduction résulte de l'organisation adéquate de la période de chantier.
Les principes suivants de la phase chantier sont utilisés des deux côtés de la frontière :

- Mise en place du schéma de circulation définitif le plus tôt possible tout au long des phases ;
- La voirie provisoire est toujours construite avant la plateforme tramway ;
- Les emprises des voies trams sont considérées comme de la voirie circulable en phase de construction, les revêtements définitifs de voirie étant faits en toute fin de chantier ;
- Largeur des voiries provisoires de 3,20m minimum ;
- Conservation des cheminements piétons ;
- Démolition de certains arrêts de bus, création d'arrêts provisoires ou mutualisation d'arrêts ;
- Les cheminements cycles pourront être modifiés provisoirement sur les tronçons ou la largeur de voirie est insuffisante en phase travaux ;
- Les accès services de secours, riverains ou services techniques sont garantis.

Côté français, la réalisation d'une partie du chantier dans la ZAC FGI en cours de construction et donc peu ou pas habitée, facilite grandement cette période délicate. La partie la plus compliquée reste le chantier sur la section de RD1005.

La réalisation des travaux est réalisée en deux étapes : phase préparatoire (acquisitions des emprises foncières, validation des schémas d'exploitation des transports, travaux d'abatages, suppression d'ilot…) et phase de travaux spécifiques à la nouvelle voirie. La deuxième phase est réalisée selon les étapes d'exécution des travaux suivantes :

- Modification de la circulation (préparation des chaussées provisoires) ;
- Réalisation des travaux en demi-chaussée ;
- Terrassement de la plateforme ;
- Bétonnage de la plateforme ;
- Eventuelle circulation provisoire sur la plateforme ;
- Mise en place des traverses et rails ;
- Revêtement final architectural ou végétal ;
- Aménagement de la voirie ;
- Mise en place de la signalisation, du marquage et du mobilier urbain.

5.1.2 Maintien des transports collectifs et modes doux

Le phasage des travaux maintiendra au maximum la circulation des bus, des modes doux et les accès riverains. Le schéma de circulation final pourra être appliqué au besoin rapidement sur certains secteurs à gabarit restreint. En cas de besoin, des itinéraires de reports seront mis en œuvre, en particulier pour les cycles.

5.1.3 Mesure d'accompagnement : information des usagers

L'information du chantier et de son avancement fait partie intégrante du programme du chantier.
L'information sera donnée sur l'autoroute, dans la presse et sur des panneaux d'information routiers indiquant la période des travaux du prolongement du tramway de la place des Nations à Ferney-Voltaire. Les usagers seront fortement incités à éviter les secteurs en travaux, différer leurs déplacements, télétravailler… Les employeurs devront également diffuser l'information auprès de leur collaborateurs.
Ces informations seront disponibles sur les sites internet des différentes municipalités de Genève au territoire gessien, dans la rubrique « actualité » par exemple.

5.2 Mesure d'évitement : report de trafic

La modification de la hiérarchisation du réseau viaire genevois est un préalable au démarrage des travaux du tramway.
A Genève, la coupure au trafic entre Ariana et Morillons, est rendue nécessaire pour des raisons de gabarit limité. Elle induit un report de trafic au-delà de la route de Ferney.
Avec l'ouverture de la route des Nations, il est attendu un report de 60% du trafic circulant initialement sur la route de Ferney.
Toutefois, la route des Nations n'est pas en mesure d'accueillir tous les reports de trafic en lien avec la coupure de la route de Ferney. D'importants reports de trafic sont également prévus sur Moïse-Duboule et Pestalozzi/Trembley. Des mesures spécifiques ont été prises en Suisse pour répartir ce trafic.
Cette mesure est mise en place avant le démarrage du chantier de tramway et perdurera de manière définitive.

5.3 Mesure de réduction : stratégie d'exploitation globale

La stratégie d'exploitation se base sur plusieurs grands principes : le rabattement des usagers sur les P+R du bisou à Ferney-Voltaire et du P47 au Grand-Saconnex, le dosage d'accès (sur les carrefours stratégiques de l'axe) et la priorisation des transports en commun dans l'espace (sites propres) et le temps (priorisation via la régulation).
La stratégie de régulation mise en place doit permettre d'améliorer considérablement le fonctionnement de la route de Ferney notamment en augmentant fortement l'offre TC grâce à une priorisation du tram et des bus. Le contrôle des véhicules entrant en ville permet de gérer l'afflux de véhicules en heures de pointe et éviter de congestionner les carrefours stratégiques, dont notamment la place tournante de Carantec. Les objectifs de régulation garantissent une priorité augmentée aux transports en commun et à la mobilité douce.

Ainsi, **le Plan Stratégique Multimodal** a pour but de répondre à ce changement de paradigme. En effet, un important report modal vers les transports en commun et les modes doux est nécessaire. Ces ambitions impliquent la recommandation de réalisation de mesures liées de mobilité. Elles s'appuient sur trois leviers d'actions principaux, eux-mêmes dépendant de la hiérarchie du réseau sous-jacente : **les transports en commun, les modes doux et le stationnement**. La réalisation de ces mesures permet d'offrir un système multimodal performant à l'échelle de la rive droite de Genève et du bassin versant gessien. La plupart de ces mesures (dont la maîtrise d'ouvrage est principalement genevoise) doit être réalisée préalablement au chantier, puisque les restrictions de trafic attendues lors de celui-ci seront proches de la configuration finale.

En synthèse, le tramway apportera une plus-value multimodale importante à la rive droite genevoise. En plus de l'apport évident du tram, le réseau de bus TPG est repensé pour apporter une complémentarité. Le site propre pour les cycles permettra de lier de manière directe et sécurisée Ferney-Voltaire et le Grand-Saconnex à Genève. Les trottoirs sont élargis et le nombre de traversées piétonnes est pratiquement doublé. Malgré la coupure de trafic automobile entre Morillons et Ariana, l'accessibilité sera restituée et les reports de trafic maîtrisés.

Chapitre 8 Coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité – Evaluation des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre

1 Emissions de GES en phase chantier et exploitation

L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet est menée sur une période de référence de 30 ans. Celle-ci tient compte de tout le cycle de vie du tramway, de la phase de construction à la phase de fin de vie du projet.
Cette évaluation porte sur les variations entre deux scenarii :

- **Le scénario sans projet** correspond à la trajectoire d'évolution des émissions GES la plus probable de l'aire d'étude en l'absence de réalisation du tramway : ZAC FGI sans tramway.
- **Le scénario avec projet** correspond à la trajectoire d'évolution des émissions de GES la plus probable de l'aire d'étude à laquelle est ajoutée l'estimation quantifiée des émissions de GES du projet de tramway : ZAC FGI avec tramway.

Ces deux scénarios sont construits en s'appuyant sur des hypothèses de scénarisation communes :

- calcul des émissions de GES annuelles en intégrant une durée de vie de 30 ans pour les nouvelles infrastructures construites ;
- utilisation des mêmes facteurs d'émission (contenu GES des données collectées) entre les deux scénarios.

1.1 Quantification des émissions

Les données et hypothèses utilisées pour les calculs sont résumées dans le tableau ci-dessous.
Le détail des calculs pour chaque poste est fourni dans la partie méthodologie (cf § 9. Emission de GES en phase chantier et exploitation).

Tableau 49 : données et hypothèses retenues pour le calcul du bilan GES

			Donnée				
Poste d'émission	**Sous-poste**		**Nom donnée**	**Valeur donnée**	**Unité donnée**	**Durée d'amortissement (ans)**	**Commentaire**
1. Création des infrastructures	1a. Infrastructures du tramway	1a1. Fabrication des tramways	Masse des tramways (prorata du réseau)	173	tonnes	10	nombre de tram x poids à vide x prorata de la longueur du prolongement
		1a2. Construction + installation des voies et quais	Masse de béton armé des quais et infrastructures	5 361	tonnes	30	
			Masse de béton non armé des quais et infrastructures	9 274	tonnes	30	
			Masse d'acier des rails	376	tonnes	30	4 rangées de rails sur 1,7km
		1a3. Production + installation des cables	Longueur des câbles de 400mm²	900,0	m	10	Câbles d'injection, fil de contact et Feeder, hypothèses sur les longueurs
			Longueur des câbles de 107mm²	10 400	m	10	
		1a4. Terrassement	Emissions des travaux	9 750	m³	1	Consommation d'énergie des engins de chantier.
	1b. Infrastructure du parking relais		Surface construite	14 928	m²	30	Parking similaire au B11 – béton uniquement pour les sols + structure bois => assimilé à une construction plus légère : division des émissions par 3 par rapport à un parking tout béton des années 90.
	1c. Changement d'usage des sols		Surface imperméabilisée supplémentaire	9 750	m²	30	Impact de La plateforme représentait une artificialisation supplémentaire de 11 100 m2, auxquels on soustrait les 1 350 m2 d'espaces verts retrouvés dans la reconfiguration du plan masse.
2. Fonctionnement des infrastructures	2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram		Consommation électrique du tram sur 1 année	999 244	kWh	1	Données de consommation fournies par TPG : 4,1 kWh/km
	2b. Consommation d'énergie du parking relais		Consommation électrique du parking relais sur 1 an	32 841	kWh	1	Données de consommation estimées : 2,2 kWh/m²/an
	2c. Maintenance des infrastructures		Négligé		keuro		
3. Non-usage de la voiture	3a. Non-consommation de carburant		km parcourus en voiture évités sur la ZAC par an	4 329 551	km	1	Modèle de TMJA dans la ZAC dans l'état futur avec ou sans tram + mesure de distances des tronçons. Economies de carburants : part combustible du facteur d'émission
			km parcourus en voiture évités hors ZAC par an	23 009 391	km	1	
	3b. Non-usure des véhicules		km parcourus en voiture évités sur la ZAC par an	4 329 551	km	1	Modèle de TMJA dans la ZAC dans l'état futur avec ou sans tram + mesure de distances des tronçons Economies à l'usage : part "fabrication" du facteur d'émission
			km parcourus en voiture évités hors ZAC par an	23 009 391	km	1	
4. Fin de vie des tramway et infrastructures	4a. Fin de vie des tramway		Masse d'acier des tramways	173	tonnes	10	
	4b. Fin de vie des infrastructures		négligé			30	

1.2 Résultats dans et hors ZAC avec les Facteurs d'Emission (FE) 2024

Le calcul des émissions est présenté ci-après.
Pour bien comprendre ces résultats, il faut avoir à l'esprit que :

- **Les valeurs positives sont des émissions supplémentaires de GES** dans le scénario avec tram par rapport au scénario sans tram.
- **Les valeurs négatives sont des émissions de GES évitées** dans le scénario avec tram par rapport au scénario sans tram.

Les résultats sont ramenés à des émissions annuelles, mais intègrent bien les différentes durées de vie estimées pour les différentes composantes du calcul, et présentées dans le tableau en page précédente. Logiquement, la création des infrastructures et leur fonctionnement (ainsi que leur fin de vie éventuelle) sont sources de GES supplémentaires par rapport à un scénario sans tramway, dans lequel il n'y aurait pas ces équipements. En revanche le report modal permet un gain conséquent en diminuant le nombre de véhicules.km. Le facteur d'émissions de GES au km considéré ici est celui de la base carbone aujourd'hui.

Tableau 50 : émissions GES du projet de tramway

Poste d'émission	Sous-poste	Emissions relatives (tCO2e/an)
1. Création des infrastructures	1a. Infrastructures du tramway	215
	1b. Infrastructure du parking relais	109
	1c. Changement d'usage des sols	9
2. Fonctionnement des infrastructures	2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram	52
	2b. Consommation d'énergie du parking relais	2
3. Non-usage de la voiture	3a1. Non-consommation de carburant dans la ZAC	-823
	3a2. Non-consommation de carburant hors ZAC	-4 374
	3b1. Non-usure des véhicules dans la ZAC	-178
	3b2. Non-usure des véhicules hors ZAC	-943
4. Fin de vie des tramway et infrastructures	4a. Fin de vie des tramway	16
Total		**-5 915**

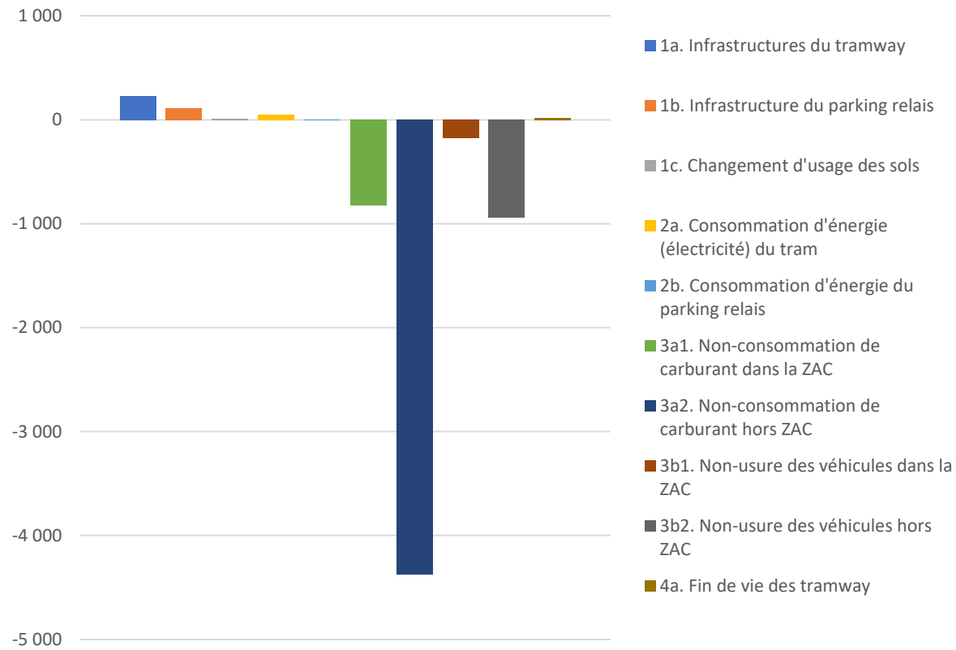


Figure 235 : représentation graphique des émissions de GES du projet de tramway

On observe que :

- Les principales émissions ont lieu à la construction des infrastructures. Leur fonctionnement, uniquement électrique, est assez peu émetteur, en raison du faible poids carbone de l'électricité (principalement nucléaire) en France.
- Malgré des hypothèses maximalistes, le changement d'usage des sols, amorti sur 30 ans, présente un poids très faible dans le bilan global.
- Le gain du report modal est très important. Il joue sur 2 volets :
  - Diminution de la consommation de carburant et des émissions associées :
    - Emissions directes = 0,154 kgCO2e/km (émissions « à l'échappement »)
    - Emissions indirectes = 0, 036 kgCO2e/km (émissions « amont » pour produire et transporter le carburant)
  - Diminution de l'usure des véhicules particuliers :
    - Les émissions de fabrication ramenées au kilomètre (= 0,041 kgCO2e/km) permettent d'estimer un « amortissement carbone » des véhicules sur leur durée de vie. Chaque fois qu'on ne roule pas, on prolonge la vie du véhicule, on recule le besoin de son remplacement, et on diminue donc le nombre de véhicules achetés. Cela économise à terme des émissions de GES liés à la fabrication de ces véhicules.

Le principal poste de gain GES est celui de la mobilité hors ZAC, c'est-à-dire les déplacements Pays de Gex <-> Genève. Ce gain repose sur des hypothèses raisonnables mais, afin de mieux visualiser le fonctionnement sur la ZAC, sur laquelle on a des valeurs plus précises, on a dans la suite considéré uniquement les éléments calculés sur la ZAC.

1.3 Focus sur la mobilité dans la ZAC

En ne considérant que les flux de trafic estimés sur la ZAC, on a les résultats suivants :

Tableau 51 : émissions GES du projet de tramway dans la ZAC uniquement

Poste d'émission	Sous-poste	Emissions relatives (tCO2e/an)
1. Création des infrastructures	1a. Infrastructures du tramway	215
	1b. Infrastructure du parking relais	109
	1c. Changement d'usage des sols	9
2. Fonctionnement des infrastructures	2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram	52
	2b. Consommation d'énergie du parking relais	2
3. Non-usage de la voiture	3a1. Non-consommation de carburant dans la ZAC	-823
	3b1. Non-usure des véhicules dans la ZAC	-178
4. Fin de vie des tramway et infrastructures	4a. Fin de vie des tramway	16
Total		**-597**

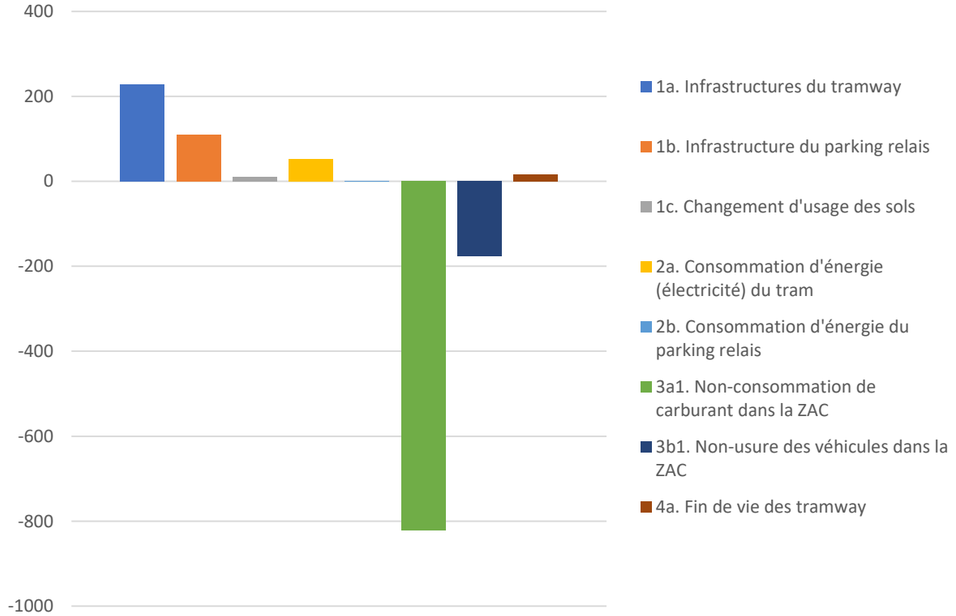


Figure 236 : Représentation graphique du bilan GES intra-ZAC

A l'échelle de la ZAC, avec les aménagements envisagés pour la mise en place du tramway, et en considérant les diminutions de trafic induites calculées par Transitec, on a donc une économie annuelle de **597 tCO2e**.

1.4 Etude de sensibilité

Le poste le plus important évalué correspond aux gains liés aux reports modaux. Il paraît donc important de tester la sensibilité des résultats aux hypothèses, notamment en introduisant des scénarios liés à la baisse des émissions moyennes du parc de véhicules.

La Stratégie Nationale Bas Carbone présente des objectifs de réduction des émissions de GES très ambitieuses sur le volet transport. La SNBC2 envisage ainsi : -28% de GES en 2030 et -97% en 2050 par rapport à l'année de référence 2015 (soit par interpolation linéaire : -63% à 2040).

Cette décarbonation doit être obtenue par l'activation de tous les leviers possibles, notamment l'électrification massive du parc automobile, mais ceci n'est pas acquis. En effet, la synthèse du scénario AME2023[14], dernière actualisation disponible de la trajectoire tendancielle des émissions françaises « Avec Mesures Existantes », montre que le scénario actuel de réduction des émissions de GES en France mènerait à -21% en 2030 et -46% en 2050, soit un retard notable sur les objectifs de la SNBC2.

Pour évaluer l'impact comparé de scénarios plus ambitieux vis-à-vis de la décarbonation de la mobilité sur le moyen et long terme, une analyse de sensibilité est réalisée :

- utilisation des facteurs d'émission actuels (AME2023) pour l'estimation de l'impact maximal du projet à court terme (bilan présenté ci-avant) ;
- utilisation de facteurs d'émission diminués de -28% pour estimer l'impact du projet à l'horizon des années 2030 dans une hypothèse SNBC2 ;
- utilisation de facteurs d'émission diminués de -63% pour estimer l'impact du projet à long terme (année 2040 dans une hypothèse SNBC2).

La comparaison de ces éléments permet d'identifier la contribution du projet de tramway à l'atteinte des objectifs nationaux.

Les scenarii testés en complément sont basés sur les hypothèses suivantes :

- utilisation de facteurs d'émission diminués de -28% pour estimer l'impact du projet à l'horizon des années 2030 dans une hypothèse SNBC2 ;
- utilisation de facteurs d'émission diminués de -63% pour estimer l'impact du projet à long terme (années 2040 dans une hypothèse SNBC2).

Tableau 52 : test de sensibilité du bilan GES avec les hypothèses de la SNBC2

	FE actuels	Scénario SNBC2 2030	Scénario SNBC2 2040
1a. Infrastructures du tramway	215	215	215
1b. Infrastructure du parking relais	109	109	109
1c. Changement d'usage des sols	9	9	9
2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram	52	52	52
2b. Consommation d'énergie du parking relais	2	2	2
3a1. Non-consommation de carburant dans la ZAC	**-823**	**-593**	**-307**
3b1. Non-usure des véhicules dans la ZAC	**-178**	**-178**	**-178**
4a. Fin de vie des tramway	16	16	16
Total	**-597**	**-367**	**-81**

[14] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20230502%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%202.pdf

La diminution très importante des facteurs d'émission (FE) du parc moyen de véhicules, selon les scénarios SNBC, pour prendre en compte notamment l'électrification du parc automobile, a un impact important sur les résultats. Cependant, le bilan reste très bon : **la mise en place du tramway permettra d'économiser, sur les 16 prochaines années, directement sur la ZAC, de 597 à 81 tCO2e chaque année,** même avec une baisse de -63% de l'impact GES des VL à une échéance 2040 (qui paraît pour l'instant hors d'atteinte).

1.5 Mesures ERC

Selon toutes hypothèses, le projet mène à une diminution des émissions de GES. Il n'y a donc pas de mesure ERC à mettre en œuvre, même si la MOA sera attentive aussi à minimiser les émissions de GES sur chacun des postes (comme cela a été fait par exemple sur le parking B11, de conception sobre).

2 Consommation énergétique

Au vu des enjeux énergétiques, une comparaison énergétique entre le fonctionnement du tramway et le carburant évité est pertinente.
La consommation annuelle du tramway est de **999 244 kWh**.
Les émissions annuelles estimées liées à la non-consommation de carburant sur la ZAC sont de **823 tCO2/an** (valeurs 2024). Or, 1 kWh PCI d'essence E10 émet 0,306 kg de CO2e[15]. On peut donc estimer les économies de carburant induites par la mise en place du tramway à environ **2 689 698 kWh PCI** d'essence par an.
1 kWh d'électricité étant équivalent à 1 kWh PCI d'électricité, il est possible de comparer les deux quantités d'énergie.
La mise en place d'un tramway permet donc d'économiser environ **1 690 455 kWh** par an.

3 Monétarisation du bilan GES

La synthèse du scénario AME2023 présente la prospective des coûts associés au carbone envisagés aujourd'hui (tableau simplifié repris ci-après).
La composante carbone, gelée depuis décembre 2018, vaut donc 44,6 €/tCO2e (valeur figée jusqu'à 2050).
Le gain monétaire annuel associé aux gains GES estimés sur la ZAC peut donc varier selon notre étude de sensibilité entre 27 000 € et 3 500 €.

Tableau 53 : gain monétaire annuel du carbone évité

	FE actuels	Scénario SNBC2 2030	Scénario SNBC2 2040
Total	-597	-367	-81
Gain monétaire annuel	**26 626 €**	**16 368 €**	**3 613 €**

[15] On utilise le facteur d'émission de l'essence E10 de la Base Empreinte

4 Analyse des coûts collectifs

4.1 Avantages induits par l'aménagement

L'aménagement du tramway répond à l'objectif d'augmenter l'offre de mobilité localement pour limiter le recours au transport individuel motorisé.

4.2 Coûts liés aux nuisances acoustiques

Le projet d'aménagement n'entraine pas de nuisances acoustiques nouvelles sur des bâtiments à usage de logements. Les bâtiments qui seront construits dans la ZAC le long des voies du tram ont été positionnés suffisamment éloignés de la voie de tramway pour qu'ils ne soient pas exposés à des nuisances sonores.

4.3 Coûts liés à la pollution de l'air

Globalement le projet améliore la qualité de l'air d'environ 19% en offrant la possibilité d'un report modal vers le tramway, transport collectif non émetteur de polluants.

4.4 Coûts collectifs globaux

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air estimés pour chaque scénario sont développés dans le tableau suivant. Ils sont calculés en multipliant les valeurs tutélaires respectives par les données de trafic.

Tableau 54 : Calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique selon les scénarios étudiés

Horizons	E0	E1	E2
Coût VP (€/j)	1 221 €	1 173 €	944 €
Coût PL (€/j)	234 €	201 €	160 €
Coût total (€/j)	**1 455 €**	**1 374 €**	**1 105 €**
Cout total (€/an)	**531 183 €**	**501 574 €**	**403 150 €**

Actuellement, sur la zone étudiée, les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique représentent près de 531 200 € par an. A l'horizon 2035, ils représentent près de 501 600 € par an.
La mise en service du projet entraîne une diminution de ces coûts en considérant tous types de véhicules confondus comme explicité tableau suivant :

Tableau 55 : Evolution des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique avec et sans projet à l'horizon 2035

	Avec/sans Projet 2035
VP	-19,5 %
PL	-20,3 %
Tout véhicule confondu	**-19,6 %**

En définitive, le projet induit une diminution des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique d'environ 20%.

Chapitre 9 Présentation des méthodes et des difficultés rencontrées

La méthode utilisée pour la présente étude est celle de l'analyse multicritères afin de déterminer le projet, ses impacts sur l'environnement et les mesures de réduction ou de compensation des impacts.
Les critères suivants ont ainsi été étudiés :

- les critères d'environnement : milieu physique, milieu naturel, milieu humain, patrimoine historique et archéologique,
- les critères techniques et économiques : servitudes réglementaires, aménagements des équipements,…

Le découpage et la démarche suivis pour la réalisation de cette étude d'impact sont conformes à la règlementation sur les études d'impacts (articles L.122-1 et suivants et R.122-1 et suivants du Code de l'Environnement).
Dans le même souci de conformité, l'étude intègre également l'ensemble des codes, lois, décrets et notes techniques relatifs à chacun des thèmes traités (exemple : périmètre des monuments historiques, dispositions applicables aux engins de chantier,...).

1 Délimitation d'un fuseau d'étude

Un fuseau d'étude est défini de telle sorte que ses limites incluse nt toutes les possibilités de solutions satisfaisantes au plan de l'environnement, tout en restant techniquement et économiquement acceptables.

2 Analyse de l'état initial

L'analyse de l'état initial est effectuée à l'intérieur du fuseau d'étude déterminé précédemment. Les critères d'analyse ou indicateurs de sensibilité sont choisis non seulement en rapport avec l'ouvrage, mais aussi en rapport avec la physionomie générale du fuseau d'étude.

- *Recherche bibliographique*

Dans le fuseau d'étude, une collecte d'informations portant sur les critères d'environnement a été réalisée à partir de la collecte d'information faite pour l'étude d'impact.
A cette fin, ont été consultés les sites internet des services et administrations suivants (liste non exhaustive) :

- Direction Régionale de l'Environnement, des Aménagement et du Logement Occitanie,
- Direction Régionale des Affaires Culturelles (sites archéologiques et monuments historiques),
- Direction Départementale des Territoires et de la Mer 66,
- …

La bibliographie consultée pour le volet paysage et patrimoine est :

- Atlas des paysages des PO – DREAL/DDT66/Région Occitanie/CG66
- Protections sites inscrits et classés - site internet de la DREAL
- Protections MH - base de données Mérimée, site du ministère de la culture

Le volet faune/flore est issu du travail de NATURAE réalisé entre 2017 et 2019. Il est détaillé ci-après.

- *Relevés sur le terrain*

Ces informations ont été affinées par un travail de terrain et de reconnaissances au sol :

- visite de terrain,
- prise de vue.

- *Analyse des données*

Les données ont été analysées thème par thème puis ont fait l'objet de cartographies thématiques.

Sur le milieu physique
L'évaluation des impacts éventuels du projet sur la qualité des eaux, les écoulements des eaux superficielles et des nappes et la structure des sols s'est appuyée sur une large investigation bibliographique, comprenant :

- les captages AEP et, le cas échéant, leurs périmètres de protection (informations collectées auprès de ARS et DDT),
- la nature géologique du substratum et les caractéristiques des aquifères (documents BRGM et agence de l'eau).
- Impacts sur l'habitat et l'urbanisme

L'ensemble des documents d'urbanisme a été consulté (SCOT, PLU).

Sur le patrimoine
La méthode a consisté en une recherche des sites ou indices de sites auprès des organismes compétents (DREAL, DRAC, STAP et Service Régional de l'Archéologie) et a permis d'identifier les sites, monuments historiques et vestiges archéologiques présents dans le fuseau d'étude.
La DRAC pourra cependant faire effectuer des campagnes de diagnostic dans ce secteur.

Sur le paysage
Les éléments retenus pour la caractérisation du paysage et de ses contraintes résultent d'une analyse selon le point de vue des observateurs externes au projet (tableau fixe) et par des observateurs internes, les usagers du secteur d'étude (scénographie).
La structuration de la vision (lignes de crête, visions lointaines), la sensibilité paysagère (esthétique, bassins visuels, lisibilité, valeur patrimoniale), l'utilisation du paysage (densité d'habitat, itinéraires et secteurs fréquentés) ont été pris en compte pour l'élaboration du parti d'aménagement paysager.
Pour cela, les méthodes utilisées, mises en œuvre et exploitées, ont été l'analyse des composantes du paysage in situ et les enquêtes photographiques.

3 Le milieu naturel

• Méthodologie des inventaires

○ *Approche générale*

Les inventaires faune flore ont été menées :
- En 2014 sur l'ensemble du site dans le cadre du premier dossier CNPN ;
- En 2018, ciblés sur des suivis faune flore associés à la première demande de dérogation (Rosier de France, Chiroptères, Odonates, Rhopalocères, Coléoptères saproxyliques) ;
- En 2019 sur Très-la-Grange (Faune flore, diagnostic complet) ;
- En 2020 à Paimboeuf (actualisations cartographiques habitats et zones humides) ;
- En 2021 sur la totalité des secteurs et taxons non actualisés en 2019 et 2020 (notamment Colovrex, Poterie).

La connaissance de la biodiversité faunistique et floristique du secteur peut être considérée comme complète et actualisée, adaptée aux enjeux.

Le tableau ci-après synthétise les méthodes utilisées. Le détail des méthodes, incluant les dates et conditions de passages, sont fournies dans les paragraphes concernant chacun des taxons étudiés.

Tableau 56: synthèse des méthodes employées

Types d'inventaires	Synthèse des protocoles utilisés
Flore – Habitats	Relevés floristiques systématiques dans chaque habitat et inventaires **exhaustifs** de la flore vasculaire. Recherches de bryophytes patrimoniales. Listes d'espèces par habitats, avec déterminations phytosociologiques à l'alliance ou l'association.
Mammifères terrestres	Détermination par observations directes ou indirectes (traces, laissées, réfectoires, etc.). Pose d'un **piège photographique**. **Pose de gîtes artificiels** pour l'inventaires des Muscardins et Rats des moissons.
Chauves-souris	**Points de détection passive** et actives avec enregistreurs autonomes (cf. détail sur chapitre dédié)**.** Recherche de colonies dans les cavités à l'endoscope, recherche de gîtes de mise bas (indices de présence).
Oiseaux	Points d'écoute des chants et observations directes sur l'ensemble des milieux. **2 passages avec écoutes systématiques par milieux (avril et mai).** Observation des nids. Passages matinaux et crépusculaires. Passages nocturnes et utilisation de la repasse (diffusion du chant des rapaces nocturnes). Utilisation de la repasse pour les Pics lors des inventaires tardi-hivernaux.
Amphibiens	Vue directe des individus, identification nocturne des cris et des chants, reconnaissance des pontes et des larves, recherche des individus en phase terrestre dans les caches. 3 sessions nocturnes par secteurs, en mars, mai et juillet
Reptiles	Pose de **plaques** « reptiles ». Vue directe des individus en héliothermie, recherche active dans les caches (pierres, souches…).
Rhopalocères (papillons de jours)	Observation aux jumelles des adultes, captures aux filets
Odonates (Libellules et demoiselles)	Observation aux jumelles des adultes, captures aux filets. Recherches sur les points d'eau et sur les zones de chasses ou maturation (lisières, zones thermophiles…)
Autres espèces protégées	Recherches ciblées sur d'autres espèces protégées potentiellement présentes : coléoptères (recherches trous d'émergences de Grand Capricorne notamment)
Zones humides	Diagnostic flore – habitats et sondages pédologiques

• *Collecte sur le terrain et traitement des données*

Les données recueillies sur le terrain le sont via plusieurs outils :
- GPS et SIG de terrain sur tablettes (IGis Pro) ;
- Relevés sur orthophotographies aériennes et cartes IGN ;
- Dictaphone (mémos vocaux et/ou enregistrements de sons en direct) ;
- Photographies ;
- Récoltes de traces et indices ou de spécimens pour identification et détermination à postériori (flore et entomofaune non protégée uniquement).

La saisie des données est effectuée via :
- Le logiciel : SERENA (Base de données de type ACCESS) développé pour les Réserves Naturelles de France. Ce logiciel est mis à disposition par l'association LO PARVI. Il permet notamment l'édition de données mises à jour au niveau systématique TAXREF 14 (suivant l'actualité taxonomique diffusée par le MNHN) ;
- Une base de données Excel intégrant les dernières actualisations de la réglementation et des listes rouges.

○ *Protocoles d'inventaires*

✓ ***Habitats naturels et semi-naturels***

Les inventaires floristiques sont exhaustifs. Ils sont complétés par un inventaire des bryophytes (mousses) patrimoniales (recherches ciblées selon les milieux présents : sur Très-la-Grange, aucun milieu favorable n'a été recensé).

Les recherches de plantes ont lieu sur une saison complète de végétation, en parcourant l'intégralité du site et en réalisant des listes exhaustives. Chaque espèce est associée à un groupement végétal, permettant ainsi de connaitre leur répartition sur la carte des habitats réalisée en parallèle.

Les espèces patrimoniales (protégées, remarquables ou rares) sont prises en photographie *in situ,* localisées par GPS et sont retranscrites en couches SIG afin d'obtenir des cartes précises des plantes patrimoniales. Les espèces exotiques envahissantes sont également inventoriées, localisées et cartographiées.

Enfin, les inventaires ont pris en compte les espèces bioindicatrices : espèces caractéristiques des zones humides, de pollutions des sols, de sol sableux ou argileux, de roche mère affleurant, etc.

Tableau 57: synthèse des prospections des habitats naturels

Dates	Intervenants	Météorologie	Secteur
16.04.2019	Alexandre Maccaud	Beau temps, 18°C	Très-la-Grange
18.05.2019	Alexandre Maccaud	Couvert, vent faible. 19°C	Très-la-Grange
15.05.2019	Alexandre Maccaud	Temps couvert, 15°C	Très-la-Grange
20.06.2019	Alexandre Maccaud	Légère bruine puis éclaircie. 20°C	Très-la-Grange
23.07.2019	Alexandre Maccaud	Ensoleillé, très chaud. 30°C	Très-la-Grange
15.04.2021	Boris Blay	Beau- vent très faible, 12°C	Colovrex - Poterie
17.05.2021	Alexandre Maccaud	Conditions optimales : ensoleillé, sans vent.	Colovrex - Poterie
15.06.2021	Alexandre Maccaud	Conditions optimales : ensoleillé, sans vent.	Colovrex - Poterie

✓ ***Flore***

Les inventaires floristiques sont exhaustifs. Ils sont complétés par un inventaire des bryophytes (mousses) patrimoniales. Les recherches ont été ciblées selon les milieux présents : sur Très-la-Grange, aucun milieu favorable n'a été recensé.

Les recherches de plantes ont lieu sur une saison complète de végétation, en parcourant l'intégralité du site et en réalisant des listes exhaustives. Chaque espèce est associée à un groupement végétal, permettant ainsi de connaitre leur répartition sur la carte des habitats réalisée en parallèle.

Les espèces patrimoniales (protégées, remarquables ou rares) sont prises en photographie *in situ,* localisées par GPS et sont retranscrites en couches SIG afin d'obtenir des cartes précises des plantes patrimoniales. Les espèces exotiques envahissantes sont également inventoriées, localisées et cartographiées.

Enfin, les inventaires ont pris en compte les espèces bioindicatrices : espèces caractéristiques des zones humides, de pollutions des sols, de sol sableux ou argileux, de roche mère affleurant, etc.

Tableau 58 : synthèse des prospections de la flore

Dates	Intervenants	Météorologie	Secteur
15.06.2018	Alexandre Maccaud	ensoleillé, sans vent.C	Suivis *Rosa gallica*
16.04.2019	Alexandre Maccaud	Beau temps, 18°C	Très-la-Grange
18.05.2019	Alexandre Maccaud	Couvert, vent faible. 19°C	Très-la-Grange
15.05.2019	Alexandre Maccaud	Temps couvert, 15°C	Très-la-Grange
20.06.2019	Alexandre Maccaud	Légère bruine puis éclaircie. 20°C	Très-la-Grange
23.07.2019	Alexandre Maccaud	Ensoleillé, très chaud. 30°C	Très-la-Grange
15.04.2021	Boris Blay	Beau- vent très faible, 12°C	Colovrex - Poterie
17.05.2021	Alexandre Maccaud	Conditions optimales : ensoleillé, sans vent.	Colovrex - Poterie
15.06.2021	Alexandre Maccaud	Conditions optimales : ensoleillé, sans vent.	Colovrex - Poterie

✓ ***Mammifères terrestres (hors chauve-souris)***

Le recueil d'information s'est basé sur nos connaissances du territoire, sur plusieurs études effectuées antérieurement sur le même site et sur l'atlas des mammifères du bassin genevois (Gilliéron, J. et Morel, J (2018). Atlas des mammifères terrestres du bassin genevois. Editions Faune Genève, Genève).

- *Experts, dates et conditions météorologiques des prospections*

Le muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et la musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*) ont particulièrement été ciblés dans la prospection des mammifères. Ces deux espèces sont protégées selon « l'annexe 4 de la directive Habitats-Faunes- Flores » et étaient fortement suspectées sur le site. Du fait de l'évolution des techniques d'inventaire entre 2014 (premier dossier de la ZAC) et 2020, un effort de prospection a été fait en leur faveur avec les nouvelles techniques d'inventaire à savoir : l'étude d'ADN dans les cours d'eau pour la Musaraigne aquatique et la pose de nids artificiels pour le Muscardin.

Le muscardin est un micromammifère arboricole inféodé à une végétation dense et peu visible. L'observation par contact visuel de cette espèce est très difficile. La pose de nids artificiels est une méthode efficace pour observer leur présence sur un site. Les nids artificiels ont été placés le long de la haie vive qui longe le Nant sur le site d'étude. Ces derniers ont été placés le long de branches dans de la végétation dense et de préférence proche de noisetiers (*Corylus avellana*) (habitat optimum pour les muscardins).

La musaraigne aquatique est elle aussi extrêmement discrète et active surtout la nuit. Elle évolue aux bords des cours d'eau peu pollués, des étangs avec une végétation type *Carex* sp. à proximité, à la recherche de petits invertébrés aquatiques. Pour la recherche de cette espèce, il a été utilisé l'analyse ADN des cours d'eau du périmètre d'étude. A ce jour, il s'agit de la méthode la plus fiable pour détecter l'espèce.

Tableau 59 : synthèse des prospections des micromammifères

DATES, EXPERT, OBJET ET CONDITION DE PROSPECTIONS					
Dates des inventaires	**Secteur**	**Expert mobilisé**	**Objet de prospection**	**Météo**	**Avis de l'expert sur les conditions**
28.04.2020	Paimboeuf	Nicolas Balverde; Avis vert	Pose de nids artificiels	Nuageux ; 15°C	Conditions favorables
06.05.2020		Nicolas Balverde; Avis vert	ADN pour la recherche de micromammifère aquatique	Nuageux ; 16°C	Conditions favorables
01.06.2020		Nicolas Balverde; Avis vert	Recherche d'individu ou d'indice de présence dans les nids artificiels	Beau, sans vent ; 17 °C	Conditions favorables
25.08.2020		Nicolas Balverde; Avis vert	Recherche d'individu ou d'indice de présence dans les nids artificiels	Beau, sans vent ; 28°C	Conditions favorables
20.03.2021	Très-la-Grange et Poterie	Nicolas Balverde; Avis vert	Pose de nids à muscardins	Légères pluie, 11°C	Conditions moyennement favorables
24.04.2021		Nicolas Balverde; Avis vert	ADNe pour la recherche de micromammifère aquatique	Beau, rivière calme	Conditions favorables
25.06.2021		Nicolas Balverde; Avis vert	Relevé des nids à Muscardin	Pluie, frais pour la saison, 24°C	Conditions favorables
25.08.2021		Nicolas Balverde; Avis vert	Relevé des nids à Muscardin	Beau, frais pour la saison 20°C	Conditions favorables

Les inventaires pour les mammifères se sont déroulés sur 2x 4 passages de fin avril à septembre, afin d'observer les espèces dès leur sortie d'hibernation et durant leur période de reproduction. Le premier passage consiste à la pose de nids artificiels, les autres sont des contrôles de présence d'individus dans ces derniers. La prospection a été suffisante pour obtenir des résultats satisfaisants.

- *Protocole d'échantillonnage et analyse*

Trois méthodes d'échantillonnage ont été mises en œuvre pour étudier les micromammifères :

- Une pose de nids artificiels fin avril, pour que les espèces les utilisent dès leur sortie d'hibernation. La recherche d'indices de repas comme des noisettes accompagne cette méthode ;
- Une analyse ADN environnemental dans le Nant pour rechercher des micromammifères aquatiques ;
- La pose de pièges-photographiques sur les zones identifiées comme corridors biologiques sur le Nant le long de l'allée de la Tire et le long du Gobé sur le secteur Poterie.

- *Matériels utilisés*

Les nids artificiels sont constitués d'un tube en plastique avec un insert en bois à l'intérieur. Ils sont attachés sur les branches à l'aide de colsons.

Les deux pièges-photographiques ont été posés à des endroits stratégiques de potentiels passages de faune sur une période de 8 mois correspondant aux 4 saisons.



piège photographique



nid artificiel pour les muscardins





Nids artificiels posés sur le site d'étude

Figure 237 : pièges photographiques et nids artificiels

En 2020, la longueur totale de la haie vive inventoriée le long du Nant sur le secteur Paimboeuf est de 614 m. Par conséquent, 80 nids artificiels ont été répartis à différentes hauteurs (de 50 cm à 150 cm). Ces derniers sont placés et fixés horizontalement sur les branches de la haie vive. L'entrée du nid est dirigée vers le tronc afin d'éviter une nidification par les oiseaux. Pour cet inventaire, les relevés sont effectués une fois par mois durant la période d'activité des espèces de micromammifères (mai à juillet). En 2021, 80 nids sont également disposés pour inventorier les secteurs de la Poterie et Très-la-Grange. Lors du relevé des nids, l'entrée du tube est bloquée avec un chiffon, afin d'éviter une fuite de l'animal. Ensuite, le tube est détaché et ouvert dans le but d'observer la présence d'un individu, d'un nid ou de ces restes.
La présence de l'espèce est validée, lorsqu'un individu est présent (aucune manipulation n'est effectuée vu que l'espèce est protégée) ou lors de l'observation d'un nid dans le tube (leurs nids sont une boule très caractéristique). Ainsi, si le tube est positif, son numéro est relevé, ainsi que le type de présence (nid, individu). Pour finir, le tube est refermé et replacé au même endroit.



Figure 238 : Localisation des nids artificiels et pièges-photographiques

✓ ***Chiroptérofaune***

Bien plus que les autres groupes faunistiques, inventoriés de manière assez exhaustive, la compréhension du protocole d'échantillonnage est primordiale pour appréhender le diagnostic du peuplement chiroptèrologique (Chauves-souris).

Le recueil d'information s'est basé sur les connaissances du territoire, de plusieurs études effectuées antérieurement sur le même site et de plusieurs Atlas :

- Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange dans le cadre de l'actualisation du dossier CNPN ZAC de Ferney-Voltaire (01). (Avis vert et Oxalis, 2019) ;
- Groupe Chiroptères de la LPO Rhône-Alpes (2014), les chauves-souris de Rhône Alpes, LPO Rhône-Alpes, Lyon, 480p. ;
- Gilliéron, J., Schönbächler, C., Rochet, C. Ruedi, M. 2015. Atlas des chauves-souris du bassin genevois. Faune Genève – Volume 1. CCO-Genève, Genève, 262 p.

- *Experts, dates et conditions météorologiques des prospections*

Tableau 60 : synthèse des prospections des chauve-souris

DATES, EXPERT, OBJET ET CONDITION DE PROSPECTION				
Dates des inventaires	**Expert mobilisé**	**Objet de prospection**	**Météo**	**Avis de l'expert sur les conditions**
26.05.2020	N. Balverde-Avis vert	Pose de boitiers pour un inventaire passif	Nuit chaude ; 17°C	Conditions optimales
22.06.2020	N. Balverde-Avis	Pose de boitiers pour un inventaire	Nuit chaude ;	Conditions optimales

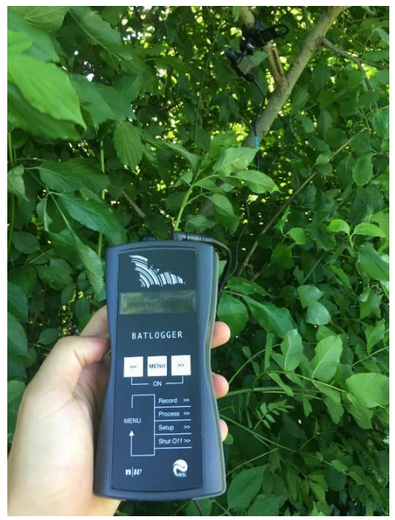
	vert	passif	24°C	
19.04.2021	N. Balverde-Avis vert	Pose de boitier pour un inventaire passif	Nuit fraiche 10°C	Nuit froide pour la saison
26.05.2021	N. Balverde-Avis vert	Pose de 4 boitiers pour un inventaire passif	Nuit fraiche 10°C	Nuit froide pour la saison
22.06.2021	N. Balverde-Avis vert	Pose de 4 boitiers pour un inventaire passif	Orageux 20°C	Eté pluvieux
02.07.2021	N. Balverde-Avis vert	Pose de 4 boitiers pour un inventaire passif	Orageux 20°C	Eté pluvieux

- *Protocole d'échantillonnage et analyse*
- ***Inventaire passif***

Les périodes d'inventaires coïncident avec la phénologie des chiroptères (mise à bas des jeunes (mai), élevage de ces derniers (juin). Les prospections de terrain permettent d'obtenir des données de qualité. La méthode utilisée lors de cet inventaire est passive. Elle consiste à enregistrer les ultrasons des chiroptères à l'aide de 4 détecteurs enregistreurs (Batlogger A+ / Batlogger M1 et M2/ SM Mini Bat) pendant 2 nuits consécutives pour chaque passage. Ces derniers sont placés le long du Gobé sur la Trame bleue et la Trame verte, sur la place du Jura, le long du cordon boisé de l'allée de la Tire, au-dessus du Nant, vers l'étang de Colovrex et dans les deux massifs boisés sur Très-la-Grange. L'objectif est d'analyser si ces sites sont utilisés comme gites, corridor biologique et par quelle espèce. Les enregistreurs sont actifs en continu durant la totalité de la nuit (21h à 5h30).



BATLOGGER A+ posé au sud de l'allée de la Tire



BATLOGGER M pose à Très-la-Grange

Figure 239 : matériel de détection des chauves-souris

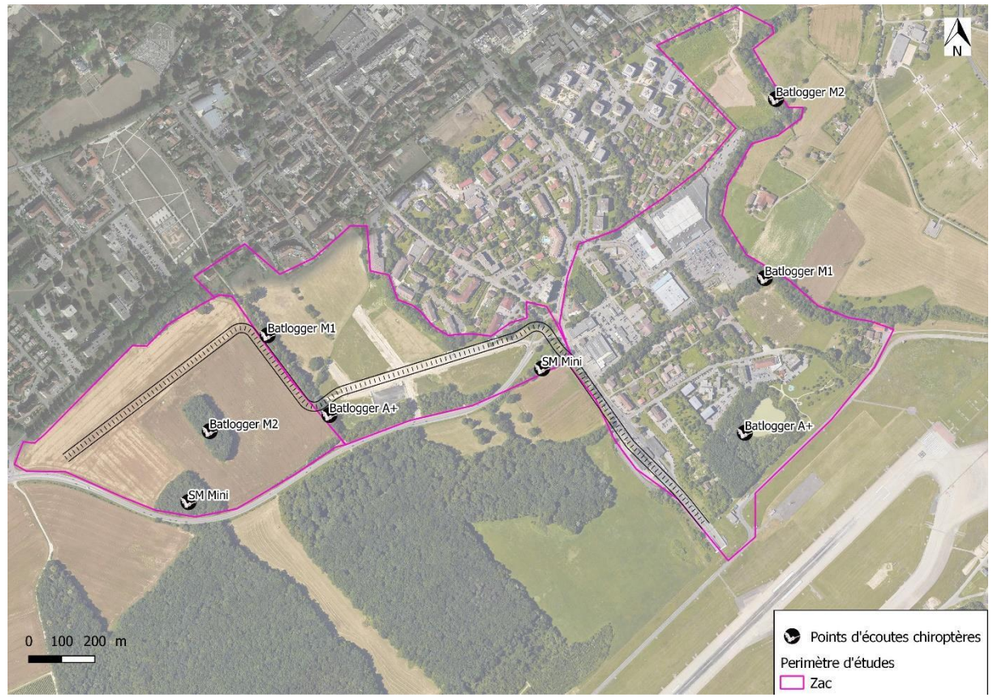


Figure 240 : localisation des boîtiers enregistreurs pour chiroptères

- ***Analyse des sons***

Une fois récupérés, les sons sont transférés sur ordinateurs et traités par plusieurs logiciels d'automatisation « BatExplorer » et « SonoChiro ». L'usage de ces logiciels ne peut pas se substituer complètement à une identification manuelle car un taux d'erreur nul est inatteignable dans l'état actuel des connaissances et des avancées technologiques. Par conséquent, chaque son a été vérifié manuellement avec le logiciel « Batsound » pour affirmer la détermination des logiciels automatiques.

Limites de la méthode utilisée :

L'inventaire chiroptère effectué par une méthode passive (pose de boitier enregistreur de sons) connaît quelques limites comme toutes les méthodes en fonction des objectifs visés :

- Les conditions météorologiques influencent grandement l'activité des chauves-souris. Les inventaires sont optimaux lors de nuits chaudes avec un minimum de vent ;
- Le nombre d'individus exact par espèces est manquant. En effet, le boitier enregistre le nombre de sons détectés. Il est possible qu'une chauve-souris passe plusieurs fois devant le boitier et ce dernier enregistre plusieurs sons pour un individu ;
- Le sexe-ratio est aussi manquant lors de ces inventaires. Comme indiqué précédemment, le boitier enregistre le contact d'une chauve-souris, mais aucune indication sur son sexe ou sur son âge.

Indice d'activité :

L'indice d'activité prend en considération le nombre de contact avec une chauve-souris et le nombre de minutes d'écoute, ainsi si l'indice d'activité de l'espèce est grand, alors cette dernière est fortement

présente et avec une activité de chasse ou de déplacement très intensive, et inversement si l'indice d'activité est faible.
Lors du calcul de l'indice d'activité, il est important de savoir que la puissance du sonar des chauves-souris diffère selon l'espèce, selon le milieu et selon la distance avec l'obstacle. Par conséquent, la détection des ultrasons d'une espèce à l'autre est fortement variable. Par exemple le Petit rhinolophe n'émet pas à plus de 5 mètres, alors que le sonar d'un Molosse de Cestoni peut porter à plus de 100 mètres. De ce fait, nous utilisons un coefficient de corrélation, nommé coefficient de détectabilité, dans la formule de l'indice d'activité pour pouvoir par la suite comparer l'indice d'activité entre espèces.

Équation 1 : équation de l'indice d'activité selon VIGIENATURE

$$Indice\ d'activité = \left[\left(\frac{Nombre\ de\ contact}{Nombre\ de\ minute\ d'écoute} \times 60\right)\right] \times Coefficient\ détectabilité$$

✓ *Avifaune*

Le recueil d'information s'est basé sur nos connaissances du territoire, de plusieurs études effectuées antérieurement sur le même site et d'un guide ornithologique :

- Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange dans le cadre de l'actualisation du dossier CNPN ZAC de Ferney-Voltaire (01) (Avis vert et Oxalis, 2019).
- Projet stratégique de développement ZAC de Ferney Genève Innovation (Société Publique Locale « Territoire d'innovation » Communauté de communes du Pays de Gex, 2014).
- Le guide ornitho (L. Svensson, P.J. Grant, 2008).

- *Experts, dates et conditions météorologiques des prospections*

Tableau 61 : synthèse des prospections pour l'avifaune

DATES, EXPERT, OBJET ET CONDITION DE PROSPECTIONS				
Dates des inventaires	**Expert mobilisé**	**Objet de prospection**	**Météo**	**Avis de l'expert sur les conditions**
11.01.2019	Alexandre Maccaud	Oiseaux hivernants, Très-la-Grange	Froid, temps clair	Conditions favorables
17.04.2019	Alexandre Maccaud	Espèces nicheuses précoces et migratrices, Très-la-Grange	Ensoleillé, vent faible, 18°C	Conditions favorables
18.05.2019	Alexandre Maccaud	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification, secteur Très-la-Grange	Couvert, vent faible, 19°C	Conditions favorables
20.06.2019	Alexandre Maccaud	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification, secteur Très-la-Grange	Légère bruine puis éclaircies, 20°C	Conditions favorables
23.07.2019	Alexandre Maccaud	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification, secteur Très-la-Grange	Ensoleillé, très chaud, 30°C	Conditions favorables
10.04.2020	Nicolas Balverde, Avis vert	Recherche et écoute des espèces nicheuses précoces – Poterie Paimboeuf	Beau, sans vent, 6 °C	Conditions favorables
29.04.2020	Damien Montoya, Avis vert	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification– Poterie Paimboeuf	Nuageux, sans vent, 8 °C	Conditions favorables
01.06.2020	Damien Montoya, Avis vert	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification des espèces nicheuses tardifs– Poterie Paimboeuf	Beau, sans vent, 17 °C	Conditions optimales
15.04.2021	Boris Blay	Inventaire des nicheurs précoces et migrateurs– Poterie Paimboeuf	Beau- vent très faible, 12°C	Conditions favorables
17.05.2021	Alexandre Maccaud – Olivier Benoit - Gonin	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification– Poterie Paimboeuf	Beau temps	Conditions optimales
15.06.2021	Alexandre Maccaud	Ecoute des chants et recherche de lieu de nidification des espèces nicheuses tardifs– Poterie Paimboeuf	Beau temps	Conditions favorables

Les inventaires de l'avifaune se sont déroulés sur l'ensemble des saisons, avec plusieurs passages printaniers et estivaux sur le site, sur différents secteurs et années. Ainsi, nous avons pu répertorier les espèces hivernantes, migratrices, nicheuses précoces et les nicheuses tardives.

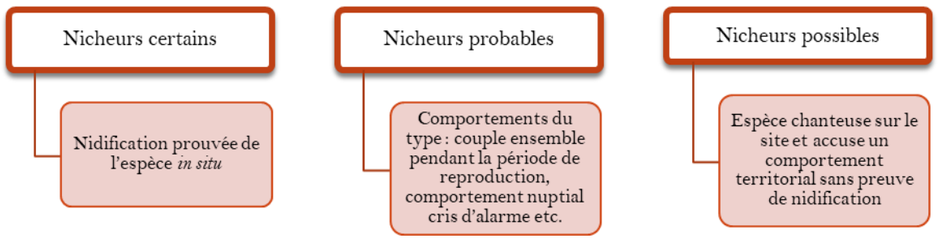
- *Protocole d'échantillonnage et d'analyse*

Deux méthodes d'échantillonnage ont été mises en œuvre pour l'étude de l'avifaune :

- Une recherche de nids, aires de rapace, cavités ou autres lieux de reproduction potentiels ;
- Un inventaire des espèces diurnes potentiellement nicheuses avec l'aide de transects, points d'écoutes et une utilisation de repasses pour certaines espèces par exemple le Pic mar. Les inventaires ont eu lieu pour la plupart à l'aube, avec des compléments en journée et en soirée.

Les prospections diurnes sont réalisées le matin au lever du soleil. En moyenne, ces dernières se sont écoulées sur 3h de temps avec parfois un prolongement dans la journée pour l'observation des rapaces diurnes ou la recherche de site de nidification pour les espèces d'intérêt communautaire tel le Pic mar. L'inventaire de l'avifaune est effectué par un contact visuel ou auditif (observations directes ou écoutes de chants). Cette approche est enrichie par la détection d'indices de présence (nids, œufs, plumes, ossements, etc.) et par une attention portée sur les comportements des individus (accouplements, transports de nourriture ou végétation, etc.). Ainsi, comme dit précédemment, nous pouvons classer les espèces en deux grands groupes : les nicheurs (reproduction certaine, probable et possible) et les espèces de passages (transit et migrateurs).

- *Critères de déterminations des statuts de nidification des oiseaux*



✓ *Amphibiens et Reptiles*

Le recueil d'information s'est basé sur nos connaissances du territoire, de plusieurs études effectuées antérieurement sur le même site et d'un guide sur l'herpétofaune.

- Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange dans le cadre de l'actualisation du dossier CNPN ZAC de Ferney-Voltaire (01). (Avis vert et Oxalis, 2019).
- Projet stratégique de développement ZAC de Ferney Genève Innovation (Société Publique Locale « Territoire d'innovation » Communauté de communes du Pays de Gex, 2014).

- *Experts, dates et conditions météorologiques des prospections*

Tableau 62 : synthèse des prospections des amphibiens et reptiles

Date de l'inventaire	Secteur	Objet de prospection	Météo	Avis de l'expert sur les conditions
13.03.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Pose de plaque à reptile	Pluie, 13°C	Conditions favorables
13.04.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Ecoute de chant/recherche d'individu	Pluie, 12°C	Conditions favorables
06.05.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	ADNe pour la recherche de micromammifère aquatique	Nuageux ; 16°C	Conditions favorables
16.03.2021	Poterie	Inventaire amphibiens recherche de pontes	7°C pluvieux	Conditions favorables
17.03.2021	Poterie	Inventaire amphibiens par écoute nocturne et recherche au phare + pose de plaque à reptiles	8°C	Conditions favorables
13.04.2021	Poterie	Inventaire amphibiens par observation directes, détermination des têtards + relève de plaques	12 °C	Conditions favorables
12.05.2021	Poterie	Inventaire amphibiens par observation directes, ciblé sur le Crapaud calamite et le Sonneur à ventre jaune relève de plaques	13°C	Conditions favorables

- *Protocole pour les reptiles*

Pour cette actualisation des données, nous avons utilisé la méthode connue sous le nom « d'abris artificiels ». Cette dernière permet d'obtenir des données qualitatives et quantitatives des espèces ainsi qu'une observation plus aisée des juvéniles.
Trois plaques (Abris artificiels) ont été disposées sur le site d'étude début mars. Ces dernières ont été placées dans des écotones (zone de transition entre deux écosystèmes, par exemple zone herbacée et milieu forestier), elles ont été surélevées à l'aide de branches pour avoir un espace assez dégagé pour les reptiles. En outre, chaque plaque a une exposition au soleil différente (Est, sud, ouest).
Concernant les contrôles de présence des plaques, lors de chaque journée de terrain, l'expert sur place effectue un relevé des trois sites (observation d'individus sous les plaques).
Les plaques à reptiles sont noires de dimensions 120 cm sur 60 cm.



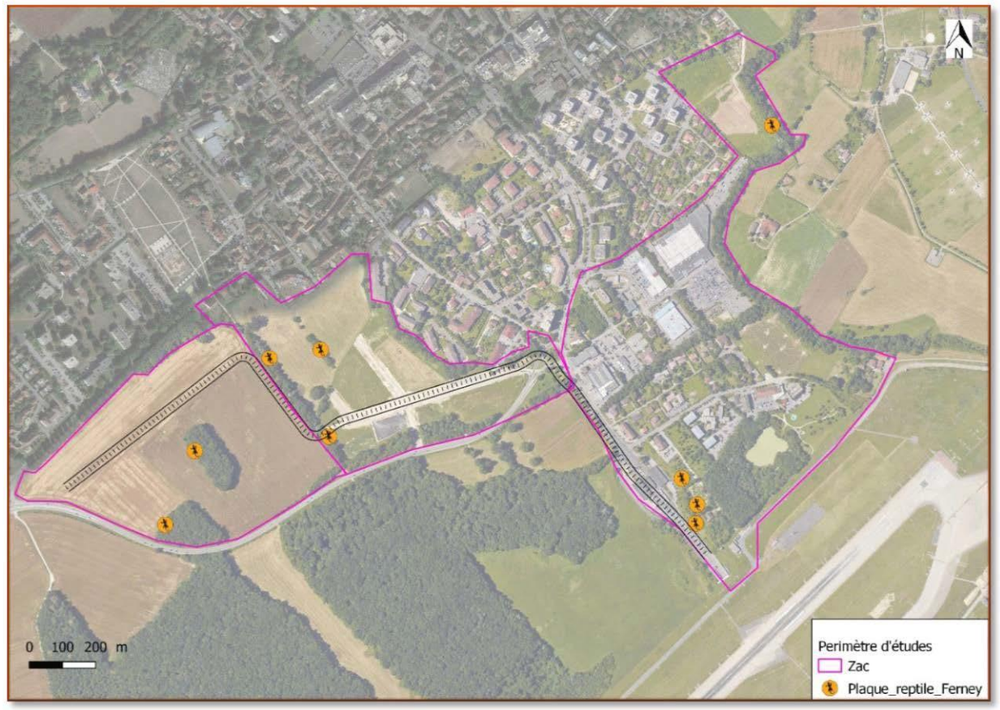


Figure 241 : localisation des plaques à reptiles

- *Protocole pour les amphibiens :*

Deux méthodes d'échantillonnage ont été mises en œuvre pour l'étude des amphibiens :
- L'échantillonnage de l'ADN environnementale;
- L'écoute des chants et l'observation d'individus de jour et de nuit.

Observation et Ecoute d'individu :
De jour, une observation visuelle a été effectuée début mars, afin de rechercher des pontes ou des individus en migration vers leur lieu de reproduction. Pour certaines espèces, la capture est nécessaire afin de les identifier précisément (principalement pour les tritons). L'expert présent sur place est équipé d'un filet Surber (maille en nylon de 0.5 mm) durant son inventaire.
De nuit, une recherche d'individus sur les lieux de reproduction et sur l'ensemble du site d'étude à l'aide d'une lampe de poche est réalisée. En outre, l'écoute des coassements a également été faite, notamment pour la famille des anoures (grenouilles, crapauds), pour qui, les chants sont facilement identifiables.

Matériels utilisés :
Filet Suber, sceau de capture, lampe frontale, guide d'identification pour les tritons, appareil photographique numérique, jumelle, lampe, magnétophone.

✓ ***Entomofaune***

Le recueil d'informations s'est basé sur notre connaissance du territoire et sur la consultation de plusieurs ressources bibliographiques et bases de données :

- Inventaires faune et flore sur le secteur Très-la-Grange dans le cadre de l'actualisation du dossier CNPN ZAC de Ferney-Voltaire (01). (Avis vert et Oxalis, 2019).
- Projet stratégique de développement ZAC de Ferney Genève Innovation (Société Publique Locale « Territoire d'innovation » Communauté de communes du Pays de Gex, 2014).
- Grand D., Boudot J.-P, Doucet G., 2014 – Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze, (collection Cahier d'identification), 136 p.
- LAFRANCHIS, T., 2000 – Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 448p.
- Baudraz V., Baudraz M., 2016 – Guide d'identification des papillons de jour de Suisse. Mémoire de la société vaudoise des Sciences naturelles n26.

- *Experts, dates et conditions météorologiques des prospections*

Tableau 63: synthèse des prospections des insectes

DATES, EXPERTS, OBJET ET CONDITIONS DE PROSPECTION				
Dates des inventaires	**Secteurs**	**Objet de prospection**	**Météo**	**Avis de l'expert sur les conditions**
04.05.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Capture d'individus/détermination sur place	Beau, sans vent ; 24°C	Conditions optimales
01.06.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Capture d'individus/détermination sur place	Beau, sans vent ; 17 °C	Conditions optimales
16.07.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Capture d'individus/détermination sur place	Beau, sans vent ; 27 °C	Conditions optimales
23.08.2020	Paimboeuf-Très-la-Grange	Capture d'individus/détermination sur place	Beau et chaud, sans vent; 33°C	Conditions optimales
02.06.2021	Poterie	Capture d'individus/détermination sur place	Nuageux, vent faible ; 20°C	Conditions moyennes
09.06.2021	Poterie	Capture d'individus/détermination sur place	Beau, sans vent ; 25°C	Conditions optimales
27.07.2021	Poterie	Capture d'individus/détermination sur place	Beau, sans vent ; 26°C	Conditions optimales

Les prospections se sont déroulées sur quatre passages à partir du mois de mai jusqu'au mois d'août 2020 sur la totalité des habitats du site d'étude Paimboeuf et Très-la-Grange et sur trois passages entre les mois de juin et juillet 2021 pour le secteur Poterie. Les différents passages permettent de recenser la totalité des espèces (les espèces à sortie précoces et les espèces à sortie tardive). Le printemps et l'été 2021 ont été frais et pluvieux, ce qui a rendu plus difficile les observations des lépidoptères et des odonates. Les prospections réalisées sont toutefois, par leur nature, leur précision, leur fréquence, les saisons d'intervention et les groupes concernés, suffisantes à l'établissement d'un diagnostic écologique de qualité.

- *Protocole d'échantillonnage et d'analyse*

Groupe entomologique ciblé

Les prospections ont prioritairement visé les espèces à statut réglementaire et les principales autres espèces à enjeu de conservation (listes rouges). Nous avons ciblé trois taxons lors de cette réactualisation des données : les lépidoptères rhopalocères (papillons de jour), les odonates (libellules et demoiselles) et les coléoptères xylophages.

L'inventaire entomologique global reste donc évidemment très incomplet puisque la majorité des ordres sont abordés très ponctuellement (coléoptère, odonates), voire pas du tout (diptères, hyménoptères, etc…).

Méthodologie générale

Les prospections ont été faites dans la mesure du possible, de jour lors de conditions météorologiques optimales (ensoleillement, vent nul ou faible, pas de pluie). Les surfaces à prospecter ont été parcourues à pied, de la manière la plus exhaustive possible, afin d'inventorier et cartographier précisément la distribution des espèces.

Les recherches à vue, éventuellement à l'aide d'un filet entomologique (capture a vu des imagos et détermination sur place), constituent la méthode de base permettant de détecter la plupart des espèces visées. Une recherche de cavité dans les grands chênes pour les coléoptères xylophages a été effectuée.

Lors de cette étude, nous avons noté la présence des espèces et non leur abondance sur le site.

4 Etude de trafic

Transitec a réalisé la modélisation du trafic routier aux différents horizons d'étude.

- *Modélisation du trafic routier*

L'analyse des flux de trafic est issue des différentes études qui ont été menées sur le périmètre de l'extension du tramway.
Après un bilan de l'état initial, l'analyse du fonctionnement du secteur en situation projet « avec tramway » a été réalisée, en utilisant notamment la modélisation dynamique. L'ensemble des études menées dans le cadre de la Maitrise d'œuvre du projet de tramway a permis de définir les capacités d'écoulement des carrefours du secteur, et de les comparer aux besoins de déplacements sur le secteur, en forte évolution du fait de l'ensemble des projets urbains. Avec l'arrivée du tramway, les flux automobiles qui ne peuvent être écoulés par les carrefours sont considérés comme absorbés par le tramway, grâce au principe de report modal.
En situation de référence, la demande de déplacement est considérée comme inchangée, mais la répartition modale est différente en l'absence de tramway. Les usagers qui sont considérés comme empruntant le tramway en situation projet sont reportés sur l'automobile en l'absence d'alternative modale. La démarche a alors été de comparer les flux attendus à la capacité d'écoulement des carrefours qui a été déterminée sur la base de la capacité « à terme », à laquelle a été ajoutée l'impact capacitaire du tramway (qui nécessite notamment des temps dédiés en traversée des carrefours, pendant lesquels la majeure partie des flux automobiles est arrêtée). Les flux non écoulés n'ayant pas l'alternative modale du tramway, ils sont reportés sur d'autres horaires : c'est l'étalement de l'heure de pointe.

- *Hypothèses de trafic routier*

Le tableau ci-après liste le trafic par brin routier. Ces brins routiers sont localisés sur les plans en page suivante. Ces données ont été utilisées pour les modélisations acoustique, air et santé et bilan GES.

Tableau 64 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié

	ETAT ACTUEL 2019 E0		REFERENCE 2035 E1		PROJET 2035 E2		Vitesse EI (km/h)	Vitesse REF/PRO (km/h)
ID	*PL*	*TMJA*	*PL*	*TMJA*	*PL*	*TMJA*		
1	449	22 427	644	32 190	452	22 590	30	30
2	497	24 827	0	0	0	0	30	0
3	691	23 040	0	0	0	0	30	0
4	642	21 394	557	18 583	525	17 486	30	30
5	276	13 817	0	0	0	0	70	0
6	276	13 817	331	16 556	239	11 931	70	50
7	276	13 817	317	15 874	248	12 411	70	50
8	352	17 623	518	25 886	485	24 274	70	50
9	67	6 720	0	0	0	0	30	0
10	43	4 251	56	5 571	45	4 457	30	30
11	78	7 783	160	15 991	145	14 537	30	30
12	78	7 783	132	13 200	120	12 000	30	30
13	78	7 783	142	14 229	155	15 497	30	30
14	25	2 537	39	3 874	39	3 874	30	30
15	0	2 126	0	3 771	0	3 771	30	30
16	59	5 863	50	4 971	50	4 971	30	30
17	16	1 611	66	6 583	66	6 583	30	30
18	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	51	5 133	42	4 224	0	30
20	0	0	44	4 389	31	3 120	0	30
21	0	0	71	7 080	57	5 664	0	30
22	0	0	13	1 320	11	1 056	0	30
23	0	0	20	1 980	16	1 584	0	30
24	0	0	33	3 300	26	2 640	0	30
25	0	0	6	600	5	480	0	30
26	0	0	36	3 570	29	2 856	0	30
27	0	0	8	840	7	672	0	30
28	0	0	24	2 370	19	1 896	0	30
29	0	0	7	720	35	3 456	0	30
30	0	0	56	5 580	45	4 464	0	30
31	0	0	25	2 460	20	1 968	0	30
32	0	0	41	4 125	33	3 312	0	30
33	0	0	79	7 869	64	6 384	0	30
34	67	6 720	82	8 211	58	5 842	30	30
35	0	0	27	2 670	21	2 136	0	30
36	0	0	68	6 840	55	5 472	0	30
37	0	0	36	3 612	30	3 000	0	30
38	0	0	427	21335	283	14 160	0	50
39	0	0	632	31590	440	21 990	0	30
40	0	0	489	24450	332	16 620	0	30
41	0	0	538	17931	505	16 834	0	30
42	0	0	73	7269	51	5 074	0	30

PL : Poids Lourds en veh/j
TMJA : Trafic Moyen Journalier en veh/j

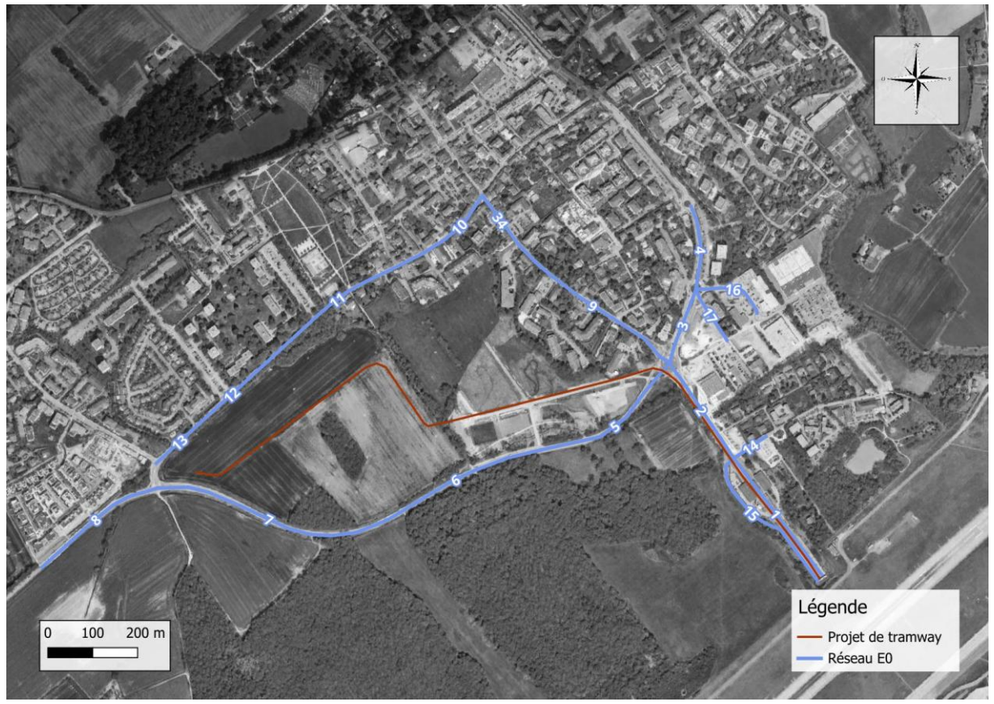


Figure 242 : Réseau routier associé – E0



Figure 243 : Réseau routier associé – E1 et E2

5 Etude acoustique

5.1 Campagne de mesures in situ

⇒ *Méthodologie et conditions de mesures*

Des mesures acoustiques d'état sonore initial ont été réalisées du lundi 5 au mardi 6 décembre 2022. Sur cette période, nous considérons que les niveaux sonores observés sont représentatifs de conditions de circulation normales (en semaine et hors vacances scolaires).
Les enregistrements ont été réalisés en continu pour une durée d'environ 24 heures, permettant de couvrir l'intégralité des deux périodes réglementaires (6h-22h et 22h-6h).
Les conditions météorologiques rencontrées n'ont pas eu d'influence sur les résultats des mesures.
Les mesures acoustiques d'état sonore initial ont été réalisées conformément à la norme NFS 31-010 (Bruit dans l'environnement).

⇒ *Localisation et résultats des mesures*

Les mesures d'état sonore initial ont été réalisées en deux points de mesures respectivement nommés PF1 et PF2. La figure suivante localise les points de mesures.



Figure 244 : Plan de localisation des mesures d'état sonore initial

5.2 Modélisation de l'état initial

L'objectif de la modélisation de l'état sonore initial est de définir les « ambiances sonores préexistantes » qui serviront de base à la définition des critères réglementaires applicable au projet.

⇒ *Méthodologie générale de modélisation*

Une modélisation du site du projet et de son environnement proche a été réalisée à l'aide du logiciel CadnaA. Ce logiciel permet de calculer le bruit généré par des sources routières et ferroviaires au sein

d'un modèle 3D en tenant compte des différents paramètres influents dans la propagation du bruit (topographie, bâtiments, propriété d'absorption du sol, conditions météorologiques, etc..).
Après avoir créé et paramétré le modèle 3D et les sources en jeu (voies routières, aéroport, etc.), des points dits « récepteurs » sont implémentés aux emplacements des mesures d'état sonore initial.
Les paramètres du modèle et des sources sont ajustés de sorte à réduire les écarts entre les niveaux calculés et mesurés. Cette phase de recalage est considérée comme valide lorsque ces écarts sont inférieurs à 2 dB(A) par points et par période.
Une fois le calibrage du modèle validé, les bâtiments de la ZAC sont implémentés et les calculs des niveaux sonores en façades de tous les bâtiments exposés sont réalisés pour décrire le scénario dans lequel les bâtiments de la ZAC sont construits avant le tramway.
Les niveaux sonores sont alors calculés en façades des bâtiments pour définir la catégorie d'ambiance sonore initiale.

⇒ *Recalage de la modélisation*

Le tableau suivant présente les résultats obtenus à l'issue de la phase de recalage du modèle :

Tableau 65 : Résultats de recalage du modèle

Point	Jour (6h-22h)			Nuit (22h-6h)		
	L_{Aeq} mesuré en dB(A)	L_{Aeq} calculé en dB(A)	Écart en dB(A)	L_{Aeq} mesuré en dB(A)	L_{Aeq} calculé en dB(A)	Écart
PF1	59,5	61,5	**2**	53,5	54,5	**1**
PF2	57,0	57,5	**0,5**	48,5	49,5	**1**

Préalablement à l'analyse de ces résultats, rappelons que :

- Le matériel de mesures utilisé est de classe de précision 1 selon la norme NF EN 61672-1 relative aux sonomètres intégrateurs et que les résultats de mesures sont donc indiqués avec une précision de ± 1 dB(A) pour ce type de matériel.
- Le manuel du Chef de Projet relatif au bruit et études routières coéditées par le SETRA et le CERTU en octobre 2001 indique que la précision acceptable en usage normal pour un logiciel comme CADNA-MITHRA est de ± 2 dB(A) pour des sites simples ou à proximité des voies et peut aller jusqu'à ± 4 dB(A) pour des sites complexes ou à distance des voies ainsi que dans des conditions particulières de circulations (faible trafic nocturne par exemple).

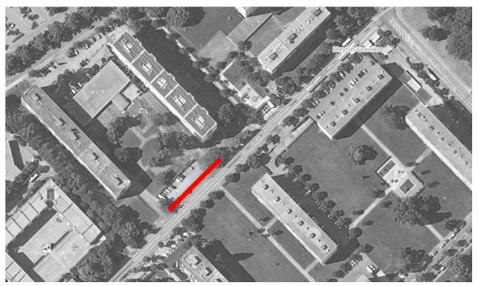
Les faibles écarts entre les calculs et les mesures permettent de considérer que le modèle comme valide.

5.3 Étude de l'impact acoustique – Bruit ferroviaire

- *Évaluation du terme source*

⇒ *Mesure de bruit au passage de tramway*

Le site retenu pour l'évaluation du terme source est situé sur la commune de Meyrin en Suisse, entre les arrêts « Meyrin – Gravière » et « Vaudagne » sur l'Avenue Vaudagne. Il s'agit d'un site où circulent les mêmes matériels roulants que ceux du projet (Stadler Tango et Bombardier CityRunner). La méthodologie consiste à mesurer les niveaux de vibration en bord de voie durant des passages de rame en situation normale d'exploitation.



Emplacement des essais durant passages des rames



Photo des essais durant passages des rames

Les vitesses observées lors des passages sont homogènes (20 à 25 km/h), les conditions de mesures sont donc jugées répétables et les résultats des mesures aux différents passages donc comparables.
Le tableau suivant présente les résultats des mesures.

Tableau 66 : Résultats de mesure de niveaux sonores au passage des tramways

Type de matériel roulant	Niveau sonore au passage $L_{Aeq,tp}$ en dB(A)
Tango – STADLER	74
Cityrunner – BOMBARDIER	71

Dans la suite des études, l'hypothèse conservative d'une exploitation de 100% de TANGO sera prise.

- *Vitesse de circulation du tramway*

Les calculs sont réalisés à partir du profil de vitesse établi dans les études d'exploitation en phase AVP2.
Nous retiendrons dans nos études un profil de vitesse unique majorant la vitesse le long du tracé.
Enfin, nous modéliserons la source pour 4 paliers de vitesse, à savoir : 25, 30, 40, 45 et 50 km/h.

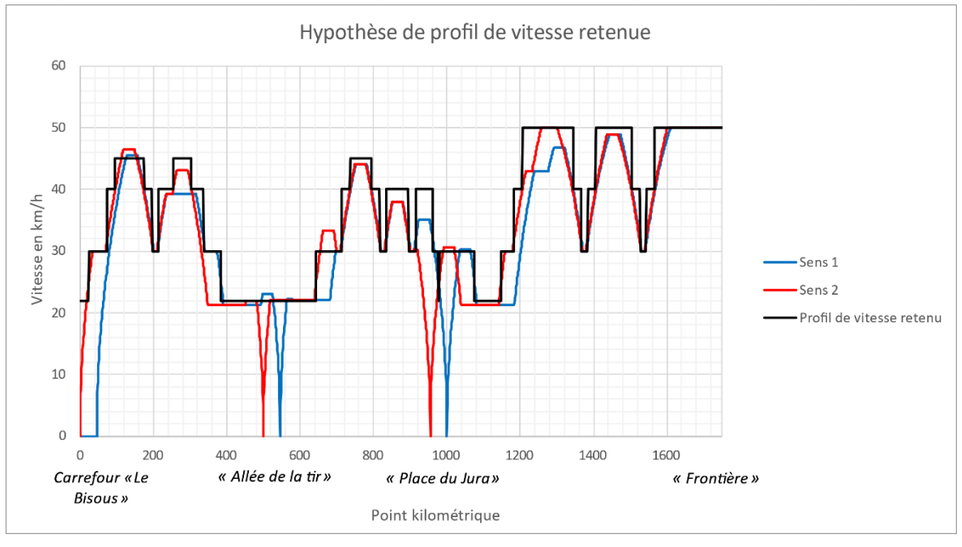


Figure 245 : Hypothèse de profil de vitesse (source : Notice exploitation en phase AVP2 – avril 2022)

- *Revêtement de plateforme*

La prise en compte de l'effet des revêtements de plateforme se traduira par l'intégration d'une correction de -3dB appliquée au terme source pour les tronçons sur plateforme herbée.
Les mesures utilisées pour le recalage de notre terme source ayant été réalisées sur plateforme bitume, aucune correction ne sera apportée pour les tronçons de plateforme bitumée.

- *Prise en compte du bruit de crissement*

Conformément aux prescriptions définies dans la méthode CNOSSOS-EU, les rayons ≤ 300 mètres recevront une correction de +8 dB. La mise en œuvre de solution de mitigation du bruit de crissement se traduira par une correction de -5 dB, abaissant la majoration liée au franchissement de courbe à +3 dB.

- *Hypothèse de trafic de tramway par périodes*

La notice exploitation AVP2 définie les fréquences de services du lundi au vendredi hors vacances scolaires et jours fériés à partir desquelles nous définissons le nombre de passages par période suivants :

Tableau 67 : Calcul du nombre de passages de rame par période.

Période réglementaire	Période	Nombre de course par heure	Nombre de tramways (2 sens)	Tramway par périodes
Période diurne	06h00 – 19h00	10	260	288
	19h00 – 21h30	5	25	
	21h30 – 22h00	2,5	2,5	
Période nocturne	22h00 – 00h00	2.5	10,5	15
	00h00 – 05h00	0	0	
	05h00 – 06h00	2.5	4	

6 Etude vibratoire

La méthodologie est basée sur des essais in situ ainsi que sur des modélisations numériques. Elle se compose des étapes suivantes :

- Etape 1 : Analyse des enjeux vibratoires ;
- Etape 2 : Evaluation de l'atténuation du sol ;
- Etape 3 : Evaluation du terme source ;
- Etape 4 : Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans mitigation) ;
- Etape 5 : Proposition des mesures de mitigation de vibrations ;
- Etape 6 : Simulation et analyse des impacts vibratoires résiduels (avec mitigation).

6.1 Etape 1 : Analyse des enjeux vibratoires

Cette étape consiste à identifier les bâtiments situés dans l'aire d'influence vibratoire du projet. C'est-à-dire les bâtiments pour lesquels un risque d'impact vibratoire ne peut être négligé en raison de leur distance du tracé.
Ce travail est opéré suivant les critères issus du guide FTA qui propose des distances critiques en fonction de la destination des bâtiments. La distance critique correspond à la distance au-delà de laquelle le risque d'impact vibratoire est jugé négligeable.
Le tableau suivant présente ces critères :

Tableau 68 : Distance critique de l'impact vibratoire du projet

Catégorie	Destination des bâtiments	Distance critique
Catégorie 1	Bâtiment présentant une sensibilité particulière aux vibrations et au bruit solidien. Le calme est essentiel à l'usage normal du bâtiment (théâtres, salle de concert, studio d'enregistrement, etc.) Un faible niveau de vibration est exigé par la présence d'équipements sensibles (centres hospitaliers, laboratoire, etc.).	140 mètres
Catégorie 2	Bâtiments résidentiels et tout autre bâtiment destiné au sommeil (hôtels, chambre d'hôpitaux, crèches, etc.)	45 mètres
Catégorie 3	Bâtiments destinés aux activités diurnes où une ambiance calme est recherchée (bureaux à haut niveau de confort acoustique, lieux de culte, bibliothèque, musées, etc.)	30 mètres
Catégorie 4	Bureaux à confort acoustique standard	12 mètres

6.2 Etape 2 : Evaluation de l'atténuation vibratoire du sol

Les niveaux vibratoires transmis dans un bâtiment dépendent de la capacité du sol à atténuer les vibrations générées par le passage d'une rame. Pour cela, dans le cadre d'une étude d'impact, il est indispensable de caractériser le comportement vibratoire du sol.

⇒ *Principe de l'essai*

Le passage d'une rame de tramway étant considéré comme une succession d'impact, cela implique d'évaluer la capacité du sol à atténuer les vibrations d'une source linéique à sa surface.
Cette évaluation s'opère par mesurage de fonction de transfert vibratoire à la surface du sol (LTM) à l'aide d'une ligne de capteurs (accéléromètre) et d'impact réalisé avec des masses instrumentées :

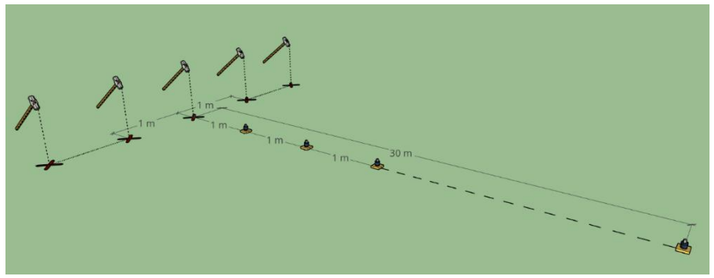


Figure 246 : Atténuation vibratoire du sol : Principe



Figure 247 : Atténuation vibratoire du sol : Essai in situ

6.3 Etape 3 : Evaluation du terme source

⇒ *Méthodologie de l'évaluation*

Le site retenu pour l'évaluation du terme source est situé sur la commune de Meyrin en Suisse, entre les arrêts « Meyrin – Gravière » et « Vaudagne » sur l'Avenue Vaudagne.

Il s'agit d'un site où circulent les mêmes matériels roulants que ceux du projet(Stadler Tango et Bombardier CityRunner) ,sur une voie de type pose directe sur traverse, plateforme béton avec semelles caoutchouc sous rail.

La méthodologie consiste à mesurer les niveaux de vibration en bord de voie durant des passages de rame en situation normal d'exploitation.

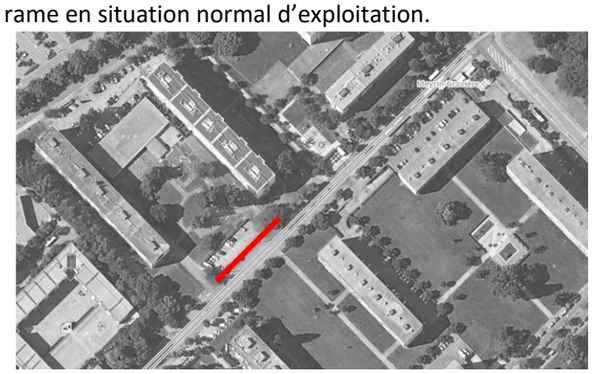


Figure 248 : Emplacement des essais durant passages des rames



Figure 249 : Photo des essais durant passages des rames

Un modèle d'interaction matériel roulant / voie est ensuite calibré sur les résultats d'essais.

Le schéma suivant présente le principe du modèle :

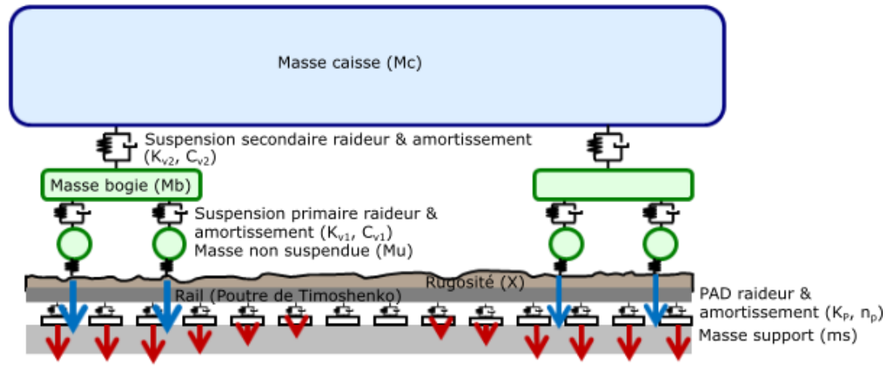


Figure 250 : Illustration du modèle d'interaction matériel roulant / rail.

Ce modèle permet de calculer les réceptances mécaniques du matériel roulant et de la voie et d'en déduire les fréquences caractéristiques de l'excitation vibratoire.

Un modèle simplifié de sol est également intégré au modèle, permettant d'évaluer les spectres vibratoires au passage à une distance donnée de l'axe de la voie.

⇒ *Résultats de l'évaluation*

Le graphique suivant présente les spectres de niveaux vibratoires mesurés à 1m du rail extérieur pour des passages de rame entre 20 et 25 km/h.

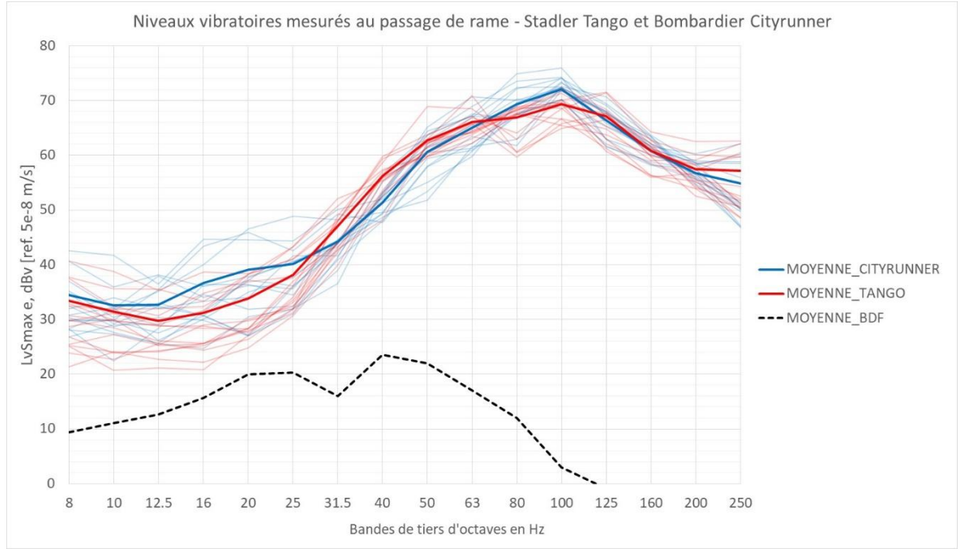


Figure 251 : Résultats des mesures niveaux vibratoires au passage de rame.

Les résultats des mesures permettent de constater que les deux matériels roulant exploités sur la ligne, à savoir Standler Tango et Bombardier Cityrunner, présentent une signature vibratoire similaire, avec un maximum d'énergie à 100Hz (aussi appelée fréquence de masse non suspendue).

De ce fait, dans la suite des études, nous ne retiendrons qu'un seul terme d'Emission – Sources, nommé $S(f)$, pour les deux matériels roulants.

Le graphique suivant présente les résultats obtenus pour le calibrage de la modélisation :

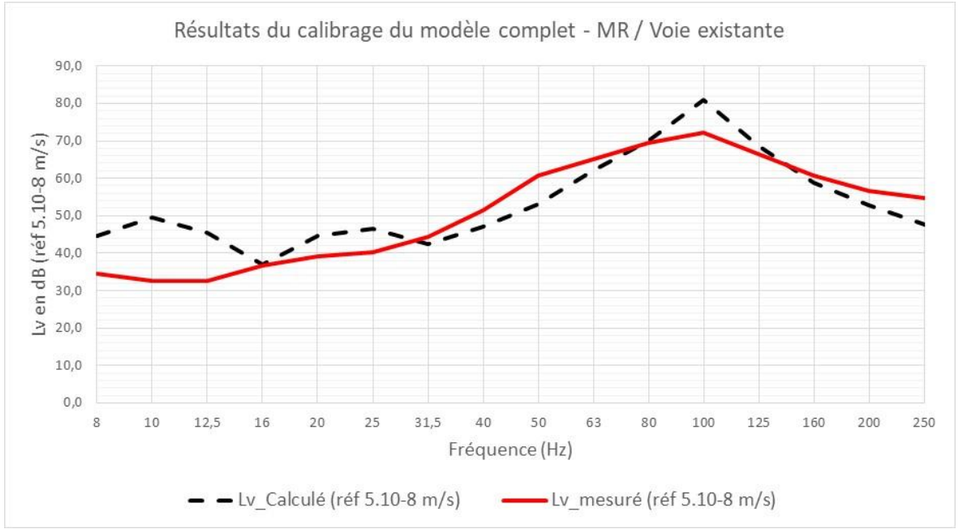


Figure 252 : Résultats de calibrage du modèle numérique complet

Le tableau suivant présente les paramètres principaux de la voie et du matériel roulant ayant permis le calibrage :

Tableau 69 : paramètres du modèle source

Paramètres		Valeur
Matériel roulant	Masse non suspendue / essieu	1070 kg
Voie	Type de voie	Pose de voie directe plateforme béton
	Travelage	750 mm
	Raideur dynamique basses fréquences sous charge des semelles	280 kN/mm
	Facteur de perte de la semelle	15%

6.4 Etape 4 : Simulations et analyse des impacts vibratoires du projet (sans atténuation)

⇒ *Méthodologie de simulation*

Le tracé du projet est tout d'abord découpé en tronçon dit « homogène ». Ce découpage est opéré au regard de :

- La distance entre la voie et les bâtiments, ou rangé de bâtiments, les plus exposés ;
- La vitesse de circulation du matériel roulant ;
- La présence de singularité de voie (appareil de voie, courbe serrée, etc.).

L'hypothèse de vitesse de circulation retenue dans le découpage en tronçon homogène est la suivante :

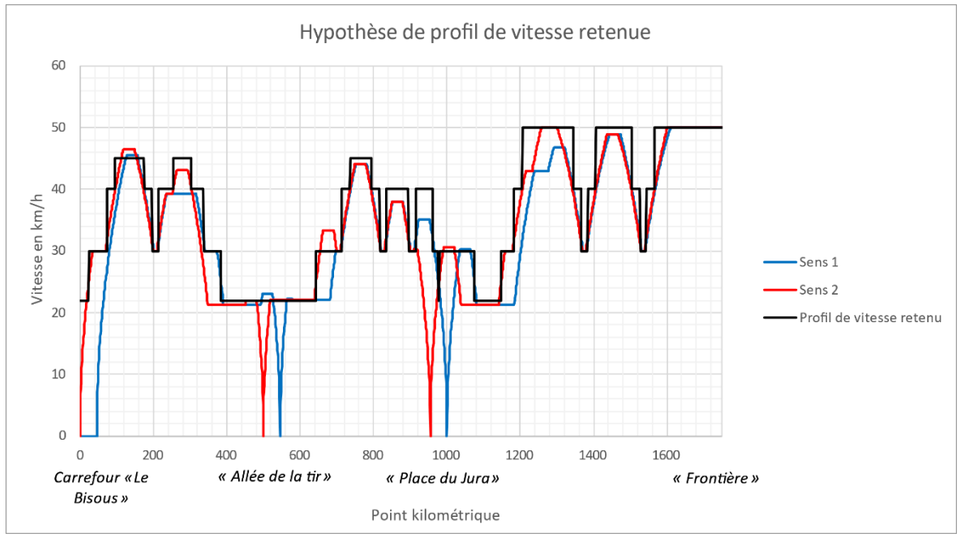


Figure 253 : Hypothèse de profil de vitesse (source : Notice exploitation en phase AVP2 – avril 2022)

Le découpage en tronçon homogène résultant de l'analyse des enjeux et des hypothèses de profil de vitesse retenu est présenté sur la figure suivante.

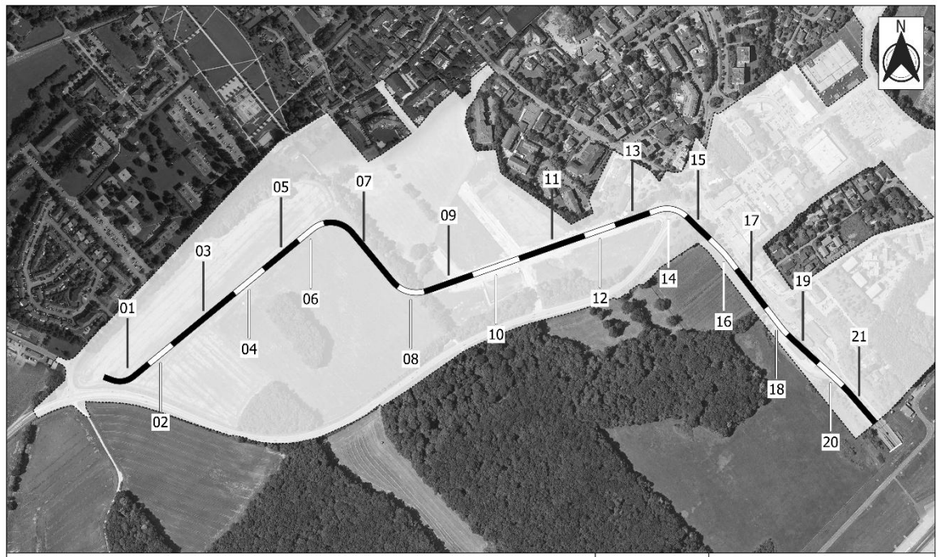


Figure 254 : Repérage des tronçons homogènes d'un point de vue vibratoire

Chaque tronçon fait alors l'objet d'une simulation permettant d'estimer le niveau vibratoire au pied d'un bâtiment, jugé représentatif du tronçon.

La simulation mise en œuvre repose sur un principe de décomposition des mécanismes de génération et transmission des vibrations en trois phases interdépendantes, comme illustré ci-après :



$$L_v = S(f) * P(f)$$

Les deux termes en jeu dans la modélisation font l'objet d'un modèle spécifique :

- Emission (force d'excitation) : Modélisé à l'étape 3.
- Propagation (transfert des vibrations dans le sol) : Modélisé à l'étape 2.
- La modélisation est réalisée pour la pose de voie de base du projet dite « Pose courante » (Voie béton traverses sans atténuation vibratoire illustrée dans la notice infrastructure tramway de l'AVP2). Cette pose est caractérisée par un radier béton avec traverses, travelage 750 mm et semelle classique caoutchouc sous rail.

7 Etude « air et santé »

L'étude « air et santé » de la présente étude d'impact a été réalisée en s'appuyant sur le cadre réglementaire et méthodologique français :

- La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ; cette note abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 et son annexe, laquelle a été remplacée par le guide méthodologique (voir puce suivante). Cette mise à jour tient compte de l'avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières (juillet 2012) ;
- Le guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA ;
- La Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 ;
- La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 ;
- L'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie n°96-1236 du 30 décembre 1996.

Conformément aux recommandations du guide du Cerema du 22 février 2019, l'évaluation des futurs impacts du projet se fait aux différents horizons d'étude suivants :

- Etat actuel ;
- Mise en service du projet ;
- 20 ans après la mise en service.

Compte-tenu des données de trafic à disposition, les scénarios suivants ont été étudiés :

- Scénario actuel (2019) – E0 ;
- Scénario futur sans projet à l'horizon de sa mise en service (2035) – E1. Ce scénario intègre la réalisation de la ZAC Ferney-Genève Innovation, sans tramway ;
- Scénario futur avec projet à l'horizon de sa mise en service (2035) – E2.

7.1 Estimation des émissions de polluants

Afin de modéliser l'état actuel de la qualité de l'air, les émissions liées au trafic routier générées par les axes routiers étudiés ont été calculées.

L'estimation des émissions liées au trafic automobile est réalisée pour les polluants considérés ci-dessous :

- Oxydes d'azote (NO_x) ;
- Particules (PM_{10} et $PM_{2,5}$) ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Benzène ;
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Arsenic (As) ;
- Nickel (Ni) ;
- Benzo(a)pyrène (BaP).

Les polluants émis par le trafic routier peuvent avoir différentes sources d'émissions :

- Echappement des véhicules ;
- Usure des pneus, freins et abrasion de la route.

Les méthodologies appliquées pour l'estimation des émissions liées à ces origines sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

○ Emissions à l'échappement

Le logiciel ARIA TREFIC 5.2.1 (Traffic Emission Factors Improved Calculation), mis à disposition par la société ARIA Technologies, a été utilisé pour le calcul des émissions de polluants. Ce dernier s'appuie sur la méthodologie européenne **COPERT V**. Le diagramme méthodologique du calcul des émissions est présenté ci-après :

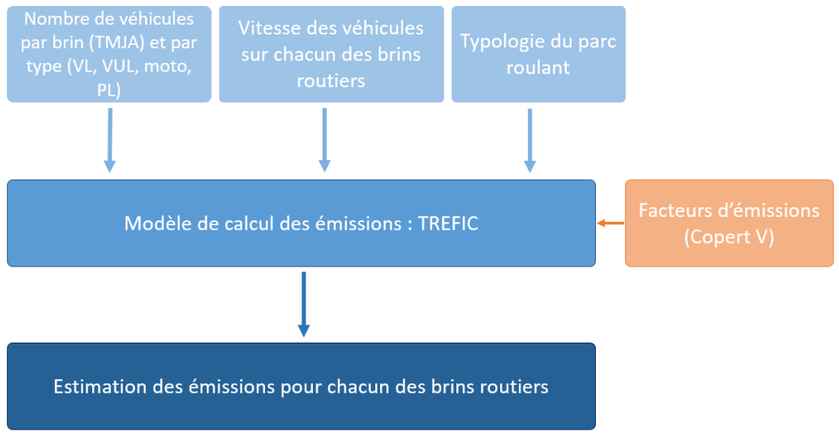


Figure 255 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions

Ainsi, les données d'entrée nécessaires, pour chaque brin étudié, à la réalisation des calculs sont :

- Les trafics moyens journaliers (TMJA) ;
- La longueur du tronçon ;
- La répartition des véhicules (véhicules légers et poids lourds) ;
- La vitesse moyenne des véhicules ;
- Le parc automobile à l'horizon d'étude ;
- Les facteurs d'émissions.

○ Emissions liées à l'usure des pneus et des freins et à l'abrasion de la route

Pour les polluants particulaires que sont les HAP et les métaux, les émissions dues à l'usure des pneus et des freins des véhicules ne sont pas prises en compte directement dans le modèle COPERT V. Celles-ci ont été calculées selon la méthodologie EMEP[16]. Cette dernière met à disposition des équations permettant le calcul de ces émissions de composés particulaires mettant en jeu : les TMJA par type de véhicule (VL, PL, VUL), la distance parcourue, la vitesse moyenne et les facteurs d'émissions qu'elle fournit.

Les données d'entrée nécessaires, pour chaque brin étudié, à la réalisation des calculs sont :

- Les trafics moyens journaliers annuels (TMJA)°;
- La longueur du tronçon°;
- La répartition des véhicules (véhicules légers et poids-lourds)°;
- La vitesse moyenne des véhicules°;
- Les facteurs d'émissions.

○ Données de trafic considérées

Les données de trafic sont issues de l'étude de trafic réalisée par Transitec en 2024.

Il est à noter que l'ensemble des informations nécessaires n'était pas disponible dans cette étude. En effet, concernant la part des véhicules particuliers dans les véhicules légers (comprenant également les VUL *Véhicules Utilitaires Légers*), il a été appliqué la moyenne de 7 % correspondant à la Communauté d'Agglomération du Pays du Gex[17] en l'absence d'autres données dans l'étude de trafic.

Le « Tableau 64 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié » présente l'ensemble des données de trafic considérées.

Les axes étudiés pour le calcul des émissions des trois scénarios sont présentés sur les cartes suivantes. Au total, le réseau d'étude est constitué de 4,4 km de voirie pour le scénario E0 et de 7,7 km pour les scénarios E1 et E2. Plusieurs axes sont créés ou modifiés à l'horizon 2035 du fait de la création de la ZAC Ferney-Genève Innovation.

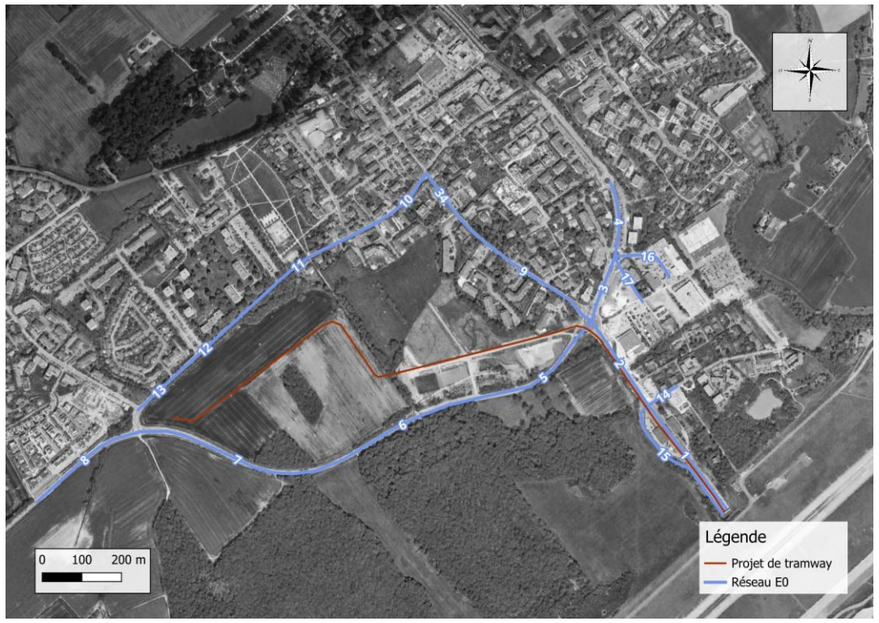


Figure 256 : Réseau routier associé – E0

[16] EMEP, Guidebook 2019, Road transport : automobile tyre and brake wear / automobile road abrasion

[17] Donnée issue de https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

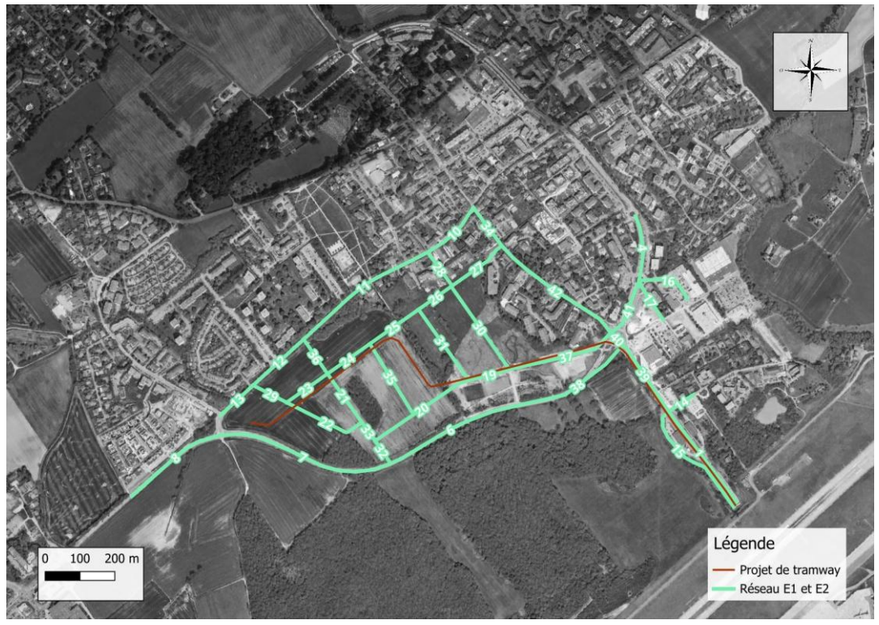


Figure 257 : Réseau routier associé – E1 et E2

Le tableau suivant présente le trafic total considéré sur le réseau pour l'ensemble des scénarios étudiés.

Tableau 70 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour

Scénario	Longueur totale du réseau étudié dans le cadre du projet (km)	Distances parcourues totales (véh.km/j)
E0 **Scénario actuel – 2019**	4,4	57 074
E1 **Scénario futur sans projet – 2035** (Référence)	7,7	88 057
E2 **Scénario futur avec projet – 2035** (Projet)	7,7	70 873

Dans le cadre de cette étude, on observe des distances parcourues totales (par l'ensemble des véhicules) variant d'environ 57 000 à 88 000 kilomètres par jour selon les scénarios.

En l'absence du projet, on constate une augmentation des distances parcourues de l'ordre de 54 %, en raison de la création de la ZAC Ferney-Genève Innovation entre l'état actuel 2019 (E0) et l'état futur 2035 (E1). Une diminution de l'ordre de 20 % des distances parcourues est en revanche attendue entre le scénario futur sans projet et le scénario futur avec projet en 2035 du fait de la création du projet.

○ Répartition du parc automobile

La distribution par type de voie (urbain, route, autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, …) par combustible (essence ou diesel) et par norme (date de mise en service et technologies) est nécessaire pour le calcul des émissions.
Cette répartition, prise en considération via le logiciel Trefic, est extraite des données statistiques disponibles du parc français et fournis par IFSTTAR.
Les versions de parcs automobiles proviennent de la modélisation de l'Institut Gustave Eiffel IFSTTAR (UGE-IFSTTAR) sur la période 1970-2050 (mise à jour en 2022). Les scénarios 2022 et hypothèses prospectives sont dérivés des travaux sur la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC). Ce parc présente ainsi deux scénarios d'évolution du parc jusqu'à l'horizon 2050 : AME (avec mesures existantes) et AMS (avec mesures supplémentaires).
Dans cette étude, la version AME 2026 du parc automobile français modélisé par l'UGE-IFSTTAR est utilisée pour l'état actuel et la version AME 2035 a été utilisée pour les calculs prospectifs dans une démarche majorante.
Il est à noter également que la part de véhicules hybrides est prise en compte dans les hypothèses. Par contre, étant donné que les véhicules électriques n'ont pas d'émissions à l'échappement, ils ne sont donc comptabilisés que dans les calculs d'émission à l'usure et à l'abrasion.

○ Facteurs d'émission

⇒ *Echappement*

Un facteur d'émission, exprimé en grammes de polluants par kilomètre (g/km), correspond à la quantité de polluant rejetée par un véhicule sur une distance d'un kilomètre. Il est dépendant de plusieurs paramètres : type de véhicules (VL, PL, …), motorisation du véhicule (essence, diesel, …), vitesse du véhicule, date de mise en circulation du véhicule, ….
COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne permettant le calcul des émissions de polluants du transport routier. Les facteurs d'émissions utilisés pour la présente étude sont ceux du programme COPERT V, méthodologie de référence européenne. Par ailleurs, dans son guide méthodologique de février 2019, le CEREMA, qui indique que la méthodologie COPERT est la plus utilisée dans les études opérationnelles, recommande d'utiliser des outils intégrant les dernières mises à jour de COPERT.

⇒ *Usure des freins et des pneus et abrasion de la route*

Ces facteurs d'émission dépendent du type de véhicule (VL, PL, VUL).
Les émissions issues de l'usure des routes et des freins génèrent des composés particulaires tels que le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Elles ont été calculées selon la méthodologie EMEP, à partir des émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$.

Tableau 71 : Facteurs d'émission en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – Usures des pneus, des freins et abrasion de la route (source : EMEP)

	Usure des pneus	**Usure des freins**
As	3,8	67,5
Ni	29,9	327
B(a)P	3,9	0,74

7.2 Modélisation des concentrations en polluants

Il s'agit ici de modéliser la dispersion des émissions d'une partie des polluants calculés précédemment. Pour rappel, l'approche retenue pour mener cette étude est basée sur celle précisée dans le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, établi par le CEREMA et publié le 22 février 2019. L'étude réalisée est de niveau équivalent à II. Dans ce cadre, et conformément au guide, la modélisation aérodispersive porte sur le **dioxyde d'azote**. En complément, la modélisation des particules **PM_{10} et $PM_{2,5}$** a été intégrée afin de prendre en compte ces polluants à enjeux sur le territoire régional.

○ Méthodologie

Le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre ici est ADMS-Roads 5, logiciel de type gaussien de seconde génération. Ce type de modèle présente l'avantage d'un temps de calcul très court, permettant ainsi l'étude d'un grand nombre de situations météorologiques.
Développé depuis près de 30 ans par Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire français, en Europe et dans le monde. Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique gaussiens, il est reconnu par l'US EPA (Environmental Protection Agency of United-States) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.
Ce modèle nécessite la prise en compte de paramètres d'entrée spécifiques au domaine d'étude qui sont détaillés dans le paragraphe ci-après.

○ Paramètres d'entrée pris en compte

⇒ *Données d'émission*

Les émissions des polluants retenus pour la modélisation de la dispersion sont celles calculées précédemment sur chacun des tronçons du réseau routier étudié (cf Tableau 64 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié).

⇒ *Domaine d'étude*

Le domaine d'étude pris en compte dans le cadre de cette étude est un carré de 3,0 km par 3,0 km de résolution avec un maillage régulier d'environ 50 mètres. Un maillage plus resserré est défini à proximité des sources routières.
La bande d'étude est quant à elle définie comme un périmètre de 200 à 300 mètres centré sur les voies étant donné les TMJA attendus d'après le guide du CEREMA[18]. Elle est illustrée figure suivante :

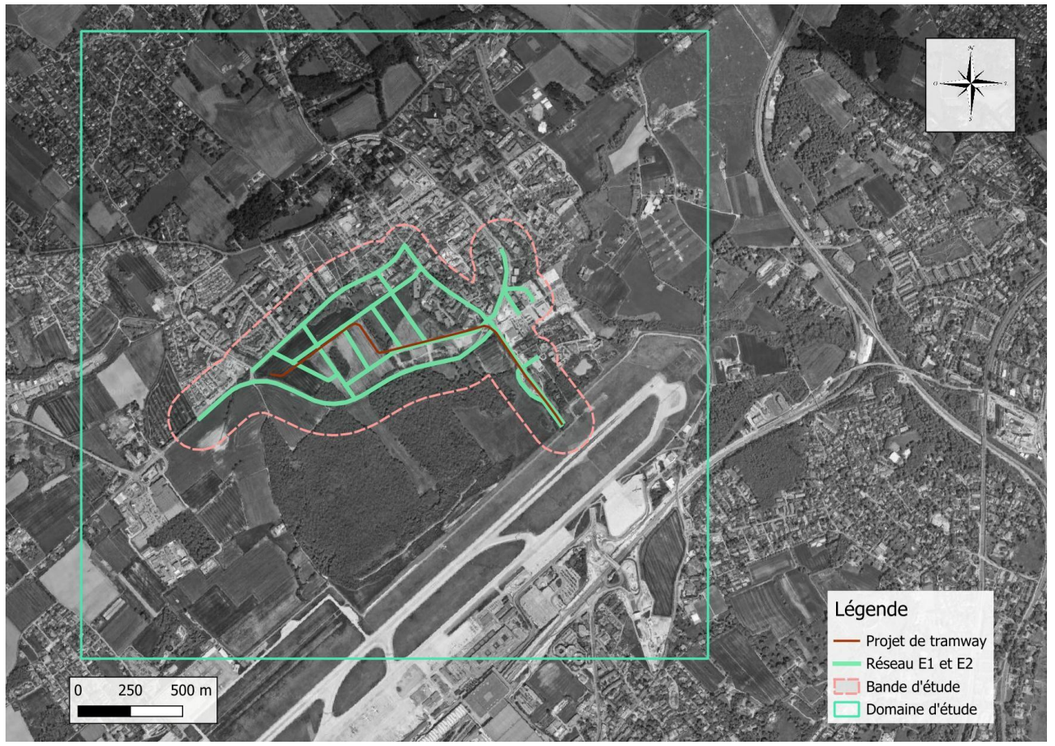


Figure 258 : Domaine et bande d'étude

⇒ *Topographie*

La topographie présente sur le domaine d'étude peut, en fonction de son importance, influer sur la trajectoire du panache. Le relief étant peu marqué sur la zone d'étude, son impact sur la dispersion du panache sera non significatif, il n'a donc pas été pris en compte dans cette étude.

⇒ *Occupation des sols*

La nature des sols peut influencer la progression des panaches. Le paramètre couramment utilise dans les modèles de dispersion pour caractériser cette nature est la rugosité, qui représente la nature des obstacles au sol. La rugosité s'exprime en mètre et peut varier entre 0,001 et 1.
Ainsi, une observation de l'occupation des sols a été réalisée sur la base des données d'occupation des sols d'images satellitaires de l'année 2018 (Corine Land Cover). Une hauteur de rugosité moyenne et constante égale à 0,5 m a été prise en compte (parc/banlieues dégagées).

⇒ *Récepteurs*

Parmi la population générale est distinguée la population vulnérable dite « public sensible ». Il s'agit :

- Des jeunes enfants ;
- Des personnes âgées ;
- Des personnes présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

[18] Guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA

Ainsi, des points spécifiques appelés « récepteurs » ont été intégrés dans le modèle de dispersion afin d'estimer les concentrations en polluants au niveau de ces derniers. Il s'agit de cinq établissements recevant du public sensible.
Ces établissements sont recensés dans le tableau ci-après :

Tableau 72 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM zone 32)

N° du récepteur	X	Y	Description
E1	276903	5126089	Futur groupe scolaire
C1	276971	5126108	Future crèche
R1	276771	5126123	Riverains
R2	277208	5126321	
R3	277649	5126190	
R4	277398	5126488	

Leurs emplacements sont illustrés sur la cartographie suivante :

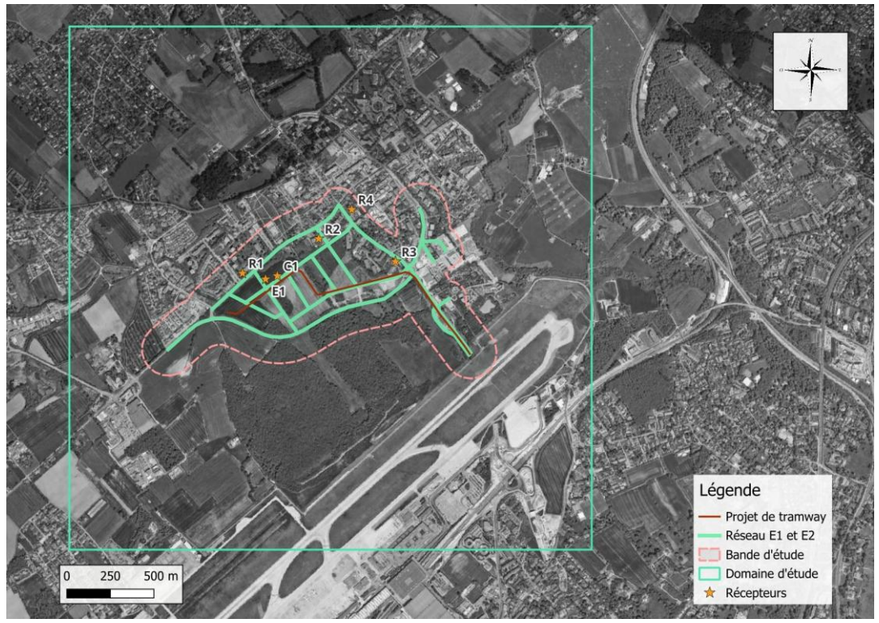


Figure 259 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude

⇒ *données météorologiques*

Les conditions météorologiques présentes sur le domaine d'étude sont un des paramètres prépondérants dans les calculs de dispersion. Afin que ces derniers soient les plus représentatifs possibles des conditions météorologiques présentes sur la zone d'étude, les données réelles (horaires sur une période de 3 ans) sont issues de la station météorologique la plus représentative du site soit celle de Genève Cointrin située à 3 km au sud-ouest du projet. Elles concernent les paramètres suivants :

- La vitesse du vent ;
- La direction du vent ;
- La température ;
- La pluviométrie ;
- La nébulosité totale.

La rose des vents issue de cette chronique météorologique est présentée sur la Figure 50 : rose des vents.
Les vents dominants proviennent principalement du secteur Nord-Est et sont d'intensité plutôt modérée. On retrouve également une composante secondaire ouest d'intensité plus forte.

⇒ *Conversion NO_x/NO_2*

Les émissions calculées concernent les oxydes d'azote (NO_x). Ces derniers correspondent à un mélange de dioxyde d'azote (NO_2) et de monoxyde d'azote (NO). Seul le NO_2 est réglementé en air ambiant.
Dans une approche majorante, il a été considéré que les concentrations en NO_x étaient équivalentes à celles en NO_2.

⇒ *Pollution de fond*

Comme explicité dans le paragraphe « 8.3.1», le transport routier n'est pas le seul émetteur de polluants dans l'air. D'autres contributeurs sont présents sur la zone tels que le secteur résidentiel (systèmes de chauffage) par exemple.
Ainsi, une pollution de fond uniforme sur l'ensemble du domaine d'étude a été ajoutée aux concentrations modélisées. Elle représente un niveau moyen de concentration n'intégrant pas les émissions du trafic routier modélisé mais l'ensemble des autres sources potentiellement présentes sur la zone d'étude.
Pour les trois polluants étudiés, les concentrations moyennes annuelles modélisées par Atmo Auvergne Rhône-Alpes pour l'année 2022 à proximité immédiate de la zone du projet mais hors influence des axes routiers principaux ont été utilisées. Le tableau ci-dessous présente les concentrations de fond moyennes prises en compte.

Tableau 73 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Composé	Fond pour l'année 2022 ($\mu g/m^3$)
NO_2	13,0
PM_{10}	15,5
$PM_{2,5}$	9,5

7.3 Evaluation de l'exposition de la population (IPP)

L'Indice Pollution Population ou IPP est un indicateur issu du croisement des concentrations en NO_2 et des populations exposées sur la zone d'étude. Cet indicateur représente de manière simplifiée l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci.

○ Méthodologie

Dans le cadre du calcul de l'IPP, à chaque maille du domaine d'étude est affectée la densité de population correspondant à l'IRIS[19] sur laquelle elle se situe. Le maillage de la population utilisé provient de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE). Ces données de population sont illustrées sur la Figure 260.
L'IPP a ensuite été calculé à l'aide des concentrations modélisées en NO_2. Le calcul d'IPP se fait selon l'équation suivante :

$$IPP=\sum IPPi=\sum Ci*Pi$$

Avec :

- IPPi : IPP calculé à l'échelle de la maille i ;
- Ci : concentration modélisée du polluant à l'échelle de la maille i ;
- Pi : population présente dans la maille i.

A noter que les IPP par maille les plus forts peuvent correspondre :

- aux zones où la densité de population est la plus élevée ;
- ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées ;
- ou les deux.

○ Données d'entrée

⇒ *Concentrations modélisées en NO_2*

Les concentrations en NO_2 utilisées pour le calcul de l'IPP sont les concentrations issues des modélisations présentées précédemment.

⇒ *Population*

Pour les scénarios futurs, la densité de population a été estimée sur la base des données de l'IRIS pour l'année 2020 (dernière version). Pour le scénario actuel (2019), la densité de population a été estimée sur la base des données de l'IRIS pour l'année 2019. Il est à noter que le découpage des IRIS n'a pas évolué.
La population à l'horizon d'étude (2035) a été estimée à partir des projections de population réalisées par l'INSEE[20]. Ces projections, réalisées à l'échelle du département de l'Ain, permettent de déterminer le pourcentage d'augmentation de la population entre 2020 (année du dernier recensement pour les IRIS) et l'horizon étudié. Cette augmentation a ensuite été appliquée à la répartition de population par IRIS 2020 présentée Figure 260 ci-dessus.
Les facteurs d'évolution de la population sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 74 : Evolution de la population aux différents horizons étudiés

% d'évolution entre 2020 et 2035
+ 14 %

Source : INSEE, projections du scénario « central » entre 2018 et 2070

Par ailleurs, la ZAC Ferney-Genève Innovation (horizon 2035) prévoit l'aménagement de 2 500 logements. La population sur l'IRIS contenant le projet est donc évaluée à partir du nombre d'habitants estimés par logement dans le cadre du projet d'aménagement. L'INSEE a estimé en 2017 que le nombre d'occupants moyen par logement[21] était de 2,2 personnes. Ainsi, sur cette base, nous avons calculé que le projet génèrerait 5 500 habitants supplémentaires sur le périmètre de la ZAC.
Les estimations du nombre d'individus dans la bande d'étude sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 75 : Nombre d'individus dans la bande d'étude aux horizons actuel et futur

Actuel 2019 (E0)	Référence (E1) et Projet 2035 (E2)
2 587	7 769

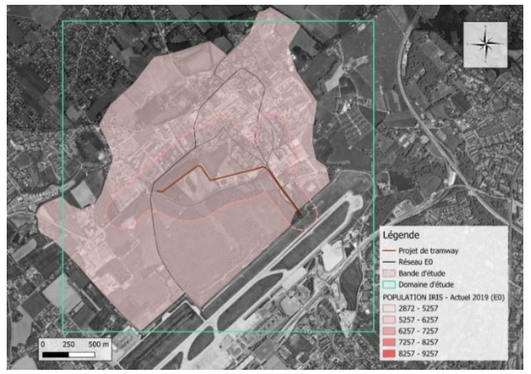
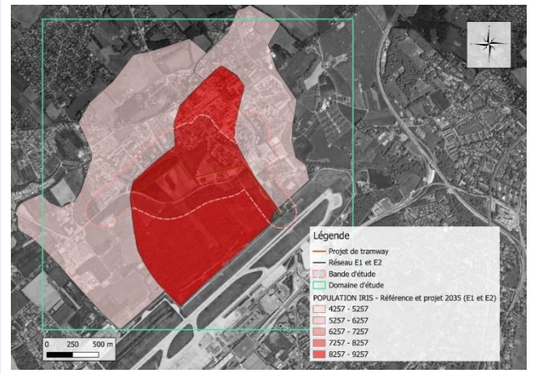
Scénario « Actuel – 2019 »	Scénarios « Référence – 2035 » et « Projet – 2035 »
	

Figure 260 : Répartition de la population pour les différents scénarios (source : INSEE)

Les données de populations à l'échelle de l'IRIS ont été désagrégées sur l'emprise au sol du bâti à une résolution de 25 m. Pour cela, les données de BD TOPO® ont été collectées sur la zone d'étude et affinées pour ne considérer uniquement les surfaces habitées dans le calcul de l'IPP.
Ceci permet alors d'évaluer l'exposition du nombre d'habitants présenté dans le tableau ci-dessus selon les 3 scénarios considérés.

[19] Un IRIS représente le découpage d'une commune de plus de 5 000 habitants en quartier d'habitations. Par extension, afin de couvrir l'ensemble du territoire, on assimile également à un IRIS chacune des communes non découpées (communes de moins de 5 000 habitants).

[20] INSEE, Evolution de la population de 2018 à 2070, modèle Omphale 2022 – scénario central

[21] INSEE (2020) https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277727?sommaire=4318291

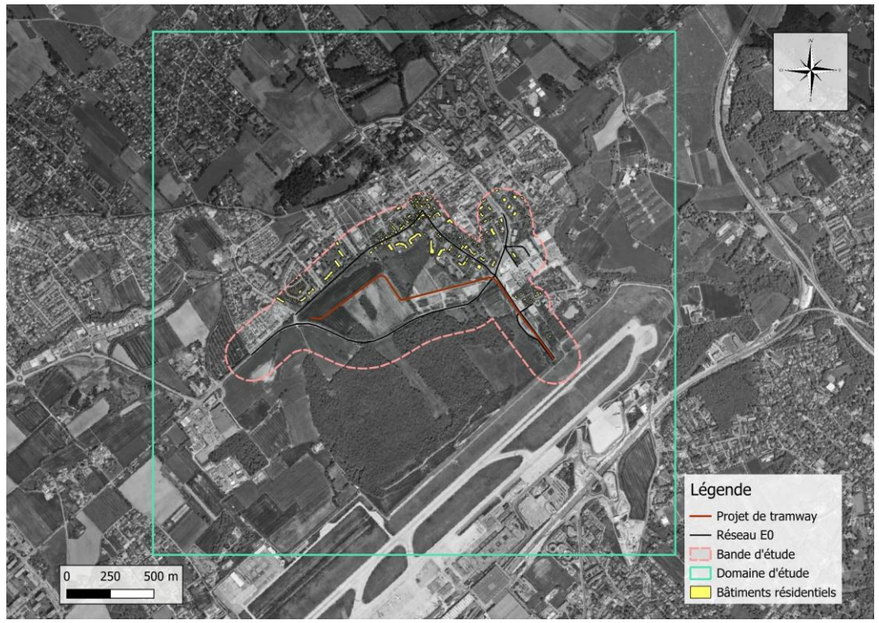


Figure 261 : Surface habitée dans la bande d'étude – Scénario Actuel (source : BD TOPO®)

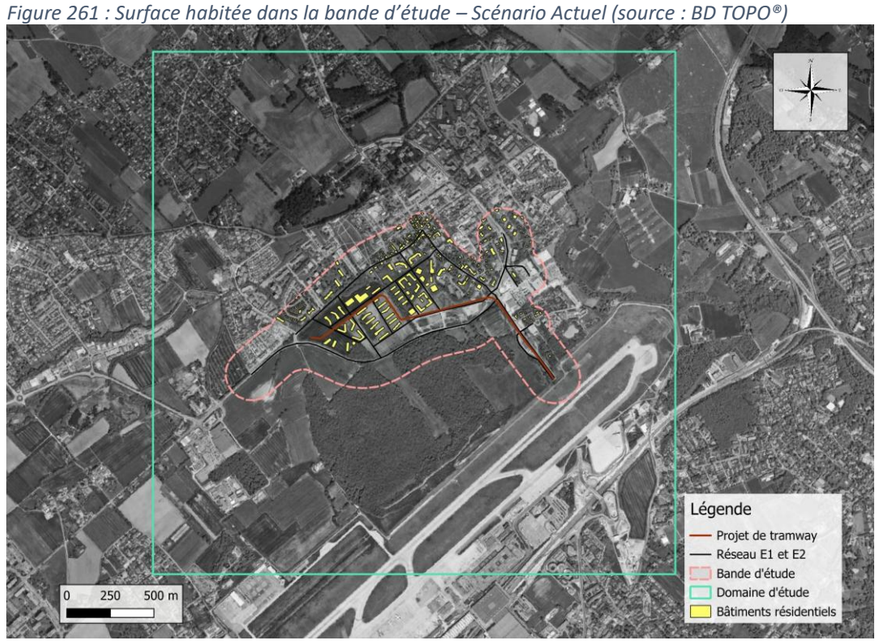


Figure 262 : Surface habitée dans la bande d'étude – Scénarios référence et projet (source : BD TOPO®)

- *Analyses des incertitudes*

L'analyse des hypothèses considérées dans le cadre de cette étude doit être réalisée afin de pouvoir caractériser l'influence des incertitudes sur les résultats de l'étude et analyser si les choix réalisés minorent ou majorent les conclusions de l'étude.
Les principaux paramètres influençant les résultats sont :

- les hypothèses sur les émissions atmosphériques ;
- Les hypothèses relatives aux modèles de dispersion utilisés et les valeurs des paramètres pris en compte.

La discussion de ces hypothèses sera menée de façon qualitative.

- *Caractérisation des émissions atmosphériques*

Les émissions liées au trafic routier ont été calculées sur la base des données trafic du bureau d'étude Transitec et des hypothèses suivantes :

- la vitesse de circulation des véhicules : la vitesse prise en compte sur certains tronçons est considérée comme constante. Elle ne tient pas compte des accélérations et décélérations en début et fin de tronçon ;
- le nombre de véhicules pris en compte pour les différents scénarios ;
- les facteurs d'émissions appliqués par le logiciel Trefic (facteurs COPERT V) ;
- le parc roulant (données IFSTTAR).

La principale incertitude, pouvant modifier les résultats de l'étude, concerne les trafics considérés dans l'étude et plus particulièrement ceux des scénarios futurs. Elle est cependant non quantifiable en l'état actuel des connaissances. **Il n'est pas possible de statuer sur l'aspect minorant ou majorant des hypothèses considérées.**

- *Modélisation des transferts*

La modélisation des transferts dans l'environnement a été réalisé via un logiciel de dispersion basé sur des équations mathématiques qui permettent de retranscrire de façon simplifiée, les phénomènes de dispersion observés dans la réalité. Les principales incertitudes de cette phase sont liées au modèle et aux données d'entrée utilisés.
Les données d'entrée du modèle sont :

- Les caractéristiques des sources et leurs émissions : dans le cadre de cette étude, les sources considérées sont toutes des sources linéiques. Ce type de source est bien géré par ADMS-Roads. L'incertitude sur cette hypothèse est donc faible ;
- Les polluants gazeux ont été considérés comme des gaz inertes sans appauvrissement du panache lié au dépôt : cette approche est majorante ;
- Le domaine d'étude de 3 x 3 km se situe dans la gamme d'utilisation du logiciel,
- Les données météorologiques considérée dans l'étude, sont issues de la station MétéoFrance la plus proche disposant d'une chronique météorologique complète horaire de 3 ans. La nébulosité est quant à elle issue d'une simulation à haute résolution extraite à proximité

immédiate du site (AROME source Météo France) : données représentatives des conditions météorologiques au droit du site.
- Les vents dont les vitesses sont inférieures à 0,8 m/s ont été pris en compte.

Les incertitudes liées aux calculs de modélisation sont soit majorantes soit réalistes et ne sont donc pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

8 Analyse des coûts collectifs liés à la pollution de l'air

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air sont évalués suivant le rapport Quinet[22] pour les principaux polluants émis par la circulation routière :
- Particules $PM_{2,5}$;
- Oxydes d'azote NO_X ;
- Composés Organiques Volatils Non Méthaniques ;
- Dioxyde de soufre SO_2.

Ce coût varie selon la catégorie de véhicules (véhicules particuliers ou poids lourds) ainsi que selon la densité de population considérée pour le projet.

Les différentes catégories de densité de population sont détaillées figure suivante :

Tableau 76 : Classes de densité de population utilisées pour l'analyse des coûts collectifs

	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Densité de population (hab/km²)	< 37	37 - 450	450 – 1 500	500 – 4 500	> 4 500

La commune de Ferney-Voltaire affiche en 2020 une densité de population moyenne d'environ 2 285 hab/km². Elle se place ainsi dans la catégorie « Urbain dense ».
Le tableau suivant présente les valeurs tutélaires fixées pour la densité du projet et l'année de référence 2015[23].

Tableau 77 : Valeurs de la pollution atmosphérique (en $€_{2015}$ pour 100 km parcourus) – catégorie « Urbain diffus »

$€_{2015}$/100veh.km	Urbain dense
VP	3,2
PL Diesel	26,2

Ces valeurs tutélaires doivent être actualisées pour chaque horizon étudié afin de pouvoir calculer les coûts collectifs associés.

Elles varient en fonction de l'évolution du PIB/habitant et des émissions du trafic routier.

Pour le PIB, une évolution de 1,0 % par an en région Auvergne-Rhône-Alpes (cadrage 2015-2050)[24] a été considérée. Les évolutions aux différents scénarios qui en découlent sont représentées tableau suivant :

Tableau 78 : Projections pour l'évolution du PIB/habitant en Région Auvergne-Rhône-Alpes prises en compte dans le calcul des coûts collectifs

	2015 - 2019	2019- 2035
Evolution du PIB/hab.	+ 4,1 %	+ 12,7 %

S'agissant des émissions, l'hypothèse du rapport Quinet d'une diminution de 6 % par an pour le mode routier a été prise en compte pour l'évolution depuis 2015.

Les valeurs tutélaires actualisées en fonction de ces paramètres peuvent ainsi être trouvées dans le tableau suivant :

Tableau 79 : Valeurs tutélaires actualisées (en €/100 veh.km)

Valeurs tutélaires (€/100 veh.km)	2015	E0	E1	E2
VP	3,2	2,6	2,2	1,9
PL	26,2	21,5	16,4	15,5

Les mouvements quotidiens, exprimés en véhicules.km, sont présentés dans le Tableau 70. Ils sont rappelés ci-dessous et détaillés pour les deux catégories de véhicules.

Tableau 80 : Nombre de kilomètres parcourus par jour

Horizons	E0	E1	E2
Trafic VP (veh.km)/j	46 469	71 839	57 831
Trafic PL (veh.km)/j	1 087	1 504	1 198

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air estimés ensuite pour chaque scénario sont développés dans le tableau suivant. Ils sont calculés en multipliant les valeurs tutélaires respectives par les données de trafic détaillées dans le tableau précédent.

[22] Evaluation socio-économique des investissements publics – Rapport de la mission présidée par E. Quinet. Sept 2013
[23] Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique – mai 2019
[24] Fiche cadrage du scénario de référence – mai 2019

9 Emission de GES en phase chantier et exploitation

L'évaluation des émissions de Gaz à effet de Serre (GES) de la mise en place du tramway des nations à Ferney-Voltaire a été menée en conformité avec le guide méthodologique de « Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact » du Ministère de la Transition Ecologique [REF1][25].
Les grandes étapes de la démarche sont les suivantes :

- Étape 1 : définition de l'aire d'étude (ou périmètre)
- Étape 2 : description de l'état initial de l'environnement
- Étape 3 : définition du scénario sans projet et du scénario avec projet
- Étape 4 : identification des postes d'émissions GES significatifs du scénario sans projet et du scénario avec projet ; justification de l'exclusion des postes non significatifs
- Étape 5 : quantification des émissions du scénario sans projet et du scénario avec projet, en incluant l'estimation des incertitudes
- Étape 6 : calcul de l'impact du projet par postes d'émissions et dans son ensemble (différentiel entre scénario avec projet et scénario sans projet)
- Étape 7 : définition et mise en œuvre des mesures ERC (y compris le calcul de leurs effets et des impacts résiduels) et de suivi.

- *Étape 1 : Définition du périmètre : durée et territoire affecté*

La durée de vie indicative du projet de tramway est de 30 ans.
Pour l'analyse des impacts sur le climat, le calcul des émissions de gaz à effet de serre d'un projet doit se faire sur l'ensemble de sa durée de vie (article R. 122-5) selon une analyse en cycle de vie qui inclut :

  - La phase de construction (création des infrastructures).
  - La phase de fonctionnement (fonctionnement des infrastructures et émissions évitées par leur mise en œuvre)
  - La phase de fin de vie.

Les émissions considérées sont les **émissions directes** (émissions provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel du projet) et les **émissions indirectes** (qui découlent des opérations et activités situées à l'extérieur du projet, qui proviennent de sources de GES n'appartenant pas au porteur du projet ou n'étant pas sous son contrôle, mais qui sont liées à des activités nécessaires à l'existence du projet).

Les facteurs d'émission utilisés (base de données des impact GES des données collectées) sont issus de :

- la Base Empreinte de l'ADEME[26], source officielle pour les bilans GES réglementaires ;
- la base Inies des produits de construction (FDES - Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire)[27].

- *Étape 2 : Etat initial*

L'état initial correspond au programme initial sans tramway, décrit par ailleurs.

- *Étape 3 : Définition du scénario sans projet et du scénario avec projet*

Le scénario sans projet correspond à la trajectoire d'évolution des émissions GES la plus probable de l'aire d'étude en l'absence de réalisation du tramway : ZAC FGI sans tramway.
Le scénario avec projet correspond à la trajectoire d'évolution des émissions de GES la plus probable de l'aire d'étude à laquelle est ajoutée l'estimation quantifiée des émissions de GES du projet de tramway : ZAC FGI avec tramway.

Ces deux scénarios sont construits en s'appuyant sur des hypothèses de scénarisation communes :

- calcul des émissions de GES annuelles en intégrant une durée de vie de 30 ans pour les nouvelles infrastructures construites ;
- utilisation des mêmes facteurs d'émission (contenu GES des données collectées) entre les deux scénarios.

S'agissant de prospective à moyen et long terme, il est nécessaire d'intégrer les éléments connus aujourd'hui sur les objectifs de décarbonation du secteur des transports. La Stratégie Nationale Bas Carbone présente des objectifs de réduction des émissions de GES très ambitieuses sur le volet transport. La SNBC2 envisage ainsi : -28% de GES en 2030 et -97% en 2050 par rapport à l'année de référence 2015 (soit par interpolation linéaire : -63% à 2040).
Cette décarbonation doit être obtenue par l'activation de tous les leviers possibles, notamment l'électrification massive du parc automobile, mais ceci n'est pas acquis. En effet, la synthèse du scénario AME2023[28], dernière actualisation disponible de la trajectoire tendancielle des émissions françaises « Avec Mesures Existantes », montre que le scénario actuel de réduction des émissions de GES mènerait à -21% en 2030 et -46% en 2050, soit un retard notable sur les objectifs de la SNBC2.
Pour évaluer l'impact comparé des scénarios sur le moyen et long terme, nous proposerons l'analyse de sensibilité suivante :

- utilisation des facteurs d'émission actuels pour l'estimation de l'impact maximal du projet à court terme ;
- utilisation de facteurs d'émission diminués de -28% pour estimer l'impact du projet à l'horizon des années 2030 dans une hypothèse SNBC2 ;
- utilisation de facteurs d'émission diminués de -63% pour estimer l'impact du projet à long terme (année 2040 dans une hypothèse SNBC2).

La comparaison de ces éléments permettra d'argumenter sur la contribution du projet à l'atteinte des objectifs nationaux.

[25] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Prise%20en%20compte%20des%20%C3%A9missions%20de%20gaz%20%C3%A0%20effet%20de%20serre%20dans%20les%20%C3%A9tudes%20d%E2%80%99impact_0.pdf
[26] https://base-empreinte.ademe.fr/
[27] https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html
[28] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20230502%20Synth%C3%A8se%20du%20sc%C3%A9nario%20AME2023%20-%202.pdf

- *Étape 4 : Identification des postes d'émissions GES significatifs*

L'ensemble des éléments pris en compte dans les calculs est présenté dans « l'arbre des conséquences » ci-dessous, formalisme issu de la démarche QuantiGES de l'ADEME[29], et qui permet de représenter les différents postes d'impact GES d'un projet sous forme arborescente, décrivant le cycle de vie du projet, en intégrant les éléments différentiels avec la situation sans projet.

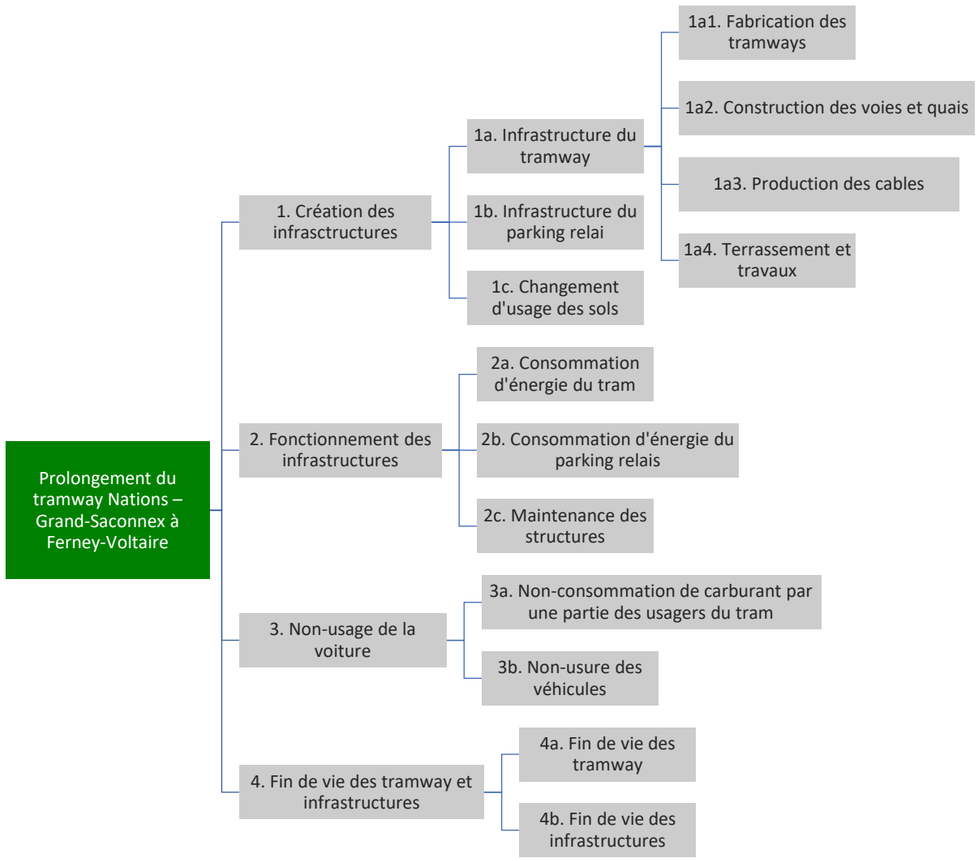


Figure 263 : Arbre des conséquences de la mise en place du tramway

Le tableau suivant reprend les différentes cellules principales de cet arbre des conséquences, c'est-à-dire les différents postes du projet dont l'impact GES va être calculé (par rapport à un scénario de référence). Pour chacun, on a estimé si l'impact était négligeable ou pas.

Tableau 81 : postes du projet « tramway » pris en compte

Poste d'émission	Sous-poste	Impact
1. Création des infrastructures	1a. Infrastructures du tramway	Majeur
	1b. Infrastructure du parking relai	Majeur
	1c. Changement d'usage des sols	Mineur
2. Fonctionnement des infrastructures	2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram	A calculer
	2b. Consommation d'énergie du parking relai	Mineur
	2c. Maintenance des infrastructures	*Négligé*
3. Non-usage de la voiture	3a. Non-consommation de carburant	Majeur
	3b. Non-usure des véhicules	A calculer
4. Fin de vie des tramway et infrastructures	4a. Fin de vie des tramway	Mineur
	4b. Fin de vie des infrastructures	*Négligé*

Les postes qui seront négligés sont :

- La maintenance des infrastructures :
  - Pas d'information sur les coûts de maintenance à long terme (tramway, parking). Mais ils sont mineurs comparés aux dépenses de fonctionnement (consommations d'énergie) qui sont quant à elles bien prises en compte.
  - L'entretien-maintenance pour le tramway ne représentera qu'une faible proportion de l'entretien-maintenance de tout le réseau de tram de Genève par l'exploitant TPG (cf. ratio de 4% sur la longueur du réseau utilisé dans la suite).
- La fin de vie des infrastructures :
  - Avec une durée de vie envisagée de 30 ans minimum, la fin de vie des infrastructures du tramway et du parking ne paraît pas pertinente à estimer aujourd'hui.

Les autres postes, même mineurs, sont calculés.

- *Étape 5 : Quantification des émissions*
  - Création des infrastructures

⇒ *Fabrication des tramways*

Le parc de tramway est partie intégrante du réseau TPG, et existe indépendamment de l'extension sur la ZAC. On propose donc d'affecter à ce projet d'extension un prorata correspondant à la longueur de l'extension ramenée à la taille totale du réseau.

Prorata de la longueur totale de ligne par rapport au prolongement		
Longueur du prolongement	1,7	km
Longueur total du tram	43	km
Prorata	**4%**	

Le détail fourni par TPG de son parc de tram permet alors de définir le poste « fabrication des tramways » à affecter au projet :

[29] Méthode QuantiGES : Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4827-methode-quantiges.html

Véhicules de tram			
Nom	Nombre	Pois à vide (tonnes)	
Stadler Tango Be 6/10	41	57,8	
Bombardier Cityrunner Be 6/8	39	50,1	
Poids total de tram	173	tonnes	

Facteurs d'émission utilisés :

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Métro, tramway, trolleybus - 100 000 à 250 000 hab	4000	kgCO2e/tonne de véhicule	Base Empreinte ADEME

⇒ *Construction + installation des voies et quais*

Au point d'avancement du projet, 3 composantes majeures du réseau de tramway sont identifiées : les rails, les quais et plateformes (ainsi que le pont), et les câbles.

Rails			
profil de rail	55 G2		
masse linéique du rail	55	kg/m	https://rails.arcelormittal.com/products/tram-rails
nombre de rails cote à cote	4		deux sens, deux rails par sens
masse totale des rails	376	tonnes	

Plateformes		
épaisseur plateforme (béton non armé)	0,36	m
épaisseur plateforme (béton armé)	0,19	m
largeur	6,2	m
longueur	1 700,0	m
Volume béton non armé	3 807	m³
Volume béton armé	2 009	m³
poids total de béton non armé	8 755 272	kg
poids total de béton armé	5 022 650	kg

Quais						
épaisseur (béton)	0,15	m				
largeur rampe PMR	1,50	m				
		Nom station	Nature station	Quai		Rampes
surface plateforme (m²)				Longueur	Largeur	Longueur
	67,5	Douane	Quai technique	45	1,5	5
	213,3	Le Cours	Station à quais latéraux	45	4,74	6
	204,3			45	4,54	6
	211,5	La Tire	Station à quai central	45	4,7	11,16
						11,16
	315	Le Bisou	Station à quais latéraux	45	7	7
	450			45	10	10
surface des constructions	1 012	m²				
volume béton	152	m³				
surface des rampes	84	m²				
volumes béton rampes	6	m3				
poids total de béton non armé	349 002	kg				

Pont	Très-la-Grange Sud Tramway	
Longueur	10,46	m
Largeur	10,43	m
dalle:		
Epaisseur dalle béton armée	0,3	m
poids total de béton armé dalle	81 823	kg
10 pieux béton armé : (section carrée)		
Longueur	10	m
Largeur	0,6	m
poids total de béton armé pieux	9 000	kg
poutres béton précontraint		
nb	10	
longueur	10	m
Largeur (section carrée)	0,55	m
poids total poutres	79 104	kg

Mur de soutènement - avec ou sans tram		
longueur	80	m
épaisseur	0,3	m
hauteur	2,8	m
volume béton armé	67,2	m3
poids béton armé	168 000	kg

poids total des infrastructures béton non armé	9 274 097	kg
poids total des infrastructures en béton armé	5 360 577	kg

Facteurs d'émission utilisés :

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Béton armé	155	kgCO2e/tonne	Base Empreinte ADEME
Béton	88	kgCO2e/tonne	Base Empreinte ADEME
Acier ou fer blanc/neuf	2210	kgCO2e/tonne	Base Empreinte ADEME

⇒ *Production + installation des câbles*

Câbles			
Section des câbles			
injection	0,000400	m² Cu	
fil de contact	0,000107	m² Cu	
Feeder	0,000107	m² Cu	
Nombre de câble d'injection au Bisou	3		
longueur des câbles d'injection	100	m	
longueur ligne total	1 700	m	
Masse volumique du cuivre	8 920	kg/m3	
Longueur câble injection	900	m	3 câbles injection aux trois stations
Longueur fil de contact	3 600	m	
Longueur Feeder	6 800	m	4 rangées de câbles (deux sens + 2 rangées par sens)

Facteurs d'émission utilisés

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Câble moyenne tension 12/20 kV [Section conductrice 240 mm² à 630 mm²]	150	kgCO2e/m	Base Inies
Câble moyenne tension 12/20 kV [Section conductrice 150 mm2]	35,7	kgCO2e/m	Base Inies

⇒ *Terrassement*

On considère que les surfaces supplémentaires d'espace public identifiées lors de la reprise du schéma directeur peuvent nécessiter des travaux de terrassement, soit 9 750 m², pouvant nécessiter au maximum 9 750 m³ de déblais et remblais.

Facteurs d'émission utilisés

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Pelleteuse 100m3/heure, 40L gasoil non routier/heure	1,268	kgCO2e/m3	ECO2

⇒ *Infrastructure du parking relais*

Parking relais		
Surface de plancher (béton)	14 928	m²

Facteurs d'émission utilisés

Le parking relais sera construit sur le modèle du parking B11 : planchers bétons, structure porteuse légère, utilisation massive du bois.

Dans la Base Empreinte, les facteurs d'émission pour la construction de bâtiments s'échelonnent de 158 kgCO2e pour un bâtiment de bureau à structure métallique, à 825 kgCO2e/m2 pour un bâtiment industriel à structure béton. Pour un garage à structure métallique on a 220 kgCO2e et pour un garage à structure béton 656 kgCO2e. Ces valeurs sont historiques, issues d'études menées en 1998 dans le cadre du programme ECODEV sur des bâtiments des années 1990. La conception du parking envisagé (structure bois, parement bois, façade ouverte) tranche fortement avec les modèles de bâtiments bétons de cette époque (structures lourdes, façades béton pleines). On peut estimer la quantité de béton divisée de moitié au moins. Aussi, nous proposons d'utiliser le facteur d'émission de la construction d'un garage en structure plus légère.

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Garage équivalent structure métallique	220	kg éq. CO2/m²	Base Empreinte ADEME

⇒ *Changement d'usage des sols*

La reprise du schéma directeur indique les surfaces impactées par l'arrivée du tram. Comme il est mis en place pour une partie sur des voiries déjà prévues, cela n'induit pas partout l'artificialisation de nouvelles surfaces (notamment hors ZAC).

Changement d'usage des sols	9750	m²	Lors de la reprise du schéma directeur, l'incidence du tramway sur les surfaces de la ZAC représentait une artificialisation supplémentaire de 11 100 m2, auxquels nous pouvons soustraire les 1 350 m2 d'espaces verts retrouvés dans la reconfiguration du plan masse. Cela nous donne donc un delta avant/après de 9 750 m2 de surface imperméabilisées.

Au maximum, on peut envisager que 9 750 m² soient artificialisés.

Facteurs d'émission utilisés :

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Changement d'affectation des sols direct (prairie vers imperméabilisés)	290000	kg éq. CO2/ha	Base Empreinte ADEME

- Fonctionnement des infrastructures

⇒ *Consommation d'énergie (électricité) du tram*

Les éléments recueillis auprès de TPG ont permis de calculer les consommations d'énergie sur le tronçon d'extension du tram considérant :

- les fréquences,
- la longueur du trajet,
- la consommation moyenne au km fournie par TPG.

Nombre de courses, de véhicules et de km parcourus par an		
nb de courses par jour (lundi à vendredi)	150	
nb de courses le samedi	120	
nb de courses le dimanche	75	
entre le Bisous et P47 :	243 718	véh.km/an
Consommation du tram		
Consommation moyenne au km	4,1	kWh/km

Facteurs d'émission utilisés

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Electricité/2022 - mix moyen/consommation	0,052	kgCO2e/kWh	Base Empreinte ADEME

⇒ *Consommation d'énergie du parking relais*

Les consommations du parking sont principalement l'électricité de l'éclairage et des équipements.

Parking relais			
Surface totale	14 928	m²	
Consommation annuelle par m²	2,2	kWh/m²	https://www.steinel-france.fr/fr/Groupe-Steinel/Le-groupe-STEINEL/Referenzen-inaktiv/R-f-rence-parking-souterrain-Heuried/ (valeur maximale)
Consommation annuelle totale	32 841	kWh	

Facteurs d'émission utilisés

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Electricité/2022 - mix moyen/consommation	0,052	kgCO2e/kWh	Base Empreinte ADEME

- Non-usage de la voiture

L'objectif de la mise en place d'un tramway est d'assurer un report modal des véhicules personnels vers l'infrastructure de transport collectif.

Les trafics véhicules sur les différents tronçons de la ZAC selon les différents scénarios ont été estimés par Transitec.



Figure 264 : Carte des voiries numérotées sur la ZAC (source Transitec)

Le tableau suivant récapitule pour chacun des tronçons, dans chaque sens, et pour chaque scénario (avec et sans tramway) :

- la longueur du tronçon,
- le TMJA [Traffic Moyen Journalier Annuel], à multiplier par 365 pour avoir le trafic sur l'année,
- la proportion de Poids Lourds dans ce trafic.

Dans la colonne « Longueur »,

- les cases pleines correspondent aux longueurs de voiries sur lesquelles les trafics ont été modifiés, ce qui a une influence sur les émissions de GES ;
- les cases vides correspondent à des tronçons sur lesquels il n'y a pas de modification de trafic, donc pas de calcul à réaliser car pas de modification d'émissions de GES.

A noter, les deux dernières colonnes distinguent les trajets réalisés sur le périmètre de la ZAC et en dehors :

- Sur le périmètre de la ZAC : modélisation des trafics par Transitec, et valeurs mesurées des tronçons.
- Hors périmètre de la ZAC, on a modélisé les flux sortants et entrants, qui induisent donc des émissions indirectes par rapport au périmètre spatial de la ZAC. Les longueurs des trajets ont été estimées par rapport aux points d'intérêt les plus proches :
  - centre-ville de Genève pour le tronçon 1 (mesuré à environ 6 km)
  - zone de loisir, cité scolaire etc. de Ferney-Voltaire pour le tronçon 4 (mesuré à 1 km)
  - centre-ville Meyrin pour le tronçon 8 (mesuré à 3,5 km)

Tableau 82 : hypothèses de trafic issues de la modélisation de Transitec et utilisées pour le bilan GES

Tronçon	Sens	Longueur (m)	Etat futur sans tram		Etat futur avec tram		TMJA VL futur avec tram VS futur sans tram	Distance en voiture évitée par jour (km/jour)	
			TMJA	part PL	TMJA	part PL		Trajets internes	Trajets externes
1	1	6000	14 670	2%	9 870	2%	-4 704		28 224
1	2	6000	17 520	2%	12 720	2%	-4 704		28 224
2	1	240	14 670	2%	9 870	2%	-4 704	1 129	
2	2	240	16 920	2%	12 120	2%	-4 704	1 129	
3	1	129	7 611	3%	7 063	3%	-532	69	
3	2	129	10 320	3%	9 771	3%	-532	69	
4	1	1000	7 269	3%	6 720	3%	-532		532
4	2	1000	11 314	3%	10 766	3%	-532		532
5	1	352	9 026	2%	5 691	2%	-3 268	1 150	
5	2	352	12 309	2%	8 469	2%	-3 763	1 325	
6	1	400	9 116	2%	6 034	2%	-3 020	1 208	
6	2	400	7 440	2%	5 897	2%	-1 512	605	
7	1	505	8 571	2%	6 651	2%	-1 882	950	
7	2	505	7 303	2%	5 760	2%	-1 512	764	
8	1	3500	14 194	2%	12 274	2%	-1 882		1 882
8	2	3500	11 691	2%	12 000	2%	302		-302
9	1	417	3 360	1%	2 263	1%	-1 086	453	
9	2	417	3 909	1%	2 811	1%	-1 086	453	
10	1	180	5 571	1%	4 457	1%	-1 103	199	
10	2	180	0	1%	0	1%	0	0	
11	1	436	8 750	1%	7 954	1%	-787	343	
11	2	436	7 241	1%	6 583	1%	-652	284	
12	1	191	6 525	1%	5 931	1%	-587	112	
12	2	191	6 675	1%	6 069	1%	-601	115	
13	1	120	6 814	1%	7 509	1%	687	-82	
13	2	120	7 414	1%	7 989	1%	569	-68	
14	1		1 371	1%	1 371	1%	0		0
14	2		2 503	1%	2 503	1%	0		0
15	1		1 714		1 714		0		0
15	2		2 057		2 057		0		0
16	1	155	0	1%	0	1%	0	0	
16	2	155	4 971	1%	4 971	1%	0	0	
17	1	129	6 583	1%	6 583	1%	0	0	
17	2	129	0	1%	0	1%	0	0	
18	1	317	3 612	1%	3 000	1%	-606	192	
18	2	317	0	1%	0	1%	0	0	
19	1	120	933	1%	696	1%	-234	28	
19	2	120	4 200	1%	3 528	1%	-665	80	
20	1	320	1 413	1%	1 104	1%	-306	98	
20	2	320	2 976	1%	2 016	1%	-950	304	
21	1	170	3 330	1%	2 664	1%	-659	112	
21	2	170	3 750	1%	3 000	1%	-743	126	
22	1	244	1 320	1%	1 056	1%	-261	64	
22	2	244	0	1%	0	1%	0	0	
23	1	143	0	1%	0	1%	0	0	
23	2	143	1 980	1%	1 584	1%	-392	56	
24	1	147	0	1%	0	1%	0	0	

24	2	147	3 300	1%	2 640	1%	-653	96	
25	1	169	0	1%	0	1%	0	0	
25	2	169	600	1%	480	1%	-119	20	
26	1	115	3 570	1%	2 856	1%	-707	81	
26	2	115	0	1%	0	1%	0	0	
27	1	185	840	1%	672	1%	-166	31	
27	2	185	0	1%	0	1%	0	0	
28	1	115	2 370	1%	1 896	1%	-469	54	
28	2	115	0	1%	0	1%	0	0	
29	1	100	120	1%	1 536	1%	1 402	-140	
29	2	100	600	1%	1 920	1%	1 307	-131	
30	1	294	5 580	1%	4 464	1%	-1 105	325	
30	2	294	0	1%	0	1%	0	0	
31	1	255	0	1%	0	1%	0	0	
31	2	255	2 460	1%	1 968	1%	-487	124	
32	1	36	2 109	1%	1 296	1%	-805	29	
32	2	36	2 016	1%	2 016	1%	0	0	
33	1	73	4 077	1%	3 264	1%	-805	59	
33	2	73	3 792	1%	3 120	1%	-665	49	

On observe logiquement que le gros de l'impact est lié au report des flux sur le tronçon 1, c'est-à-dire aux personnes qui vont substituer le tram à la voiture pour se rendre sur Genève.

En synthèse on a donc le tableau suivant qui détaille pour les différentes modélisations le nombre de véhicules.km en distinguant les Poids Lourds et les Véhicules Légers.

	Etat actuel			Etat futur sans tram			Etat futur avec tram		
	v.km	v.km PL	v.km VL	v.km	v.km PL	v.km VL	v.km	v.km PL	v.km VL
Par jour	244 728	4 498	240 230	353 157	6 098	347 059	280 779	4 673	276 106
Par an	89 325 737	1 641 912	87 683 825	128 902 287	2 225 633	126 676 655	102 484 257	1 705 525	100 778 732
		1,8%			1,7%			1,7%	

Il n'y a pas de report modal des Poids Lourds vers le tramway, aussi la baisse de trafic dans le scénario avec tram correspond plutôt à des changements d'itinéraires (les PL ne passent plus sur la zone). Il n'y a donc pas en réalité de baisse d'émissions de GES. Aussi, ces flux PL n'ont pas été considérés dans les estimations GES : on a réalisé les calculs sur les VL uniquement.

Report modal voiture vers tram		
Total des distances évitées sur la ZAC	4 329 551	km/an
Total des distances évitées hors ZAC	23 009 391	km/an

Facteurs d'émission utilisés

Les émissions évitées sont de 2 types :

- les émissions évitées liées à la diminution de la consommation de carburant,
- les émissions évitées liées au moindre usage des véhicules, donc à l'augmentation de leur durée de vie (et donc leur moindre remplacement).

Pour cela, on a distingué les 2 composantes du facteur d'émission des véhicules.km dans la base carbone qui vaut 0,231 kgCO2e/km.

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Voiture/Motorisation moyenne/2018 - Carburant	0,1901	kgCO2e/km	Base Empreinte ADEME
Voiture/Motorisation moyenne/2018 - Fabrication	0,041	kgCO2e/km	Base Empreinte ADEME

○ Fin de vie des tramway et infrastructures

La masse des tramways attribuée à l'extension de la ligne est appelée à finir en déchet.

Facteurs d'émission utilisés

Par défaut, en l'absence de facteur d'émission de fin de vie des machines et véhicules, on assimile à des déchets du bâtiment (ce qui surestime l'impact a priori).

Nom FE	Valeur FE	Unité FE	Source
Déchets du bâtiment/Métaux ferreux/Fin de vie moyenne - Impacts	938	kgCO2e/tonne de déchets	Base Empreinte ADEME

• *Incertitudes*

Les incertitudes sur les données et les facteurs d'émissions utilisés sont résumées de manière qualitative dans le tableau ci-dessous.

Les incertitudes sont :

- faibles
  - sur les données lorsqu'elles sont assez précisément connues (ex : longueur de rail, consommation moyenne du tramway) ;
  - sur les facteurs d'émission lorsqu'ils sont relatifs à des données physiques (ex : t de béton, l de carburant, kWh d'électricité…) ;
- moyennes
  - sur les données lorsqu'elles font l'objet de calculs de notre part (ex : quantités estimées de bétons) ;
  - sur les facteurs d'émission lorsqu'ils sont relatifs à des données moyennes (ex : véhicules.km, câbles types) ;
- forte
  - sur les données lorsqu'elles sont estimées de manière incertaine (ex : volume de terrassement) ;
  - sur les facteurs d'émission lorsqu'ils sont relatifs à des phases très incertaines (ex : traitement de fin de vie des machines) ;

Cela permet d'identifier les incertitudes sur chacun des postes :

Tableau 83 : incertitudes du bilan GES

Poste et sous-poste d'émissions		Données utilisées	Facteurs d'émissions
1a. Infrastructures du tramway	1a1. Construction des tramways		
	1a2. Construction + installation des voies et quais		
	1a3. Production + installation des câbles		
	1a4. Terrassement		
1b. Infrastructure du parking relais		(1)	
1c. Changement d'usage des sols			
2a. Consommation d'énergie (électricité) du tram			
2b. Consommation d'énergie du parking relais			
3a. Non-consommation de carburant			
3b. Non-usure des véhicules			
4a. Fin de vie des tramway			

Légende des incertitudes :

Forte	*Moyenne*	*Faible*

(1) pour le parking relais, le plan n'est pas établi, mais on l'a considéré similaire au B11

Les seuls postes à enjeu sur lesquels l'incertitude résultante est élevée sont donc ceux liés au modèle de trafic, ce qui est logique puisqu'ils relèvent d'une prospective. Néanmoins la mesure a posteriori des flux réels de véhicules permettra de vérifier ces ordres de grandeur.

10 Difficultés rencontrées

Aucun problème majeur n'a entravé la rédaction de l'étude d'impact.
Les principales difficultés étaient surtout liées à la nécessité de compiler des études très nombreuses. La vérification des hypothèses de travail pour assurer la cohérence de l'ensemble a nécessité un travail conséquent.

Chapitre 10 Annexes

Annexe 1 – délibérations relatives à la concertation publique

Annexe 2 – note de l'Agglo justifiant la possibilité d'aménager des voies de transport en zone Ap ou Np

Annexe 3 – courriers bilatéraux Franco-Suisses de justification de non application de la convention d'ESPOO

Annexe 4 - plans d'Aménagement 2019 et 2024 (sans et avec tramway)