

**SOCIÉTÉ SIMPLE DE VALORISATION DES TERRAINS
SITUÉS EN GARE DES EAUX-VIVES (SOVAGEV)**

PLQ n° 29'786 à la gare des Eaux-Vives



Etude d'Impact sur l'Environnement

Rapport d'impact 1^{ère} étape

Version définitive

22 février 2013



ECOTEC Environnement SA
3, rue François-Ruchon - 1203 Genève
Tél : 022 344 91 19 – Fax : 022 344 33 65
E-mail : info@ecotec.ch – URL : www.ecotec.ch

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	1
LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX.....	6
0. Résumé	8
1. Généralités	10
1.1 Contexte.....	10
1.2 Une maîtrise d'ouvrage complexe	10
1.3 Bases légales.....	13
1.4 Horizons de référence.....	13
1.5 Procédures	13
1.6 Etape 1 – Adoption du PLQ (RIE 1).....	14
1.7 Etape 2 – requetes en autorisation de construire (RIE 2).....	14
2. Site et environs.....	15
2.1 Description du site	15
2.2 historique du site	17
2.3 Périmètres de référence.....	18
2.4 Zones d'affectation	19
2.5 infrastructures de mobilité	20
3. Projet.....	21
3.1 Description du projet	21
3.1.1 Caractéristique generale	21
3.1.2 Périmètre CEVA.....	21
3.1.3 autres surfaces	22
3.1.4 Programme prévu.....	22
3.1.5 parkings souterrains	23

3.1.6	Projets connexes.....	24
3.1.7	Installations, accès et engins prévus	26
3.1.8	Terrassements et remise en état.....	26
3.2	Conformité avec l'aménagement du territoire	27
3.2.1	niveau fédéral.....	27
3.2.2	Niveau cantonal.....	27
3.2.3	Niveau communal.....	28
3.3	Justification du projet	29
3.4	Données de base concernant le trafic.....	29
3.4.1	trafic journalier Moyen.....	31
3.4.2	transports collectifs.....	32
3.4.3	Mobilités douces	35
3.4.4	Situation future avec projet.....	35
3.4.5	Mesures d'accompagnement.....	37
3.4.6	Synthèse	37
3.5	Utilisation rationnelle de l'énergie	39
3.6	Description de la phase de réalisation	41
4.	Impacts du projet sur l'environnement.....	42
4.1	Protection de l'air et du climat	42
4.1.1	Bases légales	42
4.1.2	hypothèses	42
4.1.3	etat actuel.....	43
4.1.4	Etat futur sans projet.....	46
4.1.5	Etat futur avec projet.....	46
4.2	Protection contre le bruit et les vibrations.....	49
4.2.1	protection contre le bruit.....	49
4.2.2	Protection contre les vibrations	58
4.3	Protection contre les rayonnements non ionisants	59
4.3.1	Bases légales	59
4.3.2	Méthode et périmètre d'étude	59
4.3.3	Etat actuel	59
4.3.4	Etat futur sans projet.....	59
4.3.5	Etat futur avec projet.....	59
4.4	Protection des eaux	61

4.4.1	Bases légales	61
4.4.2	Eaux souterraines	62
4.4.3	Eaux superficielles, milieux aquatiques et riverains.....	64
4.4.4	Eaux a evacuer	64
4.5	Protection des sols	69
4.5.1	Bases légales	69
4.5.2	Etat actuel	69
4.5.3	Etat futur sans projet.....	69
4.5.4	Etat futur avec projet.....	69
4.6	Sites pollués	70
4.6.1	Bases légales	70
4.6.2	Etat actuel	71
4.6.3	Etat futur sans projet.....	74
4.6.4	Etat futur avec projet.....	74
4.7	déchets, substances dangereuses pour l'environnement.....	75
4.7.1	Bases légales	75
4.7.2	Etat futur avec projet.....	76
4.8	organismes dangereux pour l'environnement	81
4.8.1	Bases légales	81
4.8.2	Etat actuel	81
4.8.3	Impacts liés au projet.....	81
4.8.4	Impacts de la phase de réalisation	81
4.8.5	Mesures	82
4.9	Prévention en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires ou de catastrophes.....	83
4.9.1	Bases légales	83
4.9.2	Etat futur avec projet.....	83
4.10	Conservation de la forêt	84
4.11	Protection de la nature	85
4.11.1	Objectifs	85
4.11.2	Bases légales	85
4.11.3	Méthodes et périmètre d'investigation	85
4.11.4	Etat actuel	86
4.11.5	Etat futur sans projet.....	93
4.11.6	Etat futur avec projet.....	93

4.11.7	Impacts du projet.....	94
4.12	Protection du paysage naturel et bâti.....	96
4.12.1	Bases légales	96
4.12.2	Etat actuel	96
4.12.3	Etat futur sans projet.....	98
4.12.4	Etat futur avec projet.....	99
4.12.5	Impacts du projet.....	101
4.13	Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie.....	102
4.13.1	Bases légales	102
4.13.2	Etat actuel	102
4.13.3	Etat futur avec projet.....	102
4.13.4	Impacts du projet.....	102
5.	Impacts de la phase de réalisation.....	104
5.1	Trafic.....	104
5.2	Protection de l'air.....	104
5.3	Protection contre le bruit	104
5.4	Protection des eaux	105
5.5	Protection des sols	106
5.6	Gestion des déchets de chantier	106
5.7	Protection de la forêt.....	107
5.8	Protection de la nature	107
5.9	protection de paysage naturel et bâti.....	107
5.10	protection du patrimoine bâti.....	108
5.11	Suivi environnemental de la réalisation.....	108
6.	Etape ultérieure	109
6.1	Contenu de l'étape ultérieure.....	109
6.2	Proposition du cahier des charges pour le RIE 2	109
6.2.1	Description du projet.....	109
6.2.2	Trafic.....	109
6.2.3	Utilisation rationnelle de l'énergie.....	110
6.2.4	Description de la phase de réalisation (chantier)	110

6.2.5	Protection de l'air et du climat	110
6.2.6	Protection contre le bruit, les vibrations et le son solidien	110
6.2.7	Protection contre les rayonnements non ionisants	111
6.2.8	Protection des eaux.....	111
6.2.9	Protection des sols	112
6.2.10	Sites pollués	112
6.2.11	Déchets.....	112
6.2.12	Organismes dangereux pour l'environnement	113
6.2.13	Prévention en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires et de catastrophes 113	
6.2.14	Conservation de la forêt.....	113
6.2.15	Protection de la nature.....	114
6.2.16	Protection du paysage, du patrimoine bâti et des monuments, archéologie.....	114
6.2.17	Suivi environnemental de la réalisation.....	114
7.	Mesures.....	115
7.1	Types de Mesures intégrées au projet	115
7.1.1	Protection de l'air sur le chantier	115
7.1.2	Protection contre le bruit sur le chantier	116
7.1.3	Protection contre le bruit en phase d'exploitation	117
7.1.4	Protection contre les Vibrations et le son solidien	117
7.1.5	Rayonnement non ionisants	117
7.1.6	Protection des eaux.....	117
7.1.7	Protection des sols	118
7.1.8	Sites pollués	118
7.1.9	Gestion des déchets.....	118
7.1.10	Protection en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires et de catastrophes 118	
7.1.11	Protection de la nature.....	118
7.1.12	Protection du paysage, du patrimoine bâti et des monuments.....	120
8.	Conclusion	121
9.	Bibliographie	123
10.	Annexes	124

LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

Figures

Figure 1 : Périmètre du projet (trame jaune : périmètre CEVA. Liseré rouge : périmètre du PLQ de la gare des Eaux-Vives (SOVAGEV)	11
Figure 2 : Plan de situation	15
Figure 3: Photographie de la gare des Eaux-Vives au début du XXème siècle (SMS, 2004)	17
Figure 4: Périmètre de l'étude et emprise du projet. (Trame jaune : périmètre CEVA. Liseré rouge : périmètre du PLQ de la gare des Eaux-Vives (SOVAGEV)	18
Figure 5: Plan d'affectation des sols (SITG, sept. 2011).....	19
Figure 6: Liaison Eaux-Vives-Annemasse	20
Figure 7: Chemin Franck-Thomas	20
Figure 8: Route de Chêne.....	20
Figure 9: Emprise (en rouge) du parking souterrain de la Gare des EV, variante 1 (architecture R R, 2011).....	23
Figure 10: Emprise (en rouge) du parking souterrain de la Gare des EV, variante 2 (architecture R R, 2011)	23
Figure 11: Emprise du parking souterrain rue Violier (architecture R R, 2012)	24
Figure 12: Illustration du tracé et des gares du CEVA.....	24
Figure 13: Situation des PLQ projetés dans le périmètre élargi (état 2009, les SPB sont mentionnés à titre indicatif).....	25
Figure 14 : plan directeur communal de la Ville de Genève, carte du « développement urbain ».....	29
Figure 15 : Schéma de circulation proposé par le bureau BCPH ingénierie comme hypothèse pour la génération des charges trafic.....	30
Figure 16 : Plan de charges TJM actuel (2009) [uv/j]	32
Figure 17 : Réseau de transports en commun actuel (2011).....	33
Figure 18 : Réseau de transports collectifs futurs (DGM, 2011).....	34
Figure 19 : Propositions d'aménagements cyclistes.....	35
Figure 20 : Trafic journalier moyen futur avec projet (2020) [uv/j].....	36
Figure 21 : Augmentation imputable au projet à l'horizon 2020 [uv/j].....	36
Figure 22 : Principes d'accessibilité aux parkings projetés.....	37
Figure 23 : Exemple de toiture végétalisée à Verbois (Ecotec, 2011)	39
Figure 24 : Cadastre des immissions de NO2 2003 - 20010 (Source : SPAir-DSPE-Etat de Genève).....	44
Figure 25 : Degrés de sensibilité de la zone du projet (Source SPBR)	51
Figure 26 : Cadastre des immissions du bruit routier (diurne)	52
Figure 27 : Cadastre des immissions du bruit routier (nocturne)	53
Figure 28 : Position des nouveaux récepteurs sensibles.....	57
Figure 29 : Exemple de section du champ magnétique avec définition du corridor de sécurité (EIE, CEVA, 2007)	60
Figure 30 : Intensité du champ magnétique en gare des Eaux-Vives au km 70.45 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher du niveau mezzanine représenté par des traits bleus (ENOTRAC, 2010)	60
Figure 31 : Hydrogéologie de la zone concernée par le projet	62
Figure 32 : Coupe à travers le projet selon la variante de parking N°2	63
Figure 33 : Implantation des nouveaux collecteurs (Ville de Genève, 2011).....	66
Figure 34 : Etat projeté après la mise en séparatif d'une partie du bassin versant Frontenex (ville de Genève, 2011).....	67

Figure 35: Cadastre des sites pollués (Source SITG, 2012).....	71
Figure 36: Position des échantillons prélevés sur le site du PLQ (ON LINE, 2011)	72
Figure 37 : Hangars	78
Figure 38 : Bâtiments sociaux en préfabriqué métallique	78
Figure 39: Gare des Eaux-Vives	78
Figure 40: Café-restaurent.....	78
Figure 41 : Chemin de terre à travers la végétation rudérale le long de la voie ferrée, à droite une photo de <i>Linaria repens</i> prise sur le site.	87
Figure 42 : Exemple de boisement rencontré dans le périmètre du PLQ longeant la rue Viollier.....	88
Figure 43 : Le Roncier à Clématite à l'extrémité de la voie ferrée des Eaux-Vives	89
Figure 44 : Une haie constituée d'essences indigènes, sur la voie ferrée à proximité du croisement de la voie ferrée avec le Chemin Franck Thomas.....	90
Figure 45 : Exemples de spécimens de grande taille, à gauche un cèdre à droite un marronnier	97
Figure 46 : Alignement de Platane sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives.....	97
Figure 47 : Dépôts conférant un caractère industriel au site et Hêtre pourpre à l'arrière plan.....	98
Figure 48 : Maquette illustrant la gare souterraine des Eaux-Vives, sans développement alentours (CEVA, 2011).	99
Figure 49 : Illustration de la première strate (allée paysagère), MSV, 2010.....	100
Figure 50 : Illustration de la deuxième strate (jardins hauts), MSV, 2010.....	100
Figure 51 : Illustration de la troisième strate (parc rudéral), MSV, 2010.....	100
Figure 52 : Schéma de principe pour le traitement et le déversement des eaux sur un chantier (SECOE, 2011).	105

Tableaux

Tableau 1 : Parcelles concernées par le projet CEVA.....	21
Tableau 2 : Autres parcelles comprises dans le PDQ de la Gare des Eaux-Vives.....	22
Tableau 3 : Synthèse du trafic entre la situation actuelle (2009) et l'état futur de référence (2020) avec et sans projet.....	38
Tableau 4 Puissance de dimensionnement pour le périmètre restreint.	39
Tableau 5 : Données de la qualité de l'air (Source : SPAir-DSPE-Etat de Genève).....	45
Tableau 6 : Synthèses des émissions de polluants atmosphériques (Calcul MICET 3.1).....	47
Tableau 7 : Valeurs limites d'exposition « Lr » du bruit du trafic routier pour les degrés de sensibilité, selon l'annexe 3 de l'OPB.	51
Tableau 8 Immissions générées par les nouvelles installations au droit des récepteurs sensibles les plus proches.....	56
Tableau 9 Volumes de déchets issus de la construction	78
Tableau 10 Volumes de déchets issus de la démolition	79
Tableau 11 Récapitulatif des volumes de déchets du projet.....	79
Tableau 12 : Liste des espèces floristiques à statut de protection dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives.....	87
Tableau 13 : Liste des individus prévus à l'abattage dans le cadre du PLQ gare des Eaux-Vives	91
Tableau 14 : Liste de chiroptères observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives	92
Tableau 15 : Liste d'orthoptères observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives.....	92
Tableau 16 : Liste de reptiles observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives	92
Tableau 17 : Bilan des impacts du projet du PLQ gare des Eaux-Vives.....	94
Tableau 18 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection de l'air.	115
Tableau 19 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection contre le bruit.	116
Tableau 20 : Les mesures compensatoires intégrées au projet du PLQ gare des Eaux-Vives.	119

1. RESUME

Le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives doit permettre la réalisation d'un nouveau quartier qui accueillera 340 emplois (bureaux et commerces), 310 logements, des équipements sportifs (un mur de grimpe, une piscine intérieure et une salle multisports), un espace de quartier, le théâtre de la Nouvelle Comédie, un établissement dédié à la petite enfance ainsi qu'une « vélostation » de 500 places. Ce nouveau quartier verra la mise en souterrain d'une part importante des places de parking actuellement en surface. La réalisation de deux parkings souterrains totalisant 711 places est ainsi prévue. Le site sera particulièrement bien desservi par les transports publics, avec la mise en service du CEVA, la présence de plusieurs lignes de tram et de bus.

Aménagement du territoire

Le projet est en totale adéquation avec le plan directeur cantonal en particulier avec sa fiche 2.17 PAC Gare des Eaux-Vives qui en fait directement référence.

Le périmètre de la gare des Eaux-Vives est propriété des collectivités publiques. C'est un enjeu d'aménagement de première importance, un des derniers grands potentiels à bâtir au centre-ville, riche d'avenir avec la perspective de réalisation de la ligne ferroviaire Cornavin - Eaux-Vives - Annemasse (CEVA). Il deviendra un pôle d'activités et d'équipements, associé à l'interface de transports publics dont la réalisation est prévue dans un horizon d'un peu plus de cinq ans.

Impact environnemental

Le projet de PLQ s'inscrit dans le contexte du démarrage du chantier CEVA et des transformations profondes qui en découleront pour le site de la gare et les quartiers qui l'environnent. La possibilité de densifier le périmètre de manière simultanée à la construction du CEVA est donc une opportunité qui ne doit pas être manquée, et ce afin de concentrer les nuisances dans le temps. Malgré la réalisation de 711 places de parkings souterrains, les principaux impacts ne sont paradoxalement pas liés au trafic que le projet va générer et aux domaines environnementaux qui en découlent (air et bruit), mais plus au paysage et éléments naturels présents sur le site. En effet, la présence d'une telle offre pour les transports publics aura pour incidence une rotation extrêmement faible des véhicules stationnés qui seront plus « sédentarisés » durant la semaine, en raison du nombre important de places réservées aux habitants.

Ainsi, du point de vue de la protection de l'air, le projet aura un impact tendant à péjorer légèrement l'amélioration visée à l'horizon 2020. En terme de polluants atmosphériques issus du trafic routier (émissions liées au chauffage et hors route non pris en compte) et nouvelles infrastructures (parkings et tronçon routier de la rue Viollier), cette péjoration se traduit par :

- NOx : augmentation de 4.9 % pour l'ensemble du quartier.
- PM10 : augmentation de 6.1 % pour l'ensemble du quartier.
- Prestations kilométriques : augmentation globale de 1.5 %.

S'agissant de la protection contre le bruit, le projet n'a à priori aucun impact significatif pour l'ensemble du quartier.

En ce qui concerne la protection des eaux, le projet contribue à l'effet de barrage de la nappe temporaire des Eaux-Vives. Des mesures constructives prises conjointement avec les mesures pour le CEVA seront à coordonner pour contrer cet effet de barrage. Les calculs pour déterminer la capacité actuelle des collecteurs à évacuer les eaux de ruissellement des nouvelles surfaces imperméabilisées sont en cours. Une attention particulière sera portée à la protection des eaux de surfaces, lors de la phase chantier, compte tenu de la présence de sites pollués.

La question des sites pollués devra faire l'objet d'une étude complémentaire détaillée. La présence de plusieurs sites pollués aux hydrocarbures, HAP et métaux lourds avec une partie des matériaux considérés comme déchets spéciaux (~4'700 m³) nécessite un plan de gestion des matériaux avec description précise des volumes, description de la phase de chantier, mesures de protection des ouvriers et des eaux, méthode de traitement des matériaux et filières d'élimination. Ainsi la gestion des déchets est un domaine qui sera étroitement lié au chapitre des sites pollués. La description des quantités, nature précise et filières de traitement des déchets produits durant la phase chantier feront l'objet de la même étude détaillée que les sites pollués.

En termes de protection de la nature, le site présente un intérêt écologique certain. Le projet prévoit l'abattage de 234 arbres dont certains pouvant potentiellement abriter des chiroptères et la coupe de 233 ml de haies indigènes. Un projet d'aménagement paysager devra comporter les mesures compensatoires à la hauteur de ces pertes.

Concernant le paysage naturel et bâti, le projet requalifiera complètement le quartier qui présente aujourd'hui un aspect caractéristique de friche ferroviaire. Le projet prévoit la construction de neuf bâtiments, dont une part importante sera destinée à des équipements publics, ce qui nécessitera la démolition préalable d'une série de bâtiments délabrés et l'abattage de plusieurs alignements d'arbres. L'ensemble des arbres jugés remarquables dans le périmètre sera conservé et de nouveaux alignements seront replantés. L'impact du projet est jugé positif.

Le projet n'induit pas d'impact en termes de :

- protection contre les vibrations ;
- protection contre les rayonnements non ionisants ;
- protection des sols ;
- organismes dangereux pour l'environnement ;
- conservation de la forêt ;
- protection du patrimoine bâti, des monuments et de l'archéologie.

2. GENERALITES

2.1 CONTEXTE

La construction du CEVA

Depuis plusieurs années, la région genevoise connaît un très fort dynamisme économique dont un des corollaires est une forte croissance démographique de part et d'autre de la frontière, laquelle s'accompagne d'une croissance proportionnelle des déplacements. Pour faire face aux défis en matière de mobilité à l'échelle régionale, il s'est avéré nécessaire de renforcer les capacités des infrastructures ferroviaires.

C'est pourquoi les autorités des cantons de Genève et Vaud, ainsi que des départements français de l'Ain et de Haute-Savoie ont signé en 2001 une charte pour le développement des transports publics régionaux dont le CEVA (ligne ferroviaire Cornavin, Eaux-Vives, Annemasse) est la colonne vertébrale. Cette charte a notamment l'ambition de promouvoir la desserte Grandes Lignes du bassin franco-valdo-genevois de manière équilibrée.

La construction du bouclage ferroviaire entre Cornavin et la gare des Eaux-Vives dont les voies ferrées se termine actuellement en impasse, vient de débuter. Elle entraînera un bouleversement total du site et de ses environs, tout d'abord parce que le choix de la construction d'une nouvelle gare souterraine impliquera la démolition de la totalité des ouvrages se trouvant actuellement sur son tracé. En outre, la gare des Eaux-Vives deviendra la deuxième gare du canton, ouverte au trafic régional mais aussi aux grandes lignes. Le contexte local s'en trouve radicalement changé et l'on assiste aujourd'hui aux prémices d'une transformation en profondeur du quartier et de ses environs.

Le plan localisé de quartier de la Gare des Eaux-vives est la pièce centrale de ce vaste processus de renouvellement urbain sur la rive droite du lac, associé à la construction d'une infrastructure ferroviaire majeure à l'échelle régionale.

La valorisation du périmètre de la gare

La mise en valeur de l'ensemble des terrains en mains publiques (CFF, Canton et ville de Genève) sur le site de la gare des Eaux-vives a été confiée à une société simple, la SOGAGEV (société de valorisation des terrains situés en gare des Eaux-vives) qui agit en tant que maître de l'ouvrage.

La gare des Eaux-Vives étant appelée à devenir une interface de mobilité majeure dans le canton, un certain nombre de fonctions urbaines devront y être assurées afin d'une part de profiter au mieux de ses qualités d'accessibilité par les transports collectifs, mais aussi de lui donner un caractère de centralité et de densité urbaines ainsi que le préconisent le plan directeur cantonal 2015 (fiche n° 4.02) ainsi que le plan directeur communal (fiche PL12).

C'est pourquoi le projet de plan localisé de quartier de la gare des Eaux-vives regroupe sur le même site un équipement culturel majeur d'échelle régionale (le nouveau théâtre de la Comédie), un équipement destiné à la petite enfance, un lieu d'expression musicale, des équipements sportifs ainsi qu'une part importante de commerces et de locaux destinés aux activités tertiaires.

Par ailleurs, une part significative des surfaces nouvelles prévues est réservée pour le logement.

2.2 UNE MAITRISE D'OUVRAGE COMPLEXE

Deux opérations distinctes

L'opération de la gare des Eaux-Vives est scindée en deux grands chantiers distincts :

1. Le premier consiste en la réalisation de l'infrastructure ferroviaire et de la gare (projet CEVA). La maîtrise d'ouvrage a été déléguée à la *direction de projet CEVA* par le canton de Genève et la Confédération qui financent conjointement le coût des ouvrages à hauteur de respectivement

44,53% et 55,47%. Ce financement fait l'objet d'une convention entre la Confédération, la République et canton de Genève et les CFF.

Les ouvrages précités sont régis par les articles 18 et suivants de la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF ; RS 742.101), par l'ordonnance sur la procédure d'approbation des plans des installations ferroviaires (OPAPIF ; RS 742.142.1) et subsidiairement par la loi fédérale sur l'expropriation (LEx ; RS 711). Par décision du 5 mai 2008, l'office fédéral des transports qui conduit la procédure (OFT) a accordé à la direction du projet CEVA l'autorisation de construire la liaison ferroviaire entre la gare de Cornavin au centre de Genève et la frontière franco-suisse.

La DAP (décision d'approbation des plans) portant sur les plans et l'étude d'impact sur l'environnement qui les accompagne ont fait ainsi l'objet d'une procédure séparée qui s'est achevée par l'arrêt du tribunal fédéral du mois de juin 2011, rejetant les derniers recours.

2. L'opération de valorisation des terrains de la gare des Eaux-vives.

Cette dernière est indépendante du chantier du CEVA en termes de montage financier et de procédure. Elle associe trois partenaires : la division immobilière des CFF, le canton et la ville de Genève regroupés au sein de la SOVAGEV dans le but construire un nouveau quartier sur le site après que l'infrastructure et la gare auront été réalisées.

La DAP (CEVA) porte sur un périmètre clairement délimité (l'infrastructure ferroviaire et la gare) différent de celui de la SOVAGEV, lequel porte sur l'aménagement des espaces extérieurs et sur l'urbanisation des terrains adjacents : voir plan. Par conséquent, les impacts sur l'environnement et les différentes mesures de réduction ou de compensations seront pris en considération et évalués indépendamment.

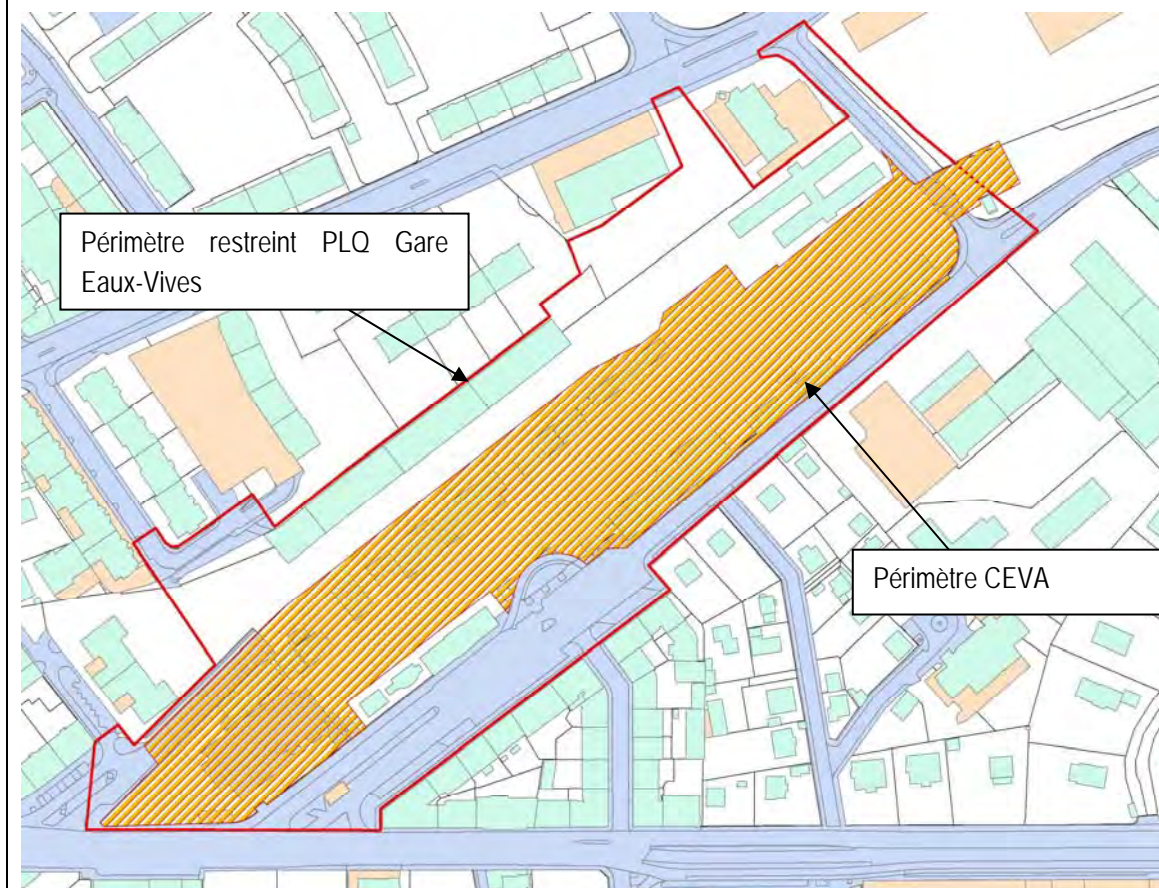


Figure 1 : Périmètre du projet (trame jaune : périmètre CEVA. Liseré rouge : périmètre du PLQ de la gare des Eaux-Vives (SOVAGEV))

Procédures engagées

Le plan directeur cantonal 2015 actuellement en force, définit des secteurs d'urbanisation prioritaires, planifiés sous la forme de périmètres d'aménagement coordonnés (PAC), parmi lesquels figure le périmètre du PAC Gare des Eaux-Vives (fiche n° 2.17) représentant environ 5.4 ha sur le territoire de la commune de Genève. Les objectifs sont les suivants :

- Offrir aux activités une structure d'accueil souple et diversifiée. Valoriser les centres d'activités bien desservis par les infrastructures.
- Assurer un développement cohérent de l'agglomération urbaine en tenant compte des transports publics, comme élément structurant. Favoriser le report modal.
- Mettre en valeur les lieux centraux structurants de l'agglomération en relation avec le réseau des transports collectifs.

Le processus de planification a conduit tout d'abord à l'établissement du Plan directeur de quartier n° 29'520, établi sur le périmètre de la gare des Eaux-vives et de son environnement proche, adopté par le Conseil municipal le 12 mai 2009 et approuvé par le Conseil d'Etat le 22 juillet 2009.

Le processus de planification se poursuit par l'établissement d'un seul plan localisé de quartiers (PLQ n° 29 786-218) établi sur un périmètre sensiblement identique. Le présent rapport d'enquête préliminaire porte sur ce PLQ.

La réalisation d'environ **90'500 m² de surfaces brutes de plancher (SBP)** y est ainsi projetée, dont environ **22'300 m² qui seraient voués aux activités et commerces, 31'800 m² aux équipements publics dont 1 quart seront destinés au sport et 36'300 m² attribués aux logements.** Ces nouvelles surfaces se répartiront dans 9 bâtiments réalisables d'ici à l'horizon 2020.

Le bureau bcph Ingénierie a été mandaté en parallèle pour l'établissement des éléments liés aux transports et à la circulation nécessaires à l'établissement de ce rapport.

Le présent document constitue le rapport d'impact 1^{ère} étape (RIE-1), résultant des investigations menées de juin 2011 à décembre 2011 et tenant compte du préavis du 23 février 2012. Il traite de manière exhaustive l'ensemble des impacts à considérer au stade du projet de PLQ.

2.3 BASES LEGALES

Le nombre de places de stationnement projeté dans le cadre de cette urbanisation est supérieur à 500 places (711 places prévues). Le projet prévoit par ailleurs la réalisation de 14'562 m² de SBP affectée au commerce, soit beaucoup plus que les 7'500 m² déterminants pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement.

Le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives est soumis à la procédure d'étude d'impact sur l'environnement (EIE), selon l'Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE) et son Règlement cantonal d'application (K 1 70.05).

Au niveau fédéral, la Loi du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE) fixe les principes généraux de limitation des nuisances, édicte les dispositions d'exécution, les mesures d'encouragement et les procédures. L'OEIE précise le déroulement et le contenu d'une EIE, ainsi que l'évaluation du rapport d'impact par les services spécialisés de la protection de l'environnement. Ses annexes fixent les installations soumises à l'EIE et les procédures décisives.

Le manuel EIE de 2009, élaboré dans un souci d'harmonisation des exigences, de la qualité et de la structure des documents produits, constitue la directive de nombreux cantons, dont celui de Genève.

Conformément à l'art.10b de la LPE, on traitera pour chaque domaine :

- ⇒ L'état actuel.
- ⇒ Le projet, y compris les mesures prévues pour la protection de l'environnement et pour les cas de catastrophes (intégrées au projet).
- ⇒ Les nuisances dont on peut prévoir qu'elles subsisteront.

Les atteintes seront évaluées isolément, collectivement et dans leur action conjointe (art. 8 de la LPE).

2.4 HORIZONS DE REFERENCE

Pour étudier les différents domaines, les horizons de référence suivants seront considérés :

- ⇒ L'état actuel: selon la situation actuelle du trafic (2009).
- ⇒ L'état futur sans projet: correspond à la situation future sans le projet, en prenant en compte les différents autres projets influençant le trafic dans la région (2020).
- ⇒ L'état futur avec projet: correspond à l'état futur sans projet plus le projet pour lequel les effets seront évalués (2020).

2.5 PROCEDURES

Une Etude d'impact sur l'environnement (EIE) a pour but de déterminer si une installation répond aux prescriptions fédérales et cantonales relatives à la protection de l'environnement ainsi qu'aux dispositions relatives à la protection de la nature. L'étude d'impact permet également d'intégrer les impératifs de la protection de l'environnement dès le début de la planification et de la construction d'une installation. Elle peut ainsi être considérée comme un outil d'accompagnement et d'optimisation, visant à limiter les impacts et optimiser le projet.

La procédure décisive au sens de l'article 5 de l'Ordonnance fédérale relative à l'étude d'impact sur l'environnement (OEIE) est constituée de deux étapes assorties chacune d'une étude d'impact sur l'environnement (Art. 8 OEIE).

2.6 ETAPE 1 – ADOPTION DU PLQ (RIE 1)

La première étape correspond à l'adoption du PLQ. Cette étape comprend deux phases : le rapport d'enquête préliminaire (REP1) et le rapport d'impact sur l'environnement RIE1. L'Art. 8 de l'OEIE a été demandé et refusé. Le présent rapport correspond donc au RIE1 et tient compte des remarques prononcées dans les préavis techniques du REP1 du 23 février 2012.

Le but du RIE1 est de montrer la faisabilité environnementale du projet (niveau de détail « approbation du PLQ ») et de vérifier sa "compatibilité avec les dispositions en matière d'environnement (LPE art. 10a)" :

- Un tri entre les impacts déterminants et non déterminants (ou insignifiants) a été fait. Ainsi, les domaines dont les impacts ont été évalués comme non déterminants (ou insignifiants) quel que soit le degré de détail du projet pourront être abandonnés dans l'étape 2.
- Le cahier des charges pour l'élaboration du rapport d'impact – étape 2 (RIE 2) est décrit (Cf. chapitre 7.2).
- La phase de réalisation (chantier) sera comprise dans le RIE 2.

2.7 ETAPE 2 – REQUETES EN AUTORISATION DE CONSTRUIRE (RIE 2)

La deuxième étape nécessitera l'élaboration d'un REP2 puis d'un RIE2. Elle correspondra à la phase de la requête définitive en autorisation de construire (DD). A nouveau l'application de l'art. 8 OEIE sera sollicitée afin de fusionner ces deux phases. Etant donné qu'au cours de l'étape 2, une requête définitive devra être déposée spécifiquement pour chaque projet de construction prévu par le PLQ et que l'ensemble des requêtes ne seront vraisemblablement pas déposées simultanément, des REP2 valant RIE2 partiels devront être établis.

Le but de l'étude d'impact 2^{ème} étape et de son RIE 2 sera de vérifier la légalité environnementale du projet, et d'optimiser chaque projet au stade de son élaboration, afin d'en réduire les impacts identifiés.

Les impacts du projet (phase d'exploitation et phase chantier) sur les différents milieux récepteurs et leurs effets seront évalués et complétés par rapport au RIE 1, selon le cahier des charges du RIE 2 et les préavis des services spécialisés.

Les différentes mesures intégrées au projet ou supplémentaires seront présentées et analysées.

Le SEIE ainsi que les services spécialisés cantonaux seront consultés dans le cadre de cette procédure.

Le RIE 2 permettra par la suite à l'autorité d'évaluer le projet de la façon la plus complète possible, et de se prononcer sur la légalité du projet dans le cadre de la demande définitive de construire.

3. SITE ET ENVIRONS

3.1 DESCRIPTION DU SITE



Figure 2 : Plan de situation

Le périmètre du PLQ est confiné d'un côté par la route de Chêne et l'avenue Franck-Thomas, et de l'autre par le front bâti de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et celui de l'avenue de Chamonix.

Le site peut être qualifié de friche ferroviaire. Compte tenu en effet, de la relativement faible activité du trafic ferroviaire, le site a été progressivement occupé par une végétation pionnière qui a occupé les espaces délaissés par les activités humaines. A l'époque de la construction de la gare, les bâtiments avaient été réalisés à titre provisoire dans un style « PLM », similaire à celui des gares que l'on peut encore voir le quart sud-est de la France. Leur état général est globalement vétuste. Les autres bâtiments qui sont venus s'ajouter progressivement aux constructions d'origine ont perpétué ce caractère provisoire. Il en va ainsi du Buffet de la gare, reconstruit, il y a une quinzaine d'années suite à l'incendie du bâtiment d'origine.

La gare des Eaux-Vives constitue actuellement un plateau artificiel, pratiquement horizontal, résultant des contraintes de la technique ferroviaire. Ce plateau constitue une coupure artificielle dans la topographie du site dont la pente est inclinée en direction du Lac. Il en découle par conséquent une coupure urbaine (fonctions, circulations) isolant deux quartiers distincts en amont et en aval de la gare. Par ailleurs ce plateau se termine par un mur de soutènement surplombant la route de Chêne d'une hauteur de près de 3 mètres. Ce mur préfigurait la culée d'un pont qui aurait dû franchir cette avenue dans la conception initiale du bouclement ferroviaire du canton imaginé au début du 20^e siècle.

Le périmètre est très peu bâti, formant une sorte de clairière ouverte dans le tissu dense du quartier des Eaux-Vives. Hormis la gare et les fonctions qui en dépendent (buffet, local de billetterie, hangars) le site

de la gare est occupé par un certain nombre de petites et moyennes entreprises dont le déménagement a déjà été réglé dans le cadre du projet CEVA.

Il est à noter qu'à l'issue de la réalisation du projet CEVA, la partie du terrain impactée par le chantier, sera rendue nue et sans constructions en superstructure à l'exception des émergences de la future gare souterraine.

Outre le bâtiment de la gare, le buffet et ses proches annexes, le site comprend un certain nombre de bâtiments qui seront détruits dans le cadre du projet CEVA :

- 17 et 19 avenue de la Gare des Eaux-Vives abritant une entreprise de fourniture de matériaux de construction.
- 23 avenue de la Gare des Eaux-Vives abritant un atelier de mécanique.
- Un dépôt situé à proximité du passage à niveau.
- 2 au 8 avenue de Chamonix différents bâtiments abritant dépôts et activités.

Une série d'autres bâtiments devront être démolis dans le cadre de la réalisation du PLQ :

- 14 rue Viollier abritant un hangar
- 9 Avenue de Chamonix abritant un hangar
- 19 Avenue de Chamonix abritant un hangar
- 23 avenue de Chamonix abritant des activités
- 6 Rue Franck-Thomas abritant des logements temporaires

3.2 HISTORIQUE DU SITE

Les principaux éléments suivants sont majoritairement tirés de la revue des chemins de fer du canton de Genève, service des monuments et sites, 2004



Figure 3: Photographie de la gare des Eaux-Vives au début du XXème siècle (SMS, 2004)

Situation : Genève-Eaux-Vives, parcelle N°2432

Maître d'œuvre de la gare: Etienne Olivet et Bastian

Constructions du site :

1887 : Construction du bâtiment des voyageurs des Eaux-Vives, surélévation du quai d'embarquement pour permettre l'embarquement du bétail et des chaises à poste, construction de la douane des Eaux-Vives et de la Halle des marchandises et construction de la remise des locomotives et de la maison du garde barrière.

Une ligne de tramway fut ouverte en 1864 reliant Rive à Chêne-Bougeries. La construction en 1887 de la gare des Vollandes (actuelle gare des Eaux-Vives.), terminus de la ligne Annemasse-Genève, s'inscrit dans un vaste projet, celui de prolonger cette ligne jusqu'à la gare principale de Genève-Cornavin, ce qui aurait permis le raccordement de la ligne Lyon-Genève au réseau de la Haute-Savoie. Ce projet n'ayant jamais abouti, la ligne, propriété de la SNCF, n'est actuellement utilisée que par des touristes et quelques travailleurs frontaliers.

3.3 PERIMETRES DE REFERENCE

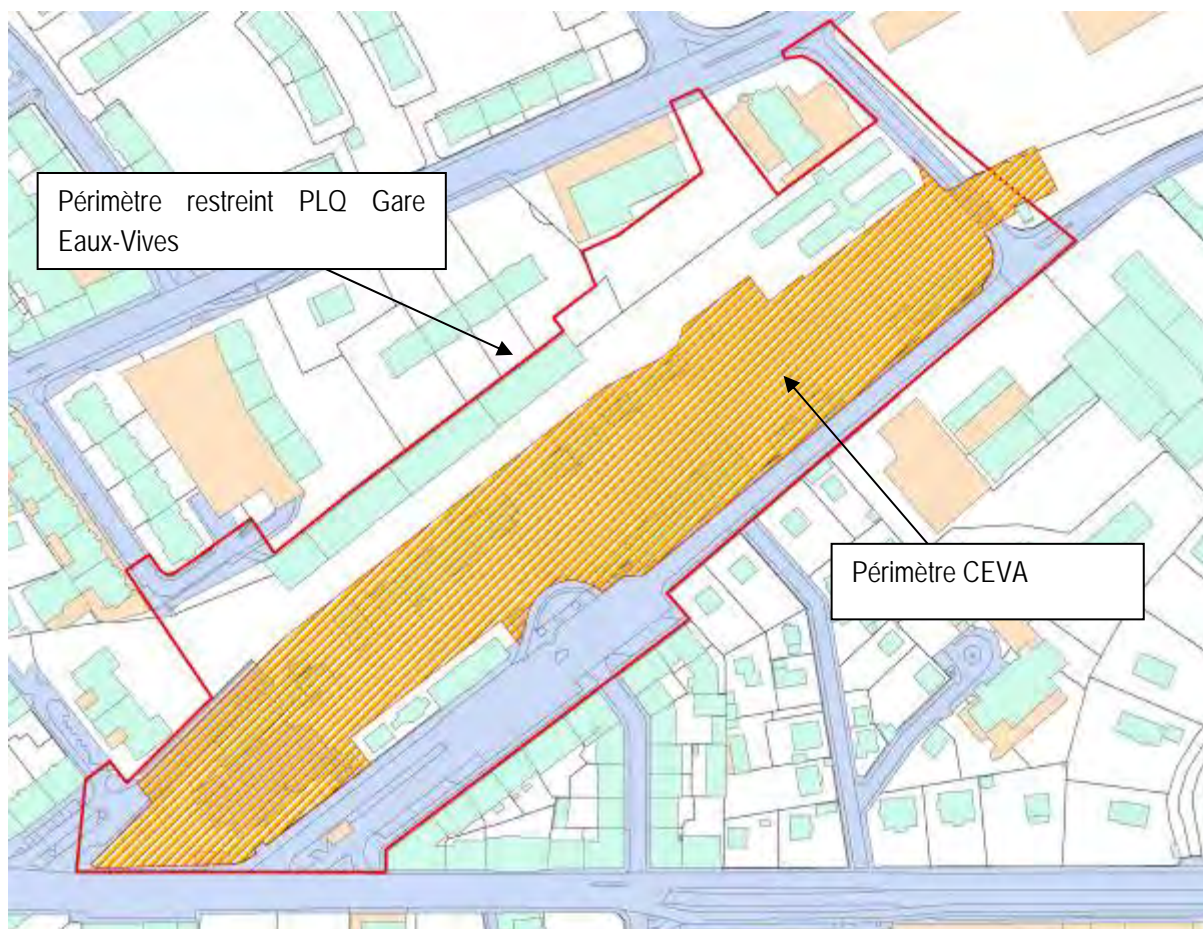


Figure 4: Périmètre de l'étude et emprise du projet. (Trame jaune : périmètre CEVA. Liseré rouge : périmètre du PLQ de la gare des Eaux-Vives (SOVAGEV))

Pour évaluer les effets du projet pour chaque domaine, on considère le périmètre restreint, limité à l'emprise du projet (et du chantier) et ses abords immédiats, ainsi que le périmètre d'influence, englobant le secteur sur lequel les effets du projet sont significatifs.

Les périmètres de référence suivants peuvent être identifiés pour les domaines considérés :

- air : un périmètre d'études de 1 km² (maille kilométrique avec coordonnées inférieures gauches 2 501 340 / 1 117 000) contenant toutes les routes sensiblement affectées par le projet est défini (différence de plus ou moins 20% en TJM (trafic journalier moyen) entre l'état futur avec projet et l'état futur sans projet) ;
- bruit : tronçons sur lesquels il y a une différence de plus ou moins 1 dB(A) ou 20% en TJM entre l'état futur avec projet et l'état futur sans projet ;
- rayonnements non ionisants : périmètre restreint ou d'éventuels postes d'alimentation / transformation seraient nécessaires ;
- eaux souterraines : nappes souterraines et aquifères concernées par le projet ;

- eaux superficielles : périmètre restreint du projet, type de toiture et aménagements extérieurs prévus ;
- sols, sites contaminés, déchets, forêts, nature, paysage, patrimoine bâti, monuments et archéologie : périmètre restreint du projet.

3.4 ZONES D'AFFECTATION

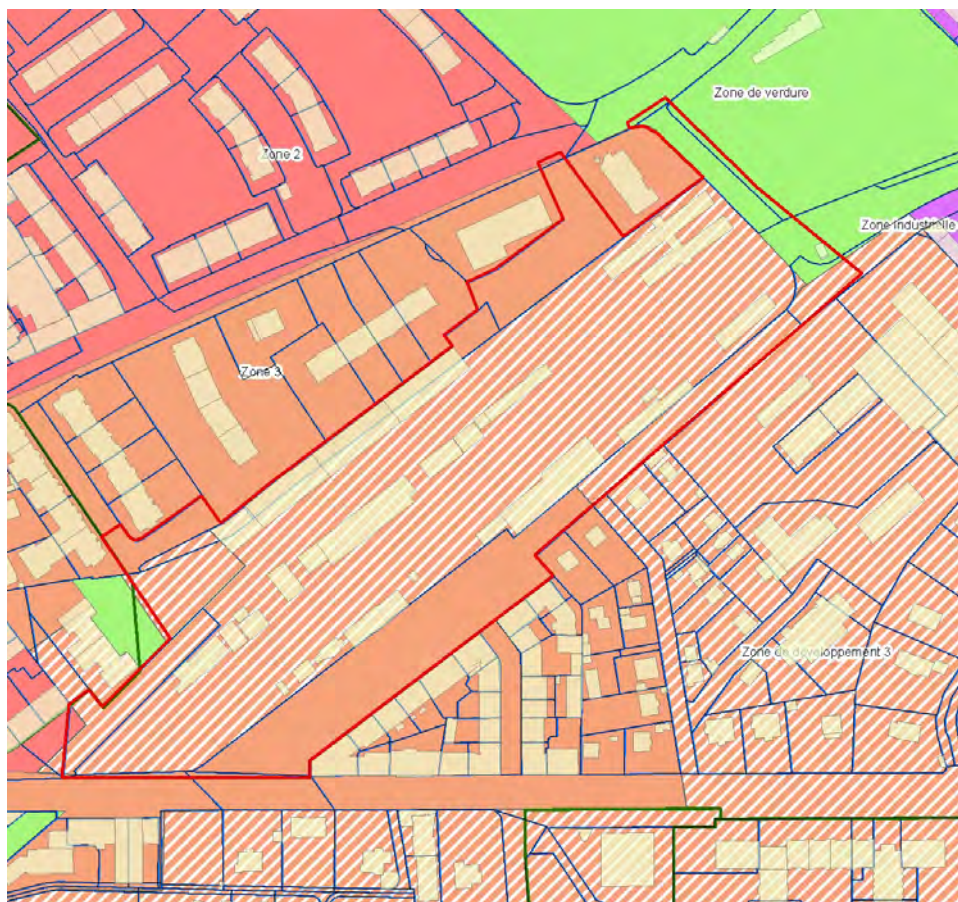


Figure 5: Plan d'affectation des sols (SITG, sept. 2011)

En matière d'affectation du sol, la majeure partie du site est en zone de développement 3 (réf. plan des zones du canton de Genève, département des constructions et des technologies de l'information, 2011, Figure 5), c'est-à-dire destinée aux grandes maisons affectées à l'habitation, au commerce et aux activités du secteur tertiaire (gabarit max. 21 m., pouvant être augmenté à 27 m. pour le logement).

La partie sud-est du site, comprenant une partie de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives est en zone 3 ordinaire, c'est-à-dire en zone dont la transformation en quartiers urbains est fortement avancée (définition selon l'art. 19, alinéa 1 de la loi cantonale d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire - LaLAT) ; elle est également destinée aux grandes maisons affectées à l'habitation, au commerce et aux activités du secteur tertiaire. (Gabarit max. 21 m. pouvant être augmenté à 27 m. pour le logement).

Enfin, le site englobe un petit secteur, côté avenue Franck-Thomas, affecté en zone de verdure (selon l'art. 24, alinéa 1 LaLAT, terrains ouverts à l'usage public, destinés au délasserment ainsi que les cimetières). En l'occurrence, il s'agit d'un tronçon de la rue Frank-Thomas qui borde le stade de

Frontenex. Cette affectation qui ne porte que sur du domaine public routier n'a, par conséquent, aucune incidence sur le projet de PLQ.

3.5 INFRASTRUCTURES DE MOBILITÉ

Equipements existants

Le site est surtout marqué par la forte présence des infrastructures ferroviaires :

- la Liaison ferroviaire Eaux-Vives-Annemasse
- La ligne de tram 12 présente également à proximité du périmètre, sur la route de Chêne.



Figure 6: Liaison Eaux-Vives-Annemasse



Figure 7: Chemin Franck-Thomas

A l'est du site, le chemin Franck-Thomas assure la liaison transversale vers la partie aval du quartier des Eaux-vives

On devine sur la droite de la photo le stade de Frontenex (zone de verdure) et à gauche les pavillons provisoires hébergeant des requérant d'asile, faisant partie des bâtiments devant être démolis.

La route de Chêne représente la limite ouest du périmètre.

A sur le côté droit de la chaussée, on aperçoit l'extrémité des ouvrages de soutènement préfigurant le pont qui avait été envisagé pour prolonger la voie ferrée.

Cette voie de circulation est un des axes primaires du réseau, avec plus de 20'000 uv/j .



Figure 8: Route de Chêne

4. PROJET

4.1 DESCRIPTION DU PROJET

4.1.1 CARACTERISTIQUE GENERALE

Le projet de PLQ s'inscrit dans la continuité du projet CEVA. Il vise deux objectifs complémentaires :

- contribuer au financement du projet CEVA par la valorisation de terrains aujourd'hui affectés à une utilisation ferroviaire ;
- développer un pôle d'échanges et d'activités dans le secteur de la Gare des Eaux-Vives (programme mixte d'activités économiques et culturelles ainsi que de logement)

4.1.2 PERIMETRE CEVA

La réalisation de la future gare souterraine CEVA des Eaux-Vives permettra ainsi la mise à disposition des surfaces actuellement occupées par les voies SNCF et l'actuelle gare. Les parcelles concernées sont les suivantes :

N° Parcelle	Propriétaire	Surface (m ²)
2432	Etat de Genève	53'723
3012	DP Communal	2'581
3013	DP Communal	10'684

Tableau 1 : Parcelles concernées par le projet CEVA

Une fois réalisé, le projet CEVA restituera le terrain à peu près à sa cote actuelle sauf à son extrémité Ouest. L'espace libre entre le terrain restitué et la dalle sommitale de la gare peut être construit. Les activités prévues doivent néanmoins tenir compte des contraintes posées par l'exploitation ferroviaire, à savoir l'interdiction de l'exploitation de locaux à usage sensible sur le premier niveau de galerie au-dessus des voies ferroviaires (ORNI).

Les aménagements en surface devront tenir compte de ces contraintes. Ils devront par ailleurs garantir l'accessibilité du public aux émergences CEVA ainsi que leur visibilité.

4.1.3 AUTRES SURFACES

Le projet de PLQ s'étend au-delà des emprises CEVA sur les parcelles suivantes :

N° Parcelle	Propriétaire	Surface (m ²)
3011	DP Communal	1'339
2822	Etat de Genève	3'147
1657	Ville de Genève	17'163
1806	Etat de Genève	491
2445	Etat de Genève	1'839
3014	DP Communal	2'189
3016	DP Communal	6'132

Tableau 2 : Autres parcelles comprises dans le PDQ de la Gare des Eaux-Vives

4.1.4 PROGRAMME PREVU

La SOVAGEV a organisé en 2010 un concours d'urbanisme dans le but d'affiner les dispositions spatiales illustrées par le plan directeur de quartier (PDQ). Les résultats de ce concours dont le lauréat désigné en janvier 2011 est le bureau d'architecture et d'urbanisme MSV, ont servi de base à l'élaboration du projet de plan localisé de quartier. Le programme contenu dans le PLQ a, par conséquent, été affiné en tenant compte d'une approche plus précise des contraintes spatiales et constructives qui sont traitées sommairement à l'échelle du PDQ. Ce dernier étant une planification directrice, il n'a pas de valeur contraignante pour les tiers et ce sont bien les valeurs prévues par le plan localisé de quartier qui font foi. Celui-ci prévoit les principaux éléments suivants :

- un programme de logements d'environ 36'200 m² de surface brute de plancher (SBP), soit environ 310 logements.
- un programme d'activités tertiaires (bureaux) d'environ 7800 m² de SBP et d'activités commerciales (galerie commerciale et rez-de-chaussée des immeubles) de 14500 m² de SBP totalisant approximativement 340 emplois.
- un programme d'équipements publics (accueil de la petite enfance, lieux d'expression musicale, un équipement culturel à vocation intercommunale destiné au nouveau théâtre de la Comédie ainsi que des équipements sportifs) d'une surface brute de plancher de 31800 m².

Nota : les valeurs précises des surfaces à bâtir figurent dans la tableau de répartition des droits à bâtir du PLQ

Il va sans dire que le futur quartier sera particulièrement bien desservi par les transports publics (CEVA, les trams et bus). La desserte pour les mobilités douces sera également assurée, par la Voie verte et le réseau lié aux parcs de la Grange et des Eaux-Vives.

4.1.5 PARKINGS SOUTERRAINS

Deux parkings souterrains d'une capacité totale de 711 places seront réalisés, des places pour 2 roues motorisées sont également prévues pour ces des parkings. Le parking le plus important, comprend deux niveaux de 6000 m² chacun, totalisant 420 places de stationnement à usage des habitants (cf. Figure 11). L'accès se trouve sur le prolongement de la rue Viollier. Une seule rampe d'entrée/sortie est prévue.

Actuellement, il existe encore deux variantes constructives, concernant le parking « commerces » de 291 places, à savoir une variante sur 1 niveau et une variante sur 2 niveaux, sans que la capacité n'en soit affectée (cf. Figure 9 et Figure 10). Ce parking est à usage des employés et clients des activités et commerces. Une trémie d'entrée et une trémie de sortie sont prévues sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives.

265 places de stationnement seront détruites temporairement, pour le chantier. A terme, environ 80 places pourraient être restituées en surface (projet d'aménagement en cours d'étude), environ 130 seront recrées dans le parking « habitant » et une cinquantaine ne seront pas compensée (BCPH, 2010 et adaptations liées à l'étude en cours du PLQ). En outre, il est proposé de créer 100 places nouvelles destinées aux les habitants du quartier des Eaux-Vives.

Les locaux techniques (ventilation, pompes à chaleurs, etc...) seront disposés dans les sous-sols. Une emprise globale de 450 m² est à prévoir.

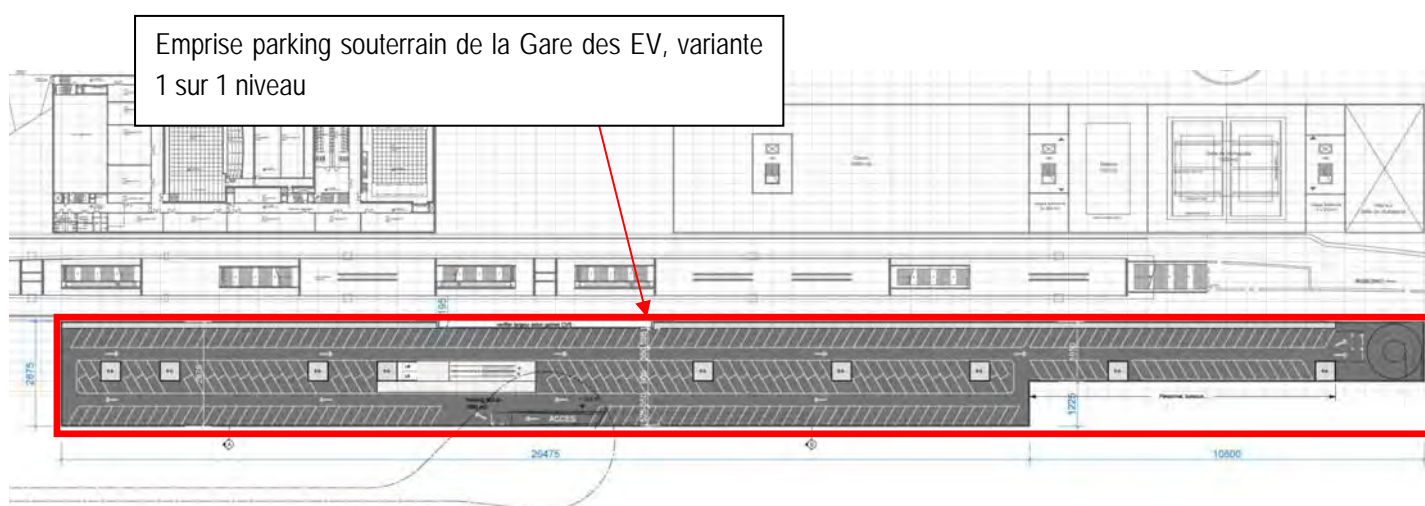


Figure 9: Emprise (en rouge) du parking souterrain de la Gare des EV, variante 1 (architecture R|J, 2011)

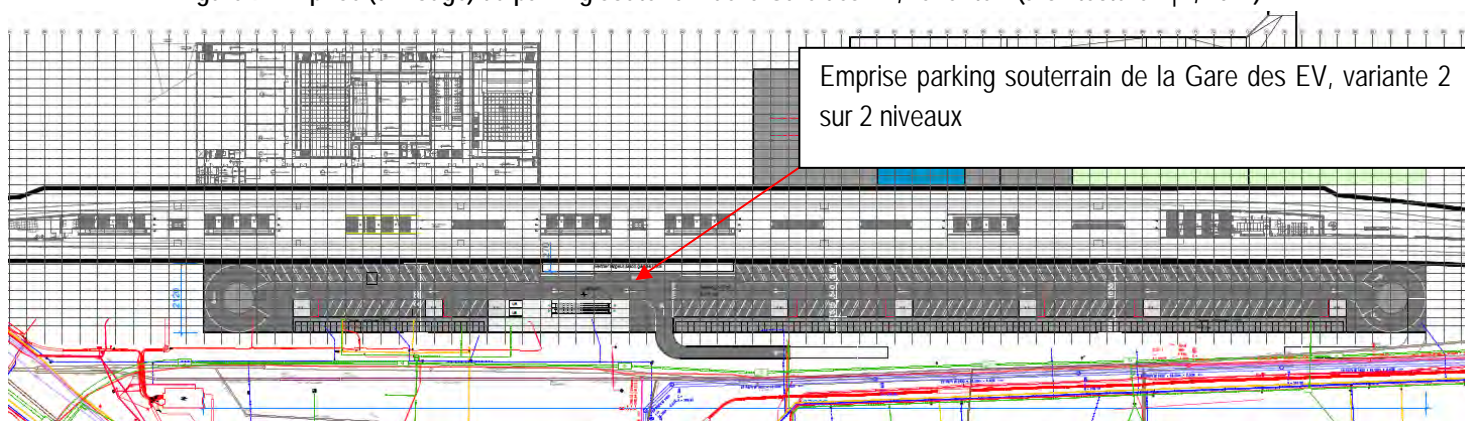


Figure 10: Emprise du parking souterrain de la Gare des EV, variante 2 (architecture R|J, 2011)

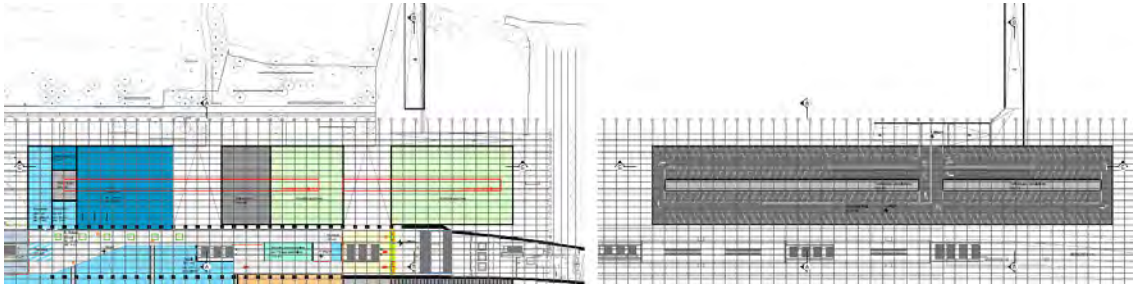


Figure 11: Emprise du parking souterrain rue Violier (architecture R|R, 2012)

4.1.6 PROJETS CONNEXES

4.1.6.1 CEVA

Le projet du CEVA (liaison ferroviaire Cornavin - Eaux-Vives – Annemasse), dont le chantier a débuté cet automne, passe au centre du PLQ de la gare des Eaux-Vives. C'est d'ailleurs la mutation du périmètre au terme des travaux CEVA qui a ouvert la voie à une réflexion sur une nouvelle planification et optimisation du quartier, intégrant la gare souterraine de Genève-Eaux-Vives développée par les Ateliers Jean Nouvel, et prévoyant l'implantation du futur théâtre de la Comédie, d'un espace pour la petite enfance, d'infrastructures sportives, de commerces et de surfaces de logement.

Cette nouvelle liaison ferroviaire va améliorer significativement la desserte du quartier de la gare des Eaux-Vives vers l'hôpital, Carouge, Cornavin ou encore Chêne-Bourg et Annemasse.

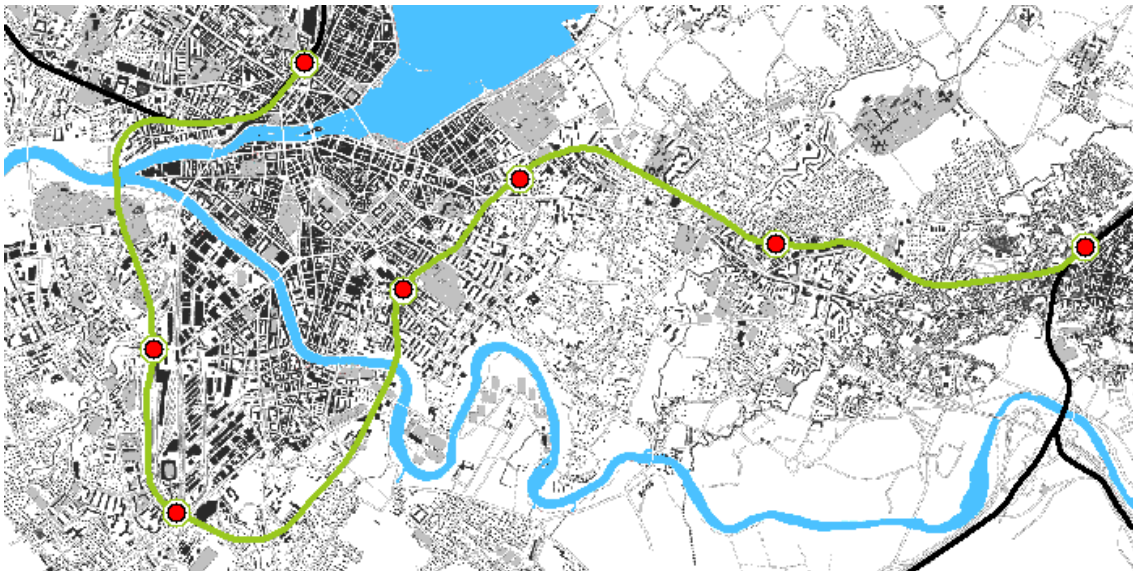


Figure 12: Illustration du tracé et des gares du CEVA

4.1.6.2 PROJETS URBAINS SITUÉS A PROXIMITÉ IMMÉDIATE DU SITE

Une série de nouveaux projets devraient voir le jour ces prochaines années. Parmi ceux-ci on peut citer la densification des terrains bordant la rue GODEFROY », la requalification périmètre « SWISS LIFE » le long de l'avenue des Eaux-vives ou encore le renouvellement urbain de la zone industrielle de l'avenue ROSEMONT » tous situés à proximité immédiate du PLQ Gare des Eaux-Vives. Ces trois projets connexes ont un potentiel d'environ 40'800 m² de logements et 21'675 m² d'activités.

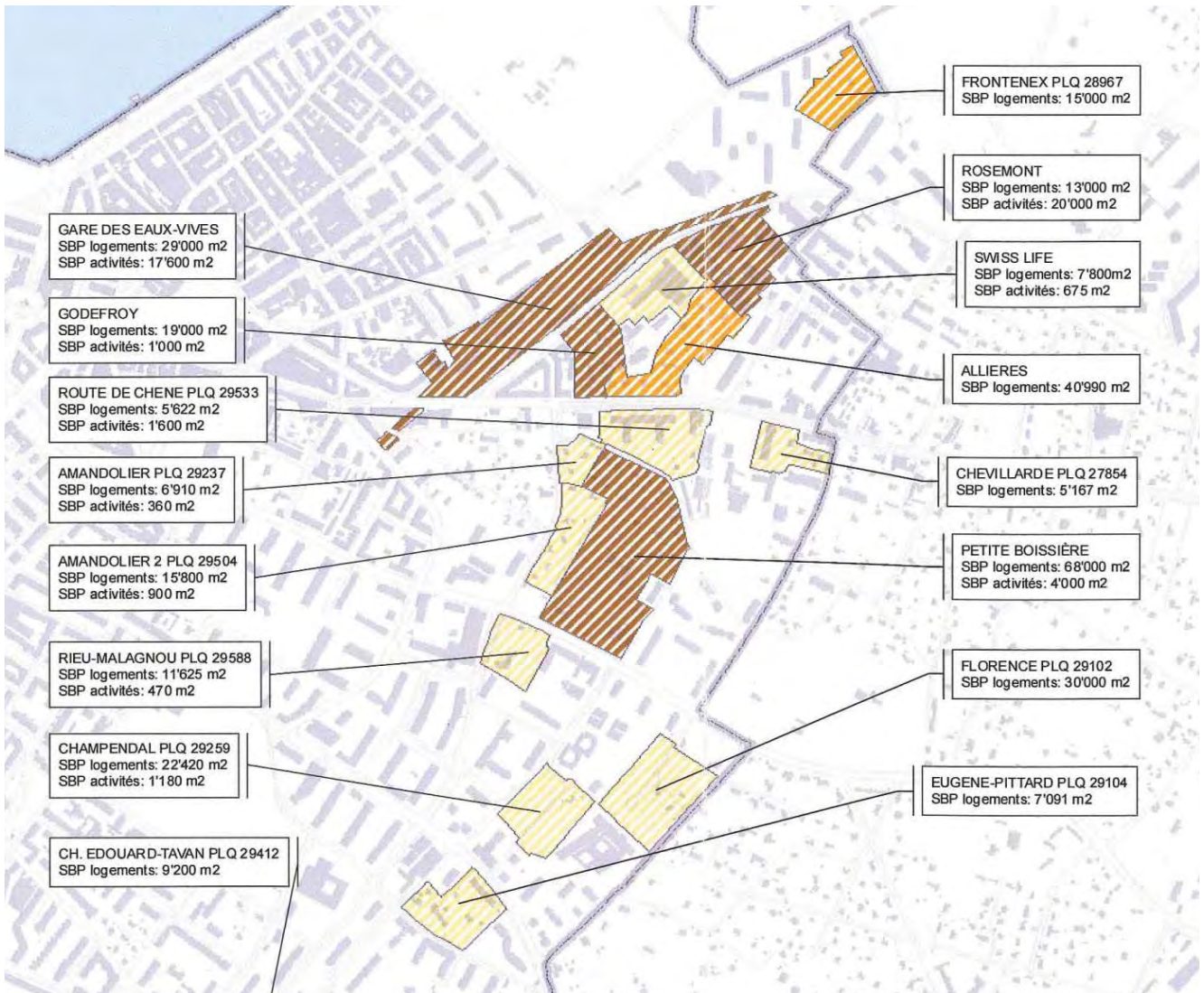


Figure 13: Situation des PLQ projetés dans le périmètre élargi (état 2009, les SPB sont mentionnés à titre indicatif)

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Description du projet

- Présenter le projet définitif avec l'emprise et les dimensions des bâtiments et des parkings projetés – niveau projet définitif, y compris les mesures prises pour la préservation des réseaux et ouvrages existants. Décrire les éventuels renouvellements de collecteurs au droit du projet.
- Présenter et évaluer les mesures visant l'intégration paysagère et environnementale, le traitement des abords.

4.1.7 INSTALLATIONS, ACCES ET ENGINES PREVUS

La réalisation des travaux devrait intervenir parallèlement à la réalisation du CEVA. Toutefois, les conditions ne sont pas encore définies précisément.

Cette partie est sans objet dans le cadre de ce rapport. Le contexte général (éléments sensibles, installations de chantier), le déroulement du chantier (préparation, planning, trafic, plan qualité, remise en état...), la nature et le nombre d'engins nécessaires à la réalisation devront être présentés et étudiés dans le cadre du RIE 2^{ème} étape.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Description du projet – Installations, accès et engins

- *Définition de l'emplacement définitif des accès (les principes étant validés), des installations de chantier, des éventuelles pistes provisoires.*
- *Précisions sur les engins prévus pour les travaux.*

4.1.8 TERRASSEMENTS ET REMISE EN ETAT

Actuellement, les mouvements de terre ne sont pas encore définis.

Cette partie est sans objet dans le cadre de ce rapport. Les volumes de terrassement, la provenance-destination des matériaux, la gestion des terres et les mesures de remise en état du site après travaux devront être précisés et étudiés dans le cadre du RIE 2^{ème} étape.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Description du projet - terrassements et remise en état

- *Définition finale des terrassements, délimitation des espaces et des volumes.*
- *Définition du mode de suivi des terrassements.*

4.2 CONFORMITE AVEC L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

4.2.1 NIVEAU FEDERAL

Le projet de renouvellement urbain du site de la gare des Eaux-Vives trouve sa cohérence en tout premier lieu dans la politique d'agglomération initiée en 2007 par la Confédération. Pour rappel, avec la réalisation du projet CEVA, la gare des Eaux-vives deviendra une des interfaces majeures pour les transports collectifs sur la rive droite du Lac. Le projet de plan localisé de quartier vise clairement à tirer le meilleur parti possible de cette situation d'accessibilité exceptionnelle pour développer sur le site de la gare un programme mixte associant des équipements publics à forte fréquentation, des emplois ainsi que les logements.

Ce faisant, le projet de plan localisé de quartier répond pleinement aux objectifs fixés par les articles 1 et 3 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 29 juin 1979.

En outre le projet de plan localisé de quartier répond aux objectifs fixés dans le « rapport sur le développement territorial » élaboré en 2005 par l'Office fédéral du développement territorial (ARE) qui établit des stratégies et orientations prioritaires en matière d'aménagement du territoire à l'échelle nationale. Ce dernier stipule en effet que « Les zones à bâtir déjà largement construites présentent d'importants potentiels de densification et qu'il est temps d'utiliser ces «réserves cachées». L'urbanisation vers l'intérieur, dite aussi «construction de la ville en ville», peut être encouragée par plusieurs moyens ».

Le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives s'inscrit dans ce contexte et répond par conséquent, pleinement aux attentes de la confédération en matière d'aménagement du territoire.

4.2.2 NIVEAU CANTONAL

Le plan directeur cantonal constitue la référence de base sur les objectifs cantonaux d'aménagement à poursuivre, sur la coordination territoriale des diverses politiques et sur les actions d'aménagement à mettre en œuvre d'ici à 2015. Il s'appuie sur deux instruments : le concept de l'aménagement cantonal (grandes orientations politiques) et le schéma directeur cantonal (conditions de mise en œuvre).

Le concept de l'aménagement cantonal a été adopté par le Grand Conseil en 2000, puis approuvé par le Conseil Fédéral en 2003. Le plan directeur cantonal, approuvé par le Grand Conseil en 2001, a fait l'objet d'une mise à jour en 2006, adoptée par le Conseil d'Etat et la Confédération en 2007 et d'une seconde mise à jour en 2010, adoptée par le conseil d'Etat le 06 octobre 2010, puis par la confédération le 31 mars 2011.

Concept de l'aménagement cantonal

Le concept de l'aménagement cantonal énonce les grandes lignes de développement et les principes d'aménagement à mettre en œuvre ces dix prochaines années, tout en les situant dans une vision à plus long terme. Il concrétise les missions de l'aménagement du territoire décrites dans les lois, notamment la loi fédérale sur l'aménagement du territoire et sa loi d'application cantonale.

Si l'on se réfère aux objectifs en matière d'urbanisation du chapitre 2 consacré à l'espace urbain, le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives est en conformité avec l'objectif 2.2 " Utiliser en priorité et de manière judicieuse les zones à bâtir existantes, tout en veillant à conserver les qualités et la diversité des secteurs urbanisés et à respecter les sites de valeur. ", notamment avec les mesures d'application suivantes :

- Poursuite de la politique d'urbanisation prioritaire des zones de développement de l'agglomération urbaine, qui sont souvent déjà équipées et faciles à desservir par les transports en commun, de façon à promouvoir l'écomobilité.
- Utilisation optimale des zones à bâtir existantes en veillant à ce que les terrains à bâtir ne soient pas gaspillés.

Dans le même chapitre, il faut également mentionner que le projet va dans le sens des objectifs 2.7 "Poursuivre une politique active pour la mise à disposition des équipements publics cantonaux correspondant aux besoins de la population" et 2.8 " Adapter l'offre des équipements de quartier à l'évolution des besoins", notamment avec les mesures d'application suivantes :

- Réalisation d'une salle multisports et d'un bâtiment accueillant le théâtre de la nouvelle comédie.
- Réalisation d'un espace dédié à la petite enfance.

Plan directeur cantonal

Le plan directeur cantonal décrit la mise en œuvre du concept de l'aménagement cantonal. Illustré par une carte au 1 : 25'000, il se concrétise sous la forme d'un ensemble de projets et mesures faisant l'objet de fiches d'information détaillées.

Le plan directeur fait directement référence au projet, et peut être mis en relation directe avec la fiche 2.17 PAC Gare des Eaux-Vives :

- Le périmètre de la gare des Eaux-Vives est propriété des collectivités publiques. C'est un enjeu d'aménagement de première importance, un des derniers grands potentiels à bâtir au centre ville, riche d'avenir avec la perspective de réalisation de la ligne ferroviaire Cornavin - Eaux-Vives - Annemasse (CEVA). Il pourrait devenir un pôle d'activités et d'équipements, en même temps qu'une interface de transports publics.

4.2.3 NIVEAU COMMUNAL

Plan directeur communal de la Ville de Genève

Le plan directeur communal de la Ville de Genève a été adopté par le Conseil municipal en date du 16 septembre 2009. Ce document fixe un ensemble cohérent d'orientations à moyen ou long terme pour l'aménagement du territoire communal.

Sur la carte illustrant le « développement urbain » (Figure 14 en page 29), le périmètre de projet est représenté comme faisant partie des « potentiel à prédominance logement avec un enjeu pour un équilibre logement/emploi ». Le site de projet inclut un « pôle intermodal » des « équipements de quartiers » et des « grands équipements à programmer ».

Le chapitre III « Programme urbain à l'horizon 2020 » décrit la stratégie communale de développement du secteur de la Gare des Eaux-Vives et qui prévoit notamment de :

- Promouvoir la densification des secteurs proches du centre dans le respect des principes du développement durable en diminuant le trafic pendulaire et l'étalement urbain ;
- Créer une centralité forte autour de la future gare des Eaux-Vives : logements, commerces, espaces publics de qualité ;
- Créer une interface multimodale majeure ;
- Mettre en place un réseau performant de mobilités douces, assurer la perméabilité du secteur ;
- Réaliser un équipement culturel d'agglomération (Nouvelle Comédie) ;

- Garantir la mixité sociale du quartier en équilibrant le nombre d'emplois et de logements et en diversifiant les types de logements ;
- Stimuler les activités commerciales (prolonger l'offre commerciale de l'hypercentre et favoriser le commerce de proximité) ;



Figure 14 : plan directeur communal de la Ville de Genève, carte du « développement urbain »

4.3 JUSTIFICATION DU PROJET

En planifiant la création d'environ 90'000 m² de surfaces brutes de plancher mixtes (logements, activités, équipements sportifs, espace de quartier, petites enfance, théâtre et vélostation) sur le territoire de la commune de la ville de Genève, le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives s'intègre pleinement dans la politique d'aménagement du canton, qui préconise une urbanisation des zones urbaines à fort potentiel de mobilité TP et de densification.

4.4 DONNEES DE BASE CONCERNANT LE TRAFIC

Les données ci-joint sont en partie issues de l'étude mobilité du bureau BCPH ingénieur de février 2010.

La figure ci-après illustre les hypothèses retenues pour la génération des charges trafic à l'état futur avec le projet. Ces mesures issues du rapport de BCPH ingénierie sont les suivantes : «

- La mise en sens unique du barreau Frank Thomas (de Frontenex en direction du chemin Frank Thomas). Cette mesure conjointe à la mise en place de carrefours à feux aux croisements du barreau avec le chemin Frank Thomas et la route de Frontenex, à la création d'une voie bus sur le chemin et

à la suppression de la sortie de la place sur la route de Chêne permettra de diminuer l'attrait fonctionnel sans altérer l'accessibilité.

- L'amélioration du fonctionnement de l'axe chemin de Grange Canal, route de Chêne et avenue de l'Amandolier, qui ne nécessite pas de mouvement à créer, afin de compenser la diminution de l'offre via l'avenue de la Gare de Eaux-Vives.

- La création d'un nouveau mouvement de tourner à gauche depuis le chemin Rieu en direction de la route de Malagnou.

- La fermeture de la sortie de la rue de la Terrassière sur la route de Chêne afin de permettre les connexions en mobilité douce en direction de cet axe.

- La création de nouveaux carrefours sur la route de Frontenex, afin de permettre la connexion de la rue Viollier modifiée pour les mobilités douces et les accès au site de la gare.

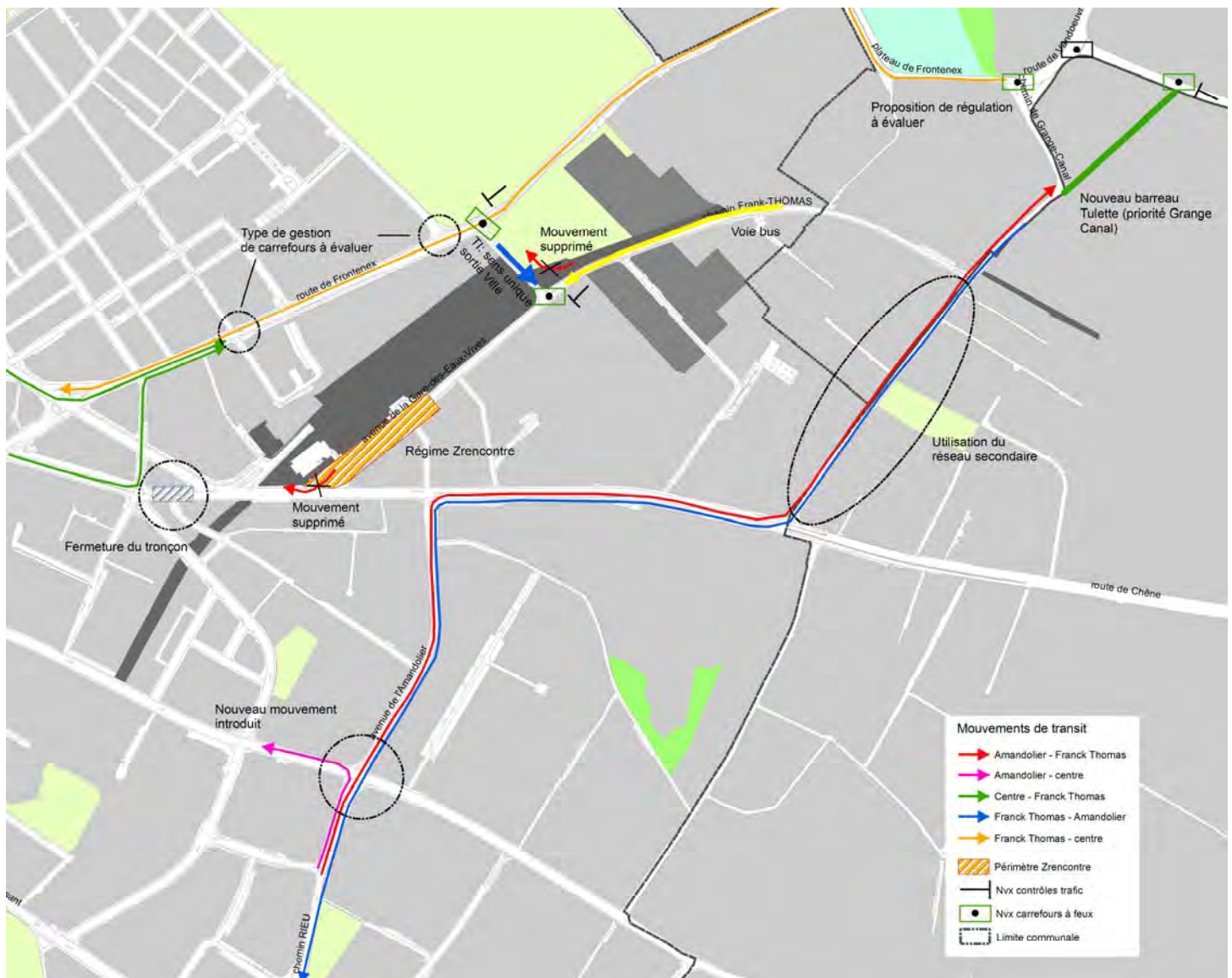


Figure 15 : Schéma de circulation proposé par le bureau BCPH ingénierie comme hypothèse pour la génération des charges trafic.

Les plans de charges sont établis sur la base du MMT (Modèle Multimodal Transfrontalier) qui est un outil de modélisation des déplacements basé sur une approche comportementale :

- Une mobilité par motif de déplacement est associée aux différents groupes de personnes modélisés.
- Un choix de destination est calculé selon un modèle gravitaire.
- Les déplacements sont répartis sur les différents modes de transport en fonction des performances comparées de chacun de ces modes.
- Les déplacements en véhicules privés (VP) sont affectés sur le réseau de voirie pour les heures de pointe du matin et du soir. Le passage au TJM se fait par l'application de coefficients propres à chaque voie.

Le plan de charge pour l'horizon 2020 sans projet prend donc en compte l'évolution de la répartition de la population et des emplois à l'échelle de l'agglomération et intègre le PLQ SWISS LIFE (70 logements), le PLQ Allières (300 logements), le PLQ 29'533 (55 logements), le PLQ 29'237 (80 logements) et le PLQ 29'504 (140 logements). Il prend également en compte l'évolution de l'offre de transport (transport individuel et transport public) et le report modal qui en découle.

Le plan de charge 2020 avec projet intègre les mêmes hypothèses et prend en compte la réalisation du PLQ Gare des Eaux-Vives.

4.4.1 TRAFIC JOURNALIER MOYEN

Un rapport complet réalisé par le bureau BCPH ingénierie est annexé au présent document (Annexe 4). L'étude fait état d'un secteur de la Gare des Eaux-Vives alimenté par un trafic relativement important. Le chemin Franck-Thomas, l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et la rue de Savoie supporte un volume de véhicules compris entre 7'000 et 10'000 uv/j. La route de Frontenex et la route de Chêne ceinturent le périmètre de projet. Ces deux axes supportent respectivement un volume de trafic de l'ordre de 13'000 et 20'000 uv/j.

Un faible volume de trafic emprunte la portion de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives comprise entre la rue de Savoie et la route de Chêne.

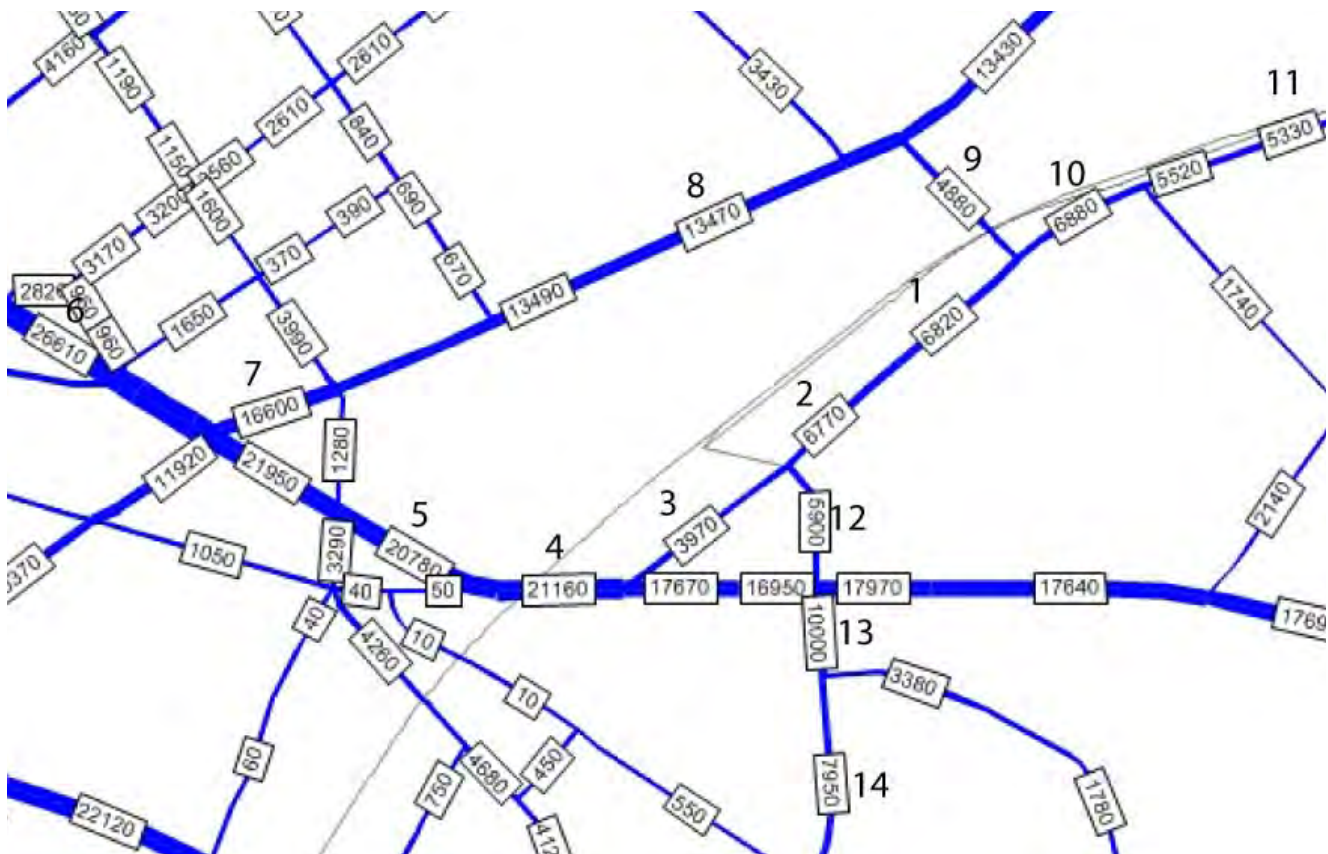


Figure 16 : Plan de charges TJM actuel (2009) [uv/j]

4.4.2 TRANSPORTS COLLECTIFS

L'arrêt **Gare des Eaux-Vives** situé dans le périmètre du projet, est desservi par la ligne suivante :

Ligne 21 : Louis-Hubert — Lancy-pont-rouge— Gare des Eaux-Vives ;
Intervalle de passage de **10 minutes** aux heures de pointe.

On notera également la présence de ligne de tram 12 desservant l'arrêt Amandolier, situé à 150 m du périmètre du projet. Les lignes 16 et 17 ne desservant plus cet arrêt dès décembre 2011.

Ligne 12 : Palettes — Bel-Air — Moillesulaz ;
Intervalle de passage de **3.5 minutes** aux heures de pointe

Le réseau est évidemment appelé à être complètement modifié à l'horizon de réalisation, avec la présence du CEVA et une cadence des rames toutes les 15 min dans chaque direction. La Figure 18 illustre les hypothèses de desserte TC à l'horizon de mise en service, avec le passage des lignes de bus reliant le centre-ville au secteur Arve et Lac sur le chemin Franck-Thomas et le renforcement d'une ligne de bus assurant la connexion de ceinture avec le quartier des Eaux-Vives. Il faut également souligner la modification des lignes de tram, avec la construction d'un nouvel arrêt sur la route de chêne, à proximité de la Gare CEVA et la suppression de l'arrêt Roches.

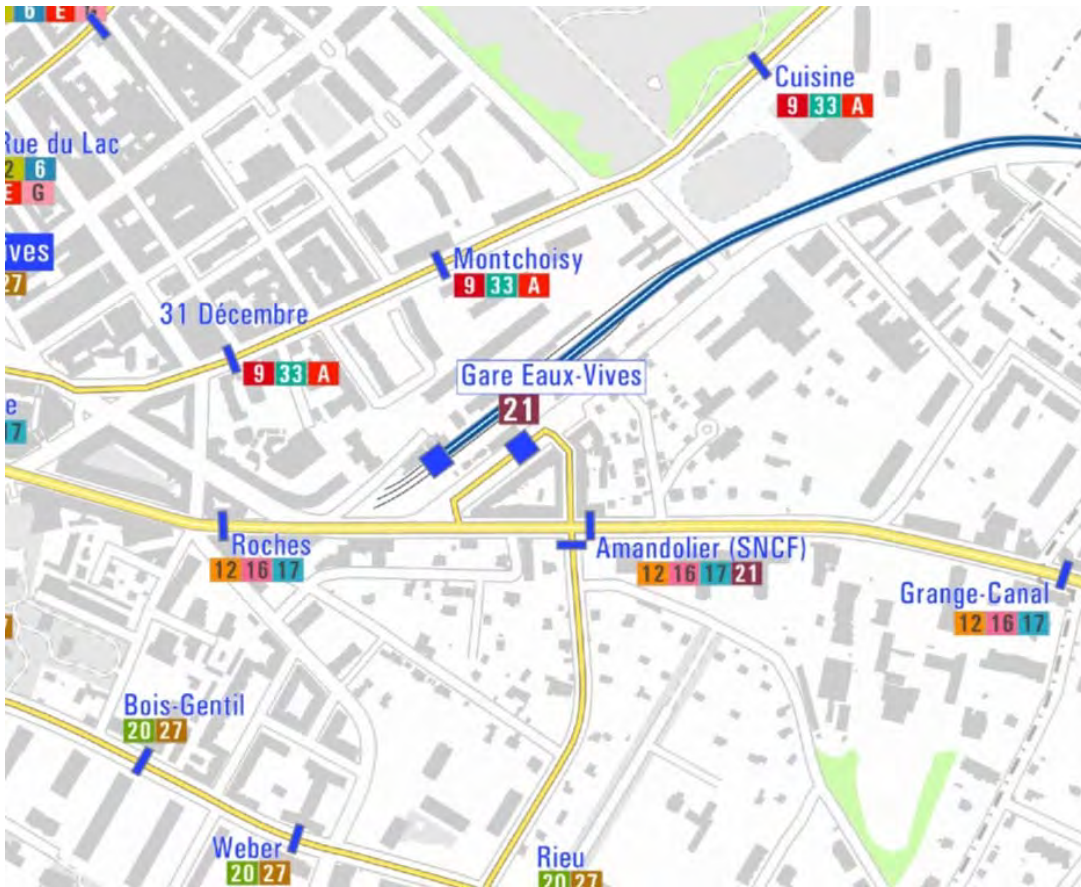


Figure 17 : Réseau de transports en commun actuel (2011)

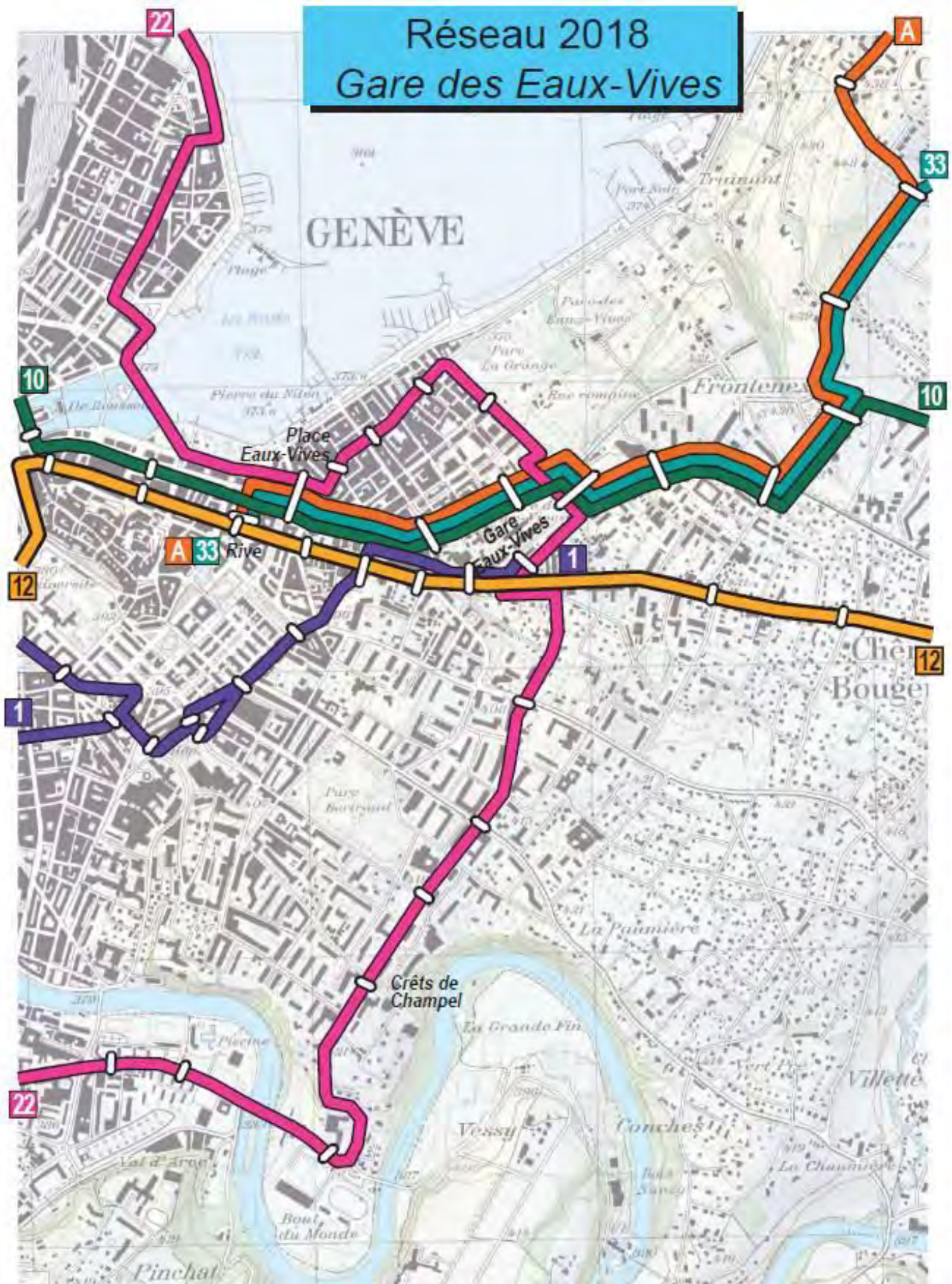


Figure 18 : Réseau de transports collectifs futurs (DGM, 2011)

4.4.3 MOBILITES DOUCES

Selon les études réalisées dans le cadre des accès à la halte CEVA des Eaux-Vives l'augmentation de l'offre de déplacement en mobilité douce a été inscrite au sein de plusieurs types de développements en vue d'accroître l'attractivité par ces modes, notamment les cycles. L'image qui suit résume les développements retenus.



Figure 19 : Propositions d'aménagements cyclistes

4.4.4 SITUATION FUTURE AVEC PROJET

4.4.4.1 TRAFIC JOURNALIER MOYEN

Le projet prévoit la construction de deux parkings souterrains totalisant 711 places qui comprend le déplacement d'environ 130 places actuellement en surface. Le bilan global est **d'environ 530 places de stationnement supplémentaires** créés pour les besoins du nouveau quartier et pour les besoins actuels du secteur des Eaux-Vives. Le trafic journalier moyen généré par le développement de l'urbanisation est de 1'250 uv/j, dont une partie (450 uv/j) est en relation avec la rue Viollier, puis la route de Frontenex et l'autre partie (850 uv/j) en relation avec l'avenue de la gare des Eaux-Vives. Ce trafic supplémentaire augmente les charges de trafic par rapport à la situation sans projet sur les axes à proximité du projet : +3% à +7% sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives, +4% sur le chemin Frank-Thomas, +6% sur la rue de Savoie et +2% sur l'avenue de l'Amandolier.

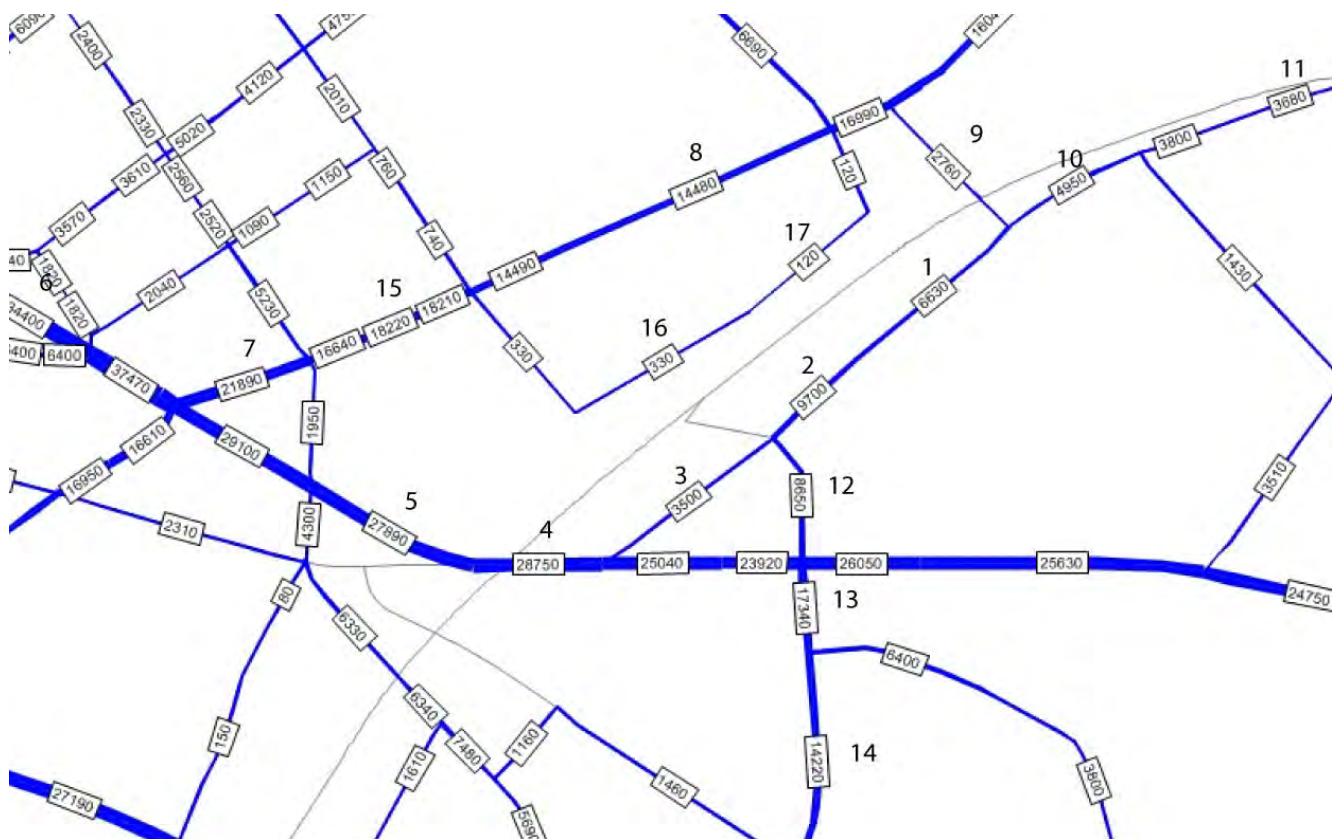


Figure 20 : Trafic journalier moyen futur avec projet (2020) [uv/j]

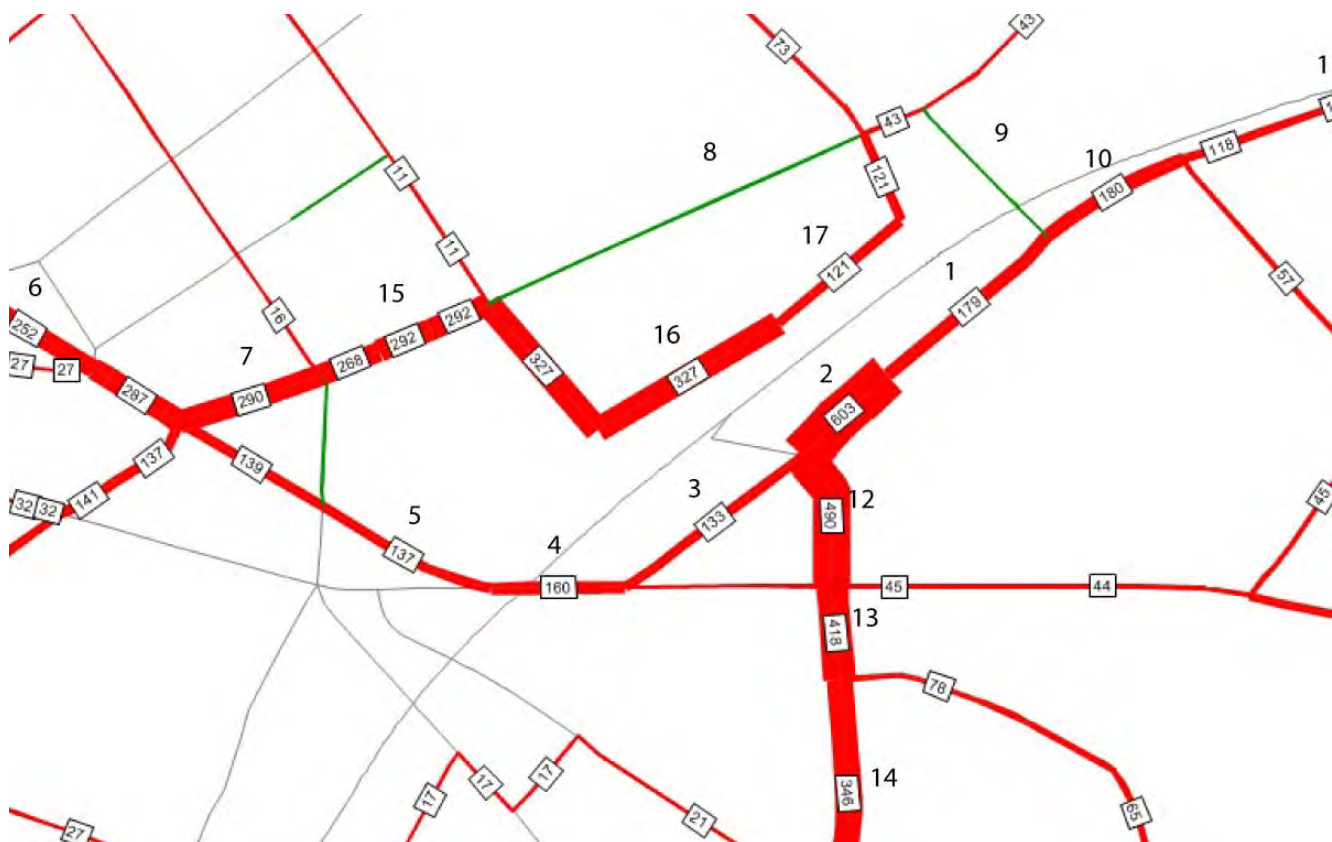


Figure 21 : Augmentation imputable au projet à l'horizon 2020 [uv/j]

L'accès au parking « habitant » de 420 places se fait via la nouvelle rue Viollier. L'ensemble des mouvements de tourne-à-gauche et tourner-à-droite sont autorisés sur le carrefour Frontenex / W. Favre / Viollier. Une rampe d'accès unique permettra l'entrée et la sortie. L'accès au parking « commerces » de 291 places se fera depuis l'avenue de la Gare des Eaux-Vives. Deux rampes d'accès distinctes sont prévues, une pour l'entrée et une pour la sortie.

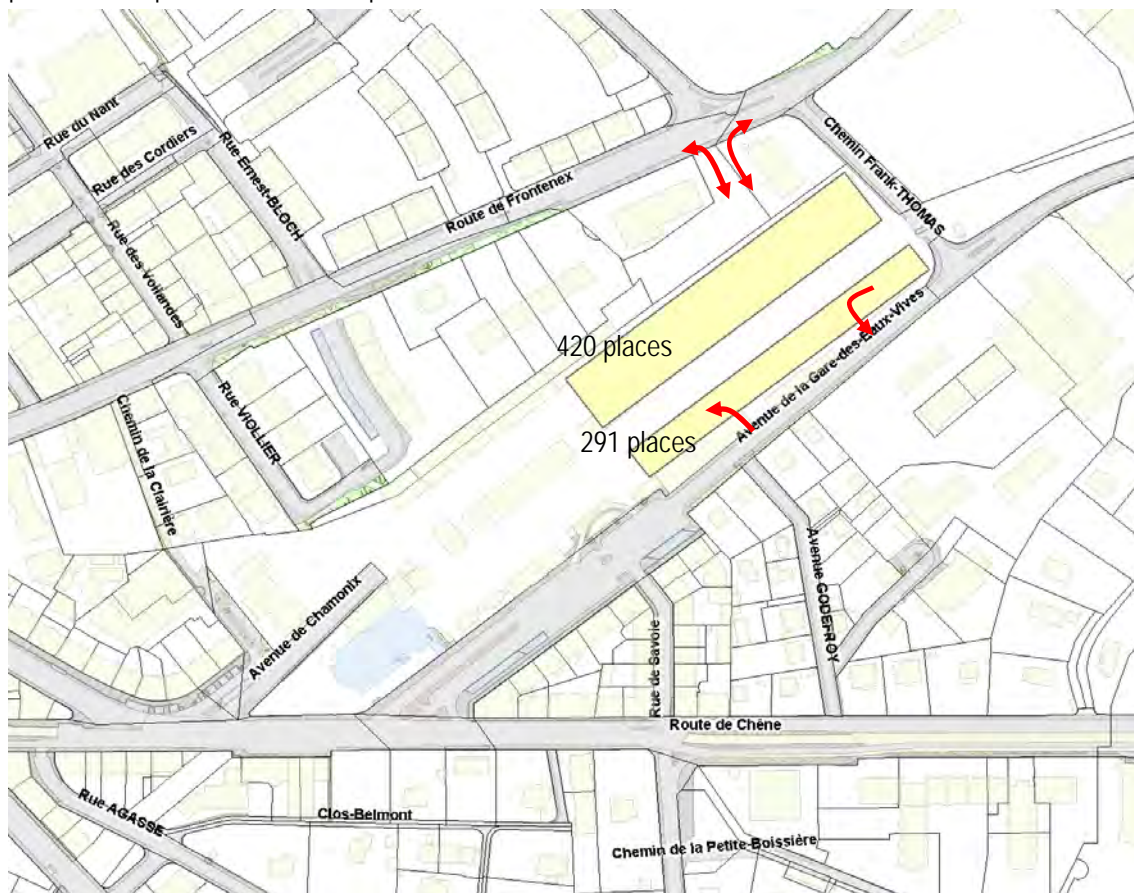


Figure 22 : Principes d'accessibilité aux parkings projetés

4.4.5 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

4.4.5.1 ACCES AU SITE

Les objectifs d'aménagements de la place de la Gare des Eaux-Vives induisent une gestion différente du réseau actuel. Un développement de propositions visant à une libération de l'axe par un usage de transit a été établi. Il vise à définir des solutions de gestion sur un périmètre élargi afin de permettre une gestion plus « en amont » des circulations permettant sur le périmètre restreint de garantir l'accès aux visiteurs, usagers et habitants du site. Ces propositions sont détaillées dans l'annexe 4.

4.4.6 SYNTHESE

Le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives comprend la construction de deux parkings souterrains totalisant **711 places**. Le développement urbain du site génère un trafic de 1'250 unités-véhicules par jour.

Récapitulatif de l'évolution du trafic :

N° tronçons	Noms des tronçons	TJM 2009 [vhc/j]	TJM 2020 sans projet [vhc/j]	TJM 2020 avec projet [vhc/j]
1	Av Gare des Eaux-Vives	6'820	6'450	6'630
2	Av Gare des Eaux-Vives	6'770	9'100	9'700
3	Av Gare des Eaux-Vives	3'970	3'370	3'500
4	Route de Chêne	21'160	28'590	28'750
5	Avenue Pictet-de-Rochement	20'780	27'750	27'890
6	Avenue Pictet-de-Rochement	26'610	34'150	34'400
7	Rue du 31 décembre	3'990	5'210	5'230
8	Route de Frontenex	13'470	14'480	14'480
9	Ch. Frank-Thomas	4'880	2'760	2'760
10	Ch. Frank-Thomas	6'880	4'770	4'950
11	Ch. Frank-Thomas	5'330	3'560	3'680
12	Rue de Savoie	5'900	8'160	8'650
13	Av de l'Amandolier	10'000	16'930	17'340
14	Av de l'Amandolier	7'950	13'880	14'220
15	Route de Frontenex	13'490	17'920	18'220
16	Rue Viollier	500	500	830
17	Rue Viollier	0	0	120

Tableau 3 : Synthèse du trafic entre la situation actuelle (2009) et l'état futur de référence (2020) avec et sans projet.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Données de base concernant le trafic

- *Détermination du trafic de chantier (flux, horaires, distribution spatiale).*
- *Indiquer les mesures prises pour minimiser les incidences trafic en phase chantier.*

4.5 UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

Cette partie synthétise l'étude menée par le bureau Amstein & Walthert, annexée au présent document (Annexe 4.5).

Les besoins énergétiques selon les scénarios Minergie et Minergie-P sont les suivants :

	Chauffage (MWh/an)	ECS (MWh/an)	Climatisation (MWh/an)	Electricité (MWh/an)
Minergie	2'685	1'762	1'091	4'381
Minergie-P	1'807	1'762	1'309	4'175

Tableau 4 Puissance de dimensionnement pour le périmètre restreint.

Energie solaire :

Le programme génère une surface totale de toitures de l'ordre de 13'800 m². Sachant qu'il serait souhaitable de végétaliser une partie de cette surface, environ un tiers, soit 4'000 m² sont disponibles pour installer des cellules photovoltaïques ou des panneaux solaires destinés à la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS). La mise en place de panneaux solaires ne doit en outre pas empêcher la végétalisation des toitures, les deux n'étant pas incompatible.

Les surfaces utilisées dans le cadre de l'étude Amstein & Walthert sont nettement inférieures à celle préconisée dans le PDQ. A ce stade, il est vivement préconisé de prendre les chiffres du PDQ et d'utiliser l'ensemble des toitures comme potentiel végétalisé avec une partie en panneau solaire. Selon les calculs plutôt pessimistes, c'est environ 60% de la demande en ECS ou 13% des besoins électriques qui peuvent être garantis de cette manière.



Figure 23 : Exemple de toiture végétalisée à Verbois (Ecotec, 2011)

Energie Eolienne :

Les conditions venteuses ne justifient pas l'utilisation de l'énergie éolienne sur le canton de Genève.

Biomasse :

La production de biomasse locale est insignifiante pour que cette énergie puisse être retenue.

Géothermie :

La pose de sonde géothermique n'est pas possible en raison de la présence de la nappe du genevois appartenant au domaine public et utilisée pour la production d'eau potable sur le canton. La possibilité d'utiliser les parois moulées du CEVA comme source de chaleur et de froid a semble t'il été abandonnée.

Potentiel lacustre :

La principale difficulté de cette option est l'acheminement de l'eau pompée au lac, avec 800 ml à parcourir au centre de la ville de Genève, en présence d'un sous-sol déjà fortement chargé. Toutefois, cette variante présente le meilleur potentiel énergétique, garantissant largement plus que les besoins énergétique en chaud et en froid nécessaires.

Air :

Cette solution est envisageable mais présente des rendements jusqu'à 30 % inférieur à un dispositif récupérant l'énergie de l'eau ou du sol. Ce point est particulièrement vrai en hivers ou le rendement peut même être nul si la température de l'air avoisine les 0 degré.

L'analyse des différents potentiels conclu qu'un mixte entre les sources énergétiques est optimal. Le couple « eau du lac + panneaux photovoltaïques » apparaît comme le meilleur. Autrement, la variante « Air + solaire thermique » peut également être conseillée. Différents locaux (prévoir 450 m²), gaines techniques et espace en toiture sont indispensables.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Description des principes énergétiques retenus

- *Définition du système de chauffage/climatisation définitif.*
- *Définition des énergies renouvelables proposées.*
- *Prise en compte de l'évolution du concept énergétique territorial du PLQ 29786 pour évaluer l'impact sur l'environnement de la situation actualisée.*
- *Définition de la surface dédiée aux panneaux solaires.*

4.6 DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION

Sans objet dans le cadre du rapport, le contexte général (éléments sensibles, installations de chantier) et le déroulement du chantier (préparation, planning, trafic, plan qualité, remise en état...) devront être présentés et étudiés dans le cadre du RIE 2^{ème} étape.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Description de la phase réalisation

- *Définition de l'emplacement définitif des accès, des itinéraires poids lourds, des installations de chantier (pistes et dépôts provisoires)*
- *Indications des mesures prises pour minimiser les incidences sur le trafic, la qualité de l'air et la protection des eaux durant la phase de réalisation.*
- *calendrier et d'opérations, phases de travail et procédés.*
- *emprise et de voisinage (sites pollués, bruit, vibrations, qualité de l'air).*
- *ouvrages à réaliser (infrastructure de transport, bâtiment, ouvrage de génie civil, chantier souterrain, démolition, etc.).*

5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 PROTECTION DE L'AIR ET DU CLIMAT

5.1.1 BASES LEGALES

Lois et ordonnances :

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE-814.01) du 7 octobre 1983.
- Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂ (641.71) du 8 octobre 1999.
- Ordonnance sur la protection de l'air (OPair-814.318.142.1) du 16 décembre 1985, elle fixe notamment les valeurs limites d'émissions et d'immissions par polluant.

Directives et recommandations :

- OFEFP, 2009. Directive. Protection de l'air sur les chantiers (Directive Air Chantiers). Série L'environnement pratique. 27 pp.
- OFEFP, 2003. Equipement de machines de chantier en filtres à particules. Analyse des coûts et des bénéfices. Documents environnement n° 148 – Air. 52 pp.
- OFEFP, 2001. Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier. Série L'environnement pratique. 70 pp.

De plus, la pollution atmosphérique doit également être considérée en relation avec le plan de mesures OPair 2003-2010 pour l'assainissement d'air à Genève, adopté par le Conseil d'État en avril 2003 et révisé en 2008, selon l'application de l'OPair. Ce document contient notamment des mesures à prendre en compte dans le domaine des transports, afin de prévenir et de réduire les émissions.

5.1.2 HYPOTHESES

5.1.2.1 Polluants atmosphériques considérés

Les polluants atmosphériques choisis comme indicateurs de l'impact du projet sur la qualité de l'air sont les oxydes d'azote et les poussières fines.

Les **NO_x** sont les précurseurs principaux du dioxyde d'azote NO₂, qui est l'un des polluants soumis à une surveillance constante sur le territoire suisse.

Les particules fines **PM10**¹, ont été estimées sur la base des particules totales calculées à l'aide du logiciel MICET 3.1 au moyen de l'approximation simplifiée suivante (*Source : Particules fines, documentation pour les médias 2003 - Médecin en faveur de l'environnement, février 2003*):

$$PM10 = 0.65 PM$$

Le facteur de 65% est la moyenne de la proportion de particules fines en zones urbaines en Suisse.

¹ PM10 : poussière fine (particulate matter) d'un diamètre inférieur à 10 micromètres.

L'Ordonnance d'exécution de la Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) en matière de lutte contre la pollution de l'air et l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985, fixe notamment les valeurs limites d'immission :

- pour les NO₂, cette valeur est de 30 µg/m³.
- pour les PM10 cette valeur est de 20 µg/m³.

Les autres paramètres suivis par le Service de la protection de l'air (dioxyde de soufre et ozone) ne sont pas repris ici, car leurs niveaux d'immission respectifs ne peuvent pas être significativement influencés par les aménagements.

5.1.2.2 Calcul des émissions

Les émissions de polluants atmosphériques sont calculées grâce à la base de données "*Manuel informatisé des coefficients d'émissions du trafic routier*" (MICET), version 3.1 (2010) de l'OFEV.

Les coefficients d'émissions ont été calculés avec les paramètres suivants (les détails de ces paramètres de calcul se trouvent à l'Annexe 5.1.1. Les calculs des émissions se trouvent à l'Annexe 5.1.2):

- **Catégories de véhicules** : voitures de tourisme (VT) et poids lourds marchandises (PLM). La fraction de poids lourds moyenne a été estimée à 5% pour les axes routiers principaux. Cette estimation est pessimiste compte tenu de l'environnement très urbain du quartier et des parcours d'évitement du centre-ville pris par les poids-lourds.
- **Années de référence** : 2009 et 2020.
- **Structure du parc** : base.
- **Polluants** : oxydes d'azote (NO_x) et particules fines (PM10)
- **Conditions de circulation** : les vitesses commerciales servant au calcul des émissions sont déterminées sur la base des vitesses légales et des caractéristiques (présence ou absence de feux et de rond-point, route principale ou secondaire, ...) des tronçons considérés.
- Pour le cas présent, les routes du secteur du projet sont : Zone urbaine, trafic saturé, et « local/collector » .
- **Classes de profils en long** : la détermination s'est faite sur la base de cartes topographiques du périmètre retenu. Le manuel informatisé prend en compte des pentes jusqu'à une déclivité maximale de 6 %. Dans ce secteur, globalement, les chaussées ont une déclivité de l'ordre de 4%.

5.1.3 ETAT ACTUEL

Depuis 1986, le canton de Genève s'est doté du Réseau d'Observation de la Pollution de l'Air à Genève (ROPAG). Son objectif est de mesurer en plusieurs points de l'agglomération, la qualité de l'air (7 stations de mesures fixes et 2 mobiles), afin d'une part, de suivre l'évolution au cours du temps et d'autre part, d'identifier les régions les plus polluées.

Le réseau d'observation de Genève est l'un des outils principaux accompagnant le Plan de mesures au sens de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair), en vigueur depuis 1991, révisé en 2008. Son but est d'atteindre les objectifs fixés dans l'OPair par des mesures permettant de contribuer à la réduction des émissions.

Le plan des mesures 2003 – 2010 propose 36 mesures, dont cinq qui concernent la promotion des énergies renouvelables ou la minimisation des pertes énergétique des bâtiments à l'aide de haut standard dans ce domaine. Trois mesures concernent la limitation des transports individuels motorisés dans les zones déjà touchées par une pollution atmosphérique importante.

Le réseau ROPAG est complété depuis 1994-1995 par une campagne en continu établie sur la base d'un

réseau de capteurs passifs comptant 88 points de mesure, répartis selon une maille kilométrique et relevés depuis 1995.

Au niveau des immissions moyennes de NO₂ (en jaune dans le Tableau 5) durant l'année 2010, le périmètre du projet (entouré en violet sur la Figure 24) se situe dans une zone de concentration égale à la limite OPAIR (30 µg/m³).

La Figure 24 ci-dessous illustre le cadastre des immissions de NO₂ moyennes (2003-2010) de la maille kilométrique (2°50'340/1°11'7'000) englobant le projet:

Renseignements sur la qualité de l'air à la gare des Eaux-Vives (Genève) sur la période 2003 - 2010

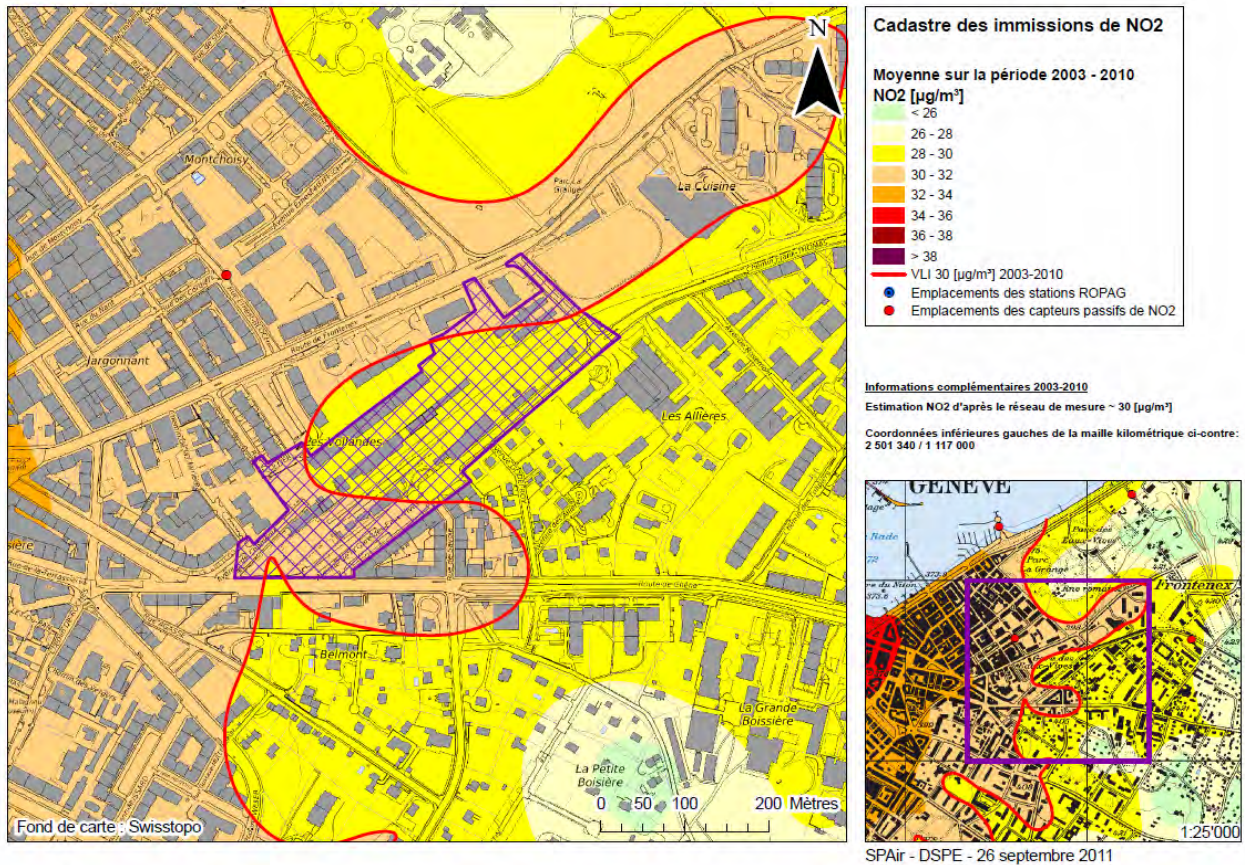


Figure 24 : Cadastre des immissions de NO₂ 2003 - 2010 (Source : SPAir-DSPE-Etat de Genève).

Sources d'information	Type	Données
Réseau des capteurs passifs	Immissions NO ₂ , moyenne annuelle 2010	30 µg /m ³
Station ROPAG de l'île-relais	Immissions NO ₂ , moyenne annuelle 2010 Immissions PM ₁₀ , moyenne annuelle 2010	36 µg /m ³ 24 µg /m ³
Logiciel CadaGE (vs 1.34, 24.06.2011) sur maille projet	Emissions annuelles 2010 NO _x - trafic - chauffage - hors route - totales	18.23 t/an 12.08 t/an 2.43 t/an 32.74 t/an
Logiciel CadaGE (vs 1.34, 24.06.2011) sur maille projet	Emissions annuelles 2010 PM ₁₀ issues de l'abrasion - trafic - hors route - totales	1.15 t/an 1.07 t/an 2.22 t/an
Logiciel CadaGE (vs 1.34, 24.06.2011) sur maille projet	Emissions annuelles 2010 PM ₁₀ issues de la combustion - trafic - chauffage - hors route - totales	0.69 t/an 0.39 t/an 0.07 t/an 1.15 t/an

Tableau 5 : Données de la qualité de l'air (Source : SPAir-DSPE-Etat de Genève).

Le site de mesures le plus proche du projet est la station de l'île qui se trouve à 1.8 km à l'E-NE. Cette donnée (ligne grisée dans le Tableau 5), moyennant la concentration de 2010 est renseignée à titre indicatif, étant donné que la station se trouve au cœur du centre ville (valeur de NO₂ de 36 µg/m³).

Concernant les PM₁₀, les stations de mesures du centre-ville indiquent toutes des dépassements systématiques des VLI OPAir. Ce constat peut également se faire pour le périmètre du projet.

Emissions liées au trafic.

Source : SPAir-DSPE-Etat de Genève

Selon les données fournies par le SPAir, on peut noter que les polluants émis par le trafic routier sont les suivants :

- 56% des émissions annuelles de NO_x (2010).
- 55% des émissions annuelles de PM₁₀ (2010).

Ces valeurs sont représentatives des zones urbaines suisses.

5.1.4 ETAT FUTUR SANS PROJET

Source : Plan des mesures OPAir 2003-2010, révisé en 2008

Les projections d'émissions et d'immissions à l'horizon 2020 ne laissent augurer qu'une faible amélioration de la situation pour les **NO_x**. Ce constat confirme la tendance à la stagnation des immissions constatée ces dernières années.

Quel que soit le scénario de développement envisagé, **le centre de l'agglomération reste au-dessus des valeurs limites d'immission OPAir pour les NO_x**.

Le **trafic** individuel motorisé demeure, à long terme, la source principale d'émissions de NO_x. Dans ce cadre, les choix d'aménagement du territoire peuvent jouer un rôle décisif pour limiter les déplacements.

Des efforts sont également indispensables au niveau des autres sources d'émissions, en particulier pour les **véhicules non routiers** et dans le domaine de **l'énergie** (utilisation plus rationnelle de l'énergie, assainissement des chauffages et des bâtiments).

Les projections révèlent aussi qu'on doit accorder une attention particulière au **problème alarmant des PM10 : les prévisions laissent en effet penser que cette pollution ne devrait pas s'améliorer à l'horizon 2020**. Le dépassement des VLI OPAir au niveau des particules fines concerne par ailleurs quasiment tout le canton. En plus des mesures permettant de limiter les émissions de NO_x, **il faut prendre des mesures contraignantes spécifiques visant à réduire en priorité les émissions de particules fines les plus nocives**, en limitant les émissions des véhicules et des machines diesel de tous types, ainsi que celles des chauffages, y compris les chauffages à bois.

D'après les plans de charges (2009 et 2020 sans projet) il a été observé que l'augmentation du trafic est égale à la tendance d'augmentation annuelle moyenne de 2 à 3% par an.

Malgré cette augmentation, le résultat des modélisations effectuées avec le logiciel MICET V3.1 montrent que **les émissions de NO_x dues au trafic auront diminuées d'environ 40%** en raison du renouvellement du parc automobile. **Les émissions de PM10** du trafic routier devraient quant à elle **diminuer d'environ 60%** par rapport à l'état actuel. Les coefficients d'émission des PM10 et NO_x diminuent de plus de 50% pour les VL, tout comme pour les PL. Les calculs d'émissions sont présentés dans l'annexe 5.1.2.

5.1.5 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Le projet de PLQ Gare des Eaux-Vives prévoit la réalisation de :

- 36'269 m² de logement
- 31'836 m² d'équipement publics
- 22'319 m² d'activité

Parmi les équipements, il est notamment prévu l'implantation d'un espace pour la petite enfance, le théâtre de la Nouvelle Comédie, une vélostation de 500 places et des équipements sportifs (piscine, salle multisport, mur de grimpe). Les activités seront concentrées dans les galeries situées au dessus de la gare ferroviaire. Il s'agit principalement de commerces, magasins de denrées alimentaires, boutiques et restaurants.

Le chapitre 4.1 décrit les grandes lignes du projet prévu. Le calcul du nombre de place de parking est basé selon la loi cantonale L5 05.10, au règlement relatif aux places de stationnement sur fonds privés du 23 juillet 2008 et sur la norme VSS SN 640.281.

Il est toutefois rappelé que l'ordonnance fédérale sur la protection de l'air prime sur la loi cantonale.

5.1.5.1 EMISSIONS LIEES AU TRAFIC INDUIT PAR LE PROJET

Le tableau suivant représente les émissions polluantes calculé avec le logiciel MICET 3.1 :

NO _x			
	Emission NOx [t/an]	Variation entre 2009 et 2020 sans projet %	Augmentation imputable au projet %(2020)
Etat initial 2009	8.5		
Etat futur sans projet 2020	4.9	-42	2.0
Etat futur avec projet 2020	5.0		

PM10			
	Emission PM10 [t/an]	Variation entre 2009 et 2020 sans projet %	Augmentation imputable au projet %(2020)
Etat initial 2009	0.233		
Etat futur sans projet 2020	0.088	-62	1.1
Etat futur avec projet 2020	0.089		

Tableau 6 : Synthèses des émissions de polluants atmosphériques (Calcul MICET 3.1)

L'augmentation du trafic routier due à la contribution du projet, selon les plans de charge (2020 sans et avec projet) est globalement faible (1.5%). Malgré la présence de deux parkings souterrains, cumulant 711 places, les simulations montrent que les taux de rotation sont très faibles. En effet, le projet génère seulement 1'250 uv/j supplémentaire. Ce faible taux de rotation est expliqué par la desserte particulièrement bonne en transport public (CEVA, tram, bus). Dès lors, se pose la question d'un nombre si élevé de places de stationnement avec une desserte TP si performante.

Le projet prévoit en outre la réalisation du prolongement de la rue Viollier.

Au final, l'effet de la réalisation du projet (état 2020 sans et avec projet) selon les polluants émis par le trafic routier exclusivement sont :

- NO_x : faible augmentation (+ 2.0 %), soit 0.08 t/an.
- PM10 : faible augmentation (+ 1.1 %), soit 0.001 t/an.
- Prestations kilométriques : faible augmentation (+ 1.5 %).

5.1.5.2 EMISSIONS LIEES AUX PARKINGS

Concernant les émissions liées aux parkings, le modèle MMT montre une génération de 450 uv/h pour le parking de 420 places donnant sur la rue Viollier et de 800 uv/h pour le parking de 291 places donnant sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives.

Le premier parking n'a qu'une trémie d'entrée/sortie. Le second possède à une extrémité la trémie d'entrée et à l'autre extrémité la trémie de sortie.

Il en résulte qu'en moyenne une voiture parcourra environ 450 m pour le premier parking et 250 m pour le second.

A l'aide du logiciel MICET 3.1, les coefficients d'émission pour les surémissions à froid et émissions à chaud ont été calculés. Les paramètres et détails des calculs sont fournis dans l'annexe 5.1.3.

Au final, l'effet de la réalisation du projet (état 2020 sans et avec projet) selon les polluants émis par les parkings exclusivement sont :

- NO_x : faible augmentation (+ 3.5 %), soit 0.158 t/an.
- PM10 : faible augmentation (+ 4.9 %), soit 0.004 t/an.

Les coefficients d'émission obtenus montrent que cette augmentation est majoritairement due aux émissions à chaud pour les NO_x.

L'impact global du projet est donc de 4.9% d'augmentation pour le NO_x, et 6.1% d'augmentation pour les PM10. Le projet induit, de part l'augmentation des prestations kilométriques et l'utilisation de la nouvelle infrastructure, un faible impact sur la qualité de l'air.

A ce stade, il apparaît étonnant de proposer une offre aussi attractive pour les transports individuels, alors qu'à terme une gare CEVA, qui plus est bien desservie par les réseaux de tram et de bus sera fonctionnelle directement au sein du PLQ. Ce choix va à l'encontre de plusieurs mesures du plan OPAir 2003-2010 et notamment à l'encontre des mesures 2.2, 2.3 et 2.4.

En l'état actuel du développement du projet, un concept énergétique a été élaboré par le bureau Amstein & Walthert (Annexe 4.5). Ce concept énergétique propose l'utilisation de l'eau du lac Léman, le solaire thermique ou encore l'énergie géothermique avec des sondes mises en place dans les parois moulées du CEVA comme production de chaleur et de froid.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Protection de l'air et du climat

- *Mise à jour des calculs d'émissions de polluants atmosphériques en cas de modification des hypothèses retenues pour le périmètre élargi.*
- *Description des mesures intégrées au projet, lors de la phase de réalisation.*
- *Définition du principe d'évacuation de l'air vicié des parkings.*
- *Description du chantier et évaluation de ses impacts liés à la qualité de l'air, y compris application de la Directive Air Chantier.*
- *Définition finale de l'impact sur la qualité de l'air, définition des mesures et du SER.*

5.2 PROTECTION CONTRE LE BRUIT ET LES VIBRATIONS

5.2.1 PROTECTION CONTRE LE BRUIT

5.2.1.1 BASES LEGALES

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

- L'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB) régit la limitation de bruit extérieur produit par des installations nouvelles ou existantes et fixe les valeurs limites d'exposition en fonction des degrés de sensibilité (annexes 3 et suivantes de l'Ordonnance). L'article 8 (limitation des émissions d'installations fixes modifiées) et l'article 9 (utilisation accrue des voies de communication) sont notamment importants dans le cadre de cette étude.
- Les émissions de bruit liées à la phase chantier du projet doivent être considérées selon les dispositions de la Directive sur le bruit des chantiers (OFEV, 24 mars 2006).
- Le Règlement cantonal sur la protection contre le bruit et les vibrations (K 1 70.10) du 12 février 2003 qui précise les obligations, notamment des collectivités publiques, des particuliers ou des entreprises et des détenteurs d'installations fixes et de machines mobiles, en complément de la législation fédérale.

5.2.1.2 DEFINITIONS

Les valeurs limites déterminantes pour les bâtiments, au sens de l'OPB, sont les valeurs d'exposition ; elles sont de plusieurs types (Valeurs limites d'immissions VLI, Valeurs de planification VP et Valeurs d'alarme VA). Elles sont fixées en fonction du genre de bruit, de la période de la journée (période diurne : 6h-22h / période nocturne : 22h-6h), de l'affectation du bâtiment et du secteur à protéger (degré de sensibilité au bruit). Selon l'OPB, le projet entraîne une modification notable des installations, **les VLI devront être respectées** (Art 8 OPB).

La construction d'un parking souterrain entre dans le champ d'application des valeurs limites de l'industrie des arts et métiers. Ainsi, les rampes d'accès aux parkings souterrains ne devront pas dépasser **les valeurs de planification**, conformément au chapitre 3 art. 7 de l'OPB.

Les Degrés de sensibilité au bruit (DS) sont attribués aux différentes zones d'affectation selon la protection requise et en fonction des activités admises.

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

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

5.2.1.3 METHODES ET PERIMETRES D'ETUDE

Les niveaux d'évaluation (Lr, émission en dB(A)) jour et nuit sont estimés sur la base du modèle STL-86. L'impact sonore du projet (immissions dB(A)) est considéré sur la base du cadastre de bruit établi par le Canton de Genève, conformément à l'art. 37 de l'OPB. Cette évaluation des immissions aux façades s'établit sur la base d'un modèle deux dimensions qui convient parfaitement à ce projet.

Par ailleurs, le périmètre d'étude utilisé est défini :

- par l'étude de circulation ;
- par les axes subissant un changement des charges de trafic qui amène à une augmentation significative des nuisances sonores (variation de 1 dB(A)). Cette augmentation correspond à un changement des charges de trafic d'environ 20%. Cette différence est calculée entre l'état futur avec projet et l'état de référence (état futur sans projet).

Les éléments de l'étude de circulation utilisés pour quantifier les nuisances sonores dues au trafic routier sont présentés au chapitre 4.4. Les plans de charge pour les différents états sont présentés en TJM (Trafic journalier moyen).

Les charges de trafic nécessaires à la détermination de l'impact du projet de deux parkings souterrains totalisant 711 places sur le réseau routier ont été déterminées par le bureau BCPH ingénierie et la DGM.

La détermination de l'impact des parkings sur le trafic s'est déroulée en plusieurs phases.

- Les charges de trafic TJM 2009 (Figure 16) sont admises corrélées avec les immissions documentées par le cadastre de bruit (SPBR, état du cadastre 2011) (cf. Figure 26 et Figure 27).
- Les émissions du **trafic futur sans projet et avec projet à l'horizon 2020** sont calculées. (cf. annexe 5.2.1)
- Les immissions du **trafic futur sans projet à l'horizon 2020** sont calculées. Cette situation constitue L'ETAT DE REFERENCE (cf. annexe 5.2.2)
- À partir de cet état de référence, les immissions du **trafic routier avec les parkings du PLQ Gare des Eaux-Vives à l'horizon 2020** sont déterminées. Cette phase constitue L'ETAT FUTUR DU BRUIT ROUTIER, (cf. annexe 5.2.2)

Phase	Immissions	
TJM 2009	Détermination à partir des TJM 2009 et cadastre SPBR 2011	État actuel 2011
TJM 2020 SANS parking	Cadastre état 2011 SPBR + 10 log (TJM 2020 sans parking / TJM 2009)	État de référence 2020
TJM 2020 AVEC parkings PLQ EV	État de référence + 10 log (TJM 2020 avec parkings / TJM 2020 sans parking)	État futur 2020

5.2.1.4 ETAT ACTUEL

Les degrés de sensibilité au bruit sont fixés par un plan d'attribution des degrés de sensibilité OPB (Figure 25).

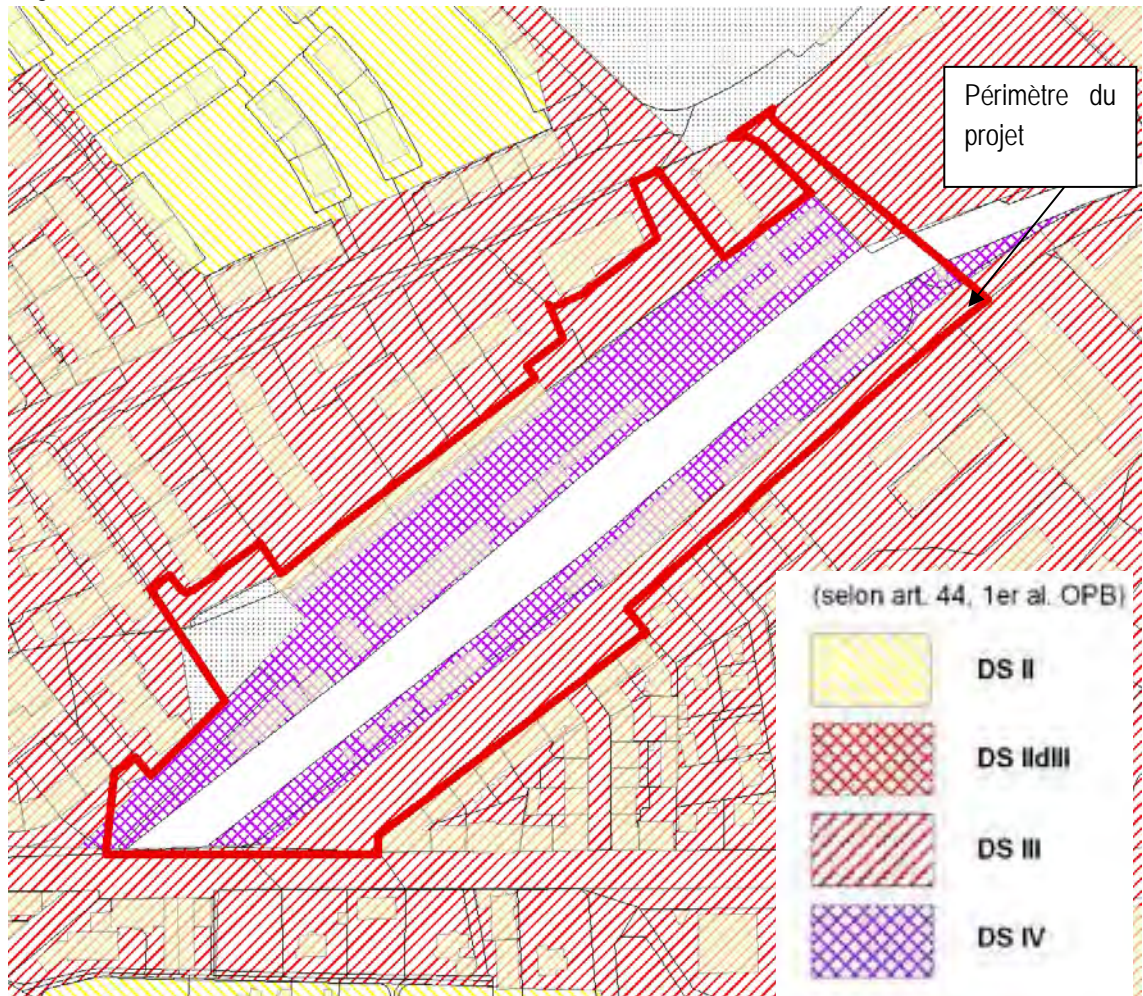


Figure 25 : Degrés de sensibilité de la zone du projet (Source SPBR)

Les valeurs limites d'exposition « Lr » du bruit du trafic routier pour les degrés de sensibilité, selon l'annexe 3 de l'OPB sont les suivantes :

DS	VLI [dB(A)]		VA [dB(A)]	
	jour	nuit	jour	nuit
II	60	50	70	65
III	65	55	70	65
IV	70	60	75	70

Tableau 7 : Valeurs limites d'exposition « Lr » du bruit du trafic routier pour les degrés de sensibilité, selon l'annexe 3 de l'OPB.



Figure 26 : Cadastre des immissions du bruit routier (diurne)

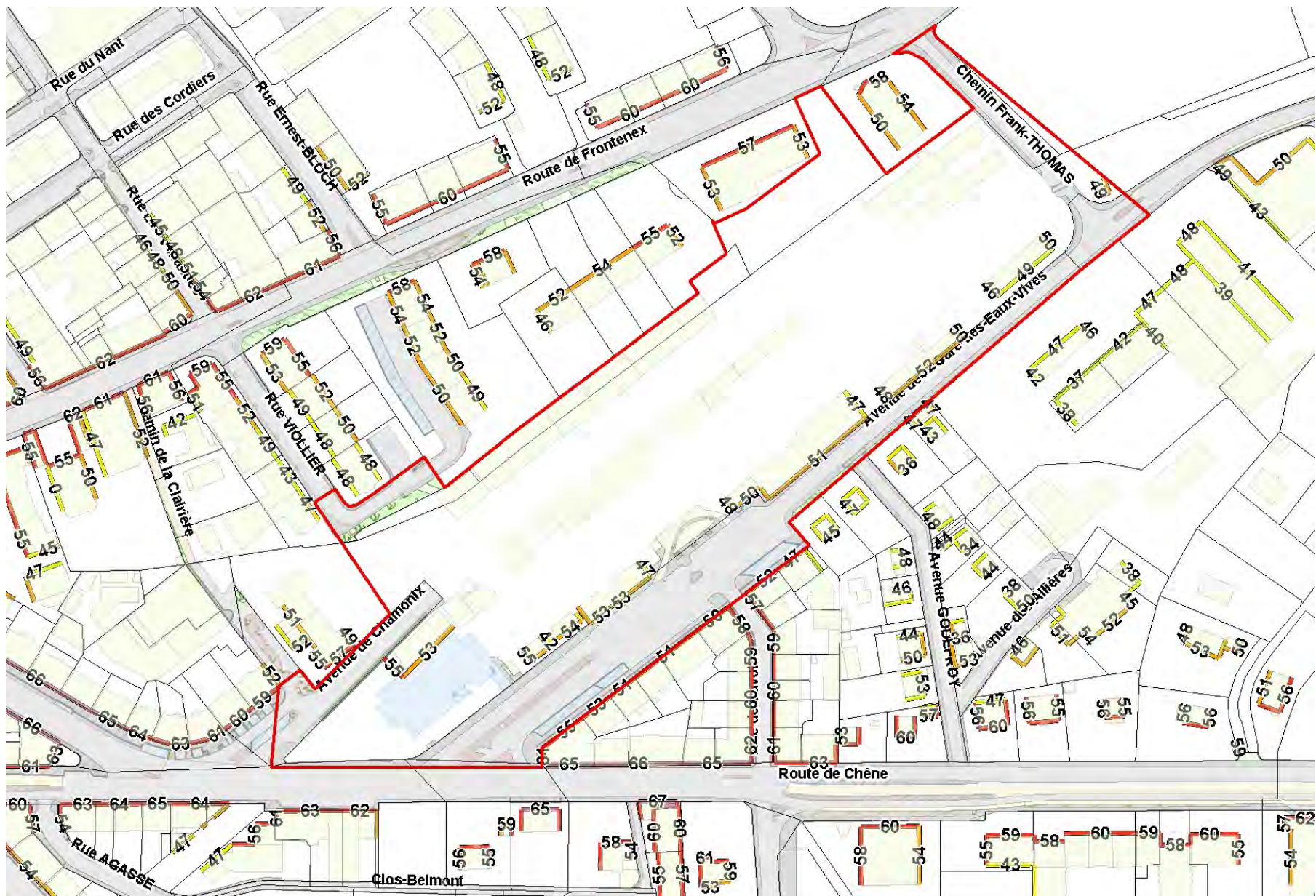


Figure 27 : Cadastre des immissions du bruit routier (nocturne)

L'ensemble du quartier jouxtant le projet est en DS III.

Les récepteurs sensibles suivants sont situés à proximité du périmètre du projet et sont potentiellement impactés par ce dernier :

- l'ensemble du tronçon route de Chêne, avec l'atteinte des VA de jour et un dépassement de + 2 dB(A) des VA de nuit.
- L'ensemble de la rue de Savoie, avec des dépassements de +3 dB(A) de jour et + 7 dB(A) de nuit.
- L'ensemble du tronçon de la route de Frontenex, avec des dépassements de +4 dB(A) de jour et +7 dB(A) de nuit.

La situation est assez dégradée en l'état actuel avec un dépassement des VLI pour un nombre très important de façades et un dépassement des VA pour un certain nombre de récepteurs sensible sur la route de Chêne. Le PDCom de la ville de Genève prévoit de remédier à cette situation, dans la mesure du possible d'ici à 2018. Pour cela, un plan d'assainissement a été défini. Ce plan prévoit le lancement d'études pour l'analyse des mesures à prendre en vu de l'assainissement des tronçons touchés.

Les trois tronçons susmentionnés figurent dans le plan d'assainissement de la ville. Les études concernant la route de Frontenex ont été lancées. Cet axe est considéré comme ayant un potentiel de réduction. Les études concernant la rue de Savoie n'ont pas encore été lancées mais cet axe est considéré comme ayant un potentiel de réduction. Les études concernant la route de Chêne n'ont pas encore été lancées. L'adaptation du tram entre Rive et la gare des Eaux-Vives sera l'occasion d'assainir partiellement la situation.

5.2.1.5 ETAT FUTUR SANS PROJET

La croissance démographique se traduit par une croissance des trajets effectués en transports individuels motorisés à l'horizon 2020. Ceci a pour conséquence l'augmentation des nuisances sonores et de nouveaux dépassements potentiels des valeurs limites légales.

Selon les plans de charges établis (voir chapitre 4.4), une augmentation globale de l'ordre 23%, correspondant à une augmentation des émissions sonores de 1.2 à 3.9 dB (A), est constatée sur l'ensemble des tronçons étudiés.

Ainsi, les tronçons suivants verront des augmentations significatives :

Tronçon N°2 / avenue de la gare des Eaux-Vives / augmentation nocturne de 2.6 dB(A)

Tronçon N°4 / route de Chêne / augmentation nocturne de 1.3 dB(A)

Tronçon N°5 / avenue Pictet-de-Rochemont / augmentation nocturne de 1.3 dB(A)

Tronçon N°6 / avenue Pictet-de-Rochemont / augmentation nocturne de 1.1 dB(A)

Tronçon N°7 / rue du 31 décembre / augmentation nocturne de 2.3 dB(A)

Tronçon N°12 / rue de Savoie / augmentation nocturne de 2.8 dB(A)

Tronçon N°13 / avenue de l'Amandolier / augmentation nocturne de 2.7 dB(A)

Tronçon N°14 / avenue de l'Amandolier / augmentation nocturne de 3.9 dB(A)

Tronçon N°15 / route de Frontenex / augmentation nocturne de 1.2 dB(A)

Les calculs détaillés pour les axes routiers influencés par le projet sont présentés en annexe 5.2.1.

5.2.1.6 ETAT FUTUR AVEC PROJET

EFFET DU PROJET

Article 9 de l'OPB : "Utilisation accrue des voies de communication"

Le projet de deux parkings souterrains totalisant 711 places crée un pôle d'attractivité supplémentaire pour les transports individuels. Ainsi, les charges trafic augmenteront légèrement sur les axes du périmètre élargi (augmentation moyenne de 1.5%). Les charges générées par le projet sont faibles au regard de l'importance de ce dernier (711 places). Le modèle de la DGM dont sont issus les chiffres tient compte de l'offre très importante en transport public et traduit ceci par des rotations faibles. Le projet prévoit trois trémies pour les deux parkings, une sur la rue Viollier (entrée/sortie) et deux sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives (1 entrée et 1 sortie).

L'augmentation des nuisances sonores imputables au projet est négligeable pour l'ensemble des tronçons considérés (cf. annexe 5.2.1), hormis pour la rue Viollier avec une augmentation de l'ordre de 4 dB(A). Cette augmentation s'explique par une augmentation du trafic de l'ordre de **70%** (passage de 500 uv/j à 830 uv/j) (à noter que le TJM de 500 uv/j est posé comme hypothèse et devra être confirmé dans la deuxième étape). Le trafic nocturne est jugé marginal, sur cet axe et les immissions en façade passeraient **de 50.3 à 54.3 dB(A) pour les 2 à 10 rue Viollier** (le détail des calculs est présenté dans l'annexe 5.2.2). Le respect des VLI est garanti.

Article 7 de l'OPB : " Limitation des émissions d'une nouvelle installation"

Les parkings souterrains et le nouveau tronçon de la rue Viollier sont considérés comme des nouvelles installations au même titre que les installations techniques (ventilation, énergie, électricité, chaufferie, etc) qui seront installées aux sous-sols des bâtiments projetés.

Du point de vue de la protection contre le bruit, l'aménagement souterrain de ces installations permettra de confiner ces nouvelles sources de bruit. Les niveaux sonores en façades des habitations ne seront donc en principe pas modifiés par les installations techniques.

En revanche les rampes d'accès aux parkings et le nouveau tronçon constitueront une nouvelle source sonore qui devra respecter les valeurs de planification (soit 60 dB(A) de jour).

Les émissions du nouveau tronçon de la rue Viollier sont évaluées à **51.7 dB(A)**. Les récepteurs sensibles les plus proches sont les nouveaux bâtiments projetés B à F. Ces bâtiments sont situés à 5 m de l'axe de la route.

Le calcul de l'émission des rampes a été effectué avec le modèle SLT-86. Bien que non adapté pour ce type d'ouvrage, il permet néanmoins une première évaluation. Les rampes d'accès seront situées directement sous les nouveaux bâtiments pour les deux rampes donnant sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives et sur la rue Viollier pour la 3^{ème} rampe.

Les rampes d'accès sont situées respectivement à 30 m de la façade la plus proche sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives et 27 m sur la rue Viollier. Toutes les rampes seront couvertes. La longueur d'une rampe avoisinant les 20 m, ces sources seront considérées comme ponctuelles. La vitesse prise en compte est de 40 Km/h pour tenir compte du régime élevé des véhicules. La rampe d'entrée sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives n'est pas considérée, les véhicules entrant à très faible régime.

L'étude trafic fait état de 450 uv/j pour la rampe située sur la rue Viollier et 400 uv/j pour chacune des rampes présentes sur la l'avenue de la gare des Eaux-Vives. A priori, ces rampes constitueront les

sources d'émissions suivantes : **54.3 dB(A)** pour la rampe rue Viollier et **53.8 dB(A)** pour la rampe de sortie avenue de la gare des Eaux-Vives.

Les immissions générées au niveau des récepteurs sensibles les plus proches sont évaluées à :

	Lr calculé (dB(A))	Atténuations (dB(A))	Lr (dB(A))
Rampe Sortie G.des Eaux-Vives	53.8	15	38.8
Rampe Viollier	54.3	14	40
Rue Viollier	51.7	7	44.7

Tableau 8 Immissions générées par les nouvelles installations au droit des récepteurs sensibles les plus proches.

L'Art 7. OPB semble donc respecté.

Article 31 de l'OPB : " Permis de construire dans des secteurs exposés au bruit"

Parmi les nouveaux bâtiments construits, tous présentent une mixité logements/activités, les logements apparaissant aux 2^{ème} étages et supérieurs. Le bâtiment A (Figure 28), théâtre de la nouvelle comédie n'est pas considéré comme un récepteur sensible. Le respect des VLI doit être garanti pour tous les récepteurs sensibles. L'annexe 5.2.3 contient les calculs d'immissions aux façades des différents bâtiments. Seuls les 2^{èmes} étages sont considérés, hypothèse étant faite que si le respect de l'OPB est assuré au 2^{èmes}, il l'est également aux étages supérieurs en l'absence d'obstacles.

Les calculs réalisés montrent que les façades les plus exposées sont celles du bâtiment H, côté ouest et sud. En effet, ces façades sont exposées à la route de Chêne située à une certaine distance et présentant les nuisances sonores les plus fortes. Pour ces façades, le niveau sonore Lr est évalué à **54.8 dB(A)** et **semble donc respecter l'art. 31 de l'OPB**. Toutefois, cette valeur s'approche de la VLI et les calculs sont simplifiés. Dans le cadre du RIE 2^{ème} étape, un modèle 3D de bruit sera réalisé pour vérifier les premiers résultats obtenus ici.

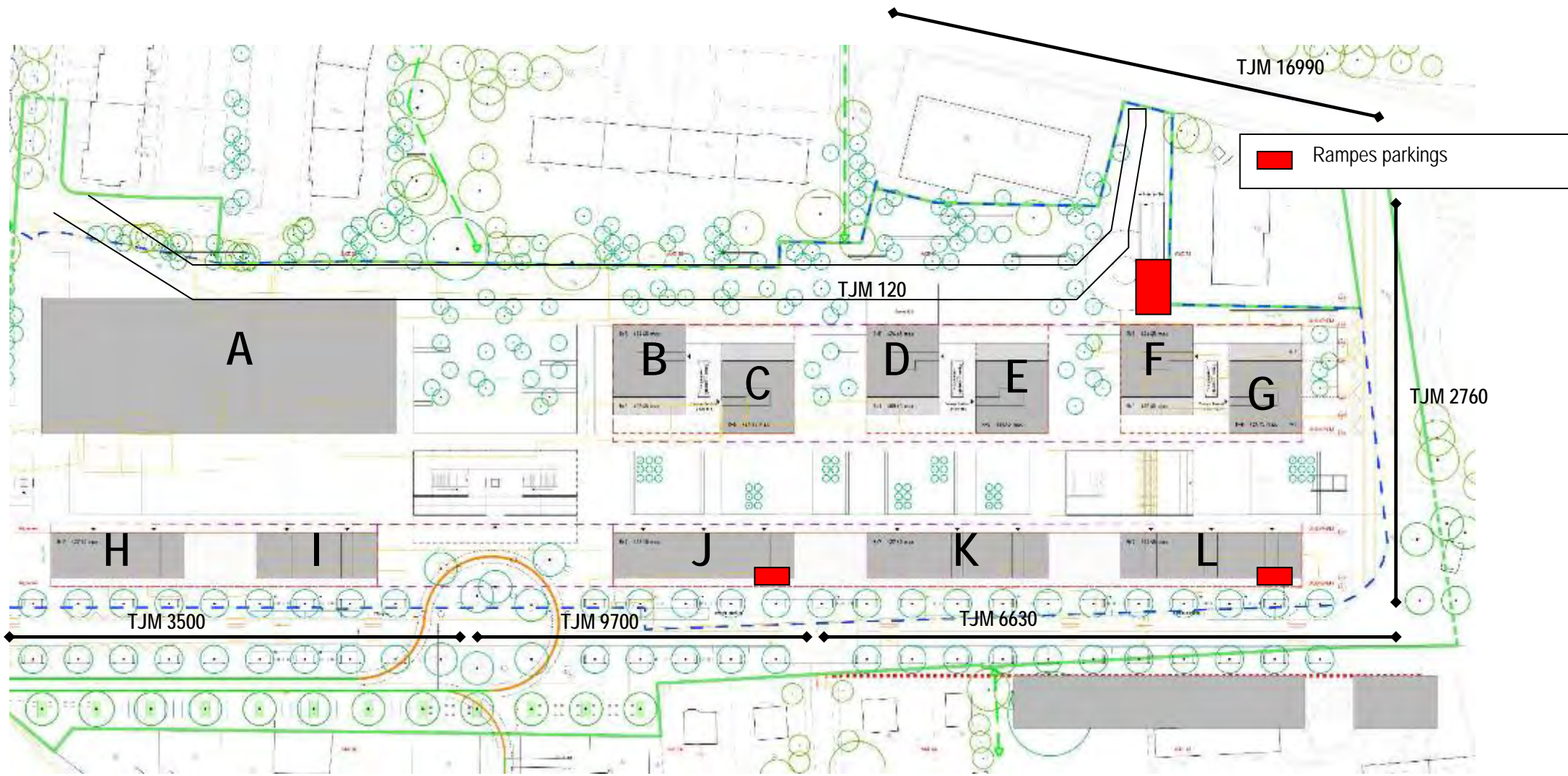


Figure 28 : Position des nouveaux récepteurs sensibles

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Protection contre le bruit

- *Comptage routier sur la rue Viollier.*
- *Modèle de bruit 3D à l'aide d'un logiciel adapté*
- *Définition finale de l'impact sur les immissions sonores.*
- *Le cas échéant, proposition de mesures de minimisation et/ou assainissement pour le respect de l'OPB.*
- *Description du chantier et évaluation de ses impacts sur le bruit. Application de la Directive sur le bruit des chantiers.*
- *Etudier les impacts environnementaux sur le projet notamment au regard de l'art. 31 de l'OPB.*
- *Réaliser une coupe ORNI pour la ligne à haute tension à la plus faible distance accessible par les ouvriers du chantier*
- *Prévoir, le cas échéant, des mesures de protection sur le chantier en cas de dépassement des VLI.*
- *Etudier les impacts de l'environnement sur le projet notamment au regard de l'art. 31 de l'OBP.*
- *Prévoir une coordination entre le SABR et les détenteurs des installations bruyantes (ville de Genève) dans le cadre des projets d'assainissement du bruit routier*

5.2.2 PROTECTION CONTRE LES VIBRATIONS

La réalisation du projet n'est pas de nature à générer des vibrations.
L'impact est nul.

5.3 PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS

5.3.1 BASES LEGALES

L'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI), date du 23 décembre 1999. Elle définit des limites d'immissions ainsi que des mesures préventives (valeurs limite d'installation) pour les champs électriques et magnétiques créés par des installations fixes, comme les réseaux de distribution d'électricité et les installations des chemins de fer.

5.3.2 METHODE ET PERIMETRE D'ETUDE

Il faut vérifier que les nouvelles installations annexes ne dépassent pas la valeur limite de l'installation de 1 μ T pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique (annexe 1 chapitres 2, 3 et 5, ORNI), mesuré en tant que moyenne sur 24 h, dans les lieux à utilisation sensible dans le mode d'exploitation déterminant.

Sont considérés comme lieu à utilisation sensible (art. 3 al. 3, ORNI) :

- les locaux d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement ;
- les places de jeux publiques ou privées, définies dans un plan d'aménagement ;
- les surfaces non bâties sur lesquelles des activités selon les deux points précédents sont permises.

5.3.3 ETAT ACTUEL

Une antenne Orange est présente dans le périmètre du projet. Le périmètre est également traversé par la ligne ferroviaire SNCF reliant la gare des Eaux-Vives à Annemasse. L'exploitation de cette ligne se fait à l'aide de courant alternatif d'une tension de 25 kV.

5.3.4 ETAT FUTUR SANS PROJET

L'antenne Orange et la ligne SNCF seront démontées au début de l'année 2012 pour le début des travaux CEVA. L'antenne ne sera pas remplacée. L'alimentation de la ligne du CEVA se fera via une alimentation uniforme de 15'000 V à 16^{2/3} Hz fournie par la sous-station des Tuileries située sur la commune de Bellevue.

5.3.5 ETAT FUTUR AVEC PROJET

La future gare des Eaux-Vives est construite en tranchée couverte. Les études menées par le bureau TECHNIK-UMWELT ont montré qu'un corridor de sécurité variant de 5 m à 11 m était nécessaire pour le respect de l'ORNI. La Gare des Eaux-Vives apparaissait comme problématique puisque ce corridor est très réduit au droit de l'étage sus-jacent au tracé du CEVA. Le respect de l'ORNI n'était pas assuré dans les galeries commerçantes. Une nouvelle étude a donc été réalisée en 2010 par ENOTRAC. Cette étude s'est basée sur une nouvelle configuration des voies en Gare des Eaux-Vives avec un quai central. La Figure 30 présente l'intensité du champ magnétique nouvellement calculé. Le respect de l'ORNI est garanti à l'intérieur des parois moulées et sous la dalle de la mezzanine. L'étude ENOTRAC est annexée au document (Annexe 5.3).

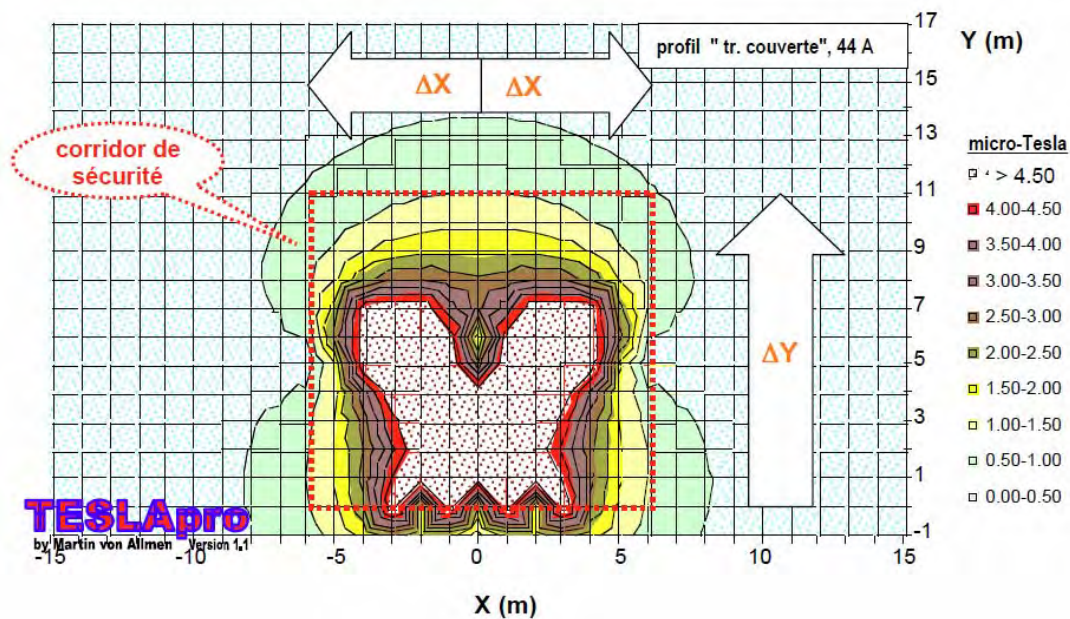


Figure 29 : Exemple de section du champ magnétique avec définition du corridor de sécurité (EIE, CEVA, 2007)

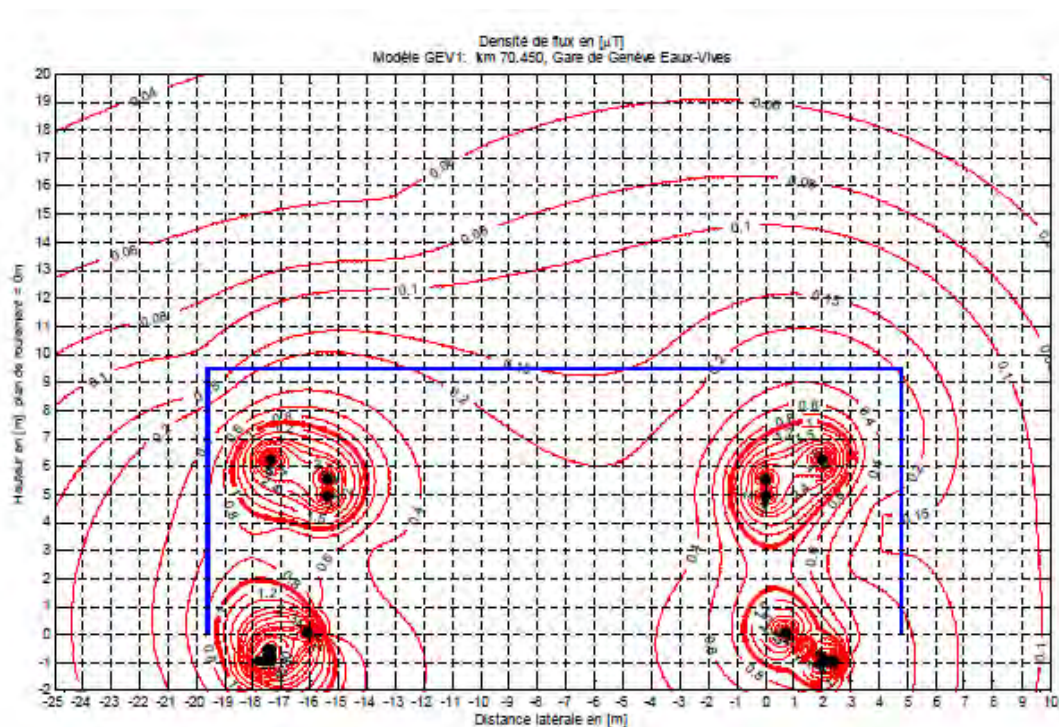


Figure 30 : Intensité du champ magnétique en gare des Eaux-Vives au km 70.45 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher du niveau mezzanine représenté par des traits bleus (ENOTRAC, 2010)

Une ligne HT de 130 kV est présente sous l'avenue de la gare des Eaux-Vives. Compte tenu de l'écartement des câbles et du courant maximum, le respect de L'ORNI est assuré à une distance de 8 m. Les bâtiments du PLQ sont situés largement plus loin que cette distance. Aucune installation susceptible d'émettre des rayonnements non ionisants n'est prévue par le projet.

Protection contre les rayonnements non ionisants

- Réaliser une coupe ORNI pour la ligne à haute tension à la plus faible distance accessible par les ouvriers du chantier et prévoir, le cas échéant, des mesures de protection sur le chantier si le dépassement des VLI est observé.

5.4 PROTECTION DES EAUX

5.4.1 BASES LEGALES

Les eaux déversées ou infiltrées ne doivent pas altérer le milieu récepteur. Elles doivent donc être gérées en qualité et en quantité de façon à respecter les lois et ordonnances applicables, soit :

- La Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux), qui a pour but de protéger les eaux contre toute atteinte nuisible.
- L'Ordonnance fédérale du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux) ; elle fixe notamment les exigences relatives à la qualité des eaux et aux déversements des eaux polluées.
- L'Ordonnance fédérale du 1^{er} juillet 1998 sur la protection des eaux contre les liquides pouvant les altérer (OPEL), qui régit la gestion des installations contenant des liquides pouvant polluer les eaux.
- La Loi fédérale du 21 juin 1991 et l'Ordonnance fédérale du 24 novembre 1993 sur la pêche.
- La Loi cantonale sur les eaux du 5 juillet 1961 et son règlement d'exécution du 22 février 1989 (L 2 05 et L 2 05.01).
- Le Règlement cantonal du 14 mars 1973 concernant les nappes d'eau souterraines.
- La Carte de protection des eaux du canton de Genève au 1:25'000, 13 mars 2003.
- La Carte hydrogéologique du canton de Genève au 1:25'000.

On doit également citer les directives fédérales et cantonales suivantes :

- La Directive VSA sur l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations, novembre 2002.
- La Directive cantonale pour l'évacuation des eaux des biens-fonds (SN 592'000) de juin 2003.
- La Directive cantonale relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431) de juillet 2004.

On peut également citer les ouvrages de la SN et de la VSS qui synthétisent la problématique de l'évacuation des eaux des biens-fonds et des eaux de route :

- « Evacuation des eaux des biens-fonds – conception et réalisation d'installations », Norme Suisse SN 592 000, 2002.
- « Evacuation des eaux de route : état des lieux, propositions, ouvrages de sécurité », de rétention et d'infiltration (Mandat de recherche OFROU/VSS 22/96, septembre 2000).

Le rejet des eaux usées dans le réseau de collecteurs devra quant à lui respecter les limites de l'annexe 3.3 de l'OEaux.

5.4.2 EAUX SOUTERRAINES

Cette partie contient des éléments repris de l'étude géotechnique du groupement ONLINE pour le CEVA, 2004

5.4.2.1 ETAT ACTUEL

La Figure 31 et la Figure 32 montrent la présence de la nappe principale du Genevois, sise environ 12 m sous le projet de PLQ. L'ensemble du secteur est en zone B de protection des eaux. Le secteur Nord-Est du projet accueille également une nappe temporaire (nappe des Eaux-Vives) peu profonde, située à environ 4 m de profondeur. Cette nappe est présente dans une formation supraglaciaire sablo-graveleuse ou sablo-limoneuse. Elle s'écoule vers l'Ouest avec un gradient moyen de 3 % et est actuellement suivie dans le cadre du projet CEVA.

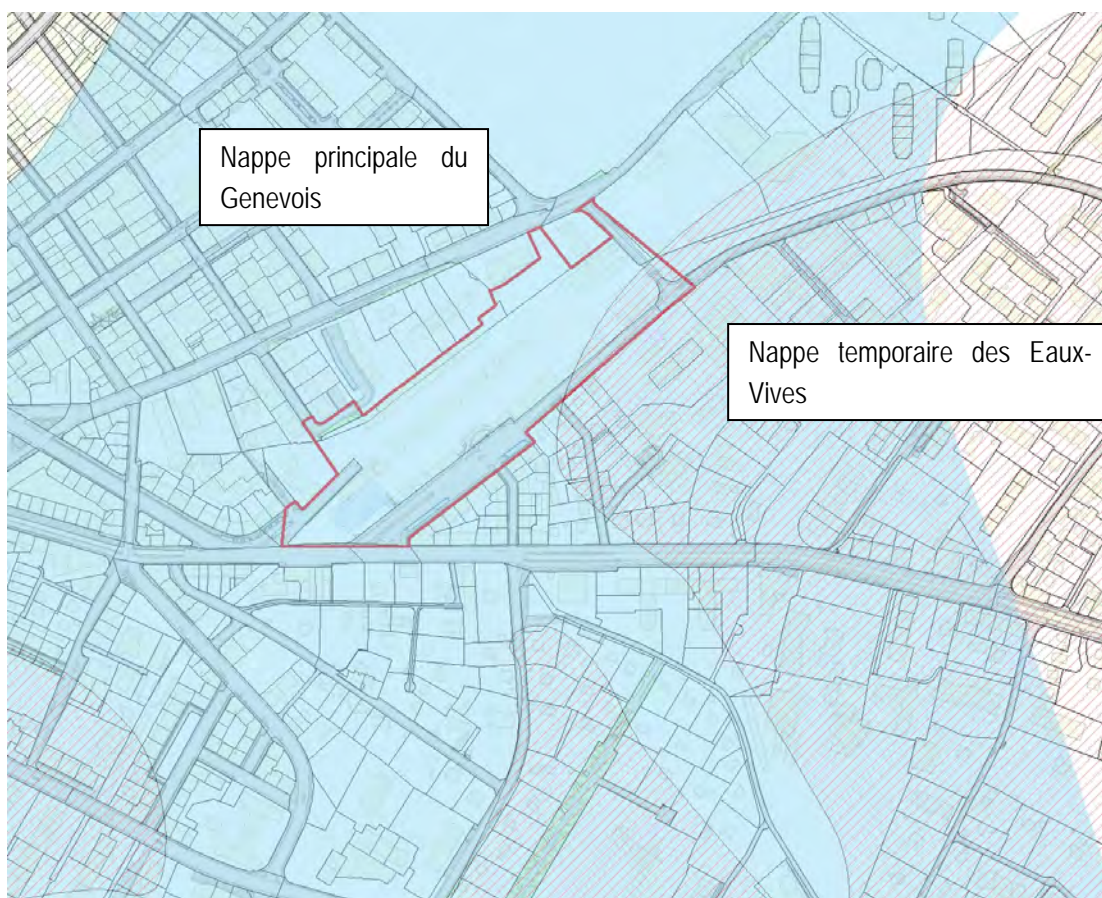


Figure 31 : Hydrogéologie de la zone concernée par le projet

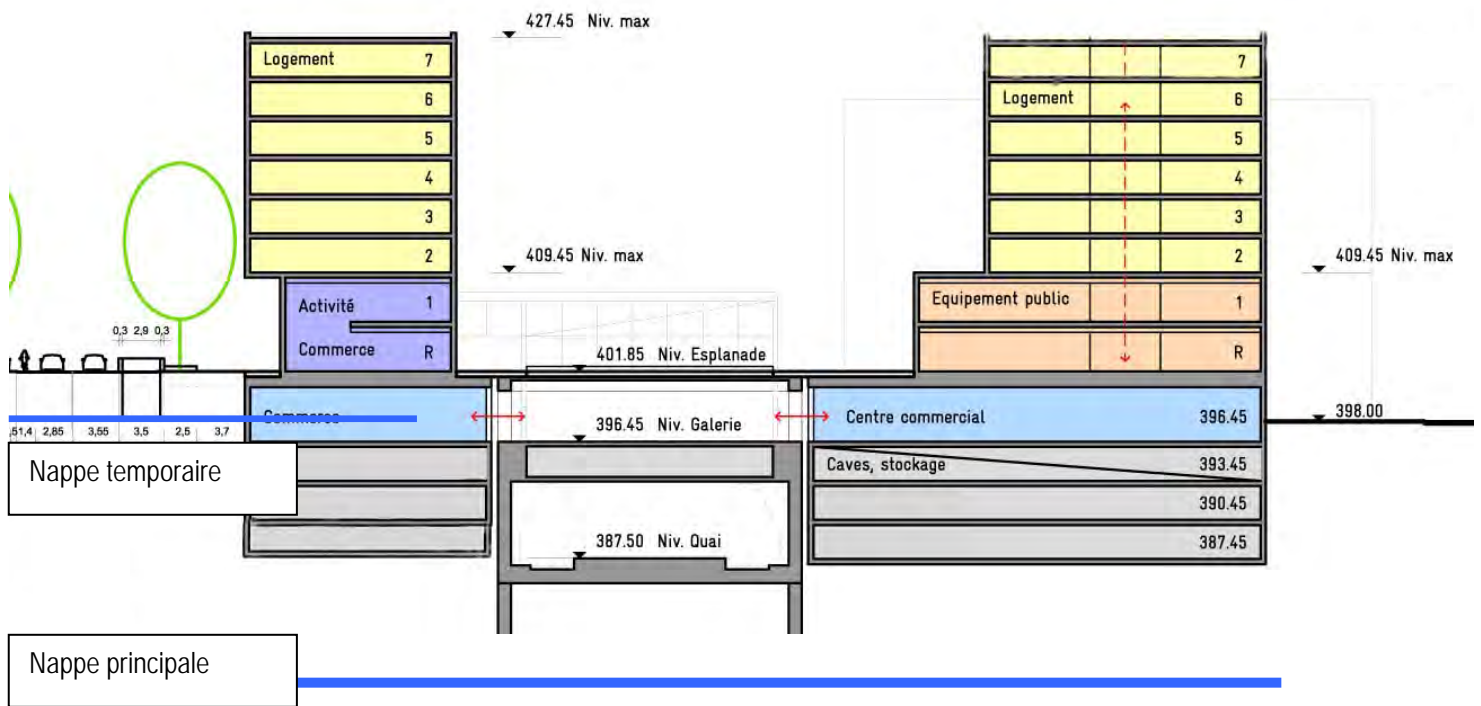


Figure 32 : Coupe à travers le projet selon la variante de parking N°2

5.4.2.2 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Dans la partie nord du projet coule la nappe temporaire. Le risque d'un écoulement vertical des eaux supérieures vers la nappe profonde ne peut pas être totalement écarté. Une pollution potentiellement importante de la nappe profonde serait alors à craindre. La très faible perméabilité naturelle des couches morainiques devrait permettre d'éviter cette contamination. Dans l'hypothèse où l'excavation devrait rencontrer des horizons plus perméables, des mesures de réduction de la perméabilité devraient être prises. La propagation des lixiviats de matériaux de construction (coulis de ciment, éventuelles eaux polluées) doit être maîtrisée. Leur influence sur la qualité chimique des eaux souterraines est peu probable, mais peut être vérifiée dans des piézomètres choisis (paramètre chimiques indicateurs : pH et dureté carbonatée). Les installations de chantier devront se trouver dans un périmètre totalement étanche. Des mesures de rétention et traitement des eaux de chantier devront être prises pour toutes les eaux produites.

Si toutes les mesures de rétention et traitement des eaux sont prises, aucun impact n'est attendu sur la nappe du Genevois.

Concernant la nappe temporaire des Eaux-Vives, un effet de barrage est certain. Les fonds de fouille se situent à environ 13 m de profondeur, soit à l'interface entre les limons argileux du retrait würmien et l'alluvion ancienne. Au niveau des sols saturés et des sols perméables susceptibles de contenir de l'eau, les bâtiments devront intégrer des systèmes d'étanchéité pour la structure. La gare CEVA sera construite avec un système de « captage rediffusion » autour de la future gare pour permettre la communication des eaux de la nappe temporaire. Ce système sera basé sur un drain captant de 300 mm à environ 5 m de profondeur sur toute la longueur Sud-Est de la gare, relié aux extrémités Nord et Sud de la gare à un drain distributeur, sur toute la longueur Nord-Ouest. Une coordination avec le chantier de la gare devra donc être menée pour intégrer ce système.

Le choix de la variante de parking n'a pas d'incidence sur les nappes phréatiques.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Eaux souterraines

- *Mentionner les mesures qui seront prises pour éviter tout risque de relation entre la nappe superficielle polluée et la nappe profonde utilisée pour l'eau potable, ainsi que tout risque de pollution de la nappe profonde lors du chantier (mesure de rétention, couverture étanche, traitements des eaux de chantier, gestion du parc des machines de chantier (maintenance, remplissage carburant et huile) en dehors du périmètre dangereux). Un rapport géologique adapté et détaillé devra être réalisé pour décrire ces mesures.*
- *lors de l'excavation, une isolation de la nappe superficielle de la nappe profonde lors de l'excavation devra être réalisée. Les modalités seront décrites dans le RIE 2ème étape avec un rapport géologique adapté et détaillé. Les effets barrages devront être suivis et pris en charge par les dispositifs ad hoc.*

5.4.3 EAUX SUPERFICIELLES, MILIEUX AQUATIQUES ET RIVERAINS

Le périmètre du projet appartient au bassin versant Rhône-Léman rive gauche. 75% des surfaces du périmètre (sans le périmètre CEVA) sont imperméabilisées (parkings, chaussées et toitures.)

Les eaux de ruissellement de la chaussée de l'avenue de la gare des Eaux-Vives et les eaux de ruissellement des parties imperméabilisées côté nord de la gare des Eaux-Vives sont acheminées au collecteur ovoïde des eaux mélangées situé sous la route de Chêne.

Aucun milieu aquatique et riverain n'est répertorié au droit et aux alentours directs du périmètre du projet. Aucun impact n'est attendu.

5.4.4 EAUX A EVACUER

5.4.4.1 ETAT ACTUEL

Le périmètre du PLQ Gare des Eaux-Vives, d'une surface totale d'environ 3 ha (hors CEVA) en zone de développement 3 est principalement affecté à de la chaussée (avenue de la gare des Eaux-Vives et avenue de Chamonix) des aires de parking (parking des Eaux-Vives et différentes toitures).

Concernant la topographie, la zone présente une pente descendante d'est en ouest de 2%, facilitant les écoulements gravitaires.

5.4.4.2 ETAT FUTUR AVEC PROJET

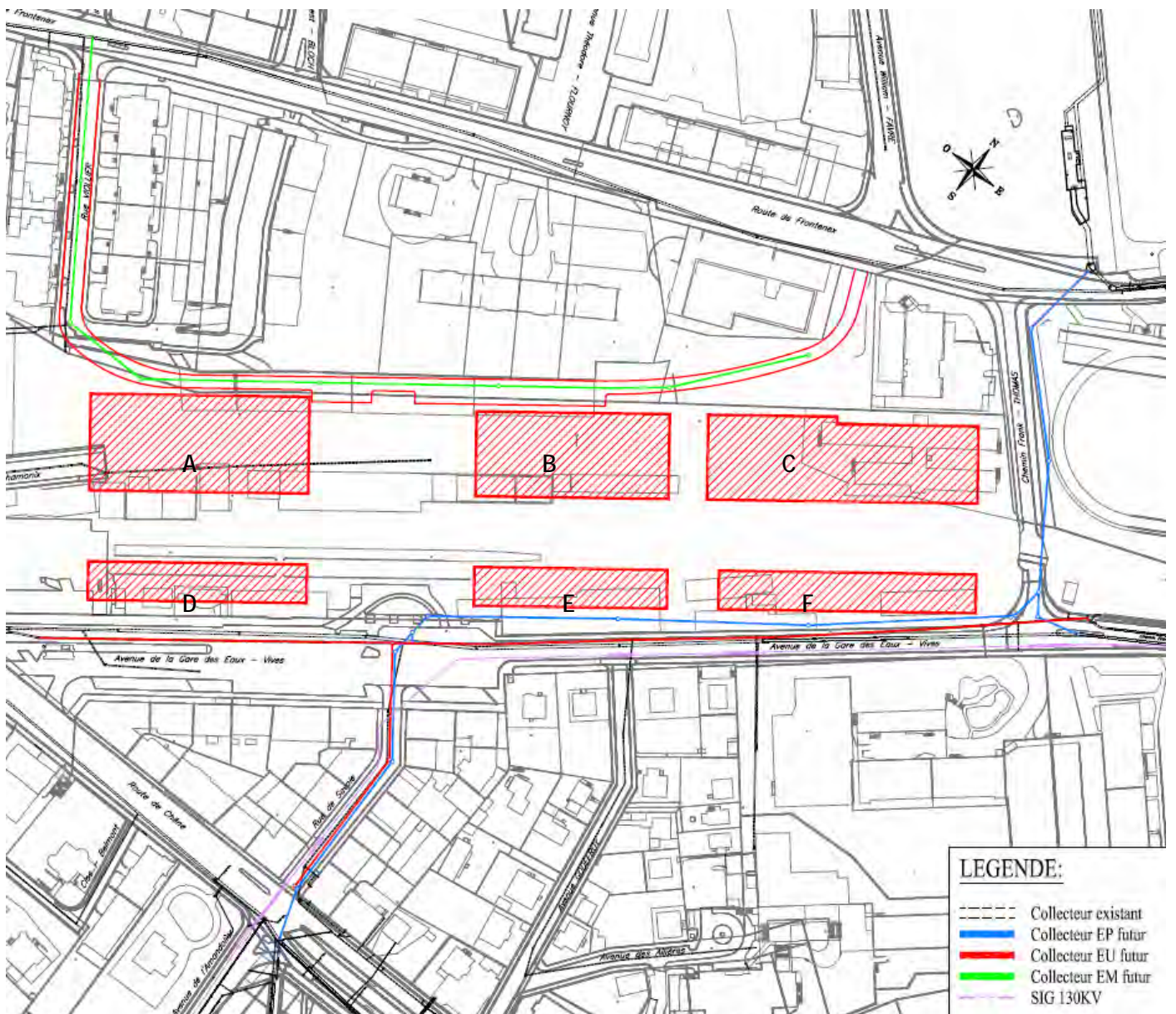
Le schéma directeur de gestion des eaux élaboré par le bureau SD Ingénierie Genève SA est annexé au présent document (annexe 5.4). Les principales conclusions de ce rapport et du présent rapport sont que :

- **Eaux pluviales** : Le périmètre est à cheval sur deux bassins versants (cf. Figure 34). Les bâtiments A à D sont situés sur un bassin versant en système unitaire. Les eaux sont acheminées au collecteur principal de la ville avant d'être pompées à la station de Saint-Jean, puis d'être traitées à la STEP d'Aire. L'exutoire est donc le Rhône. Les bâtiments E et

F sont situés sur un bassin versant qui doit être mis en séparatif. Les eaux de ruissellement seraient traitées dans le dégrilleur du parc La Grange. L'exutoire est le lac.

- **Eaux usées** : les raccords se feront sur le nouveau collecteur rue Viollier pour les bâtiments A à C (cf. Figure 33) et sur le collecteur secondaire de l'avenue de la gare des Eaux-Vives pour les bâtiments D à F (collecteur qui doit être refait). L'exutoire final de ces eaux est la STEP d'Aire. Aucune production d'eaux usées singulières, telles que des eaux résiduaires industrielles ou artisanales n'est attendue en phase d'exploitation du quartier, compte tenu de la nature tertiaire des activités prévues.
- Considérant que l'ensemble des eaux sera acheminée, soit dans le Lac, soit dans le Rhône, aucune contrainte de rejet quantitative n'est applicable.
- Selon les conclusions du bureau SD ingénierie Genève SA et le courriel du même bureau adressé à la ville de Genève le 02 décembre 2011, aucune contrainte quantitative n'est applicable vis-à-vis du système d'évacuation des eaux.
- Au niveau des exigences qualitatives, les projections de trafic estimées pour les tronçons dans le périmètre montrent que les eaux ruisselées ne nécessitent aucun traitement avant rejet dans le milieu naturel. (classe de pollution moyenne 8.7 (ordre de grandeur du TJM de 9'700, sans poids-lourds, avec aucune pente et un nettoyage mensuel) pour un tronçon de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives, les autres tronçons restant inférieurs à 5).
- La plus grande surface possible du périmètre des bâtiments A à D sera évacuée sur le collecteur d'eaux pluviales de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives (« Frontenex ») en fonction des contraintes géométriques du réseau et du projet d'urbanisation, afin de soulager le système unitaire de la route de Chêne et de minimiser les déversements d'eaux polluées au milieu récepteur.
- La surface de toiture végétalisée (au maximum 4'000 m²) devra permettre de réduire le taux d'imperméabilisation du périmètre, sans pour autant constituer un dispositif de gestion des eaux.
- La limite des bassins versants, le mode de gestion et d'évacuation des eaux (situation et profils en long des futurs équipements), les contraintes de raccordements seront définis dans le cadre du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux en cours d'élaboration par le bureau SD ingénierie Genève SA.

Un maximum de toiture végétalisée est prévu, soit environ 4'000 m². Ceci devrait permettre d'augmenter la capacité de rétention de la parcelle.



LEGENDE:

— · — · —	Collecteur existant
— (bleu) —	Collecteur EP futur
— (rouge) —	Collecteur EU futur
— (vert) —	Collecteur EM futur
— (violet) —	SIG 130KV

Figure 33 : Implantation des nouveaux collecteurs (Ville de Genève, 2011)

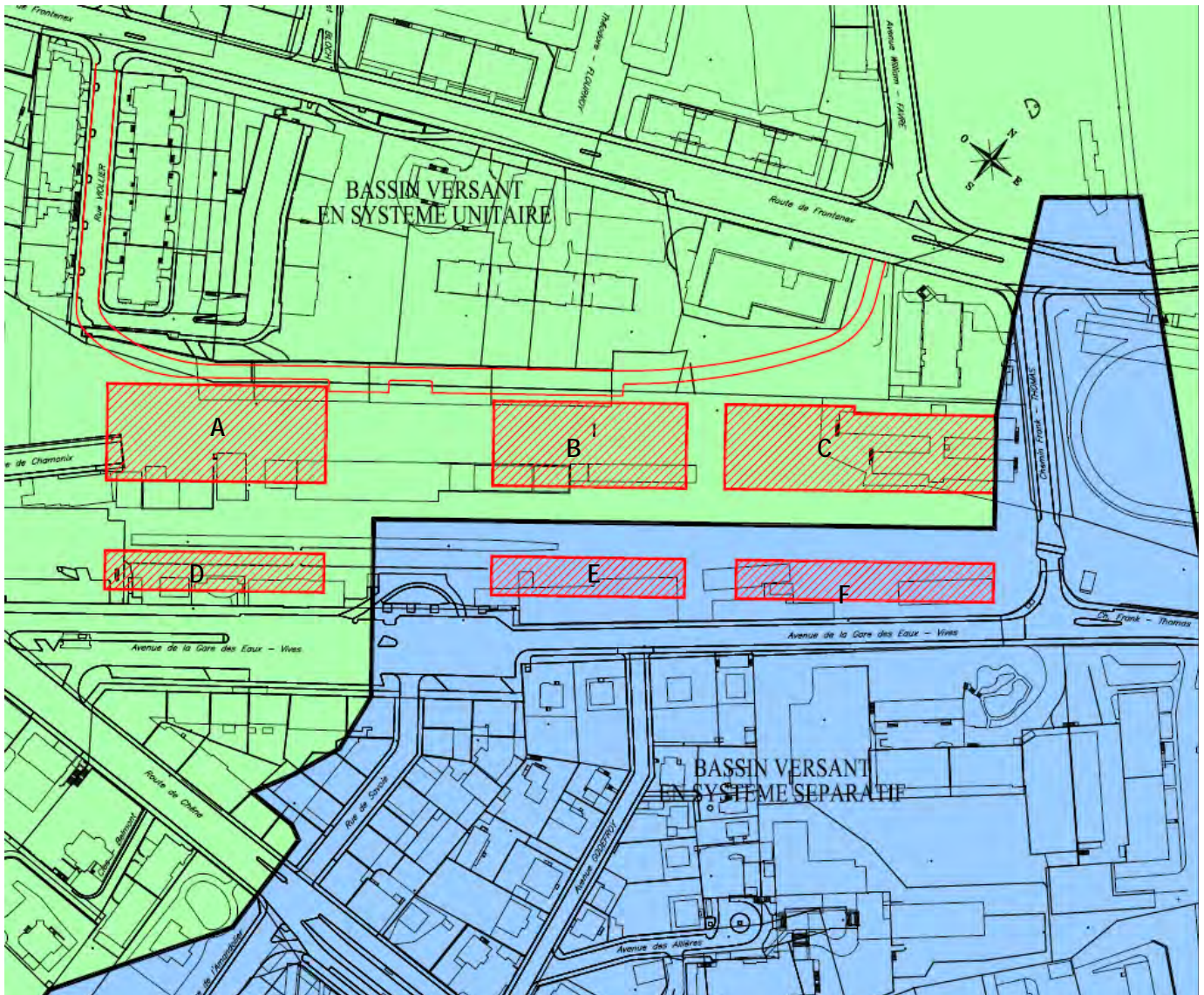


Figure 34 : Etat projeté après la mise en séparatif d'une partie du bassin versant Frontenex (ville de Genève, 2011)

5.4.4.3 PHASE DE REALISATION

Lors de la construction de biens dans la zone du PLQ, il faudra respecter en tout temps la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (recommandation SIA/VSA 431).

Les rejets d'eaux résiduelles industrielles devront être satisfaisants en tout temps aux valeurs définies dans la législation.

Lors du stockage de récipients (entre 20 et 450 l par récipient) de produit pouvant altérer les eaux de classe A ou B, ces derniers devront être placés dans les ouvrages de protection ayant une capacité de rétention suffisante pour permettre la détection des fuites (voir fiches techniques G1 et G2, édition CCE mars 2012).

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Eaux à évacuer

- *Vérification de la capacité des collecteurs au regard des débits supplémentaires engendrés par le projet*
- *Intégrer les principales conclusions du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux à venir sur le projet constructif et préciser : - l'absence de contraintes quantitatives et qualitatives*
 - *la description du système d'assainissement à mettre en œuvre pour desservir les différents bâtiments et espace public du projet, situation et statut des équipements.*
 - *La limite des bassins versants existants et futurs avec leurs caractéristiques physiques (coefficient de ruissellement moyen, nombre d'équivalents habitants, etc...)*
 - *Les points de raccordements des bassins versants sur le système de collecte public et collectif privé à l'état futur d'urbanisation.*
- *Il conviendra d'évaluer l'impact prévisible sur les eaux durant la phase de chantier, selon la Directive cantonale relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431) de juillet 2004. Pour cela, un concept de gestion des eaux devra être réalisé.*

5.5 PROTECTION DES SOLS

5.5.1 BASES LEGALES

Les principales dispositions légales, normes et directives récentes concernant la protection des sols sont mentionnées ci-après :

- L'ordonnance fédérale sur les atteintes portées au sol (OSol) du 1^{er} juillet 1998.
- Les normes VSS sur le terrassement : SN 640 581 a, 640 582 et 640 583 (adoptées en 1998, 1999 et 2000).
- Les instructions pratiques de l'OFEV : Evaluation et utilisation des matériaux terreux, 2001.
- L'ordonnance fédérale sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1990.

5.5.2 ETAT ACTUEL

Aucun sol à protéger n'est présent. Le périmètre présente une part importante de surface imperméabilisées avec des enrobés. Les surfaces « naturelles » sont constituées de matériaux minéraux de remblais avec une très forte pierrosité.

5.5.3 ETAT FUTUR SANS PROJET

Aucune évolution de cette parcelle n'est prévue concernant la qualité des sols.

5.5.4 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Etant donné l'absence de sol de valeur sur le site (ancienne gare, site pollué ou artificialisé), la réalisation du projet n'est pas de nature à générer des impacts sur le sol.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Protection des sols

- *Rechercher et indiquer les matériaux terreux nécessaires (en qualité et quantité) à la reconstitution des nouveaux sols « artificiels » dans le cadre des aménagements verts prévus*

5.6 SITES POLLUES

5.6.1 BASES LEGALES

Les lois, ordonnances et directives qui concernent les sites pollués sont les suivantes :

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 1er janvier 1985.
- Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991.
- Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (OSites) .
- Ordonnance du 26 septembre 2008 relative à la taxe pour l'assainissement des sites contaminés (OTAS).
- Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD).
- Ordonnance du 22 juin 2005 sur les mouvements de déchets (OMoD).
- Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (Oeaux).
- Ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées au sol (Osol).
- Ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (Opair).
- Ordonnance du 19 octobre 1988 relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE).
- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). OFEFP; juin 1999.

La Directive fédérale relative à la valorisation, au traitement et au stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEV, juin 1999) règle et décrit exclusivement les possibilités de valorisation des matériaux d'excavation, qui sont classifiés en 3 catégories selon leur degré de pollution (valeurs indicatives):

- ⇒ Les matériaux d'excavation sont réputés non pollués quand leur composition naturelle n'est pas modifiée, suite à des activités anthropiques, chimiquement ou par des corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, autres déchets de chantier). La teneur en polluants est inférieure aux valeurs indicatives U (cf. annexe 1 de ladite directive). Leur valorisation n'a pas de restriction mise à part celle liée à leur nature.
- ⇒ Les matériaux d'excavation sont réputés tolérés quand leur composition est modifiée, suite à des activités anthropiques, chimiquement ou par des corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, autres déchets de chantier). La teneur en polluants est comprise entre les valeurs indicatives U et T (annexe 2 de ladite directive). Pour ces matériaux, la teneur en substances dangereuses pour l'environnement est cependant si faible qu'une valorisation avec quelques restrictions est tolérable dans l'optique de la protection de l'environnement.
- ⇒ Les matériaux d'excavation sont réputés pollués quand leur teneur en polluants est supérieure aux valeurs indicatives T. Une valorisation sans traitement préalable n'est pas autorisée.

Les filières d'élimination des matériaux d'excavation, lorsqu'une valorisation ou une réutilisation n'est pas possible, sont définies par l'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) selon la présence ou non, la nature et la concentration des substances polluantes. Pour les limites d'admissions en DCMI ou DCB, il faut se référer à l'annexe 1.

été réalisés, avec prise d'échantillons. La position et la définition de ces échantillons sont présentées sur la figure suivante (Figure 36).

Les polluants déterminants la qualité des matériaux ont été identifiés d'après les activités historiques et actuelles sur le site, soit :

- du commerce de combustibles
- de l'entretien et réparation de véhicule automobile
- La fuite de mazout intervenue en 1999
- du transport ferroviaire

Ainsi, les polluants suivants ont été recherchés :

- Métaux lourds
- Hydrocarbures totaux
- HAP
- PCB

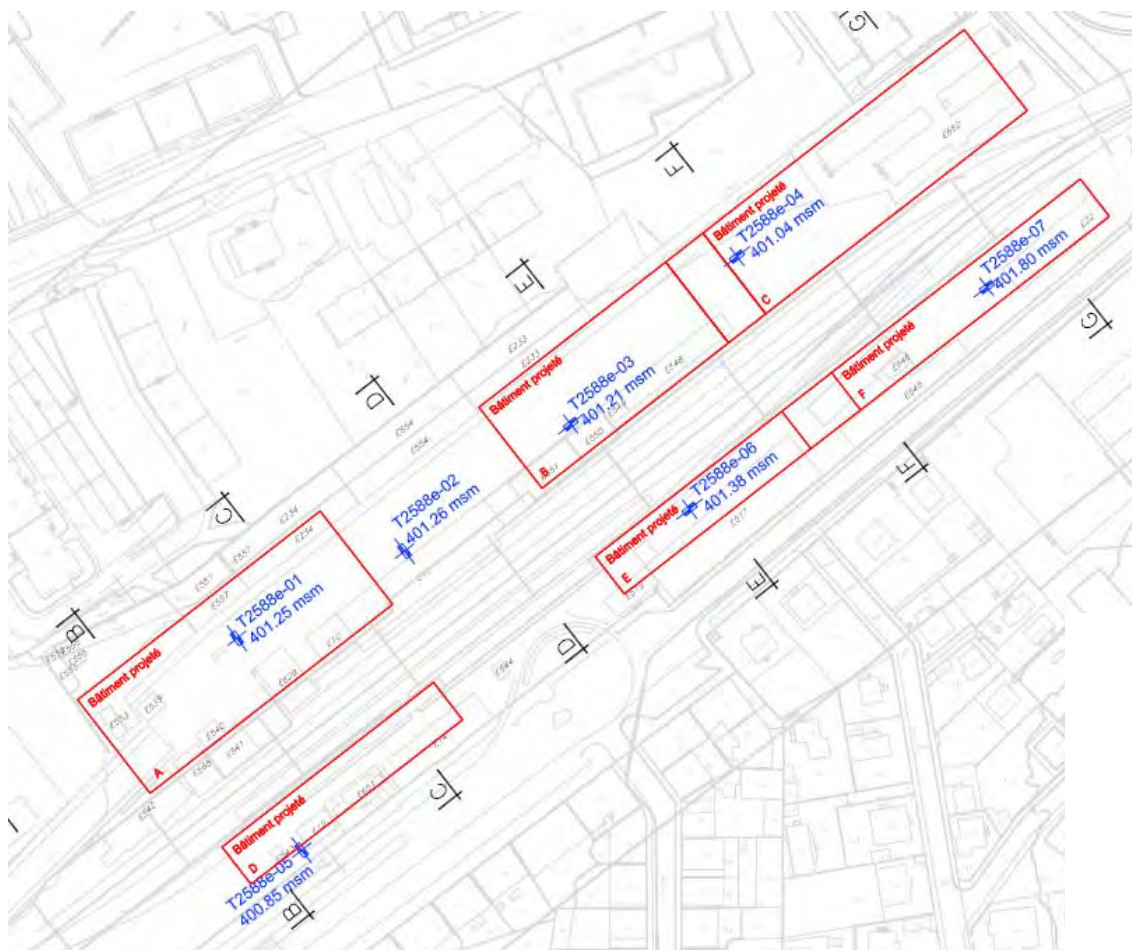


Figure 36: Position des échantillons prélevés sur le site du PLQ (ON LINE, 2011)

Les investigations techniques ont été menées entre 0 et 4 m de profondeur.

Les investigations ont montrés que la majorité des matériaux d'excavation présentent des concentrations en polluants permettant d'être évacué en décharge contrôlée pour matériaux inertes DCMI. Les investigations ont également montrés que la répartition spatiale de la pollution est très hétérogène, tantôt situé en subsurface, tantôt plus profond. La séparation des matériaux devra donc se faire de manière scrupuleuse lors du chantier et un certain nombre d'analyse devront être effectués au fur et à mesure des excavations. Il faut également noter la présence de débris inertes (brique, porcelaine, bois), répartis un peu partout.

La partie nord-est du périmètre présente un état de pollution supérieur au reste du site. Les concentrations en hydrocarbures totaux prélevés à 1.1 m et 2.0 m dépassent la valeur d'acceptation en DCMI et devront ainsi être éliminés en cimenterie ou décharge bioactive.

Le groupement ON LINE conclut que :

- il y a globalement une augmentation de la pollution du sud-ouest vers le nord-est et que ces observations sont cohérentes par rapport aux investigations réalisées jusqu'à ce jour ainsi que vis-à-vis de l'activité passée et actuelle du site ;
- Les sondages T01, T02 et T05, implantés de part et d'autre des voies ferrées, au sud-ouest du site, sont exempts de pollution, à l'exception de l'horizon de surface (< 1.0 m) qui présente une faible pollution au benzo(a)pyrène (T02 et T05) ;
- Les sondages T03, T04 et T06, implantés de part et d'autre des voies ferrées au centre du site, ont mis en évidence une pollution généralisée des remblais principalement aux métaux lourds ;
- Le sondage T07, implanté au nord-est du site, présente la plus forte pollution. Il s'agit d'une pollution aux hydrocarbures totaux (>C10).
- A priori, seuls les remblais pollués aux hydrocarbures >C10 mis en évidence au droit du sondage T07 dont la concentration dépasse la limite d'admissibilité en DCMI devront être évacués en décharge bioactive ou être éliminés en cimenterie, voire aux Cheneviers si les quantités le permettent.
- D'une manière générale, les remblais faiblement pollués aux HAP (benzo(a)pyrène) et métaux lourds respectent les limites T (matériaux tolérés) et pourraient être à ce titre et dans certaines conditions valorisés sur le chantier. Il faut toutefois souligner qu'aucune réutilisation de ces matériaux n'est prévue à ce jour.

A noter également, qu'aucun PCB n'a été détecté.

Il faut souligner que les investigations techniques ont été réalisées jusqu'à une profondeur ne dépassant pas les 4 m. Cette investigation technique, que l'on dira « sommaire » a été menée à l'occasion d'une investigation géotechnique. Une nouvelle étude avec un maillage plus précis devrait être réalisée pour préciser la répartition des polluants. Par ailleurs, des sondages géotechniques d'une profondeur de 15 m ont montré que la pollution est cantonnée aux remblais. Ces derniers ne dépassent pas 4 m de profondeur. Sous ces remblais, des limons argileux empêchent toute dissémination des polluants par percolation.

La réalisation des sous-sols des bâtiments et des deux parkings souterrains devrait générer environ 177'000 m³ de matériaux d'excavation.

Parmi ces 177'000 m³ environ 44'300 m³ présentent une pollution. Selon l'étude préliminaire du groupement ON LINE, les volumes suivants de déchets pollués ont été estimés :

- Matériaux admissibles en DCMI : 39'600 m³
- Déchets spéciaux valorisables en cimenterie ou en DCB : 4'700 m³

Total : 44'300 m³

5.6.3 ETAT FUTUR SANS PROJET

A l'horizon de référence, le projet du CEVA aura vu le jour. Une partie des sites pollués auront été assainis par ce chantier. Le périmètre du PLQ n'aura en revanche subi aucune modification.

5.6.4 ETAT FUTUR AVEC PROJET

En présence d'un site pollué, les matériaux contaminés à excaver dans le cadre du chantier devront être traités conformément à la réglementation en vigueur relative à la gestion des déchets (code OMoD 17 05 94 et 17 05 97). Le cas échéant, la nécessité d'étendre l'assainissement aux volumes pollués sous-jacents ou situés à l'extérieur de l'emprise remaniée dans le cadre du projet devra être déterminée selon les critères définis à l'article 3 de l'OSites : « *Les sites pollués ne peuvent être modifiés par la création ou la transformation de constructions et d'installations que :*

- a. s'ils ne nécessitent pas d'assainissement et si le projet n'engendre pas de besoin d'assainissement, ou*
- b. si le projet n'entrave pas de manière considérable l'assainissement ultérieur des sites ou si ces derniers, dans la mesure où ils sont modifiés par le projet, sont assainis en même temps.*

Les polluants rencontrés et les volumes d'excavation projetés sont décrits au § 5.6.2.

La plus-value du traitement et du suivi par rapport à une excavation normale pour la réalisation des parkings souterrains, a été estimée à 3'8103'000 CHF.

Par rapport aux indications préliminaires disponibles actuellement, l'état de pollution du site devra être précisé à partir des informations complémentaires (Investigation selon l'OSites) qui seront récoltées avant la phase de construction et par un suivi environnemental adéquat des différentes phases d'excavation.

L'impact du projet est positif pour ce domaine de l'environnement. L'assainissement du site permettra la valorisation de la parcelle.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Sites pollués

- *Définition du suivi environnemental de réalisation lors de l'excavation (définition des tâches du RSER)*
- *Définition de l'état de pollution avec un maillage resserré (investigation jusqu'à 5 m de profondeur)*
- *Décrire les filières d'évacuation des matériaux conformément à l'OTD et le suivi mis en place*

5.7 DECHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

5.7.1 BASES LEGALES

5.7.1.1 LEGISLATION FEDERALE

- Loi sur la protection de l'environnement, LPE, du 21 décembre 1999.
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols, OSol, du 1^{er} juillet 1998.
- OFEV, 2001. Commentaires concernant l'ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol)
- Ordonnance sur les mouvements de déchets, OMoD, du 22 juin 2005.
- Ordonnance sur le traitement des déchets, OTD, du 10 décembre 1990.
- Ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets, du 18 octobre 2005.
- Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement, OSubst, du 9 juin 1986.
- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués, OSites, du 26 août 1998.
- OFEV, 2005. Manuel d'exécution de l'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) et de l'ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets (LMod). Projet : état au 8 novembre 2005. 41 pp.
- OFEV, 2003. Instructions : Gestion des déchets et des matériaux pour les projets soumis ou non à une étude d'impact sur l'environnement. Déchets. Série L'environnement pratique. 12 pp.
- OFEV, 2001. Instructions : Evaluation et utilisation de matériaux terreux (Instructions matériaux terreux). Série L'environnement pratique. 22 pp.
- OFEV, 1999. Déchets et sites contaminés. Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). Série L'environnement pratique. 20 pp.
- OFEV, 1997. Déchets. Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (Matériaux bitumineux et non bitumineux de démolition des routes, béton de démolition, matériaux minéraux non triés). Série L'environnement pratique. 24 pp.

5.7.1.2 LEGISLATION CANTONALE

- Loi sur la gestion des déchets, L 1 20, du 20 mai 1999.
- Règlement d'application de la loi sur la gestion des déchets, L 1 20.01, du 28 juillet 1999.
- Directive d'application pour l'élimination des déchets de la construction, du 27 février 2004.

5.7.1.3 DOCUMENTS

- Fiches d'information « déchets de chantiers », N° 1 à 5. 2004-2009.
- GESDEC, 2009. Plan de gestion des déchets du canton 2009-2012. 56 pp.
- GESDEC, 2004. Déclaration de gestion des déchets de chantier. Mini-guide pour une estimation rapide du volume de déchets générés sur le chantier. 4 pp.
- GESDEC, 2002b. Concept cantonal de gestion des déchets, 56 pp.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes, 1993. Gestion des déchets de chantier lors de travaux de construction, de transformation et de démolition. Norme SIA 430. 16 pp.
- Directive interne pour l'élimination des déchets de construction des chantiers de l'Etat de Genève du 12 juin 2002.

5.7.2 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Hors phase chantier, la génération de déchets dépendra du type d'activité. Il est prévu d'accueillir :

- 35% de surfaces dédiées à de l'équipement publique ;
- 12% de surfaces destinées à de l'activité ;
- 13% de surfaces consacrées à des commerces, vente de détail ;
- 40% de logement ;

Le principal déchet attendu pour les surfaces dédiées aux commerces sont des cartons d'emballage et des produits périssables invendus. Les autres types de déchets attendus sont des ordures ménagères et divers déchets issus des ménages, recyclables à travers un dispositif de récolte de type Eco point. Trois points de collecte seront créés à cet effet.

La phase de chantier sera génératrice d'un nombre important de déchets. Ainsi, la réalisation des deux parkings souterrains sur devrait générer entre 70'000 et 80'000 m³ de matériaux d'excavation non pollués en fonction de la variante retenue pour le parking souterrain « commerces ».

Les différents sous-sols du projet, accueillant des équipements publiques, des caves, des commerces, une salle multi-sport et une piscine couverte nécessiteront l'excavation de 91'000 m³ de matériaux dont une partie est polluée. Une étude réalisée par le groupement ON LINE est annexée (Annexe 5.6) au présent document et précisent le type et les quantités de déchets attendus.

Ainsi, parmi les 91'000 m³ une première estimation fait état de (selon la directive fédérale relative à la valorisation, au traitement et au stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEV, juin 1999) :

- Matériaux d'excavation non pollués : 47'300 m³ (le solde par rapport à l'étude ON LINE est issu de l'évolution du projet et de matériaux additionnels provenant d'excavation supplémentaires de matériaux non pollués).
- Matériaux d'excavation tolérés, valorisables avec restriction mais qui seront acheminés en DCMI car aucun remodelage ne peut être effectué sur site : 39'000 m³
- Matériaux d'excavation pollués : 4'700 m³

Les matériaux excavés pollués dans le cadre du chantier devront être traités conformément à la réglementation en vigueur, notamment l'OTD et L'OMoD.

Valorisation et élimination (selon la directive sur les matériaux d'excavation (DME)):

Les **matériaux d'excavation non pollués** ont une composition naturelle qui n'est pas modifiée chimiquement par une activité anthropique. Ils ne contiennent aucun corps étranger tel que déchets urbains, déchets verts, bois, autres déchets de chantier. Finalement, la valeur des paramètres satisfait aux valeurs indicatives U correspondantes (DME).

Les filières de valorisation sont les suivantes :

- Utilisation sur le site ou ils sont produits (remblayage, modification de la topographie...).
- Valorisation comme matériaux minéraux (matière première après conditionnement)
- Valorisation comme matériaux de comblement des sites d'extraction (gravières, carrières, marnières).
- Valorisation pour des modifications de terrains autorisées (digues, talus anti-bruit, aménagements paysagers...).

Les **matériaux d'excavation tolérés** sont modifiés dans leur composition chimique par des activités anthropiques ; cette pollution est cependant assez faible de telle sorte qu'une valorisation avec quelques restrictions est possible dans l'optique de la protection de l'environnement. Les valeurs indicatives T (DME) doivent être respectées. Les matériaux d'excavation tolérés sont constitués d'au moins 95 % de poids de roches meubles ou de rochers concassés et d'au maximum 5 % de poids de déchets tels que béton, tuiles, fibrociment, verre, moellons, matériaux de démolition de routes. (Les autres déchets comme les métaux, papiers, plastiques, bois et textiles doivent autant que possible être retirés).

Les filières de valorisation sont les suivantes :

- Valorisation comme matériaux minéraux de substitution (matériaux sous forme liée (béton, tapis de route, stabilisations) ou pour la fabrication de ciment, chaux, tuiles ou briques réfractaires. La DME précise cette utilisation.
- Valorisation dans le cadre de l'assainissement d'un site contaminé (la DME précise les conditions).
- Valorisation dans la construction de routes (sous forme non liée dans la construction des routes comme coffre ou couche de fondation, sous un revêtement suffisant satisfaisant aux conditions de la DME).

Les **matériaux d'excavation pollués** sont identifiés comme tels, lorsque :

Ils sont pollués de telle manière par des substances dangereuses pour l'environnement qu'une valorisation sans traitement préalable n'est pas autorisée, ou
Les valeurs indicatives T sont dépassées, ou
Ils contiennent plus de 5 % poids de corps étrangers (p. ex. déchets urbains, déchets verts, bois, autres déchets de chantier).

Les filières de valorisation sont les suivantes :

- Les matériaux d'excavation pollués doivent être dans la mesure du possible traités de manière à pouvoir être valorisés comme des matériaux d'excavation non pollués ou des matériaux d'excavation tolérés.
- Si le traitement ne permet pas de valorisation, les matériaux d'excavation pollués sont stockés après traitement préalable, conformément à l'OTD.

L'expert suivra et contrôlera l'élimination et le traitement des matériaux, à l'aide des bons de livraison et de décharge. Il rédigera un rapport succinct avec au moins les indications suivantes :

- a) le volume et le type des matériaux d'excavation ;
- b) l'origine des matériaux d'excavation ;
- c) le lieu et le type des éventuels traitements des matériaux d'excavation ;
- d) le lieu de valorisation ou de stockage des matériaux d'excavation ;
- e) feuille d'accompagnement du concept d'élimination.

Le maître de l'ouvrage conserve la preuve d'élimination pendant au moins 3 années à partir de la réception des bâtiments et la présente, sur demande, aux autorités.

Si des analyses chimiques des matériaux d'excavation ont été effectuées, les résultats seront joints à la preuve d'élimination.

Responsabilité : La responsabilité de l'élimination appropriée des matériaux d'excavation non pollués, tolérés ou pollués incombe au maître de l'ouvrage. L'autorité compétente fixe la manière et la portée des contrôles nécessaires.

Concernant le chantier, les volumes de déchets attendus pour la **construction** du gros et second œuvre sont estimés sur la base des volumes SIA des bâtiments, à l'aide du mini-guide du GESDEC.

Types de déchets	Volumes (m ³)
Inertes	2'770
Incinérables	9'670
Métaux	1'380

Tableau 9 Volumes de déchets issus de la construction

Les volumes de déchets issus de la **démolition** sont basés sur une estimation en fonction des bâtiments démolis suivants :



Figure 37 : Hangars



Figure 38 : Bâtiments sociaux en préfabriqué métallique



Figure 39: Gare des Eaux-Vives



Figure 40: Café-restaurant

Bâtiments	Volumes (m ³)
Hangars	11'600
Bâtiments sociaux	7'500
Gare	2'500
Café-restaurent+annexes	1'000
Déchets	Volumes globaux (m ³)
Inertes	550
Incinérables	532
Métaux	550

Tableau 10 Volumes de déchets issus de la démolition

Catégorie de déchets	Matériaux d'excavation non pollués	Matériaux d'excavation admissible en DCMI	Matériaux d'excavation amissible en DCB	Métaux	Inertes	Incinérables
Volumes (m3)	117'300-127'300	39'000	4700	550	550	532

Tableau 11 Récapitulatif des volumes de déchets du projet

Avant toute demande définitive de construire, un audit des bâtiments devant être démolis sera réalisé. Il conviendra notamment de faire un diagnostic amiante et PCB. Ces diagnostics seront à intégrer dans le plan de gestion des déchets de chantier obligatoire puisque le volume SIA des démolitions est supérieur à 1500 m3.

Déchets, substances dangereuses pour l'environnement

Matériaux d'excavation :

- Réalisation d'un concept de gestion des matériaux d'excavation à intégrer dans la phase de soumissions. Il s'agira de privilégier le concept de tri à la source (non-mélange), en considérant au minimum les catégories énoncées dans l'art. 31 du règlement d'application de la loi sur les déchets RGD – L1 20.01 (Déchets spéciaux ; matériaux d'excavation et déblais non pollués ; déchets non recyclables stockables définitivement en décharge contrôlée pour matériaux inertes sans traitement préalable, déchets non recyclables incinérables, déchets recyclables), par exemple selon le projet cadre de la Société Suisse des Entrepreneurs : « tri des déchets sur le chantier avec le projet bennes multiples ».
- Réduire au maximum les volumes à excaver et prendre en considération toutes les possibilités de valorisation directe sur place.
- Etudier toutes les autres possibilités de valorisation des matériaux d'excavation selon leurs caractéristiques.
- Préparer le planning des travaux et, si nécessaire, organiser le suivi environnemental d'excavation.

Déchets :

- Précision des quantités de déchets en fonction du choix de la variante de parking retenue ;
- Réalisation d'un audit des bâtiments devant être démolis. L'audit doit comporter un diagnostic amiante, une expertise PCB et une expertise des autres matériaux et substances à problèmes (déchets spéciaux). Le résultat de cet audit sera intégré au plan de gestion des déchets ;
- Définition plus précises des volumes de matériaux pollués rencontrés en fonction de l'étude de pollution de la parcelle avec un maillage resserré ;
- Diagnostic HAP des chaussées.

Poursuivre l'étude sur la collecte des déchets, prévoir, en concertation avec la commune, les infrastructures nécessaires au tri des déchets qui seront produits dans le périmètre du PLQ. Dans le cadre de la réflexion, il est impératif de tenir compte de la localisation, de la logistique et de l'évacuation des afin que le tri et la collecte s'effectuent de la manière la plus rationnelle possible. Concernant les déchets qui seront ensuite produits par les entreprises, l'objectif à atteindre doit être de recycler au minimum 70 % des déchets urbains.

5.8 ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

5.8.1 BASES LEGALES

Législation et directives fédérales

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983
- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1er juillet 1966.
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) du 16 janvier 1991.
- Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE) du 10 septembre 2008
- Loi fédérale sur l'agriculture (LAgr) du 19 avril 1998
- Ordonnance sur la protection des végétaux (OPV) du 28 février 2001
- Loi sur la protection des monuments, de la nature et des sites (LPNMS) du 4 juin 1976 (L 4 05) et règlements d'application y relatifs.

Législation et directives cantonales

- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore (L4 05.11) du 25 juillet 2007

5.8.2 ETAT ACTUEL

Plantes envahissantes

Quatre espèces de néophyte ont été recensées lors des relevés de terrain réalisés dans le cadre de cette étude. Le robinier (*Robinia pseudoacacia*) et l'ailanthe (*Ailanthus altissima*) ponctuent globalement la zone et plus particulièrement les haies indigènes. Egalement à noter la présence de quelques buddleias de David (*Buddleja davidii*). Bien représentée, la vergerette annuelle (*Erigeron annuus*) s'est implantée sur la zone de végétation rudérale (cf. chapitre 5.11.4.1) et figure parmi les espèces néophytes envahissantes de Suisse à surveiller².

5.8.3 IMPACTS LIES AU PROJET

Le projet prévoit la destruction de l'ensemble des surfaces naturelles ou semi-naturelles du périmètre. Ces surfaces seront soit bâties, soit aménagées et plantées. Le risque d'une implantation de néophytes est faible dans ce secteur fortement urbanisé et aucune surface ne sera laissée nue.

5.8.4 IMPACTS DE LA PHASE DE REALISATION

Les impacts de la phase de réalisation sont analogues aux impacts de la phase d'exploitation, les terrains remaniés étant propices à un envahissement par les néophytes. En plus du risque lié à une colonisation des invasives dans l'emprise de projet, on peut ajouter un risque de propagation par l'exportation des terres contaminées. On peut considérer que les impacts de la phase de réalisation sont limités compte tenu de l'absence de matériaux terreux à stocker.

5.8.5 MESURES

Mesures de prévention

- Suivi environnemental de la réalisation incluant des passages de contrôle réguliers du périmètre, afin de déceler rapidement l'apparition de foyers d'espèces invasives. Parmi les espèces potentielles, on peut citer en premier lieu le robinier, l'ailanthe, le solidage, la renouée du Japon et le buddleia.

Mesures de lutte

- Les actions à prévoir sont : arrachage des semis et jeunes plants avant floraison en veillant à prélever l'ensemble du système racinaire et exportation du matériel prélevé pour incinération.

5.9 PREVENTION EN CAS D'ACCIDENTS MAJEURS, D'ÉVÉNEMENTS EXTRAORDINAIRES OU DE CATASTROPHES

5.9.1 BASES LEGALES

La Suisse s'est dotée en 1991 de l'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs, l'OPAM, dont le but est de "protéger la population et l'environnement des graves dommages résultant d'accidents majeurs".

Cette procédure s'applique aussi bien aux installations stationnaires (entreprises) qu'aux voies de communication (routes de grand transit, installations ferroviaires et transport par le Rhin). Concrètement, elle oblige le détenteur d'une entreprise ou d'une voie de communication à présenter à l'autorité d'exécution concernée un rapport succinct décrivant brièvement la situation et le voisinage de l'objet soumis à l'OPAM, son activité ou son exploitation, les mesures de sécurité prises et une estimation de l'ampleur des dommages que pourraient subir la population et l'environnement en cas d'accident majeur.

Trois cas de figures peuvent se présenter :

Cas 1 : le calcul du risque généré par l'installation est très faible et l'autorité ne demande aucune mesure supplémentaire.

Cas 2 : le risque calculé est tel qu'il ne peut être considéré comme totalement acceptable. Les autorités, sur la base de l'expérience acquise et d'études pilotes, pèsent les intérêts en jeu avant de demander une analyse plus poussée (étude de risque) et des mesures de sécurité supplémentaires.

Cas 3 : le risque est considéré comme inacceptable. Des mesures de sécurité doivent être prises en vue de diminuer le risque encouru par la population et l'environnement.

5.9.2 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Le projet de PLQ prévoit du logement, des activités de commerces de denrées alimentaires, des restaurants, des équipements sportifs et une crèche. Aucune entreprise soumise à l'OPAM n'est prévue dans le programme.

Dans le périmètre d'influence du projet, la route de Frontenex et la route de Chêne sont deux axes soumis à l'OPAM. L'impact du PLQ n'est pas de nature à modifier significativement le volume de trafic sur ces axes (respectivement de 1.5 et 0.5 %). L'impact est jugé non significatif.

Le tracé ferroviaire sis sous la gare des Eaux-Vives n'est pas soumis à l'OPAM, les trains ne transportant que des passagers et aucune matière dangereuse.

5.10 CONSERVATION DE LA FORET

Etant donné l'absence de forêt cadastrée dans le périmètre du projet, ce chapitre est sans objet. Les arbres présents le long du périmètre restreint du projet seront traités dans les chapitres nature et paysage naturel.

Aucun impact sur la conservation de la forêt n'est attendu.

5.11 PROTECTION DE LA NATURE

5.11.1 OBJECTIFS

Selon l'article 18 de la LPN, « la disparition d'espèces animales et végétales indigènes doit être prévenue par le maintien d'un espace vital suffisamment étendu (biotopes), ainsi que par d'autres mesures appropriées ». [...] « Il y a lieu de protéger tout particulièrement les [...] milieux qui jouent un rôle dans l'équilibre naturel ou présentent des conditions particulièrement favorables pour les biocénoses. Si, tous les intérêts pris en compte, il est impossible d'éviter des atteintes d'ordre technique aux biotopes dignes de protection, l'auteur de l'atteinte doit veiller à prendre des mesures particulières pour en assurer la meilleure protection possible, la reconstitution, ou, à défaut, le remplacement adéquat.

5.11.2 BASES LEGALES

LEGISLATION FEDERALE

- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1^{er} juillet 1966
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) du 16 janvier 1991
- LANDOLT E. 1991. Plantes vasculaires menacées en Suisse – Liste rouge. OFEFP, Berne, 183 p.
- DUELLI P., 1994. Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse. OFEFP, Berne, 97 p.
- MEYER A., MONNEY J-C., 2005. Liste rouge des espèces menacées de Suisse-Reptiles, KARCH et OFEFP, 46 p.
- SCHMIDT B., ZUMBACH S., 2005. Liste rouge des espèces menacées de Suisse-Batraciens. KARCH et OFEFP, 46 p.

LEGISLATION CANTONALE

- Loi sur la faune (LFaune) du 7 octobre 1993
- Règlement d'application de la loi sur la faune du 13 avril 1994
- Règlement relatif à la protection de la flore du 15 novembre 1995
- Règlement cantonal sur la conservation de la végétation arborée du 27 octobre 1999
- LAMBELET-HAUETER C. & al., 2006. Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste rouge. CJB, 135 p.

5.11.3 METHODES ET PERIMETRE D'INVESTIGATION

Les investigations ont été réalisées selon les étapes suivantes :

- Recherche bibliographiques et synthèse de la documentation et des données existantes
- Visite du site et relevé de la végétation (milieux naturels, flore, patrimoine arboré)
- Evaluation de la valeur écologique des milieux et espèces présents
- Analyse de l'état futur en fonction du projet d'urbanisme proposé par MSV architectes urbanistes SARL
- Evaluation des impacts du projet

- Propositions de mesures compensatoires supplémentaires au rapport d'impact sur l'environnement présenté dans le cadre du CEVA

La bibliographie suivante est également consultée :

- ECOTEC Environnement, 2008. Plan directeur de quartier de la gare des Eaux-Vives, 36 p.
- DGNP, 2008. Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres, 19p.
- ECOTEC Environnement, 2006. Rapport d'Impact sur l'Environnement CEVA.

VEGETATION

Les impacts du projet sur les milieux naturels, le patrimoine arboré et herbacé ont été évalués sur la base de relevés floristiques effectués le 21 septembre 2011. Les inventaires floristiques effectués par ECOTEC en juin 2003 sur la zone de la Gare des Eaux-Vives dans le cadre du projet du CEVA, complètent également les données récoltées.

Les informations suivantes complètent l'état de référence :

- Inventaire des arbres établi par la Ville de Genève
- Données floristiques transmises par le CRSF
- Données géographiques concernant les périmètres des sites prioritaires du canton de Genève fournies par la DGNP³

FAUNE ET RESEAUX BIOLOGIQUES

Les impacts du projet sur la faune et les réseaux biologiques ont été évalués sur la base des données faunistiques transmises par le Centre Suisse de Cartographie de la Faune. Celles-ci intègrent également les observations provenant du centre de coordination pour la protection des reptiles de Suisse (KARCH), ainsi que du Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (COO). Afin de compléter ces données, les relevés et renseignements fournis dans le cadre du Rapport d'impact sur l'environnement du CEVA sont repris, à savoir, concernant le site d'étude :

- Les inventaires entomologiques (lépidoptères, orthoptères) effectués en août 2005,
- Les inventaires herpétologiques (reptiles) effectués en juin 2005
- DIAE SFPNP, 2002. Carte des corridors grande faune de la région genevoise, d'après les données ECOTEC et SFPNP

Pour rappel, le périmètre du projet du CEVA est englobé dans celui du PLQ ici étudié.

5.11.4 ETAT ACTUEL

5.11.4.1 VEGETATION

Une carte des principaux milieux recensés à l'intérieur du périmètre est annexée au présent document (Annexe 5.11.1.)

³ Cf. CJB, 2011 : Conservation des plantes vasculaires du canton de Genève : espèces et sites prioritaires

Dans une zone fortement urbanisée et délimitée par des axes à gros trafic, la surface située à l'intérieur du périmètre du PLQ apparaît comme une zone particulièrement protégée de la pression anthropique. Plusieurs milieux se distinguent :

- **6'900 m² de végétation herbacée rudérale** peu dense et riche en espèces plutôt thermophiles (alliance phytosociologique du *Dauco-Mellilotion*). **L'ensemble de cette végétation est comprise dans le périmètre de chantier CEVA.** La flore de la végétation rudérale liée au ballast ferroviaire de la Gare des Eaux-Vives comporte cinq espèces rares, visibles dans le tableau ci-après :

ESPECES A STATUT DE PROTECTION				
Nom latin	Nom français	Statut CH	Statut MP1	Statut GE
<i>Bromus tectorum</i>	Brome des toits	LC	VU	VU
<i>Crepis foetida</i>	Crépide fétide	VU	CR	VU
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Diplotaxis à feuilles ténues	LC	VU	LC
<i>Linaria repens</i>	Linaire striée	VU	EN	CR
<i>Vulpia ciliata</i>	Vulpie ciliée	[EN]	EN	LC

Tableau 12 : Liste des espèces floristiques à statut de protection dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives.



Figure 41 : Chemin de terre à travers la végétation rudérale le long de la voie ferrée, à droite une photo de *Linaria repens* prise sur le site.

Au vu du contexte urbain du site, la diversité de ce milieu remplit une fonction importante pour la faune et notamment pour les insectes butineurs. L'implantation d'espèces menacées, à l'échelle du pays, témoigne également du rôle refuge d'une telle surface entourée par un tissu urbain dense. Cette végétation fait d'ailleurs l'objet d'une attention toute particulière puisqu'elle est incluse actuellement dans le « site prioritaire flore » n°177 « Gare des Eaux-Vives »⁴.

⁴ Cf. CJB, 2011 : Conservation des plantes vasculaires du canton de Genève : espèces et sites prioritaires

Le Plan Directeur de Quartier de la Gare des Eaux-Vives, réalisé en février 2008 fait déjà état de « surfaces pionnières où se développent une flore et une faune spécifiques d'intérêt particulier ».

- **3'900 m² de boisement, dont 1'700 m² sont situés dans le périmètre CEVA**, constitué d'essences telles que *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* ou encore *Robinia pseudoacacia*s (cf. Figure 42). La valeur écologique de ces bosquets est relativement limitée au vu de la nature ornementale des arbres et de l'entretien intensif du gazon qu'ils abritent. Cependant, replacé dans le contexte urbain propre au site, l'unité représente un lieu de calme pour l'avifaune notamment.



Figure 42 : Exemple de boisement rencontré dans le périmètre du PLQ longeant la rue Viollier

- **2'721 m² de gazon artificiel** dont 1184 m² contiennent des alignements d'arbres et arbustes plantés. La valeur écologique de cette unité est faible. A noter toutefois l'implantation de plusieurs *Ulmus glabra* qu'il sera important de conserver (cf. partie « Patrimoine arboré » ci-après).
- **1'181 m² de roncier à *Clematis vitalba* intégralement situé dans le périmètre CEVA** où se retrouve également *Linaria repens* (cf. Figure 43).

Ce groupement se trouve en mosaïque avec la végétation rudérale, elle est reléguée de manière générale, à l'interface végétation rudérale et bâtiments construits. Elle joue un rôle d'écran protecteur pour la microfaune présente sur le site. Cette unité participe à la biodiversité floristique et apporte une diversité dans la structuration végétale générale du site (fourrés plus ou moins élevés).



Figure 43 : Le Roncier à Clématite à l'extrémité de la voie ferrée des Eaux-Vives

- 233 ml de haies indigènes intégralement situé dans le périmètre CEVA atteignant au plus fort, une largeur de 8 m (cf. Figure 44). Composées majoritairement d'*Acer pseudoplatanus*, *Coryllus avellana*, *ubus sp.*, *Rosa sp.* et *Clematis vitalba*, les haies accueillent aussi parfois les deux néophytes que sont *Ailanthus altissima* et *Robinia pseudoacacias*. Elles participent à la biodiversité floristique du site et de la même manière que le roncier à clématite, elles amènent une structuration végétale diversifiée favorable aux déplacements d'insectes, reptiles et micromammifères.



Figure 44 : Une haie constituée d'essences indigènes, sur la voie ferrée à proximité du croisement de la voie ferrée avec le Chemin Franck Thomas

- **86 ml de talus boisé** d'essences telles qu'*Acer pseudoplatanus*, *Populus nigra subsp. Italica*, *Betula sp.*, *Prunus sp.* ou encore *Tilia platyphyllos*. Situé à la limite d'un parking et d'un entrepôt de stockage de matériaux de construction, le talus est exposé aux bruits et dérangements réguliers pour la faune présente dans le périmètre du site. La valeur écologique de cette unité est donc restreinte, tant du point de vue faunistique que floristique.
- **73 ml de talus herbacé** sans valeur écologique notoire.

5.11.4.2 PATRIMOINE ARBORE

Dans le périmètre du PLQ, l'abattage des arbres est réparti entre les nécessités du projet CEVA et celles du PLQ Gare des Eaux-Vives. Pour une partie, il s'agit d'arbres en alignements, situés sur les avenues de la Gare des Eaux-Vives et de Chamonix, la Rue Viollier, ainsi que sur le Chemin Franck-Thomas. Pour la seconde partie, se sont des arbres en groupes, notamment au niveau des boisements ou talus boisés décrits précédemment, mais aussi des spécimens isolés, parfois de grande taille. Ainsi, on note la présence d'un cèdre d'une circonférence supérieure à 4 m ainsi que deux peupliers de plus de 3 m de circonférence dans le périmètre du PLQ. Ces arbres seront conservés dans le cadre du projet. On note également la présence de trois arbres remarquables à proximité du projet, un hêtre pourpre, un cèdre et un marronnier avec des circonférences de respectivement 3 m, 4 m et 4 m.

Dans le cadre du périmètre du PLQ, 246 arbres sont dénombrés dont 19 genres représentés. Globalement, il s'agit d'un patrimoine arboré diversifié en bonne forme⁵ avec des spécimens dont la

⁵ Cf. USSP, 1974. Normes pour le calcul de la valeur des arbres d'ornement p.3

circonférence moyenne est de 1.5 m. Quinze arbres plus sénescents, avec une circonférence supérieure à 2 m sont présents dans le périmètre du PLQ, essentiellement de vieux marronniers dont une partie forme l'alignement de l'Avenue de la Gare des Eaux-Vives, prévus à l'abattage.

Le tableau ci-après détaille les 234 individus concernés par l'abattage et les 8 arbres à conserver dans le périmètre. Ces derniers sont choisis sur la base de leur valeur qui varie en fonction de l'essence, de leur dimension et de leur emplacement, qui doit rester compatible avec le PDQ approuvé.

Nombre d'arbres situés dans le périmètre du PLQ				
Genre	Nom français	Arbre à abattre	Arbre à conserver	Total
<i>Acer</i>	Erable	84		84
<i>Aesculus</i>	Marronnier	26		26
<i>Betulus</i>	Bouleau	2		2
<i>Carpinus</i>	Charme	14		14
<i>Catalpa</i>	Catalpa	4		4
<i>Cedrus</i>	Cèdre	1	1	2
<i>Corylus</i>	Noisetier	3		3
<i>Fagus</i>	Hêtre	1		1
<i>Fraxinus</i>	Frêne	2		2
<i>Malus</i>	Pommier	1		1
<i>Platanus</i>	Platane	9		9
<i>Populus</i>	Peuplier	5	3	8
<i>Prunus</i>	Prunier	2		2
<i>Robinia</i>	Robinier	40		40
<i>Salix</i>	Saule	1		1
<i>Sambucus</i>	Sureau	9		9
<i>Taxus</i>	If	7		7
<i>Tilia</i>	Tilleul	6		6
<i>Ulmus</i>	Orme	12	4	16
	Indéterminé	5		5
Total		234	8	242

Tableau 13 : Liste des individus prévus à l'abattage dans le cadre du PLQ gare des Eaux-Vives

Ces arbres, ainsi que les 99 arbres prévus à l'abattage dans le cadre du CEVA sont présentés dans l'annexe 5.11.2.

5.11.4.3 FAUNE ET RESEAUX BIOLOGIQUES

Le tissu bâti très urbain autour de la gare confère au site un caractère de protection et de milieux diversifié important pour la faune. La présence de végétation rudérale abritant des espèces floristiques thermophiles ainsi que des structures diversifiées comme les haies, ronciers et talus fournissent un refuge de bonne qualité écologique pour la petite et moyenne faune. Le site est particulièrement idéal comme terrain de chasse pour les Chiroptères.

- **Chiroptères :**

La diversité des chauves-souris est appréciable puisque neuf espèces ont été recensées (cf. Tableau 14). Parmi elles, six figurent sur la liste rouge de 1994 comme menacées, dont une : la Sérotine bicolore retiendra particulièrement l'attention puisqu'elle est actuellement en danger d'extinction. Ce sont toutes des espèces protégées selon la loi fédérale de protection de la nature.

Genre scientifique	Espèce scientifique	Nom Français	PRIO	LR	APN
<i>Myotis</i>	<i>daubentonii</i>	Murin de Daubenton	4	3	2
<i>Pipistrellus</i>	<i>kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl			2
<i>Nyctalus</i>	<i>leisleri</i>	Noctule de Leisler	4	3	2
<i>Vespertilio</i>	<i>murinus</i>	Sérotine bicolore	1	1	2
<i>Myotis</i>	<i>mystacinus</i>	Murin à moustaches	4	3	2
<i>Pipistrellus</i>	<i>nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	4	3	2
<i>Nyctalus</i>	<i>noctula</i>	Noctule commune	4	3	2
<i>Pipistrellus</i>	<i>pipistrellus</i>	Pipistrelle commune			2
<i>Pipistrellus</i>	<i>pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée			2

Tableau 14 : Liste de chiroptères observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives

Le site d'étude fourni donc un excellent territoire de chasse pour ces espèces qui dépendent de la présence de boisements, alternant avec des zones ouvertes. Ainsi, la Sérotine bicolore se nourrit principalement d'insectes de petite taille, qu'elle attrape en milieu ouvert.

Des cavités d'arbre propices à l'établissement de la Noctule de Leisler et de la Noctule commune arboricoles, peuvent être fournies par les gros sujets les plus sénescents du secteur.

- **Orthoptères :**

La diversité des orthoptères n'est pas négligeable, avec la présence de trois espèces figurant sur la liste rouge de 1994 en tant qu'espèce menacée. L'Oedipode aigue-marine est notamment en danger d'extinction.

Genre scientifique	Espèce scientifique	Nom Français	LR
<i>Chorthippus</i>	<i>mollis</i>	Criquet des jachères	3
<i>Calliptamus</i>	<i>italicus</i>	Caloptène italien	3
<i>Sphingonotus</i>	<i>caeruleans</i>	Oedipode aigue-marine	1

Tableau 15 : Liste d'orthoptères observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives

Ce sont des espèces xérophiles liées, en présence, au milieu de végétation rudérale recensée sur les bordures de la voie ferrée de la gare. Ce sont des zones peu entretenues où le trafic ferroviaire est réduit, qui constituent des habitats particulièrement favorables à l'établissement de ces insectes.

- **Reptiles :**

Le lézard des murailles a été observé sur le site, il s'agit d'une espèce commune, non menacée en Suisse, mais protégée au plan fédéral comme l'ensemble des reptiles. Les données sur la Vipère aspic, en danger d'extinction, datent de 2004. Cette dernière semble avoir disparu du site depuis.

Genre scientifique	Espèce scientifique	Nom Français	LR
<i>Podarcis</i>	<i>muralis</i>	Lézard des murailles	LC
<i>Vipera</i>	<i>aspis</i>	Vipère aspic	CR

Tableau 16 : Liste de reptiles observés dans le périmètre PLQ gare des Eaux-Vives

- **Mammifères :**

Les données du CSCF mentionnent la présence de deux espèces, en dehors des chauves-souris : l'écureuil d'Europe et la fouine. Ce sont des espèces relativement fréquentes et n'ont actuellement pas de statut de protection.

- **Avifaune :**

Les données concernant l'avifaune proviennent de l'atlas des oiseaux nicheurs du canton de Genève (Albrecht et al., 2003). Le périmètre d'intérêt ne concerne pas d'oiseaux dont le statut de protection est menacé.

- **Réseaux biologiques :**

Le périmètre de projet se situe en dehors de tout corridor de déplacement de la grande faune (SFPNP, 2002). L'axe constitué par la voie ferrée et ses abords constitue un biotope linéaire d'importance non négligeable pour l'herpétofaune et l'entomofaune dans un contexte paysager de zone bâtie.

5.11.5 ETAT FUTUR SANS PROJET

A l'horizon 2018, le CEVA desservira la Gare des Eaux-Vives. Sans projet de PLQ, la majeure partie des surfaces intéressantes du site seront de toute façon détruites par l'emprise du projet CEVA. C'est ainsi l'ensemble des 8'000 m² de surfaces pionnières et rudérales qui seront détruites, avec une compensation partielle effectuées le long de la voie verte. Sans projet de PLQ, le solde des surfaces serait probablement compensé sur le site même de la gare. Au niveau des arbres isolés, 99 arbres sont abattus et compensés sur place. Le bilan serait neutre de ce point de vue et la suppression d'un certain nombre d'arbres sénescents serait partiellement compensée par la mise en place de nichoirs à Chiroptères.

5.11.6 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Le PLQ prévoit des infrastructures publiques, des logements, des activités, services et équipements sportifs. Avec au total 9 bâtiments construits en plus de la nouvelle gare des Eaux-Vives, le site sera très fortement densifié.

Le PLQ a fait l'objet d'un concours remporté par MSV dont les espaces verts seront destinés majoritairement à la détente et aux zones de rencontres. Il est notamment fait mention des éléments suivants :

- Plantations arbustive et arborée sous forme notamment d'allées plantées (*Pyrus calleyriana*).
- Jardins hauts et jardins engazonnés plantés de bambous.
- Parc rudéral avec des plantations de bouleaux en cépée entre les immeubles.

Le projet issu du concours prévoit la plantation d'espèces exotiques telles que bambous, lilas des Indes ou encore poiriers de Chine. Ces essences ne répondent pas aux critères écologiques souhaitables et recommandés par la DGNP, ni aux critères compensatoires imposés par le projet du CEVA. Des essences indigènes et permettant de conserver l'esprit du concours seront donc plantées dans le périmètre du PLQ. Pour cela, les principes généraux de replantation issus de la Directive concernant les plantations compensatoires datées de 2008 seront intégrées dans le cahier des charges des mandataires

chargés de concevoir les aménagements extérieurs. Certaines pistes peuvent être proposées comme changer les poiriers de Chine par des poiriers d'essence indigènes. Il est également proposé d'associer une couverture type prairie maigre voire surface rudérale en lieu et place des surfaces engazonnées demandant beaucoup d'eau et écologiquement stérile.

5.11.7 IMPACTS DU PROJET

La majeure partie des milieux intéressants touchés, se situe dans le périmètre du CEVA. Ces impacts seront donc compensés ou plutôt leur compensation sera financée par le projet CEVA. Il n'en demeure pas moins que ces impacts devront être compensés sur place, dans le cadre du projet de PLQ.

Le bilan des surfaces et éléments écologiques dont la perte est à compenser est le suivant :

- Végétation rudérale et roncier correspondant approximativement aux limites du site prioritaire flore n°177 Gare des Eaux-Vives : 8'081 m² dont **4'400 m² sont à compenser sur le site**, majoritairement sous la forme de toiture végétalisée.
- 99 arbres correspondant aux compensations liées au CEVA seront plantés dans le périmètre du PLQ. Ils seront majoritairement d'essence indigène et, dans la mesure du possible, en pleine terre. La question de la prise en charge et de la répartition des coûts liés à ces replantations est réservée.
234 arbres abattus dans le cadre du projet seront compensés à valeur égale selon le décompte effectué par la DGNP. Ces compensations pourront être effectuées sous forme de nouvelles plantations, d'entretien de la végétation existante ou de mesures en faveur de la nature. Elles se feront dans la mesure du possible sur le site ou dans un périmètre élargi si tel n'est pas le cas
- Linéaire de haies indigènes : 233 ml.
- Impact important sur le terrain de chasse et l'habitat des Chiroptères par la suppression d'arbres sénescents et d'espace de chasse. Des nichoirs à chiroptères devront être intégrés.

Le chapitre (8.1.11) récapitule l'ensemble des mesures compensatoires liées au projet de PLQ. Ces mesures ne sont pas facultatives et devront être mises en œuvre de manière à réaliser les compensations requises, comme le recours aux essences indigènes ou la diversification des essences (pas de plantation monospécifique de bouleau).

Impacts sur la végétation	Impacts sur la faune	Quantité
Disparition de végétation rudérale classée en site prioritaire flore	Perte de sites de reproduction et de nourrissage	8'081 m ²
Défrichement de haies vives	Perte de connectivité biologique	233 ml
Abattage d'arbres dont 15 faisant plus de 2 m de circonférence	Rajeunissement de la végétation, perte de cavités abritant chiroptères	234
Disparition de surfaces boisées	Perte de site de reproduction et de nourrissage	3'900 m ²

Tableau 17 : Bilan des impacts du projet du PLQ gare des Eaux-Vives

Protection de la nature

- *Investigations complémentaires pour déterminer les arbres abritant des chiroptères.*
- *Définition des surfaces et type de toiture végétalisée.*
- *Coordonner la conception des toitures végétalisées avec la DGNP, la DGEau et le ScanE.*
- *Coordonner la conception des jardins plantés avec la DGNP.*
- *Réaliser un plan d'aménagement paysager conformément aux Directives relatives aux arbres.*
- *Coordonner les principes de replantation avec le mandataire paysagiste et SER du CEVA*
- *Intégrer les compensations pionnières de CEVA dans le plan de réaménagement*
- *Etablir un plan des mesures compensatoires proposées, coordonnées avec le projet CEVA*

5.12 PROTECTION DU PAYSAGE NATUREL ET BATI

5.12.1 BASES LEGALES

5.12.1.1 ELEMENTS LEGISLATIFS

Les principales bases légales applicables pour ce domaine sont les suivantes :

- Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), du 22 juin 1979.
- Ordonnance fédérale sur l'aménagement du territoire (OAT), du 28 juin 2000.
- Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN), du 1^{er} juillet 1966.
- Ordonnance fédérale sur la protection de la nature et du paysage (OPN), du 16 janvier 1991.
- Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP), du 10 août 1977.
- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE), du 7 octobre 1983.
- Loi cantonale d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (L 1 30), du 4 juin 1987.
- Règlement cantonal sur la conservation de la végétation arborée (L 4 05.04), du 27 octobre 1999.

5.12.1.2 ELEMENTS REGLEMENTAIRES ET DIRECTIVES

- Norme VSS 640577, de l'Association Suisse des professionnels de la route et des transports, du 1^{er} mars 2003.
- Recommandations pour la protection des arbres, de l'Union Suisse des Services des Parcs et Promenades.
- Directive concernant les mesures à prendre lors de travaux à proximité des arbres, Etat de Genève, 13 décembre 2006.

5.12.2 ETAT ACTUEL

Le périmètre du PLQ présente une faible densité de constructions. L'élément structurant du paysage de la gare des Eaux-Vives est composé des différents alignements d'arbres, de grande taille (cf. Figure 46). Les différents petits dépôts confèrent un caractère encore industriel au secteur (cf. Figure 47).

Le périmètre compte également quelques grands arbres, que l'on peut caractériser de remarquables. Le grand Cèdre présent sur l'avenue de Chamonix marque très fortement le paysage (cf. Figure 45). L'ensemble de ces arbres remarquables est conservé dans le projet.

Côté paysage bâti, le seul bâtiment qui mérite d'être relevé est la gare des Eaux-Vives, construite en 1887 qui constitue pour sa part l'élément fort au niveau du patrimoine bâti. Ce bâtiment a fait l'objet d'une demande d'inscription à l'inventaire d'Action Patrimoine Vivant (préavisé favorablement par la CMNS le 27 juin 2006).

Il est également à relever la présence des immeubles Heimatstil le long de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives, les murs de contentions, et le site archéologique GE 10 dans l'axe de la route de Chêne.

D'une manière générale, le site présente un aspect de friche industrielle non entretenue. La présence de plusieurs bâtiments délabrés entretient un sentiment de vétusté et de potentiel inutilisé de la parcelle.



Figure 45 : Exemples de spécimens de grande taille, à gauche un cèdre à droite un marronnier



Figure 46 : Alignement de Platane sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives



Figure 47 : Dépôts conférant un caractère industriel au site et Hêtre pourpre à l'arrière plan

5.12.3 ETAT FUTUR SANS PROJET

Le CEVA est en service. La Figure 48 illustre la gare des Eaux-Vives en l'absence de projet de PLQ. L'emprise de la gare est d'environ 1 ha. Seules les galeries marchandes et quelques commerces sont réalisés. Le périmètre demeure en grande partie en friches et la plupart des alignements d'arbres sont conservés.





Figure 48 : Maquette illustrant la gare souterraine des Eaux-Vives, sans développement alentours (CEVA, 2011).

5.12.4 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Le projet consiste en la réalisation d'un nouveau quartier comprenant des infrastructures publiques, des logements, des activités, services et équipements sportifs autour de la nouvelle Comédie. Globalement un total de 9 bâtiments est réalisé dans l'enceinte du PLQ Gare des Eaux-Vives.

Le projet retenu dégage trois strates avec des thèmes différents. Du sud-est vers le nord-ouest, ces trois strates se décomposent comme suit :

- 1) Allée paysagère : L'avenue de la gare des Eaux-Vives est pensée comme un parc linéaire s'ouvrant sur le parvis de la gare. Les alignements abattus sont replantés avec des essences indigènes. La place de la gare se détache de l'ensemble linéaire par un dallage en béton coulé qui reprend le motif de la gare.
- 2) Jardins hauts : Des jardins hauts sont aménagés au dessus de la gare Ceva. Entre les immeubles, des jardins surélevés sont plantés, notamment avec des placettes de bouleaux. La structure est globalement aérée.
- 3) Parc rudéral : L'aménagement prend en compte la nature du sol minéral. La proposition consiste à aménager un milieu rudéral avec des plantations de bouleaux en cépée. Le parc se prolonge dans les quartiers et permet de recoudre les différents tissus. La rue Viollier est aménagée comme une promenade longitudinale (zone de rencontre) qui articule l'arrivée de chemins transversaux. La place de la gare s'insère dans ce milieu rudéral et offre un espace clair appartenant au parc. Des gradins sont aménagés dans la pente de la place.



Figure 49 : Illustration de la première strate (allée paysagère), MSV, 2010.



Figure 50 : Illustration de la deuxième strate (jardins hauts), MSV, 2010.



Figure 51 : Illustration de la troisième strate (parc rudéral), MSV, 2010.

5.12.5 IMPACTS DU PROJET

L'impact majeur sur le paysage urbain est lié à l'abattage de l'alignement de marronniers longeant l'Avenue de la Gare des Eaux-Vives et constituant une valeur paysagère forte. La suppression du « bosquet » situé entre la rue Viollier et l'avenue de Chamonix constitue également un impact important du point de vue du paysage.

Le chapitre 5.11.4.2 ci-avant présente l'ensemble des arbres abattus dans le cadre du PLQ. 234 arbres sont ainsi supprimés. Une partie de ces arbres ne présentent pas de valeur particulière, comme la quarantaine de Robiniers recensés et leur suppression est même positive.

La suppression des dépôts et du bâtiment en préfabriqué situé le long du chemin Franck-Thomas constitue un impact positif du projet, ces bâtiments présentant respectivement un aspect de délabrement important ou un caractère temporaire.

Le sort du bâtiment de la gare des Eaux-Vives n'est pas encore défini mais il est possible que ce dernier soit démoli. Ce bâtiment n'est pas à l'inventaire des monuments et site mais il constitue toutefois un certain patrimoine puisque construit en 1887.

Actuellement, deux variantes du parking souterrain de 291 places sont en cours. La première sur 3 niveaux permettrait un volume de plantation plus généreux et un accès facile des racines à la nappe phréatique sur une partie de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives où sont prévus des alignements d'arbres. La seconde sur un seul niveau beaucoup plus étendu aurait pour conséquence une dalle située à 1.5 m de profondeur n'autorisant plus l'accès des racines à la nappe phréatique.

Globalement, le projet de PLQ aura un impact positif très fort sur le quartier. Il permettra de dynamiser le site et transformera l'actuelle friche en quartier urbain à la fois moderne mais laissant une part importante aux aménagements paysagers.

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Protection du paysage naturel et bâti

- *Définition des implications du choix du parking souterrain « commerces » sur l'espace plantable des arbres au droit de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives ;*

5.13 PROTECTION DU PATRIMOINE BÂTI ET DES MONUMENTS, ARCHEOLOGIE

5.13.1 BASES LEGALES

Les principales bases légales applicables pour ce domaine sont les suivantes :

- Ordonnance fédérale concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP), du 10 août 1977.
- Ordonnance fédérale concernant l'inventaire des voies historiques de la Suisse (OIVS), du 14 avril 2010.
- Loi cantonale sur la protection des monuments, de la nature et des sites (L 4.05), du 4 juin 1976.

5.13.2 ETAT ACTUEL

Il n'y a pas de bâtiments inscrits à l'inventaire ou des immeubles et objets classés monuments historiques dans le périmètre du projet selon les données du Service des monuments et des sites.

Les éléments structurels naturels du paysage de la gare des Eaux-Vives sont indiqués dans le chapitre 5.12. Côté paysage bâti, le seul bâtiment qui mérite d'être relevé est la gare des Eaux-Vives, construite en 1887 qui constitue pour sa part l'élément fort au niveau du patrimoine bâti. Ce bâtiment a fait l'objet d'une demande d'inscription à l'inventaire d'Action Patrimoine Vivant (préavisé favorablement par la CMNS le 27 juin 2006).

Il est également à relever la présence des immeubles Heimatstil le long de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives, ainsi qu'un important mur de contention avec des pierres de Meilleirie faisant l'angle entre la route de Chêne et l'avenue de Chamonix. Il faut également relever le site archéologique GE 10 dans l'axe de la route de Chêne.

La route de Chêne est inscrite comme voie d'importance nationale (IVS GE 10).

5.13.3 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Le projet ne prévoit pas d'atteinte ou de démolition de bâtiments classés.

5.13.4 IMPACTS DU PROJET

L'impact majeur sur le paysage urbain est lié à l'abattage de l'alignement de marronniers longeant l'Avenue de la Gare des Eaux-Vives et constituant une valeur paysagère forte. La suppression du « bosquet » situé entre la rue Viollier et l'avenue de Chamonix constitue également un impact important du point de vue du paysage.

Le chapitre 5.11.4.2 présente l'ensemble des arbres abattus dans le cadre du PLQ. 234 arbres sont ainsi supprimés. Une partie de ces arbres ne présentent pas de valeur particulière, comme la quarantaine de Robiniers recensés et leur suppression est même positive. A noter que le mur de contention a été supprimé dans le cadre du projet CEVA.

Des mesures, à définir en coordination avec l'OPS, devront être prises pour protéger l'ensemble XIX – XXème siècle de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives (Ms-e 21).

Cahier des charges pour l'étude d'impact

Patrimoine bâti, monuments et sites, archéologie

- *Le service d'archéologie devra être impérativement consulté avant l'ouverture de chaque chantier*
- *Réalisation d'un plan des mesures compensatoires, coordonnées avec celles du projet CEVA, issues du projet d'aménagement de qualité, établi avant le dépôt des demandes en autorisation de construire*

6. IMPACTS DE LA PHASE DE REALISATION

Ce chapitre présente les impacts probables de la réalisation du PLQ et des deux parkings souterrains sur deux et trois niveaux. Ceux-ci seront détaillés dans le cadre de la 2^{ème} étape du RIE, lors des demandes d'autorisation de construire.

Ces impacts potentiels sont présentés brièvement ci-après par domaine environnemental.

6.1 TRAFIC

Les informations relatives à la phase de réalisation ne sont pas encore connues. Cet aspect et le suivi environnemental qui en découle (aspects air et bruit), seront traités dans l'étape 2 de l'étude d'impact sur l'environnement, sur la base du cahier des charges du chapitre 7 et des projets définitifs.

6.2 PROTECTION DE L'AIR

Les engins de chantiers sont susceptibles d'émettre une importante quantité de particules fines. Les suies de moteurs Diesel et la poussière minérale mise en suspension par la circulation des engins sont autant de sources de pollution atmosphérique potentiellement gênante, particulièrement en milieu urbain. En outre, l'utilisation de machine à rotation rapide pour scier ou meuler des éléments en béton ou pierre de taille sont autant d'activités génératrices de poussières fines. L'application scrupuleuse de la directive air chantier pour les chantiers de type B devra donc faire l'objet de contrôle. La liste des mesures intégrées au projet sera détaillée dans le chapitre des mesures du RIE 2^{ème} étape, lorsque le projet définitif sera connu.

6.3 PROTECTION CONTRE LE BRUIT

Le chantier prévoit entre autres la démolition des bâtiments existants, opération qui devrait générer un bruit important. Les opérations susceptibles de générer du bruit sont les suivantes :

- circulations des engins ;
- marteau piqueur pour séparer le béton armé de sa ferraille ;
- sciage et meulage ;
- déconstruction des bâtiments existants ;
- excavation des matériaux terreux.

La direction du chantier et le RSER veilleront à appliquer la directive sur le bruit des chantiers pour un chantier de type B.

La liste des mesures intégrées au projet sera détaillée dans le chapitre des mesures du RIE 2^{ème} étape, en fonction des demande définitive de construire.

6.4 PROTECTION DES EAUX

La directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA 431 intitulée « Evacuation et traitement des eaux de chantier » de 1997) édicte les principes de bases concernant l'évacuation des eaux de chantier.

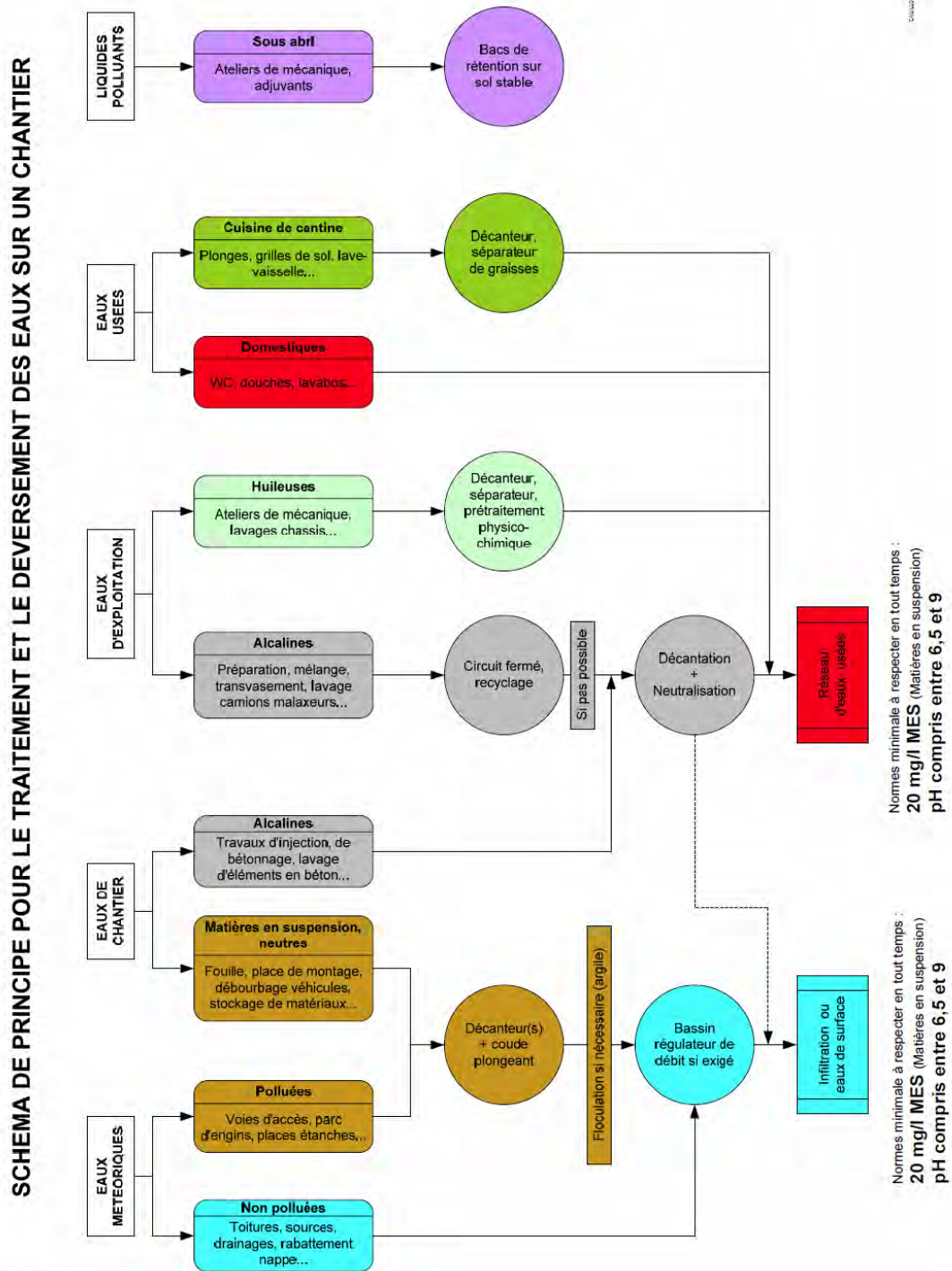


Figure 52 : Schéma de principe pour le traitement et le déversement des eaux sur un chantier (SECOE, 2011).

Les matériaux minéraux pollués (présence de plusieurs sites pollués au droit des bâtiments projetés) seront évacués. Un dispositif de récupération des eaux de ruissellement devra être mis en place. Ces eaux devront être pompées et traitées avant évacuation dans les égouts. Les polluants potentiels sont les métaux lourds, les hydrocarbures et les HAP. Leurs concentrations est toutefois faibles (inférieures aux valeurs T pour les métaux lourds et les HAP). Les métaux lourds sont généralement fixés sur les particules d'argiles. Un dispositif de décantation avec floculation devra donc être mis en place. Les hydrocarbures ont une masse volumique inférieure à l'eau (ils flottent). Un dispositif de siphon doit être mis en place pour les récupérer.

Un concept d'évacuation des eaux de chantier devra être fourni. Les impacts sur les eaux superficielles devraient être négligeables.

Lors de la construction de biens dans la zone du PLQ, il faudra respecter en tout temps la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (recommandation SIA/VSA 431).

Les rejets d'eaux résiduelles industrielles devront être satisfaisant en tout temps aux valeurs définies dans la législation.

Lors du stockage de récipients (entre 20 et 450 l par récipient) de produit pouvant altérer les eaux de classe A ou B, ces derniers devront être placés dans les ouvrages de protection ayant une capacité de rétention suffisante pour permettre la détection des fuites (voir fiches techniques G1 et G2, édition CCE mars 2012).

6.5 PROTECTION DES SOLS

Aucun sol à protéger (sols agricoles ou jardins potagers) n'est recensé dans l'emprise ou à proximité immédiate du projet. L'impact sur le sol est donc jugé nul.

6.6 GESTION DES DECHETS DE CHANTIER

Le règlement d'application de la loi cantonale sur la gestion des déchets (RGD) stipule que celui qui effectue des travaux de construction ou de démolition doit séparer les déchets spéciaux des autres déchets et dans la mesure où les conditions le permettent, doit trier sur place ces derniers afin de les répartir comme il suit :

- ⇒ les déchets spéciaux ;
- ⇒ les matériaux d'excavation et déblais non pollués ;
- ⇒ les déchets non recyclables stockables définitivement en décharge contrôlée pour matériaux inertes sans traitement préalable ;
- ⇒ les déchets non recyclables incinérables ;
- ⇒ les déchets recyclables (métaux, béton, bois, papier-carton, plâtre, plastiques, etc.) .

Par ailleurs, la recommandation SIA 430 « Gestion des déchets de chantier lors de travaux de construction, de transformation et de démolition », entrée en vigueur le 1^{er} février 1994, décrit les mesures à prendre durant les phases du projet et d'exécution. Elle garantit une approche écologique de la gestion des déchets de chantier et établit les principes d'une séparation des matériaux en différentes catégories en vue de leur valorisation, de leur traitement ou de leur mise en décharge.

Avant l'ouverture du chantier, un formulaire de déclaration de gestion des déchets de chantier doit être remis au Service de géologie, sols et déchets (GESDEC).

Etant donné que le volume SIA de construction des bâtiments est supérieur à 10'000 m³ un **plan de gestion des déchets de chantier** devra être élaboré. Il doit notamment déterminer :

- les catégories de matériaux attendues et les quantités correspondantes ;
- la production de déchets au cours du temps.

Il définit également le mode, l'ampleur et l'organisation du tri des déchets, régleme les tâches et les responsabilités des intervenants ainsi que l'organisation de l'évacuation pendant les différentes phases des travaux. La fiche d'information n°2 "Plan de gestion des déchets de chantier", ainsi que les fiches d'information « déchets de chantiers » 1 à 5 du GESDEC, doivent également être consultés. Par ailleurs, le projet prévoit la démolition d'un certain nombre de petits bâtiments anciens. Un diagnostic amiante de ces bâtiments devra être transmis. Des analyses HAP des matériaux bitumineux des chaussées qui seront dégrapées devront être réalisées avant le début des travaux, le volume produit étant bien supérieur à 30 m³. Une investigation sur les PCB devra également être menée sur les bâtiments prévus à la démolition.

6.7 PROTECTION DE LA FORET

Sans objet dans le cadre de ce projet.

6.8 PROTECTION DE LA NATURE

La destruction du milieu vital de la flore et de la faune liées aux milieux rudéraux est estimée à 8'081 m² dont **4'400 m² sont à compenser sur le site**, majoritairement sous la forme de toiture végétalisée. Les caractéristiques pionnières des groupements végétaux nécessitent d'être maintenues sur le long terme.

Le réaménagement de la Gare des Eaux-Vives conduit à l'abattage de 234 arbres en sus des 99 arbres abattus et compensés dans le périmètre du PLQ selon les conditions décrites au chapitre 5.11.7.

Quinze sont sénescents et leur destruction impactera directement l'habitat et le terrain de chasse de populations de neuf espèces différentes de chauves-souris.

A noter également la disparition de 233 ml de haies indigènes.

6.9 PROTECTION DE PAYSAGE NATUREL ET BATI

Durant les travaux, toutes les mesures de protection des arbres à conserver devront être prises (mesures définies dans le RIE 2^{ème} étape).

Afin de limiter les impacts négatifs du projet sur le patrimoine arboré, il est préférable de prévoir la réalisation du programme de plantations durant la période de repos végétatif hivernale. Des mesures complémentaires seront définies et proposées dans le RIE 2^{ème} étape.

Dans le cadre des demandes définitives de construire, il conviendra de caractériser les mesures de compensation des abattages. Cette étape comprendra notamment :

- Précision des emprises du projet, identification précise des arbres abattus et définition des mesures de compensation (replantation à valeur égale, discussion sur les espèces indigènes).
- Elaboration de la demande d'abattage.
- Définition d'un protocole de préservation des arbres durant les travaux.

6.10 PROTECTION DU PATRIMOINE BATI

Sans objet dans le cadre de ce projet.

6.11 SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA REALISATION

Modalités de suivi de la phase chantier :

Le Responsable de Suivi Environnemental de Réalisation RSER devra veiller à ce que les directives en matière de protection de l'environnement soient respectées. Il informera la direction des travaux des problèmes environnementaux survenus sur le chantier et aidera à leur résolution. Les domaines principalement touchés par la phase chantier du projet de PLQ sont :

- Protection de l'air et application de la directive « air chantier ».
- Protection contre le bruit et application de la directive sur le bruit des chantiers.
- Protection des eaux superficielles et application de la directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier.
- Déchets et sites pollués avec le suivi du terrassement par un bureau expert.
- Protection de la nature et application des directives cantonales, notamment la directive concernant les travaux à proximité des arbres.

Le RSER aura également pour tâche de proposer un programme de suivi des mesures pour la phase d'exploitation. Le RSER aura la possibilité de communiquer avec les autorités (en informant au préalable la direction des travaux et/ou le Maître d'ouvrage).

7. ETAPE ULTERIEURE

7.1 CONTENU DE L'ETAPE ULTERIEURE

Le présent rapport (rapport d'enquête préliminaire) a examiné la faisabilité environnementale du projet pour les différents domaines étudiés et a permis de vérifier sa compatibilité avec la législation environnementale.

Dans le cadre des travaux de la 2^{ème} étape, ces aspects seront repris et étudiés plus en détail, selon le cahier des charges synthétisé ci-après par domaine.

Les mesures intégrées au projet font partie intégrante du présent cahier des charges.

Les prestations à effectuer, dépendent directement de l'avancement des études techniques du projet lui-même.

7.2 PROPOSITION DU CAHIER DES CHARGES POUR LE RIE 2

7.2.1 DESCRIPTION DU PROJET

Général :

- Présenter le projet définitif avec l'emprise et les dimensions des bâtiments et des parkings projetés – niveau projet définitif, y compris les mesures prises pour la préservation des réseaux et ouvrages existants. Décrire les éventuels renouvellements de collecteurs au droit du projet.
- Présenter et évaluer les mesures visant l'intégration paysagère et environnementale, le traitement des abords.

Installations, accès et engins :

- Définition de l'emplacement définitif des accès (les principes étant validés), des installations de chantier, des éventuelles pistes provisoires.
- Précisions sur les engins prévus pour les travaux.

Terrassement et remise en état :

- Définition finale des terrassements, délimitation des espaces et des volumes.
- Définition du mode de suivi des terrassements.

7.2.2 TRAFIC

- Détermination du trafic de chantier (flux, horaires, distribution spatiale).
- Indiquer les mesures prises pour minimiser les incidences trafic.

7.2.3 UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

- Définition du système de chauffage/climatisation définitif.
- Définition des énergies renouvelables proposées.
- Prie en compte de l'évolution du concept énergétique territorial du PLQ 29786 pour évaluer l'impact sur l'environnement de la situation actualisée
- Définition de la surface dédiée aux panneaux solaires.

7.2.4 DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION (CHANTIER)

Décrire le chantier et son déroulement, selon le niveau de détail des informations disponibles en termes de :

- Définition de l'emplacement définitif des accès, des itinéraires poids lourds, des installations de chantier (pistes et dépôts provisoires)
- Indications des mesures prises pour minimiser les incidences sur le trafic, la qualité de l'air et la protection des eaux durant la phase de réalisation.
- calendrier et d'opérations, phases de travail et procédés.
- emprise et de voisinage (sites pollués, bruit, vibrations, qualité de l'air).
- ouvrages à réaliser (infrastructure de transport, bâtiment, ouvrage de génie civil, chantier souterrain, démolition, etc.).

7.2.5 PROTECTION DE L'AIR ET DU CLIMAT

- Mise à jour des calculs d'émissions de polluants atmosphériques en cas de modification des hypothèses retenues pour le périmètre élargi.
- Description des mesures intégrées au projet, lors de la phase de réalisation.
- Définition du principe d'évacuation de l'air vicié des parkings.
- Description du chantier et évaluation de ses impacts liés à la qualité de l'air, y compris application de la Directive Air Chantier.
- Définition finale de l'impact sur la qualité de l'air, définition des mesures et du SER.

7.2.6 PROTECTION CONTRE LE BRUIT, LES VIBRATIONS ET LE SON SOLIDIEN

- Comptage routier sur la rue Viollier.
- Modèle de bruit 3D à l'aide d'un logiciel adapté
- Définition finale de l'impact sur les immissions sonores.
- Le cas échéant, proposition de mesures de minimisation et/ou assainissement pour le respect de l'OPB.
- Description du chantier et évaluation de ses impacts sur le bruit. Application de la Directive sur le bruit des chantiers.

- Etudier les impacts environnementaux sur le projet notamment au regard de l'art. 31 de l'OPB.
- Réaliser une coupe ORNI pour la ligne à haute tension à la plus faible distance accessible par les ouvriers du chantier
- Prévoir, le cas échéant, des mesures de protection sur le chantier en cas de dépassement des VLI.
- Etudier les impacts de l'environnement sur le projet notamment au regard de l'art. 31 de l'OPB.
- Prévoir une coordination entre le SABR et les détenteurs des installations bruyantes (ville de Genève) dans le cadre des projets d'assainissement du bruit routier.

7.2.7 PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS

- Réaliser une coupe ORNI pour la ligne à haute tension à la plus faible distance accessible par les ouvriers du chantier et prévoir, le cas échéant, des mesures de protection sur le chantier si le dépassement des VLI est observé.

7.2.8 PROTECTION DES EAUX

Eaux souterraines

- Mentionner les mesures qui seront prises pour éviter tout risque de relation entre la nappe superficielle polluée et la nappe profonde utilisée pour l'eau potable, ainsi que tout risque de pollution de la nappe profonde lors du chantier (mesure de rétention, couverture étanche, traitements des eaux de chantier, gestion du parc des machines de chantier (maintenance, remplissage carburant et huile) en dehors du périmètre dangereux).
- Mentionner toutes les mesures qui seront prises pour éviter l'effet de barrage des parties souterraines des bâtiments sur la nappe superficielle.
- lors de l'excavation, une isolation de la nappe superficielle de la nappe profonde lors de l'excavation devra être réalisée. Les modalités seront décrites dans le RIE 2ème étape avec un rapport géologique adapté et détaillé. Les effets barrages devront être suivis et pris en charge par les dispositifs ad hoc.

Eaux à évacuer

- La capacité des collecteurs au regard des débits supplémentaires engendrés par le projet devra vérifiée.
- Intégrer les principales conclusions du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux à venir sur le projet constructif et préciser : - l'absence de contraintes quantitatives et qualitatives
 - la description du système d'assainissement à mettre en œuvre pour desservir les différents bâtiments et espace public du projet, situation et statut des équipements.
 - La limite des bassins versants existants et futurs avec leurs caractéristiques physiques (coefficient de ruissellement moyen, nombre d'équivalents habitants, etc...)
 - Les points de raccordements des bassins versants sur le système de collecte public et collectif privé à l'état futur d'urbanisation.
- Il conviendra d'évaluer l'impact prévisible sur les eaux durant la phase de chantier, selon la Directive cantonale relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431) de juillet 2004. Pour cela, un concept de gestion des eaux devra être réalisé.

7.2.9 PROTECTION DES SOLS

- Rechercher et indiquer les matériaux terreux nécessaires (en qualité et quantité) à la reconstitution des nouveaux sols « artificiels » dans le cadre des aménagements verts prévus

7.2.10 SITES POLLUES

- Investigations complémentaires avec un maillage resserré.
- Décrire les filières d'évacuation des matériaux conformément à l'OTD et le suivi mis en place
- Suivi environnemental de réalisation lors de l'excavation (définition des tâches du RSER).

7.2.11 DECHETS

Le concept de gestion des déchets sera établi dans le cadre du RIE 2^{ème} étape. Celui-ci confirmera les différents types de déchets, les mesures à mettre en œuvre pour assurer une collecte optimale et leur valorisation ou traitement (filières d'élimination), conformément aux recommandations et exigences légales.

Matériaux d'excavation :

- Réalisation d'un concept de gestion des matériaux d'excavation à intégrer dans la phase de soumissions. Il s'agira de privilégier le concept de tri à la source (non-mélange), en considérant au minimum les catégories énoncées dans l'art. 31 du règlement d'application de la loi sur les déchets RGD – L1 20.01 (Déchets spéciaux ; matériaux d'excavation et déblais non pollués ; déchets non recyclables stockables définitivement en décharge contrôlée pour matériaux inertes sans traitement préalable, déchets non recyclables incinérables, déchets recyclables), par exemple selon le projet cadre de la Société Suisse des Entrepreneurs : « tri des déchets sur le chantier avec le projet bennes multiples ».
- Réduire au maximum les volumes à excaver et prendre en considération toutes les possibilités de valorisation directe sur place.
- Etudier toutes les autres possibilités de valorisation des matériaux d'excavation selon leurs caractéristiques.
- Préparer le planning des travaux et, si nécessaire, organiser le suivi environnemental d'excavation

Déchets :

- Précision des quantités de déchets en fonction du choix de la variante de parking retenue ;
- Réalisation d'un audit des bâtiments devant être démolis. L'audit doit comporter un diagnostic amiante, une expertise PCB et une expertise des autres matériaux et substances à problèmes (déchets spéciaux). Le résultat de cet audit sera intégré au plan de gestion des déchets ;
- Définition plus précises des volumes de matériaux pollués rencontrés en fonction de l'étude de pollution de la parcelle avec un maillage resserré ;
- Diagnostic HAP des chaussées.
- Poursuivre l'étude sur la collecte des déchets, prévoir, en concertation avec la commune, les infrastructures nécessaires au tri des déchets qui seront produits dans le périmètre du PLQ. Dans le cadre de la réflexion, il est impératif de tenir compte de la localisation, de la logistique et de l'évacuation des afin que le tri et la collecte s'effectuent de la manière la plus rationnelle possible. Concernant les déchets qui seront ensuite produits par les entreprises, l'objectif à atteindre doit être de recycler au minimum 70 % des déchets urbains.

7.2.12 ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

Prendre en compte correctement les exigences découlant de l'Ordonnance sur la Dissémination dans l'Environnement (ODE), notamment en matière de plantes exotiques envahissantes

7.2.13 PREVENTION EN CAS D'ACCIDENTS MAJEURS, D'ÉVÉNEMENTS EXTRAORDINAIRES ET DE CATASTROPHES

Aspect définitivement traité au stade du présent rapport d'impact – étape 1. Aucune investigation complémentaire prévue dans le cadre du rapport d'impact – étape 2.

7.2.14 CONSERVATION DE LA FORET

Aspect définitivement traité au stade du présent rapport d'impact – étape 1. Aucune investigation complémentaire prévue dans le cadre du rapport d'impact – étape 2.

7.2.15 PROTECTION DE LA NATURE

- Investigation complémentaire du périmètre restreint, à la recherche d'indices concernant les chiroptères pour leur sauvegarde, le cas échéant.
- Définition des surfaces de toiture qui seront végétalisées, coordination pour la conception des toitures végétalisées avec la DGNP, la DGEau et le ScanE.
- Coordonner la conception des jardins plantés avec la DGNP.
- Réaliser un plan d'aménagement paysager conformément aux Directives relatives aux arbres.
- Etablir un plan des mesures compensatoires proposées, coordonnées avec le projet CEVA.

7.2.16 PROTECTION DU PAYSAGE, DU PATRIMOINE BATI ET DES MONUMENTS, ARCHEOLOGIE

- Définition d'un protocole de préservation des arbres durant la phase de chantier.
- Ajustement des mesures compensatoires (plantations).
- Evaluation fine des impacts des nouvelles constructions sur le paysage urbain, sur la base d'un projet détaillé.
- Le service d'archéologie devra être impérativement consulté avant l'ouverture de chaque chantier.
- Réalisation d'un plan des mesures compensatoires, coordonnées avec celles du projet CEVA, issues du projet d'aménagement de qualité, établi avant le dépôt des demandes en autorisation de construire.

7.2.17 SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA REALISATION

La rédaction d'un complément à cette partie sera réalisée dans le cadre du RIE 2^{ème} étape.

8. MESURES

Une série de mesures est présentée brièvement ci-après par domaine environnemental. Cette liste de mesures n'est pas exhaustive et sera précisée dans le RIE 2^{ème} étape.

8.1 TYPES DE MESURES INTEGREES AU PROJET

Les mesures qui permettent d'assurer la compatibilité légale du projet peuvent être de plusieurs types (au sens de l'art. 18 al.1 de la LPN) :

- Les mesures de protection qui cherchent à limiter au maximum les impacts du projet.
- Les mesures de reconstitution qui visent à « réparer » les impacts temporaires.
- Les mesures de remplacement, dans le cas d'impacts irréversibles, qui visent à compenser ces derniers (« mesures de compensation »).

En outre, des mesures d'accompagnement du projet peuvent être proposées, afin d'améliorer encore son bilan écologique.

8.1.1 PROTECTION DE L'AIR SUR LE CHANTIER

Evaluation des mesures préconisées de protection de l'air sur le chantier selon la Directive Air Chantiers et selon la recommandation "Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier".

8.1.1.1 DIRECTIVE AIR CHANTIERS

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a édicté une **Directive sur la protection de l'air sur les chantiers**⁶. Deux niveaux de mesures ont été déterminés en fonction de la durée, de la nature et de la dimension du chantier d'une part et en fonction de la densité du tissu bâti et de la population d'autre part. Le Tableau 18 suivant présente les exigences générales relatives aux deux niveaux de mesures :

<i>Niveau</i>	<i>Machines, appareils et procédés de travail correspondent :</i>	<i>Mesures</i>
A	Au moins à l'équipement normal et à l'application usuelle des procédés	"Bonne pratique de chantier" (mesures de base)
B	À l'état de la technique selon art. 4 OPair ⁷	Mesures de base et mesures spécifiques

Tableau 18 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection de l'air.

Etant donné que le chantier des parkings souterrains et des bâtiments est situé en zone urbaine, que sa durée est supérieure à 1 an, que sa surface dépasse 4'000 m², la directive impose le **niveau de mesures B**.

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier seront développées dans le RIE 2^{ème} étape, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

⁶ Directive Air Chantiers, OFEV, 1^{er} janvier 2009

⁷ Ordonnance sur la protection de l'air

8.1.1.2 TRAFIC ROUTIER DE CHANTIER

Une autre recommandation de l'OFEV, "Lutte contre la pollution de l'air dans le trafic routier de chantier", traite spécifiquement de la question du trafic routier de chantier.

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier seront développées dans le RIE 2^{ème} étape, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

8.1.2 PROTECTION CONTRE LE BRUIT SUR LE CHANTIER

Selon le principe de prévention, il convient de limiter autant que possible les émissions sonores des chantiers dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation, et économiquement supportable.

Le responsable du chantier sera tenu de prendre toutes les mesures pour réduire les nuisances aussi bien dans l'organisation et dans l'exploitation de son chantier qu'en utilisant des engins équipés et exploités selon l'état reconnu de la technique.

8.1.2.1 DIRECTIVE SUR LE BRUIT DES CHANTIERS

L'OFEV a édicté une directive sur le bruit des chantiers⁸ qui fixe des contraintes à respecter pour les chantiers en fonction du type de travaux envisagés, de la durée du chantier et des phases bruyantes, des distances par rapport aux zones sensibles au bruit, du degré de sensibilité au bruit de ces zones et des transports liés au chantier.

Des mesures de protection particulières peuvent être imposées selon la situation et sont à prendre en compte dans les documents de soumissions et les contrats d'exécution de l'ouvrage.

La directive définit 3 niveaux de mesures de protection contre le bruit selon la durée du chantier et du degré de sensibilité au bruit des zones qui jouxtent le chantier. Le Tableau 19 suivant énonce les exigences générales des différents niveaux de mesures.

Niveau	Les travaux de construction, travaux de constructions très bruyants et transports de chantier	Les machines, les appareils et les véhicules de transport
A	Pas influencés par les mesures	Équipement standard
B	Faiblement influencés par les mesures	État reconnu de la technique
C	Notablement influencés par les mesures	État le plus récent de la technique

Tableau 19 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection contre le bruit.

a. Travaux de construction

La Directive distingue les travaux de construction normalement bruyants des travaux de construction très bruyants. Les degrés de sensibilité au bruit du voisinage sont les DS III. La durée des travaux normalement bruyants sera supérieure à 8 semaines.

Compte tenu de ce qui précède, la Directive impose l'application du **niveau de mesures B** à l'ensemble des travaux de construction normalement bruyants, hormis les transports de chantier.

Si des travaux devaient avoir lieu de 12 à 13 heures, de nuit (19h-7h) ou le dimanche et les jours fériés, le niveau de mesures C serait appliqué.

⁸ Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinées à limiter le bruit des chantiers, OFEV, 24.03.2006.

b. Travaux de construction très bruyants

Les degrés de sensibilité au bruit du voisinage sont les DS III. La durée des travaux très bruyants sera vraisemblablement inférieure à 1 an.

Compte tenu de ce qui précède, la Directive impose l'application du **niveau de mesures B** à l'ensemble des travaux de construction très bruyants.

Si des travaux devaient avoir lieu de 12 à 13 heures, de nuit (19h-7h) ou le dimanche et les jours fériés, le niveau de mesures C serait appliqué.

c. Transports de chantier

En ce qui concerne les transports depuis et vers le chantier, le niveau de mesures dépend du trafic journalier de chantier, et des périodes de transports (jour ou nuit). Le niveau de mesures sera déterminé dans le RIE 2^{ème} étape, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

d. Mesures préconisées

Les mesures préconisées (travaux de construction, travaux de construction très bruyants, transports de chantier) seront développées dans le RIE 2^{ème} étape, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

8.1.2.2 ORDONNANCE SUR LE BRUIT DES MACHINES

L'**Ordonnance sur le bruit des machines OBMa** est entrée en vigueur le 1^{er} mai 2007. Cette nouvelle base légale concerne l'ensemble des machines et engins de chantier. Elle régit notamment les procédures d'évaluation de la conformité acoustique des matériels mis sur le marché, le marquage du niveau de puissance acoustique L_{WA} et le contrôle ultérieur du matériel mis sur le marché. Certains matériels sont soumis à des valeurs limites d'émissions. Les matériels entrant dans le champ d'application de l'OBMa bénéficient d'un délai transitoire de 2 ans, c'est-à-dire que les dispositions de cette nouvelle ordonnance sont entrées en vigueur le 1^{er} mai 2009.

8.1.3 PROTECTION CONTRE LE BRUIT EN PHASE D'EXPLOITATION

A priori, aucune mesure particulière n'est nécessaire. Ce point sera confirmé dans le RIE 2^{ème} étape.

8.1.4 PROTECTION CONTRE LES VIBRATIONS ET LE SON SOLIDIEN

Sans objet.

8.1.5 RAYONNEMENT NON IONISANTS

Sans objet.

8.1.6 PROTECTION DES EAUX

Compte tenu de la présence d'un site pollué, la phase chantier sera une étape critique pour la protection des eaux de ruissellement. En effet, il y a un risque important de contact et lessivage des polluants par les

eaux météoriques. Un dispositif de traitement des eaux météoriques devra être précisé dans le plan de gestion des eaux, remis avant le début des travaux.

8.1.7 PROTECTION DES SOLS

Sans objet.

8.1.8 SITES POLLUES

La présence d'un site pollué avec les substances suivantes : Hydrocarbures, HAP et métaux lourds engendrera un nombre important de matériaux nécessitant une mise en décharge particulière (DCMI ou incinération en cimenterie). Les volumes et la répartition des matériaux pollués seront précisés dans le RIE 2^{ème} étape.

8.1.9 GESTION DES DECHETS

Elaboration du concept de gestion des déchets de chantier lors des travaux de démolition et de construction.

8.1.10 PROTECTION EN CAS D'ACCIDENTS MAJEURS, D'EVENEMENTS EXTRAORDINAIRES ET DE CATASTROPHES

Pas de mesures particulières sont prévues pour ce domaine au stade actuel de la procédure.

8.1.11 PROTECTION DE LA NATURE

Les mesures intégrées au projet tiennent compte des compensations proposées dans le cadre de la réalisation du projet CEVA concernant les impacts sur le site de la Gare des Eaux-Vives à savoir :

- Reconstitution et entretien de milieux xériques et caillouteux favorables aux orthoptères xérophiles en bordure de la Voie Verte à la hauteur de l'entreprise Rolex.
- Concernant les espèces floristiques menacées : prélèvement de graines pour la crépide fétide et le brome des toits est effectué avant le début des travaux pour leur replantation ultérieure sur un site aux caractéristiques stationnelles comparables.
- Création de milieux de substitutions destinés à servir de zones refuge pour le lézard des murailles durant la phase de chantier du CEVA. Il serait important de les maintenir, dans la mesure du possible, jusqu'à la finalisation des travaux du PLQ.

Il est important également de respecter les bonnes pratiques de plantations mentionnées dans la Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres (DGNP, août 2008) afin d'assurer aux futurs arbres plantés une bonne reprise et garantir ainsi leur pérennité. Il s'agit prioritairement de ménager un espace plantable avec une fosse de plantation de minimum 9 m³ et d'organiser, autant que possible, la mise en continuité des fosses.

Les mesures compensatoires du CEVA ne couvrent pas entièrement les surfaces d'intérêt détruites par le PLQ, et les données faunistiques liées au PLQ font état d'espèces particulièrement menacées à prendre en compte. Pour pallier aux manquements du CEVA et en complément, les mesures d'accompagnement présentées dans le tableau suivant sont à intégrer. Ces mesures ne sont pas facultatives et devront être

prises en œuvre de manière à réaliser les compensations requises, comme le recours aux essences indigènes ou la diversification des essences (pas de plantation monospécifique de bouleau) :

Impacts sur la végétation	Impacts sur la faune	Pertes	Mesures compensatoires	Quantité
Disparition de végétation rudérale classée en site prioritaire flore	Perte de sites de reproduction et nourrissage	8'081 m ²	<i>Reconstitution de milieux xériques favorable aux orthoptères en bordure de la Voie Verte relative au CEVA</i>	3600 m ²
			Végétalisation des toitures disponibles	estimée à 2700 m ²
			Végétalisation rudérale des dits « jardins hauts » (ensemencement adéquat)	estimée à 1700 m ²
			Végétalisation rudérale du parc « rudéral » annexe à l'intérieur du PLQ (ensemencement adéquat)	estimée à 1100 m ²
Défrichement de haies vives	Perte de connectivité biologique	233 ml	Plantations conformes à la Directive concernant les plantations compensatoires. (i.e. : espèces indigènes)	A définir par le plan d'aménagement paysager
Abattage d'arbres par le projet CEVA	Rajeunissement de la végétation, perte de cavités abritant chiroptères	99	Plantations conformes à la Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres (i.e. : espèces indigènes et conditionnement). Plantations dans le périmètre du PLQ	99
Abattage d'arbres dont 15 faisant plus de 200 cm de circonférence	Rajeunissement de la végétation, perte de cavités abritant chiroptères	234	Plantations conformes à la Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres (i.e. : espèces indigènes et conditionnement)	Valeur équivalente
			Pose de nichoirs à chauves-souris	20
Disparition de deux boisements	Perte de site de nourrissage	3'900 m ²	Plantations conformes à la Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres (i.e. : espèces indigènes et conditionnement)	Valeur équivalente

Tableau 20 : Les mesures compensatoires intégrées au projet du PLQ gare des Eaux-Vives.

Des précisions supplémentaires sont encore à définir dans le cadre du rapport d'impact 2^{ème} étape concernant la création des toitures végétalisées, le type d'ensemencement des jardins hauts ainsi que l'arborisation incluant des espèces indigènes et exotiques. Des cultivars horticoles pourront être sélectionnés pour leur qualité paysagère (par exemple des variétés pourpre ou pendante).

Les nichoirs à chauve-souris sont également à définir en présence de spécialistes, ils diffèrent selon l'espèce considérée et doivent être implantés judicieusement.

8.1.12 PROTECTION DU PAYSAGE, DU PATRIMOINE BATI ET DES MONUMENTS

Compensation des alignements d'arbres. Définition d'espaces plantables généreux pour garantir une reprise optimale des sujets.

9. CONCLUSION

Le présent rapport d'impact 2^{ème} étape a été mené afin de disposer d'un rapport qui permette de juger de la faisabilité environnementale du PLQ Gare des Eaux-Vives. Le cahier des charges du RIE 2 est proposé dans ce rapport avec diverses mesures environnementales (chapitres 7 et 8).

Au terme de cette première étape, il apparaît, pour les différents domaines étudiés, que le projet est réalisable dans son ensemble du point de vue environnemental. Aucun impact négatif déterminant et pour lequel aucunes mesures ne pourraient être raisonnablement envisagées n'a été identifié. La faisabilité environnementale du projet est donc confirmée. En outre, ce projet constitue une opportunité pour financer la dépollution des sites GSIPOL N° 29'945, 29'947, 29'189, 29'946, 400'002, 400'049 et 400'200.

Les domaines de l'environnement qui devront principalement faire l'objet d'une analyse complémentaire dans le cadre du RIE 2^{ème} étape sont la protection contre le bruit, la protection des eaux, les sites pollués et les déchets.

Concernant la protection de la nature, le PLQ et le projet CEVA sont étroitement liés, puisque le PLQ doit compenser une partie des impacts CEVA. En synthèse, le PLQ devra compenser 4'400 m² de milieu xérique, dont environ 2'700 en toiture. 99 arbres abattus par le CEVA seront compensés sur place en privilégiant des essences indigènes et en garantissant un espace plantable suffisant. Le plan d'aménagement paysager présenté lors du RIE 2^{ème} étape garantira la compensation des 234 arbres (hors CEVA), des 3'900 m² de boisement et d'une partie des 233 ml de haie basse détruite lors du projet. Le solde des compensations pourra se faire à travers le fond cantonal de compensation écologique.

Le projet est en totale adéquation avec le plan directeur cantonal qui lui fait directement référence, et peut être mis en relation directe avec la fiche 2.17 PAC Gare des Eaux-Vives :

Le périmètre de la gare des Eaux-Vives est propriété des collectivités publiques. C'est un enjeu d'aménagement de première importance, un des derniers grands potentiels à bâtir au centre ville, riche d'avenir avec la perspective de réalisation de la ligne ferroviaire Cornavin - Eaux-Vives - Annemasse (CEVA). Il pourrait devenir un pôle d'activités et d'équipements, en même temps qu'une interface de transports publics.

Par ailleurs, le projet respecte entièrement le plan directeur communal de la ville de Genève, notamment sur les points suivants :

- Promouvoir la densification des secteurs proches du centre dans le respect des principes du développement durable en diminuant le trafic pendulaire et l'étalement urbain ;
- Créer une centralité forte autour de la future gare des Eaux-Vives : logements, commerces, espaces publics de qualité ;
- Créer une interface multimodale majeure ;
- Mettre en place un réseau performant de mobilités douces, assurer la perméabilité du secteur ;
- Réaliser un équipement culturel d'agglomération (Nouvelle Comédie) ;
- Garantir la mixité sociale du quartier en équilibrant le nombre d'emplois et de logements et en diversifiant les types de logements ;
- Stimuler les activités commerciales (prolonger l'offre commerciale de l'hypercentre et favoriser le commerce de proximité) ;

- Accentuer l'action publique dans le quartier, notamment par le biais d'une politique foncière plus active ;

Le rapport d'impact sur l'environnement 2^{ème} étape détaillera les impacts selon le cahier des charges proposé en fonction des nouvelles études et avancées du projet.

10. BIBLIOGRAPHIE

ANALYSE ET MISE EN OEUVRE DES OBJECTIFS D'AMENAGEMENTS DU PERIMETRE DE LA NOUVELLE GARE, BCPH ingénierie, février 2010.

GARE DES EAUXVIVES, CONCEPT ENERGÉTIQUE POUR LE PLQ 29'786, Amstein & Walthert, mai 2011, 64 pp.

Déclaration de gestion des déchets de chantier. Mini guide pour une estimation rapide du volume généré sur le chantier 4 pp. GESDEC, 2004.

FICHES D'INFORMATIONS « DÉCHETS DE CHANTIERS », N° 1 A 5 2004-2009.

LES CHEMINS DE FER DU CANTON DE GENEVE, ETUDE HISTORIQUE DE 1840 A 1960, Département de l'aménagement, de l'équipement et du logement DEAL, services des monuments et sites, septembre 2004, 257 pp.

Liste Prioritaire du Canton de Genève, conservation des plantes vasculaires du canton de Genève: espèces et sites prioritaires, conservatoire et jardin botanique, 2011.

LUGRIN B., A. BARBALAT, P. ALBRECHT, 2003. Atlas des Oiseaux Nicheurs du Canton de Geneve. Editions Nicolas Junod, 384 p.

Manuel EIE, Directive de la Confédération sur l'étude de l'impact sur l'environnement (art. 10b, al. 2, LPE et art. 10, al. 1, OEIE), berne 2009, 162 pp.

MANUEL INFORMATISE DES COEFFICIENTS D'EMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER (MICET), version 3.1 – 2010, OFEV.

PLAN DE GESTION DES DECHETS DU CANTON - 2009-20012. 56 pp. GESDEC, 2009.

Plan de mesures OPair 2003 - 2010, version révisée en 2008. Canton de Genève, 139pp.

Plan directeur cantonal Genève 2015.

Plan directeur communal de la ville de Genève, octobre 2009, 234 pp.

Plan directeur de quartier.....

DÉCHETS ET SITES CONTAMINÉS. DIRECTIVE POUR LA VALORISATION, LE TRAITEMENT ET LE STOCKAGE DES MATÉRIAUX D'EXCAVATION ET DÉBLAIS (DIRECTIVE SUR LES MATÉRIAUX D'EXCAVATION), 20 pp. OFEV, juin 1999.

RAPPORT 2005 SUR LE DEVELOPPEMENT TERRITORIAL, DETEC 2005, 116pp.

Rapport d'évaluation environnementale du projet de plan directeur de quartier. Ecotec environnement SA, février 2008, 40 pp.

11. ANNEXES

Annexe 4 : Etude trafic réalisée par le bureau BCPH

Annexe 4.5 : Concept énergétique du PLQ

Annexe 5.1.1 : Coefficient d'émission de polluants atmosphériques utilisés

Annexe 5.1.2 : Calcul d'émissions des polluants atmosphériques générés par le trafic induit

Annexe 5.1.3 : Calcul d'émissions des polluants atmosphériques générés par les parkings

Annexe 5.2.1 : Calculs des émissions sonores engendrées par l'augmentation du trafic

Annexe 5.2.2 : Calculs des immissions sonores au droit des adresses impactées par le projet

Annexe 5.2.3 : Calculs des émissions sonores au droit des nouveaux récepteurs

Annexe 5.3 : Rapport d'impact sur les rayonnements non ionisants

Annexe 5.4 : Schéma directeur de gestion des eaux

Annexe 5.6 : Analyse de l'état de pollution des parcelles

Annexe 5.11.1 : Carte des milieux

Annexe 5.11.2 : Plan d'abattage



Département des constructions et de l'aménagement de la Ville de Genève – Service de l'aménagement urbain et de la mobilité (SAM) :

Halte CEVA des Eaux-Vives

Analyse et mise en œuvre des objectifs d'aménagements du périmètre de la nouvelle gare

Février 2010

Sommaire

I.	Introduction	3
II.	Périmètre	4
III.	Situation – état actuel	5
III. 1	Hiérarchie du réseau.....	5
III. 2	Mouvements de circulation.....	6
III. 3	Charges de trafic.....	9
III. 4	Réseau TC.....	11
IV.	Développements retenus de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives	12
IV. 1	Développements des dessertes cyclables.....	13
IV. 2	Stationnement des véhicules individuels sur domaine public	14
IV. 3	Stationnement des deux roues motorisés	15
IV. 4	Réaménagement de la place de la Gare.....	16
V.	Propositions.....	17
V. 1	Fermeture de la rue de la Terrassière entre la rue du XXXI Décembre et l'avenue Pictet de Rochemont.....	18
V. 2	Nouveau mouvement de tourner à gauche depuis le chemin Rieu en direction de la route de Malagnou	20
V. 3	Modification de circulation sur le barreau Franck Thomas et priorité aux bus sur le chemin Franck Thomas	22
V. 4	Priorisation de l'axe Grange Canal.....	24
V. 5	Connexion avec le nouvel aménagement de la Tulette	26
V. 6	Nouvelles gestions des carrefours sur la route de Frontenex entre la rue William Favre et la rue des Vollandes	28
V. 7	Régime de circulation sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et modification de circulation	30
VI.	Conclusion.....	32
VII.	Liste des cartes.....	33
VIII.	Liste des annexes.....	33
IX.	Annexe I	34

I. Introduction

Le projet de nouvelle gare ferroviaire de la halte CEVA des Eaux-Vives implique la coordination de nombreuses actions, tant d'aménagement que d'organisation des mobilités entre autres.

La définition de l'aménagement du secteur se traduit au travers de l'élaboration d'un PDQ (Plan directeur de quartier) incluant les diverses volontés et contraintes du site.

D'autre part la mobilité a été abordée sous plusieurs angles, un premier visant l'impact des mouvements générés par le site sur le réseau de circulation (étude réalisée par Citec SA) et plusieurs autres ont porté sur les mobilités douces et les objectifs de stationnement (études réalisées par bcph Ingénierie).

A noter que les mobilités douces auront une importance toute particulière au sein de ce site et dans toutes ses connexions externes dans le but d'en accroître l'usage.

A ce jour les différents objectifs d'aménagement sont retranscrits au sein d'un document formalisé au travers du PDQ.

Il s'agit actuellement de procéder à l'étape suivante qui concerne l'analyse et la mise en œuvre des objectifs d'aménagement retenus, plus particulièrement en lien avec le périmètre de la place de la gare. Cet aménagement modifie de façon importante le réseau et induit une structure ainsi que des liens et des modifications qu'il convient de prévoir complètement sur un périmètre d'influence.

La présente étude prévoit un certain nombre de mesures et intègre des fiches d'actions complètes par thématiques, avec les coordinations nécessaires et les planifications intentionnelles.

III. Situation – état actuel

III. 1 Hiérarchie du réseau

Sur l'illustration qui suit a été reportée la hiérarchie fonctionnelle du réseau routier (en rouge le réseau primaire, en bleu le réseau secondaire, les autres tronçons étant en réseau de quartier). Le secteur de la halte CEVA des Eaux-Vives, en hachuré, est essentiellement situé à proximité immédiate de plusieurs tronçons en réseau primaire (route de Chêne, avenue de la Gare des Eaux-Vives et route de Frontenex).

Carte 2 : hiérarchie du réseau actuelle



Source : SITG (DGM)

Dans l'ensemble le réseau proche de la halte est principalement orienté de façon radiale, hormis la connexion avec l'avenue Rieu, via l'avenue de l'Amandolier et, dans sa prolongation, la rue de Savoie qui assure une connexion tangentielle. Sans rentrer dans le détail à ce stade il convient aussi de mentionner que pratiquement tous les mouvements sont possibles à part certains en tournant à gauche sur la route de Chêne à la hauteur de l'avenue de l'Amandolier (dans ce cas la rue de Savoie est utilisée comme mouvement indirect). Le chapitre qui suit illustre les possibilités actuelles du réseau.

La densité de ce réseau est un facteur qu'il convient d'intégrer au même titre que sa proximité très forte d'avec le site qui pose un certain nombre de problèmes d'interaction avec les développements connexes de la halte.

Il en ressort que plusieurs mouvements importants de tourner à gauche principalement n'existent pas entre deux axes primaires. Il s'agit notamment :

- du tourner à gauche du chemin Rieu en direction de la route de Malagnou
- du tourner à gauche de l'avenue de l'Amandolier en direction de la route de Malagnou
- du tourner à gauche de l'avenue de l'Amandolier en direction de la route de Chêne (faisable indirectement via la rue de Savoie et l'avenue de la Gare des Eaux-Vives)
- du tourner à gauche de la route de Chêne en direction de la rue de Savoie
- du tourner à gauche de la rue de Savoie en direction de la route de Chêne

L'accès au secteur de la gare des Eaux-Vives, tant du côté de l'avenue du même nom que du côté de la route de Frontenex ne souffre d'aucune lacune importante et permet une offre tout à fait satisfaisante.

Toutefois ce secteur supporte un trafic de transit relativement important qui est à mettre en relation avec la typologie de mouvements cités et donc l'offre fonctionnelle qu'ils permettent sur des mouvements tangentiels principalement.

La figure suivante présente ces mouvements dits de transit empruntant le secteur de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives.

Carte 4 : mouvements de transit



Des trois axes concernés par ce type de mouvements celui constitué de le chemin Franck-Thomas, la rue de Savoie et l'avenue de l'Amandolier constitue le plus important, tant en terme de volume de trafic que d'intérêt fonctionnel.

D'autre part l'axe empruntant l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et liant le centre Ville, soit par l'avenue Pictet de Rochemont, la route de Versonnex ou par la Terrassière, constitue de fait une offre parallèle à la route de Frontenex.

Finalement le mouvement de tourner à gauche en direction du centre ville depuis l'avenue de l'Amandolier constitue celui dont l'intérêt est le plus faible vu la configuration du réseau et les capacités des feux offertes au débouché sur la route de Chêne.

III. 3 Charges de trafic

Le secteur de la Gare des Eaux-Vives est concerné par un trafic relativement important tout en restant inférieur à celui observé sur le réseau équivalent à proximité. L'axe constitué par le chemin Franck-Thomas, l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et la rue de Savoie supporte un volume de véhicule compris entre 7'000 et 10'000 véh./J, confirmant les orientations de trafic de transit évoquées précédemment.

Carte 5 : Charge de trafic (source DGM, état 2003 comptage et modélisation)



Il convient de remarquer le faible volume de trafic, selon source de la DGM, empruntant la portion de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives comprise entre la rue de Savoie et la route de Chêne. Il est probable qu'il soit également utilisé pour du trafic de destination. Le lien indirect, de tourner à gauche, entre l'avenue de l'Amandolier et la route de Chêne peut être dimensionné à ce stade sur une base de 200 véh/h correspondant au volume de trafic journalier mesuré.

III. 4 Réseau TC

Le secteur de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives n'est à ce jour utilisé que par la ligne 21 qui effectue sa fin d'itinéraire. Cette avenue offre également la possibilité de rebroussement aux lignes de tram qui emprunte la route de Chêne.

Le réseau est appelé à évoluer à l'horizon de la mise en service du CEVA par le passage des lignes de bus reliant le centre Ville au secteur Arve et Lac sur le chemin Franck-Thomas, le renforcement d'une ligne de bus assurant la connexion de ceinture avec le quartier des Eaux-Vives. L'image suivante illustre les développements en cours.

Carte 5 : réseau transports collectifs futurs en cours de développements



Source : DGM

D'autre part il convient de mentionner le nouvel arrêt de tram au droit de la halte CEVA sur la route de Chêne, arrêt qui implique la suppression de l'arrêt « Roches » actuel et le déplacement de l'arrêt « Villereuse » côté Chêne afin d'assurer une homogénéité dans la répartition des arrêts.

IV. Développements retenus de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives

Le secteur de l'avenue de la Gare des Eaux-Vives subira, au travers de la mise en service du CEVA, un certain nombre d'évolutions qui ont été retranscrites au travers de plusieurs documents en lien avec les développements du projet ainsi qu'avec ceux du PDQ du site.

Ces évolutions portent sur :

- le développement des mobilités douces pour lesquelles des axes prioritaires ont été définis
- le stationnement des véhicules individuels sur le site du PDQ et sur le domaine public
- le stationnement des deux-roues motorisés
- l'aménagement de surface de l'avenue

Les chapitres suivants présentent les options retenues. Les projections d'organisation du réseau qui seront proposées par la suite devront permettre de rendre faisable l'ensemble de ces axes de développements.

IV.1 Développements des dessertes cyclables

Selon les études réalisées dans le cadre des accès à la halte CEVA des Eaux-Vives l'augmentation de l'offre de déplacement en mobilité douce a été inscrite au sein de plusieurs types de développements en vue d'accroître l'attractivité par ces modes, notamment les cycles. L'image qui suit résume les développements retenus et inscrits au plan directeur de quartier.

Carte 6 : développements cyclables



Ces développements concernent des axes majeurs comme l'avenue Pictet de Rochemond, la rue de la Terrassière, les transversales via la rue Théodore Weber et Amandolier.

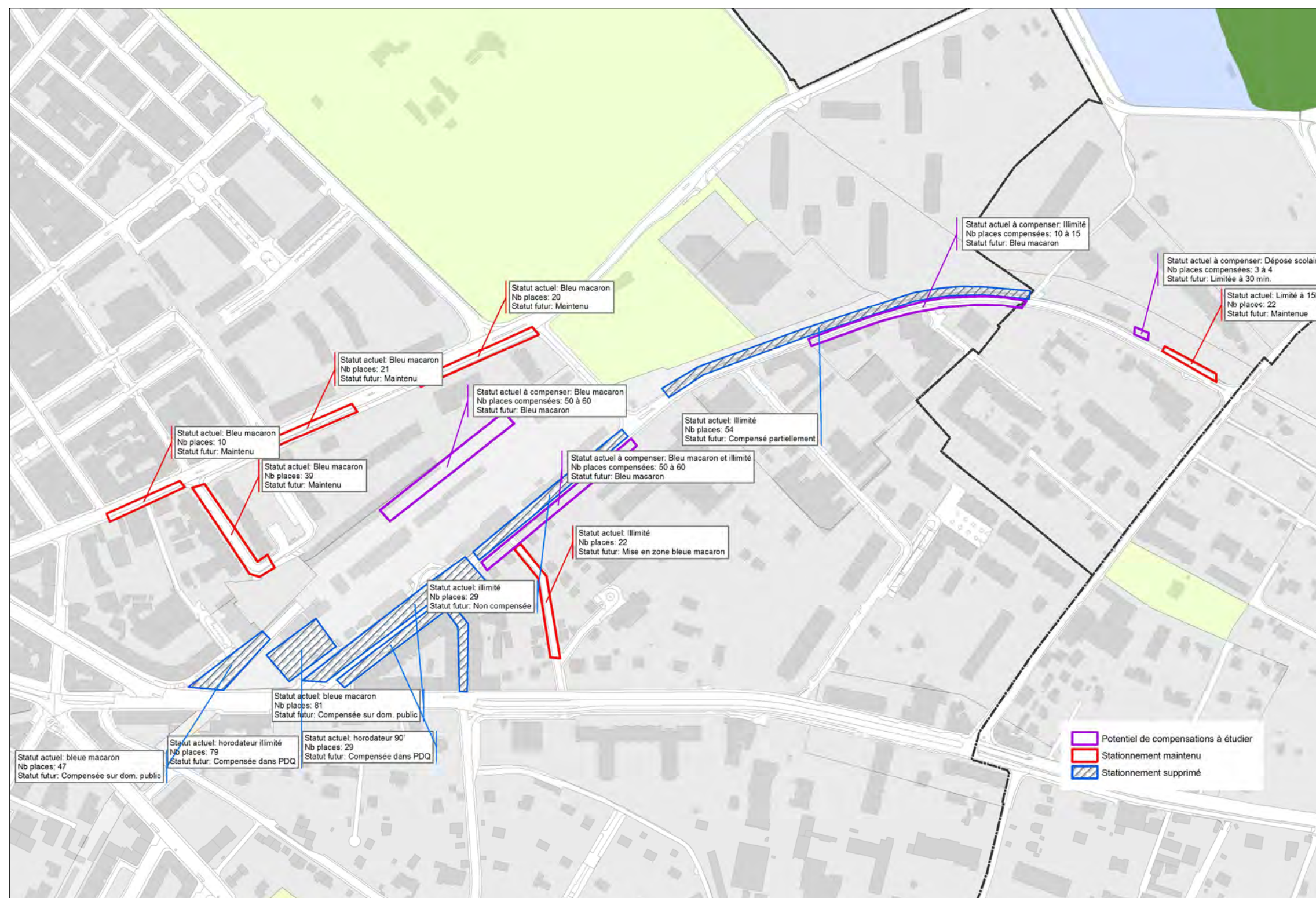
D'autre part les transversalités à la halte de même que les connexions via la route de Chêne sont identifiées comme prioritaires.

Source : bcph Ingénierie, janvier 2008

IV.2 Stationnement des véhicules individuels sur domaine public

Les études menées dans le cadre du PDQ de la gare des Eaux-Vives ont fait ressortir la nécessité de prévoir une offre en stationnement de surface suffisante afin de permettre l'accès des visiteurs ainsi que le stationnement des habitants, au travers des zones bleues à macarons.

Carte 7 : stationnement



En prévision, un certain nombre de place actuellement disponible en surface seront prévues d'être supprimées et compensées partiellement ou intégralement soit par des places en ouvrage soit par de l'offre en surface.

Ces développements ne prévoient pas de stationnement sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives au droit de la future place de la gare.

D'autre part les ratios retenus pour les places en ouvrage liées aux dessertes habitants, emplois et visiteurs sont orientés selon une fourchette basse, dans le respect des règlements en vigueur, afin d'accroître l'usage des autres modes de déplacements. A ce titre il convient également de mentionner les offres en places pour vélos qui seront élevées de part la création de la station vélo et des places pour habitants suivant un ratio élevé.

La place de la gare devrait accueillir des places pour les taxis, dépose minute, cars et livraisons.

Source : bcph Ingénierie, janvier 2008 et mars 2009

IV. 3 Stationnement des deux roues motorisés

Les études menées dans le cadre du développement du PDQ ont permis une connaissance de l'usage des places de stationnement deux roues motorisés, de même que l'occupation de l'espace par le stationnement dit sauvage.

Il en est ressorti que l'accès des visiteurs représente la part la plus importante de l'usage actuel.

Une fois la réalisation de la gare et du programme du PDQ terminés, il est très probable que les usagers en deux-roues motorisés augmentent, principalement pour ce qui concerne le lien avec les activités, commerces et la desserte ferroviaire. C'est pourquoi un certain nombre de mesures, décrites ci-dessous, ont été intégrées afin d'assurer la cohérence de l'aménagement.

Ces mesures devront agir évidemment principalement sur la question du stationnement, surtout pour ce qui concerne l'emplacement et le respect des dispositions.

En effet, les relevés réalisés dans le cadre des études ont montré de façon explicite le ratio élevé de stationnement hors case. Il convient de souligner que la proximité du bâtiment de la gare, des différents commerces et des immeubles d'habitations est un facteur de corrélation très important avec la présence de deux-roues motorisés, en case mais surtout hors case.

Les études ont montré que, quand bien même l'offre actuelle en places de stationnement soit conséquente sur le site, elle n'ait qu'une faible influence sur le respect du stationnement en case. Des distances de seulement quelques mètres des cases par rapport au lieu souhaité peuvent influencer sur le comportement respectueux ou non des usagers.

Sur la base de ces différents constats, des propositions de réaffectation de stationnement peuvent être émises. Comme cela a déjà été évoqué, au vu des résultats et des développements retenus dans le cadre du PDQ, la priorité du réaménagement de surface, c'est-à-dire sur la place de la gare, à proximité des émergences CEVA et sur la nouvelle desserte depuis la route de Frontenex vise à supprimer le stationnement deux-roues motorisés. A cet effet il est proposé :

- de prévoir des aménagements de surface restrictifs vis-à-vis des possibilités de stationnement illicite des deux-roues motorisés. A cet effet il conviendra de ne pas enfreindre les volontés d'augmentation des espaces ouverts à destination de la desserte piétonne et cyclable par des concepts de fermeture des espaces trop contraignants. Un axe obligatoire de contrôle devra être intégré
- de réserver la possibilité de stationner des deux-roues motorisés dans la zone réservée à la galerie technique de la gare. A ce titre un volume d'environ 50 places (correspondant aux visiteurs actuels et à une proportion de pendulaires) pourrait dans un premier temps être prévu, extensible par la suite. Il sera destiné prioritairement aux visiteurs du site et secondairement aux pendulaires. La volonté d'augmentation du nombre de places devra être clairement issue d'un bilan démontrant la nécessité d'une telle action et son impact sur les autres usages
- de rendre payante cette offre de stationnement de façon identique au fonctionnement dans le parking souterrain de la gare de Cornavin. La tarification pourra être directement inspirée des expériences de cet ouvrage

- de prévoir des possibilités de stationnement pour ce type de véhicules dans les parkings des nouvelles habitations. Si l'on se réfère aux taux de motorisation du secteur, les deux-roues motorisés ont un ratio 5 fois inférieur. En respectant cette proportion et les volontés du PDQ il conviendrait de prévoir 1 place deux-roues motorisés pour 10 logements
- d'engager un travail de recueil auprès des habitations existantes afin d'évaluer les possibilités de stationnements pour ce type de véhicules et éviter l'occupation du domaine public
- étudier la possibilité d'un projet pilote de stationnement deux-roues motorisés payant en surface

IV. 4 Réaménagement de la place de la Gare

Le PDQ de la gare des Eaux-Vives précise les volontés d'aménagement de la place au travers des fiches descriptives qui ont été développées

Actuellement, l'avenue de la Gare-des-Eaux-Vives constitue un paysage urbain caractéristique avec une certaine valeur patrimoniale. Ce n'est pas une véritable place de gare mais un axe primaire de circulation (cf. hiérarchisation du réseau routier). Les travaux du CEVA vont passablement modifier le caractère de cette avenue notamment son arborisation.

Les objectifs retenus visent à :

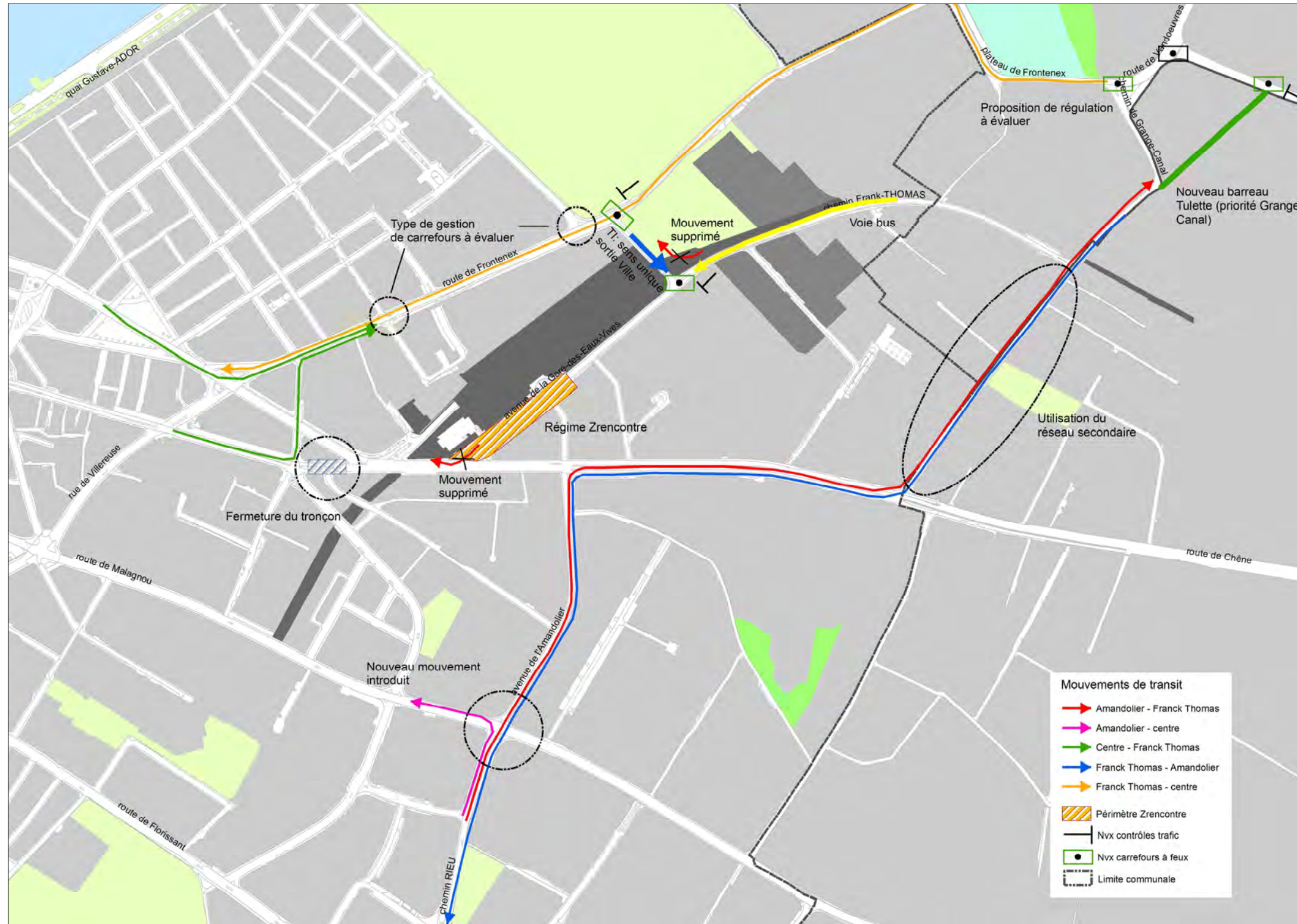
- Redonner à ce lieu une véritable fonction de place (de la gare) en donnant une grande priorité aux mobilités douces et en rétablissant sa qualité d'espace public
- Intégrer une mixité pour les piétons sur l'ensemble du réaménagement
- Intégrer la zone de rebroussement du tramway et les arrêts de bus de ligne et de terminus
- Intégrer les zones pour les taxis, les déposes minute et les cars. A ce titre le nombre de places peut être établi sur la base des expériences du site de Cornavin, aucune norme type VSS n'existant pour le dimensionnement de ce type de stationnement :
 - Taxis : la gare de Cornavin dispose d'environ 35 à 40 cases sur l'ensemble du site, il semble donc judicieux de prévoir environ 15 places sur le site de la gare des Eaux-Vives proportionnellement à l'offre ferroviaire prévue
 - Cars : 2 à 3 cases semblent suffisantes pour accueillir les cars en lien avec une desserte touristique
 - D'autre part il est proposé que les déposes minutes soient limitées à 4 – 5 cases, de préférence sur la desserte de la gare du côté de la rue de Frontenex
- Assurer l'accessibilité multidirectionnelle pour les taxis, les véhicules d'urgence et la dépose minute
- Assurer l'accès pour les cyclistes à la vélostation et le passage longitudinal sur la place, en liaison avec la route de Chêne

Sur la base de ces objectifs un certain nombre de propositions ont été émises de modification de fonctionnement du réseau. Elles sont décrites aux chapitres qui suivent.

V. Propositions

Les objectifs d'aménagements de la place de la Gare des Eaux-Vives induisent à une gestion différente du réseau actuel. Un développement de propositions visant à une libération de l'axe par un usage de transit a été établi. Il vise à définir des solutions de gestion sur un périmètre élargi afin de permettre une gestion plus « en amont » des circulations permettant sur le périmètre restreint de garantir l'accès aux visiteurs, usagers et habitants du site.

Carte 8 : propositions



- Ces mesures se synthétisent par :
- La mise en sens unique du barreau Franck Thomas (de Frontenex en direction du chemin Franck Thomas). Cette mesure conjointe à la mise en place de carrefours à feux aux croisements du barreau avec le chemin Franck-Thomas et la route de Frontenex, à la création d'une voie bus sur le chemin et à la suppression de la sortie de la place sur la route de Chêne permettra de diminuer l'attrait fonctionnel sans altérer l'accessibilité
 - L'amélioration du fonctionnement de l'axe chemin de Grange Canal, route de Chêne et avenue de l'Amandolier, qui ne nécessite pas de mouvements à créer, afin de compenser la diminution de l'offre via l'avenue de la Gare de Eaux-Vives
 - La création d'un nouveau mouvement de tourner à gauche depuis le chemin Rieu en direction de la route de Malagnou
 - La fermeture de la sortie de la rue de la Terrassière sur la route de Chêne afin de permettre les connexions en mobilité douce en direction de cet axe
 - La création de nouveaux carrefours sur la route de Frontenex afin de permettre la connexion de la rue Viollier modifiée pour les mobilités douces et les accès au site de la gare

L'ensemble de ces mesures sont décrites au travers de fiches détaillant les objectifs ainsi que les faisabilités et contraintes.

V.1 Fermeture de la rue de la Terrassière entre la rue du XXXI Décembre et l'avenue Pictet de Rochemont

Description de la mesure



Fermeture de la rue de la Terrassière, au trafic individuel, entre la rue du XXXI Décembre et l'avenue Pictet de Rochemont. Le trafic empruntera la rue du XXXI Décembre puis la route de Frontenex pour les mouvements en sortie de Ville.

Objectifs

- Respect de la hiérarchie du réseau, plus de mouvements de transit en sortie de ville via la rue de la Terrassière
- Connexion de la halte CEVA avec la rue de la Terrassière pour les mobilités douces, facilitée (espace d'aménagement suffisant)
- Augmentation des possibilités de temps verts par la suppression du mouvement de la rue de la Terrassière en direction du centre Ville offrant des possibilités accrues de passage pour les trams et pour les piétons
- Diminution du trafic en transit sur l'avenue de la gare des Eaux-Vives

Faisabilité – contraintes

- Mouvement de tourner à gauche rue de la Terrassière en direction de la rue du XXXI Décembre existant

Faisabilité – contraintes - suite

- Réserve de capacité sur la rue du XXXI Décembre suffisante
- Mise en impasse et double sens de la rue Agasse sur son dernier tronçon à étudier

Procédures

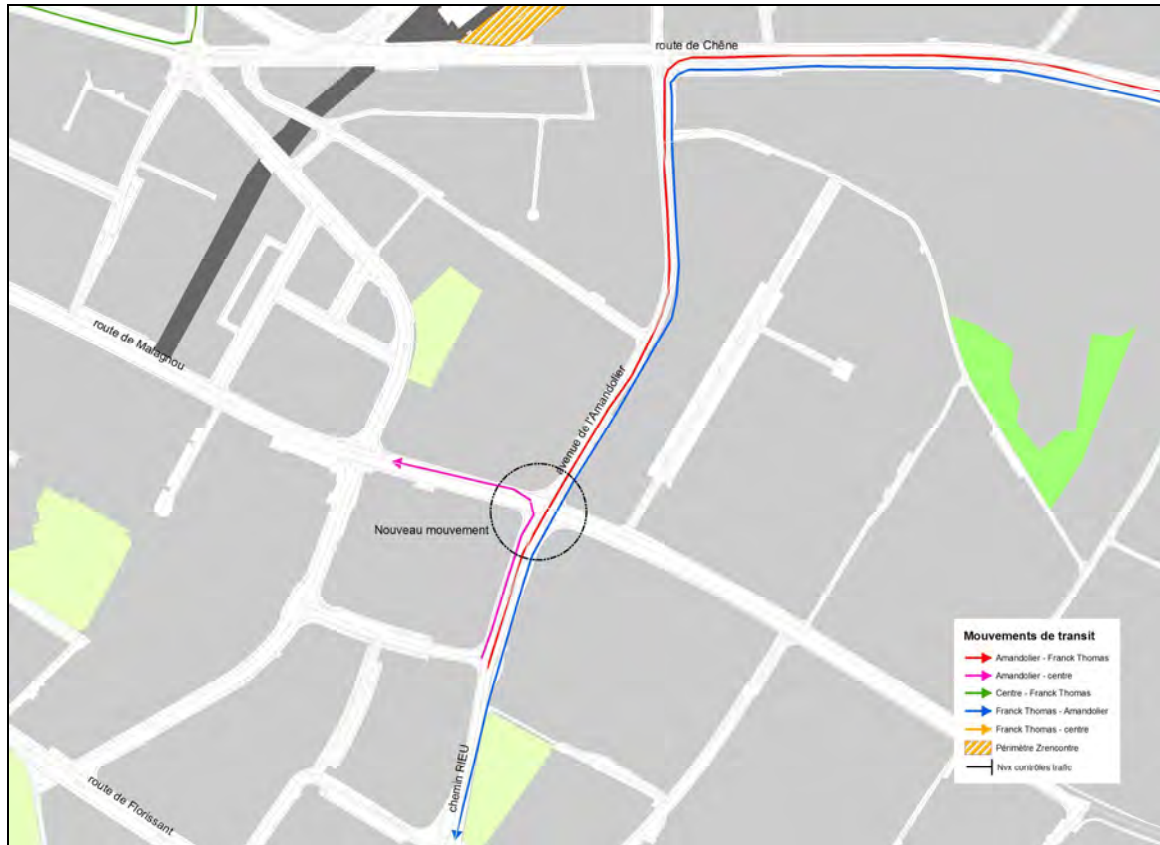
- Enquête publique et arrêté de circulation pour suppression de la circulation sur le tronçon concerné
- Projet d'aménagement du secteur afin d'assurer les connexions cyclables et piétonnes avec la rue de la Terrassière et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : conjointe avec la réalisation du nouvel arrêt de tram sur la route de Chêne

V. 2 Nouveau mouvement de tourner à gauche depuis le chemin Rieu en direction de la route de Malagnou

Description de la mesure



Création d'un mouvement de tourner à gauche depuis le chemin de Rieu en direction de la route de Malagnou.

Objectifs

Le mouvement de tourner à gauche indirect depuis l'avenue de l'Amandolier en direction de la route de Chêne, via l'avenue de la Gare des Eaux-Vives sera impossible au vu de la mesure V.7 (suppression de la sortie en tournant à droite de l'avenue de la gare des Eaux-Vives sur la route de Chêne pour alléger la future place). Un nouveau mouvement de tourner à gauche direct du chemin Rieu en direction de la route de Malagnou est proposé en compensation.

Faisabilité – contraintes (voir Annexe I)

- Gabarit suffisant pour créer une présélection d'une longueur de 30 à 40 mètres
- L'analyse de la régulation prévoit une augmentation du cycle actuel (de 80sec.) à 100 sec. L'ensemble de l'axe de la route de Malagnou est régulé avec un cycle de 80 sec. il y aura donc une modification induite d'environ 5 à 6 carrefours
- Le nouveau mouvement de tourner à gauche est prévu avec un temps vert minimum permettant un débit de 200 véh/h correspondant au volume décrit chapitre III.3
- Les mouvements sur la route de Malagnou ne seront pas affectés

Faisabilité – contraintes (voir Annexe I) - suite

- L'axe Amandolier -> Rieu est affecté selon les plans de feux de manières plus importantes (de 9% à 35%) – Des comptages vont être réalisés afin de comparer les charges de trafic aux temps verts actuels. La suite des études devra évaluer et comparer les volumes de trafic offert et ceux mesurés

Procédures

- Enquête publique et arrêté de circulation pour la suppression de l'interdiction de tourner à gauche
- Projet d'aménagement pour la réalisation de la présélection sur la berme centrale et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : ouverture du chantier CEVA

V. 3 Modification de circulation sur le barreau Franck Thomas et priorité aux bus sur le chemin Franck Thomas

Description de la mesure



Création de deux nouveaux carrefours à feux aux deux extrémités du barreau Franck Thomas avec maîtrise des flux direction ville.

Création d'une voie bus sur le chemin Franck Thomas dans le sens direction ville.

Mise à sens unique pour le trafic individuel du barreau dans le sens route de Frontenex -> chemin Franck Thomas.

Objectifs

- Passage des bus par le chemin Franck Thomas et le barreau Franck Thomas avec des priorités d'exploitations accrues par rapport à celles offertes sur la route de Frontenex (voie bus) et rétention de trafic direction ville non limitante pour les TC
- Diminution du trafic sur le chemin Franck Thomas afin de garantir la progression des bus via la mise à sens unique direction sortie de ville du barreau Franck Thomas et la rétention du trafic direction avenue de la Gare des Eaux-Vives. Ces mesures sont complémentaires à la proposition de diminution du trafic tournant à gauche de la route de Vandoeuvre direction chemin de Grange-Canal (cf fiche V.5)
- Maîtrise du trafic sur la route de Frontenex afin d'assurer la fluidité de fonctionnement du barreau Franck Thomas (mouvement de type « baïonnette »)

Faisabilité – contraintes

- Les relevés de stationnement sur le chemin Franck Thomas concluent à la possibilité d'intégrer une voie bus de 80 à 100 mètres

Faisabilité – contraintes - suite

- Diminution des gabarits routiers du barreau Franck Thomas et amélioration des traversées mobilité douce (voie verte)

Procédures

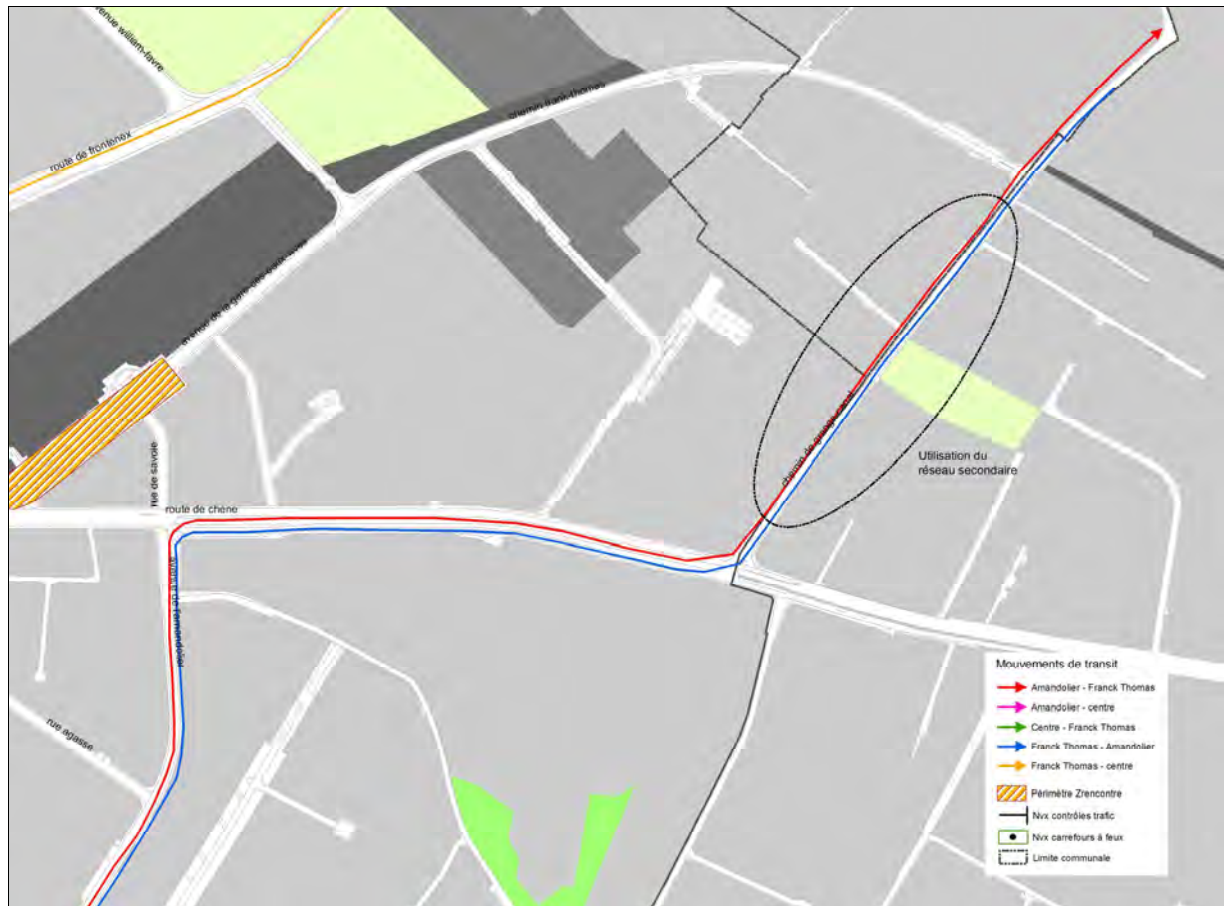
- Enquête publique et arrêté de circulation afin d'introduire le sens unique avec dérogation pour les bus et cycles
- Projet d'aménagement du Barreau Franck-Thomas et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : fin du chantier de couverture des voies du CEVA

V. 4 Priorisation de l'axe Grange Canal

Description de la mesure



Accroissement de la priorité du trafic passant par le chemin de Grange Canal en direction de l'avenue de l'Amandolier, via la route de Chêne, dans les deux sens.

Objectifs

- Alternative à la diminution de trafic passant par le chemin de Franck-Thomas, l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et la rue de Savoie
- Diminuer le trafic de transit par la rue de Savoie afin d'améliorer la desserte piétonne en lien avec l'arrêt de tram Amandolier

Faisabilité – contraintes

- Améliorer et modifier les priorités du carrefour entre les chemins de Grange-Canal et Franck-Thomas afin de prioriser les mouvements sur le chemin de Grange-Canal
- Statut du chemin de Grange-Canal, actuellement en réseau secondaire, à adapter
- Mouvements entre le chemin de Grange-Canal, l'avenue de l'Amandolier et la route de Chêne existants mais à améliorer
- Compatibilité avec la problématique OPB à assurer

Procédures

- Pas d'enquête publique et arrêté de circulation

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : ouverture chantier CEVA

V. 5 Connexion avec le nouvel aménagement de la Tulette

Description de la mesure



Création de carrefours à feu au croisement de la route de Vandoeuvres et du chemin de Grange Canal ainsi qu'entre le nouveau barreau de la Tulette et le chemin de la Gradelle. Mise en priorité du barreau Tulette au nouveau carrefour entre ce barreau et le chemin de Grange-Canal.

Objectifs

- Diminuer le trafic tournant à gauche depuis la route de Vandoeuvres en direction du chemin de Grange-Canal (cf fiche V.3)
- Assurer le passage des bus de façon fluide au travers du barreau Tulette

Faisabilité – contraintes

- La distance entre les deux carrefours à feu sur la route de Vandoeuvres est faible et pose un risque de non maîtrise des files d'attente
- En cas d'infaisabilité de cet aménagement les mesures prises au chemin de Franck-Thomas devraient être renforcées pour ce qui concerne le trafic direction avenue de la Gare des Eaux-Vives
- Le carrefour entre le barreau Tulette et le chemin de Grange-Canal peut être géré par une signalisation lumineuse au clignotant activée lors du passage d'un bus (du type « Gautier »)

Procédures

- Enquête publique et arrêté de circulation afin de mettre en place le régime de circulation voulu sur le futur tronçon, y compris dérogation pour les bus
- Projet d'aménagement du nouveau tronçon et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : fin du chantier CEVA

V. 6 Nouvelles gestions des carrefours sur la route de Frontenex entre la rue William Favre et la rue des Vollandes

Description de la mesure



Les carrefours entre la rue des Vollandes et la route de Frontenex ; la rue William-Favre et la route de Frontenex doivent être modifiés afin de garantir l'accès à la nouvelle rue Viollier et au barreau Franck-Thomas

Objectifs

- Garantir l'accès à la rue Viollier pour tous les mouvements de et vers la route de Frontenex
- Garantir l'interconnexion des carrefours barreau Franck-Thomas et route de Frontenex ainsi que route de Frontenex et rue William-Favre
- Assurer les livraisons de l'ensemble du site de la gare et des commerces
- Assurer la disponibilité de 4 à 5 cases de dépose minute

Faisabilité – contraintes

- Création d'un carrefour géré éventuellement par signaux lumineux hauteur rue des Vollandes. La proximité avec le carrefour de la rue du XXXI Décembre est à analyser

Faisabilité – contraintes - suite

- Mise en sens unique la rue Viollier depuis le croisement hauteur de la rue des Vollandes en direction de la rue William-Favre afin de garantir les connexions avec la route de Frontenex et les accès des parkings
- Nouvelle gestion du carrefour entre la route de Frontenex et la rue William-Favre éventuellement de type giratoire, faisable d'un point de vue gabarit. La proximité avec le carrefour entre le barreau Franck-Thomas et la route de Frontenex est à intégrer

Procédures

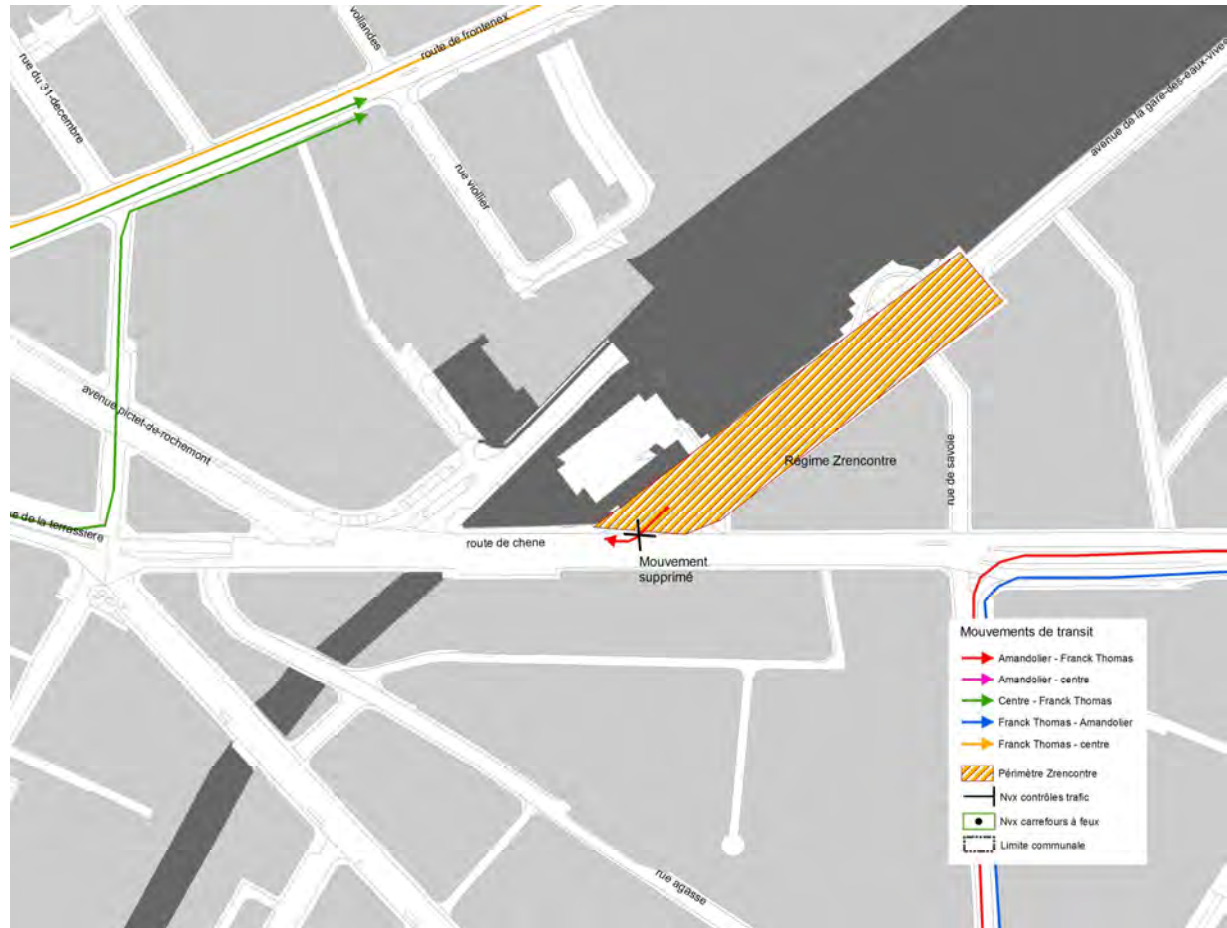
- Enquête publique et arrêté de circulation afin de mettre en place le régime de circulation voulu sur le futur tronçon de la rue Viollier
- Projet d'aménagement de la rue et des carrefours et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2010
- Mise en service : fin du chantier CEVA

V.7 Régime de circulation sur l'avenue de la Gare des Eaux-Vives et modification de circulation

Description de la mesure



Interdiction du mouvement de tourner à droite de l'avenue de la gare de Eaux-Vives en direction de l'avenue Pictet de Rochemont. Mise en zone de rencontre de la place de la gare des Eaux-Vives.

Objectifs

- Diminuer le trafic de transit sur la place de la gare
- Accroître la priorité aux piétons et cycles
- Faciliter les connexions intermodales
- Réserver les espaces pour environ 15 places à destination des taxis, et 3 places pour les cars
- Garantir le passage de la ligne bus TPG desservant la gare
- Garantir les accès depuis les axes routiers à destination des différents usages de la gare
- Prévoir un aménagement intégrant l'objectif de reporter intégralement le stationnement deux-roues motorisés en ouvrage
- Limiter le stationnement des deux-roues légers en surface par la création de la station vélo

Faisabilité – contraintes

La réalisation de cette mesure est coordonnée avec l'ensemble des autres propositions prévues sur un périmètre plus large induisant une diminution du volume de trafic. C'est pourquoi il n'y a pas d'autres modifications de circulation de et vers la place afin de garantir l'accès par l'ensemble des usagers.

Procédures

- Enquête publique et arrêté de circulation afin de mettre en place le régime de circulation voulu sur la place, y compris toutes les dérogations décidées
- Projet d'aménagement et demande en autorisation de construire

Planification

- Elaboration projet : fin 2011
- Mise en service : fin du chantier CEVA

VI. Conclusion

La mise en œuvre de la requalification de la place de la Gare des Eaux-Vives nécessite une modification de schéma de circulation sur un périmètre élargi, au travers de modifications de mouvements, de mise à sens unique et de modifications dans la gestion des carrefours permettant une diminution du trafic de transit.

Un ensemble de propositions a été établi et décrit au travers d'actions concrètes. Des fiches de synthèse permettent de prévoir les actions à mener.

L'objectif de réaménager la place de la Gare dans un esprit de zone de rencontre est intimement lié à ces objectifs et permettra de créer une nouvelle dynamique de desserte multimodale de ce pôle.

VII. Liste des cartes

Carte 1 : périmètre d'étude.....	4
Carte 2 : hiérarchie du réseau actuelle.....	5
Carte 3 : mouvements de circulation.....	6
Carte 4 : mouvements de transit.....	7
Carte 5 : Charge de trafic (source DGM, état 2003 comptage et modélisation).....	9
Carte 5 : réseau transports collectifs futurs en cours de développements.....	11
Carte 6 : développements cyclables.....	13
Carte 7 : stationnement.....	14
Carte 8 : propositions.....	17

VIII. Liste des annexes

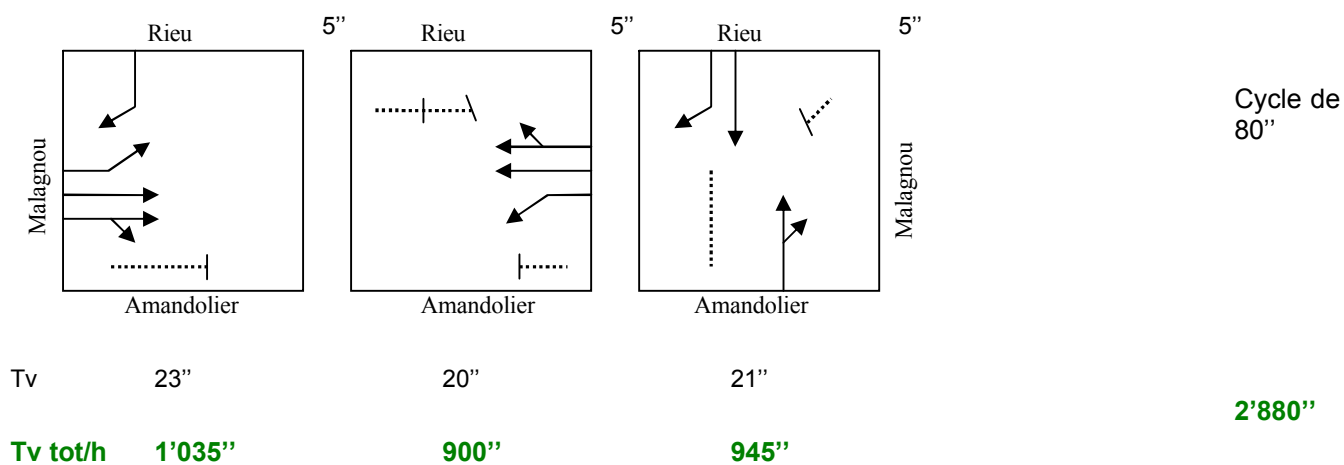
Analyse du carrefour Malagnou / Amandolier / Rieu

IX. Annexe I

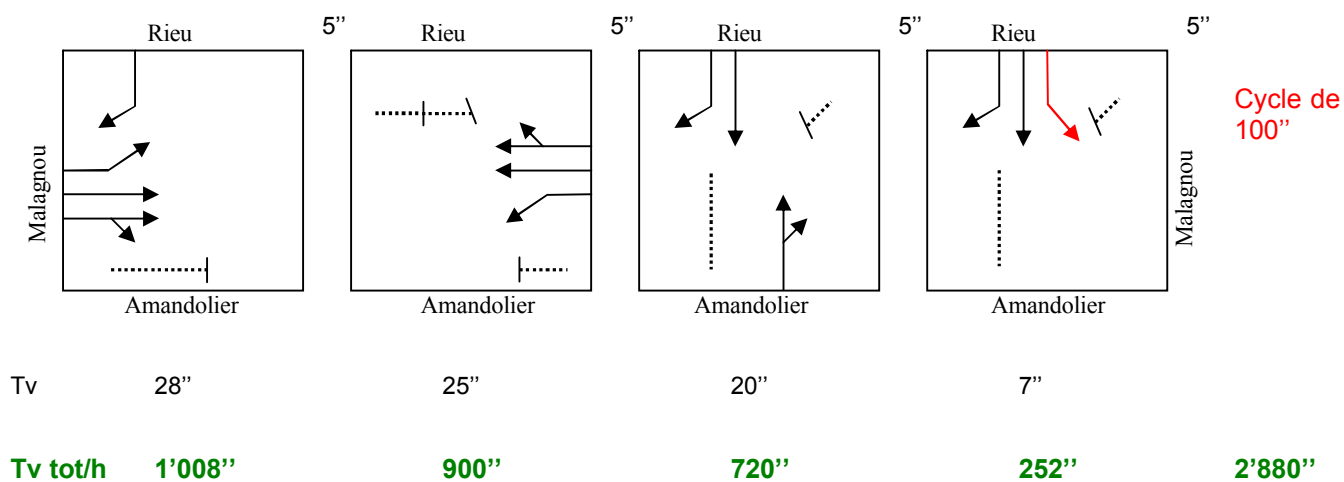
Carrefour 99 – Malagnou / Chemin Rieu Amandolier

Evaluation faisabilité d'ajout d'un mouvement de tourner à gauche du chemin Rieu en direction du centre ville

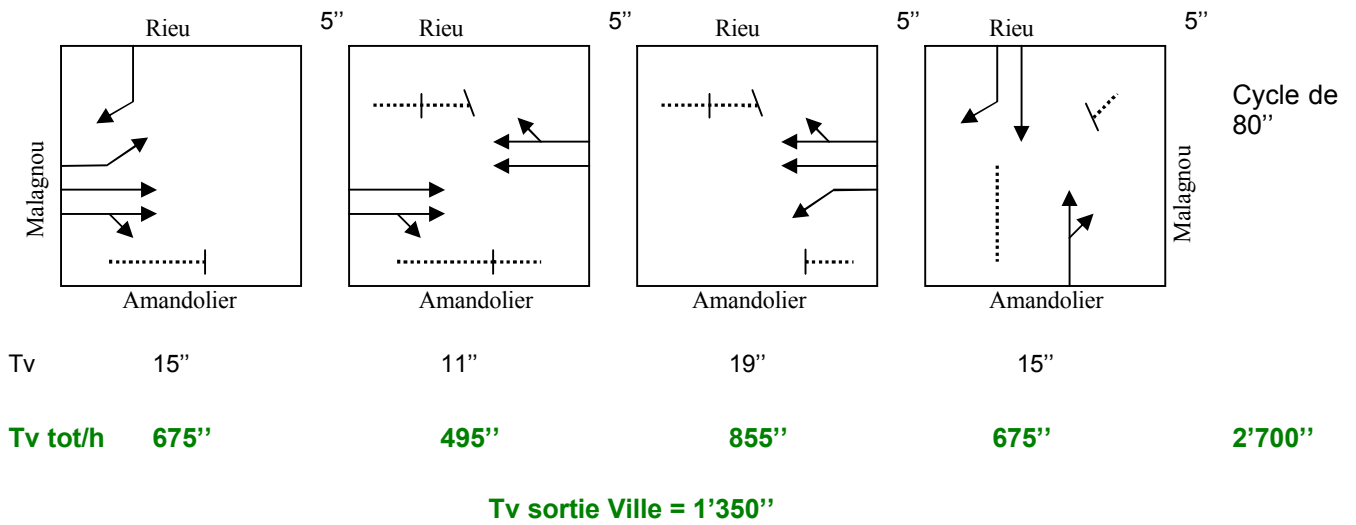
Plan de feux actuel - équilibré



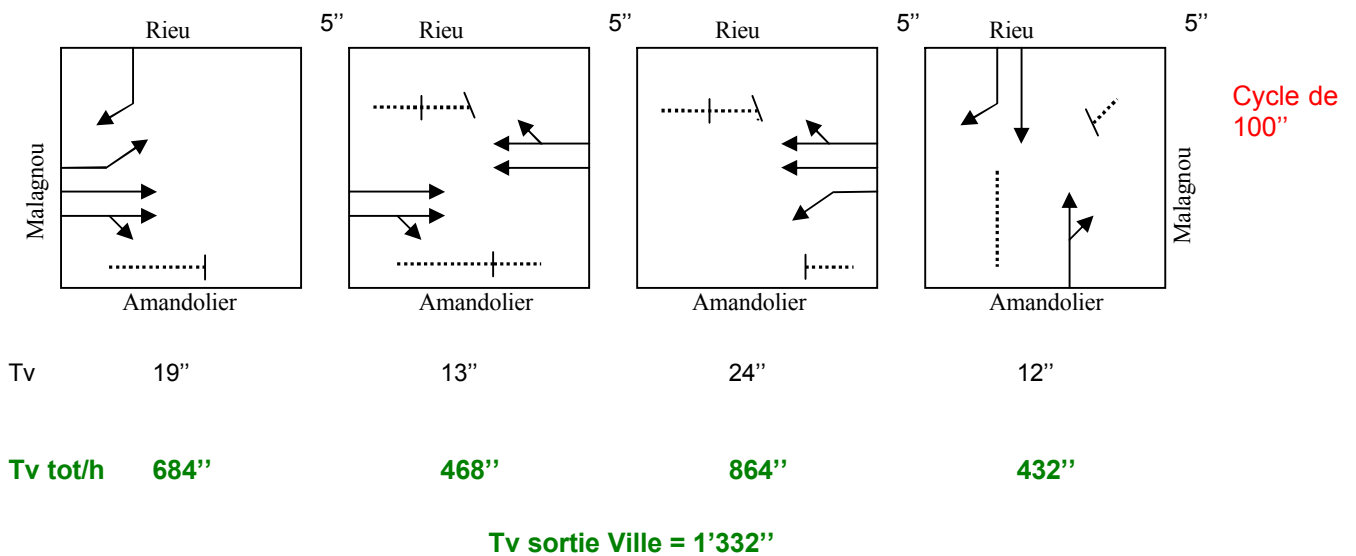
Proposition plan de feux futur - équilibré



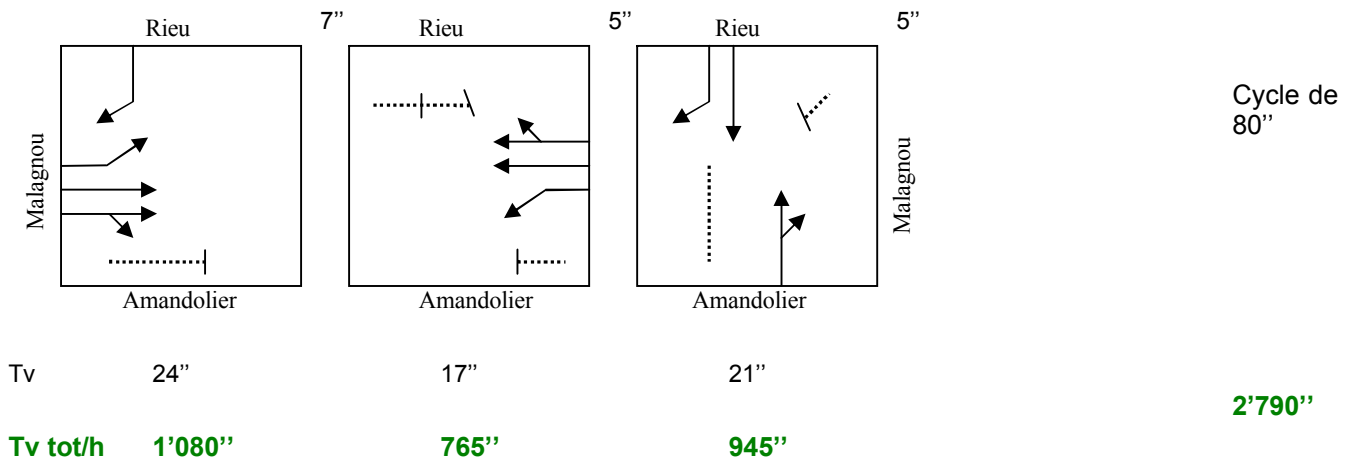
Plan de feux actuel - sortie



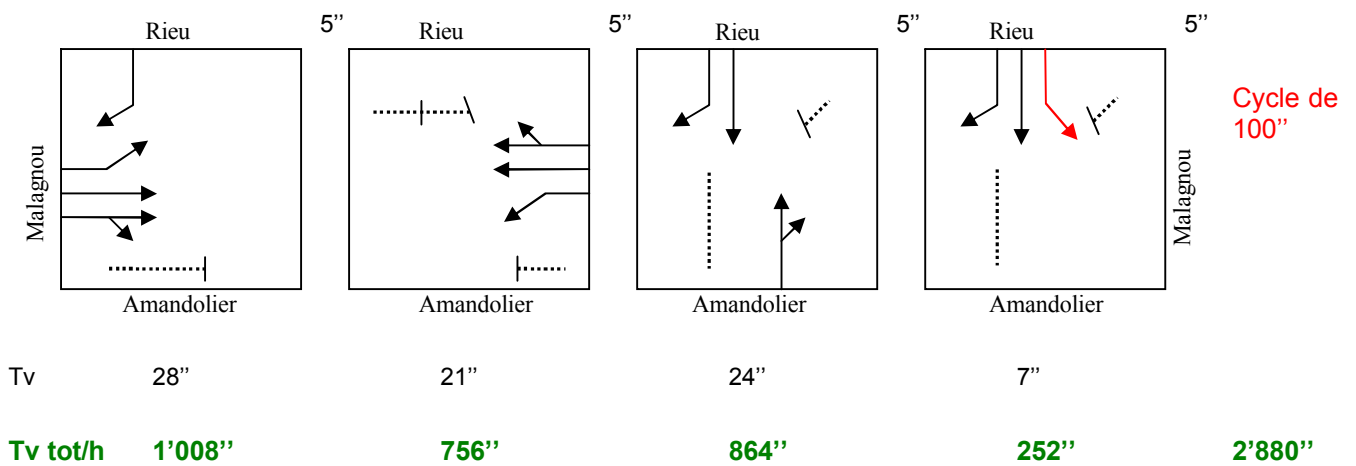
Proposition plan de feux futur - sortie



Plan de feux actuel - entrée



Proposition plan de feux futur - entrée



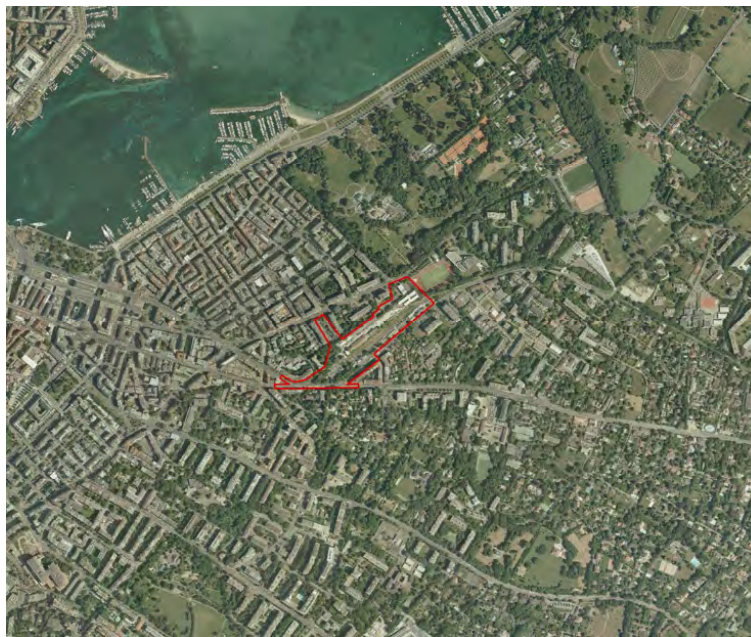


AMSTEIN + WALTHERT

SOVAGEV



Gare des Eaux-Vives, Concept Énergétique pour le PLQ 29'786



Version 3 / 11 novembre 2011

Impressum

Mandant SOVAGEV
Pilotage de l'étude :
M. Frédéric Wüest
République et Canton de Genève
Direction Générale de l'Aménagement du Territoire
Rue David-Dufour 5
1205 Genève
Tél. +41 22 546 73 65
Fax +41 22 546 73 03

Mandataire AMSTEIN + WALTHERT SA
Rue Grand- Pré 54-56
CP 76
CH-1211 Genève 7
Tél. +41 22 749 83 80
Fax +41 22 738 88 13

www.amstein-walthert.ch

Rédaction Mme Céline Weber



Contrôle
Qualité M. Corentin Maucoronel

Distribution M. Frédéric Wüest DGAT
M. Philippe Mongin SOVAGEV

Versions Version 3

Impression Date
11.11.2011

Intitulé R110204WEBEC1_PLQ29786_Eaux-Vives_V3.doc

Sommaire

Modifications acceptées	5
Résumé	6
1 Contexte général	8
1.1 Contexte urbanistique	8
1.2 Contexte légal	8
2 Lois et politiques.....	10
2.1 Niveau fédéral.....	10
2.2 Niveau cantonal	10
2.3 Niveau communal	11
2.4 Synthèse des lois et politiques énergétiques	11
3 Méthodologie.....	13
3.1 Vision.....	13
3.2 Approche spécifique.....	13
4 Périmètres de l'étude	15
4.1 Périmètre restreint.....	15
4.2 Périmètre élargi.....	16
5 Etat des lieux.....	17
5.1 Qualité de l'air	17
5.2 Concepts énergétiques de PLQ et études énergétiques en cours.....	19
6 Evaluation qualitative et quantitative des besoins en énergie.....	23
6.1 Périmètre restreint.....	23
6.2 Périmètre élargi.....	26
6.3 Synthèse des besoins	30
7 Etat des lieux des ressources	32
7.1 Energie solaire	32
7.2 Energie éolienne	33
7.3 Energie de la biomasse	33
7.4 Energie géothermique	34
7.5 Energie de l'eau du lac.....	36
7.6 Air.....	38
7.7 Energie des eaux usées.....	38
7.8 Rejets thermiques	40
7.9 Synthèse des énergies renouvelables	41
8 Infrastructures.....	45
8.1 Réseau de gaz.....	45
8.2 Réseau d'eaux usées.....	45
8.3 Réseau de chauffage à distance	45
8.4 Infrastructures géothermiques.....	45
8.5 Synthèse sur les infrastructures existantes	46
9 Analyse des acteurs.....	47
9.1 Acteurs jouant un rôle essentiel dans le projet.....	47

9.2	Acteurs présentant un intérêt du point de vue énergétique.....	48
9.3	Synthèse des acteurs.....	49
10	Concept énergétique.....	50
10.1	Stratégies de valorisation des énergies renouvelables.....	50
10.2	Critères d'évaluation des variantes.....	56
11	Recommandations et réservations	64
12	Conclusions	66
13	Références	67

Modifications acceptées

Les modifications suivantes sont acceptées par les parties et sont répercutées dans les chapitres individuels correspondants du cahier des charges.

N°.	Date	Indice	Visa	Intitulé

Résumé

La présente étude consacrée au concept énergétique du PLQ 29'786, soit la future Gare des Eaux-Vives, a permis d'évaluer les énergies et puissance requises, dans et autour du PLQ, et de développer des stratégies permettant de valoriser les énergies locales et/ou renouvelables pour satisfaire ces besoins.

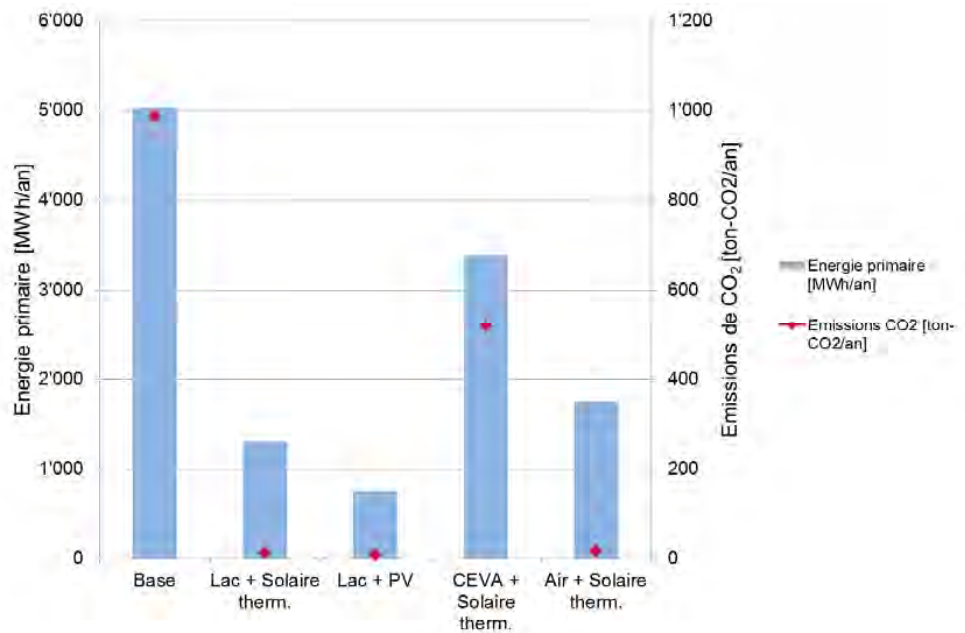
Les principales caractéristiques du PLQ sont données dans le tableau suivant :

SRE totale	94'578m ²
Besoins de chaleur (selon Minergie®)	Energie : 2'685 MWh/an Puissance : 2'246 kW
Besoins d'ECS	Energie : 1'762 MWh/an Puissance : 1'181 kW
Besoins de froid (selon Minergie®)	Energie : 1'091 MWh/an Puissance : 2'073 kW
Besoins en électricité	Energie : 4'381 MWh/an

Au niveau des énergies renouvelables permettant de satisfaire les besoins en énergie thermique (chauffage, eau chaude sanitaire et climatisation), deux types d'énergie sont largement disponibles et permettraient de satisfaire l'intégralité des besoins thermiques par l'intermédiaire de pompes à chaleur, free-cooling, groupes froids, et/ou simples échangeurs. Il s'agit de l'eau du lac et de l'air. Des panneaux solaires thermiques, solaires photovoltaïques, voire même hybrides, pourraient venir compléter les installations. En ce qui concerne la géothermie, précisons que cette dernière a également été considérée, étant donné qu'un projet de valorisation de l'énergie géothermique grâce aux structures du CEVA était à l'étude. Ce projet a cependant été abandonné quelques jours seulement avant de terminer le présent rapport, et donc la géothermie ne présente plus une option envisageable.

Une évaluation des émissions de CO₂ et de l'énergie primaire en jeu a permis de mettre en évidence les excellentes performances des stratégies d'approvisionnement basées sur l'eau du lac. En ce qui concerne la ressource de l'air, cette ressource serait facile à valoriser, et l'évaluation des émissions de CO₂ a permis de montrer que les performances de cette ressource étaient bonnes, notamment en comparaison avec une stratégie d'approvisionnement « minimaliste » qui ne satisferait que 30% des besoins d'ECS avec des énergies renouvelables, et le reste avec des chaudières à gaz et des groupes froids classiques. Les principaux résultats (considérant le mix électrique de la Ville de Genève) sont donnés dans le tableau et le graphique ci-dessous.

Stratégie d'approvisionnement	Emissions de CO ₂ [ton-CO ₂ /an]	Energie primaire [MWh/an]
« Minimaliste »	988	5031
« Eau du lac + solaire thermique »	13	1'300
« Eau du lac + PV »	7	750
« Air + solaire thermique »	17	1'750



Une stratégie basée sur l'eau du lac serait donc bénéfique au niveau environnemental. Il faut cependant relever que la mise en place de réseaux d'eau du lac représente un investissement considérable pour les SIG. Les SIG sont en train de mener un certain nombre d'études d'opportunité relative à la valorisation de l'eau du lac, et ils se prononceront au printemps 2012 pour savoir s'ils désirent poursuivre une stratégie d'extension de ces réseaux. Ce ne sera qu'à ce moment-là qu'on pourra déterminer avec certitude si les bonnes performances délivrées par les stratégies d'approvisionnement basées sur l'eau du lac, pourront être réalisés en pratique.

1 Contexte général

Ce chapitre résume les principaux éléments qui ont conduit à la présente étude, relative au concept énergétique de la future Gare des Eaux-Vives, et permet ainsi de replacer cette étude dans son contexte.

1.1 Contexte urbanistique

La construction souterraine du raccordement ferroviaire Cornavin-Eaux-Vives-Annemasse, communément appelée CEVA (Figure 1), libère une surface importante d'urbanisation en Ville de Genève [1], notamment au niveau de la Gare des Eaux-Vives. Avec une superficie de 52'000m², le site de la Gare des Eaux-Vives a été identifié par le Plan Directeur Cantonal de Genève 2015 comme un enjeu d'aménagement de première importance. En effet, c'est un des derniers grands potentiels à bâtir en ville, susceptible tout à la fois [2]:

1. d'accueillir de nouveaux habitants,
2. de devenir un pôle d'activités et d'équipements,
3. de devenir une interface majeure de transports publics.

A terme, le secteur devra accueillir plus de 40'000 habitants et plus de 20'000 emplois [1].

La responsabilité du développement du site revient aux 3 propriétaires fonciers, à savoir : l'Etat, la Ville de Genève et les CFF. Ces trois entités sont regroupées au sein de la société SOVAGEV.

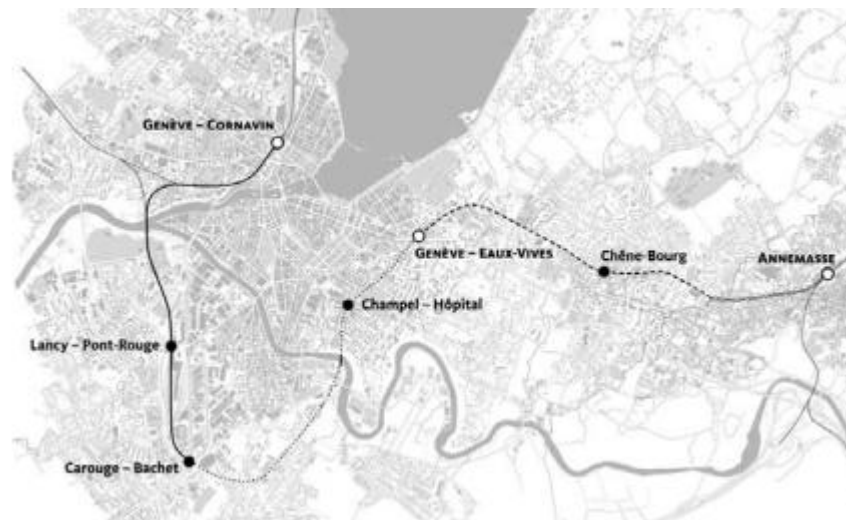


Figure 1 : Tracé du CEVA [2]

1.2 Contexte légal

Selon la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT), lorsqu'une zone doit être entièrement (re)développée, il faut établir un Plan Directeur de Quartier (PDQ), puis un Plan Localisé de Quartier (PLQ). Le PDQ sert à planifier des secteurs à enjeux majeurs ou des périmètres d'aménagement complexes [5]. Les PLQ quant à eux sont des plans d'affectation du sol qui précisent les condi-

tions permettant la réalisation de nouvelles constructions. Ils portent notamment sur la volumétrie (nombre d'étages, emprise au sol) et l'affectation de chaque bâtiment projeté, les accès, le stationnement, l'usage du sol, les servitudes et cessions demandées, etc. [6].

Depuis l'entrée en vigueur, en août 2010, de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie (L2 30), les PDQ et PLQ doivent également comporter un concept énergétique (L2 30, article 11, alinéa 2). Le but de la présente étude est, par conséquent, de réaliser le concept énergétique pour le Plan Localisé de Quartier (PLQ) 29'786 de la Gare des Eaux-Vives.

Selon le règlement d'application de la nouvelle loi sur l'énergie, le concept énergétique doit comprendre les éléments suivants :

1. les périmètres de l'étude (périmètre restreint comprenant le PLQ et périmètre élargi comprenant la zone d'intérêt et/ou d'influence autour du périmètre restreint),
2. une évaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de la demande en énergie actuelle et future (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point b),
3. une détermination des infrastructures existantes et projetées (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point d),
4. une évaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de l'offre en énergies renouvelables et locales (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point a),
5. une analyse des principaux acteurs présents dans le périmètre (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points a et c),
6. des stratégies de valorisation des énergies renouvelables et/ou locales ainsi que des infrastructures existantes (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points e),
7. des stratégies d'approvisionnement énergétiques et les infrastructures énergétiques associées (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points f),
8. les mesures, infrastructures et équipements à préciser pour les niveaux de planification inférieurs (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point g).

2 Lois et politiques

Dans le présent chapitre, on résume brièvement les principales lois et les principaux règlements/programmes en vigueur, ayant un lien direct avec l'énergie, et donnant des éléments impératifs que le concept énergétique va devoir respecter.

2.1 Niveau fédéral

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto¹, ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO₂. Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "Société à 2000 Watts", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Afin de concrétiser cette politique, le Conseil Fédéral a adopté en 2007 une nouvelle stratégie énergétique reposant sur quatre piliers : efficacité énergétique, énergies renouvelables, centrales électriques et politique énergétique étrangère [3]. De cette stratégie ont découlé en 2008 deux plans d'actions pour l'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables. Ceux-ci visent à atteindre, d'ici 2020 et par rapport à 1990, une réduction des consommations d'énergies fossiles de 20% ainsi qu'une augmentation de la part des énergies renouvelables de 50%. Ils visent en outre à limiter à 5% l'augmentation de la consommation d'électricité entre 2010 et 2020, puis stabiliser celle-ci après 2020.

Le programme SuisseEnergie est l'un des éléments clés de la mise en œuvre de cette politique. Faisant suite aux programmes "Energie 2000" et à la première phase de SuisseEnergie (2001-2010), le concept SuisseEnergie 2011-2020 déplace quelque peu ses priorités antérieures. Ainsi "l'activité doit être élargie dans les trois champs prioritaires de la mobilité, des appareils et moteurs électriques et de l'industrie et des services" [3]. Le thème de l'électricité occupera ainsi une place centrale dans le programme, avec la recherche d'une utilisation plus rationnelle de celle-ci, dans le cadre de systèmes énergétiques complets. En contrepartie, SuisseEnergie réduit son engagement dans les domaines du bâtiment et des énergies renouvelables, deux domaines dont la mise en œuvre relève en grande partie des cantons, et qui bénéficient de l'affectation partielle des produits de la taxe sur le CO₂ ainsi que, pour l'électricité renouvelable, du système de rétribution à prix coûtant du courant injecté.

2.2 Niveau cantonal

Axée sur l'objectif de la "Société à 2000 Watts sans nucléaire", la politique énergétique du Canton de Genève est basée sur l'article 160E de la Constitution Cantonale ainsi que sur la loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la récente révision de cette dernière, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

- l'obligation de réaliser des concepts énergétiques territoriaux pour tout projet d'aménagement ainsi que sur tout périmètre désigné comme pertinent par l'autorité compétente (Art. 11 L 2 30),

¹ Dans le cadre de ce protocole, la Suisse s'est engagée à réduire de 8% ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2012.

- l'accroissement des exigences concernant les performances énergétiques des bâtiments et installations des collectivités publiques (Art.16),
- l'accroissement des exigences relatives à toute nouvelle construction ou rénovation (Art.15).

Si la loi fixe le cadre dans lequel la politique énergétique cantonale doit s'inscrire, c'est à travers la Conception Générale de l'Energie (CGE) – dont la dernière a été adoptée à l'unanimité du Grand Conseil début 2008 – qu'est définie une stratégie de politique publique. Cette dernière trouve ensuite sa concrétisation dans le Plan Directeur Cantonal de l'Energie, véritable programme d'actions opérationnel, qui fixe les étapes et les moyens nécessaires, ainsi que les partenaires concernés par la mise en œuvre de la Conception Générale.

Dans ce Plan Directeur qui, à l'instar de la CGE, est révisé lors de chaque législature, priorité est donnée aux actions permettant de maîtriser et de réduire la consommation d'énergie pour tous les usages. Il s'agit également de repenser les filières d'approvisionnement de notre système énergétique afin de les rendre plus efficaces, et d'intégrer des énergies renouvelables au fur et à mesure de leur développement.

Trois programmes phares sont au cœur du dernier Plan Directeur Cantonal :

- le programme de maîtrise de la demande d'électricité, dont l'objectif est de retrouver d'ici 2011 la consommation par habitant de 1990 ;
- la planification énergétique territoriale, qui prend systématiquement en compte l'énergie dans les projets d'aménagement du territoire et qui planifie le déploiement des infrastructures énergétiques et des réseaux à l'échelle des communes et des quartiers ;
- la révision, désormais acquise, de la loi sur l'énergie.

Conception Générale et Plan Directeur de l'Energie feront, durant la législature actuelle (2010-2014), l'objet d'une évaluation et d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société à 2000 Watts sans nucléaire.

2.3 Niveau communal

La Ville de Genève ne dispose pas de sa propre loi sur l'énergie. En revanche la politique énergétique de la Ville de Genève est volontairement ambitieuse et emprunte des concepts de la Société à 2000 Watts et des Cités de l'Energie, vers lesquels la Ville a décidé de diriger ses efforts.

La Ville de Genève veut être une ville 100% renouvelable en 2050, et a pris les mesures suivantes pour y parvenir [8]: amélioration de l'efficacité énergétique de ses 800 bâtiments, exploitation maximale des ressources renouvelables (solaire, biomasse et géothermie), réduction de la dépendance envers les énergies fossiles. Notons que si la Ville de Genève agit d'abord sur ses propres consommations énergétiques, ses politiques dans la promotion des énergies renouvelables, l'aménagement, l'urbanisme et la mobilité douce ont un rôle d'entraînement au niveau de toute la Cité.

2.4 Synthèse des lois et politiques énergétiques

Le Canton et la Ville de Genève pratiquent une politique ambitieuse, avec des exigences très claires en termes d'approvisionnement et d'efficacité énergétique. Au niveau cantonal, l'établissement des concepts énergétiques au sein

des PDQ et PLQ, en accentuant le recours à des énergies renouvelables, dénote d'une réelle volonté de mieux gérer l'énergie et de réduire substantiellement les émissions de CO₂, tout comme la vision 100% renouvelable d'ici 2050 de la Ville de Genève.

3 Méthodologie

Ce chapitre explicite la méthodologie appliquée pour définir le concept énergétique.

3.1 Vision

La substitution progressive des énergies fossiles par des énergies renouvelables au niveau de l'approvisionnement implique un changement d'échelle dans les réflexions énergétiques. Traditionnellement centrées sur le bâtiment, celles-ci doivent aujourd'hui s'élargir au quartier, voire au-delà, afin :

- d'une part, utiliser au mieux des ressources renouvelables dont la valorisation est soumise à de nombreuses contraintes (intermittence, niveau de température, échelle des installations...) et,
- d'autre part, gérer de manière intelligente la période transitoire, nécessaire à l'assainissement du parc de bâtiments existants et au développement de nouvelles filières renouvelables.

Plusieurs éléments sont à prendre en compte dans ces approches à échelle territoriale, au premier rang desquels les infrastructures, tels les réseaux de distribution et d'échange de chaleur. Facilitant l'évolution vers des systèmes innovants de production de chaleur et permettant, en phase transitoire, de jouer sur la complémentarité entre énergies renouvelables et fossiles tout en utilisant efficacement ces dernières, ces infrastructures doivent être planifiées très en amont et demandent une vision d'ensemble du projet dans son environnement.

3.2 Approche spécifique

Une étude telle que celle proposée vise, sur la base d'un état des lieux, d'une évaluation des besoins futurs et d'une prise en compte des spécificités propres à chaque acteur, à proposer les stratégies énergétiques les plus adaptées au contexte et les plus respectueuses de l'environnement.

Pour ce faire, nous proposons l'approche suivante :

Délimitation du périmètre :

Délimitation géographique de l'étude en tenant compte d'un périmètre d'entrée (ou restreint) qui comprend le PLQ, et d'un périmètre élargi qui comprend la zone d'influence du périmètre restreint.

Etat des lieux :

- Détermination, prise de contact, récolte et analyse des informations concernant les projets du périmètre restreint ;
- Détermination, prise de contact, récolte et analyse des informations concernant les projets et sites d'importance du périmètre élargi ;
- Sur la base des informations des SITG et des recommandations du Service de protection de l'air, analyse de la problématique de la protection de l'air ;

- Identification quantitative des consommations énergétiques actuelles des sites du périmètre restreint, et, de manière plus qualitative, du périmètre élargi, sur la base des indices à disposition (les données manquantes seront estimées sur la base des informations disponibles au niveau des projets et sites d'importance) ;
- Evaluation des consommations énergétiques futures des projets en cours ou à venir, détermination des besoins en chaleur, en froid et en électricité (énergie utile) sur la base du concept énergétique annexé à l'appel d'offre, mais aussi des différents indices (Minergie® et Minergie-P®) ;
- Sur la base de relevés ou à partir de consommations, évaluation des puissances en jeu ainsi que des niveaux de températures de chauffage à prendre en compte ;
- Sur la base des informations SITG, mise en évidence des infrastructures existantes et prise en compte des projets de fourniture d'énergie en développement (représentations cartographiées) ;
- Analyse qualitative et quantitative des énergies renouvelables et locales valorisables. Présentation des avantages et inconvénients de toutes les sources énergétiques envisageables sur le périmètre d'étude ;
- Détermination des principaux acteurs et évaluation des opportunités de synergie offertes.

Concept énergétique :

- Elaboration des stratégies de valorisation des énergies renouvelables et/ou locales, proposition et évaluation succincte des infrastructures à mettre en place ou à étendre ;
- Elaboration de variantes d'approvisionnement en énergie sur la base des analyses précédentes ;
- Grâce à la prise en compte des besoins des sites sous forme d'énergie *utile*, analyse différenciée des variantes selon les rendements des systèmes énergétiques, comparaison de ces différentes variantes et synthèse sous forme de recommandations.

Transfert aux niveaux de planification inférieure :

- Rédaction des éléments à intégrer dans les niveaux de planification inférieure afin de fixer les réservations nécessaires (par exemple réservations nécessaires pour d'éventuels réseaux ou infrastructures au niveau du PLQ).

4 Périmètres de l'étude

La définition du périmètre de l'étude, en d'autres termes la délimitation spatiale de l'étude, n'est pas triviale. En effet, si le PLQ, pour lequel le concept est établi, représente clairement le périmètre restreint, ou périmètre *d'entrée* pour la réflexion (selon la Directive relative au concept énergétique territorial), il ne faut pas perdre de vue qu'il y aura des interactions entre ce périmètre restreint et son voisinage. En effet, non seulement les activités du PLQ pourront influencer des bâtiments situés à l'extérieur du PLQ, mais en plus les énergies consommées dans le PLQ ne se trouveront pas nécessairement toutes directement dans la zone du PLQ. Par exemple, en cas de forts rejets thermiques à l'intérieur du PLQ, on pourra souhaiter trouver des acteurs pouvant valoriser ces rejets à l'extérieur du PLQ. D'autre part, les besoins en électricité ne pourront en général pas être entièrement satisfaits par les seuls panneaux photovoltaïques qui seraient posés sur les toits des bâtiments situés dans le PLQ. La Directive relative au concept énergétique territorial propose donc de définir le PLQ comme périmètre d'entrée de la réflexion, et de définir un second périmètre, communément appelé périmètre *élargi*, qui délimite une zone d'influence du périmètre restreint.

4.1 Périmètre restreint

Le périmètre *d'entrée* correspond au PLQ 29'786, faisant l'objet de la présente étude. Ce périmètre est montré dans la Figure 2.

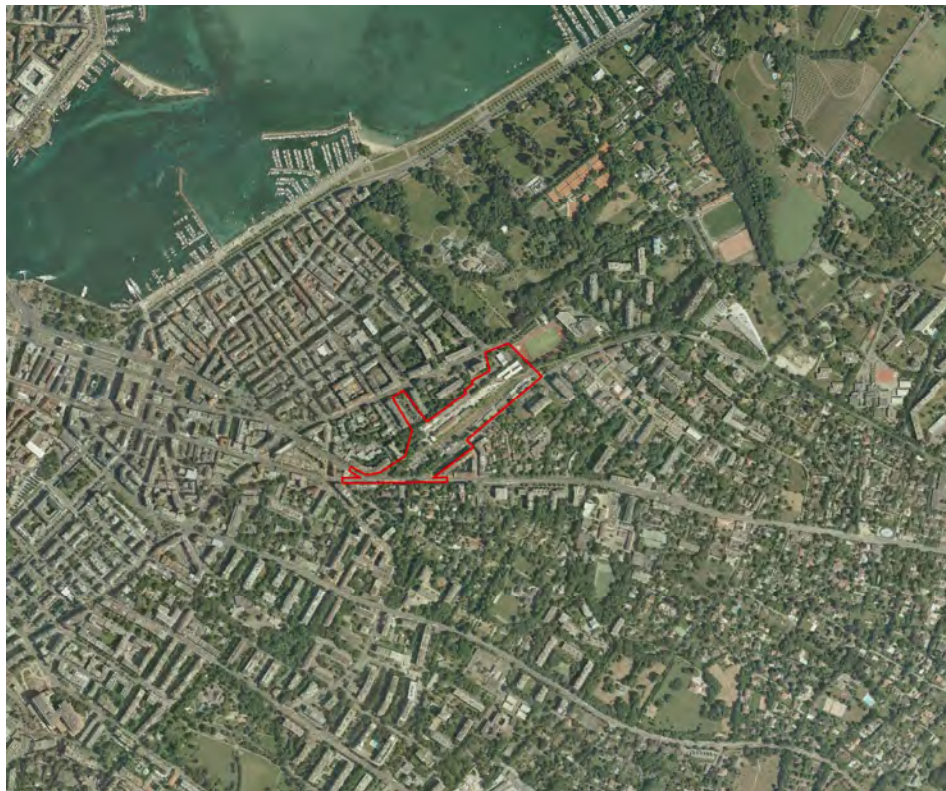


Figure 2 : Périmètre d'entrée (aussi appelé périmètre restreint)

4.2 Périmètre élargi

Selon l'article 12A du REn il faut que les ressources et les acteurs qui peuvent influencer le périmètre restreint, ou qui sont influencés par le périmètre restreint, soient traités chacun à une échelle spatiale pertinente, et décrit avec un degré de précision tenant compte du niveau de planification. En d'autres termes, le périmètre pertinent peut varier par exemple selon la ressource analysée. Au vu de la situation du PLQ 29'786, un périmètre pertinent pour l'évaluation des ressources consisterait à avoir un périmètre assez large pour inclure un accès au lac et à son potentiel énergétique. D'autre part, il existe un certain nombre de PLQ qui se situent dans le voisinage du PLQ 29'786, et pour lesquels des concepts énergétiques ont déjà été établis. Ces concepts vont devoir être brièvement analysés afin de s'assurer que le concept énergétique du PLQ 29'786 n'est pas en contradiction avec des concepts énergétiques déjà validés. Il s'agit donc de déterminer un périmètre élargi qui inclut tous ces éléments, sans qu'on puisse pour autant délimiter, a priori, avec précision et exactitude, ses frontières. La Figure 3 montre quel pourrait être un périmètre élargi pertinent pour la présente étude. L'aspect « traitillé » donné au périmètre est volontaire, et traduit le fait que le périmètre élargi n'est pas un périmètre figé, et connu dès le début de l'étude.



Figure 3 : Périmètre pertinent

5 Etat des lieux

L'état des lieux permet de mettre en évidence et quantifier les différents paramètres dont il convient de tenir compte lors de l'élaboration d'un concept énergétique. Ces paramètres sont :

- la qualité de l'air,
- les études en cours,
- les besoins énergétiques,
- les infrastructures existantes/projetées,
- les énergies renouvelables/locales disponibles.

Au vu de l'importance des sections consacrées aux besoins énergétiques, aux infrastructures, et aux énergies renouvelables et/ou locales, ces éléments feront l'objet de chapitres séparés.

5.1 Qualité de l'air

5.1.1 Contexte légal

Le respect de l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair) se base principalement sur les immissions de deux polluants déterminants, qui sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les poussières fines (PM10).

- La valeur limite à long terme pour le NO₂ est de 30 [mg/m³].
- La valeur limite à long terme pour les PM10 est de 20 [mg/m³].

Le SPAir assure un suivi de la qualité de l'air dans le canton de Genève à partir d'un réseau de capteurs passifs de NO₂ et de stations équipées de moniteurs (stations ROPAG).

5.1.2 NO₂

La Figure 4 montre les concentrations de NO₂ en mg/m³ dans les périmètres d'étude. Aussi bien dans le périmètre restreint que dans le périmètre élargi, les valeurs de NO₂ sont à la limite de la valeur limite OPair à long terme. En effet comme on peut le voir sur la carte de la Figure 4, les valeurs se situent entre 28 et 30 mg/m³.



Figure 4 : Qualité de l'air: mesure de NO₂ en µg/m³ en 2009

5.1.3 PM10

La Figure 5 ci-dessous indique les valeurs de PM10 aux sept différents points de mesure du Canton. Bien qu'aucun de ces points ne se situe dans le voisinage immédiat du périmètre restreint, le Service de Protection de l'Air du Canton de Genève confirme qu'en Ville de Genève, les limites des valeurs OPair sont systématiquement dépassées, à l'image des valeurs des points Sainte-Clotilde ou Wilson. La situation de l'air aux alentours de la future Gare des Eaux-Vives peut donc être assimilée à la situation des points Sainte-Clotilde ou Wilson, et donc être jugée comme mauvaise du point de vue des PM10.

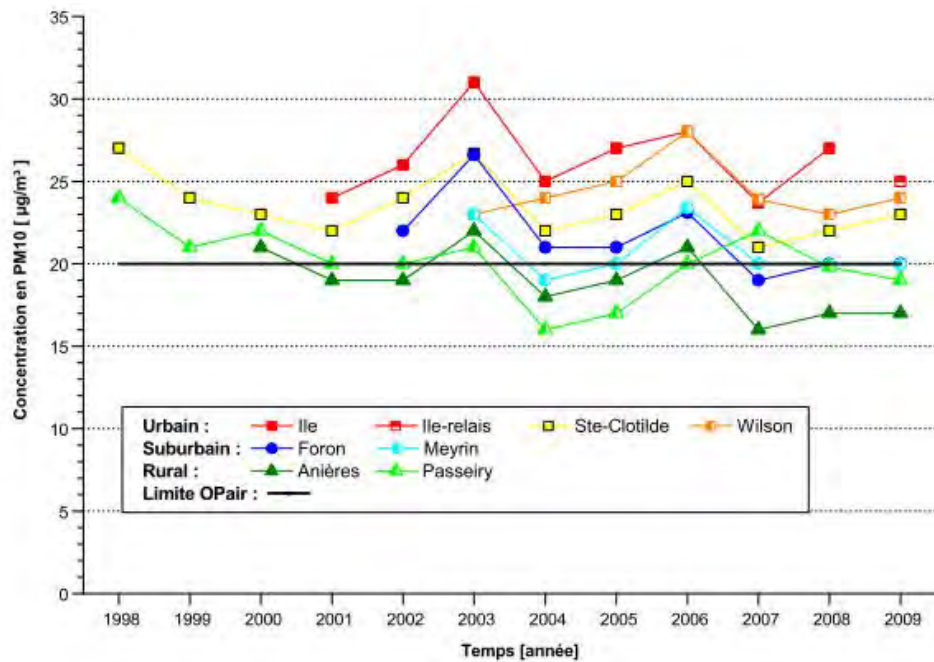


Figure 5 : Evolution des valeurs de PM10 à Genève [9]

5.1.4 Synthèse sur la qualité de l'air

La situation est limite pour les NO₂ et mauvaise pour les poussières fines.

Ces paramètres devront être pris en compte lors des choix futurs, et cela spécialement dans les problématiques du chauffage. Il convient en effet de ne pas aggraver une situation qui est déjà préoccupante, en installant par exemple des chaudières à bois.

5.2 Concepts énergétiques de PLQ et études énergétiques en cours

Dans cette section on analyse brièvement les concepts énergétiques et études énergétiques qui sont en cours et qui pourraient présenter un intérêt ou influencer le présent concept énergétique.

5.2.1 Concepts énergétiques de PLQ

Les principaux PLQ se trouvant à proximité immédiate sont montrés dans la Figure 6.



Figure 6 : Localisation des PLQ, DD et DR se trouvant à proximité du périmètre restreint de la présente étude (couche SIT_Synthurba_PLQ des SITG)

PLQ 28'477 : Ce PLQ a été abrogé.

PLQ 29'475 : Le concept prévoit les options suivantes : PAC eau/eau sur les eaux usées combinée avec des panneaux photovoltaïques, ou, des panneaux solaires thermiques permettant de couvrir 50% des besoins d'ECS, ou enfin, des PAC air/eau combinées à des panneaux photovoltaïques.

PLQ 29'687 : Il est prévu d'essayer de connecter les bâtiments à des sondes géothermiques du CEVA [10] (voir aussi la section 5.2.2.2).

PLQ 29'736 : Le concept prévoit les options suivantes : sondes géothermiques du CEVA pour le chauffage et panneaux solaires thermiques pour l'ECS, ou, PAC air/eau et chaudière à gaz.

PLQ 29'765 : Il est prévu d'essayer de connecter les bâtiments à des sondes géothermiques du CEVA [10] (voir aussi la section 5.2.2.2).

PLQ 29'799 : Le concept prévoit les options suivantes : des PAC air/eau (ou éventuellement eau/eau en se branchant sur les eaux usées) combinées avec des panneaux photovoltaïques, ou, des PAC air/eau avec un appoint sous forme de chaudière à gaz ainsi que des panneaux photovoltaïques, ou enfin une chaudière à gaz combinée avec des panneaux photovoltaïques ou thermiques.

PLQ 29'821 : Le concept prévoit essentiellement des chaudières à gaz à condensation et un raccordement au CEVA dans le futur (voir aussi la section 5.2.2.2).

PLQ 29'540, PLQ 29'487A, PLQ 29'528, DR 17'907 et DD 99336/1 : voir section 5.2.2.2.

5.2.2 Etudes énergétiques

5.2.2.1 CEVA

Le CEVA est un projet de liaison ferroviaire reliant Cornavin, les Eaux-Vives et Annemasse (voir le tracé dans la Figure 1). Etant donné qu'il sera nécessaire de réaliser une large partie de la liaison dans des tunnels ou dans des tranchées couvertes, l'idée est née de profiter des structures du CEVA (fondations, tunnels,...) pour valoriser l'énergie géothermique. Plusieurs études ont alors été menées pour évaluer le potentiel énergétique réellement disponible [13]. Etant donné les synergies évidentes qu'il peut y avoir entre la valorisation de l'énergie géothermique grâce aux structures du CEVA, et l'approvisionnement énergétique de la gare des Eaux-Vives, les principaux résultats de ces études ont été repris dans le présent rapport et sont présentés dans la section dédiée aux énergies renouvelables (section 7.4).

5.2.2.2 Gradelle-Tulette-Frontenex-Cogny

Le projet appelé « Gradelle-Tulette-Frontenex-Cogny », dont les frontières sont données dans la Figure 7, comprend les PLQ 29'540, 29'487A et 29'528, le DR 17907, le DD 95336/1 (Figure 6), ainsi que des terrains déjà construits. Il s'agit donc d'un périmètre comprenant aussi bien des bâtiments à construire que des bâtiments existant. Selon le concept énergétique développé par les bureaux Conti et Amstein+Walthert, il est prévu d'installer un chauffage à distance haute température (plus de 70°C), alimenté par un CCF, pour connecter les anciens bâtiments, ainsi qu'un chauffage à distance basse température, alimenté par des pompes à chaleur géothermiques, pour les nouveaux bâtiments (constructions type Minergie). Le ScanE souhaiterait cependant analyser la possibilité de connecter les nouveaux bâtiments au CEVA [10]. Si une telle connexion voyait le jour, ce serait autant d'énergie qui risque de ne plus être valorisable par la Gare des Eaux-Vives.

Mentionnons d'autre part que s'il n'est pas envisageable de connecter la Gare des Eaux-Vives au chauffage à distance de Gradelle-Tulette-Frontenex-Cogny, l'inverse en revanche serait de fait envisageable. En effet, si le concept énergétique de la Gare des Eaux-Vives comprend un chauffage à distance alimenté par l'eau du lac, il pourrait s'avérer économiquement pertinent de connecter également le site de Gradelle-Tulette-Frontenex-Cogny (en tous cas pour ce qui est des nouvelles constructions) à ce chauffage à distance. Ceci remettrait certes partiellement en cause les concepts énergétiques du site de Gradelle-Tulette-Frontenex-Cogny, mais la solution mériterait d'être approfondie.



Figure 7 : Périmètres du projet Gradelle-Tulette-Frontenex-Cologny

5.2.3 Synthèse sur les concepts énergétiques et études énergétiques

L'analyse des concepts énergétiques et études énergétiques en cours a permis de mettre en évidence les projets qui peuvent influencer ou qui peuvent être influencés par le concept énergétique de la Gare des Eaux-Vives. Parmi les projets d'importance, il faut surtout relever le projet de Gradelle-Tulette-Frontenex-Cologny. D'autre part, on relèvera qu'un certain nombre de concepts énergétiques de PLQ envisagent une valorisation des eaux usées et/ou de la géothermie grâce aux structures de CEVA. Il s'agira donc de veiller à ne pas épuiser ces ressources mais au contraire à coordonner les concepts.

6 Evaluation qualitative et quantitative des besoins en énergie

Dans cette section, on analyse les besoins en énergie actuels et futurs, des périmètres restreint et élargi. Ces besoins sont analysés de manière détaillée pour le périmètre restreint, et de manière beaucoup plus succincte pour le périmètre élargi.

6.1 Périmètre restreint

Le bâtiment se situant actuellement dans le périmètre restreint, à savoir l'ancienne Gare des Eaux-Vives, va être entièrement détruit. Les besoins actuels de ce bâtiment ne présentent par conséquent aucun intérêt pour le concept énergétique du PLQ. Les besoins futurs sont quant à eux évalués grâce aux surfaces de références énergétiques (SRE) ainsi qu'aux normes SIA 380/1 **adaptées** pour tenir compte du fait que les futurs bâtiments devront être construits au minimum selon le standard Minergie®. Les hypothèses suivantes ont été faites pour caractériser les bâtiments:

- Affectation : selon la norme 380/1 ;
- Facteur de forme : selon la norme 380/1;

Pour évaluer les consommations, deux scénarii ont été considérés : un scénario type Minergie® et un scénario type Minergie-P®. Les hypothèses suivantes ont été faites :

▪ Scénario type Minergie® (référence Minergie® 2009)

- Chauffage : selon les exigences primaires Minergie® (90% des valeurs limites de la SIA 380/1 de l'affectation concernée) diminuées de 25 % pour tenir compte du contrôle du renouvellement d'air
- ECS : selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.
- Climatisation : selon les valeurs de l'annexe B de la SIA 380/4, adaptées en fonction de l'expérience.
- Electricité : selon exigences Minergie® pour l'éclairage ; - 10% par rapport aux valeurs limites de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour la ventilation (sauf pour les logements, pour lesquels + 20% ont été pris) ; selon les indices de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour les équipements et selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4 pour les techniques diverses.

▪ Scénario type Minergie P® (2009)

- Chauffage : selon les exigences primaires Minergie® (60% des valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée) diminuées de 25 % pour tenir compte du contrôle du renouvellement d'air
- ECS : selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.
- Climatisation : On s'attend à des besoins plus élevés pour un bâtiment construit selon le standard type Minergie-P®

(par rapport à un standard selon Minergie®), car l'expérience tend à montrer que ces bâtiments permettent moins bien d'évacuer la chaleur « naturellement » (par l'enveloppe). Il n'existe cependant pas encore assez de retour sur expérience (ou de valeurs statistiques) pour permettre d'estimer ce surplus de consommation (de Minergie-P® par rapport à Minergie®) avec une précision satisfaisante. A défaut de valeurs plus précises, on a repris les valeurs considérées pour Minergie®, et fait l'hypothèse d'un surplus de 20%.

Electricité : selon exigences Minergie® pour l'éclairage ;
 - 10% par rapport aux valeurs limites de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour la ventilation (sauf pour les logements, pour lesquels + 20% ont été pris) ; selon les indices de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour les équipements et selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4 pour les techniques diverses.

Initialement le PLQ avait été divisé en 6 blocs (A à F), comme montré dans la Figure 8 [17]. Récemment les blocs B et C, ainsi que les blocs E et F ont été agrégés pour ne former plus que deux blocs : un bloc « B-C » et un bloc « E-F ».

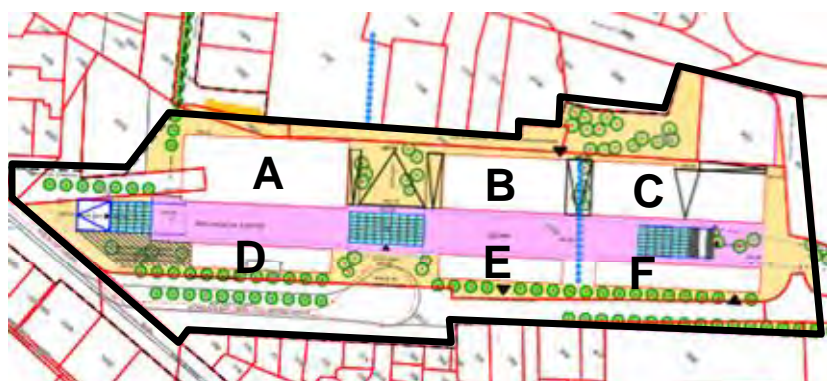


Figure 8 : Blocs A à F du PLQ (d'après le périmètre de mars 2010 [17])

Le Tableau 1 ci-dessous indique les SRE prévues pour le PLQ.

Lot	Logement collectif [m ²]	Administration [m ²]	Commerce [m ²]	Ecole [m ²]	Lieu de rassemblement [m ²]	Installations sportives [m ²]	Piscine couverte [m ²]	Total [m ²]
A	0	0	0	0	20'000	0	0	20'000
B-C	13'997	0	2'749	7'698	0	5'097	750	30'291
D	3'499	5'978	2'858	0	0	0	0	12'334
E-F	19'945	2'187	3'103	704	0	0	0	25'939
Galerie	0	0	6'014	0	0	0	0	6'014
TOTAL	37'441	8'165	14'724	8'402	20'000	5'097	750	94'578

Tableau 1 : SRE pour chaque bloc et chaque affectation (les affectations sont déterminées d'après la norme SIA 380/1)

Les tableaux et graphiques ci-dessous indiquent les consommations énergétiques (en énergie utile) et les puissances de dimensionnement attendues dans le périmètre restreint.

	Chauffage MWh/an	ECS MWh/an	Climatisation MWh/an	Electricité MWh/an
Minergie	2'685	1'762	1'091	4'381
Minergie-P	1'807	1'762	1'309	4'175

Tableau 2 : Besoins en énergie utile du périmètre restreint

	Chauffage kW	ECS kW	Climatisation kW
Minergie	2'246	1'181	2'073
Minergie-P	1'504	1'181	2'487

Tableau 3 : Puissances de dimensionnement pour le périmètre restreint

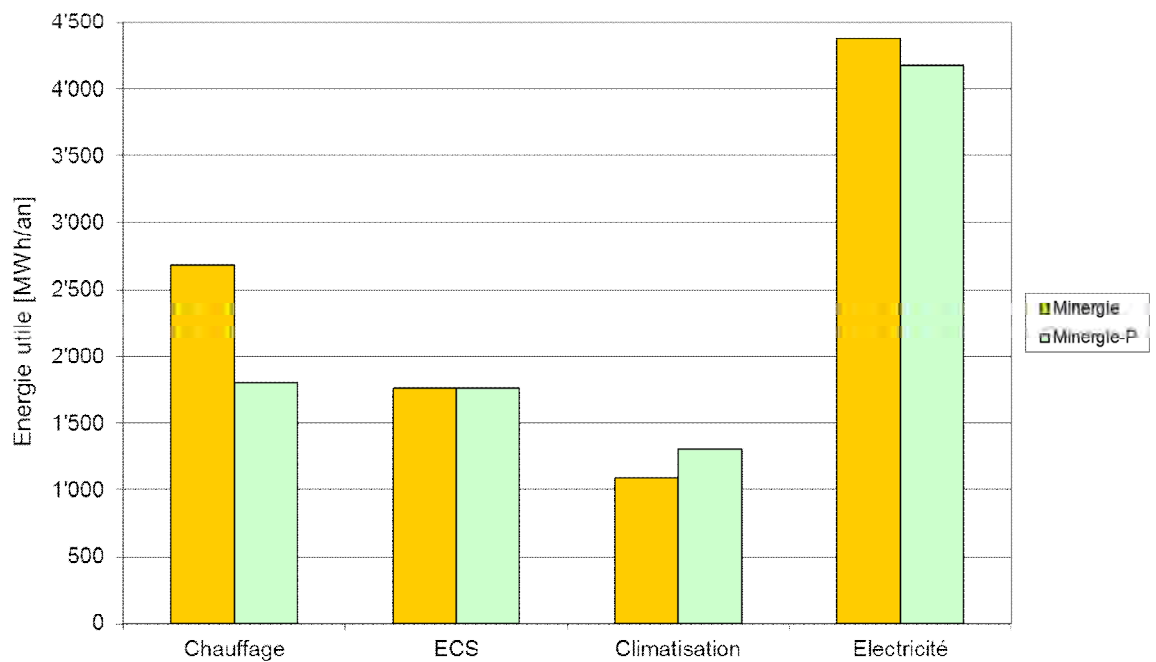


Figure 9 : Consommations (énergie utile) du périmètre restreint selon les scénarii Minergie® et Minergie-P®

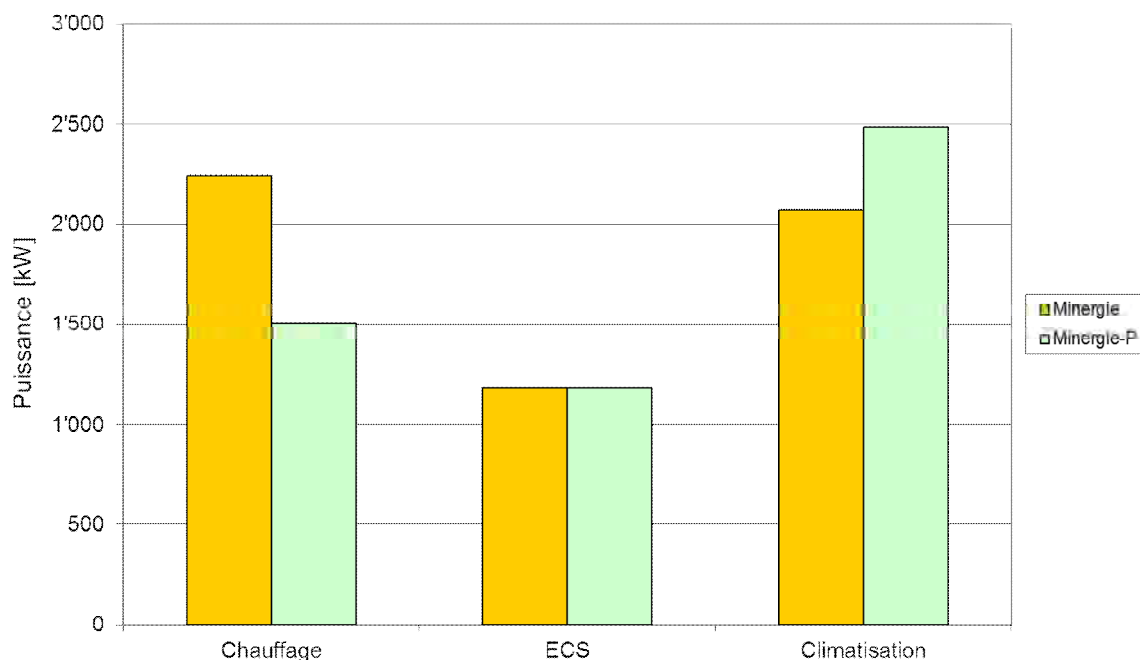


Figure 10 : Puissances de dimensionnement du périmètre restreint selon les scénarii Minergie® et Minergie-P®

Qualitativement, étant donné que la future Gare des Eaux-Vives sera entièrement reconstruite, il est important de souligner que les niveaux de température seront élevés pour la climatisation et bas pour le chauffage.

Les besoins en chauffage se montent à près de 2'700 MWh/an pour un scénario type Minergie® et 1'800 MWh/an pour un scénario type Minergie-P®. Pour l'ECS il n'y a pas de différence entre les deux scénarii, étant donné qu'on admet la même consommation par personne. Enfin les besoins en électricité se montent à près de 4'400 MWh/an pour le scénario type Minergie®. Là aussi on s'attend à des consommations légèrement inférieures pour des bâtiments construits selon les normes Minergie-P®, notamment au niveau des équipements.

6.2 Périmètre élargi

Contrairement au périmètre restreint, pour lequel les consommations actuelles sont sans importance, pour le périmètre élargi les demandes actuelles sont aussi importantes que les demandes futures. En effet le bâti existant va majoritairement rester en place.

Consommations dans le bâti existant

Comme on l'a mentionné plus haut, le périmètre élargi ne peut pas être défini avec précision a priori. Pour définir les besoins, on a donc dû délimiter un certain périmètre, autour du périmètre restreint, en tenant compte des éléments de réflexion suivants pour définir cette zone :

1. inclusion des PLQ et zones de développement d'importance (p.ex. Gradelle-Tulette-Frontenex-Colongy),
2. inclusion de tous les bâtiments situés entre la future Gare des Eaux-Vives et le lac, potentiel source d'énergie pour tout le quartier.

Pour les besoins du calcul ce périmètre est subdivisé en zones. Ces zones sont indiquées par des polygones verts dans la Figure 11.



Figure 11 : Zones pour lesquelles les consommations ont été estimées

Les besoins du périmètre élargi peuvent être évalués quantitativement grâce aux couches SITG CAD_BAT_HORSOL² et SCANE_INDICE_MOYENNE, ainsi qu'aux normes SIA. Les besoins de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) en énergie finale peuvent être évalués à près de 420'000 MWh/an. En admettant un rendement de chaudière de 80% et une consommation d'ECS conforme à la norme 380/1, on obtient une énergie utile de 275'000 MWh/an pour le chauffage et 62'000 MWh/an pour l'ECS. Pour l'électricité, la consommation est évaluée à 140'000 MWh/an. Enfin pour la climatisation il n'y a pas assez d'éléments à disposition (même statistiques) permettant de faire une évaluation succincte. Ces besoins sont résumés dans le Tableau 4 et la Figure 14 ci-dessous.

	Besoins actuels [MWh/an]
Chauffage	274'268
ECS	61'732
Climatisation	N.A.
Electricité	139'927

Tableau 4 : Consommations estimées du bâti existant pour le périmètre élargi

² Au cours de la présente étude plusieurs imprécisions ont pu être constatées au niveau de la couche SITG CAD_BAT_HORSOL, qui peuvent influencer le résultat de l'évaluation des consommations actuelles vers le bas. La correction de ces imprécisions ne peut cependant malheureusement pas se faire dans le cadre de cette étude.

Qualitativement, les consommations de chaleur affichent majoritairement des niveaux de température élevés (60°C et plus) et les demandes de froid des niveaux de température bas (12°C et moins). En effet, comme le montre la Figure 12, les bâtiments sont relativement anciens (35 ans et plus), hormis quelques bâtiments à l'est de la future Gare des Eaux-Vives. Il y a bien un certain nombre de bâtiments qui ont subi des rénovations et pour lesquels on peut s'attendre à des niveaux de température un peu plus bas pour le chauffage et un peu plus élevés pour la climatisation. L'analyse complète de ces bâtiments et de leur pourcentage devrait cependant faire l'objet d'une étude supplémentaire.

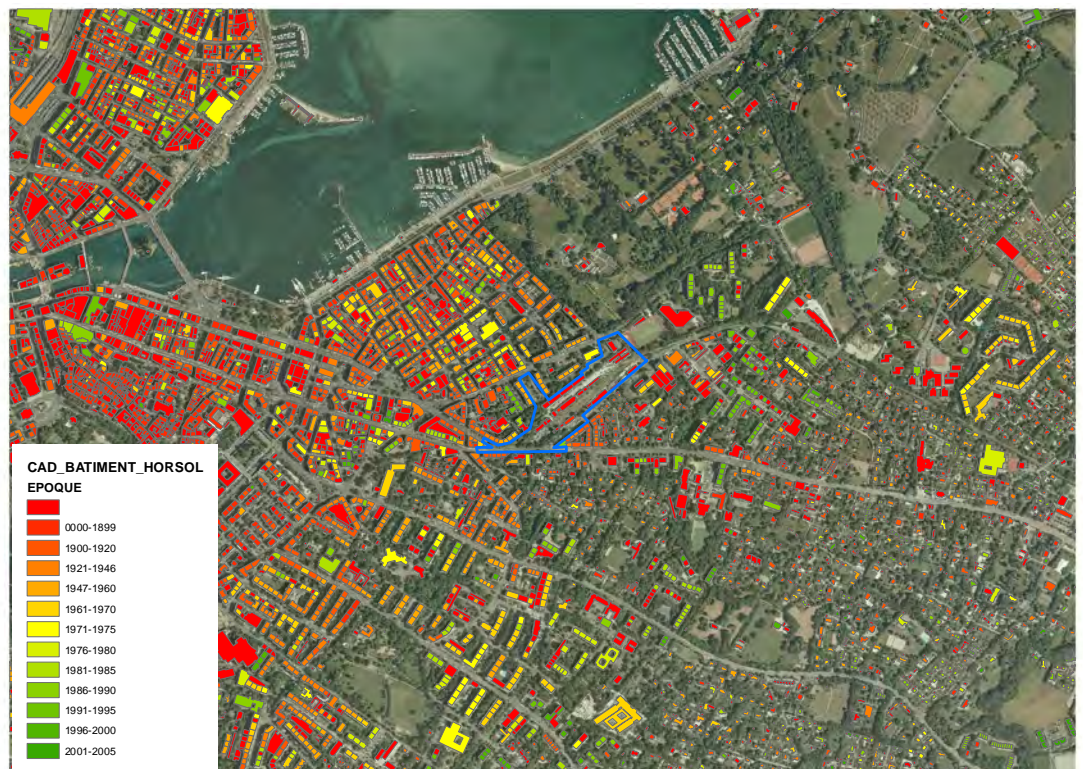


Figure 12 : Epoque de construction des bâtiments dans le périmètre élargi (d'après la couche SITG CAD_BAT_HORSOL)

Constructions futures

Au niveau des besoins futurs, on sait que le secteur situé au Sud-Est de la future Gare des Eaux-Vives va être densifié (Figure 13). En effet durant les 20 prochaines années, il est prévu de construire près de 1'700 nouveaux logements ainsi que 309 emplois [19].

	Besoins constructions à venir (selon Minergie®) [MWh/an]
Chauffage	8'020
ECS	6'008
Climatisation	115
Electricité	12'252

Tableau 5 : Consommations estimées du bâti futur pour le périmètre élargi

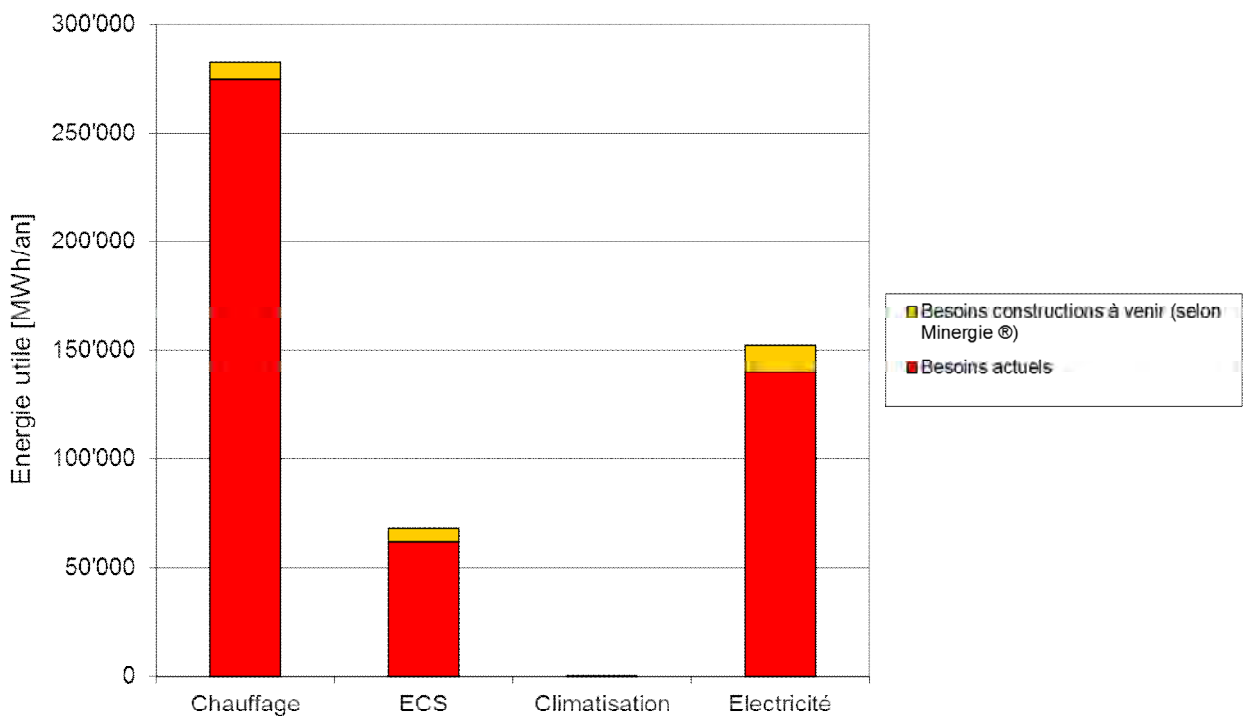


Figure 14 : Consommations actuelles et futures dans le périmètre élargi

On constate que le bâti futur représente moins de 10% des consommations du périmètre élargi. Ceci n'est pas surprenant vu la taille des zones qui vont être densifiées par rapport à la taille du périmètre élargi. De plus, le bâti existant étant relativement ancien, les consommations sont très élevées.

6.3 Synthèse des besoins

La future Gare des Eaux-Vives va consommer près de 25% de la consommation des nouvelles constructions du périmètre élargi en termes de chauffage et d'ECS (Eaux-Vives : 4'447 MWh/an, nouvelles constructions périmètre élargi: 14'028 MWh/an), et près de 10 fois la consommation en climatisation (Eaux-Vives : 1'091 MWh/an, nouvelles constructions périmètre élargi: 115 MWh/an). Autant dire que si la Gare des Eaux-Vives peut servir de déclencheur à un dé-

veloppement énergétique basé sur les réseaux, il semblerait y avoir du potentiel dans le périmètre élargi pour rentabiliser ces réseaux dans le futur.

7 Etat des lieux des ressources

Dans cette section, les ressources sont énumérées et analysées en fonction de leur potentiel à satisfaire des besoins énergétiques. Le périmètre pertinent pour l'analyse des ressources peut varier d'une ressource à l'autre. Ainsi, si par exemple pour l'énergie solaire on tendra à se limiter au périmètre restreint, le périmètre devra être élargi pour analyser le potentiel de l'eau du lac.

7.1 Energie solaire

L'énergie solaire peut être valorisée de deux manières différentes : pour générer de la chaleur (panneaux solaires thermiques), ou pour générer de l'électricité (panneaux photovoltaïques). Le périmètre pertinent pour l'énergie solaire est le périmètre restreint³. Jusqu'à présent, il n'était pas possible de générer simultanément les deux formes d'énergie (chaleur et électricité), et il fallait donc faire des choix. Récemment, une technologie a fait son apparition sur le marché qui pourrait améliorer la situation : le panneaux solaire *hybride*, permettant de générer à la fois de la chaleur et de l'électricité. Ainsi, si les rendements *spécifiques* du panneau hybride pour générer de la chaleur, respectivement de l'électricité, ne sont pas tout à fait aussi bon que ceux des panneaux qui ne génèrent que de la chaleur ou que de l'électricité, le rendement *global* du panneau hybride peut atteindre une efficacité du module jusqu'à 70%.

Les toits des nouvelles constructions seront essentiellement des toits plats, sans inclinaison. L'installation de capteurs solaires est donc facilitée. Il est éventuellement prévu de mettre de la verdure sur les toits, ceci ne devrait cependant pas gêner l'implantation de panneaux solaires, comme le montre la Figure 15 [14].



Figure 15 : Panneaux photovoltaïques sur un toit végétalisé [14]

La surface totale de toit est évaluée à 6'634 m², en admettant que 40% de la surface peut être recouverte de panneaux, on obtient une surface effective de panneaux de 2'793 m². Cette surface permettrait de générer soit :

³ Notons que théoriquement l'énergie solaire pourrait également être valorisée grâce à des champs de capteurs solaires reliés à une centrale générant de l'électricité. Ces champs peuvent totaliser plus de 300'000m² de miroirs et la centrale électrique générer des puissances dépassant 150 MW, à l'image de Solnova en Espagne. Un tel champ n'est cependant pas envisageable dans le cas présent, raison pour laquelle on se limitera ici à l'analyse du potentiel dans le périmètre restreint.

1. 1'554 MWh/an d'énergie thermique (panneaux solaires thermiques), représentant 88% des besoins d'ECS⁴ ou 35% des besoins de chaleur totaux (ECS + chauffage), soit
2. 583 MWh/an d'énergie électrique (panneaux photovoltaïques), représentant 13% des besoins électriques, soit
3. 1'360 MWh/an d'énergie thermique et 466 MWh/an d'énergie électrique avec des panneaux solaire hybrides.

Avantages

L'avantage aussi bien des panneaux solaires thermiques que photovoltaïques est le fait que ce sont des technologies connues et faciles à implémenter. De plus, l'entretien est aisé, surtout pour le photovoltaïque qui n'a pas de pièces en mouvement.

Inconvénients

Jusqu'à présent, le seul inconvénient des panneaux solaires était le fait qu'ils ne permettaient pas une valorisation optimale de la ressource solaire, du fait de leur rendement encore relativement faible et du fait qu'il fallait faire le choix entre une valorisation *thermique* ou une valorisation *électrique* du rayonnement. Avec les panneaux hybrides, ceci peut changer (même s'il ne faut pas oublier que les rendements *spécifiques* pour chaque type d'énergie sont moins bons avec le panneaux hybride qu'avec des panneaux spécialement dédiés à chaque type d'énergie).

L'énergie solaire présente un potentiel intéressant pour le périmètre restreint.

7.2 Energie éolienne

Le contexte urbain dans lequel se situe l'étude du concept énergétique ne permet pas une valorisation efficace de l'énergie éolienne. De plus, avec une vitesse annuelle moyenne de 0 - 3,4 ±1 m/s à 50 m au-dessus du sol [11], Genève ne figure pas parmi les sites économiquement favorables à l'implantation d'une éolienne, quelle que soit sa taille. Entre le manque de vent, la densité de la population, et la bise soufflant souvent par rafales, une éolienne n'aurait que peu de chance d'obtenir les autorisations nécessaires et ne serait clairement pas une solution raisonnable.

L'énergie éolienne ne présente aucun potentiel pour le périmètre restreint.

7.3 Energie de la biomasse

L'environnement urbain dans lequel se situe le quartier rend l'utilisation de la biomasse peu pertinente. Quant au potentiel de production de biomasse, il est de toute évidence nul. Le compost issu de la tonte des parcs ainsi que les déchets de la taille des arbres représenteraient les seules sources de biomasse réelles. La valorisation de cette biomasse à des fins de chauffage ou cogénération dans le périmètre même ne ferait aucun sens. D'autre part, en ce qui concerne le bois, non seulement le potentiel sur territoire genevois est épuisé, mais en plus les chaudières à bois, malgré un bilan environnemental global très bon, sont responsables d'une pollution directe importante, essentiellement sous forme de particules fines. Elles ne sont donc pas conseillées dans le Canton de

⁴ Précisons cependant que sans stockage saisonnier, il n'est pas possible de générer plus de 60-70% des besoins annuels d'ECS avec des panneaux solaires thermiques.

Genève, où l'on observe une pollution de l'air de plus en plus importante (cf. Figure 4 et Figure 5). Cela ne signifie pas que l'usage du bois est interdit, mais qu'il faudrait l'utiliser dans le cas où aucun autre vecteur moins émissif n'est envisageable. Dans tous les cas, la chaudière bois doit respecter les normes OPair 2012, ce qui implique généralement l'utilisation d'un catalyseur, d'un procédé de NOx et d'un filtre à particules.

L'énergie de la biomasse ne présente aucun potentiel pour le périmètre restreint.

7.4 Energie géothermique

Comme le montre la Figure 16, il est interdit de poser des sondes géothermiques non seulement dans le périmètre restreint (soit sous la Gare des Eaux-Vives), mais également dans un périmètre plus large autour du périmètre restreint.



Figure 16 : Zone d'interdiction de sondes, en rose (couche GOL_AUTORISATION_SONDES des SITG)

En revanche, il était prévu de capter l'énergie géothermique grâce à des collecteurs et échangeurs placés dans les parois moulées et le radier de l'infrastructure du CEVA, comme le montre la Figure 17. Malheureusement, au moment de terminer le présent rapport, la décision est tombée de renoncer à valoriser le potentiel géothermique à l'aide des infrastructures du CEVA, pour des raisons de faisabilité et de rentabilité. Ceci étant, il a été décidé de maintenir dans le présent rapport l'analyse qui avait été faite avant la prise de cette décision, tout en modifiant les conclusions de la Section 11.

La quantité d'énergie qui peut être puisée du sol se monte à environ 95 kWh/m²/an [12]. D'autre part, l'énergie qui peut être injectée dans le sol en été se monte à 140 kWh/m²/an [12]. Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour en déduire des puissances et énergies utiles pour le chauffage et la climatisation :

1. Puissance spécifique moyenne extraite du sol (chauffage): 20 W/m², puissance spécifique moyenne injectée dans le sol (climatisation): 30 W/m² [12]-[13].
2. Températures aller/retour du fluide caloporteur, circulant dans les sondes géothermiques, en hiver : 0-3°C, températures aller/retour du fluide caloporteur, circulant dans les sondes géothermiques, en été : 24-27°C [12]-[13].
3. Surface totale d'échange d'énergie : 34'980m² [12]-[13].
4. Rendement exergétique de la pompe à chaleur pour le chauffage : 0.4, rendement exergétique du groupe froid : 0.25 (ces rendements ont été évalués en se basant sur des valeurs données par différents fournisseurs pour des équipements de même type et taille).
5. Température de dimensionnement pour le chauffage : 40°C, température de dimensionnement pour la climatisation : 16°C (plafonds froids).

Les puissances utiles résultantes sont de 1'028 kW pour le chauffage (soit 48% de la puissance de chauffage requise selon Minergie® p.ex.) et 895 kW pour la climatisation (soit 94% de la puissance de climatisation requise selon Minergie® p.ex.). Les énergies annuelles sont de 4'798 MWh/an pour le chauffage (soit plus de 200% de l'énergie de chauffage requise selon Minergie® p.ex.) et 4'179 MWh/an pour la climatisation (soit plus de 900% de l'énergie de climatisation requise selon Minergie® p.ex.). A ce stade il convient cependant de souligner les points suivants :

1. Ces énergies de chauffage et climatisation ne sont disponibles que si l'équilibre entre le chauffage et la climatisation est respecté, en d'autres termes si l'injection estivale et le soutirage hivernal correspondent aux hypothèses ci-dessus. Or on constate que les énergies disponibles sont dans un rapport de 1,14 ($1,14 = 4'798 / 4'179$), alors que les énergies requises pour la Gare des Eaux-vives sont dans un rapport de 2,46 pour le scénario Minergie® (sans compter l'énergie du compresseur, ce qui accroîtrait encore le rapport). Dans tous les autres cas, il convient de refaire des simulations pour contrôler la faisabilité technique du scénario envisagé [12].
2. Les valeurs ci-dessus ont été obtenues grâce aux hypothèses faites en l'état actuel des connaissances. Or des divergences de potentiel conséquentes ont été constatées entre les deux rapports qui ont été établis jusqu'à présent, par deux bureaux d'ingénieurs différents, ce qui est une des raisons pourquoi la ressource a été abandonnée.

Avantage

On aurait pu bénéficier de la ressource géothermique en utilisant directement les infrastructures du CEVA, sans devoir implanter de sondes.

Inconvénient

La géothermie présente l'inconvénient de ne pas être « réparable ». Une fois que les structures du CEVA seront en place, il ne sera plus possible de réparer d'éventuels dégâts ou dysfonctionnements au niveau des circuits du fluide calo-

porteur. Pour pallier à ce problème, des conduites individuelles auraient été implantées dans les parois moulées des tranchées, tous les 3m environ (voir Figure 17). Ainsi, si une conduite pose problème, ce ne sont que les 3m occupés par cette conduite qui sont condamnés et non l'entier de la tranchée.

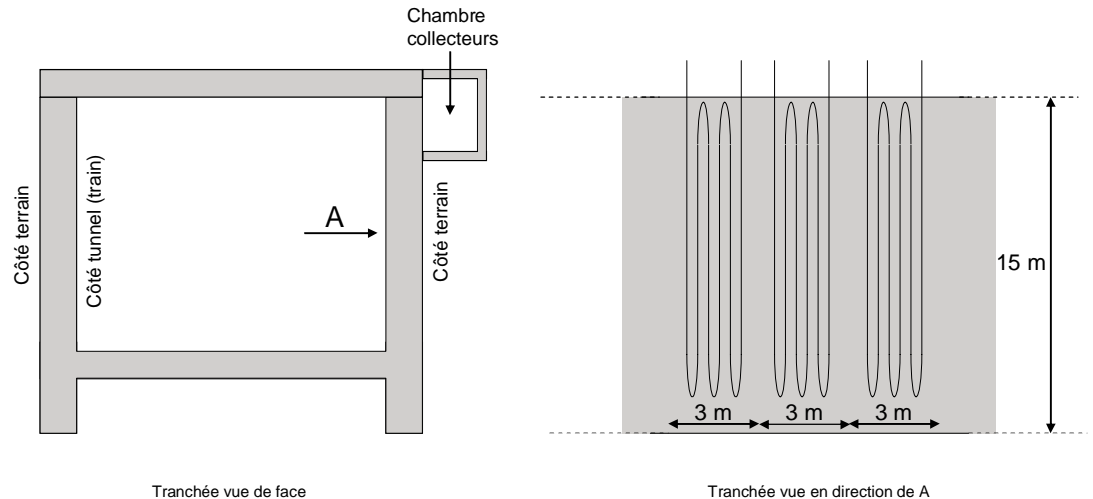


Figure 17 : Schéma de principe de la pose des collecteurs dans les parois moulées de la tranchée

L'énergie géothermique aurait présenté un certain potentiel, mais il faudrait compenser les puissances manquantes et veiller à l'équilibre global entre injection et extraction d'énergie. De plus les hypothèses étaient difficilement vérifiables.

7.5 Energie de l'eau du lac

Le lac est situé à environ 800 m du périmètre restreint. Cette distance permet d'envisager l'eau du lac comme vecteur énergétique. Les hypothèses suivantes sont faites pour estimer le potentiel de cette ressource⁵ :

1. Diamètre de la conduite principale : 500 mm
2. Vitesse de l'eau dans la conduite : 2 m/s
3. Température moyenne du lac en hiver : 6°C, permettant un ΔT de 2.5°C
4. Température moyenne du lac en été : 9°C, permettant un ΔT de 7°C
5. Température de chauffage : 40°C
6. Coefficient de performance de la pompe à chaleur : 3.7

Avec les hypothèses ci-dessus on obtient une puissance de chauffage au condenseur de 5.6 MW (soit plus du double de la puissance de chauffage requise selon Minergie® p.ex.) et une puissance de climatisation/rafraîchissement de 11.5 MW (soit plus de 5 fois la puissance de chauffage requise selon Minergie® p.ex.). En termes d'énergie on obtient 24'700 MWh/an de chauffage et 50'500 MWh/an de climatisation. Tout comme pour les puissances, ces valeurs énergétiques sont largement au-dessus de ce qui est requis.

Avantages

⁵ Ces hypothèses sont des approximations grossières basées sur une discussion avec les SIG. Si cette solution est retenue, une étude plus détaillée devra être faite.

La ressource énergétique que représente l'eau du lac est une ressource connue et déjà bien expérimentée sur le territoire genevois. De plus, les possibilités d'intervention sont relativement aisées en cas de problèmes.

Inconvénients

En termes d'inconvénient, il faut relever le fait que l'eau du lac ne devient rentable que si on peut satisfaire un nombre important de besoins en froid ou en chaud (entre 5 à 8 MW par exemple). Si cette option est privilégiée, il faudra donc trouver des preneurs autres que la seule Gare des Eaux-Vives, comme par exemple les futurs bâtiments compris dans les secteurs à densifier au Sud-Est de la Gare des Eaux-Vives (Figure 13). En effet, les bâtiments situés au Nord-ouest de la future Gare des Eaux-Vives étant relativement anciens (Figure 18), s'ils devaient être raccordés à un chauffage à distance utilisant l'eau du lac comme source froide, il semblerait techniquement plus judicieux de séparer ce dernier réseau de celui qui alimenterait la future Gare des Eaux-Vives. Quant aux besoins de rafraîchissement, ils semblent faibles dans les futurs bâtiments qui seront en grande partie des bâtiments d'habitation. Une étude est actuellement menée par les SIG pour vérifier le potentiel de la zone, et les décisions seront connues au printemps 2012.

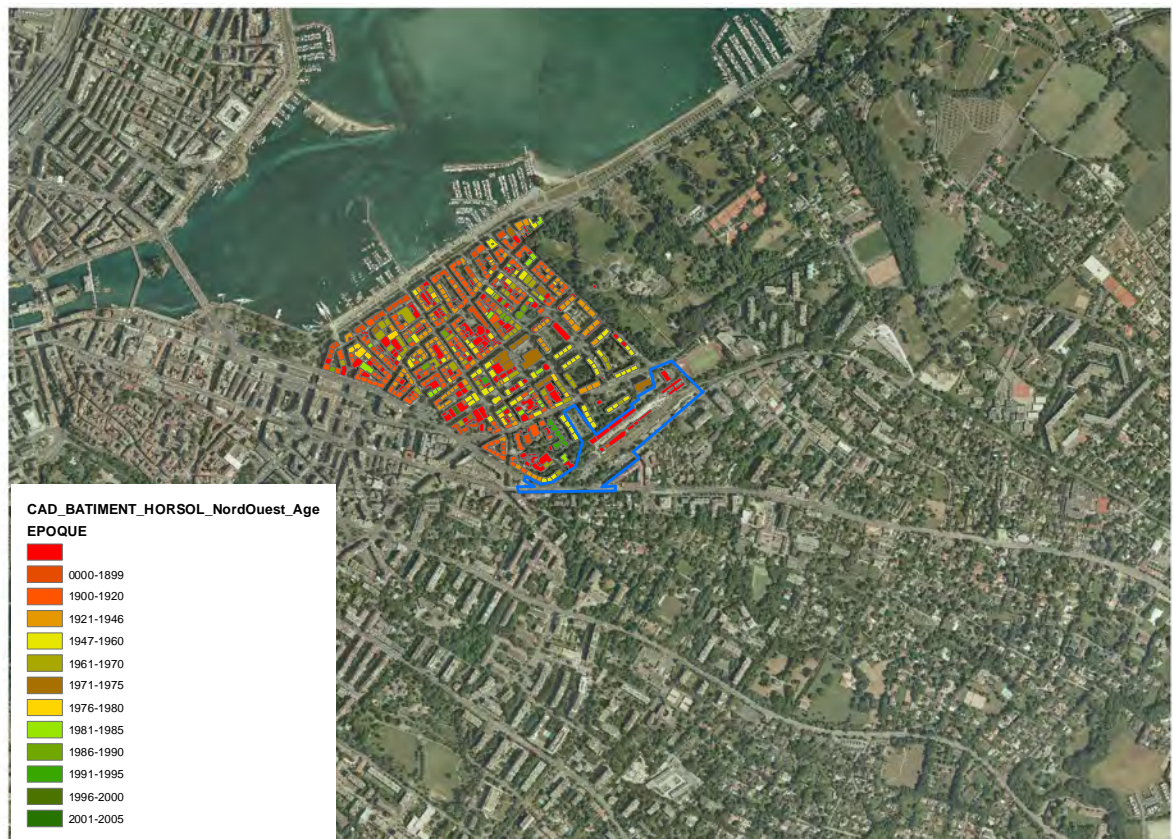


Figure 18 : Périmètre situé au Nord-Ouest de la future Gare des Eaux-Vives (en bleu), avec l'âge des bâtiments (couche SITG CAD_BAT_HORSOL)

L'énergie de l'eau du lac présente un potentiel largement suffisant, tant en puissance qu'en énergie, mais il faudrait trouver des preneurs supplémentaires. Enfin, la décision finale des SIG n'a pas encore été prise.

7.6 Air

Pour le chauffage des locaux, l'énergie contenue dans l'air ambiant représente une ressource énergétique intéressante. Elle est omniprésente, pour ainsi dire infinie, et sa valorisation à l'aide d'une pompe à chaleur se fait aisément. De plus, les pompes à chaleur air/eau sont moins coûteuses à l'investissement que les pompes à chaleur sol/eau, du fait qu'il ne faut pas de structures géothermiques. Les principales contraintes lors de la valorisation de cette énergie sont relatives à la quantité d'air qu'il faut faire circuler, et concernent la taille des conduites, si les unités ne sont pas placées sur le toit, ainsi que les dimensions des échangeurs. Si les unités sont placées sur le toit, cette contrainte tombe. Au niveau énergétique, il faut également noter que les pompes à chaleur air/eau ont des rendements exergetiques jusqu'à 30% moins bons que les pompes à chaleur sol/eau, ce qui se traduit par une consommation d'électricité plus élevée, voire même, dans certains cas, par un chauffage électrique direct lorsque les températures extérieures descendent largement en-dessous de 0°C.

En termes de rafraîchissement, l'air peut facilement être utilisée pour faire du « free-cooling » (soit par simple circulation d'air, soit par rafraîchissement adiabatique, typiquement pour des salles de serveurs informatiques).

Avantages

Les pompes à chaleur air/eau, tout comme les installations de free-cooling, sont faciles à installer et à utiliser.

Inconvénients

Pour le chauffage, la taille des différents éléments de la pompe à chaleur air/eau, les plus mauvais COP en hiver (par rapport à des pompes à chaleur sol/eau ou eau/eau), ainsi que le bruit, sont les principaux inconvénients.

L'énergie de l'air présente un potentiel largement suffisant, tant en puissance qu'en énergie, et peut être une solution intéressante lorsqu'il n'y a pas d'autre source telle que l'eau du lac ou la géothermie à disposition.

7.7 Energie des eaux usées

D'une température oscillant durant l'année entre 10 et 20 °C, les eaux usées recèlent de grandes quantités d'énergie. En hiver, elles sont nettement plus chaudes que l'air extérieur et de la chaleur peut en être récupérée. En été, l'inverse se produit et les bâtiments peuvent être rafraîchis. La récupération de la chaleur de ces eaux repose sur une technologie simple, maîtrisée et écologique. Le cœur du dispositif est constitué par un échangeur de chaleur qui capte l'énergie des eaux usées et une pompe à chaleur qui chauffe ou refroidit les bâtiments. Une contrainte doit néanmoins être intégrée en amont de tout projet de ce type : celle liée à la température minimale de l'eau à l'entrée des STEP.

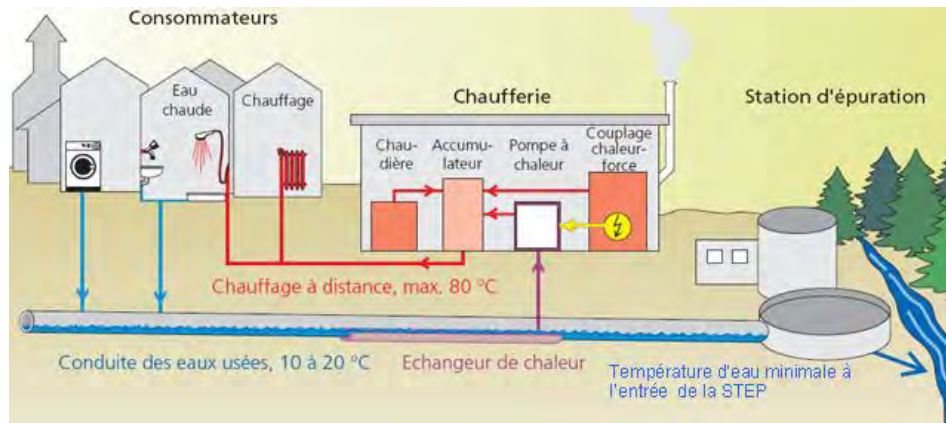


Figure 19 : Schéma de principe de la récupération de chaleur sur les conduites d'eaux usées (source: Office fédéral de l'énergie).

Les conditions principales pour une telle réalisation sont les suivantes :

1. Diamètre de collecteur d'au minimum 800 mm ;
2. Le débit journalier moyen par temps sec > 15 l/s. Pour atteindre un tel débit, il faut compter environ 8'000 habitants.

Si ces conditions sont respectées, on peut atteindre des puissances thermiques de l'ordre de 2 kW par m² d'échangeur. Il faut cependant veiller à ce que la température de l'eau à l'arrivée dans les STEP reste en deçà de 16°C, sans quoi des problèmes se posent pour les exploitants de la STEP.

Le seul collecteur qui présente un diamètre suffisamment large, à proximité de la Gare des Eaux-Vives, est un petit collecteur au Sud-Ouest de la gare (Figure 20)). Cependant, ce collecteur est un collecteur d'eaux mixtes (eaux usées et eaux de pluie). Le débit maximal d'eaux usées n'est que de 70 l/s, pour un maximum de 5'750 l/s possible d'eaux de pluie.

Les collecteurs en amont et en aval de ce collecteur, présentent des dimensions plus petites. Avec un débit moyen de 70 l/s, le potentiel du collecteur peut être estimé à 330 kW et 2'900 MWh/an. En prenant comme référence des constructions de type Minergie®, ce potentiel ne représenterait que 15% en termes de puissance. Ce potentiel est largement insuffisant. De plus, il convient de faire les remarques suivantes :

1. Le collecteur est un collecteur mixte, les eaux usées sont donc potentiellement considérablement refroidies en hiver lorsqu'il pleut, rendant leur valorisation plus délicate.
2. Comme mentionné plus haut, l'énergie contenue dans les eaux usées ne peut être valorisée que si la température d'arrivée à la STEP est respectée. Or ceci n'est pas toujours le cas à l'heure actuelle (même sans récupération de chaleur), et la récupération d'énergie n'est de ce fait pas encouragée par les responsables du traitement des eaux usées. Ceci est d'autant plus vrai dans le cas présent, puisqu'il s'agit d'un collecteur mixte.
3. Comme on l'a vu dans la section 5.2.1, plusieurs concepts énergétiques situés aux alentours de la future Gare des Eaux-Vives prévoient la possibilité de valoriser l'énergie des eaux usées. Or il faut veiller à ce que cette ressource ne soit pas sur-exploitée.



Figure 20 : Cadastre des eaux usées, avec le collecteur envisageable en rose (couche RAE_Collecteur des SITG)

L'énergie des eaux usées ne présente pas un potentiel intéressant.

7.8 Rejets thermiques

Une analyse des périmètres restreint et élargi, réalisée grâce à une visite sur place ainsi qu'à la couche SITG CAD_BAR_HORSOL, a montré qu'il ne semblait pas y avoir d'acteur potentiellement intéressant en termes de rejets thermiques. Les principaux bâtiments générant des rejets thermiques sont les bâtiments de bureau. Hors comme le montre la Figure 21, sur laquelle ces bâtiments sont en rouge, il n'y a que quelques bâtiments de bureau à proximité directe de la gare. Le potentiel lié aux rejets est par conséquent faible. Seul le bâtiment de Caterpillar (au Nord-Ouest de la gare) pourrait présenter un certain potentiel. Caterpillar rejette 4'940 MWh/an de chaleur, par des condenseurs ayant une taille totale de 277 kW. En admettant une température standard au condenseur d'environ 35°C, on obtiendrait environ 5'100 MWh/an de chaleur à 40°C, soit largement plus que la quantité de chaleur requise dans le périmètre restreint selon un scénario type Minergie®, en termes d'énergie, mais largement moins de 15% en termes de puissance.



Figure 21 : Bureaux situés près de la future Gare des Eaux-Vives (en rouge) avec, entre autres le bureau de Caterpillar

L'énergie des rejets thermiques ne présente pas un potentiel intéressant.

7.9 Synthèse des énergies renouvelables

L'analyse des ressources d'énergies renouvelables à disposition a permis de mettre en évidence le potentiel de chacune des ressources pour satisfaire les besoins du périmètre restreint. Une brève analyse des avantages et inconvénients de chacune des ressources a également été donnée. Le Tableau 6 et les figures ci-dessous donnent une comparaison qualitative des différentes ressources (seules sont comparées les ressources qui présentent un réel potentiel). Dans le Tableau 6, les pourcentages d'énergie et de puissance que permet de couvrir chacune des ressources, sont donnés en faisant l'hypothèse de constructions du type Minergie®. Il est important de souligner que le fait qu'une ressource n'est pas suffisante à elle toute seule pour satisfaire un besoin, ne signifie pas encore qu'il faut l'éliminer. En effet les ressources, et donc les technologies de conversion d'énergie, peuvent, et doivent même, être intégrées de telle manière à se compléter mutuellement, et il n'est pas obligatoire d'avoir une seule ressource par besoin.

Ressource	Energie	Puissance	Entretien
Solaire thermique (ECS)	88%	>100%	Facile
Solaire électrique	13%	N.A.	Facile
CEVA (chauffage)	>100%	30%	Difficile
CEVA (climatisation)	>100%	43%	Difficile
Eau du lac (chauffage)	>100%	>100%	Moyen
Eau du lac (climatisation)	>100%	>100%	Moyen
Air (chauffage)	>100%	>100%	Facile
Air (climatisation)	>100%	>100%	Facile

Tableau 6 : Comparaison des différentes ressources d'énergie renouvelables

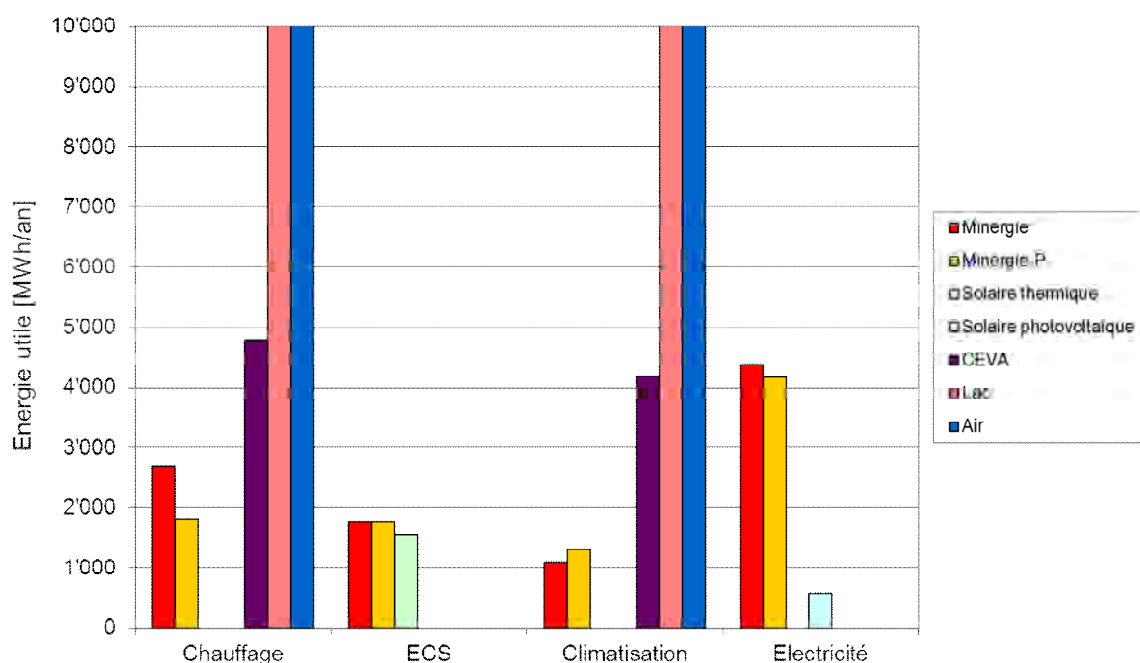


Figure 22 : Besoins énergétiques du périmètre restreint (selon la norme 380/1, Minergie® et Minergie-P®) et potentiels des différentes ressources (le potentiel de l'eau du lac pour le chauffage et la climatisation, ainsi que le potentiel de l'air, dépassent les 10'000 MWh/an)

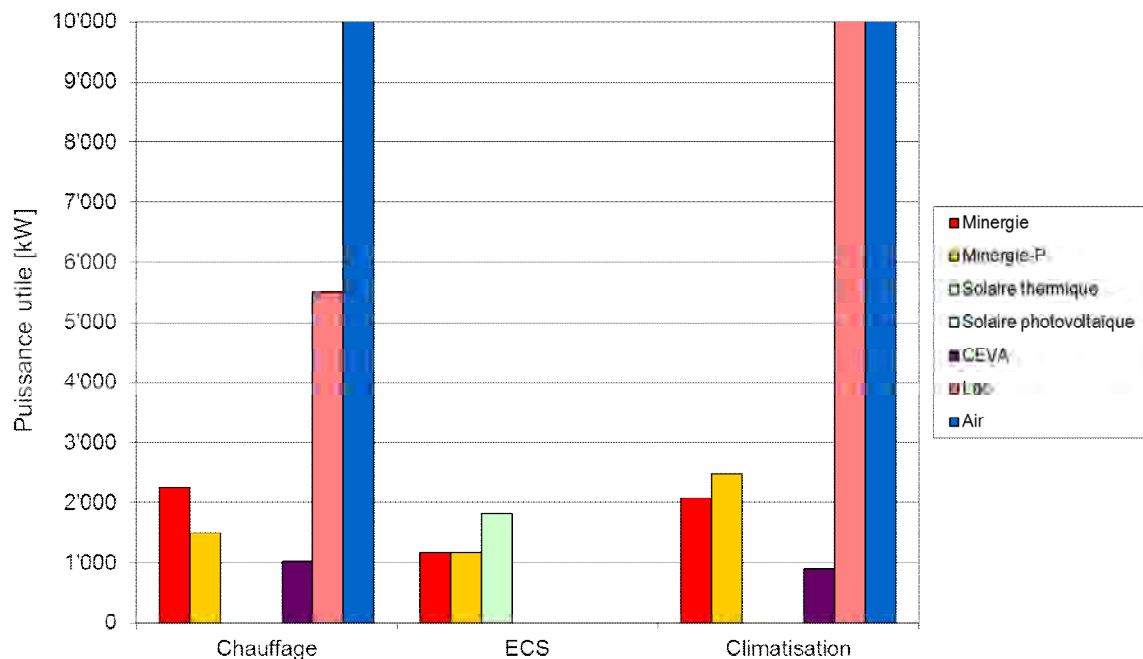


Figure 23 : Besoins en puissance du périmètre restreint (selon la norme 380/1, Minergie® et Minergie-P®) et potentiels des différentes ressources (le potentiel de l'eau du lac pour la climatisation, ainsi que le potentiel de l'air pour le chauffage et la climatisation, dépassent les 10'000 kW)

Les commentaires suivants peuvent être faits par rapport aux ressources renouvelables:

1. Le potentiel solaire a été donné en considérant des panneaux solaires thermiques ou solaires photovoltaïques. Si on désire installer des panneaux hybrides pour bénéficier aussi bien de la chaleur que de l'électricité, il faut enlever environ 20% du potentiel pour chacune des énergies. Seule une optimisation détaillée, lors de la phase avancée du projet, permettra de définir avec précision les proportions de panneaux hybrides, photovoltaïques purs, ou solaires thermiques qu'il faudra mettre.
2. Pour garantir une certaine clarté des graphiques, on a attribué l'énergie solaire thermique aux besoins d'ECS (la barre pour le solaire thermique a été placée sous « ECS » dans les graphiques). Ceci étant, il n'y a rien qui s'opposerait à l'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage.
3. La puissance pour le potentiel solaire thermique indiqué dans la Figure 23 est purement indicative, et correspond à la puissance telle qu'indiquée pour les panneaux et correspondant à des conditions de test bien particulières. La puissance réelle varie de cas en cas.
4. Pour valoriser l'intégralité du potentiel solaire en termes de chaleur, il faudrait envisager un stockage saisonnier.
5. La géothermie pourrait représenter un certain potentiel. Ce dernier est cependant insuffisant en termes de puissance pour satisfaire les besoins de chaud et de froid. De plus, comme on le voit sur la Figure 22,

le rapport entre chauffage et climatisation est totalement différent si on considère les besoins de la gare, ou si on considère le potentiel existant. Or comme on l'a déjà mentionné, le potentiel ne peut être garanti que si ce rapport est le même pour les besoins et pour le potentiel. Dans les autres cas, des modélisations doivent être faites pour garantir l'équilibre à long terme du terrain.

6. L'eau du lac présente une solution intéressante. Pour qu'elle soit rentable, il faudra cependant trouver des clients autres que la seule Gare des Eaux-Vives. Ceci aura l'avantage de réduire l'impact des coûts d'investissement (étant donné qu'ils pourront être redistribués sur un plus grand nombre de clients), mais l'inconvénient qu'il faudra justement trouver ces clients supplémentaires.

8 Infrastructures

Ce chapitre analyse les infrastructures existantes et projetées.

8.1 Réseau de gaz

Le réseau de gaz est représenté dans la Figure 24. Comme on peut le voir, le réseau de gaz est bien présent dans le secteur.

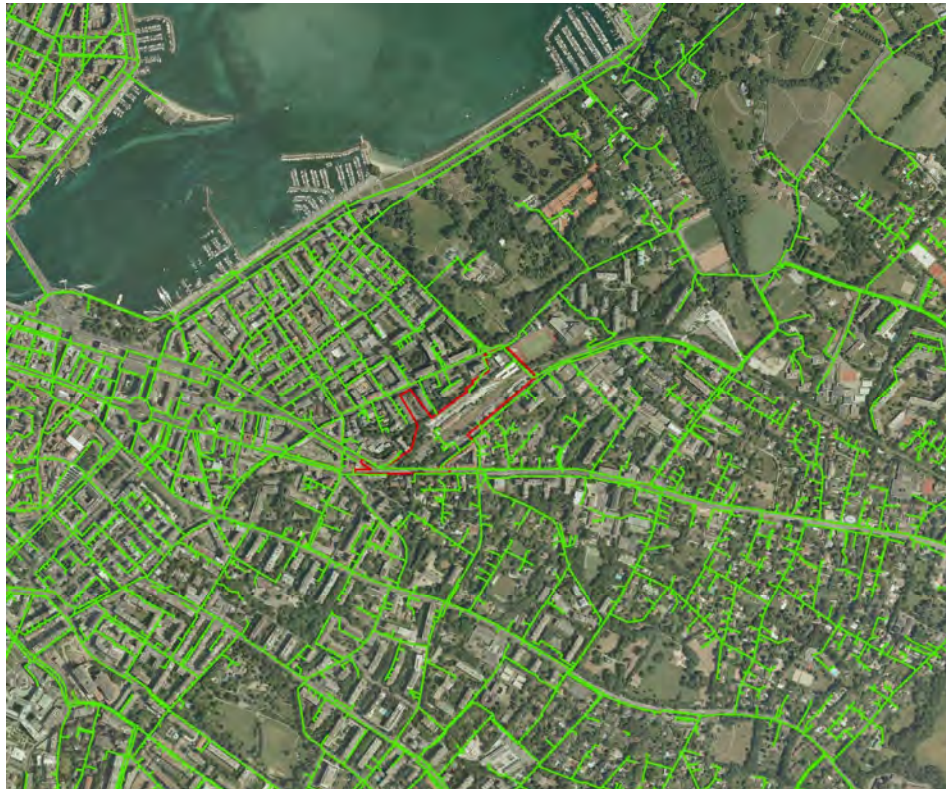


Figure 24 : Réseau de gaz (en vert) selon la couche SITG CAD_SS_CONDUITES_GAZ

8.2 Réseau d'eaux usées

Comme déjà mentionné dans la section 7.7, le réseau d'eaux usées est bien présent dans le secteur, mais sans pour autant présenter un intérêt notable en termes d'énergie.

8.3 Réseau de chauffage à distance

Aucun réseau de chauffage à distance n'est présent dans le secteur.

8.4 Infrastructures géothermiques

Le secteur ne comprend aucune infrastructure géothermique à l'heure actuelle. En termes d'infrastructures projetées, il y aura, au cas où les SIG prennent la décision de valoriser l'énergie géothermique grâce aux structures du CEVA, des collecteurs placés dans la structure du CEVA.

8.5 Synthèse sur les infrastructures existantes

Hormis les réseaux de gaz et d'eaux usées, le secteur ne comprend aucune infrastructure existante qui soit intéressante d'un point de vue énergétique.

9 Analyse des acteurs

Cette section présente les principaux acteurs qu'il convient d'identifier dans le cadre de la présente étude, ainsi que l'analyse de leur rôle. Les acteurs peuvent être classés en 2 catégories principales :

1. les acteurs jouant un rôle essentiel dans le projet, soit par leur pouvoir décisionnel (exemple : propriétaires, promoteurs,...), soit par leur rôle de représentant du législateur (exemple : ScanE, Service de l'Energie de la Ville de Genève) ;
2. les acteurs présentant un intérêt d'un point de vue énergétique (exemple : SIG, CFF, acteurs générant des importants rejets thermiques,...).

9.1 Acteurs jouant un rôle essentiel dans le projet

Parmi les acteurs jouant un rôle essentiel dans le projet on compte : la SOVAGEV, le ScanE et le Service de l'Energie de la Ville de Genève.

9.1.1 SOVAGEV

La SOVAGEV est la société réunissant les trois propriétaires fonciers du terrain sur lequel va être construite la future Gare des Eaux-Vives, à savoir l'Etat de Genève, les CFF et la Ville de Genève. A ce sujet, il faut préciser que 50% du droit à bâtir revient à la Ville de Genève, 25% au Canton et 25% aux CFF. Ces trois acteurs jouent un rôle essentiel en ce sens que c'est à eux qu'il appartient de prendre les décisions concernant le développement de la gare. Ces décisions concernent bien entendu également le choix final de la solution énergétique. Si la Ville et le Canton désirent que le développement se fasse de manière exemplaire en termes d'énergie, les CFF quant à eux privilégient la rentabilité, mais sans pour autant négliger l'aspect environnemental [16].

9.1.2 Ville de Genève

Hormis le rôle décisionnel qu'a la Ville de Genève en tant que propriétaire d'une partie des terrains, elle veille également à ce que les objectifs qu'elle s'est fixés de manière générale (indépendamment du présent projet) soient respectés. Ces objectifs sont rapidement récapitulés ci-dessous [16] :

1. L'énergie servant à satisfaire les besoins doit être 100% renouvelable, pour autant que le prix soit raisonnable (le prix du renouvelable ne doit pas être disproportionné par rapport à des solutions plus « traditionnelles »).
2. Le périmètre d'étude doit être assez large (et ne pas se focaliser sur les limites du PLQ), afin de tenir compte de toutes les ressources à disposition.

9.1.3 ScanE

Le ScanE (Service Cantonal de l'Energie du Canton de Genève) est l'organe qui a pour tâche de rédiger le Règlement d'application de la loi sur l'Energie (sur lequel est basé le présent concept), et de valider le concept énergétique du PLQ.

9.2 Acteurs présentant un intérêt du point de vue énergétique

9.2.1 SIG

Les SIG, en tant que pourvoyeurs de services énergétiques, jouent un rôle important dans le cadre de la présente étude. En effet, autant dans le cas de la ressource eau du lac que dans le cas des pieux géothermiques du CEVA, les SIG seront les principaux propriétaires (réseau d'eau) et/ou exploitants (réseau d'eau et pieux géothermiques du CEVA). De plus, les SIG mènent à l'heure actuelle un certain nombre d'études tant pour la valorisation de l'eau du lac que de l'énergie géothermique, acquérant non seulement une expertise dans le domaine mais également une vue d'ensemble des différents projets en cours. Enfin si une solution est choisie, dans laquelle on fait intervenir un réseau d'eau ou une valorisation de l'énergie géothermique, un engagement ferme des SIG sera indispensable.

9.2.2 CFF

En plus d'être propriétaire de 25% des bâtiments de la future Gare des Eaux-Vives, les CFF sont également propriétaires des structures (génie civil) du CEVA à l'intérieur desquelles vont prendre place les éléments permettant de valoriser l'énergie géothermique. Les CFF représentent donc également un partenaire important dans le cas où une solution permettant de valoriser l'énergie géothermique est choisie. Un engagement ferme des CFF sera en effet requis dans ce cas au moment de décider du système énergétique à mettre en place.

9.2.3 Acteurs générant des rejets thermiques

Une analyse des périmètres restreint et élargi, réalisée grâce à une visite sur place ainsi qu'à la couche SITG CAD _BAR_HORSOL, a montré qu'il ne semblait pas y avoir d'acteur potentiellement intéressant en termes de rejets thermiques.

9.2.4 Propriétaires des bâtiments autour de la future gare

Les propriétaires des bâtiments (notamment habitations) situés autour de la future Gare des Eaux-Vives constituent un groupe important d'acteurs pouvant jouer un rôle dans le cas où le concept énergétique de la gare influence le périmètre élargi. Ceci sera le cas si un réseau de chauffage et/ou rafraîchissement à distance devait se mettre en place. En effet, sans la participation active de ces acteurs, il sera difficile de rentabiliser le réseau. Une description détaillée et exhaustive de ces acteurs n'est malheureusement pas possible dans le cadre de cette étude. En revanche, il convient ici de définir leurs principales caractéristiques. Dans cette catégorie d'acteurs on peut distinguer deux groupes distincts : les propriétaires actuels, dont les bâtiments existent déjà, et les futurs propriétaires, qui posséderont les bâtiments à construire.

Propriétaires actuels

Les propriétaires actuels sont fortement contraints par le bâti existant, qui est relativement ancien dans la zone d'intérêt. Si certains propriétaires ont déjà entrepris des rénovations et pourraient de ce fait se montrer intéressés par une connexion à un réseau, pour les autres une telle connexion ne serait pas rentable et/ou techniquement pas faisable actuellement. Mentionnons également

que les propriétaires ne sont que rarement les occupants des immeubles. Par conséquent, l'argument du prix du kWh thermique, en admettant qu'il est plus bas lorsque la chaleur ou le rafraîchissement vient d'un réseau plutôt que d'une chaudière ou d'un groupe froid, ne sera pas un argument suffisant pour les convaincre de changer de système.

Futurs propriétaires

Dans le cas de futurs propriétaires, la situation est très différente par rapport à celle des propriétaires actuels. Premièrement, les standards de construction qu'ils devront respecter permettront aisément de se raccorder à du chauffage/rafraîchissement à distance. Deuxièmement, le fait de pouvoir connecter le bâtiment peut présenter un argument pour les locataires à venir. Enfin, il est fort probable que lorsque ces futurs propriétaires arriveront, le réseau, s'il se réalise, sera physiquement implémenté. Ainsi les éventuelles doutes liés aux questions d'investissement ou de fonctionnement du réseau pourront être levés.

9.3 Synthèse des acteurs

Le tableau ci-dessous résume les acteurs présents sur ou autour du site et leur rôle :

	Pouvoir décisionnel	Garant du respect de la loi, des objectifs fixés	Propriétaire/exploitant de structures énergétiques	Engagement requis	Synergies énergétiques possibles
SOVAGEV	X				
Ville de Genève		X			
ScanE		X			
SIG			X	X	
CFF			X	X	
Bât. Avec rejets thermiques					X
Propriétaires					X

Tableau 7 : Résumé des acteurs intervenant dans le cadre de l'étude, et de leur rôle

10 Concept énergétique

Comme l'a montré la section 7, les principales ressources énergétiques renouvelables à disposition dans, ou aux alentours, du périmètre restreint, sont l'énergie solaire, l'énergie comprise dans l'eau du lac, l'énergie comprise dans l'air, ainsi que l'énergie géothermique (valorisable grâce au CEVA). Hormis l'eau du lac et l'air, qui permettraient de satisfaire entièrement les besoins de climatisation et de chauffage (moyennant un apport électrique plus ou moins important), aucune autre ressource ne suffirait, à elle seule, à couvrir intégralement au moins un des besoins (chauffage, ECS, climatisation ou électricité).

Dans cette section, les différentes manières de valoriser les énergies disponibles vont être analysées.

10.1 Stratégies de valorisation des énergies renouvelables

Les stratégies de valorisation des énergies renouvelables sont nombreuses, étant donné que les différentes énergies peuvent se laisser combiner de manière infinie. Le but de cette section est donc de définir un certain nombre de stratégies de base, qui pourront être optimisées dans les phases détaillées du projet.

10.1.1 Stratégies de valorisation envisageables

Stratégie de base « minimale »

La stratégie dite « minimale » est la stratégie d'approvisionnement qui respecte strictement les exigences de la loi, à savoir la satisfaction de 30% des besoins d'ECS par des panneaux solaires thermiques, et la valorisation des rejets de chaleur (par exemple pour préchauffer l'ECS). Pour le reste, on utilisera une chaudière à gaz pour le chauffage et l'ECS non satisfait par les panneaux ou les rejets, une installation de climatisation à compression pour le froid, et l'électricité du réseau. Si cette solution ne correspond pas à la volonté d'exemplarité de la Ville de Genève, elle n'en constitue pas moins un « Minimum légal », auquel les autres solutions vont pouvoir être comparées.

Stratégie de valorisation de l'eau du lac

Cette stratégie consiste à utiliser l'eau du lac pour satisfaire les besoins de chauffage (par l'intermédiaire d'une PAC), d'ECS (également à l'aide d'une PAC) et de climatisation, ainsi que l'électricité du réseau. On pourra compléter l'installation avec des panneaux solaires sur le toit. Théoriquement, et selon la loi, il faudrait installer des panneaux permettant de générer assez de chaleur pour satisfaire 30% des besoins d'ECS. Ceci étant, une dérogation à la loi serait possible pour cette stratégie, en ce sens que les panneaux solaires thermiques pourraient être remplacés par des panneaux photovoltaïques. En effet, si l'ECS est fournie grâce à une PAC connectée sur l'eau du lac, la ressource renouvelable est garantie, et la PAC bénéficie globalement d'un bon COP [10]. En outre, les panneaux solaires photovoltaïques permettraient de compenser une partie des besoins d'électricité des PAC. Enfin, l'option des panneaux solaires photovoltaïques présenterait l'avantage d'une régulation globalement plus facile que si on installe des panneaux solaires thermiques. A ce sujet, précisons que pour garantir une certaine clarté dans l'exposé qui suit, on considèrera des panneaux solaires thermiques et des panneaux photovoltaïques, et on ne parlera plus des panneaux hybrides. Cette simplification est justifiée dans la mesure où elle n'affecte que peu les résultats finaux, comme le montre l'exemple sui-

vant : Soit la surface de toiture disponible de 5'586m². En tenant compte des différents rendements des panneaux solaires thermiques, photovoltaïques ou hybrides, et en satisfaisant 30% des besoins d'ECS grâce au rayonnement solaire (soit par des panneaux solaires thermiques soit par des panneaux hybrides), il reste suffisamment de place sur le toit pour générer 538 MWhel/an d'électricité (scénario avec panneaux hybrides), respectivement 384 MWhel/an (scénario panneaux solaires thermiques et photovoltaïques). La différence de 154 MWhel/an ne représente que 3,5% des besoins d'électricité tels qu'indiqués dans le Tableau 2. Si cette quantité n'est pas complètement négligeable, ce résultat montre cependant que l'hypothèse de ne pas considérer les panneaux hybrides dans la suite de l'exposé, pour des raisons de clarté, ne va pas préjudicier les résultats. Ce d'autant plus qu' à ce stade de l'étude, le concept énergétique ne peut pas prétendre fixer avec précision la proportion de toiture que chaque type de panneau va occuper.

En résumé, la stratégie de valorisation de l'eau du lac permet les variantes suivantes :

1. Eau du lac avec panneaux solaires thermiques et réseau électrique (variante « Lac + solaire thermique »), Figure 25
2. Eau du lac avec panneaux photovoltaïques et réseau électrique (variante « Lac + PV »), Figure 26

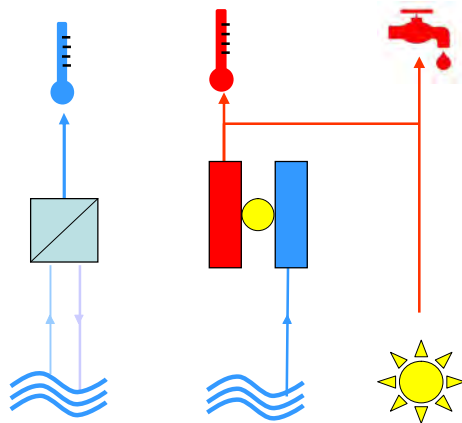


Figure 25 : Schéma de la variante « Lac + Solaire thermique »

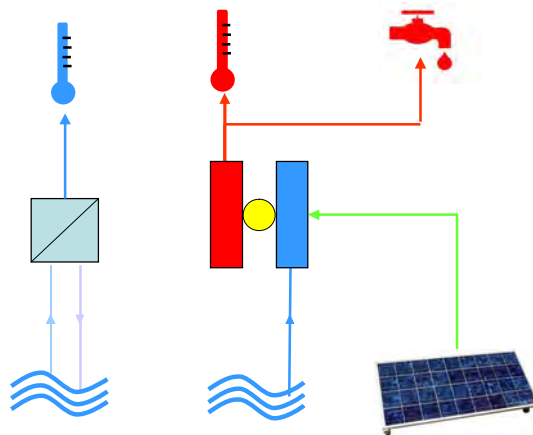


Figure 26 : Schéma de la variante « Lac + PV »

Stratégie de valorisation de l'énergie géothermique grâce aux structures du CEVA

Rappelons qu'au moment de mettre le point final du présent rapport, la décision a été prise de ne pas poursuivre le projet de la valorisation de l'énergie géothermique grâce aux structures du CEVA, mais que cette solution serait laissée dans le rapport.

Cette stratégie consiste à valoriser l'énergie géothermique en profitant des structures du CEVA, pour satisfaire les besoins de chauffage (par l'intermédiaire d'une PAC), d'ECS (également par une PAC), et de climatisation (par l'intermédiaire d'un groupe froid). Conformément à l'article 15 de la loi sur l'énergie, il faudra compléter l'installation avec des panneaux solaires thermiques sur le toit. D'autre part, étant donné qu'il faudra un groupe froid pour la climatisation, même lorsqu'on utilisera la géothermie comme source froide, il faudra équiper les installations d'un système de récupération de la chaleur (Loi sur l'Énergie L 2 30, art. 22C). En d'autres termes, le rapport entre la chaleur extraite du sol et la chaleur réinjectée sera encore plus élevé (et donc défavorable) que celui qui avait été déterminé dans la section 7.4, et donc d'autant plus défavorable pour une valorisation maximale de la ressource.

Cette solution ne permettra pas de satisfaire l'ensemble des besoins, que ce soient les besoins de chauffage, ECS ou climatisation. Il faudra donc compléter cette installation, par exemple par une chaudière au gaz (tel qu'indiqué dans la Figure ci-dessous) ou des PAC air/eau, ainsi qu'une climatisation à compression. Enfin, l'électricité sera fournie par le réseau. En résumé, la stratégie de valorisation du CEVA permet la variante suivante :

3. Énergie du CEVA avec panneaux solaires thermiques, chaudière à gaz, groupe froid sur l'air et réseau électrique (variante « CEVA + solaire thermique »), Figure 27

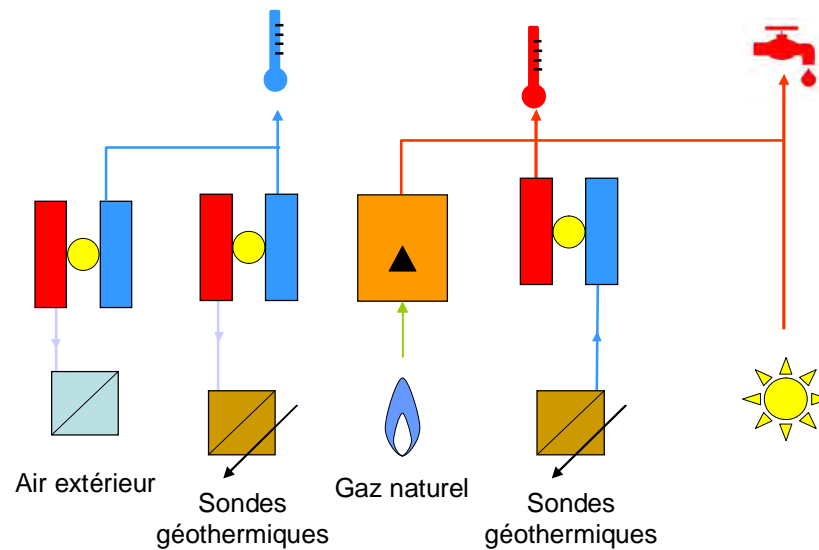


Figure 27 : Schéma de la variante « CEVA + Solaire thermique »

Stratégie de valorisation de l'énergie comprise dans l'air

Cette stratégie consiste à valoriser l'énergie comprise dans l'air, pour satisfaire les besoins de chauffage (par l'intermédiaire d'une PAC), ECS (également par l'intermédiaire d'une PAC), et de climatisation, ainsi que l'électricité du réseau. Pour la climatisation, on favorisera autant que possible le mode « free cooling » même si un groupe froid sera également nécessaire. L'installation devra en outre être complétée avec des panneaux solaires thermiques. Enfin, l'électricité sera fournie par le réseau. En résumé, la stratégie de valorisation de l'air permet la variante suivante :

4. Air avec panneaux solaires thermiques et réseau électrique (variante « Air + solaire thermique »), Figure 28

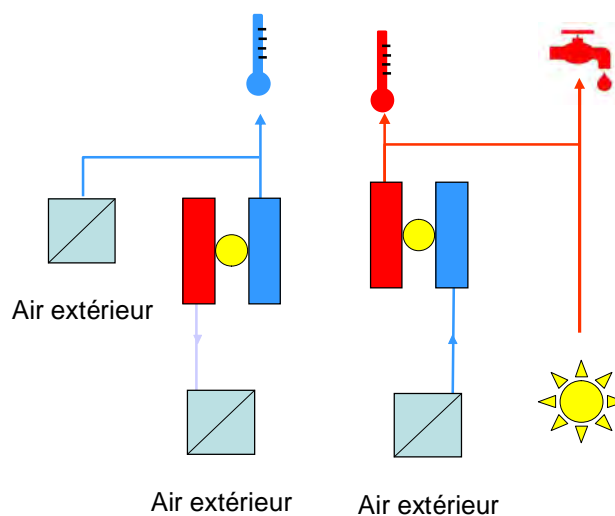


Figure 28 : Schéma de la variante « Air + Solaire thermique »

Le Tableau 8 montre de manière synthétique les ressources énergétiques intervenant dans chacune des variantes d’approvisionnement.

Variante	Solaire thermique	Solaire PV	Lac	CEVA	Air	Electricité du réseau	Gaz naturel	TOTAL ressources
Base								3
Lac + Solaire therm.								3
Lac + PV								3
CEVA + Solaire therm.								5
Air + Solaire therm.								3

Tableau 8 : Ressources énergétiques intervenant dans chacune des variantes

Les figures 29 et 30 montrent comment chacune des ressources permet de satisfaire les besoins de chaleur (chauffage et ECS) et de climatisation. Pour chaque variante, on a représenté sur le graphique la partie de l’énergie qui venait directement de la ressource analysée (lac, géothermie,...), ainsi que la quantité d’électricité requise (généralement par la PAC et/ou le groupe froid) pour permettre la valorisation de cette ressource. Les hypothèses suivantes ont été utilisées :

1. Lorsqu’il y a des panneaux solaires thermiques, 30% de l’ECS est générée par ces panneaux.
2. Rendements des variantes 2 et 3 : COPA de la PAC eau/eau : 4.0 [21], SEER sur eau du lac : 13 [21]
3. Rendements de la variante 4 : COPA de la PAC sol/eau : 3.2, SEER du groupe froid : 5.9 (COP et SEER évalués en fonction des températures en jeu)
4. Rendements de la variante 5 : COPA de la PAC air/eau : 3.0 (évalué en tenant des comptes des informations publiées [22]), SEER du groupe froid : 4.9 (évalué en fonction des températures en jeu)
5. Pour les variantes 4 (« CEVA + Solaire thermique ») et 5 (« Air + Solaire thermique ») impliquant des groupes froids à compression lorsque le free-cooling n’est pas possible, on valorise les rejets thermiques pour l’ECS qui n’est pas fournie par les panneaux solaires thermiques. Sachant que si les panneaux solaires thermiques fournissent 30% de l’ECS sur l’année, ils fournissent environ 45% de l’ECS en été. Or c’est précisément à cette période de l’année que les groupes froids à compression vont le plus fonctionner. Il reste donc 55% de l’ECS, en été, qui peut être couverte par les rejets thermiques.

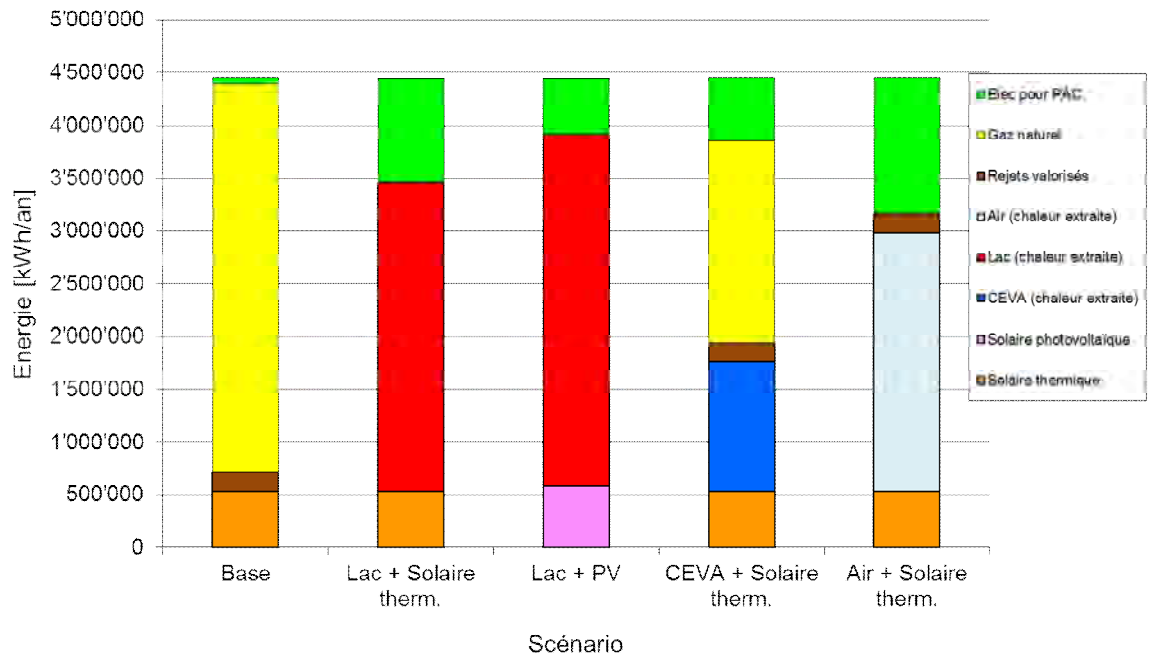


Figure 29 : Energies utiles fournies par chacune des ressources, ainsi que par l'électricité nécessaire à faire fonctionner les PAC, pour satisfaire les besoins de chaleur (chauffage et ECS)

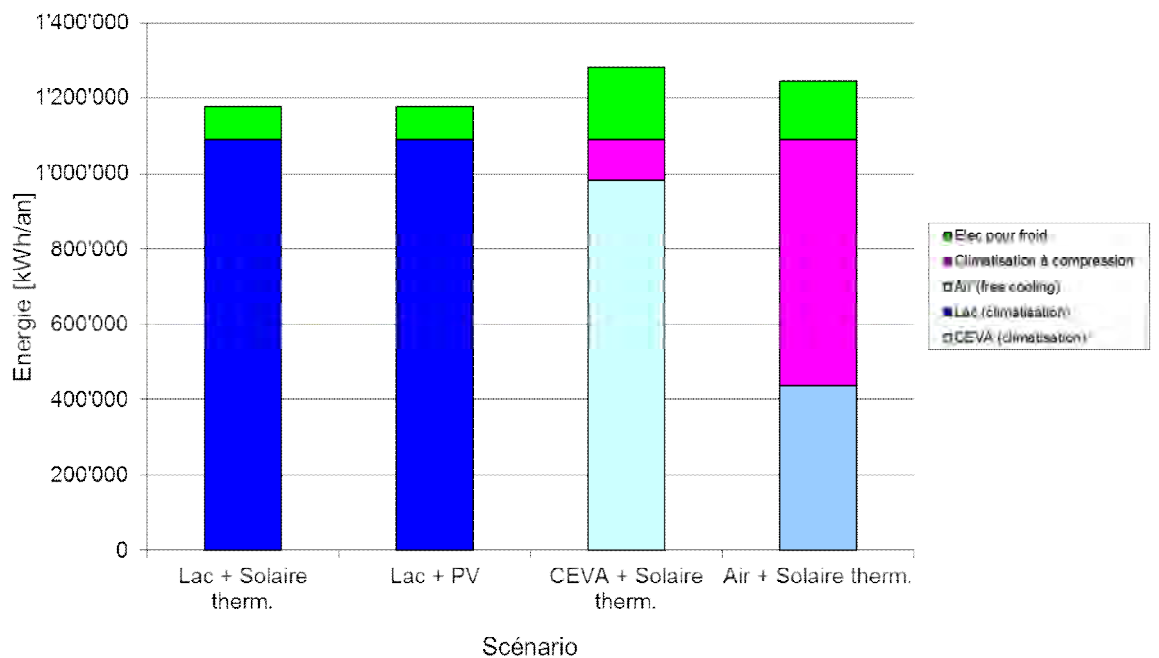


Figure 30 : Energies utiles extraites par chacune des ressources pour satisfaire le besoins de climatisation, avec l'électricité requise pour faire fonctionner le système (pompage de l'eau dans le cas d'une climatisation par l'eau du lac, groupe froid et ventilateurs de free-cooling dans le cas de l'air, groupe froid dans le cas du CEVA)

Les remarques suivantes peuvent être faites sur la base des deux graphiques ci-dessus :

1. La variante qui fait le moins appel à l'électricité pour le chauffage et l'ECS, est la variante basée sur le CEVA. Cette variante nécessite cependant le recours à d'importantes quantités de gaz naturel, contrairement aux autres variantes.
2. Les variantes basées sur l'eau du lac sont celles qui requièrent le moins d'électricité globalement sur l'année (chauffage, ECS et climatisation compris).
3. En termes de complexité, la variante « CEVA + Solaire thermique » est la plus compliquée à mettre en place étant donné que c'est la variante qui requiert le plus de ressources différentes (Tableau 8).

10.2 Critères d'évaluation des variantes

Afin d'évaluer les différentes variantes énumérées dans la section ci-dessus, une analyse multi-critères est effectuée. Les critères d'évaluation concernent les domaines d'efficacité environnementale, ainsi que des critères non quantifiables, liés à la mise en place de l'installation et à des aspects stratégiques.

10.2.1 Critères environnementaux

Les critères environnementaux concernent des aspects liés à :

- Le coefficient de performance énergétique (exprimée comme le rapport entre les services énergétiques fournis et le gaz naturel ou l'électricité qu'il faut pour fournir ces services),
- l'utilisation d'énergie primaire,
- les émissions de CO₂,
- le pourcentage d'énergie renouvelable.

Le but de ces critères est de donner une indication quantitative quant aux conséquences sur l'environnement des différentes solutions.

10.2.2 Critères de mise en place et critères stratégiques

Les critères de mise en place donnent une indication qualitative par rapport aux différents aspects liés à la planification et à la mise en place de la variante. Parmi ces critères on a défini :

- La complexité technique : ce critère est relatif aux nombres de technologies impliquées, et donc à la complexité résultante de l'installation. Par exemple si une ressource donnée ne permet pas de satisfaire l'intégralité d'un service énergétique, il va falloir recourir à une deuxième ressource, ce qui va rendre l'installation finale plus complexe.
- La complexité des acteurs : ce critère est relatif au nombre d'acteurs impliqués ou qu'il faut contacter pour mettre en place une variante. Par exemple l'installation de PAC air/eau requiert l'intervention d'un nombre réduit d'acteurs, contrairement à la valorisation de l'énergie géothermique.
- les conséquences de l'installation sur une stratégie à long terme dans le périmètre : le choix d'un réseau basé sur l'eau du lac par exemple,

permettra de développer également le périmètre élargi, alors que des panneaux solaires n'auront aucune influence sur le périmètre élargi.

10.2.3 Evaluation des variantes

Critères environnementaux

Les différentes variantes ont été évaluées en fonction des critères définis ci-dessus. Les hypothèses suivantes ont été faites :

1. Les comparaisons sont basées sur la satisfaction des besoins thermiques uniquement. Les besoins d'électricité autres que ceux servant directement à alimenter les PAC, les ventilateurs de free-cooling, les pompes pour l'eau du lac, et les groupes froid à compression, ne sont pas pris en considération.
2. Lorsqu'il y a des panneaux solaires PV, l'électricité est entièrement utilisée par la PAC.
3. Pour l'électricité du réseau, on a considéré le mix Ville de Genève, soit 11,9 g-CO₂/kWh et un facteur d'énergie primaire de 1,22.

Le Tableau 9 ainsi que les figures 31 et 32 montrent les performances des différentes variantes selon les critères environnementaux.

	Coefficient de performance énergétique [-]	Energie primaire [MWh/an]	Emissions CO ₂ [ton-CO ₂ /an]	Pourcentage de renouvelable (mix Ville de Genève)	Pourcentage de renouvelable (mix Suisse)
Base	1.27	5'031	988	26%	24%
Lac + Solaire therm.	5.20	1'300	13	100%	92%
Lac + PV	9.00	750	7	100%	96%
CEVA + Solaire therm.	1.91	3'391	520	62%	56%
Air + Solaire therm.	3.86	1'750	17	100%	90%

Tableau 9 : Performances environnementales des différentes variantes

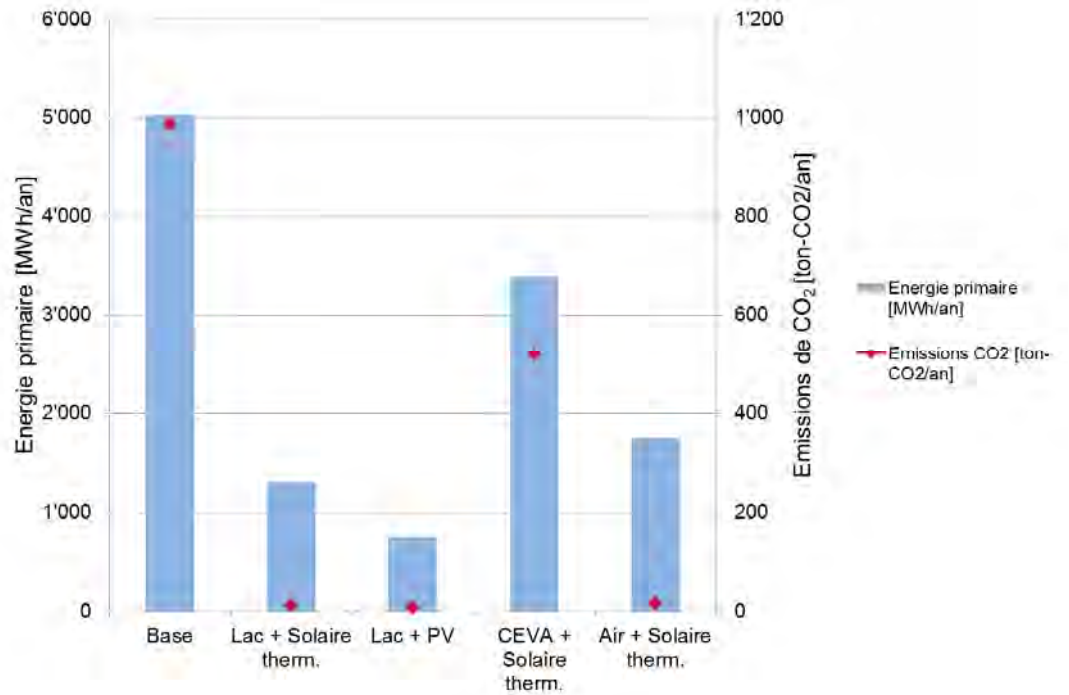


Figure 31 : Energie primaire et émissions de CO₂ de chacune des variantes

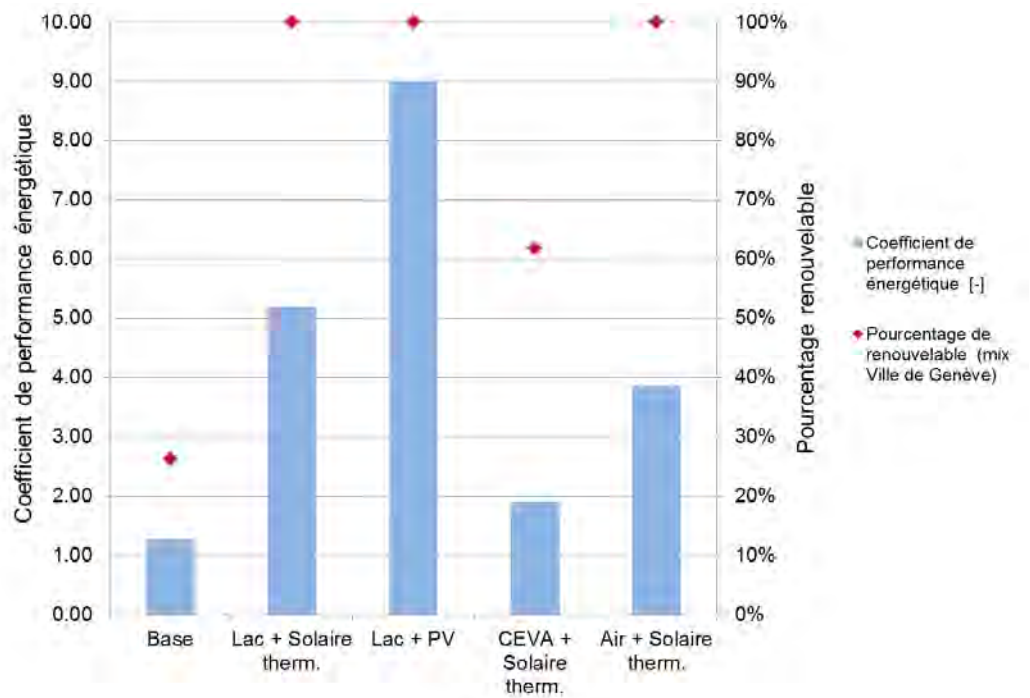


Figure 32 : Coefficient de performance énergétique et pourcentage de renouvelable de chacune des variantes

On constate que la variante « Lac + PV » présente les meilleures performances environnementales. Les mauvaises performances en termes d'efficacité énergétique et d'énergie primaire des variantes « CEVA + Solaire thermique » et « Air + Solaire thermique », sont dues à l'utilisation de gaz naturel dans le cas « CEVA + Solaire thermique » et le COP de la PAC air/eau (moins bon que le COP des PAC sol/eau ou eau/eau) dans le cas « Air + Solaire thermique ». En ce qui concerne les émissions de CO₂, c'est essentiellement l'utilisation de gaz naturel qui pèse la variante « CEVA + Solaire thermique ».

Il faut noter que les performances de la variante « Air + Solaire thermique » restent particulièrement bonnes, même si elles ne sont pas aussi bonnes que les performances de la variante basée sur le lac. Ceci peut paraître surprenant au vu du plus mauvais COP des PAC air/eau en hiver. Ces bonnes performances sont cependant dues au fait que le mix électrique acheté par la Ville de Genève est supposé entièrement renouvelable, si bien que même un chauffage électrique direct (interdit par la loi) s'en sortirait avec des bonnes performances. Il a donc paru intéressant d'analyser la variante basée sur l'air, à la lumière du mix électrique suisse, et de comparer ses performances avec celles des autres variantes. Le tableau ci-dessous résume les performances qu'on obtiendrait :

	Emissions CO ₂ [ton-CO ₂ /an]	Energie primaire [MWh/an]	Pourcentage de renouvelable
Base	1'027	5'515	22%
Lac + Solaire therm.	164	3'166	84%
Lac + PV	95	1'827	91%
CEVA + Solaire therm.	631	4'763	50%
Air + Solaire therm.	221	4'260	78%

Tableau 10 : Performances environnementales calculées avec le mix suisse

On constate que même si en termes d'émissions et de pourcentage renouvelable la variante « Air + Solaire Thermique » reste meilleure que la variante « CEVA + Solaire Thermique », en termes d'énergie primaire les deux solutions sont très proches, et il suffirait d'un hiver particulièrement rigoureux pour que la solution « Air + Solaire Thermique » soit moins bonne que la solution « CEVA + Solaire Thermique ». Or ce critère est très important, car il permet d'évaluer la quantité d'énergie requise, à la base, pour satisfaire un besoin. Plus on utilise d'énergie primaire pour satisfaire des besoins, plus cela signifie que la chaîne d'approvisionnement qui nous permet d'obtenir cette énergie (extraction, transformation, transport), consomme elle-même de l'énergie.

Critères de mise en place et critères stratégiques

Les graphiques ci-dessous montrent les performances, pour chacune des quatre variantes retenues, relatives aux critères liés à la mise en place de l'installation ainsi qu'aux aspects stratégiques. Pour mémoire, les trois critères sont :

- la complexité technique
- la complexité des acteurs
- les conséquences de l'installation sur une stratégie à long terme dans le périmètre

Ces trois critères comportent bien entendu une part subjective dans leur jugement, et ils ne se laissent pas aussi bien quantifier que les critères environnementaux. Afin de les évaluer, on a tenté de mettre une note entre 1 et 3 pour chacun des critères, ou 1 est la moins bonne note et 3 la meilleure.

Afin de donner une image aussi complète que possible, on a également ajouté sur ces graphiques un critère « environnement » résumant les performances environnementales de chaque variante.

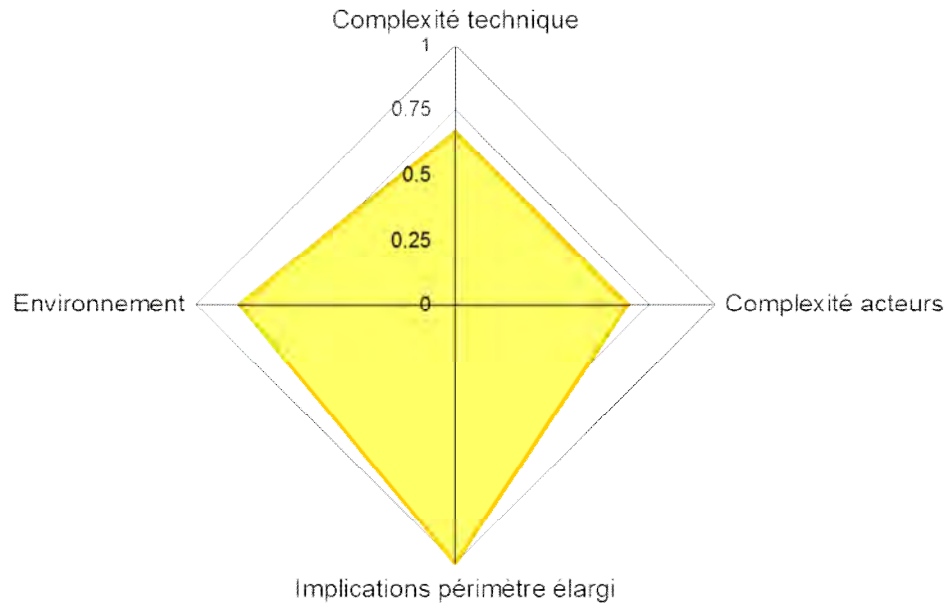


Figure 33 : Performances de la variante « Lac + Solaire thermique »

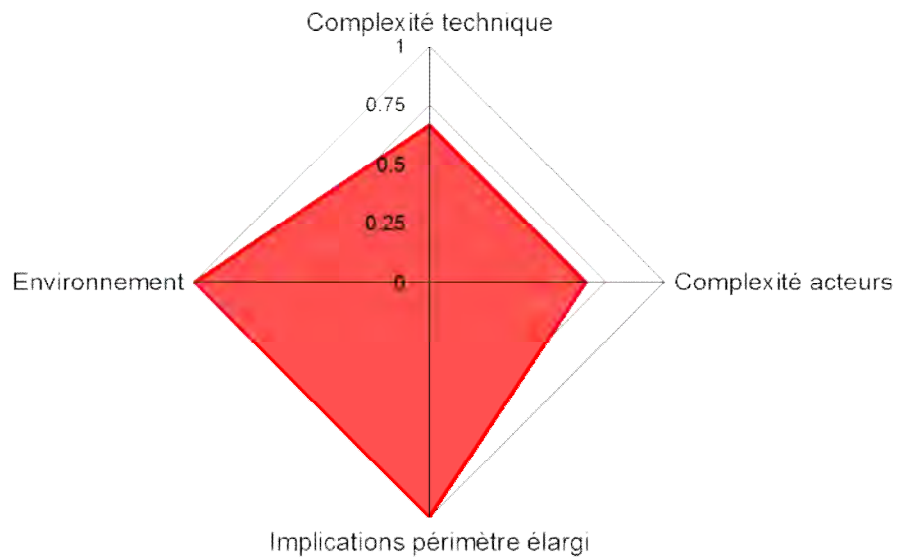


Figure 34 : Performances de la variante « Lac + PV »

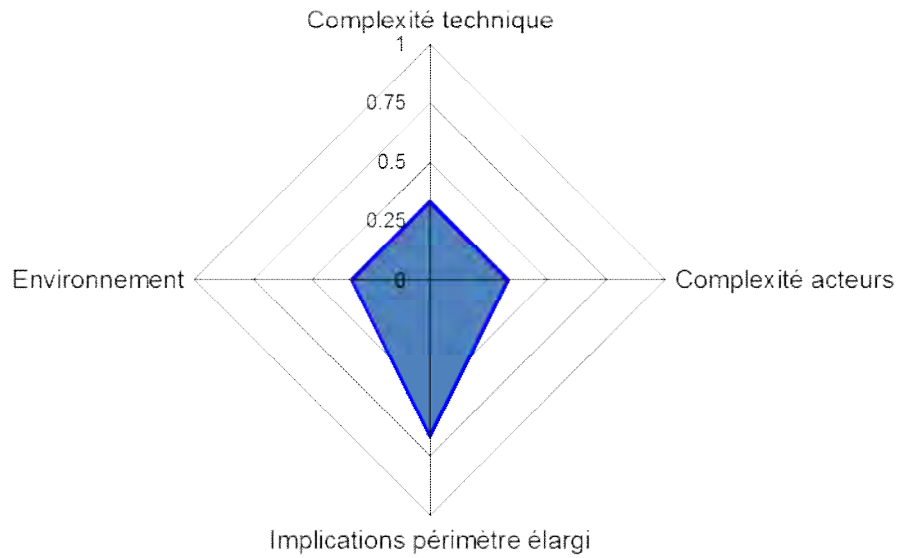


Figure 35 : Performances de la variante « CEVA + Solaire thermique »

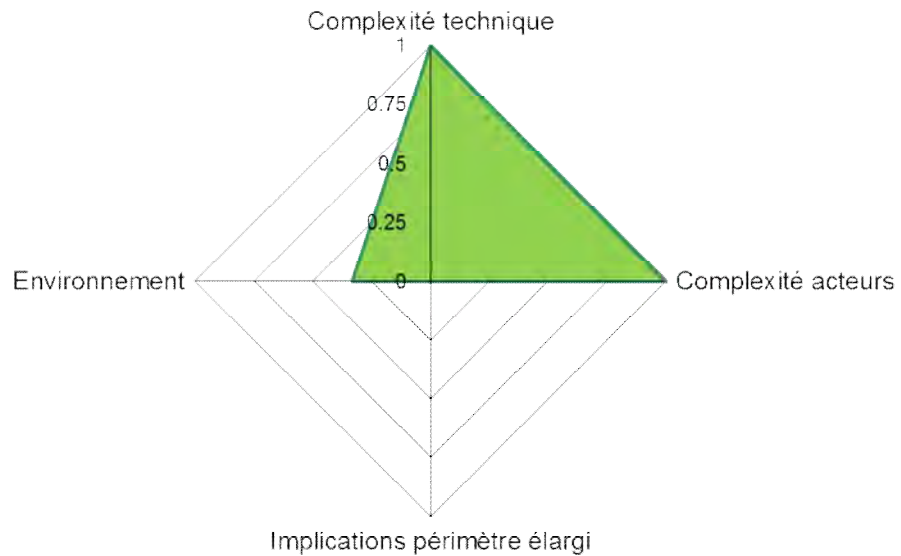


Figure 36 : Performances de la variante « Air + Solaire thermique »

Il va sans dire qu'au vu du caractère subjectif des critères, les graphiques ci-dessus sont à prendre avec une certaine précaution⁶. De plus les critères ont tous été évalués avec le même poids, or il n'est pas évident que ces critères revêtent tous la même importance aux yeux des différents acteurs.

⁶ De fait, même le critère « Environnement » qui se base pourtant sur des aspects quantifiés, devient subjectif lorsqu'il s'agit de le réduire à une note entre 1 et 3.

Globalement, plus la surface du polygone, dans chacun des graphiques ci-dessus, est grande, plus la variante est bonne.

Les 2 variantes basées sur le lac (« Lac + Solaire thermique » et « Lac + PV ») sont celles qui affichent la meilleure performance globale. La variante « Lac + Solaire thermique » est un peu plus complexe en termes de régulation car il faut prêter attention à ajuster la chaleur qui vient des panneaux solaires avec celle qui vient des PAC, pour l'ECS. En termes de complexité au niveau des acteurs, ces variantes demandent une bonne coordination avec les SIG. Les variantes basées sur l'eau du lac bénéficient d'un réel potentiel de dynamisation du secteur en termes énergétiques, ce qui se traduit par une excellente performance au niveau des implications par rapport au périmètre élargi. En effet, comme on l'a vu sur la Figure 13, la zone autour de la future Gare des Eaux-Vives est amenée à se densifier de manière considérable, et pourrait présenter une réelle opportunité pour un système basé sur l'eau du lac. En résumé, les variantes basées sur l'eau du lac pourront afficher des performances globales excellentes, pour autant évidemment que la décision que va devoir prendre les SIG aille dans le sens d'un réseau.

La variante basée sur le CEVA aurait eu le mérite d'utiliser les synergies entre la structure du CEVA et la valorisation d'énergie géothermique. Cette synergie aurait présenté un bel exemple pour le futur en termes de collaboration entre le génie civil et le génie énergétique. Rappelons cependant que les dernières nouvelles au sujet de la géothermie font état d'un arrêt du projet en ce qui concerne le secteur des Eaux-Vives. En termes de complexité technique, le CEVA aurait présenté l'inconvénient de devoir requérir à une source d'énergie supplémentaire tant pour le chaud que pour le froid. En termes de chaud, cette source pourrait être le gaz. Or précisons que si pour réduire la complexité de l'installation on se tournait vers une chaudière à gaz, il n'est pas exclu que celle-ci dépasserait la limite de 1 MW au-delà de laquelle il faut également faire une étude de CCF, selon la nouvelle loi. Cette dernière variante présenterait le fort inconvénient de rendre l'installation encore plus complexe, ce d'autant plus que 30% de l'ECS devront de toute façon être satisfaits avec des panneaux solaires. En termes de complexité avec les acteurs, cette solution aurait demandé une coordination importante non seulement avec les SIG, mais également avec les CFF qui seront les propriétaires des structures. En termes d'implication sur le périmètre élargi, la valorisation de l'énergie géothermique par le CEVA n'aurait certes pas permis la réalisation d'un réseau qui pourrait desservir également d'autres bâtiments (comme un réseau d'eau du lac p.ex.). En revanche, cette solution aurait pu avoir un effet marketing qui pourrait pousser d'autres acteurs à se connecter également sur le CEVA, voire sur d'autres ouvrages futurs.

La variante basée sur l'air est une variante qui n'est ni franchement mauvaise, ni franchement bonne. Elle n'est complexe ni au niveau technique ni au niveau de la quantité d'acteurs impliqués. En contrepartie, elle n'apporte aucune prestation pour le périmètre élargi et ne fait pas la meilleure utilisation possible de l'électricité. Cette variante pourrait être utilisée comme solution de transition intéressante s'il en fallait une (par exemple si les variantes sur l'eau du lac ou le CEVA le requièrent).

10.2.4 Synthèse des variantes

La présente étude a permis de mettre en évidence quatre variantes énergétiques pour le PLQ de la future Gare des Eaux-Vives. Deux variantes sont basées sur l'eau du lac, une variante est basée sur la géothermie, et enfin la dernière est basée sur l'air.

La variante qui présente les meilleures performances globales est la variante « Lac + PV ». La variante « CEVA + Solaire thermique » aurait pu être le résultat d'une démarche intéressante, puisqu'elle combinait la satisfaction de besoins énergétiques avec la nécessité de couler des parois moulantes. Malheureusement les derniers développements ne permettent pas poursuivre avec cette variante. Enfin la variante « Air + Solaire thermique », n'est certes pas aussi intéressante que les variantes basées sur l'eau du lac (tant en termes environnementaux que stratégiques), mais pourrait être une variante de transition intéressante.

La décision quant à la variante finale dépendra cependant également des décisions prises dans le courant du printemps 2012, par les SIG. En effet, aucune décision finale n'a encore été prise quant à la valorisation de l'eau du lac.

11 Recommandations et réservations

Au vu de l'analyse de la section 10, nous recommandons la variante « Lac + PV ». Si la décision était cependant prise de ne pas réaliser de réseau d'eau du lac, par manque de puissance globale, la variante « Air + Solaire thermique » est conseillée étant donné que la variante basée sur le CEVA ne se fera pas..

En termes de réservations, il faudra prévoir, dans les deux cas :

1. Des locaux techniques pour le chaud : Pour la variante « Lac + PV » on peut prévoir soit un local principal avec une PAC centralisée et un réseau de chauffage qui parcourt le complexe de la future Gare des Eaux-Vives, soit un local avec un simple échangeur et des PAC décentralisées dans les différentes parties du complexe. La deuxième variante présentera des meilleures performances énergétiques, car elle engendrera moins (pas) de pertes de chaleur. Dans les deux cas, il faudra prévoir des conduites entre les bâtiments (« conduites réseau interne » dans la Figure 37). Selon les premières estimations les dimensions de locaux suivantes seront requises [23]: bât. A : 150 m², bât. B-C : 100 m², bât. D et Galerie : 100 m², bât. E-F= 100 m². Pour la variante « Air + Solaire thermique », il faudra prévoir des locaux techniques en toiture de chacun des bâtiments. Ces locaux pourront avoir environ les mêmes tailles que ci-dessus.
2. Des locaux techniques pour le froid : Ces locaux pourront être confondus avec les locaux techniques pour le chaud. Pour variante « Lac + PV » un échangeur de chaleur suffira, alors que pour la variante « Air + Solaire thermique » des groupes froids seront requis. Ces groupes froids pourront être partiellement les mêmes PAC que celles qui fournissent la chaleur, mais en mode inversé. Seule l'étude détaillée permettra de définir combien de machines pourront fonctionner soit en mode chauffage soit en mode rafraîchissement, et combien de machines seront spécifiquement dédiées à la chaleur ou au froid.
3. Des panneaux solaires sur le toit (photovoltaïques ou thermiques),
4. Des gaines pour la valorisation de l'énergie solaire thermique⁷.
5. Amenée d'eau : Pour la variante « Lac + PV » deux conduites de diamètre DN 700 sont à indiquer dans la route de Chêne, ainsi que deux conduites de diamètre DN 500 dans la place et l'avenue de la Gare des Eaux-Vives. Notons que théoriquement, il serait envisageable d'alimenter le complexe par deux côtés, comme indiqué sur la Figure 37 où la deuxième option est dessinée en traitillé (trait bleu).
6. Locaux de ventilation: Même si les locaux de ventilation sont à considérer dans n'importe quel bâtiment et ne sont pas liés au concept énergétique, on a estimé à titre indicatif la place de ces locaux: bât. A : 600m², bât. B-C : 680m², bât. D et Galerie : 240m², bât. E-F : 330m². Ces dimensions dépendent cependant fortement du nombre d'équipements et de la disposition des locaux, et seul le concept détaillé final pourra donner des informations plus précises.

⁷ Même si c'est la variante « Lac + PV » qui sera implémentée, le ScanE exige que de telles gaines soient prévues.

	A	B-C	D et Galerie	E-F
Chauffage, ECS et rafraîchissement	150	100	100	100
Ventilation	600	680	400	330

Tableau 11 : Taille estimée des locaux techniques [m²]

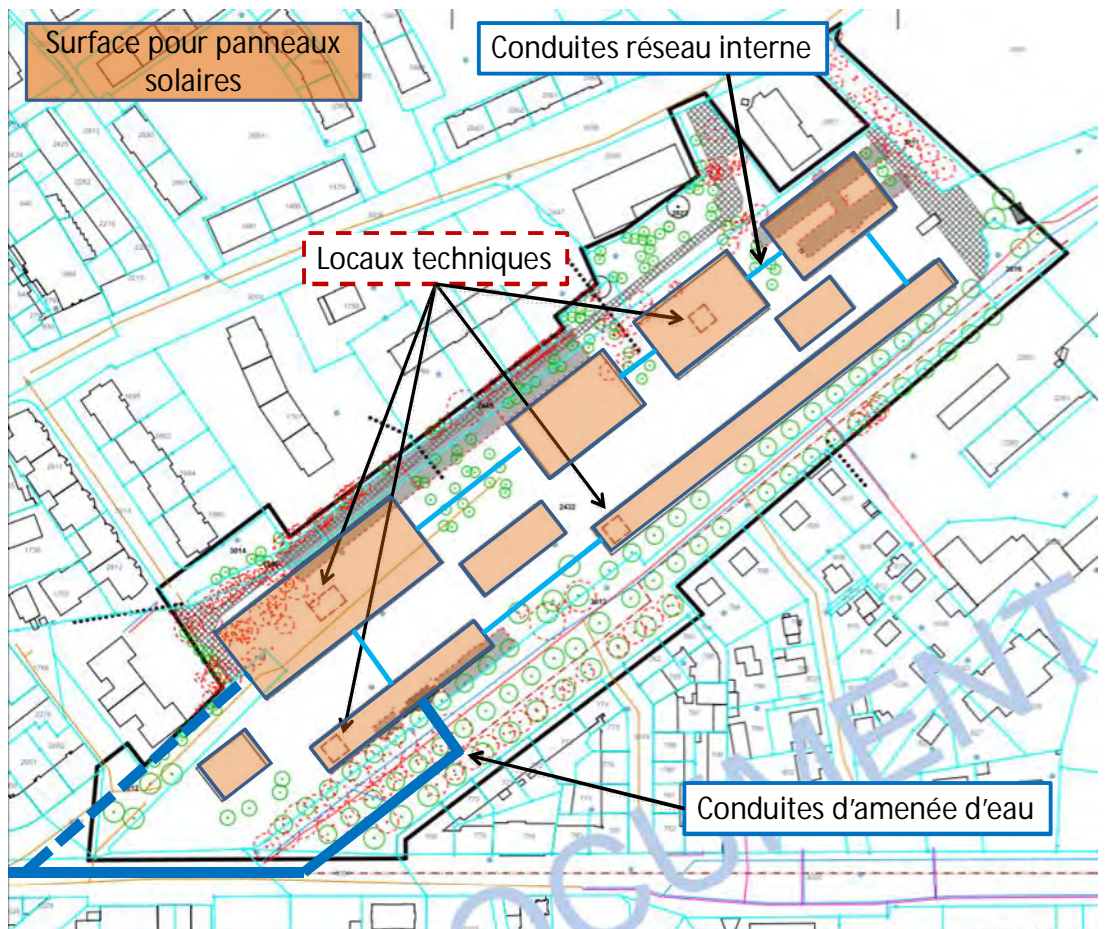


Figure 37 : Extrait du PLQ avec les réservations

12 Conclusions

Le présent concept énergétique a permis de mettre en évidence les différentes ressources énergétiques disponibles permettant de satisfaire les besoins énergétiques dans le PLQ de la future Gare des Eaux-Vives.

Des trois principales sources d'énergie disponibles, à savoir l'air, la géothermie et l'eau du lac, l'eau du lac est l'énergie la plus favorable. Non seulement elle permet de satisfaire l'intégralité des besoins énergétiques thermiques, mais en plus les installations utilisant l'eau du lac affichent des rendements supérieurs à ceux atteints par les technologies valorisation les autres formes de sources énergétiques.

En termes d'énergie électrique, la seule ressource disponible sur le site est le rayonnement solaire. Malheureusement ce rayonnement ne permet pas de satisfaire l'intégralité des besoins électriques. Par conséquent un important apport d'électricité du réseau sera nécessaire.

En conclusion, les stratégies d'approvisionnement basées sur l'eau du lac permettent d'obtenir les meilleures performances et sont donc recommandées. Il faut cependant garder en mémoire le fait que les SIG, qui pourraient fournir cette eau, ne vont prendre la décision qu'au printemps 2012, de savoir s'ils vont étendre les réseaux d'eau jusqu'au Eaux-Vives. Si tel ne devait pas être le cas, il faudra recourir à l'air comme source d'énergie renouvelable. En effet le recours à la géothermie n'est plus possible puisqu'il a été décidé que quelques jours avant de terminer le présent rapport, que cette ressource serait trop compliquée et coûteuse à valoriser.

13 Références

- [1] *Aménagement du périmètre de la gare des Eaux-Vives*, Communiqué de presse conjoint de l'Etat de Genève, de la Ville de Genève et des CFF, 14 novembre 2008.
- [2] *Gare des Eaux-Vives, Plan Directeur de Quartier*, République et canton de Genève, Ville de Genève, juin 2008.
- [3] Communiqué du Conseil Fédéral en date du 21.02.2007, consulté le 19 juillet 2010 sur : <http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=fr&msg-id=10925>
- [4] *Concept SuisseEnergie 2011-2020*, DETEC, Confédération Suisse, 2010.
- [5] *Cahiers de l'aménagement*, République et Canton de Genève, Direction de l'Aménagement du Territoire, 2003.
- [6] http://etat.geneve.ch/dt/amenagement/a_votre_service-plans_localises_quartier-6569.html, accédée le 04.02.2011.
- [7] *Vivre plus légèrement – Vers un avenir énergétique durable : l'exemple de la société à 2000 watts*, édition : Novatlantis, juillet 2010.
- [8] <http://www.ville-geneve.ch/themes/developpement-durable-energie/energie-climat/politique-energetique-climatique/>, accédée le 04.02.2011.
- [9] *Qualité de l'air 2009*, Service de protection de l'air, République et Canton de Genève, juillet 2010.
- [10] Communication du ScanE, février 2011.
- [11] <http://www.wind-data.ch/windkarte/index.php?lng=fr>, accédé le 22.02.2011.
- [12] Communication d'Energgestion, février 2011.
- [13] *Liaison ferroviaire CEVA Cornavin-Eaux-Vives-Annemasse, Service Cantonal de l'Energie Géosstructures énergétiques – Rapport de synthèse*, Energgestion, Décembre 2009. Service Cantonal de L'Energie.
- [14] *Toiture Végétalisée intégrée à des Panneaux Solaires*, Wehrli P., note interne du Service Cantonal de l'Energie du Canton de Genève.
- [15] *Genève 2020 – Plan Directeur Communal – Rapport de synthèse*, Octobre 2009.
- [16] *PV de la séance de coordination du 14 février 2011*, Weber C., Amstein-Walthert.
- [17] *Commune de Genève – Gare des Eaux-Vives, Rapport d'évaluation environnementale du projet de plan directeur de quartier*, ECOTEC Environnement SA, Février 2008.
- [18] Périmètre du projet au 31.03.2010, tel que transmis par le DCTI.
- [19] Carte des *Projets d'urbanisation dans le Secteur des Eaux-Vives* au 31.03.2011, telle que transmise par le DCTI.
- [20] Communication du Département des Constructions et de l'Aménagement de la Ville de Genève, avril 2011.
- [21] Communication des SIG.

[22] *Feldanalyse von Wärmepumpenanlagen FAWA 1996-2003*, Erb M. (Dr. Eicher+Pauli), Hubacher P (Hubacher Engineering), Ehrbar M. (HES Buchs) ; Im Auftrage von EnergieSchweiz, Avril 2004.

[23] *SIA 382-1 Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises*, 2007.

Annexe 5.1.1 Coefficient d'émission utilisés

type véhicule	année	composition flotte	polluants	conditions circulation	Gradient	vitesse (km/h)	coefficients	Coefficients moyens
pass. car	2009	Base	NOx	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	36	0.372	0.381
pass. car	2009	Base	NOx	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	30	0.391	
pass. car	2009	Base	PM	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	36	0.013	0.013
pass. car	2009	Base	PM	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	30	0.012	
pass. car	2020	Base	NOx	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	36	0.222	0.221
pass. car	2020	Base	NOx	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	30	0.219	
pass. car	2020	Base	PM	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	36	0.004	0.004
pass. car	2020	Base	PM	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	30	0.004	
HGV	2009	Base	NOx	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	29	7.754	7.944
HGV	2009	Base	NOx	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	27	8.133	
HGV	2009	Base	PM	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	29	0.171	0.169
HGV	2009	Base	PM	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	27	0.168	
HGV	2020	Base	NOx	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	29	2.899	2.984
HGV	2020	Base	NOx	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	27	3.069	
HGV	2020	Base	PM	URB/Local/50/Heavy	+/-4%	29	0.049	0.048
HGV	2020	Base	PM	URB/Local/50/Satur.	+/-4%	27	0.047	

Données de base: Déclivité 4% Facteur correctif FAP non appliqué

Annexe 5.1.2 Calculs d'émissions des polluants atmosphériques

N° tronçons	Noms des tronçons	TJM 2009 [vhc/j]	TJM 2020 sans projet [vhc/j]	TJM 2020 avec projet [vhc/j]	Evolution trafic 2009 - 2020 sans projet (%)	Impact du projet sur les charges trafic (%)	Longueur tronçon (km)	Emissions NOX 2009 (T)	Emissions NOX 2020 sans projet (T)	Emissions NOX 2020 avec projet (T)	Emissions PM10 2009 (T)	Emissions 2020 PM10 sans projet (T)	Emissions 2020 PM10 avec projet (T)
1	Av Gare des Eaux-Vives	6820	6450	6630	-5	3	0.150	0.283	0.127	0.130	0.008	0.002	0.002
2	Av Gare des Eaux-Vives	6770	9100	9700	34	7	0.100	0.188	0.119	0.127	0.005	0.002	0.002
3	Av Gare des Eaux-Vives	3970	3370	3500	-15	4	0.150	0.165	0.066	0.069	0.005	0.001	0.001
4	Route de Chêne	21160	28590	28750	35	1	0.160	0.938	0.600	0.603	0.026	0.011	0.011
5	Avenue Pictet-de-Rochemont	20780	27750	27890	34	1	0.350	2.015	1.273	1.280	0.055	0.023	0.023
6	Avenue Pictet-de-Rochemont	26610	34150	34400	28	1	0.200	1.475	0.895	0.902	0.040	0.016	0.016
7	Rue du 31 décembre	3990	5210	5230	31	0	0.100	0.111	0.068	0.069	0.003	0.001	0.001
8	Route de Frontenex	13470	14480	14480	7	0	0.330	1.232	0.626	0.626	0.034	0.011	0.011
9	Ch. Frank-Thomas	4880	2760	2760	-43	0	0.150	0.203	0.054	0.054	0.006	0.001	0.001
10	Ch. Frank-Thomas	6880	4770	4950	-31	4	0.140	0.267	0.088	0.091	0.007	0.002	0.002
11	Ch. Frank-Thomas	5330	3560	3680	-33	3	0.220	0.325	0.103	0.106	0.009	0.002	0.002
12	Rue de Savoie	5900	8160	8650	38	6	0.100	0.163	0.107	0.113	0.004	0.002	0.002
13	Av de l'Amandolier	10000	16930	17340	69	2	0.060	0.166	0.133	0.136	0.005	0.002	0.002
14	Av de l'Amandolier	7950	13880	14220	75	2	0.160	0.352	0.291	0.298	0.010	0.005	0.005
15	Route de Frontenex	13490	17920	18220	33	2	0.160	0.598	0.376	0.382	0.016	0.007	0.007
16	Rue Viollier	500	500	830	0	66	0.260	0.036	0.017	0.028	0.001	0.000	0.001
17	Rue Viollier	0	0	120	0	100	0.230	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
31	Rampe Viollier			450	0	100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
32	Rampe Gare des Eaux-Vives			800	0	100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total								8.517	4.944	5.019	0.233	0.088	0.089

Annexe 5.2.1 Calculs des émissions sonores engendrées par l'augmentation du trafic

							Etat actuel (2009)					Etat futur sans projet (2020)				Etat futur avec projet (2020)				Impact du projet dB(A)
JOUR																				
N° tronçons	Noms	TJM 2009 [vhc/j]	TJM 2020sans projet [vhc/j]	TJM 2020avec projet [vhc/j]	vitesse [km/h]	DS	N bas [vhc/h]Diurne	Leq 2009 diurne [dB(A)]	K 2009 [dB(A)]	Lr 2009 [dB(A)]	N 2020 [vhc/h]	Leq 2020 [dB(A)]	K 2020 [dB(A)]	Lr 2020 [dB(A)]	N 2020 avec [vhc/h]	Leq 2020 avec [dB(A)]	K 2020 avec [dB(A)]	Lr 2020 avec [dB(A)]	Augmentation des nuisances sonores [(dB(A))]	
1	Av Gare des Eaux-Vives	6820	6450	6630	50	III	396	74.2	0	74.2	374	74.0	0	74.0	385	74	0	74.1	0.1	
2	Av Gare des Eaux-Vives	6770	9100	9700	50	III	393	74.2	0	74.2	528	75.5	0	75.5	563	76	0	75.7	0.3	
3	Av Gare des Eaux-Vives	3970	3370	3500	50	III	230	71.9	0	71.9	195	71.1	0	71.1	203	71	0	71.3	0.2	
4	Route de Chêne	21160	28590	28750	50	III	1'227	79.1	0	79.1	1'658	80.4	0	80.4	1'668	80	0	80.4	0.0	
5	Avenue Pictet-de-Rochemont	20780	27750	27890	50	III	1'205	79.0	0	79.0	1'610	80.3	0	80.3	1'618	80	0	80.3	0.0	
6	Avenue Pictet-de-Rochemont	26610	34150	34400	50	III	1'543	80.1	0	80.1	1'981	81.2	0	81.2	1'995	81	0	81.2	0.0	
7	Rue du 31 décembre	3990	5210	5230	50	III	231	71.9	0	71.9	302	73.0	0	73.0	303	73	0	73.0	0.0	
8	Route de Frontenex	13470	14480	14480	50	III	781	77.2	0	77.2	840	77.5	0	77.5	840	77	0	77.5	0.0	
9	Ch. Frank-Thomas	4880	2760	2760	50	III	283	72.7	0	72.7	160	70.3	0	70.3	160	70	0	70.3	0.0	
10	Ch. Frank-Thomas	6880	4770	4950	50	III	399	74.2	0	74.2	277	72.6	0	72.6	287	73	0	72.8	0.2	
11	Ch. Frank-Thomas	5330	3560	3680	50	III	309	73.1	0	73.1	206	71.4	0	71.4	213	72	0	71.5	0.1	
12	Rue de Savoie	5900	8160	8650	50	III	342	73.6	0	73.6	473	75.0	0	75.0	502	75	0	75.2	0.3	
13	Av de l'Amandolier	10000	16930	17340	50	III	580	75.9	0	75.9	982	78.1	0	78.1	1'006	78	0	78.3	0.1	
14	Av de l'Amandolier	7950	13880	14220	50	III	461	74.9	0	74.9	805	77.3	0	77.3	825	77	0	77.4	0.1	
15	Route de Frontenex	13490	17920	18220	30	III	782	75.3	0	75.3	1'039	76.6	0	76.6	1'057	77	0	76.6	0.1	
16	Rue Viollier	500	500	830	50	III	29	62.9	-5	57.9	29	62.9	-5	57.9	48	65	-3	61.9	4.0	
17	Rue Viollier	0	0	120	50	III								7	57	-5.0	51.7	51.7		
31	Rampe Viollier			450	40	III								28	59	-5	54.3	54.3		
32	Rampe Gare des Eaux-Vives			400	40	III								25	59	-5	53.8	53.8		

							Etat actuel (2009)					Etat futur sans projet (2020)				Etat futur avec projet (2020)				Impact du projet (dB)A
Nuit																				
N° tronçons	Noms	TJM 2009 [vhc/j]	TJM 2020sans projet [vhc/j]	TJM 2020avec projet [vhc/j]	vitesse [km/h]	DS	N bas [vhc/h]Diurne	Leq 2009 diurne [dB(A)]	K 2009 [dB(A)]	Lr 2009 [dB(A)]	N 2020 [vhc/h]	Leq 2020 [dB(A)]	K 2020 [dB(A)]	Lr 2020 [dB(A)]	N 2020 avec [vhc/h]	Leq 2020 avec [dB(A)]	K 2020 avec [dB(A)]	Lr 2020 avec [dB(A)]	Augmentation des nuisances sonores [(dB(A))]	
1	Av Gare des Eaux-Vives	6820	6450	6630	50	III	61	66.1	-2	64.0	58	65.9	-2	63.5	60	66	-2	63.7	0.2	
2	Av Gare des Eaux-Vives	6770	9100	9700	50	III	61	66.1	-2	63.9	82	67.4	-1	66.5	87	68	-1	67.0	0.6	
3	Av Gare des Eaux-Vives	3970	3370	3500	50	III	36	63.8	-4	59.3	30	63.0	-5	58.0	32	63	-5	58.2	0.2	
4	Route de Chêne	21160	28590	28750	50	III	190	71.0	0	71.0	257	72.3	0	72.3	259	72	0	72.4	0.0	
5	Avenue Pictet-de-Rochemont	20780	27750	27890	50	III	187	70.9	0	70.9	250	72.2	0	72.2	251	72	0	72.2	0.0	
6	Avenue Pictet-de-Rochemont	26610	34150	34400	50	III	239	72.0	0	72.0	307	73.1	0	73.1	310	73	0	73.1	0.0	
7	Rue du 31 décembre	3990	5210	5230	50	III	36	63.8	-4	59.3	47	64.9	-3	61.7	47	65	-3	61.7	0.0	
8	Route de Frontenex	13470	14480	14480	50	III	121	69.1	0	69.1	130	69.4	0	69.4	130	69	0	69.4	0.0	
9	Ch. Frank-Thomas	4880	2760	2760	50	III	44	64.7	-4	61.1	25	62.2	-5	57.2	25	62	-5	57.2	0.0	
10	Ch. Frank-Thomas	6880	4770	4950	50	III	62	66.1	-2	64.1	43	64.6	-4	60.9	45	65	-4	61.2	0.3	
11	Ch. Frank-Thomas	5330	3560	3680	50	III	48	65.0	-3	61.8	32	63.3	-5	58.3	33	63	-5	58.6	0.3	
12	Rue de Savoie	5900	8160	8650	50	III	53	65.5	-3	62.7	73	66.9	-1	65.5	78	67	-1	66.1	0.5	
13	Av de l'Amandolier	10000	16930	17340	50	III	90	67.8	0	67.3	152	70.1	0	70.1	156	70	0	70.2	0.1	
14	Av de l'Amandolier	7950	13880	14220	50	III	72	66.8	-1	65.3	125	69.2	0	69.2	128	69	0	69.3	0.1	
15	Route de Frontenex	13490	17920	18220	30	III	121	67.2	0	67.2	161	68.5	0	68.5	164	69	0	68.5	0.1	
16	Rue Viollier	500	500	830	50	III	5	54.8	-5	49.8	5	54.8	-5	49.8	7	57	-5	52.0	2.2	
17	Rue Viollier	0	0	120	50	III								1	49	-5	43.6	43.6		
31	Rampe Viollier			450	30	III														
32	Rampe Gare des Eaux-Vives			800	30	III														

Hypothèse camions:	0.05	5%
	0	0% rampe

Evolution normale
Augmentation des nuisances sonores sans projet
-0.2
1.3
-0.7
1.3
1.3
1.1
1.2
0.3
-2.5
-1.6
-1.8
1.4
2.3
2.4
1.2
0.0
0.0
0.0
0.0

Evolution normale
Augmentation des nuisances sonores sans
-0.5
2.6
-1.2
1.3
1.3
1.1
2.3
0.3
-3.9
-3.2
-3.5
2.8
2.7
3.9
1.2
0.0
0.0

Annexe 5.2.2 Calculs des immissions sonores au droit des adresses impactées par le projet

Situation	DS	Etat Actuel (2009)	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Lr jour (dB(A) basé sur SLT-86 avec réflexion* dB(A)	atténuations		Lr jour dB(A)
					Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	
2-10 rue Viollier	III	500	10	60.4	10.0	0.1	50.3

Situation	DS	Etat futur sans projet (2020)	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Lr jour (dB(A) basé sur SLT-86 avec réflexion* dB(A)	atténuations		Lr jour dB(A)
					Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	
2-10 rue Viollier	III	500	10	60.4	10.0	0.1	50.3

Situation	DS	Etat futur avec projet (2020)	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Lr jour (dB(A) basé sur SLT-86 avec réflexion* dB(A)	atténuations		Effet du proje	
					Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr jour dB(A)	Jour dB(A)
2-10 rue Viollier	III	830	10	64.4	10.0	0.1	54.3	4.0

* Hf/W=0.8, s/W=0.4: correction de +2.5 dB(A)

Annexe 5.2.3 Calculs des immissions sonores au droit des nouveaux récepteurs

Nuit				atténuations				atténuations				atténuations				atténuations										
Situation	DS	Lr 2020 avec projet Avenue Gare des Eaux-Vives (impact sur les façades sud) (dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr (dB(A))	Lr 2020 avec projet Chemin Franck-Thomas (impacts sur les façades sud)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr nuit(dB(A))	Lr 2020 avec projet Route de Frontenex (impact sur les façades nord)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr dB(A)	Lr 2020 avec projet Rue Viollier (impact sur les façades nord)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr dB(A)	Lr 2020 avec projet Route de Chêne (impacts sur les façades sud)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr nuit dB(A)
Bâtiment B (2ème étage)	III	67	86	19.3	0.9	46.7	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	5	7.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment C (2ème étage)	III	63.7	68	18.3	0.7	44.6	57.2	177	18.3	1.9	37.0	68.5	103	20.1	1.1	47.3	0	10	10.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment D (2ème étage)	III	63.7	76	18.8	0.8	44.1	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	5	7.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment E (2ème étage)	III	63.7	64	18.1	0.7	45.0	57.2	111	18.1	1.2	38.0	68.5	97	19.9	1.0	47.6	0	10	10.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment F (2ème étage)	III	63.7	77	18.9	0.8	44.0	57.2	obstacle				68.5	78	18.9	0.8	48.7	0	5	7.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment G (2ème étage)	III	63.7	61	17.9	0.7	45.2	57.2	32	17.9	0.3	39.0	68.5	77	18.9	0.8	48.8	0	10	10.0	0.1		72.4	obstacle			
Bâtiment H (2ème étage)	III	58.2	22	13.4	0.2	44.5	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	85	19.3	0.9		72.4	55	17.4	0.6	54.4
Bâtiment I (2ème étage)	III	58.2	22	13.4	0.2	44.5	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	89	19.5	1.0		72.4	110	20.4	1.2	50.8
Bâtiment J (2ème étage)	III	67	22	13.4	0.2	53.3	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	77	18.9	0.8		72.4	obstacle			
Bâtiment K (2ème étage)	III	63.7	22	13.4	0.2	50.0	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	77	18.9	0.8		72.4	obstacle			
Bâtiment L (2ème étage)	III	63.7	22	13.4	0.2	50.0	57.2	obstacle				68.5	obstacle				0	77	18.9	0.8		72.4	obstacle			

Jour				atténuations				atténuations				atténuations				atténuations										
Situation	DS	Lr 2020 avec projet Avenue Gare des Eaux-Vives (impact sur les façades sud) (dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr (dB(A))	Lr 2020 avec projet Chemin Franck-Thomas (impacts sur les façades sud)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr nuit(dB(A))	Lr 2020 avec projet Route de Frontenex (impact sur les façades nord)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr nuit dB(A)	Lr 2020 avec projet Rue Viollier (impact sur les façades nord)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr dB(A)	Lr 2020 avec projet Route de Chêne (impacts sur les façades sud)(dB(A))*	Distance axe chaussée - récepteur (m)	Décroissance géométrique dB(A)	air dB(A)	Lr nuit dB(A)
Bâtiment B (2ème étage)	III	75.7	86	19.3	0.9	55.4	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	5	7.0	0.1	54.7	80.4	obstacle			
Bâtiment C (2ème étage)	III	74.1	68	18.3	0.7	55.0	70.3	177	18.3	1.9	50.1	77.5	103	20.1	1.1	56.3	61.7	10	10.0	0.1	51.6	80.4	obstacle			
Bâtiment D (2ème étage)	III	74.1	76	18.8	0.8	54.5	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	5	7.0	0.1	54.7	80.4	obstacle			
Bâtiment E (2ème étage)	III	74.1	64	18.1	0.7	55.4	70.3	111	18.1	1.2	51.1	77.5	97	19.9	1.0	56.6	61.7	10	10.0	0.1	51.6	80.4	obstacle			
Bâtiment F (2ème étage)	III	74.1	77	18.9	0.8	54.4	70.3	obstacle				77.5	78	18.9	0.8	57.7	61.7	5	7.0	0.1	54.7	80.4	obstacle			
Bâtiment G (2ème étage)	III	74.1	61	17.9	0.7	55.6	70.3	32	17.9	0.3	52.1	77.5	77	18.9	0.8	57.8	61.7	10	10.0	0.1	51.6	80.4	obstacle			
Bâtiment H (2ème étage)	III	71.3	22	13.4	0.2	57.6	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	85	19.3	0.9	41.5	80.4	55	17.4	0.6	62.4
Bâtiment I (2ème étage)	III	71.3	22	13.4	0.2	57.6	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	89	19.5	1.0	41.3	80.4	110	20.4	1.2	58.8
Bâtiment J (2ème étage)	III	75.7	22	13.4	0.2	62.0	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	77	18.9	0.8	42.0	80.4	obstacle			
Bâtiment K (2ème étage)	III	74.1	22	13.4	0.2	60.4	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	77	18.9	0.8	42.0	80.4	obstacle			
Bâtiment L (2ème étage)	III	74.1	22	13.4	0.2	60.4	70.3	obstacle				77.5	obstacle				61.7	77	18.9	0.8	42.0	80.4	obstacle			

Situation	Lr global jour dB(A)	Lr global nuit dB(A)	VLI DS III jour	VLI DS III nuit
Bâtiment B façade nord (2ème étage)	54.7	3.0	65	55
Bâtiment B façade sud (2ème étage)	55.4	46.7	65	55
Bâtiment C façade nord (2ème étage)	57.5	47.3	65	55
Bâtiment C façade sud (2ème étage)	56.2	45.3	65	55
Bâtiment D façade nord (2ème étage)	54.7	3.0	65	55
Bâtiment D façade sud (2ème étage)	54.5	44.1	65	55
Bâtiment E façade nord (2ème étage)	57.8	47.6	65	55
Bâtiment E façade sud (2ème étage)	56.7	45.7	65	55
Bâtiment F façade nord (2ème étage)	59.5	48.7	65	55
Bâtiment F façade sud (2ème étage)	54.4	44.0	65	55
Bâtiment G façade nord (2ème étage)	58.7	48.8	65	55
Bâtiment G façade sud (2ème étage)	57.2	46.1	65	55
Bâtiment H façade nord (2ème étage)	41.5	3.0	65	55
Bâtiment H façade sud (2ème étage)	63.7	54.8	65	55
Bâtiment I façade nord (2ème étage)	41.3	3.0	65	55
Bâtiment I façade sud (2ème étage)	61.3	51.7	65	55
Bâtiment J façade nord (2ème étage)	42.0	3.0	65	55
Bâtiment J façade sud (2ème étage)	62.0	53.3	65	55
Bâtiment K façade nord (2ème étage)	42.0	3.0	65	55
Bâtiment K façade sud (2ème étage)	60.4	50.0	65	55
Bâtiment L façade nord (2ème étage)	42.0	3.0	65	55
Bâtiment L façade sud (2ème étage)	60.4	50.0	65	55

* sans tenir compte des réflexions à ce stade



Etude ORNI CEVA

Rapport d'impact sur le rayonnement non ionisant

ECH-215.04-001
Version 3.0

Mandant:

CEVA
Rue Pellegrino-Rossi 16
1201 Genève

Editeur:

ENOTRAC AG
Seefeldstrasse 8
CH-3600 Thun
Tel. +41 (0)33 346 66 11
Fax +41 (0)33 346 66 12
e-mail: info@enotrac.com
www.enotrac.com



Freigegeben
04.03.10

ECH-215.04-001.V3.0.Rapport_d_impact_ORNI.doc

© ENOTRAC AG

Version actuelle

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
3.0	04.03.10	Freigegeben	S. Rochat	R. Schär	H. Voegeli

Version précédente

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
2.0	22.02.10	Freigegeben	S. Rochat	R. Schär	H. Voegeli

Modifications apportées à la version précédente

Droits d'auteur

Tous droits réservés pour ce document et les objets présentés. Toute reproduction, communication à des tiers ou exploitation du contenu sont interdites sans autorisation écrite. © ENOTRAC AG

Bookmarks

Titre du projet	ProjTitle1	Etude ORNI CEVA
	ProjTitle2	
Titre du rapport	DocTitle1	Rapport d'impact
	DocTitle2	sur le rayonnement non ionisant
	DocTitle3	
Numéro du rapport	DocNumber	ECH-215.04-001
Mandant	ClientName	CEVA
	ClientAddr	Rue Pellegrino-Rossi 16 1201 Genève
Logos	EnoLogoHeader	
	ClientLogo1Header	
	ClientLogo2Header	

Table des matières:

1	Introduction	5
1.1	Situation actuelle et but de la présente étude	5
1.2	Projets voisins	6
1.2.1	Alimentation à partir de la sous-station des Tuileries	6
1.2.2	Modification de l'électrification Cornavin – La Plaine – La Praille	7
1.3	Application de la législation	7
1.4	Logiciel de simulation SIMNET	7
2	Résumé des résultats et conclusions	9
2.1	Lieux à utilisation sensible (LUS) le long du tracé	9
2.2	16.7 Hz dans les gares et haltes	9
2.3	50 Hz dans les stations	9
2.4	Conclusion	9
3	Données d'entrée du modèle	10
3.1	Lieux à utilisation sensibles (LUS)	10
3.1.1	Parcelle en construction et zones à bâtir	10
3.1.2	Liste des LUS	11
3.2	Estimation du courant déterminant	17
3.2.1	Courant dans les câbles auxiliaires	18
3.2.2	Courant dans les lignes de contact	18
3.3	Profil en long du tracé	19
3.4	Valeur du courant aux emplacements à étudier	20
3.5	Profil en travers du tracé	21
3.5.1	Tunnel	22
3.5.2	Tranchée couverte	23
3.5.3	Gare de Genève Eaux-Vives	23
4	Résultats	25
4.1	Evaluation des LUS	25
4.2	Evaluation des haltes et gares	29
4.2.1	Gare de Genève Eaux-Vives	29
4.2.2	Haltes	29
4.3	Evaluation des installations 50 Hz dans les gares	29
4.3.1	Transformateurs 20 kV – 0.4 kV	29
4.3.2	Câbles et lignes 20 kV	34
5	Annexes	35
5.1	Base légale	35
5.2	Isolignes de la densité de flux magnétique en pleine voie	37
5.2.1	km 65.649 – 66.700	37
5.2.2	km 66.700 – 67.800	38
5.2.3	km 67.800 – 68.400	39
5.2.4	km 68.400 – 70.100	40
5.2.5	km 70.100 – 71.500	41
5.2.6	km 71.500 – 73.000	42

5.2.7	km 73.000 – 74.390	43
5.3	Isolignes de la densité de flux magnétique dans les gares	44
5.3.1	Halte de Carouge-Bachet	44
5.3.2	Halte de Champel-Hôpital	45
5.3.3	Gare de Genève Eaux-Vives	46
5.3.4	Halte de Chêne-Bourg	47
5.4	Glossaire et références	48
5.4.1	Abréviations utilisées	48
5.4.2	Références	48

1 INTRODUCTION

1.1 Situation actuelle et but de la présente étude

CEVA est un projet de liaison ferroviaire entre Genève et Annemasse. Le tracé, d'une longueur d'environ 16 km (dont 14 km sur territoire suisse), reliera Genève Cornavin et Annemasse en 17 minutes en desservant les stations de Lancy-Pont-Rouge, Carouge-Bachet, Champel-Hôpital, Genève Eaux-Vives et Chêne-Bourg et permettra de faire face à la forte augmentation de la demande en matière de mobilité dans la région franco-valdo-genevoise. L'ensemble du tracé comporte deux voies. Il est partiellement en surface entre Cornavin et Carouge-Bachet et entièrement souterrain depuis Carouge-Bachet, sous forme de tunnel puis d'une tranchée couverte à partir des Eaux-Vives. Au-dessus de la tranchée couverte, en lieu et place du tracé actuel Eaux-Vives – Annemasse, une "voie verte" est prévue pour faire place à la mobilité douce.

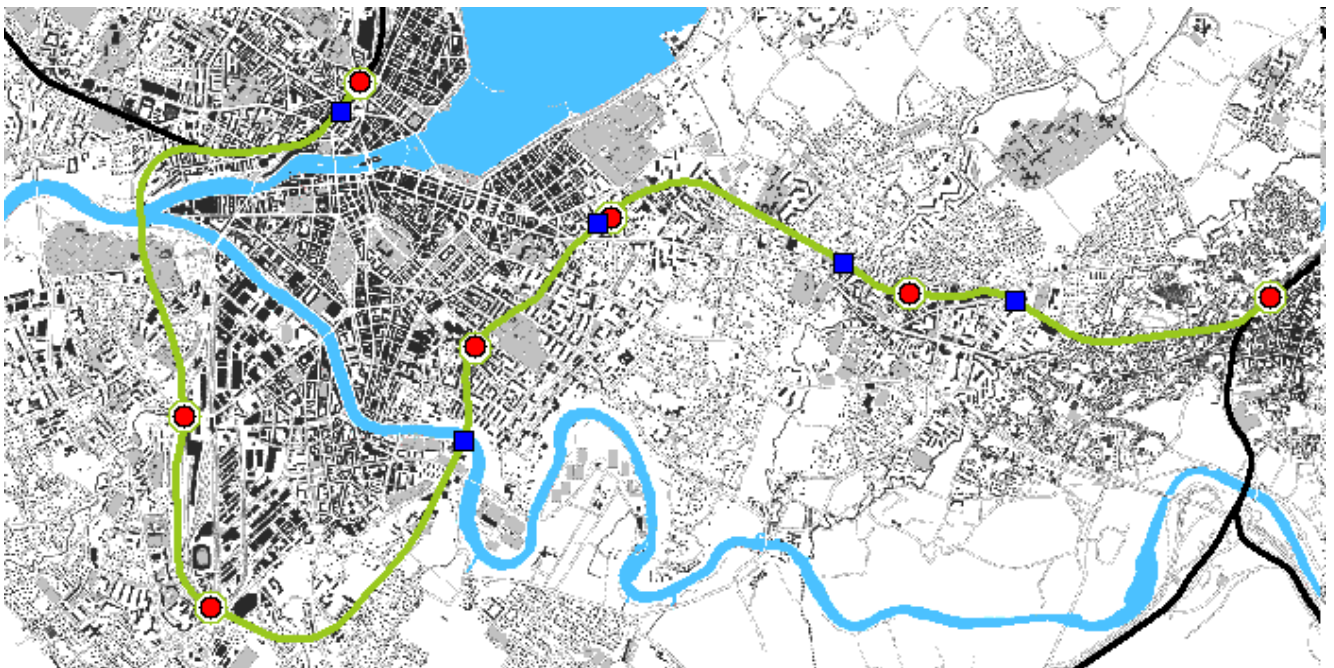


Figure 1 Vue d'ensemble du futur tracé CEVA (www.ceva.ch – © sitg et swisstopo)

En 2003, une étude sur le rayonnement non ionisant a déjà été menée lors de l'enquête préliminaire (voir rapport [3]), étude qui a été complétée en 2006 par un rapport d'impact sur l'environnement [4] traitant lui-aussi de la question du rayonnement non ionisant. Suite aux recours lors de la mise à l'enquête, certaines données ont changé, exigeant une nouvelle étude du rayonnement non ionisant. La présente étude est basée sur les études menées précédemment et ne reprend que les éléments ayant changé.

Les simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel SIMNET, décrit au chapitre 1.4.

1.2 Projets voisins

Le projet CEVA dépend d'autres projets qui doivent être préalablement réalisés pour permettre l'exploitation de la ligne entre Cornavin – Annemasse. Il s'agit principalement des lignes de transport pour l'alimentation depuis la sous-station des Tuileries ainsi que de la modification de l'électrification 1'500 V continu en 25 kV / 50 Hz du triangle Cornavin – La Plaine – Praille.

1.2.1 Alimentation à partir de la sous-station des Tuileries

Il est prévu d'alimenter la partie suisse du tracé CEVA à partir des points d'alimentation 1002 et 1003 de la sous-station existante des Tuileries. La ligne d'alimentation 1002 est aujourd'hui physiquement en place (fil de cuivre posé), mais pas utilisée. Cette nouvelle affectation est une modification au sens de l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI) qui exige une nouvelle étude du tronçon Tuileries – Cornavin. Cette partie de l'installation comprenant les lignes de transport entre Tuileries et Cornavin n'est pas comprise dans la présente étude.

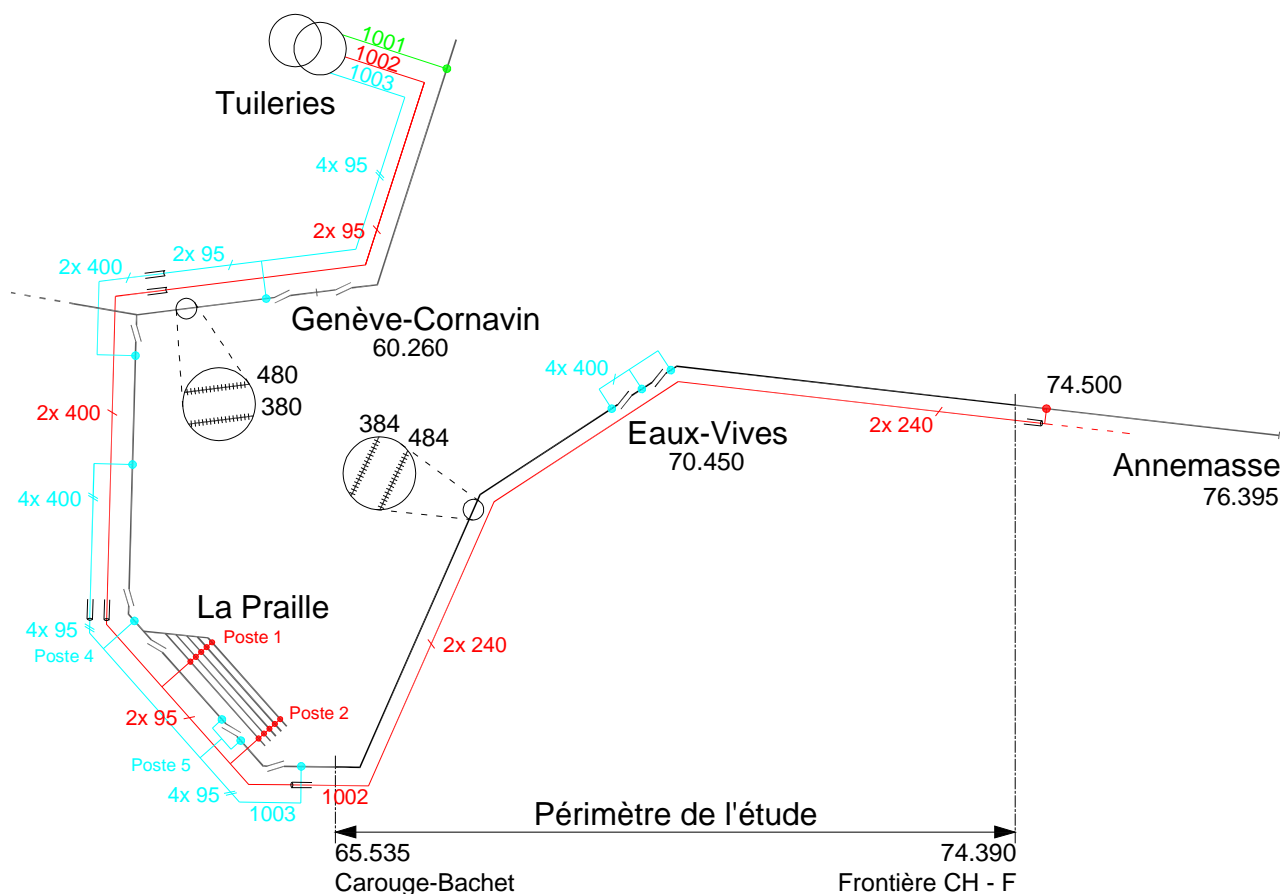


Figure 2 Schéma de principe de l'alimentation de la ligne CEVA

Le schéma de la Figure 2 montre l'ensemble du tracé CEVA. Le périmètre étudié est alimenté d'une part via la ligne d'alimentation 1003 du côté Carouge-Bachet et par la ligne d'alimentation 1002 via les câbles auxiliaires côté frontière.

1.2.2 Modification de l'électrification Cornavin – La Plaine – La Praille

Le projet prévoit le remplacement des lignes de contact 1'500 V continu par du 25 kV / 50 Hz, laissant ainsi les systèmes français 25 kV / 50 Hz et suisse 15 kV / 16.7 Hz cohabiter entre La Plaine et Cornavin ainsi qu'entre La Plaine et La Praille. Ces modifications ont été étudiées en 2008-2009 du point de vue du rayonnement non ionisant et sont documentées dans les rapports [1] et [2]. Cette étude d'ENOTRAC tenait déjà compte des modifications apportées par le projet CEVA entre Genève Cornavin et Carouge-Bachet. Par conséquent, ce tronçon ne sera pas repris dans la présente étude qui commence à partir de la halte de Carouge Bachet.

1.3 Application de la législation

La base légale de cette étude est l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant du 1er juillet 2008 (voir annexe, chapitre 5.1).

La première partie du tronçon étudié entre Carouge-Bachet et Genève Eaux-Vives est clairement une nouvelle installation puisqu'aucune ligne ne passe aujourd'hui à cet endroit. Entre Genève Eaux-Vives et Annemasse, la ligne aujourd'hui en service subira plusieurs modifications importantes:

- Changement de tension et de fréquence (de 25 kV / 50 Hz à 15 kV / 16.7 Hz);
- Extension du nombre de voie (1 voie aujourd'hui);
- Modification de l'arrangement des conducteurs;
- Déplacement (vertical) du tracé, aujourd'hui en surface et en tranchée couverte avec CEVA.

La dernière de ces modifications (déplacement du tracé) fait du tracé CEVA une nouvelle installation au sens de l'ORNI (art. 3, chiffre 2, al. b). L'ensemble du tracé étudié entre la halte Carouge-Bachet et la frontière (km 65.535 – 74.390) est donc à évaluer comme une nouvelle installation (déjà traité comme tel dans le rapport d'impact, voir page 4 de [4]). La valeur limite de l'intensité du champ magnétique dans un lieu à utilisation sensible s'appliquant dans ce cas est de 1 μ T.

1.4 Logiciel de simulation SIMNET

Le programme SIMNET sert au calcul de courants et de tensions dans un réseau composé de conducteurs parallèles, comme c'est typiquement le cas pour une voie de chemin de fer longée par des lignes de contact, des câbles d'approvisionnement, des feeders, des fils de terre et des rails. SIMNET est spécialement conçu pour:

- Le calcul du chemin de retour du courant dans les tunnels et les tronçons ouverts (fils de terre, rails, armatures, terre, etc.) ;
- Le calcul de la répartition du courant entre les différents conducteurs d'aller comme de retour disposés en parallèle ;
- Le calcul de la répartition des courants entre plusieurs conducteurs (aller et retour) parallèles ;
- Le calcul de la densité du champ magnétique pour une disposition et une charge des conducteurs données ;
- Le calcul de l'impédance correspondant à différentes dispositions de lignes aériennes et de conducteurs de retour comme base de calcul pour FABEL ;

- Le calcul de l'influence des courants sur des câbles basse tension posés en parallèle ;
- Le calcul de tensions de pas et du potentiel des conducteurs de retour en cas de court-circuit ainsi qu'en exploitation normale ;
- Estimation de l'effet des mises à terre et des différentes dispositions des conducteurs.

Pour les calculs, SIMNET procède par juxtaposition d'un nombre potentiellement infini de courts tronçons, chacun étant composé de câbles parallèles et de liaisons (impédances, sources) entre les conducteurs eux-mêmes ainsi qu'entre un conducteur et la terre. Cela pour n'importe quelle fréquence. A partir des courants trouvés dans chacun des conducteurs, SIMNET calcule la densité du champ magnétique dans un plan perpendiculaire aux conducteurs.

Pour chacune des dispositions de conducteurs (type de tracé) apparaissant dans un système, les propriétés géométriques et physiques des conducteurs sont rassemblées dans une bibliothèque. Ces propriétés sont la position de chaque conducteur dans un système de coordonnées dans le plan perpendiculaire au tracé, le diamètre des conducteurs, sa perméabilité relative, sa résistance spécifique DC, sa conductance avec la terre. De la même façon, une bibliothèque des liaisons transversales entre les conducteurs est établie, par exemple pour les alimentations, les consommateurs (trains), les liaisons à la terre, les mises à terre des pylônes, les liaisons entre les conducteurs etc. Le tronçon considéré est modélisé en donnant la disposition des conducteurs dans les tronçons de longueur voulue mis bout-à-bout et en plaçant les différents types de liaisons transversales au bon endroit.

Sur la base des données à disposition, SIMNET calcule la résistance ohmique, l'inductivité propre et la capacité linéique de chaque conducteur, les inductivités et les capacités mutuelles des conducteurs entre eux et avec la terre. L'effet pelliculaire dans les conducteurs est aussi pris en compte, de même que la profondeur du courant de terre et la résistance de la terre.

2 RÉSUMÉ DES RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

2.1 Lieux à utilisation sensible (LUS) le long du tracé

Aucun des LUS contenus dans la liste mise à jour au cours de cette étude n'est, avec les courants calculés et l'arrangement des conducteurs prévu, soumis à un rayonnement non ionisant supérieur au maximum admissible de $1 \mu\text{T}$. Aucune mesure n'est nécessaire du point de vue de ces LUS. Pour l'évaluation des zones à bâtir ou de tout autre LUS qui ne serait pas inclus dans cette étude, les graphiques du chapitre 5.2 peuvent être utilisés.

2.2 16.7 Hz dans les gares et haltes

Dans la gare de Genève Eaux-Vives, les haltes de Carouge-Bachet et de Champel-Hôpital, l'isoligne de $1 \mu\text{T}$ est intégralement contenue dans l'espace de circulation des trains (délimité par les parois latérales et le plancher du niveau au-dessus). Cela exclut qu'une valeur dépassant la norme ne touche un LUS (lieu à utilisation sensible) en dehors de la gare.

Pour la halte de Chêne-Bourg (seule halte ne présentant pas de niveau intermédiaire entre le niveau quai et le niveau rue) en revanche, la ligne de $1 \mu\text{T}$ sort du périmètre de la gare: elle dépasse de près d'un mètre le sol du niveau rue en dessus du tracé.

2.3 50 Hz dans les stations

En l'état actuel de l'aménagement des haltes et gares, aucun problème n'est à signaler: à aucun endroit prévu d'être utilisé comme LUS, l'emplacement des transformateurs ne provoque de champ magnétique supérieur à la norme. Pour la halte de Champel-Hôpital, l'emplacement des transformateurs n'est pas encore connu. Pour cette raison, les zones où aucun transformateur de la puissance prévue ($2 \times 1'600 \text{ kVA}$) ne devra se trouver ont été dessinées en fonction des bâtiments actuels. Si d'autres bâtiments venaient s'ajouter où si des LUS sont prévus à l'intérieur de la station, un réexamen de la situation serait nécessaire. La variante la plus simple consisterait à procéder de la même façon que dans les autres stations dès que l'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV est connu.

2.4 Conclusion

Les résultats de cette étude, qui remplacent les études ORNI faites précédemment pour la liaison CEVA (voir [3] et [4]), montrent que les installations telles qu'elles sont prévues actuellement permettent de respecter l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant en vigueur. La disposition des conducteurs du courant de traction 16.7 Hz et des installations 50 Hz dans les gares ne provoque aucun dépassement des valeurs maximales admissibles.

3 DONNÉES D'ENTRÉE DU MODÈLE

3.1 Lieux à utilisation sensibles (LUS)

A partir de documents de planification fournis par les CFF, une liste de 290 parcelles avait été établie dans le cadre de l'enquête préliminaire. Sur la base d'un "corridor de sécurité" calculé, 35 objets de la liste ont été retenus comme "probablement pénétrant le corridor de sécurité". Cette liste des objets critiques est disponible dans le rapport d'enquête préliminaire [3] et a été réutilisée telle quelle lors du rapport d'impact [4] de 2006 qui reconsidérerait l'étude sur le rayonnement non ionisant. C'est aussi cette liste, actualisée, qui sert de base dans la présente étude. La liste d'origine a dû être mise à jour pour les raisons suivantes:

- Le "corridor" déterminé à l'époque de [3] et utilisé pour filtrer les objets critiques a été sous-estimé (l'alimentation redondante depuis la frontière n'a pas été prise en considération) sur une partie du tronçon (km 73.3 et 74.39, frontière), ce qui ne permettait pas d'assurer que tous les objets potentiellement critiques aient été pris en considération;
- En près de 6 ans, d'anciens LUS ont été désaffectés, d'autres ont été bâtis, agrandis ou déplacés, certains numéros de parcelle ont changé.

La liste a donc été complétée et mise à jour. Le Tableau 1 ci-dessous donne la liste actualisée, avec la distance verticale de chaque objet (à partir du plan de roulement), la distance latérale (à partir de l'axe du tracé, au milieu des deux voies) et le côté du tracé sur lequel se trouve chaque objet.

Ainsi, les résultats de la présente étude remplacent ceux des deux enquêtes ORNI faites par le passé, à savoir l'enquête préliminaire de 2003 [3] et le rapport d'impact de 2006 [4].

3.1.1 Parcelle en construction et zones à bâtir

La liste ci-dessous ne contient que les parcelles bâties ou en construction. Les objets ayant été identifiés comme n'étant pas des LUS (le bâtiment n'existe plus ou on prévoit de le détruire ou de le déplacer pour faire place au tracé,...) sont marqués comme non pris en compte et ne sont par conséquent pas évalués dans cette étude et absents du Tableau 8 des résultats, au chapitre 4.1.

De la même façon, les zones à bâtir (dont la limite de construction n'est pas connue à ce jour) ne sont pas évaluées. Si, ultérieurement à cette étude, des zones à bâtir non contenues dans la liste du Tableau 1 viennent s'ajouter, la position de la valeur limite de 1 μ T doit être prise en compte au moment de définir la limite de construction. Cette évaluation ultérieure peut être faite grâce aux représentations graphiques des isolignes de densité du champ magnétique en annexe (chapitre 5.2).

3.1.2 Liste des LUS

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
65.7	1423	2	0	?	DP4173	3005			droite	19	16	x	aucun bâtiment
65.7					1425	3008	maison	3.9	droite	17	14	x	bâtiment sera supprimé
65.7	1429	2	8	?	1429		maison		droite			x	n'existe plus
65.8					1426	3009	maison	0.0	au-dessus	18	15	x	bâtiment sera supprimé
65.8					1441	3011	maison	11.9	droite	19	16	x	bâtiment sera supprimé
65.8					1442	3012	maison	15.4	droite	20	17	x	bâtiment sera supprimé
65.9					4624	3020	maison	13.4	gauche	21	18		
65.9					4418	3021	maison	4.9	gauche	22	19		
65.9					4711	3023	maison	4.4	gauche	23	20		
66.1	1698	2	2	?	1698	3032	petite maison	0.0	au-dessus	26	23		
66.1					1701	3034	maison	14.5	droite	26	23		
66.1	2928	2	9	?	2928	3033	maison	11.9	gauche	26	23		
66.1	4017	2	10	?	4017	3038	maison	8.1	droite	27	24		
66.2	3061	2	0	?	3061	3041	maison	0.0	au-dessus	27	24		
66.2	3103	2	7	?	3103	3042	maison	6.7	gauche	25	22		
66.2	1486	2	1	?	1486	3043	maison	0.0	au-dessus	24	21		

¹ Plan de roulement

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
66.3					2649	3056	caisse pension	13.9	droite	26	23		
66.3					2648	3057	caisse pension	13.5	droite	25	22		
66.3					2647	3058	HLM carouge	13.2	droite	28	25		
66.3					2646	3059	HLM carouge	13.2	droite	29	26		
66.4					2359	3062	bâtiment	0.0	au-dessus	32	29		
66.5					732	3063	bâtiment kereol	5.5	gauche	36	33		
67.6	2494	2	0	?	2494		grands bâtiments	0.0	au-dessus	39	36		
67.7	2023	2	0	?	2023		grands bâtiments	0.0	au-dessus	42	39		
67.8	2382	2	0	?	2382	3068	grand bâtiment	0.0	au-dessus	36	33		
67.9					2384	4003	tunnel service des autos	18.6	droite			x	n'est pas un LUS
68.4					1945	5001	maison	0.0	au-dessus	39	36		
68.5					2996	5004	bâtiment	0.0	au-dessus	36	33		
68.5					1897	5007	bâtiment	6.2	droite	37	34		
68.5					2525	5008	bâtiment	0.0	au-dessus	35	32		
68.6					1891	5009	bâtiment	0.0	au-dessus	34	31		
68.6					1888	5013	bâtiment	0.0	au-dessus	33	30		
68.6					2447	5012	bâtiment	0.0	au-dessus	34	31		
68.6					2974	5019	bâtiment	0.0	au-dessus	31	28		
68.7					2977	5020			droite	32	29	x	aucun bâtiment
68.7					2973	5022	bâtiment	0.0	au-dessus	27	27		

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
68.8					2970	5024	bâtiment	0.0	au-dessus	26	26		
68.8					1850	5027	bâtiment	0.0	au-dessus	25	22		
68.8					1849	5028	bâtiment	0.0	au-dessus	24	24		
68.8					1848	5029	bâtiment	3.6	droite	21	18		
69.1					1644	5037	bâtiment	0.0	au-dessus	20	20		
69.1					1645	5038	bâtiment	4.8	droite	19	19		
69.1					1723	5041	bâtiment	6.3	droite	21	21		
69.1					1722	5044	bâtiment	5.6	droite	22	22		
69.2					1721	5045	bâtiment	3.0	droite	20	20		
69.2					1720	5047	bâtiment	0.0	au-dessus	20	20		
69.3					1688	5051	bâtiment	0.0	au-dessus	21	21		
69.3					1687	5052	bâtiment	1.3	gauche	22	19		
69.3					1686	5054	bâtiment	10.0	gauche	21	21		
69.5					2032	5058	bâtiment	0.0	au-dessus	23	20		
69.5					2031	5060	bâtiment	0.0	au-dessus	24	24		
69.5					1969	5061	bâtiment	11.9	droite	24	21		
69.7					2858	5070	bâtiment	0.0	au-dessus	21	21		
69.8					1988	5077	garage	9.2	dessus	20	20		
69.8					967	6000	bâtiment	0.0	au-dessus	17	17		
69.9					976	5082	bâtiment	15.3	droite	21	21		

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
69.9					977	5083	bâtiment	14.2	droite	20	20		
69.9					954	5084	bâtiment	14.1	gauche	19	19		
69.9					978	5085	bâtiment	13.2	droite	17	17		
69.9					979	5088	bâtiment	12.2	droite	15	15		
70.0					980	5089	bâtiment	11.4	droite	15	15		
70.0					981	6001	bâtiment	33.6	droite	14	11		
70.0	956	2	6	9	956	5086	maison	0.0	au-dessus	15	15		
70.0	968	2	2	9	968	5087	maison	13.2	gauche	14	11		
70.0	963	2	11	9	963	5090	maison	13.3	gauche	14	11		
70.0	984	2	0	9	984	6002	maison	0.0	au-dessus	14	14		
70.1	1028	2	9	9	1028		habitation	9.3	gauche	11	7.8		
70.1	1029	2	9	9	1029		habitation	8.7	gauche	11	7.8		
70.1	1728	2	8	9	1728	6010	habitation	7.0	droite	11	7.8		
70.1	1038	2	10	9						11		x	n'existe plus
70.1					1027			9.6	gauche	11	7.8		
71.5					2961	7023	parcelle en construction	?	gauche	14	11		en construction, IDEL immo
71.6	148	2	10	15	148	7025	maison	10.6	droite	12	8.9		
71.6					149		maison, extension garage	8.8	droite	12	8.9		
72.2	422	2	8	15	422	7050	maison	7.7	gauche	10	6.6		
72.5	241	2	6	?	241	7062	maison garde	7.1	gauche	7	4.3		

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
72.6	1850	2	8	?	1850		infrastructure bâtiment	7.5	droite	7	3.5		
72.8	3087	2	9	?	3087	7078	maison	12.7	gauche	7	3.5		
72.8					3945	7080	maison garde	8.3	gauche	7	3.5		
72.8	3943	2	6	?						7	3.5	x	n'existe plus
72.9	4175	2	7	?	4175		gare		droite	7	3.9	x	bâtiment sera déplacé
73.3	4098	3	10	?						7	4.1	x	n'existe plus
73.3	3699	3	10	?	3699	7090	maison	9.1	gauche	7	4.1		
73.3	4025	3	6	?	4025	7089	Rolex	4.1	droite	7	4.1	x	bâtiment sera supprimé
73.3					3317	7091	maison particulier	8.9	droite	7	4.1		
73.5					4111	7101	Rolex	10.7	droite	7	4		
73.5	2880	3	11	?	2880	7096	Rolex	10.2	droite	7	4		
73.5	4110	3	10	?	4110	7097	Rolex	10.1	droite	7	4		
73.5	2902	3	9	?	2847	7098	bureau	14.8	gauche	7	4		nouveau n° de parcelle
73.5					5599	7102	Rolex	10.7	droite	7	4		
73.5					3531	7104	Rolex	10.3	droite	7	4		
73.6					3269	7106	Rolex	10.4	droite	7	4		
73.6					3273	7107	Rolex	10.0	droite	7	4		
73.7					3418	7108	Rolex	10.0	droite	7	4.3		
73.7	3419	3	9	?	3419		Medes Sarl	7.0	droite	7	4.3		
73.7					4942		Mac Donald	7.8	droite	7	4.3		en projet, 1 niveau en sous-sol

km CFF	Liste 2003 (voir [3])				Liste actualisée							Non pris en compte	Remarque
	N° de parcelle 2003	Zone pour le "corridor"	Distance horizontale	Distance verticale	N° de parcelle actuelle	N° de recourant	Utilisation	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale depuis PDR ¹ [m]	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]		
73.8	3323	3	8	?	3323		maison	16.4	gauche	8	4.6		
74.3					5556	7137	Vaucher garage Honda	8.7	droite	12	8.9		nouveau projet contre les parois du tracé
74.3	3261	3	9	?	3261		maison	11.7	gauche	12	8.9		

Tableau 1 Liste des LUS originale issue de [3] et données mises à jour, comprenant la distance séparant le LUS latéralement de l'axe du tracé et verticalement du plan de roulement pour l'évaluation du respect ou non de l'ORNI

Remarques: là où la partie souterraine du bâtiment n'est pas visible sur les plans à disposition, la valeur de la colonne *distance verticale* donne la distance séparant le plan du roulement du terrain. Pour ces objets, une profondeur supplémentaire de 3 m a été prise en compte dans la colonne *distance verticale avec un étage en sous-sol*. Ces 3 m représentent un étage supplémentaire en sous-sol et couvrent ainsi le cas le plus défavorable d'un éventuel local de travail en sous-sol. De plus, une colonne *non pris en compte* indique que l'objet n'est pas un LUS et que, pour la raison indiquée sous *remarque*, il n'est pas considéré dans la comparaison avec les simulations.

3.2 Estimation du courant déterminant

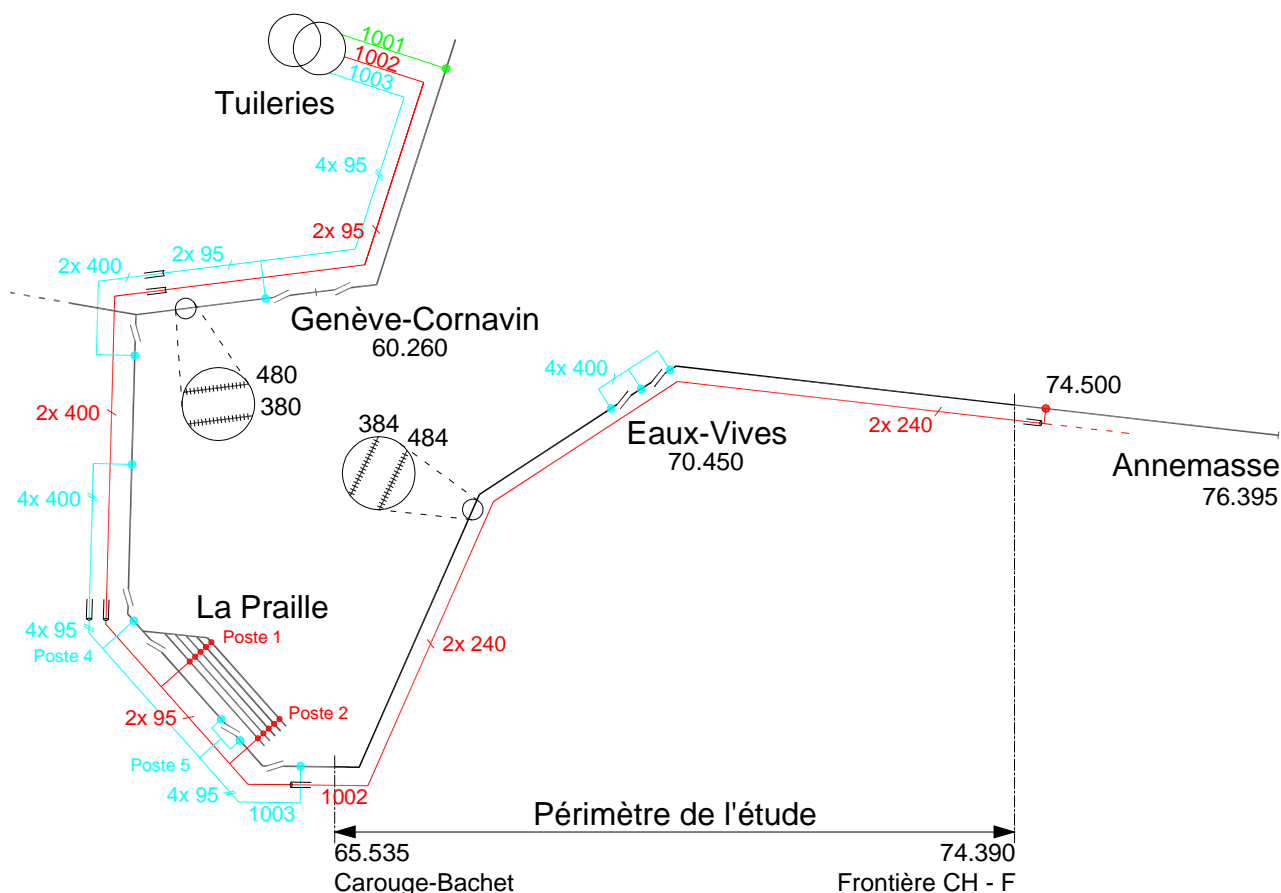


Figure 3 Schéma de l'alimentation de la ligne CEVA

Pour des raisons de redondance, la ligne CEVA sera alimentée d'une part du côté Cornavin par le point d'alimentation 1003 et d'autre part par le point d'alimentation 1002 via les câbles auxiliaires qui longent le tracé, avec un point d'injection juste après la frontière (km 74.500). La valeur moyenne du courant sur 24 heures dépend du nombre et de la composition des trains. Le rapport d'expert de M. Rolland Jaquier [12] fait les hypothèses suivantes pour la planification future (horizon 2020, voir [12], paragraphe 2.3):

- Régionaux Coppet – Annemasse - Coppet au quart d'heure
- Trains RX Lausanne - Annemasse - Lausanne à la demi-heure

A partir des hypothèses émises dans [12], paragraphe 2.1.1 et 2.3 et du courant total résultant pour 2020, le rapport [2] donne les courants dans les points d'alimentation 1002 et 1003 de la station des Tuileries (paragraphe 3.2). Ces courants sont reportés dans le Tableau 2 et servent de base pour le calcul des courants dans les lignes de contact et dans les câbles auxiliaires le long du tracé CEVA.

Voie ou ligne alimentée	Courant moyen sur 24 heures
½ du point d'alimentation 1003 Tuileries, câble 7S	53.2 A
½ du point d'alimentation 1003 Tuileries, câble 18S	53.2 A
Point d'alimentation 1002 Tuileries	95.2 A, dont 80 A pour CEVA (hypothèse 15 A pour La Praille)

Voie ou ligne alimentée	Courant moyen sur 24 heures
Total pour les 16 km de la ligne CEVA	186.4 A

Tableau 2 Courants issus du Tableau 2 de [2] pour les points d'alimentation de la ligne CEVA (valeurs pour 2 voies) au départ de la sous-station Tuileries

3.2.1 Courant dans les câbles auxiliaires

Des 95.2 A injectés au point d'alimentation 1002, seuls 80 A ont été admis comme alimentant réellement la ligne CEVA (hypothèse: les quelques 15 A restants alimentent la gare marchandise de La Praille, postes 1 et 2 selon la Figure 3). Comme aucun point d'injection n'existe entre la Praille et la frontière, le courant moyen sur 24 h dans les câbles auxiliaires reste constant à 80 A sur tout le périmètre de l'étude.

3.2.2 Courant dans les lignes de contact

L'hypothèse est faite que la totalité des 186 A consommés (moyenne sur 24 heures) se répartissent uniformément le long du tracé, entre Cornavin (km 60.26) et Annemasse (km 76.40). En proportion, cela représente quelques 20 A sur la partie française (hypothèse: la moitié provient du point d'alimentation 1003 via les lignes de contact et l'autre moitié du point 1002, via les câbles auxiliaires).

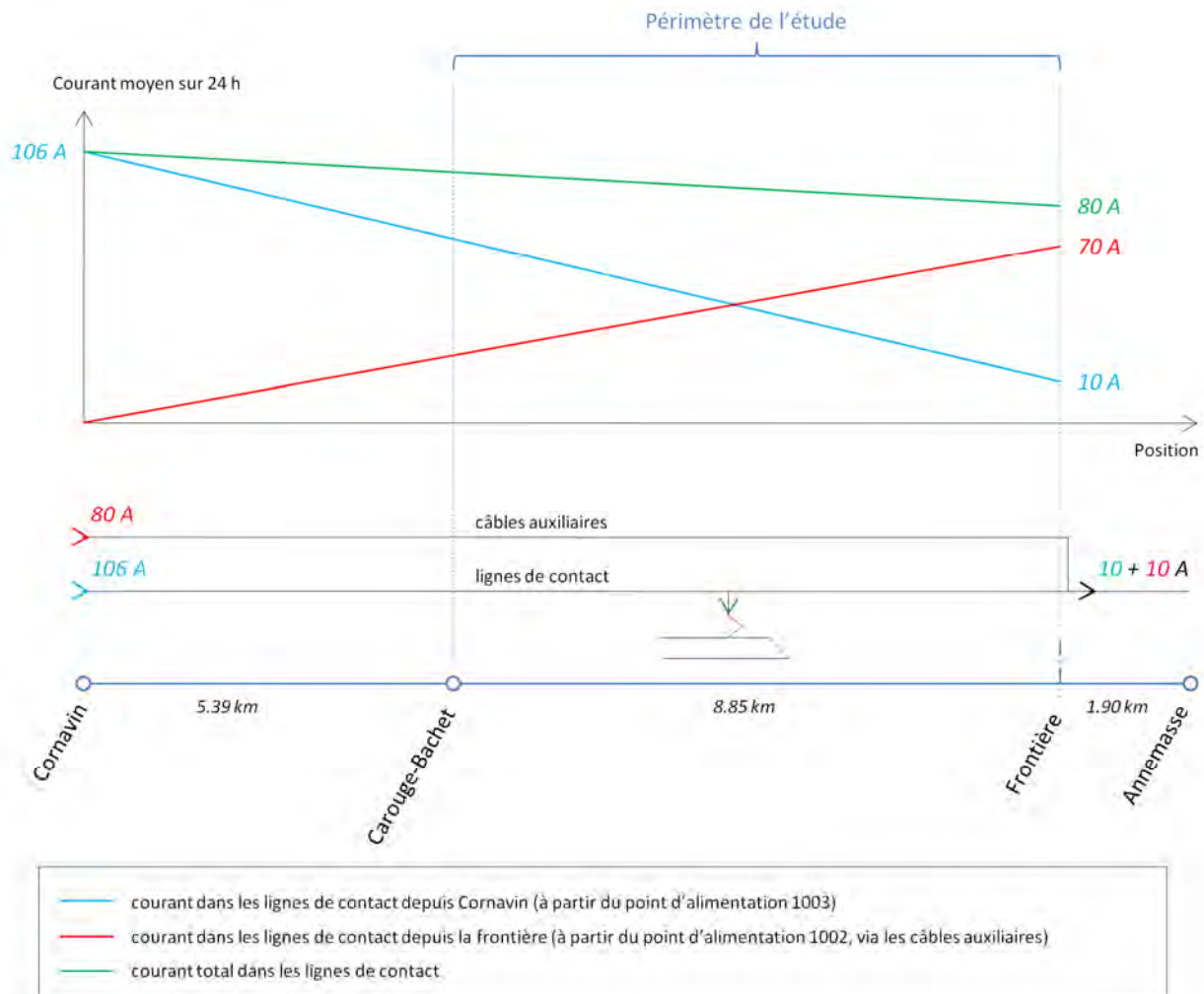


Figure 4 Répartition du courant dans les lignes de contact le long du tracé

En fonction de la position, le courant consommé provient dans des proportions différentes du départ 1003 (via les lignes de contact et les câbles depuis le côté Cornavin) et du départ 1002 (via les câbles auxiliaires puis retour via les lignes de contact à partir de la frontière). La moyenne sur 24 h du courant dans les lignes de contact circulant depuis Cornavin correspond à une droite allant de 106 A à Cornavin (53.2 + 53.2) à 10 A (consommés sur la partie française) au point d'injection situé juste après la frontière (droite bleue sur la Figure 4) alors que le moyenne du courant dans les lignes de contact circulant depuis la frontière correspond elle à une droite partant de 70 A à la frontière (80 A des câbles auxiliaires - 10 A pour la partie française) et descendant jusqu'à atteindre 0 A à Cornavin (droite rouge). Le courant moyen total (responsable du champ magnétique sur 24 h) à considérer dans les lignes de contact est composé de la somme de la composante venant de Cornavin et de celle venant de la frontière (droite verte).

3.3 Profil en long du tracé

A partir de Carouge-Bachet, le tracé CEVA est entièrement souterrain et composé de deux types de profils en travers différents: un tunnel et une tranchée couverte. En outre, la gare de Genève Eaux-

Vives présente un profil quelque peu différent qui a été modélisé séparément. Le Tableau 3 montre quel type de profil est présent à quel endroit le long du tracé.

Du km [7]	Longueur [m]	Type de modèle	Désignation
65.649	229	tunnel	Halte souterraine de Carouge-Bachet (km 65.649)
65.764	2024	tunnel	Tunnel de Pinchat
67.788	605	tranchée couverte	Tranchée couverte du val d'Arve
68.393	483	tunnel	Tunnel de Champel
68.876	220	tunnel	Halte souterraine de Champel-Hôpital (km 68.986)
69.096	928	tunnel	Tunnel de Champel
70.024	266	tranchée couverte	Tranchée couverte Theodore Weber, transition "ouest"
70.290	320	gare GEV	Gare souterraine de Genève - Eaux-Vives (km 70.450)
70.610	2390	tranchée couverte	Tranchée couverte de transition "est", Tranchée couverte de Frank Thomas
73.000	220	tranchée couverte	Halte souterraine de Chêne-Bourg (km 73.110)
73.220	1170	tranchée couverte	Tranchée couverte Chêne - Bougeries - Thônex

Tableau 3 Profil en long du tracé CEVA entre Carouge-Bachet et la frontière avec le type de profil en travers

Remarque concernant la transition air-libre – tunnel à Carouge-Bachet: le périmètre de l'étude commence au début de la halte de Carouge-Bachet (km 65.535), où le profil en travers n'est pas encore celui du tunnel. Cependant, ces quelques 100 m n'ont pas été modélisés séparément et doivent être évalués à l'aide des diagrammes de flux et des fiches ORNI établies dans l'étude [2]. Comme il n'y a pas d'autre profil entre le dernier profil à l'air libre de [2] et le tunnel et que la transition est directe, le modèle de la présente étude ne commence qu'au km 65.649 (milieu de la halte de Carouge-Bachet).

Remarque concernant les ponts: les deux ponts situés sur le parcours (pont sur l'Arve au km 68.300 et pont sur la Seymaz au km 72.697) n'ont pas été modélisés séparément car l'arrangement des conducteurs y est le même et la propagation du champ magnétique à l'air-libre n'est pas différente du tunnel.

3.4 Valeur du courant aux emplacements à étudier

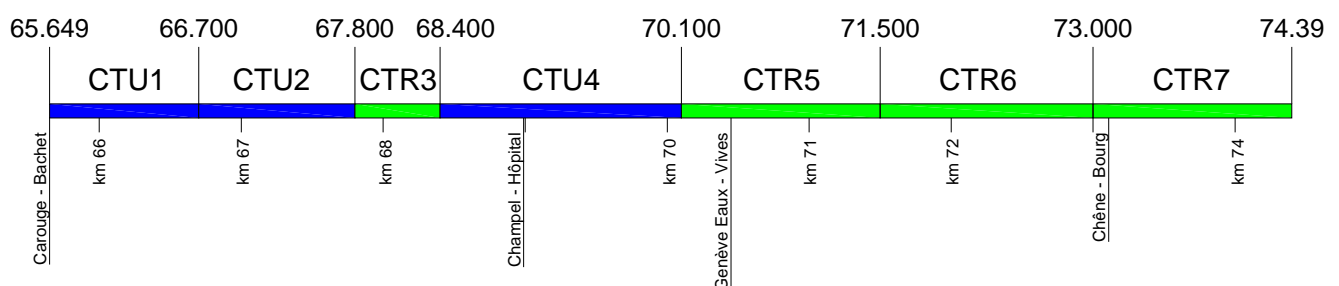


Figure 5 Emplacement du tunnel (CTUx) et de la tranchée couverte (CTRx) sur le périmètre d'étude et vue d'ensemble du découpage du modèle en tranches

A partir du profil en long du chapitre 3.3 et de la répartition du courant décrite au chapitre 3.2, une liste des emplacements à simuler a été établie: le tracé a été partagé en tranches d'une longueur maximale d'un kilomètre et demi environ et la simulation qui a été faite avec les courants calculés au début de la tranche est utilisée pour évaluer l'ensemble des objets situés dans cette tranche. A chaque changement de type de profil (tunnel ou tranchée couverte) ou après 1.5 km du même profil, une nouvelle tranche est ouverte. Les tranches sont numérotées de 1 à 7, avec le type de profil en préfixe (TU pour tunnel et TR pour tranchée couverte). Les tranches et la valeur du courant déterminant dans chacune de celles-ci sont données dans le Tableau 4.

Du km	Courant dans les lignes de contact [A]	Courant dans les câbles auxiliaires [A]	Type de profil	Modèle SIMNET	Remarque
65.649	96.4	80	tunnel	CTU1	Halte de Carouge-Bachet au km 65.649
66.700	94.5	80	tunnel	CTU2	
67.800	92.4	80	tranchée couverte	CTR3	
68.400	91.3	80	tunnel	CTU4	Halte de Champel-Hôpital au km 68.986
70.100	88.2	80	tranchée couverte	CTR5	Gare de Genève Eaux-Vives au km 70.450, modèle GEV1 km 70.3-70.6
71.500	85.6	80	tranchée couverte	CTR6	
73.000	82.8	80	tranchée couverte	CTR7	Halte de Chêne-Bourg au km 73.110

Tableau 4 Valeur du courant dans les lignes de contact et dans les câbles auxiliaires aux emplacements à simuler

3.5 Profil en travers du tracé

La position et le type des conducteurs pour le tunnel et la tranchée couverte proviennent du document [10]. Les câbles auxiliaires en banquette sont composés d'un câble 240/35 par voie et chacun des tubes où passent les câbles contient aussi une corde de terre de 95 mm². Les cordes de terre de la ligne de contact (2x 95 mm²) sont situées en haut du tunnel ou de la tranchée couverte, entre les deux voies, permettant ainsi une bonne compensation du champ magnétique produit par les lignes de contact.

Pour la séparation des terres rail et ouvrage, les mâts sont montés de manière isolée. Pour la conductance linéique du rail et sa perméabilité relative, les mêmes valeurs ont été utilisées que celles qui ont été mesurées dans le tunnel de base du Lötschberg: conductance = $2.5 \cdot 10^{-5}$ S/m et perméabilité = 250. Les conducteurs de terre et les rails sont reliés par des cordes de terre tous les 100 m au portail du tunnel, puis tous les 250 m après. Pour simplifier le modèle, une liaison entre les conducteurs de terre et les rails a été placée tous les 250 m sur toute la longueur du tracé. Le blindage des câbles auxiliaires est connecté à la terre rail dans les niches de para-surtension réparties le long du tracé (tous les 900 m environ). Les rails utilisés sont de type CFF VI, comme initialement prévu dans le projet CEVA. Pour la construction, le type IV est éventuellement envisagé. Comme le type VI, de par sa résistance plus faible, réduit la proportion de courant dans les autres conducteurs de terre, la simulation représente le cas le plus pessimiste du point de vue de la

compensation. Si, au final, le type IV devait être utilisé, les résultats iraient ainsi dans la bonne direction. Dans le modèle, le porteur et le fil de contact sont interconnecté tous les 50 mètres.

L'hypothèse a été faite d'une résistance de terre de $1.0 \cdot 10^5 \Omega\text{m}$ avec la profondeur moyenne du courant correspondante selon la formule dans [8]. Cela équivaut à un sol bétonné, laissant circuler peu de courant dans la terre, comme cela est le cas dans un tunnel moderne.

3.5.1 Tunnel

Numéro	Désignation (G = gauche, D = droite, LC = ligne de contact, AcCu = acier - cuivre (*) = flèche 80 cm prise en compte	Position X [m]	Position Y [m]	Rayon intérieur [mm]	Rayon extérieur [mm]	Résistance DC [Ω/m]	Perméabilité [-]	Conductance avec la terre [S/m]	Capacité [$\mu\text{F}/\text{km}$]
1	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie G	-1.9	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
2	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie G	-1.9	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
3	rail G CFF VI voie G	-2.6	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
4	rail D CFF VI voie G	-1.1	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
5	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie G	-0.3	6.7	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
6	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie D	1.9	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
7	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie D	1.9	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
8	rail G CFF VI voie D	1.1	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
9	rail D CFF VI voie D	2.6	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
10	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie D	0.3	6.7	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
11	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie G	-3.9	-0.6	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
12	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie D	-3.9	-0.8	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
13	câble aux 240 mm ² Cu voie G	-3.8	-0.6	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
14	blindage 35 mm ² Cu voie G			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-
15	câble aux 240 mm ² Cu voie D	-3.8	-0.8	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
16	blindage 35 mm ² Cu voie D			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-

Tableau 5 Position et propriétés des conducteurs dans le tunnel

3.5.2 Tranchée couverte

Position	Désignation (G = gauche, D = droite, LC = ligne de contact, AcCu = acier - cuivre (*) = flèche 80 cm prise en compte	Position X [m]	Position Y [m]	Rayon intérieur [mm]	Rayon extérieur [mm]	Résistance DC [Ω /m]	Perméabilité [-]	Conductance avec la terre [S/m]	Capacité [μ F/km]
1	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie G	-1.9	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
2	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie G	-1.9	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
3	rail G CFF VI voie G	-2.6	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
4	rail D CFF VI voie G	-1.1	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
5	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie G	-0.3	6.0	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
6	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie D	1.9	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
7	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie D	1.9	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
8	rail G CFF VI voie D	1.1	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
9	rail D CFF VI voie D	2.6	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
10	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie D	0.3	6.0	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
11	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie G	-3.9	-0.6	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
12	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie D	-3.9	-0.8	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
13	câble aux 240 mm ² Cu voie G	-3.8	-0.6	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
14	blindage 35 mm ² Cu voie G			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-
15	câble aux 240 mm ² Cu voie D	-3.8	-0.8	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
16	blindage 35 mm ² Cu voie D			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-

Tableau 6 Position et propriétés des conducteurs dans la tranchée couverte

3.5.3 Gare de Genève Eaux-Vives

Pour la gare de Genève Eaux-Vives, le modèle a été adapté d'après le profil en travers [11] (coupe transversale CC): les voies sont plus écartées pour laisser la place au quai central et une majorité du courant des lignes de contact passe par les 4 lignes détournées (2x 400 mm² par voie). La longueur totale des lignes détournées est de 1350 m. Proportionnellement à la longueur totale du tracé et par rapport aux 106 A + 80 A de moyenne sur 24 h consommés sur l'ensemble du tracé, cela représente une proportion de 15 A consommés sur ces 1350 m via les lignes de contact. Dans le modèle GEV1 de la gare de Genève Eaux-Vives, ce courant dans la ligne de contact a été arrondi à 20 A, puisqu'il s'agit d'un tronçon où les accélérations sont plus importantes qu'en pleine voie. Le reste du courant calculé en 3.4 (87.5 A - 20 A) circule donc dans les lignes détournées et les 80 A des câbles auxiliaires restent inchangés.

Vu l'espacement des voies en gare de Genève Eaux-Vives (dû au quai central), les câbles de terre ne sont pas au milieu du tracé entre les 2 voies comme c'est le cas en pleine voie. Au lieu de cela, chaque câble est attaché au support de la ligne de contact (sur le côté) dont il sert de retour.

Position	Désignation (G = gauche, D = droite, LC = ligne de contact, AcCu = acier - cuivre (*) = flèche 80 cm prise en compte	Position X [m]	Position Y [m]	Rayon intérieur [mm]	Rayon extérieur [mm]	Résistance DC [Ω/m]	Perméabilité [-]	Conductance avec la terre [S/m]	Capacité [μF/km]
1	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie G	-15.4	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
2	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie G	-15.4	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
3	rail G CFF VI voie G	-16.1	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
4	rail D CFF VI voie G, isolé	-14.7	0.0	0	92.3	1.00E+08	250	2.50E-05	-
5	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie G	-17.4	6.3	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
6	fil de contact 107 mm ² Cu (20% usure) voie D	0.0	5.0	0	6.125	2.09E-04	1	0	-
7	câble porteur 92 mm ² AcCu (*) voie D	0.0	5.5	0	6.15	2.22E-04	1	0	-
8	rail G CFF VI voie D, isolé	-0.7	0.0	0	92.3	1.00E+08	250	2.50E-05	-
9	rail D CFF VI voie D	0.7	0.0	0	92.3	3.10E-05	250	2.50E-05	-
10	fil de terre (LC) 95 mm ² Cu (*) voie D	2.0	6.3	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
11	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie G	-17.5	-0.6	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
12	fil de terre (banquette) 95 mm ² Cu voie D	-17.5	-0.8	0	6.25	1.95E-04	1	0	-
13	fil de terre (ligne détournée G) 150 mm ² Cu Voie G	-17.8	-1.0	0	7.85	1.23E-04	1	0	-
14	fil de terre (ligne détournée D) 150 mm ² Cu Voie G	-17.5	-1.0	0	7.85	1.23E-04	1	0	-
15	fil de terre (ligne détournée G) 150 mm ² Cu Voie D	2.0	-1.0	0	7.85	1.23E-04	1	0	-
16	fil de terre (ligne détournée D) 150 mm ² Cu Voie D	2.3	-1.0	0	7.85	1.23E-04	1	0	-
17	câble aux 240 mm ² Cu voie G	-17.4	-0.6	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
18	blindage 35 mm ² Cu voie G			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-
19	câble aux 240 mm ² Cu voie D	-17.4	-0.8	0	9.35	7.54E-05	1	0	0.291
20	blindage 35 mm ² Cu voie D			18.05	19.2	5.07E-04	1	0	-
21	câble ligne détournée G 400 mm ² Cu voie G	-17.7	-1.0	0	11.8	4.70E-05	1	0	0.299
22	blindage G 150 mm ² Cu voie G			20.95	22.1	3.25E-04	1	0	-
23	câble ligne détournée D 400 mm ² Cu voie G	-17.4	-1.0	0	11.8	4.70E-05	1	0	0.299
24	blindage D 150 mm ² Cu voie G			20.95	22.1	3.25E-04	1	0	-
25	câble ligne détournée G 400 mm ² Cu voie D	2.1	-1.0	0	11.8	4.70E-05	1	0	0.299
26	blindage G 150 mm ² Cu voie D			20.95	22.1	3.25E-04	1	0	-
27	câble ligne détournée D 400 mm ² Cu voie D	2.4	-1.0	0	11.8	4.70E-05	1	0	0.299
28	blindage D 150 mm ² Cu voie D			20.95	22.1	3.25E-04	1	0	-

Tableau 7 Position et propriétés des conducteurs en gare de Genève Eaux-Vives (km 70.450)

4 RÉSULTATS

Les résultats de cette étude se présentent sous plusieurs formes:

- L'évaluation des **LUS** listés au chapitre 3.1.2 est faite dans le chapitre 4.1, sous forme de tableau donnant un résultat binaire (ok / à vérifier).
- Les **gares** sont évaluées au chapitre 4.2.
- Toutes les représentations graphiques (**isolignes** de champ magnétique) du tracé pleine voie et des gares / haltes sont données au chapitre 5.2. Les parcelles à bâtir, en constructions ou tout nouveau LUS peuvent être évalués à la lumière de ces résultats ultérieurement à l'étude.
- L'évaluation du **50 Hz** dans les gares (transformateurs et câbles) est faite au chapitre 4.3.
- Pour répondre aux exigences de l'ORNI (Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant), une **fiche ORNI** doit être établie (une seule fiche suffit puisque l'ensemble de l'installation est nouvelle installation) avec une fiche supplémentaire pour chaque profil de voie. Comme aucun LUS n'est présent à l'emplacement du profil GEV (gare des Eaux-Vives, km 70.3 à 70.6), deux fiches supplémentaires ont été établies: une pour le profil en tunnel (CTUx) et une pour le profil en tranchée couverte (CTR_x). Pour couvrir tous les LUS dénombrés avec ces deux fiches, le LUS le plus proche du tracé combiné avec le courant le plus élevé (même s'il intervient ailleurs qu'au lieu du LUS) a été représenté pour chaque profil, afin de couvrir le cas extrême. Il s'agit, pour le profil en tunnel, de la parcelle 984 au km 70.000 avec le courant du km 65.649 et pour le profil en tranchée couverte, de la parcelle 3419 au km 73.700 avec le courant du km 67.800.
- De même, une **fiche ORNI** doit être établie pour les **transformateurs des gares**. Une *fiche de données simplifiée selon ORNI* par halte / gare est disponible, qui reprend les distances données au chapitre 4.3.1 en fonction de la puissance des transformateurs dans la station concernée.

4.1 Evaluation des LUS

Le Tableau 8 permet d'évaluer les LUS énumérés au chapitre 3.1: les distances séparant l'objet de l'axe du tracé (distance latérale) ou du plan de roulement (distance verticale) sont données dans les colonnes *distances dans la réalité* du tableau et les distances latérale et verticale auxquelles se trouve l'isoligne de 1 µT pour le modèle au lieu de chaque LUS sont données dans les colonnes *distances simulées*.

Si une des distances du 1 µT simulé est plus grande que la distance de la position de l'objet, elle est marquée en rouge gras. Pourtant, cela ne veut pas dire que la valeur limite est dépassée dans le LUS: une seule des deux distances de la position plus grande que la distance simulée suffit à assurer que l'objet est hors de cause (signifié par un "ok" dans la dernière colonne du tableau). En revanche, si la distance latérale et la distance verticale sont toutes deux plus petites que les valeurs simulées, le cas doit être représenté graphiquement pour qu'une conclusion définitive puisse être tirée.

km CFF	N° de parcelle	N° de recourant	Utilisation	Distances dans la réalité			Distances simulées			
				Distance latérale à l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]	Modèle SIMNET	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Distance verticale depuis PDR ² [m]	Hors zone 1µT
65.9	4624	3020	maison	13.4	gauche	18	CTU1	7.3	9.0	ok
65.9	4418	3021	maison	4.9	gauche	19	CTU1	7.3	9.0	ok
65.9	4711	3023	maison	4.4	gauche	20	CTU1	7.3	9.0	ok
66.1	1698	3032	petite maison	0.0	au-dessus	23	CTU1	7.3	9.0	ok
66.1	1701	3034	maison	14.5	droite	23	CTU1	7.3	9.0	ok
66.1	2928	3033	maison	11.9	gauche	23	CTU1	7.3	9.0	ok
66.1	4017	3038	maison	8.1	droite	24	CTU1	7.3	9.0	ok
66.2	3061	3041	maison	0.0	au-dessus	24	CTU1	7.3	9.0	ok
66.2	3103	3042	maison	6.7	gauche	22	CTU1	7.3	9.0	ok
66.2	1486	3043	maison	0.0	au-dessus	21	CTU1	7.3	9.0	ok
66.3	2649	3056	caisse pension	13.9	droite	23	CTU1	7.3	9.0	ok
66.3	2648	3057	caisse pension	13.5	droite	22	CTU1	7.3	9.0	ok
66.3	2647	3058	HLM carouge	13.2	droite	25	CTU1	7.3	9.0	ok
66.3	2646	3059	HLM carouge	13.2	droite	26	CTU1	7.3	9.0	ok
66.4	2359	3062	bâtiment	0.0	au-dessus	29	CTU1	7.3	9.0	ok
66.5	732	3063	bâtiment kereol	5.5	gauche	33	CTU1	7.3	9.0	ok
67.6	2494		grands bâtiments	0.0	au-dessus	36	CTU2	7.2	9.0	ok
67.7	2023		grands bâtiments	0.0	au-dessus	39	CTU2	7.2	9.0	ok
67.8	2382	3068	grand bâtiment	0.0	au-dessus	33	CTR3	7.1	8.6	ok
68.4	1945	5001	maison	0.0	au-dessus	36	CTU4	7.0	8.9	ok
68.5	2996	5004	bâtiment	0.0	au-dessus	33	CTU4	7.0	8.9	ok
68.5	1897	5007	bâtiment	6.2	droite	34	CTU4	7.0	8.9	ok
68.5	2525	5008	bâtiment	0.0	au-dessus	32	CTU4	7.0	8.9	ok
68.6	1891	5009	bâtiment	0.0	au-dessus	31	CTU4	7.0	8.9	ok
68.6	1888	5013	bâtiment	0.0	au-dessus	30	CTU4	7.0	8.9	ok
68.6	2447	5012	bâtiment	0.0	au-dessus	31	CTU4	7.0	8.9	ok
68.6	2974	5019	bâtiment	0.0	au-dessus	28	CTU4	7.0	8.9	ok
68.7	2973	5022	bâtiment	0.0	au-dessus	27	CTU4	7.0	8.9	ok
68.8	2970	5024	bâtiment	0.0	au-dessus	26	CTU4	7.0	8.9	ok
68.8	1850	5027	bâtiment	0.0	au-dessus	22	CTU4	7.0	8.9	ok
68.8	1849	5028	bâtiment	0.0	au-dessus	24	CTU4	7.0	8.9	ok
68.8	1848	5029	bâtiment	3.6	droite	18	CTU4	7.0	8.9	ok
69.1	1644	5037	bâtiment	0.0	au-dessus	20	CTU4	7.0	8.9	ok

2 Plan de roulement

km CFF	N° de parcelle	N° de recourant	Utilisation	Distances dans la réalité			Distances simulées			
				Distance latérale à l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]	Modèle SIMNET	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Distance verticale depuis PDR ² [m]	Hors zone 1µT
69.1	1645	5038	bâtiment	4.8	droite	19	CTU4	7.0	8.9	ok
69.1	1723	5041	bâtiment	6.3	droite	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.1	1722	5044	bâtiment	5.6	droite	22	CTU4	7.0	8.9	ok
69.2	1721	5045	bâtiment	3.0	droite	20	CTU4	7.0	8.9	ok
69.2	1720	5047	bâtiment	0.0	au-dessus	20	CTU4	7.0	8.9	ok
69.3	1688	5051	bâtiment	0.0	au-dessus	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.3	1687	5052	bâtiment	1.3	gauche	19	CTU4	7.0	8.9	ok
69.3	1686	5054	bâtiment	10.0	gauche	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.5	2032	5058	bâtiment	0.0	au-dessus	20	CTU4	7.0	8.9	ok
69.5	2031	5060	bâtiment	0.0	au-dessus	24	CTU4	7.0	8.9	ok
69.5	1969	5061	bâtiment	11.9	droite	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.7	2858	5070	bâtiment	0.0	au-dessus	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.8	1988	5077	garage	9.2	dessus	20	CTU4	7.0	8.9	ok
69.8	967	6000	bâtiment	0.0	au-dessus	17	CTU4	7.0	8.9	ok
69.9	976	5082	bâtiment	15.3	droite	21	CTU4	7.0	8.9	ok
69.9	977	5083	bâtiment	14.2	droite	20	CTU4	7.0	8.9	ok
69.9	954	5084	bâtiment	14.1	gauche	19	CTU4	7.0	8.9	ok
69.9	978	5085	bâtiment	13.2	droite	17	CTU4	7.0	8.9	ok
69.9	979	5088	bâtiment	12.2	droite	15	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	980	5089	bâtiment	11.4	droite	15	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	981	6001	bâtiment	33.6	droite	11	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	956	5086	maison	0.0	au-dessus	15	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	968	5087	maison	13.2	gauche	11	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	963	5090	maison	13.3	gauche	11	CTU4	7.0	8.9	ok
70.0	984	6002	maison	0.0	au-dessus	14	CTU4	7.0	8.9	ok
70.1	1028		habitation	9.3	gauche	7.8	CTR5	6.9	8.5	ok
70.1	1029		habitation	8.7	gauche	7.8	CTR5	6.9	8.5	ok
70.1	1728	6010	habitation	7.0	droite	7.8	CTR5	6.9	8.5	ok
70.1	1027			9.6	gauche	7.8	CTR5	6.9	8.5	ok
71.5	2961	7023	parcelle en construction	?	gauche	11	CTR6	6.8	8.5	ok
71.6	148	7025	maison	10.6	droite	8.9	CTR6	6.8	8.5	ok
71.6	149		maison, extension garage	8.8	droite	8.9	CTR6	6.8	8.5	ok
72.2	422	7050	maison	7.7	gauche	6.6	CTR6	6.8	8.5	ok
72.5	241	7062	maison garde	7.1	gauche	4.3	CTR6	6.8	8.5	ok
72.6	1850		infrastructure bâtiment	7.5	droite	3.5	CTR6	6.8	8.5	ok

km CFF	N° de parcelle	N° de recourant	Utilisation	Distances dans la réalité			Distances simulées			
				Distance latérale à l'axe du tracé [m]	Côté du tracé	Distance verticale avec étage en sous-sol [m]	Modèle SIMNET	Distance latérale de l'axe du tracé [m]	Distance verticale depuis PDR ² [m]	Hors zone 1µT
72.8	3087	7078	maison	12.7	gauche	3.5	CTR6	6.8	8.5	ok
72.8	3945	7080	maison garde	8.3	gauche	3.5	CTR6	6.8	8.5	ok
73.3	3699	7090	maison	9.1	gauche	4.1	CTR7	6.6	8.4	ok
73.3	3317	7091	maison particulier	8.9	droite	4.1	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	4111	7101	Rolex	10.7	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	2880	7096	Rolex	10.2	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	4110	7097	Rolex	10.1	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	2847	7098	bureau	14.8	gauche	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	5599	7102	Rolex	10.7	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.5	3531	7104	Rolex	10.3	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.6	3269	7106	Rolex	10.4	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.6	3273	7107	Rolex	10.0	droite	4	CTR7	6.6	8.4	ok
73.7	3418	7108	Rolex	10.0	droite	4.3	CTR7	6.6	8.4	ok
73.7	3419		Medes Sarl	6.8	droite	4.3	CTR7	6.6	8.4	ok
73.7	4942		Mac Donald	7.8	droite	4.3	CTR7	6.6	8.4	ok
73.8	3323		maison	16.4	gauche	4.6	CTR7	6.6	8.4	ok
74.3	5556	7137	Vaucher, garage Honda	8.7	droite	8.9	CTR7	6.6	8.4	ok
74.3	3261		maison	11.7	gauche	8.9	CTR7	6.6	8.4	ok

Tableau 8 Comparaison de la position des objets critiques par rapport aux distances calculées dans la simulation

Le tableau montre que là où le tracé passe dans le tunnel (profils CTUx), la distance verticale permet de mettre tous les LUS hors de cause. En revanche, sur la partie tranchée couverte (profils CTRx), c'est la distance latérale qui est déterminante. Au final, tous les objets considérés ici peuvent être mis hors de cause sur la base d'une des deux distances.

Une réserve concerne les parcelles sans bâtiment où en construction. Comme expliqué au chapitre 3.1.1, ces parcelles devront être appréciées ultérieurement du point de vue de l'ORNI au moment où l'emplacement du futur LUS sera connu.

4.2 Evaluation des haltes et gares

4.2.1 Gare de Genève Eaux-Vives

Selon la liste du Tableau 1, il n'y a pas de LUS sur le périmètre de la gare des Eaux-Vives (km 70.290 – 70.610). De plus, l'aménagement de la gare elle-même n'est pas encore définitif. Pour ces deux raisons, le résultat est donné pour la gare de Genève Eaux-Vives par la représentation graphique de l'intensité du champ magnétique seule (sans bâtiment). Il est ainsi possible de connaître les zones dans lesquelles aucun LUS ne doit être prévu lors de l'aménagement de la gare à partir de la limite de 1 μ T de la Figure 21 de l'annexe (chapitre 5.3.3). Au vu du résultat de la simulation, il est possible d'assurer que tout LUS situé à l'extérieur de l'espace réservé à la circulation des trains (c'est-à-dire au-delà des parois latérales et du plancher du niveau mezzanine déjà) est en dessous de la valeur limite de 1 μ T.

4.2.2 Haltes

Dans les haltes de Carouge-Bachet, Champel-Hôpital et Chêne-Bourg, l'arrangement des conducteurs ne diffère pas de la partie pleine voie. Ainsi, le modèle de la tranche la plus proche (voir Tableau 4) a été utilisé pour les haltes. Les résultats sont donnés par la représentation graphique de l'intensité du champ magnétique des figures en annexe (chapitre 5.3).

4.3 Evaluation des installations 50 Hz dans les gares

Selon l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant, les dispositions concernant la limitation préventive d'émissions des stations de transformation s'appliquent aux installations transformant des hautes tensions (c'est-à-dire au-delà de 1'000 V) en basses tensions (voir art. 21 de l'annexe 1 de l'ORNI). Dans ce projet, seuls les transformateurs désignés "MT" dans les plans (20 kV – 0.4 kV) sont concernés.

4.3.1 Transformateurs 20 kV – 0.4 kV

L'évaluation des installations 50 Hz dans les stations repose sur ce qui avait déjà été démontré dans le rapport technique [5]. En raison du caractère non définitif de l'agencement des haltes et gares, les "zones interdites" sont dessinées, donnant les distances à respecter lors d'un éventuel réaménagement de la station. Ces zones sont données par la puissance du transformateur et correspondent à l'espace dans lequel aucun LUS ne doit se trouver. L'emplacement exact du transformateur dans le local technique n'étant pas connu, les distances minimales sont toujours comptées à partir des parois du local. Les distances minimales utilisées ont été reprises des fiches de données spécifiques au site en annexe de l'étude [5] et sont listées dans le Tableau 9.

Gare / halte	Nb de transformateurs et puissance	Distance minimale selon fiches du site [5]	
		verticale [m]	horizontale [m]
Lancy-Pont-Rouge	2x 250 kVA	5.5	4.0

Gare / halte	Nb de transformateurs et puissance	Distance minimale selon fiches du site [5]	
		verticale [m]	horizontale [m]
Carouge-Bachet	2x 1000 kVA	11.0	9.0
Champel-Hôpital	2x 1600 kVA	14.0	11.0
Genève Eaux-Vives	2x 1600 kVA	14.0	11.0
Chêne-Bourg	2x 400 kVA	7.5	5.0

Tableau 9 Liste des stations avec les distances minimales selon les "fiches de données spécifiques au site" en annexe de [5]

4.3.1.1 Halte de Lancy-Pont-Rouge

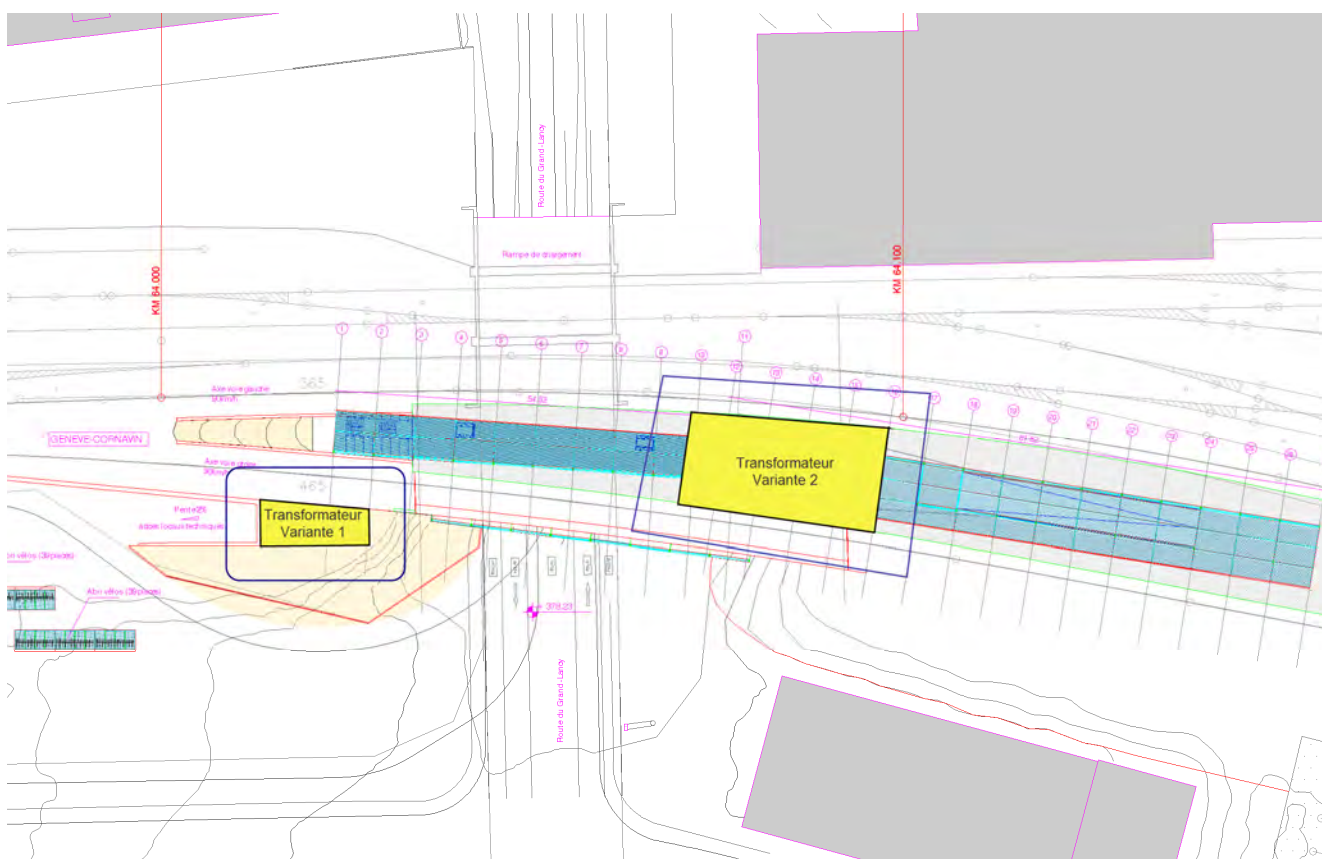


Figure 6 Halte Lancy-Pont-Rouge et ses deux variantes pour l'emplacement des 2 transformateurs à 250 kVA chacun

Pour la halte de Lancy-Pont-Rouge, 2 variantes pour l'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV sont envisagées à ce jour. Aucune de ces deux variantes ne présente de problème dans l'état actuel d'aménagement de la station.

4.3.1.2 Halte de Carouge-Bachet

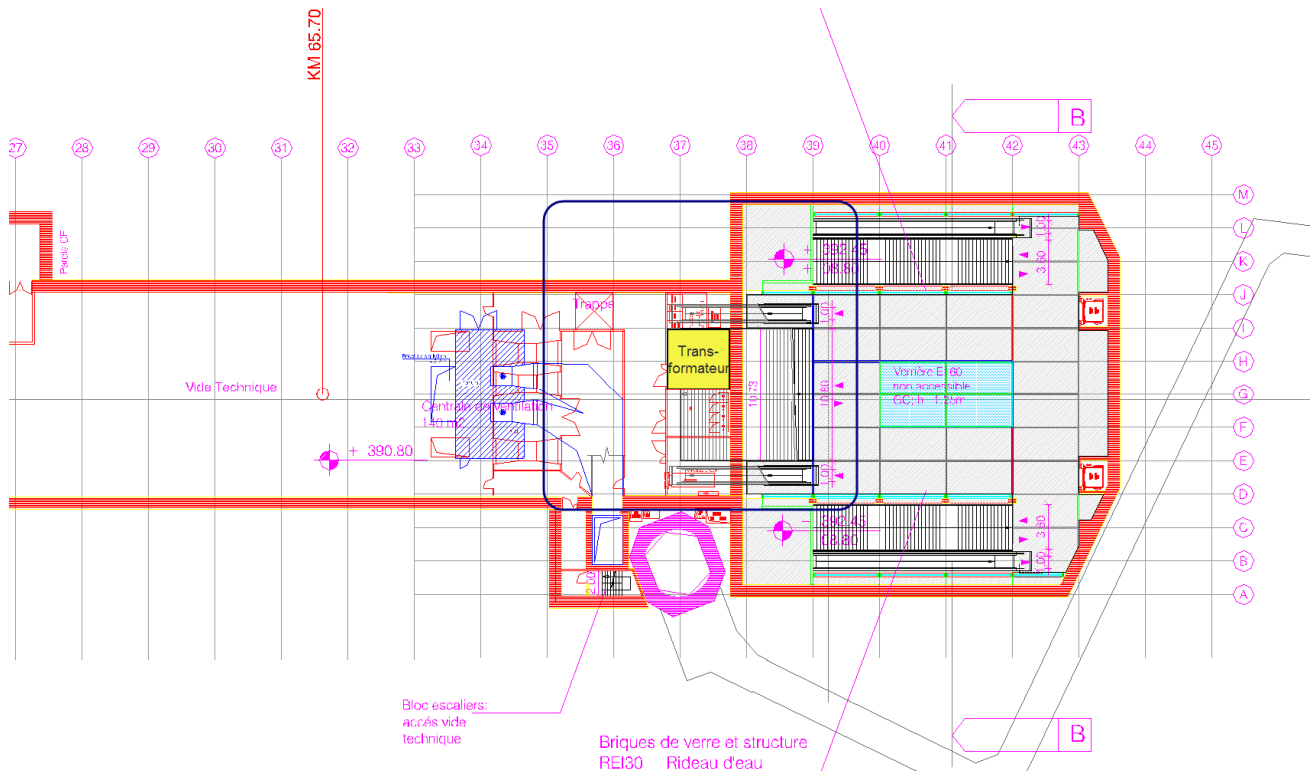


Figure 7 Halte Carouge-Bachet avec l'emplacement du local technique devant accueillir 2 transformateurs à 1'000 kVA chacun

L'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV dans la halte de Carouge-Bachet ne pose pas de problèmes au vu de l'aménagement prévu de la station.

4.3.1.3 Halte de Champel-Hôpital



Figure 8 Halte Champel-Hôpital: l'emplacement exact des transformateurs (2x 1'600 kVA) n'est pas encore connu, seules les zones à éviter en fonction des LUS actuels sont représentées en rouge

Pour la halte de Champ-Hôpital, l'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV n'est pas encore connu. Pour cette raison, seules les zones interdites ont été dessinées sur la Figure 8: les zones remplies en rouge foncé à l'intérieur du périmètre de la gare représentent les zones où les transformateurs 2x 1'600 kVA ne doivent pas se trouver en fonction des bâtiments actuels.

Comme l'emplacement n'est pas connu, aucune fiche ORNI n'a été remplie pour la halte de Champel-Hôpital.

4.3.1.4 Gare de Genève Eaux-Vives

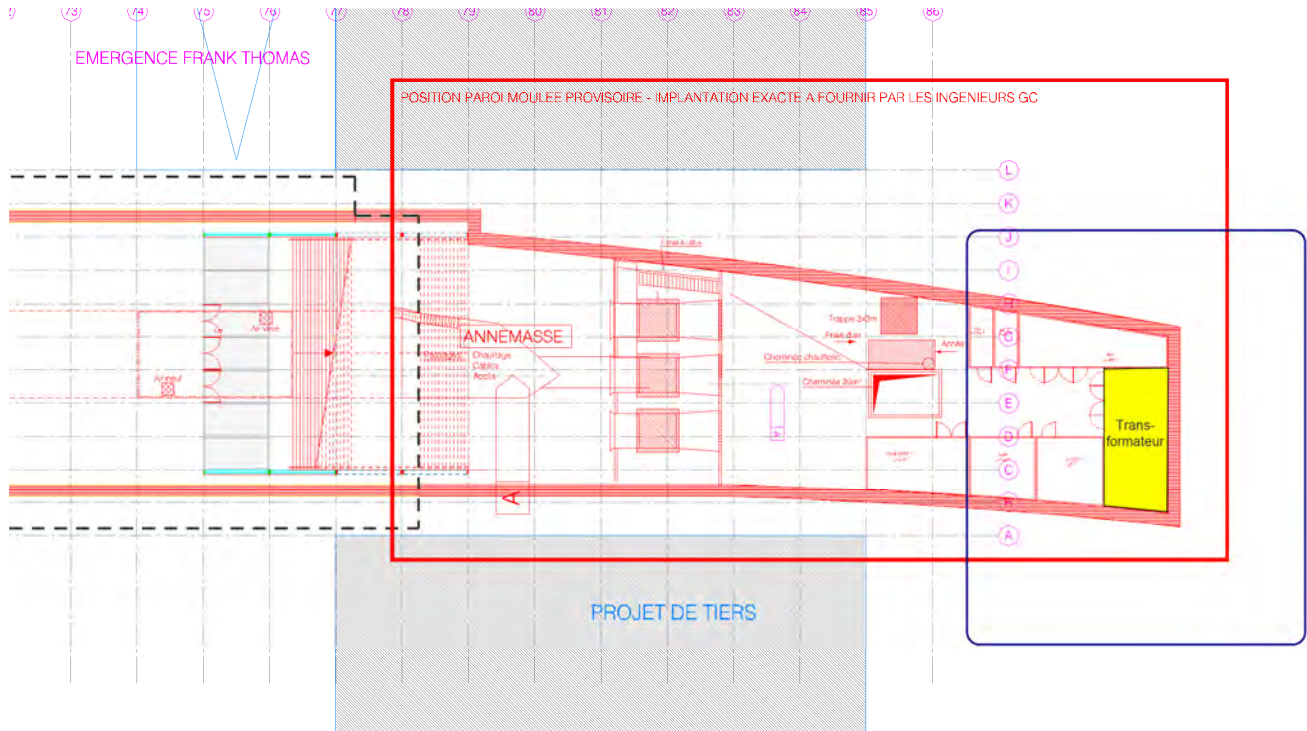


Figure 9 Gare Genève Eaux-Vives avec l'emplacement du local technique devant accueillir 2 transformateurs à 1'600 kVA chacun

L'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV dans la gare de Genève Eaux-Vives ne pose pas de problèmes au vu de l'état actuellement prévu de l'aménagement de la gare.

4.3.1.5 Halte de Chêne-Bourg

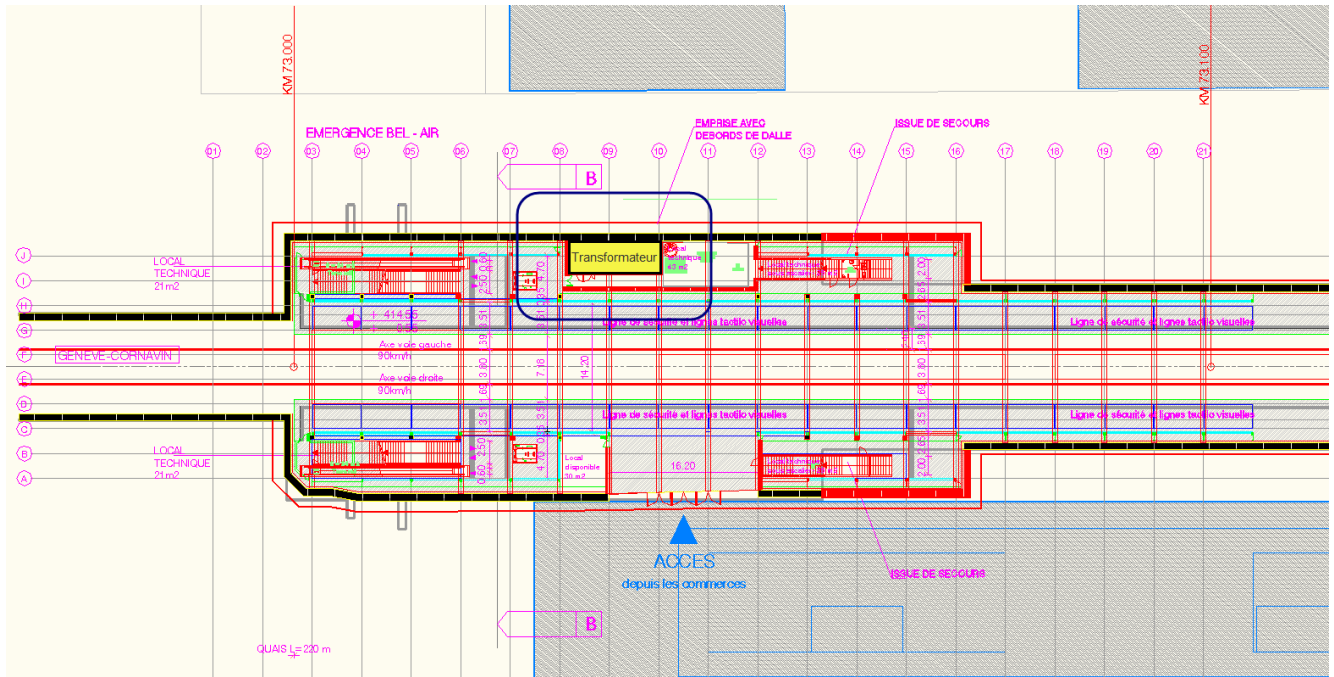


Figure 10 Halte Chêne-Bourg avec l'emplacement du local technique devant accueillir 2 transformateurs à 400 kVA chacun

L'emplacement des transformateurs 20 – 0.4 kV dans la Halte de Chêne-Bourg ne pose pas de problèmes au vu de l'état actuellement prévu de l'aménagement de la gare.

4.3.2 Câbles et lignes 20 kV

Selon l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (art. 11, chiffre 1 de l'annexe 1 de l'ORNI), les dispositions concernant la limitation préventive d'émissions des lignes aériennes et lignes en câbles de transport d'énergie électrique s'appliquent aux installations suivantes ayant une tension nominale d'au moins 1000 V:

- aux lignes aériennes de courant alternatif;
- aux lignes de courant alternatif en câbles monoconducteurs dans des tubes différents.

Selon [7], les conducteurs des différentes phases du câble de transport MT (20 kV) entre les stations CEVA se trouvent dans un seul tube. Il n'est donc pas nécessaire d'étudier les câbles 20 kV reliant les stations.

5 ANNEXES

5.1 Base légale

Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant du 1^{er} septembre 2009:

Art. 3 Définitions

1 Une installation est réputée ancienne installation lorsque la décision permettant d'entamer les travaux de construction ou de mise en service avait force de chose jugée au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

2 Une installation est réputée nouvelle installation lorsque:

- a. la décision permettant d'entamer les travaux de construction ou de mise en service n'avait pas encore force de chose jugée au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance;
- b. elle est réinstallée sur un autre site; ou
- c. elle est remplacée sur son site actuel; les chemins de fer et les trams font exception (annexe 1, ch. 5).

3 Par lieu à utilisation sensible, on entend:

- a. les locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée;
- b. les places de jeux publiques ou privées, définies dans un plan d'aménagement;
- c. les parties de terrains non bâtis sur lesquelles des activités au sens des let. a et b sont permises.

4 Sont réalisables sur le plan de la technique et de l'exploitation les mesures permettant de limiter les émissions:

- a. qui ont fait leur preuves sur des installations comparables en Suisse ou à l'étranger, ou qui
- b. ont été appliquées avec succès lors d'essais et que la technique permet de transposer à d'autres installations.

5 Sont économiquement supportables les mesures de limitation des émissions qui sont acceptables pour une entreprise moyenne, économiquement saine, de la branche concernée. Lorsqu'il y a dans une branche donnée des catégories très différentes d'entreprises, l'évaluation se fait à partir d'une entreprise moyenne de la catégorie correspondante.

6 La valeur limite de l'installation est une limitation des émissions concernant le rayonnement émis par une installation donnée.

7 Le courant de contact est le courant électrique qui circule lorsqu'une personne touche un objet conducteur qui n'est pas relié à une source de tension et qui se charge dans un champ électrique ou magnétique.

8 Le courant de fuite induit est le courant électrique qui circule d'une personne se trouvant dans un champ électrique vers la terre sans qu'un objet conducteur soit touché.

9 La puissance apparente rayonnée (ERP) est la puissance transmise à une antenne, multipliée par le gain de l'antenne dans la direction principale de propagation, rapportée au dipôle de demi-onde.

Art. 9 Modification des anciennes installations

1 Lorsqu'une ancienne installation est modifiée au sens de l'annexe 1, les conditions suivantes doivent être remplies dans le mode d'exploitation déterminant:

- a. La densité de flux magnétique ou l'intensité de champ électrique ne doit pas augmenter dans les lieux à utilisation sensible dans lesquels la valeur limite de l'installation était dépassée avant la modification;
- b. La valeur limite de l'installation au sens de l'annexe 1 ne doit pas être dépassée dans les autres lieux à utilisation sensible.

2 L'autorité accorde des dérogations conformément à l'annexe 1.

Annexe 1, Chiffre 5 Chemins de fer et trams

51 Champ d'application

Les dispositions du présent chiffre s'appliquent aux chemins de fer et aux trams à courant alternatif.

52 Définitions

1 Une installation comprend les installations de ligne de contact au sens de l'art. 3 de l'ordonnance du 5 décembre 1994 sur les installations électriques des chemins de fer ainsi que les conducteurs de retour du courant de traction.

2 Par modification d'une installation, on entend une extension du nombre de voies.

53 Mode d'exploitation déterminant

Par mode d'exploitation déterminant, on entend la circulation selon l'horaire des trains assurant le trafic voyageurs et le trafic marchandises.

54 Valeur limite de l'installation

La valeur limite de l'installation est de 1 μT pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique, mesuré en tant que moyenne sur 24 h.

55 Nouvelles installations

1 Les nouvelles installations ne doivent pas dépasser la valeur limite de l'installation dans les lieux à utilisation sensible dans le mode d'exploitation déterminant.

2 L'autorité accorde des dérogations lorsque le propriétaire de l'installation prouve:

- a. que l'installation est munie d'un conducteur de retour installé aussi près que possible de la ligne de contact; et
- b. que toutes les autres mesures de limitation du rayonnement telles que changement de site ou introduction de blindages, qui sont possibles du point de vue de la technique et de l'exploitation et, économiquement supportables, ont été prises.

56 Anciennes installations

Lorsque le rayonnement émis par une ancienne installation dans son mode d'exploitation déterminant dépasse la valeur limite de l'installation dans les lieux à utilisation sensible, l'installation doit être munie d'un conducteur de retour installé aussi près que possible de la ligne de contact.

57 Modification d'anciennes installations

Lorsqu'une ancienne installation est modifiée, l'autorité accorde des dérogations aux exigences de l'art. 9, al. 1, lorsque les conditions du ch. 55, al. 2, sont remplies.

5.2 Isolignes de la densité de flux magnétique en pleine voie

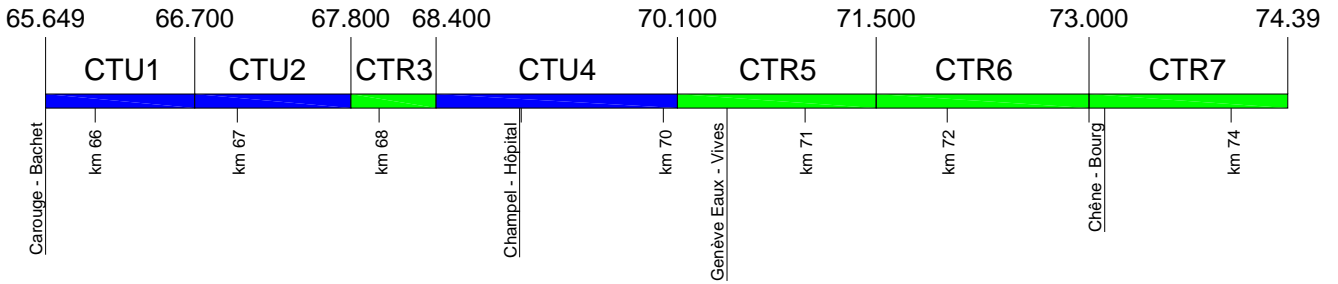


Figure 11 Emplacement du tunnel et de la tranchée couverte sur le périmètre d'étude et vue d'ensemble du découpage du modèle en tranches

Les figures ci-dessous représentent les isolignes de densité de flux magnétique dans les différents profils de CEVA (emplacement des profils selon Figure 11).

5.2.1 km 65.649 – 66.700

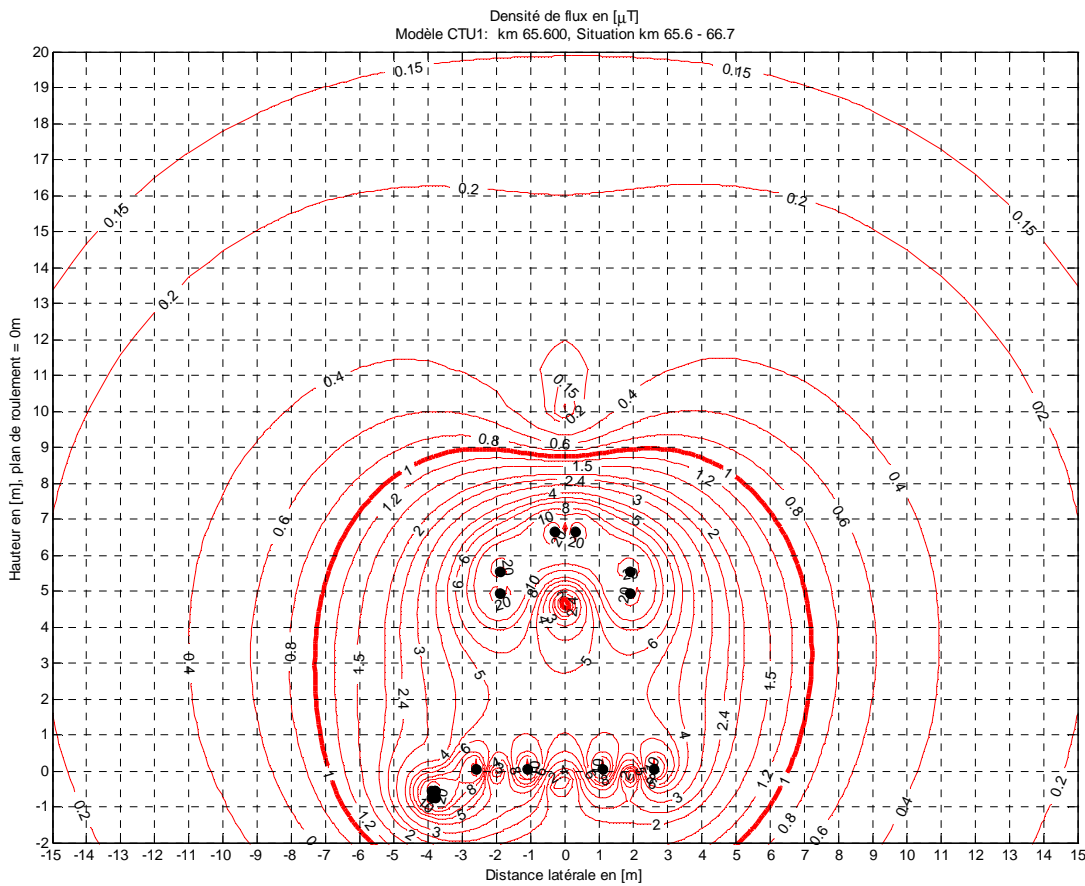


Figure 12 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTU1 (tunnel, km 65.649 – 66.700), vue direction Annemasse

5.2.2 km 66.700 – 67.800

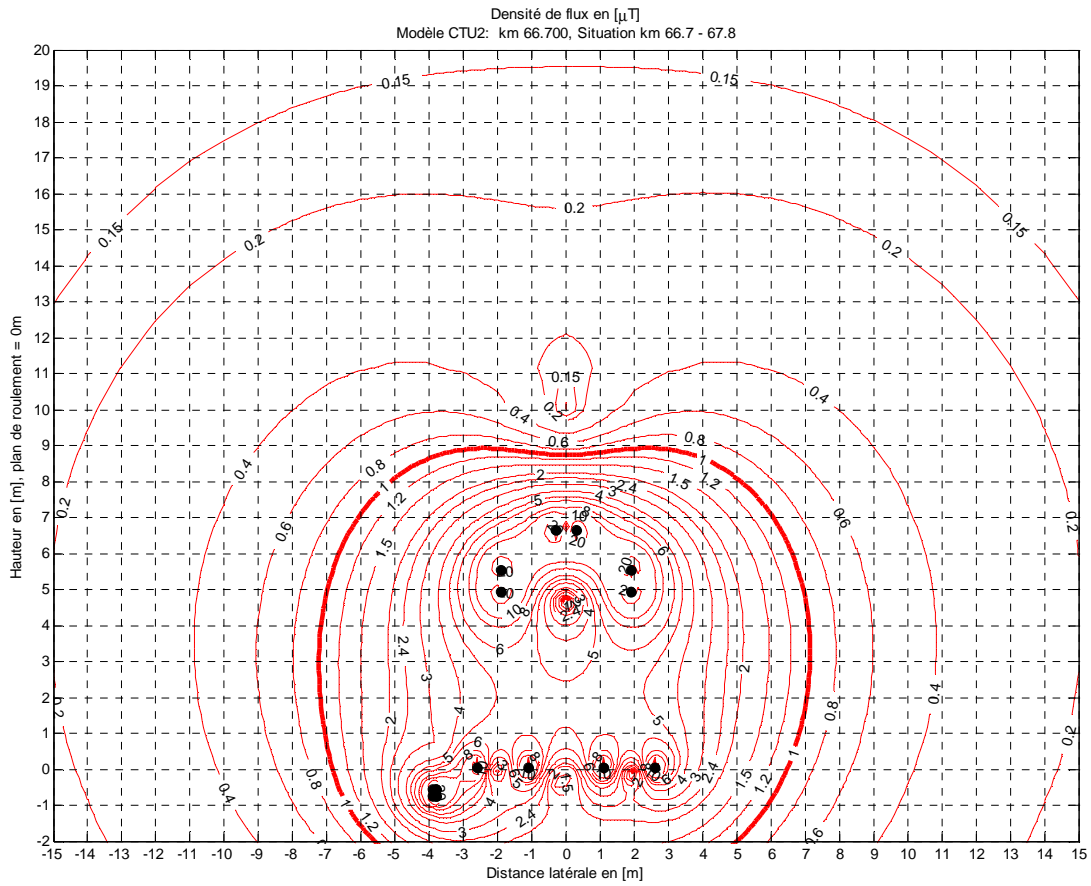


Figure 13 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTU2 (tunnel, km 66.700 – 67.800), vue direction Annemasse

5.2.3 km 67.800 – 68.400

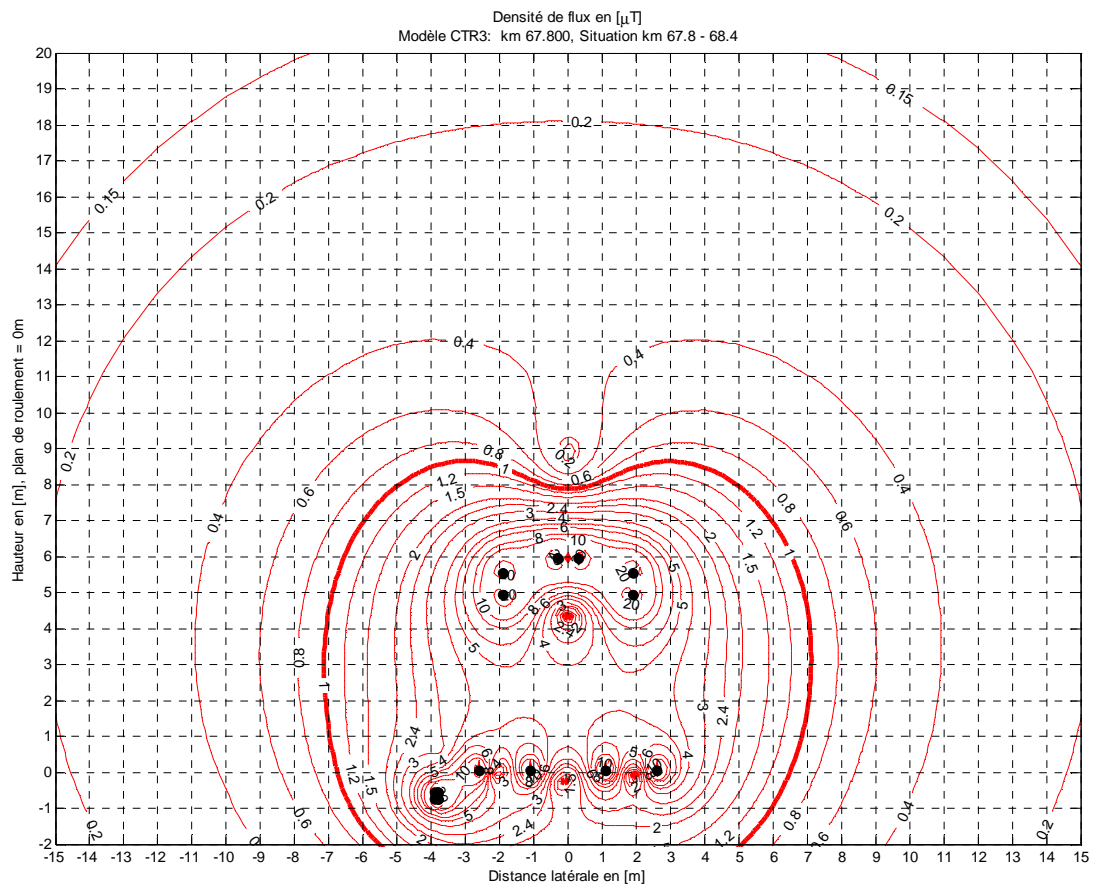


Figure 14 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTR3 (tranchée couverte, km 67.800 – 68.400), vue direction Annemasse

5.2.4 km 68.400 – 70.100

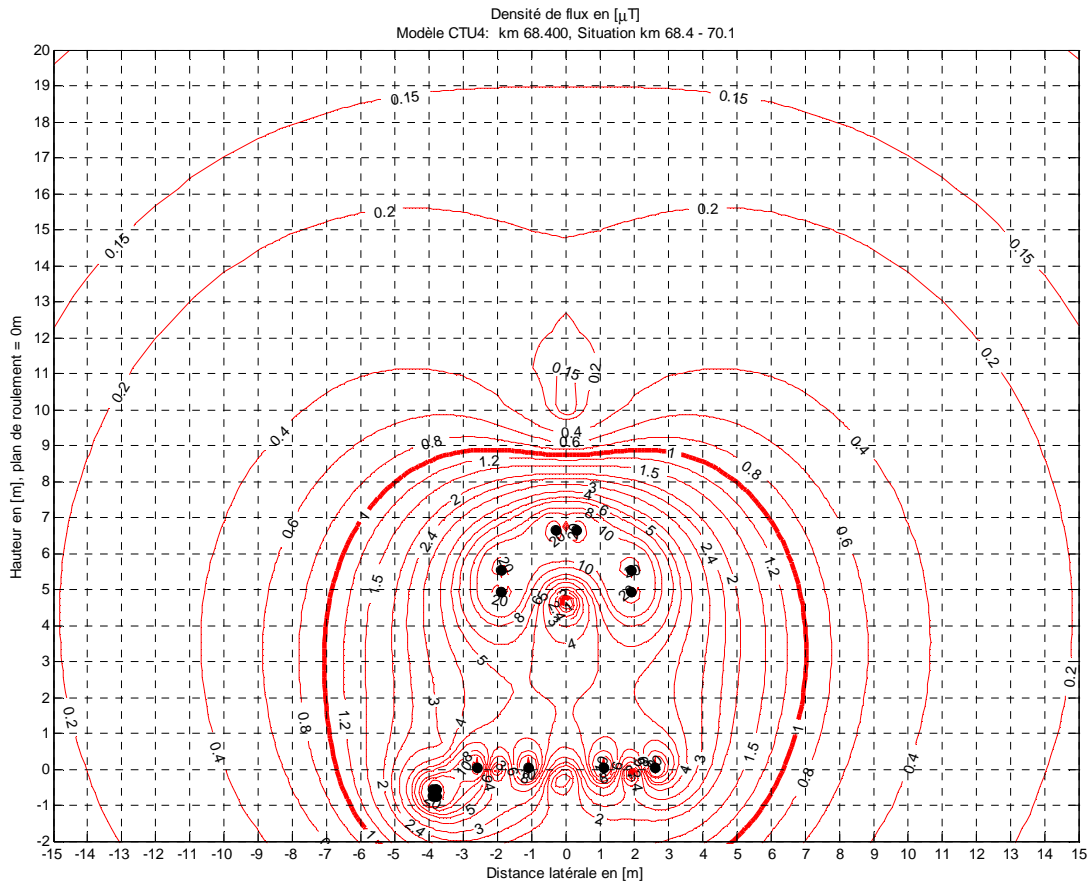


Figure 15 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTU4 (tunnel, km 68.400 – 70.100), vue direction Annemasse

5.2.5 km 70.100 – 71.500

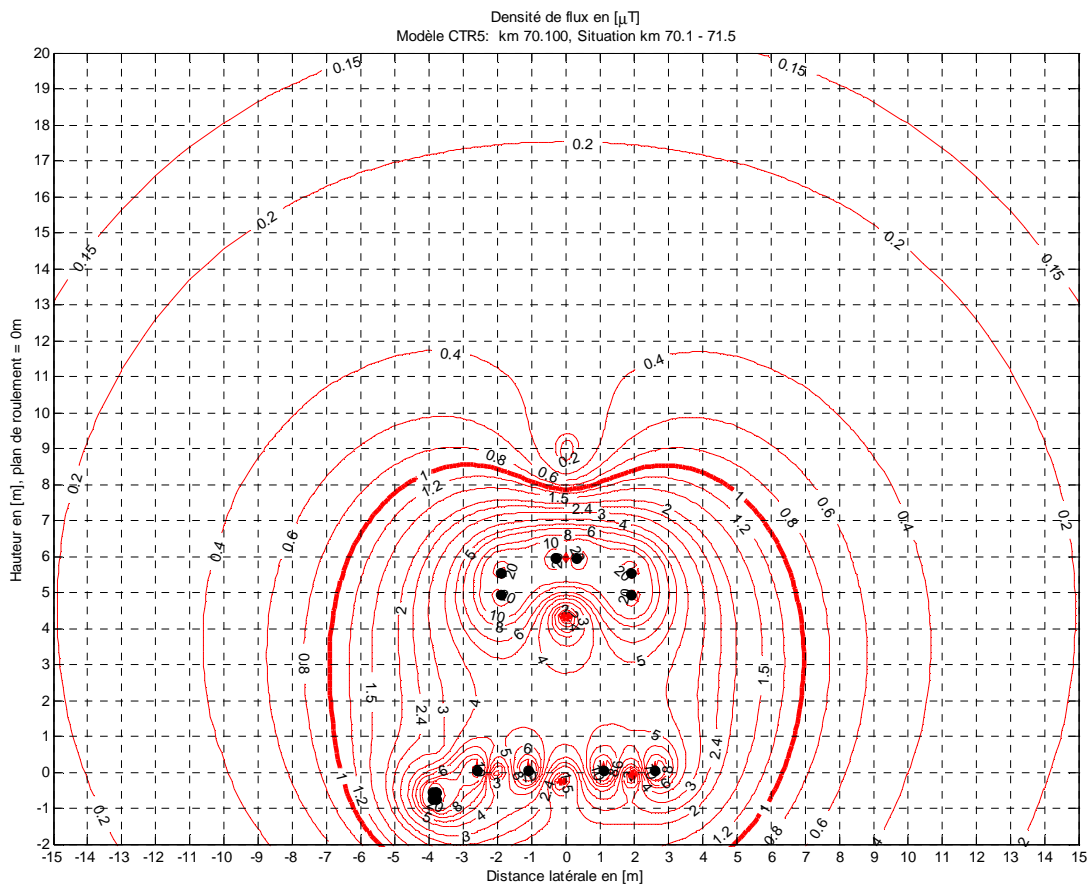


Figure 16 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTR5 (tranchée couverte, km 70.100 – 71.500), vue direction Annemasse

5.2.6 km 71.500 – 73.000

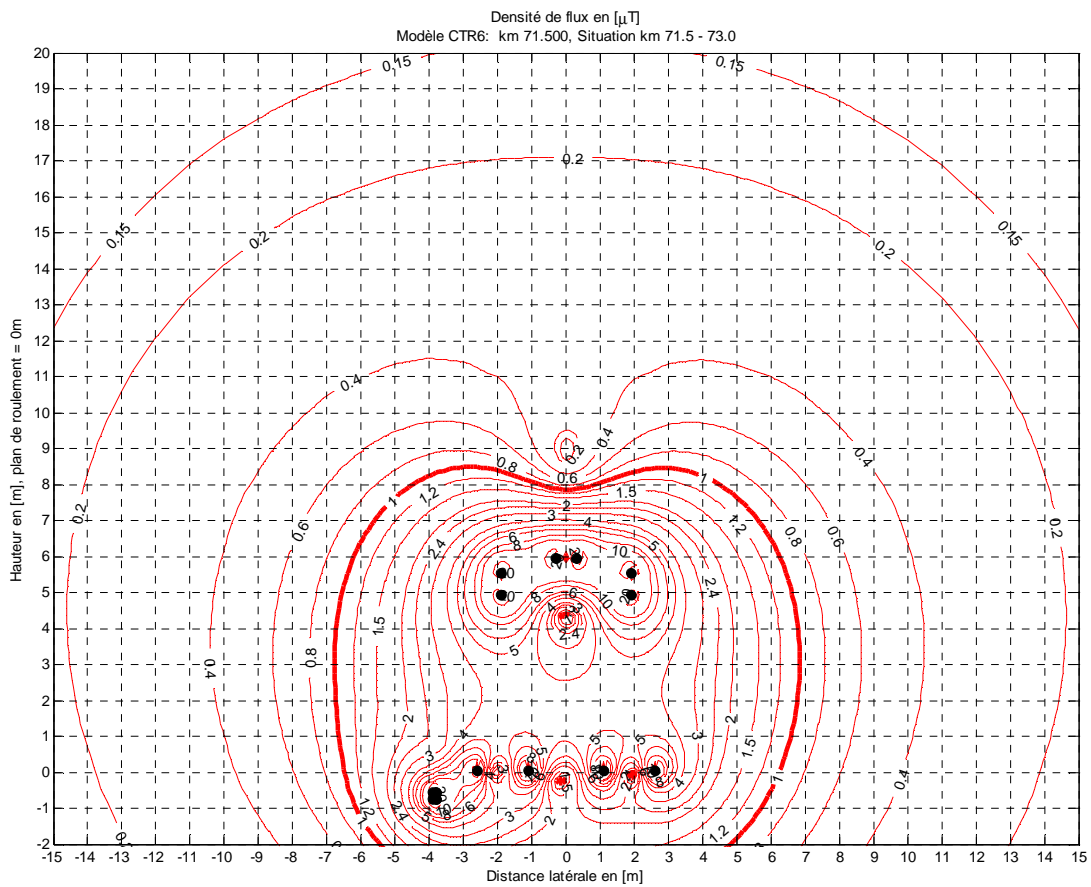


Figure 17 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTR6 (tranchée couverte, km 71.500 – 73.000), vue direction Annemasse

5.2.7 km 73.000 – 74.390

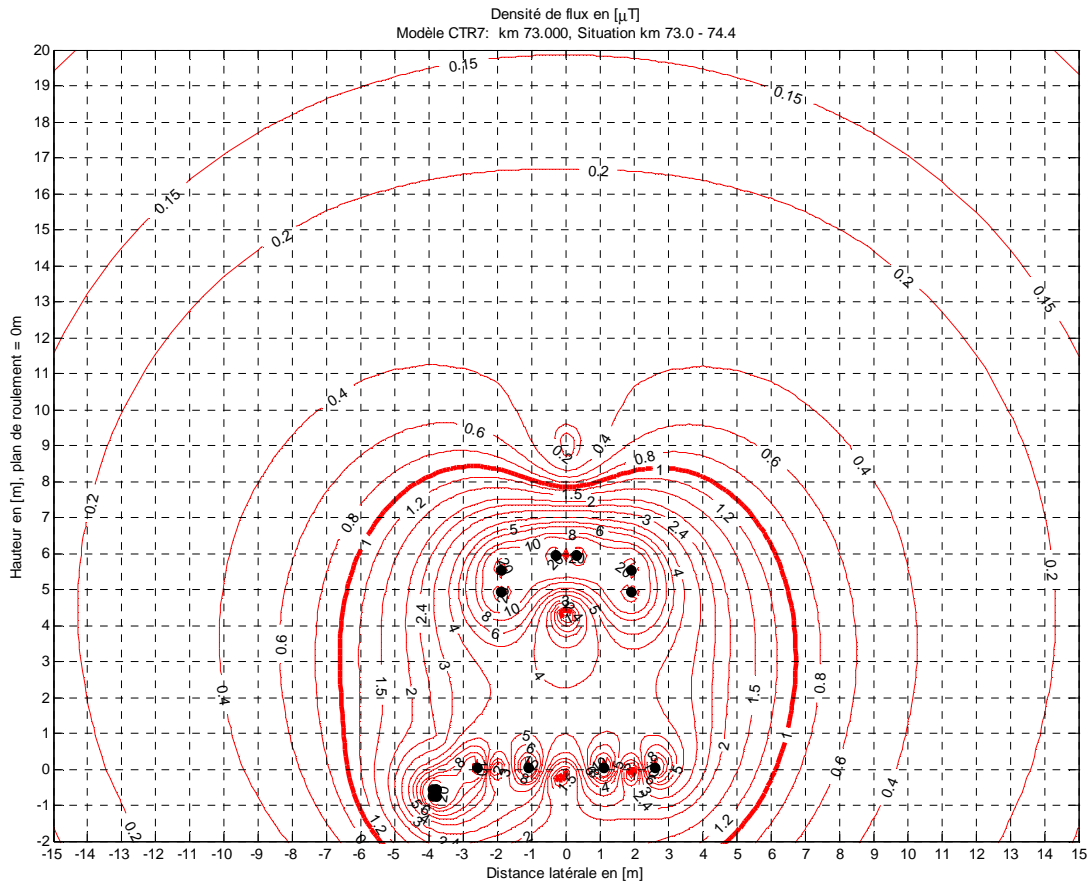


Figure 18 Densité de flux magnétique dans le modèle de simulation CTR7 (tranchée couverte, km 73.000 – 74.390), vue direction Annemasse

5.3 Isolignes de la densité de flux magnétique dans les gares

5.3.1 Halte de Carouge-Bachet

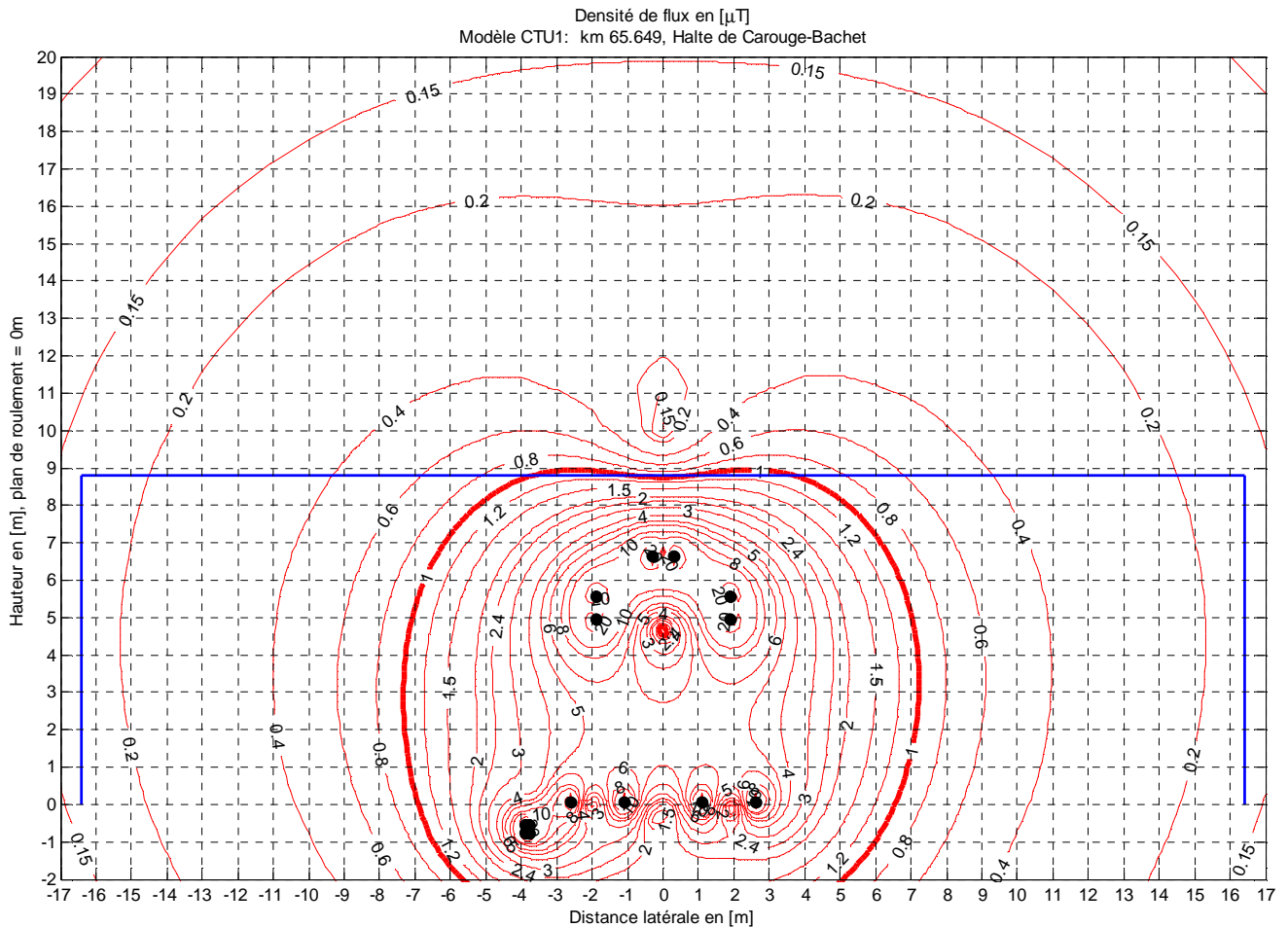


Figure 19 Intensité du champ magnétique dans la halte de Carouge-Bachet au km 65.649 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher du niveau mezzanine représentés par les traits bleus (coupe BB), vue direction Annemasse

5.3.2 Halte de Champel-Hôpital

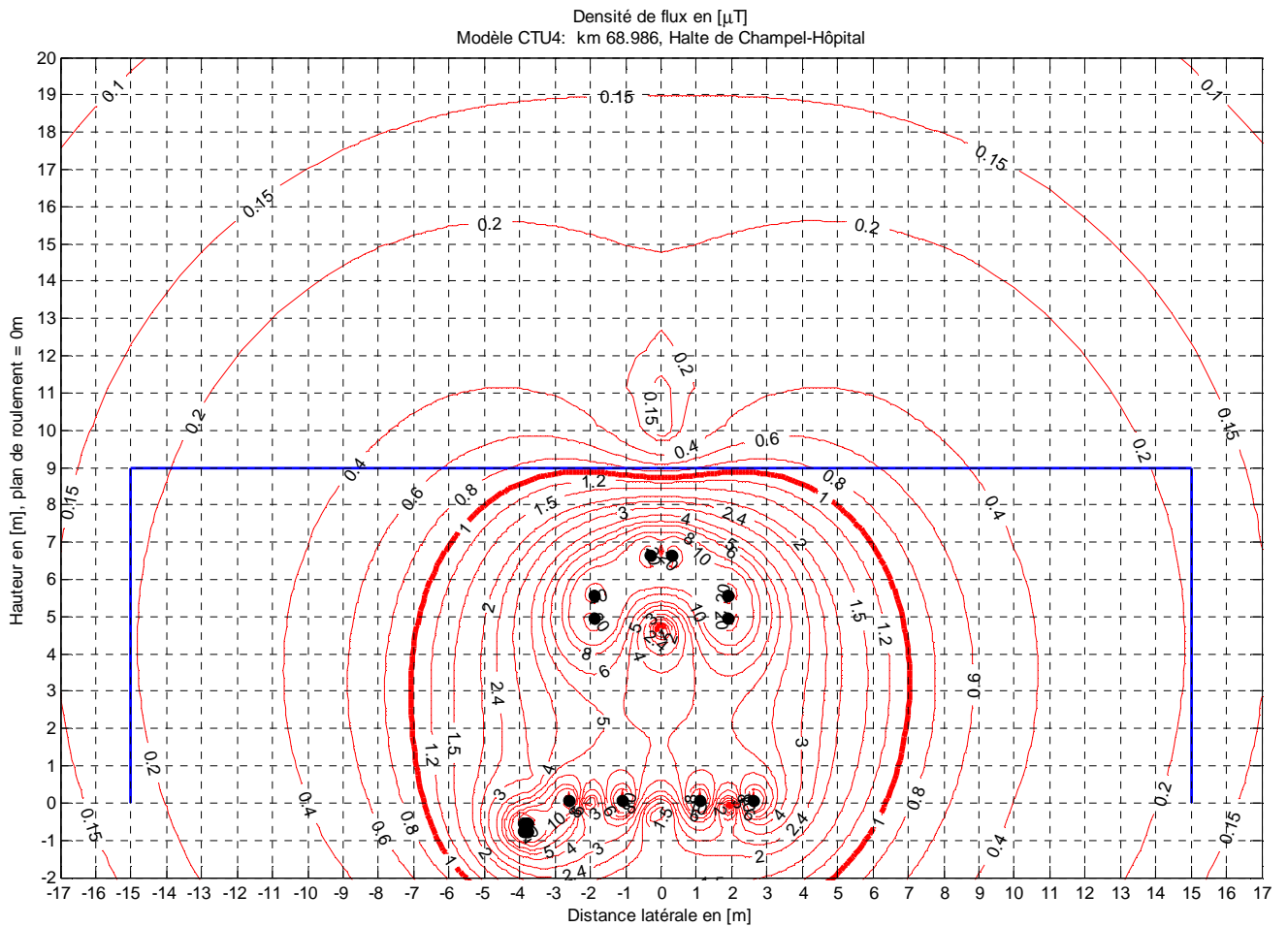


Figure 20 Intensité du champ magnétique dans la halte de Champel-Hôpital au km 68.986 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher du niveau mezzanine représentés par les traits bleus (coupe BB), vue direction Annemasse

5.3.3 Gare de Genève Eaux-Vives

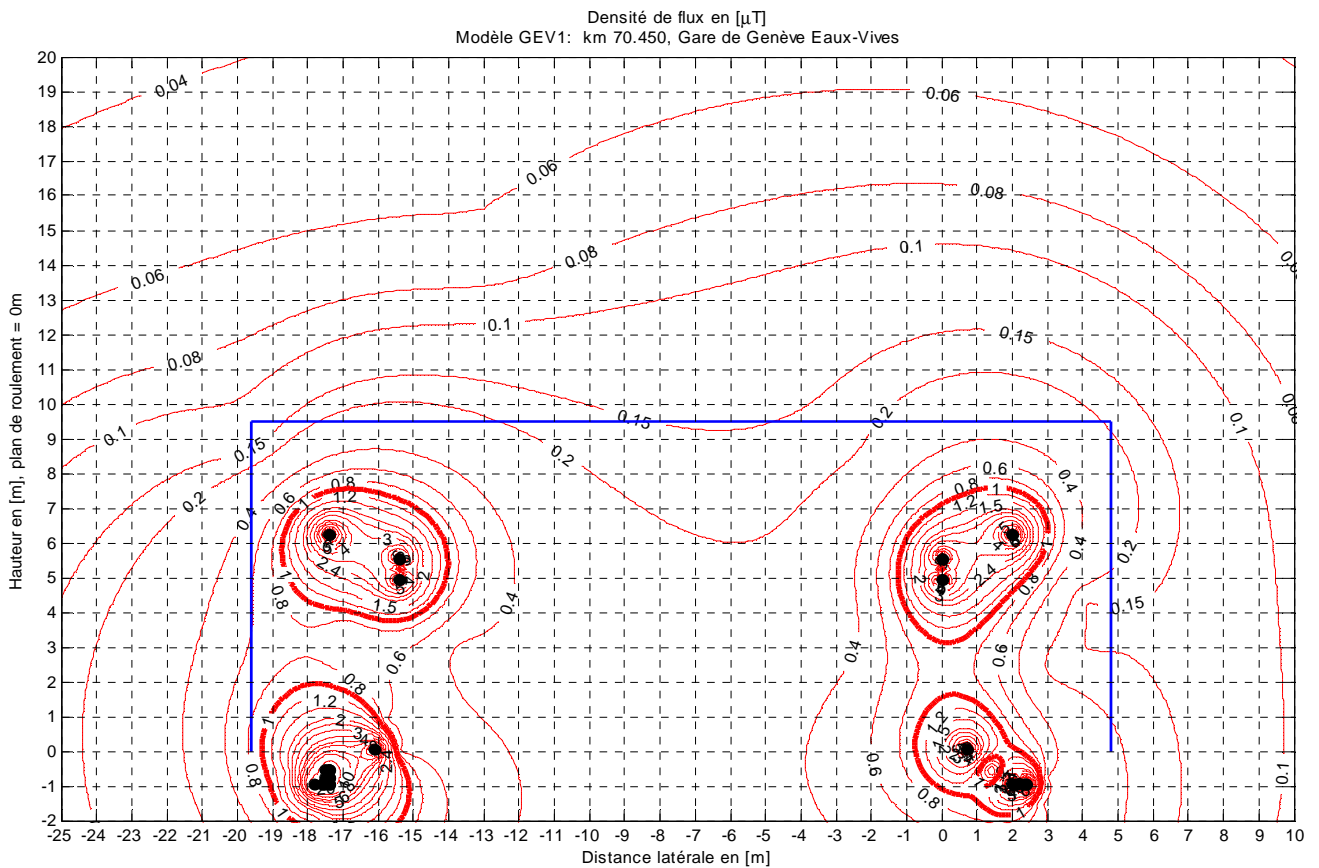


Figure 21 Intensité du champ magnétique en gare de Genève Eaux-Vives au km 70.450 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher du niveau mezzanine représenté par les traits bleus (coupe transversale CC du document [11]), vue direction Annemasse

Remarque: la voie de gauche étant décalée pour augmenter l'espacement entre les voies dans la gare, le point 0 horizontal a été choisi sur l'axe de la voie droite.

5.3.4 Halte de Chêne-Bourg

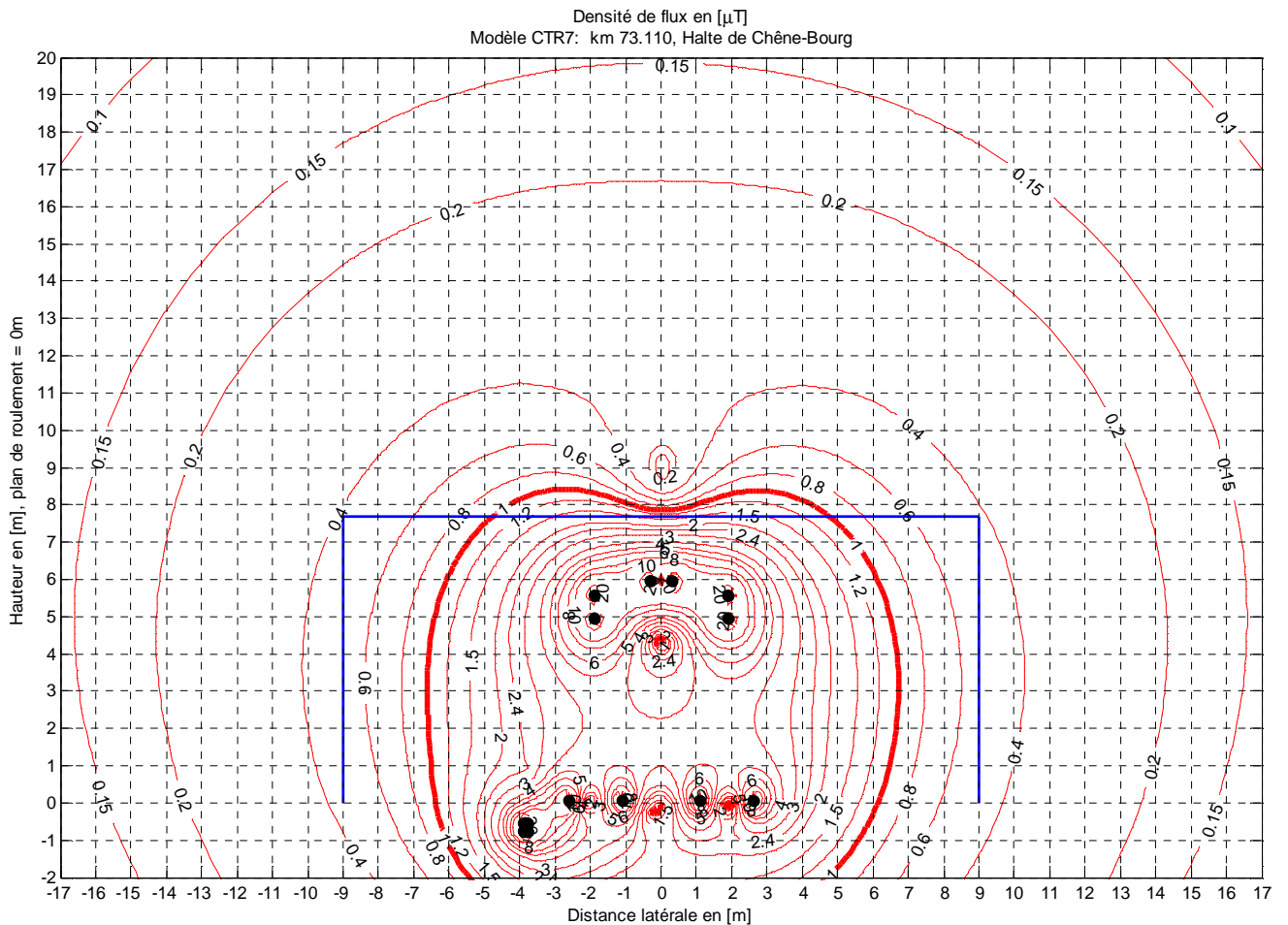


Figure 22 Intensité du champ magnétique dans la halte de Chêne-Bourg au km 73.110 avec l'extérieur des parois latérales et le plancher de verre du niveau rue représentés par les traits bleus (coupe CC), vue direction Annemasse

5.4 Glossaire et références

5.4.1 Abréviations utilisées

Abréviation	Signification
CEVA	Cornavin – Eaux-Vives – Annemasse
CTR	Préfixe des modèles SIMNET en tranchée couverte (CEVA tranchée couverte)
CTU	Préfixe des modèles SIMNET en tunnel (CEVA Tunnel)
LUS	Lieu à utilisation sensible
MT	Moyenne tension
ORNI	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant
PDR	Plan de roulement

Tableau 10 Abréviations utilisées dans ce document

5.4.2 Références

- [1] *Rapports sur les rayonnements non ionisants Genève - La Plaine - La Praille*, ENOTRAC, ECH-215.01-005, Version 6.0, 11.02.2009
- [2] *Rapport sur les rayonnements non ionisants, Gare de Genève La Praille Nouvel enclenchement, Simulations ORNI*, ENOTRAC SA, ECH-215.02-001, Version 2.0, 01.09.2008
- [3] *Rapport d'enquête préliminaire*, chapitre 3.4.5 Rayonnements non ionisants, Technik-Umwelt Neosys AG, 31.03.2003
- [4] *Rapport d'impact sur l'environnement*, chapitre 9: Rayonnement non ionisant, Technik-Umwelt, 02.2006
- [5] *Rapport technique rayonnement des transformateurs 50 Hz selon ORNI*, Bonnard et Gardel Ingénieurs-Conseils SA, 26.10.2006
- [6] *Distribution MT-BT, schéma de principe*, FJ-086-PN-BGC1-0035F, Bonnard et Gardel, 18.12.2008
- [7] *Plan synoptique des câbles, occupation des tubes*, FJ-084-PN-BGT1-0053E, Bonnard et Gardel, 17.06.2009
- [8] *Magnetfelder von typischen Fahrleitungsanordnungen in der Schweiz*, Anhang B (Referenzwerte und Quellennachweis), ENOTRAC, 09.04.2002
- [9] *Plans de situations des projets partiels 12 à 37*, N° de plan MC-10k-PN-BGTI-0001, 6865.01-PG101.dwg, pkag, 18.12.2009
- [10] *Disposition des équipements, profils normaux*, SA-086-PN-BGT1-0151, 07.05.2008
- [11] *Gare de Genève Eaux-Vives, coupes transversales BB - CC - DD*, PN-37-PAP-COMPL-62A, 20.04.2009
- [12] CEVA – Projet partiel 11: Cornavin, Rapport d'expert sur les rayonnements non ionisant, CFF I-PM-LS-BT-FS, R. Jaquier, 30.03.2004

501'500

502'000

502'500

503'000



**PLAN LOCALISE DE QUARTIER (PLQ)
GARE DES EAUX-VIVES**

Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux

Annexe @@@ - Etat actuel et réseau

sd ingénierie

Rue de Lyon 75
CP 550
1211 Genève 13
Tél. 022 338 30 60
Fax 022 345 85 22
E-mail : sdg@sdingenierie.com
<http://www.sdingenierie.com>

Affaire n° : 6720
Echelle : 1:1'500
Auteur(s) : YM
Date : Octobre 2011
Fichier : 6720-Impermeabilisation-00.mxd

1:5'000

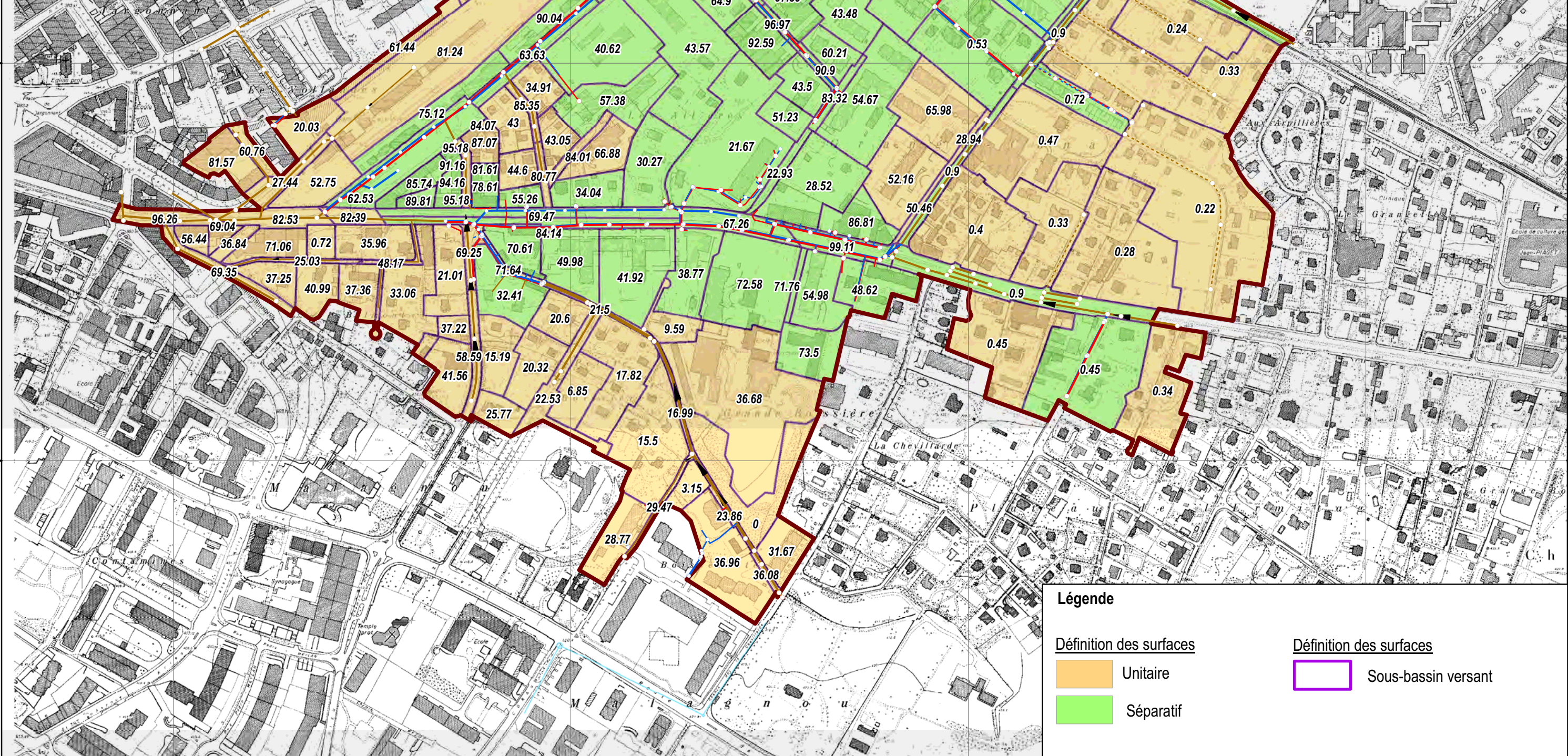


117'500

117'500

117'000

117'000



Légende

Définition des surfaces

- Unitaire
- Séparatif

Définition des surfaces

- Sous-bassin versant

501'500

502'000

502'500


503'000

501'500

502'000

502'500

503'000



VILLE DE GENÈVE
DEPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DE L'AMENAGEMENT

**PLAN LOCALISE DE QUARTIER (PLQ)
GARE DES EAUX-VIVES**

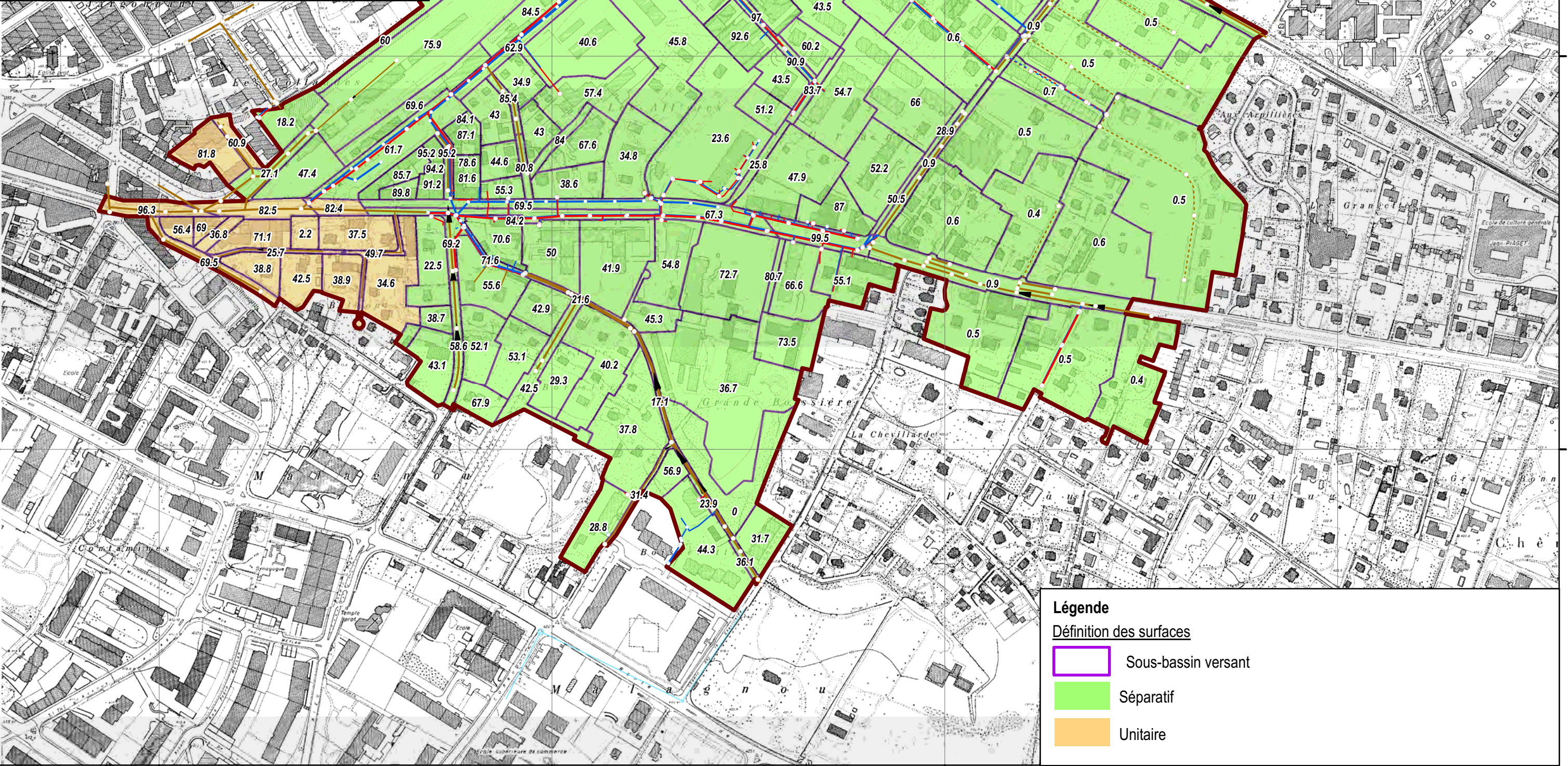
Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux

Annexe @@@ - Etat futur : Sous bassin versant et système d'évacuation

sd ingénierie
Rue de Lyon 75
CP 550
1211 Genève 13
Tel. 022 338 30 80
Fax 022 345 65 22
E-mail : sd@sdingenierie.com
http://www.sdingenierie.com




Affaire n° : 6720
Echelle : 1:1'5000
Auteur(s) : YM
Date : Novembre 2011
Fichier : 6720-Impermeabilisation-00.mxd

1:5'000



Légende

Définition des surfaces

-  Sous-bassin versant
-  Séparatif
-  Unitaire

501'500

502'000

502'500

503'000








117'500

117'000

117'500

117'000



Légende	
Définition des surfaces	Définition des surfaces
 Chaussée - 1.44 ha	 Sous-bassin versant (actuel)
 Esplanade - 1.93 ha	
 Plan d'eau - 0.16 ha	
 Toiture - 1.34 ha	
 Toiture en verre - 0.27 ha	
 Verdure - 1.02 ha	


VILLE DE GENÈVE

DÉPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DE L'AMÉNAGEMENT

PLAN LOCALISE DE QUARTIER (PLQ)
GARE DES EAUX-VIVES

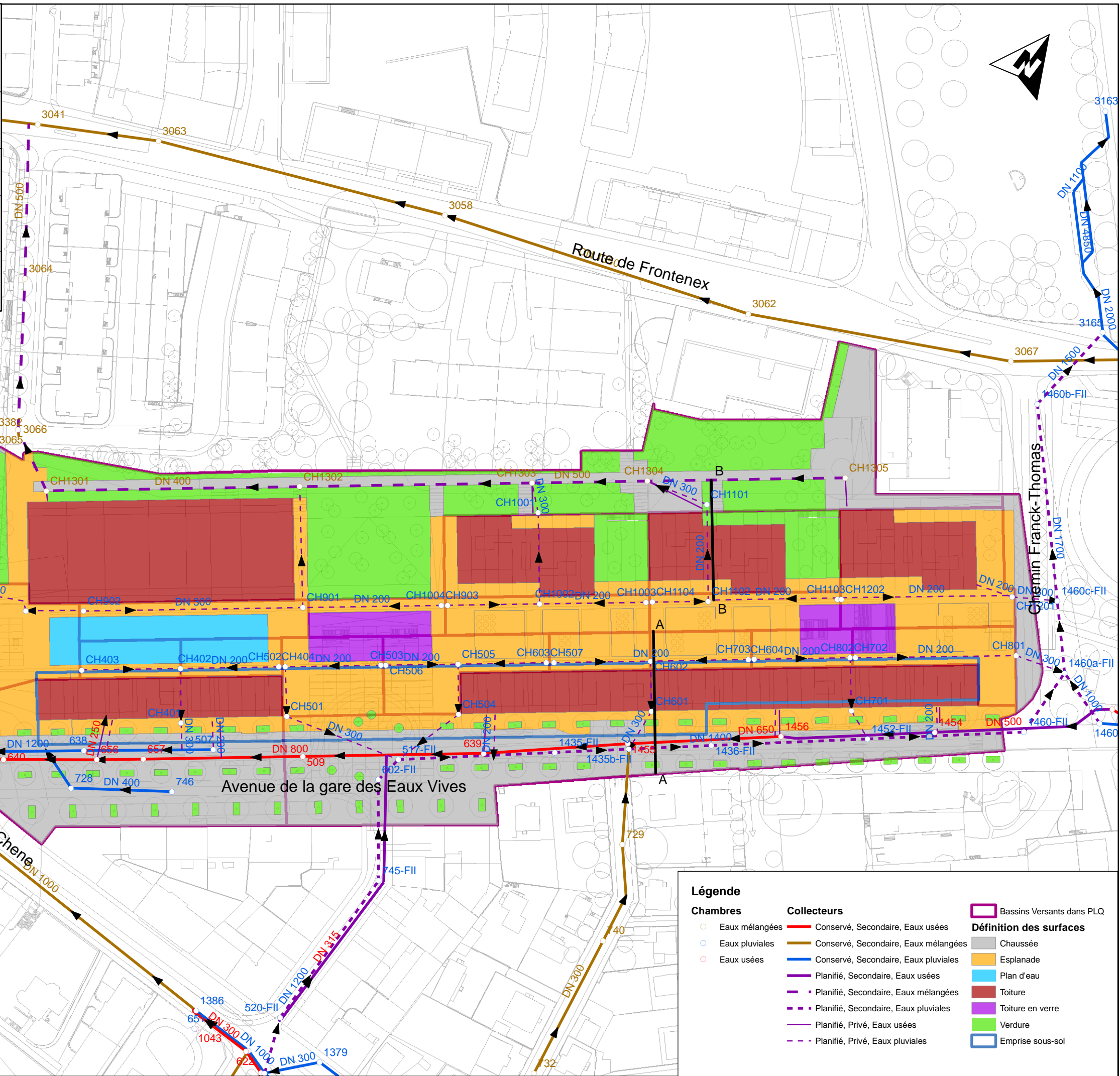
Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux

Concept d'évacuation des eaux de pluie


sd ingénierie

Rue de Lyon 75
 CP 550
 1211 Genève 13
 Tél. 022 338 30 80
 Fax 022 345 65 22
 E-mail : sdg@sdingenierie.com
 http://www.sdingenierie.com

Affaire n° : 6720
 Auteur(s) : RA
 Date : Février 2012
 Fichier : 6720-Concept_reseaux.mxd



Légende

<p>Chambres</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Eaux mélangées ○ Eaux pluviales ○ Eaux usées 	<p>Collecteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> — Conservé, Secondaire, Eaux usées — Conservé, Secondaire, Eaux mélangées — Conservé, Secondaire, Eaux pluviales — Planifié, Secondaire, Eaux usées — Planifié, Secondaire, Eaux mélangées — Planifié, Secondaire, Eaux pluviales — Planifié, Privé, Eaux usées — Planifié, Privé, Eaux pluviales 	<p>Définition des surfaces</p> <ul style="list-style-type: none"> □ Bassins Versants dans PLQ □ Chaussée □ Esplanade □ Plan d'eau □ Toiture □ Toiture en verre □ Verdure □ Emprise sous-sol
---	--	--


VILLE DE GENÈVE

DÉPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS
 ET DE L'AMÉNAGEMENT

PLAN LOCALISE DE QUARTIER (PLQ)
GARE DES EAUX-VIVES

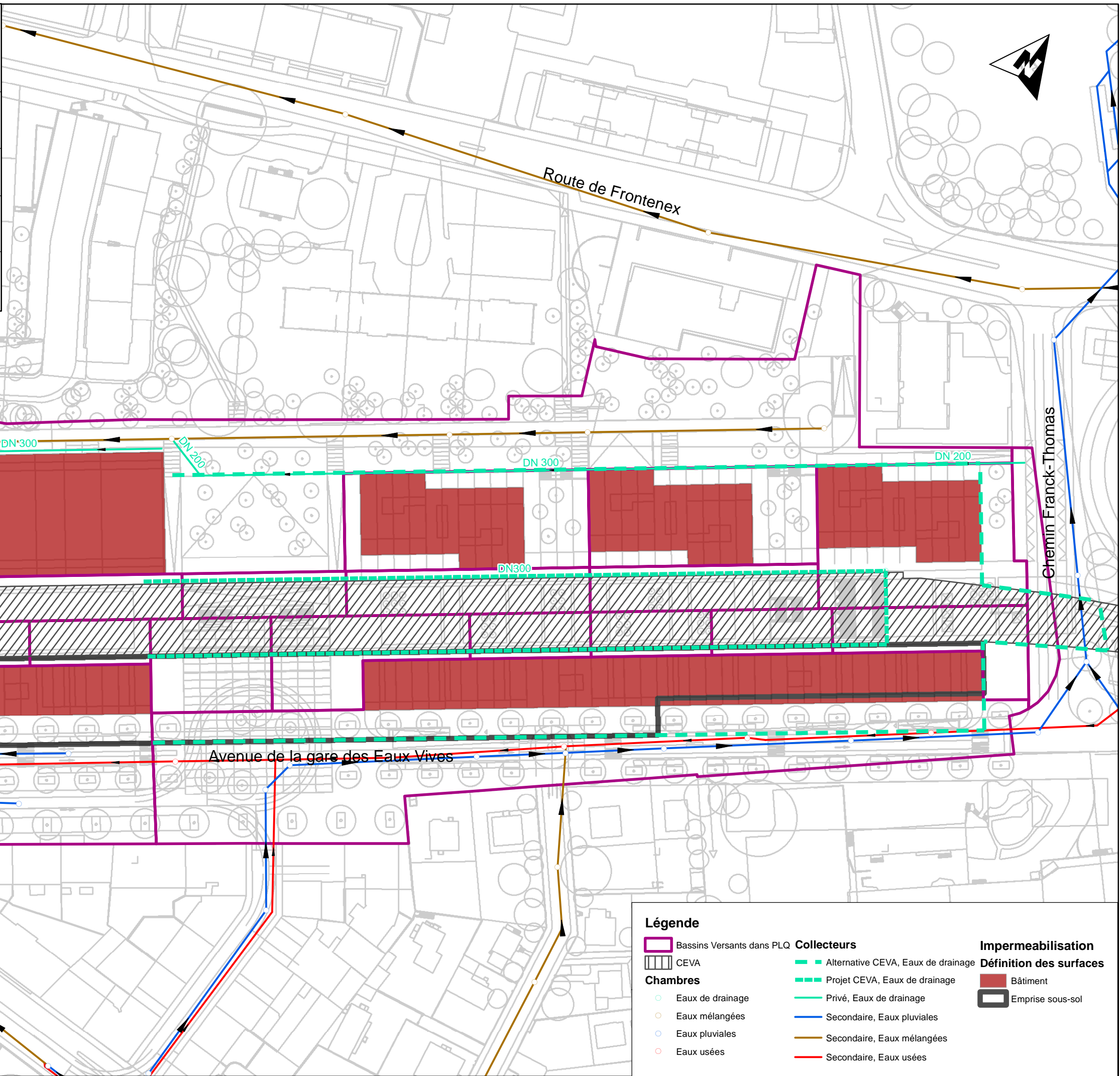
Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux

Evacuation des eaux de drainage
















sd ingénierie

Rue de Lyon 75
 CP 550
 1211 Genève 13
 Tél. 022 338 30 60
 Fax 022 345 65 22
 E-mail : sdg@sdingenierie.com
<http://www.sdingenierie.com>

Affaire n° : 6720
 Auteur(s) : RA
 Date : Février 2012
 Fichier : 6720-Concept_reseaux+drainage.mxd



Légende

 Bassins Versants dans PLQ	Collecteurs	 Bâtiment
 CEVA	 Alternative CEVA, Eaux de drainage	 Emprise sous-sol
Chambres	 Projet CEVA, Eaux de drainage	
 Eaux de drainage	 Privé, Eaux de drainage	
 Eaux mélangées	 Secondaire, Eaux pluviales	
 Eaux pluviales	 Secondaire, Eaux mélangées	
 Eaux usées	 Secondaire, Eaux usées	

Impermeabilisation
Définition des surfaces



Ville de Genève
Département des constructions et de l'aménagement
Service du génie civil

Analyse de l'état de pollution Diagnostic pollution selon l'OTD

Parcelle n°2432 – Site des Eaux-Vives

Maître de l'ouvrage

Ville de Genève – Département des constructions et de l'aménagement - Service du génie civil

Lieu

Parcelle n°2432 – Gare des Eaux-Vives

Description du projet

Réalisation de terrassements (5.50m environ) de part et d'autre des travaux du CEVA

Nos références

2588E- 31.08.2011

Ville de Genève – Gare des Eaux-Vives (GE)

Document : Rapport technique

Titre : Analyse de l'état de pollution

Date de création : 31 août 2011

Mandataire : Groupement ONLINE

Auteur : P. Bombeli – L. Vulliez

Fichier : B:\2500\2588E-CEVA Pôle gare des EVives\7-PV - Rapports\Rapport pollution_ Août 2011\2588E_Rapport pollution_v1.doc

Diffusion : Ville de Genève, service du Génie-Civil ; groupement ONLINE

Suivi des modifications :

Révisions	Date	Etabli par	Nature des modifications

Préambule

Le Groupement ONLINE atteste avoir exécuté son mandat avec tout le soin nécessaire. Les résultats, préconisations et conclusions du présent rapport sont basés sur l'état actuel des connaissances et sur les règles communément admises de la branche.

Le Groupement ONLINE admet que le mandant ou les personnes désignées par lui ont remis toutes les informations et documents nécessaires à l'exécution du mandat, complets et à jour. Qu'il ne sera pas fait un usage partiel des données du présent rapport et qu'elles ne seront pas utilisées pour un autre objet, dans un autre but que celui convenu ou adaptées à des situations modifiées.

Si tel n'est pas le cas, le Groupement ONLINE décline toute responsabilité vis-à-vis du mandant pour tout dommage qui pourrait en résulter. Si un tiers fait usage des résultats du présent travail ou s'il prend des décisions à partir de ceux-ci, le Groupement ONLINE ne pourra être mis en cause pour les dommages directs ou indirects qui en découleraient.

Table des matières	Page
1. Introduction	4
2. Investigations	5
2.1 Sondages à la pelle et prise d'échantillons	5
2.2 Analyses en laboratoire	6
3. Contexte géologique et environnemental du site	7
3.1 Contextes topographique et géologique locaux	7
3.2 Description stratigraphique	8
3.3 Conditions hydrogéologiques	8
3.4 Pollution des sols – Sites pollués	9
4. Analyse de la pollution	10
4.1 Echantillonnage	10
4.2 Résultats des analyses en laboratoire	10
4.3 Interprétations et filières d'évacuation	13
5. ANNEXES.....	15

FIGURES

<i>Figure 1 : Situation du projet.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : Sites pollués.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 3 : Position des sondages.....</i>	<i>10</i>

1. Introduction

Dans le cadre de son projet de mise en valeur du potentiel immobilier des terrains situés autour de la Gare des Eux-Vives, la Ville de Genève a mandaté le groupement ONLINE afin de réaliser une étude de l'état de pollution des remblais et terrains de surface.

Le présent diagnostic selon l'OTD a pour objectifs de :

- Effectuer une évaluation pertinente de l'état de pollution des terrains en particulier des remblais ;
- Définir les modalités de gestion et d'évacuation des terres/déchets à prévoir selon la législation en vigueur.
- Evaluer les surcoûts liés à la présence de terrains pollués dans l'emprise des terrassements projetés.

Dans ce but, les investigations, analyses et prestations suivants ont été mis en œuvre :

- Sondages : suivi et relevé de 7 sondages à la pelle mécanique avec prise d'échantillons ;
- Analyses in situ des paramètres polluants (en particulier métaux lourds, hydrocarbures totaux, HAP et PCB), prélèvement et conditionnement d'échantillons pour analyses en laboratoire ;
- En fonction de la granulométrie, de la nature des polluants et du degré de pollution, définition des catégories de matériaux à considérer selon la réglementation en matière de gestion des déchets ;
- Etablissement d'un concept de gestion et d'évacuation des matériaux, estimation des volumes de matériaux pollués et non pollués par catégorie ;
- Estimation des surcoûts induits.

2. Investigations

2.1 Sondages à la pelle et prise d'échantillons

Sept sondages à la pelle mécanique ont été réalisés par l'entreprise DOS SANTOS. Vingt trois échantillons ont été prélevés en cours de sondage pour la réalisation d'analyses en laboratoire.

Les caractéristiques principales des sondages sont présentées dans le tableau suivant :

Désignation	Date réalisation	Altitude du TN [msm]	Profondeur [m]	Echantillons	
				n°	Profondeur [m]
T2588E-01	21.07.2011	401.25	4.00	T2588E-01/A	0.30 – 0.50 m
				T2588E-01/B	1.30 – 1.50 m
				T2588E-01/C	3.00 – 3.30 m
T2588E-02	20.07.2011	401.26	4.60	T2588E-02/A	0.30 – 0.50 m
				T2588E-02/B	1.90 - 2.20 m
				T2588E-02/C	3.90 – 4.10 m
T2588E-03	20.07.2011	401.21	4.00	T2588E-03/A	1.00 – 1.40 m
				T2588E-03/B	2.50 – 2.90 m
				T2588E-03/C	3.40 – 3.50 m
T2588E-04	20.07.2011	401.04	4.80	T2588E-04/A	0.15 – 0.30 m
				T2588E-04/B	0.50 – 0.80 m
				T2588E-04/C	1.30 – 1.60 m
				T2588E-04/D	2.50 – 2.70 m
				T2588E-04/E	4.60 – 4.80 m
T2588E-05	21.07.2011	400.85	3.30	T2588E-05/A	0.50 – 0.70 m
				T2588E-05/B	1.00 – 1.30 m
				T2588E-05/C	1.80 – 2.00 m
T2588E-06	21.07.2011	401.38	4.00	T2588E-06/A	06.0 – 0.75 m
				T2588E-06/B	1.15 – 1.30 m
				T2588E-06/C	2.60 – 2.80 m
T2588E-07	20.07.2011	401.80	3.80	T2588E-07/A	0.80 – 1.00 m
				T2588E-07/B	1.00 – 1.20 m
				T2588E-07/C	1.90 – 2.10 m

Tableau 1 : Caractéristiques des sondages à la pelle mécanique

L'emplacement des sondages figure sur le plan de situation en annexe 1. Les profils de sondages sont donnés en annexe 2.

2.2 Analyses en laboratoire

L'ensemble des échantillons (hormis les T2588E-04 A et C) décrits au chapitre 2.1 ont été acheminés à laoratoire SCITEC SA pour être soumis à des analyses de polluants.

La campagne d'essais a comporté les analyses suivantes :

N° Echantillon	C10 –C40 HAP PCB	Chrome VI Cyanure total	As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, Ti, V et Zn	COV C5 – C10 BTEX et MTBE
T2588E-01/A	•	•	•	
T2588E-01/B	•	•	•	
T2588E-01/C	•	•	•	
T2588E-02/A	•	•	•	•
T2588E-02/B	•	•	•	
T2588E-02/C	•	•	•	
T2588E-03/A	•	•	•	
T2588E-03/B	•	•	•	
T2588E-03/C	•	•	•	
T2588E-04/B	•	•	•	
T2588E-04/D	•	•	•	•
T2588E-04/E	•	•	•	
T2588E-05/A	•	•	•	
T2588E-05/B	•	•	•	
T2588E-05/C	•	•	•	
T2588E-06/A	•	•	•	•
T2588E-06/B	•	•	•	
T2588E-06/C	•	•	•	
T2588E-07/A	•	•	•	
T2588E-07/B	•	•	•	•
T2588E-07/C	•	•	•	

Tableau 2 : Analyses en laboratoire

3. Contexte géologique et environnemental du site

3.1 Contextes topographique et géologique locaux

Le terrain naturel est subhorizontal, l'altitude est comprise entre 400 et 402 msm.



Source : Système d'Information du Territoire Genevois (SITG)

Figure 1 : Situation du projet

Les terrains rencontrés par les sondages peuvent de manière synthétique être séparés en quatre horizons :

- Remblais de surface : remblais généralement gravelo-sableux ou sableux sous l'enrobé ou la couche de surface, épaisseur comprise entre 0.5 et 1.0 m ;
- Remblais grossiers : remblais graveleux et/ou sableux, présents en moyenne entre 0.6 et 2.1 m de profondeur ;
- Remblais fins : remblais limoneux +/- argileux ;
- Terrains en place, dépôts de retrait würmien : phase limono-argileuse (6d) et/ou phase sableuse (6b) présente au droit des sondages T04, T05 et T06 vers 2.7 à 3.0 de profondeur.

3.2 Description stratigraphique

Remblais

Les remblais ont été rencontrés dans les 7 sondages sur des profondeurs variant de 1.70 m à 4.60 m. Ces remblais sont très hétérogènes. Ils peuvent être constitués de sables, de graviers et de pierres ou de limons plus ou moins argileux. Ces matériaux contiennent parfois (T01, T06 et T07) des débris de briques, de bois, de céramique ...

Formations supraglaciaires de retrait würmien

➤ Phase sableuse (6b) :

Ces phases ont été rencontrées au nord-est du projet (T04 et T06) en fond de tranchée, l'épaisseur totale de l'horizon n'est donc pas connue. Il s'agit d'un sable +/- limoneux. Cette formation est le siège d'une nappe superficielle.

➤ Phase limono-argileuse (6d) :

Cette phase a été observée dans les sondages T04 et T05. Il s'agit d'un limon argileux avec peu de graviers et parfois quelques pierres (grains arrondis), brun beige à gris. Ce limon montre parfois une faible stratification avec des niveaux millimétriques sableux.

Les sondages à la pelle mécanique réalisés dans le cadre de la présente étude de pollution n'ont concerné que les horizons décrits ci-dessus. Lors de l'étude géotechnique CEVA, les forages carottés avaient mis en évidence plus en profondeur les formations ci-après :

Moraine würmienne à blocs alpins consolidée (7c1/d1)

L'épaisseur de la moraine est faible, comprise entre 0.30 m à 1.60 m. Il s'agit d'un gravier limoneux à très limoneux avec du sable et des pierres (grains arrondis) voire un limon faiblement argileux avec beaucoup de graviers et des pierres (grains arrondis). Sa couleur varie du brun clair au beige.

Alluvion ancienne (9a)

Le toit de l'alluvion ancienne avait été atteint par tous les forages CEVA. Son altitude maximale (env. 394 msm) avait été repérée au niveau des forages F607 et F608 situés au centre de la future gare. Le toit de l'alluvion ancienne plonge ensuite dans les directions Est (lot 7) et Ouest (lot 5) jusqu'à atteindre des altitudes d'environ 387.00 msm et respectivement de 383.00 msm. Elle est constituée d'un gravier faiblement limoneux, gris, non cimenté dans une matrice de sable et graviers.

3.3 Conditions hydrogéologiques

3.3.1 *Nappe superficielle*

Sous les remblais, les horizons sableux et limono-sableux du retrait würmien (6b) constituent un horizon perméable dans lequel se développe la nappe temporaire Eaux-vives – Chêne-Bougeries. Cette nappe de surface avait été mise en évidence dans le cadre des investigations réalisées pour le projet CEVA au nord-est du secteur de la gare des Eaux-Vives avec niveau piézométrique variant entre 397 et 399 msm.

Au droit des sondages T04 et T06, une venue d'eau ou la présence d'une humidité importante a été observée au sein de la formation sableuse du retrait würmien (6b), ce qui confirme la présence de la nappe de surface dans ce secteur de la gare des Eaux-Vives.

3.3.2 Nappe profonde

Plus en profondeur, les graviers très perméables de l'Alluvion ancienne (9a) constituent un aquifère, siège de la nappe principale du Genevois. Le niveau piézométrique de cette nappe profonde se situe à environ 373.30 msm. Cette nappe n'est pas en charge au niveau du site des Eaux-vives. Elle s'écoule en direction de l'Est, vers le lac et est en relation avec celui-ci au large du Port-Noir.

Du fait de la présence à grande profondeur de la nappe principale du Genevois au droit du périmètre du projet, le site se situe en secteur B de protection des eaux souterraines selon la Carte de protection des eaux du canton en vigueur. Au sens de la loi cantonale sur les eaux, cette ressource en eau souterraine constitue une nappe principale destinée à l'alimentation en eau potable. Le puits en exploitation le plus proche se situe à environ 400 m du site en direction du Nord, dans le parc La Grange.

3.4 Pollution des sols – Sites pollués

La parcelle concernée par le projet est inscrite au cadastre des sites pollués du canton de Genève sous le n° 259.2009.011 « Remblais de la gare des Eaux-Vives » comme site de stockage *sans atteinte nuisible ou incommodante* selon l'OSites.

A l'intérieur de la parcelle 2432, des sous-secteurs pollués ont été définis, il s'agit de sites d'exploitation *sans atteinte nuisible ou incommodante* selon l'OSites (Cf. Figure 2) :

- 259.2009.010 : Sadema SA des Entrepôts de Mazout, commerce de gros combustibles ;
- 259.2009.002 : Carrosserie Jean-Pierre Hirt, entretien et réparation de véhicules automobiles ;
- 259.2009.008 : Chauffoir lampisterie, transports ferroviaires ;
- 259.2009.003 : Comptoir charbonnier, commerce de détail de carburants.



Source : Système d'Information du Territoire Genevois (SITG)

Figure 2 : Sites pollués

4. Analyse de la pollution

4.1 Echantillonnage

Les investigations menées dans le cadre de la présente étude (prélèvements, envois et analyses au laboratoire) ont été effectuées conformément aux recommandations édictées par l'OFEV.

Tous les échantillons prélevés décrits au paragraphe 2.2 ont fait l'objet d'une inspection visuelle et olfactive permettant d'orienter le programme analytique défini et d'appréhender l'état de pollution des terrains.

D'autre part, la totalité des analyses ont été réalisées sur un « blanc de transport » qui ne présente aucun dépassement des limites de quantification.

L'ensemble des analyses en laboratoire sont présentées en annexes 3 et synthétisées tableau ci-après.

4.2 Résultats des analyses en laboratoire

Sur les sept fouilles réalisées, cinq présentent des pollutions en faible concentration et une seule met en évidence des horizons ayant des valeurs en polluants supérieures à la limite d'acceptabilité en décharge contrôlée pour matériaux inertes (DCMI). Les terrains correspondants seront à évacuer en décharge bioactive.

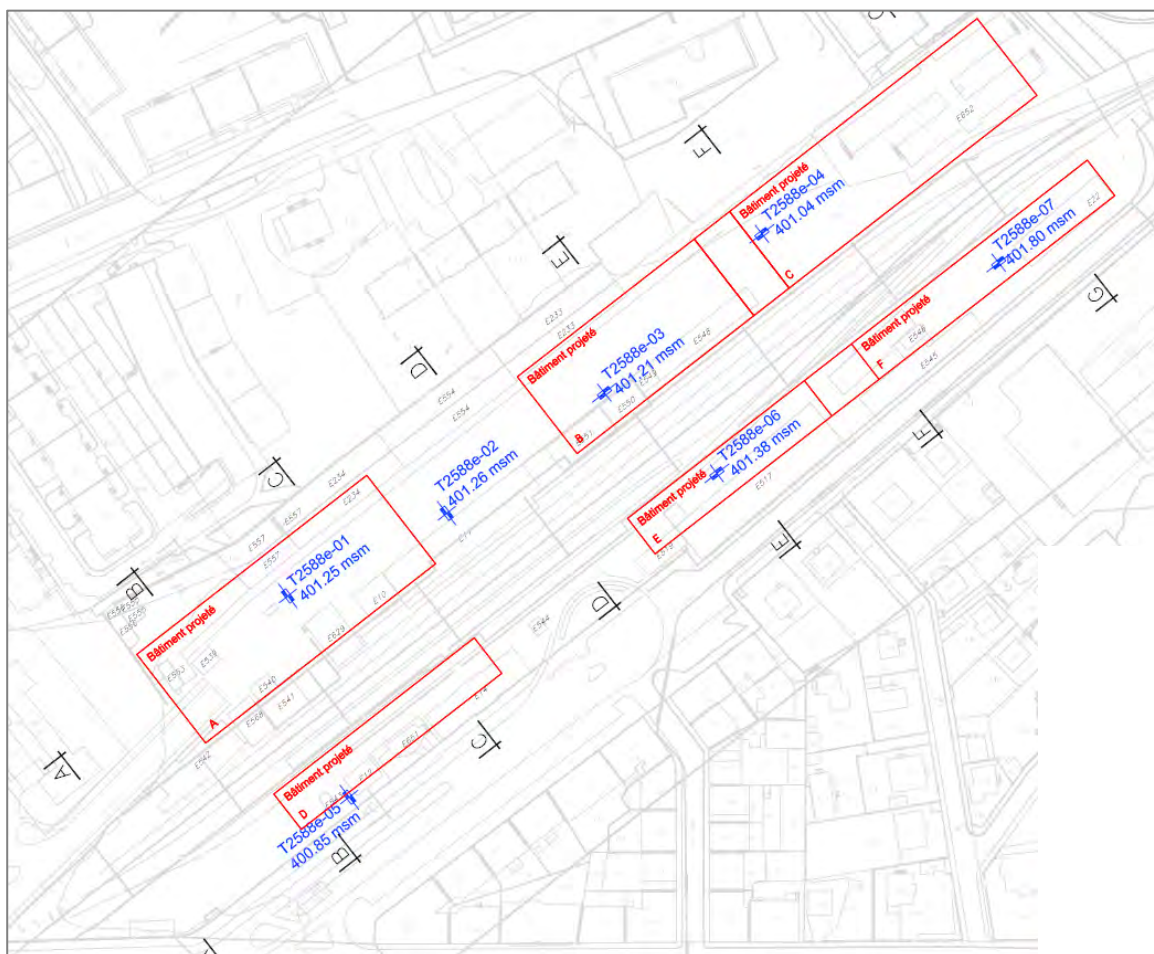


Figure 3 : Position des sondages

- La fouille à la pelle mécanique **T01**, implantée côté avenue de Chamonix devant le hangar E557 (Cf. Annexe 1), n'a mis en évidence aucun dépassement de la limite U pour l'ensemble des polluants analysés et ce pour les trois profondeurs échantillonnées. Toutefois, la présence de débris inertes (briques) dans les remblais fins dès 1.5 m de profondeur impliquera la mise en DCMI de cet horizon.
- Les terrains présents au droit du sondage **T02**, situé côté avenue de Chamonix sous l'avant-toit du bâtiment E11, présentent une faible pollution aux HAP avec une concentration en benzo(a)pyrène inférieure à la limite T. Cette pollution concerne l'horizon de surface situé vers 0.5 m de profondeur, les horizons sous-jacents sont propres.
- Le sondage **T03**, situé à proximité du dépôt E550, a mis en évidence une pollution aux métaux lourds (Cr et Ni mais aussi Cu et Pb) pour les trois échantillons prélevés à environ 1.2 m, 2.75 m et 3.45 m de profondeur. Les concentrations de ces éléments polluants ne dépassent pas la limite T définie pour chacun d'eux.
- Au droit du sondage **T04**, réalisé au NE de l'atelier E233, une faible pollution aux métaux lourds a également été observée avec un dépassement de la limite U pour l'échantillon pris à 2.6 m de profondeur et des concentrations juste en dessous de la limite U pour l'horizon supérieur. L'horizon plus profond apparaît comme propre.
- Concernant le sondage **T05**, situé de l'autre côté des voies ferrées contre le bâtiment E12, un léger dépassement de la limite U pour le benzo(a)pyrène et le plomb a été mis en évidence dans l'horizon de surface (~0.6 m de profondeur). Les horizons sous-jacents ne présentent pas de dépassement de la limite U pour l'ensemble des polluants analysés.
- Les terrains superficiels présents au droit du sondage **T06**, situé entre les voies et le bâtiment de l'entreprise Montant SA, présentent une faible pollution aux HAP avec une concentration en benzo(a)pyrène légèrement supérieure à la limite U. Une pollution aux métaux lourds a été observée vers 2.7 m de profondeur (Nickel) alors que l'horizon intermédiaire est propre. D'autre part, la présence de débris inertes (briques, porcelaine, bois) dans les remblais fins entre 1.15 et 1.50 m de profondeur impliquera la mise en DCMI de cet horizon.
- Le sondage **T07**, réalisé dans l'angle SW du bâtiment E22, a mis en évidence les terrains les plus pollués. Il s'agit d'une pollution aux hydrocarbures totaux (>C10) qui concerne les deux échantillons prélevés à 1.1 m et 2.0 m de profondeur dont les concentrations dépassent la limite d'acceptabilité en DCMI. Une pollution aux HAP benzo(a)pyrène et aux métaux lourds (plomb et zinc) inférieure à la limite T à d'autre part été observée plus en surface. L'horizon superficiel de remblais présente également des débris de briques, plastique, verre...

Fouille	T2588E-01					T2588E-02			T2588E-03			T2588E-04			T2588E-05			T2588E-06			T2588E-07									
	N° échantillon					A	B	C	A	B	C	A	B	C	B	D	E	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
Profondeur (m)					0.30 - 0.50 m	1.30 - 1.50 m	3.00 - 3.30 m	0.30 - 0.50 m	1.90 - 2.20 m	3.90 - 4.10 m	1.00 - 1.40 m	2.50 - 2.90 m	3.40 - 3.50 m	0.50 - 0.80 m	2.50 - 2.70 m	4.60 - 4.80 m	0.50 - 0.70 m	1.00 - 1.30 m	1.80 - 2.00 m	0.60 - 0.75 m	1.15 - 1.30 m	2.60 - 2.80 m	0.80 - 1.00 m	1.00 - 1.20 m	1.90 - 2.10 m					
Valeurs limites					U	T	DCMI	DCB	Unité	propre	propre	propre	DCMI	propre	propre	DCMI	DCMI	DCMI	propre	DCMI	propre	propre	DCMI	propre	DCMI	DCB	DCB			
Hydrocarbures totaux C10-C40					50	250	500	5000	mg/kg	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	28	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25			
C5 - C10							10	100	mg/kg	na	na	na	<0.01	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	150	2293	3309	
BTEX																														
Benzene							1	1	mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.006	0.003	
Ethylbenzene									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	0.003	
Toluene									mg/kg	na	na	na	0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.005	0.004	
o-Xylène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.002	0.002	
m-Xylène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.002	0.004	
p-Xylène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.002	0.004	
Total BTEX							10	100	mg/kg				0.001														0.017	0.02		
MTBE																														
									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001
COV																														
Tétrachlorure de carbone									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001	
Chloroforme									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001	
Cis-1,2-Dichloroéthène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001		
Dichlorométhane									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001		
Tétrachloroéthène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.002	0.003	
1,1,1-Trichloroéthane									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001	
Trichloroéthène									mg/kg	na	na	na	<0.001	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0.001	<0.001	
Somme COV							1	5	mg/kg	na	na	na	0	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.002	0.003	
HAP																														
Acenaphthène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.05/0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Acenaphthylène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.04/0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Anthracène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.21/0.19	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Benzo(a)anthracène									mg/kg	0.07/0.05	<0.02	<0.02	0.32/0.44	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	0.23	0.05	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	0.11	<0.02	
Benzo(a)pyrène					0.1	1	3	10	mg/kg	0.08/0.06	<0.02	<0.02	0.28/0.36	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.28	0.06	<0.02	0.13	<0.02	<0.02	0.12	<0.02	<0.02	
Benzo(b)fluoranthène									mg/kg	0.07/0.06	<0.02	<0.02	0.21/0.26	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.26	0.05	<0.02	0.11	<0.02	<0.02	0.1	<0.02	<0.02	
Benzo(ghi)perylène									mg/kg	0.05/0.05	<0.02	<0.02	0.11/0.14	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.13	<0.02	<0.02	<0.02	0.24	0.05	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	0.09	<0.02	
Benzo(k)fluoranthène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.13/0.17	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.09	0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	
Chrysène									mg/kg	0.07/0.06	<0.02	<0.02	0.29/0.36	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	0.22	0.06	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.1	<0.02	
Dibenzo(a,h)anthracène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.05/0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Fluoranthène									mg/kg	0.09/0.06	<0.02	<0.02	0.69/0.92	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	<0.02	0.33	0.07	<0.02	0.14	<0.02	<0.02	0.13	<0.02	
Fluorène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.32/0.18	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Indeno(123cd)pyrène									mg/kg	0.05/0.06	<0.02	<0.02	0.11/0.13	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	0.11	<0.02	
Naphtalène									mg/kg	<0.02	<0.02	<0.02	0.04/0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.07	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	
Phenanthrène									mg/kg	0.03/0.03	<0.02	<0.02	0.95/0.94	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	0.18	<0.02	<0.02	<0.02	0.17	0.02	<0.02	0.05	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	
Pyrène									mg/kg	0.08/0.05	<0.02	<0.02	0.54/0.66	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	0.31	0.07	<0.02	0.19	<0.02	<0.02	0.13	<0.02	
Somme HAP					3	15	25	250	mg/kg	0.59	0	0	4.34	0.07	0	0	0.69	0	0	0	2.24	0.5	0	0.89	0	0	0.95	0.1	0	
PCB																														
					0.1	0.1	1	10	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
COMPOSES INORGANIQUES																														
As : Arsenic					15		30	50	mg/kg	<2.5	3.21	3.58	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	5.45	<2.5	3.63	<2.5	8.59	3.02	<2.5	<2.5	<2.5	2.75	<2.5	8.87	7.08
Ba : Baryum									mg/kg	15.2	78/75.4	75.4	21.2	27.1	90	55	98.7	216	73.6	175	63.9	75.3	27.2	56.7	32.3	88	171	204	32.4	68.8
Be : Beryllium									mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.24	0.68	<0.1	<0.1	0.35
Cd : Cadmium					1	5	10	10	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.41	0.27	<0.1	
Co : Cobalt									mg/kg	1.25	4.54/4.22	6.36	1.49	4.78	8.47	8.16	9.45	13.5	7.44	11.2	4.54	4.59	2.76	6.62	1.64	6.47	10.7	2.05	1.89	6.56/6.5
Cr : Chrome total					50	250	500	1000	mg/kg	10.4	23.9/23.7	32.5	8.15	24.1	44.5	50	50.7	70.9	47.7	66.1	31.2	26.9	17.2	34.9	9.26	36	46.5	11.6	8.16	30.1
CrVI : Chrome VI					0.05	0.05	0.1	0.5	mg/kg	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cu : Cuivre					40	250	500	5000	mg/kg	5.58	11.1/10.4	18	5.24	17.3	33	19.6	21.9	65	18.4	54	12.8	26.9	14.3	25.4	13.1	21.5	18.1	8.64	31.3	18.4/19.6
Hg : Mercure					0.5	1	2	5	mg/kg	<0.																				

4.3 Interprétations et filières d'évacuation

Sur la base des résultats d'analyses présentés au paragraphe précédent, on observe globalement une augmentation de la pollution du sud-ouest (T01, T05) vers le nord-est (T07). Ces observations sont cohérentes par rapport aux investigations réalisées jusqu'à ce jour ainsi que vis-à-vis de l'activité passée et actuelle du site.

En fonction des horizons définis au paragraphe 3.1, les éléments suivants peuvent être évoqués :

- Les **sondages T01, T02 et T05**, implantés de part et d'autre des voies ferrées, au sud-ouest du site, sont exempts de pollution, à l'exception de l'horizon de surface (< 1.0 m) qui présente une faible pollution au benzo(a)pyrène (T02 et T05) ;
- Les **sondages T03, T04 et T06**, implantés de part et d'autre des voies ferrées au centre du site, ont mis en évidence une pollution généralisée des remblais principalement aux métaux lourds ;
- Le **sondage T07**, implanté au nord-est du site, présente la plus forte pollution. Il s'agit d'une pollution aux hydrocarbures totaux (>C10).

Seul les remblais pollués aux hydrocarbures >C10 mis en évidence au droit du sondage T07 dont la concentration dépasse la limite d'admissibilité en DCMI **devront être évacués en décharge bioactive**.

Les remblais faiblement pollués aux HAP (benzo(a)pyrène) et métaux lourds respectent les limites T (matériaux tolérés) et pourraient être à ce titre et dans certaines conditions valorisés sur le chantier.

Toutefois, d'entente avec le maître d'ouvrage, comme aucune réutilisation de ces matériaux n'est prévue à ce jour, il est considéré dans la présente étude que **ces matériaux faiblement pollués seront évacués en DCMI**.

Afin de définir, pour chaque futur bâtiment du projet, les volumes de matériaux pollués en fonction des différentes filières d'évacuation, les hypothèses suivantes ont été considérées :

	Coupe du projet	Tranchée représentative	Hypothèse (Hauteur de matériaux)
Côté avenue de Chamonix	Coupe B	T01	2.0 m DCMI
	Coupe C	T01	2.0 m DCMI
	Coupe D	T02	3.0 m DCMI
	Coupe E	T03	4.0 m DCMI
	Coupe F	T04	2.7 m DCMI
	Coupe G	S4	4.0 m DCMI
Côté avenue de la gare des Eaux-Vives	Coupe A	T05	1.7 m DCMI
	Coupe B	T05	1.7 m DCMI
	Coupe C	T05/T06	2.8 m DCMI
	Coupe D	T06	3.0 m DCMI
	Coupe E	T06	3.0 m DCMI
	Coupe F	T06/T07	3.0 m DCMI
	Coupe G	T07	1.0m DCMI + 2.8 m DCB

Sur la base de ces hypothèses, une **répartition des volumes terrassés** par bâtiments en fonction des différentes filières d'évacuation a été réalisée et est présentée dans le tableau ci-dessous :

Filières d'évacuation	A	B	C	D	E	F	Total	
DCMI	4'435	7'908	8'670	3'918	8'418	6'286	39'634	46%
DCB	173	173	173	173	173	3'854	4'717	6%
Décharge pour mat. propres	6'549	5'786	8'590	5'270	7'773	7'136	41'105	48%
Total par bâtiment	11'157	13'867	17'432	9'361	16'363	17'277	85'457	100%
	13%	16%	20%	11%	19%	20%	100%	

Amsler Bombeli et Associés SA

Philippe Bombeli

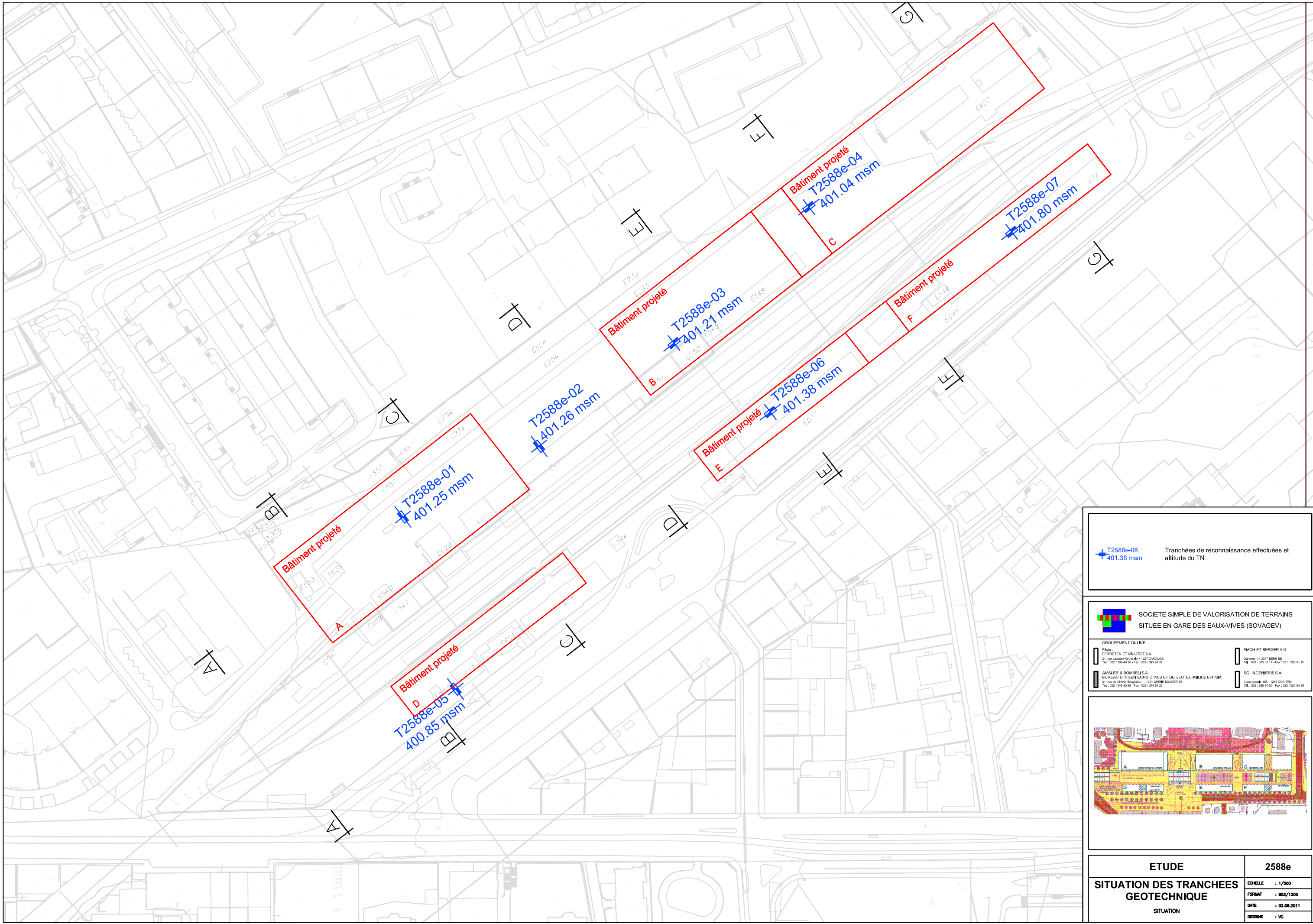
5. ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION

ANNEXE 2 : RELEVES DE SONDAGES

ANNEXE 3 : ANALYSES EN LABORATOIRE

ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION



T2588e-06
401.38 msm

Tranchées de reconnaissance effectuées et altitude du TN

SOCIETE SIMPLE DE VALORISATION DE TERRAINS
SITUEE EN GARE DES EAUX-VIVES (SOVAGEV)

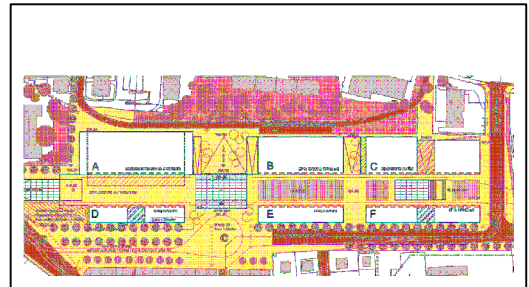
GROUPEMENT ONLINE

PERREYEN ET MILLERET S.A.
21, rue Jacques-Croissant - 1227 CAROUGE
Tél. : 022 339 80 30 - Fax : 022 349 49 37

AMSLER & BOMBELI S.A.
BUREAU D'INGENIEURS CIVILS ET DE GEOTECHNIQUE EPF/ISA
31, rue de Chêne-Bougeries - 1224 CHÊNE-BOUGERES
Tél. : 022 7349 80 85 - Fax : 022 7349 51 22

EMCH ET BERGER A.G.
Gare des Eaux-Vives - 1207 BERN BE
Tél. : 021 268 61 11 - Fax : 021 385 61 12

SGI INGENIERIE S.A.
Case postale 158 - 1218 COINTRE
Tél. : 022 1 829 94 00 - Fax : 022 1 829 94 36



ETUDE	2588e
SITUATION DES TRANCHEES GEOTECHNIQUE	ECHELLE : 1/500
SITUATION	FORMAT : A3/205
	DATE : 02.08.2011
	DESSINE : VC

ANNEXE 2 : RELEVES DE SONDAGES

Sondage T2588E-01

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.25

Date : 21/07/2011

X: 501722

Début : 0.00 m

Y: 117443

Fin : 4.00 m

Remarque :

Niveau d'eau: Aucune venue d'eau

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Cup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Enrobé bitumineux 0.05m Couche de forme, sable grossier avec graviers hétérométriques Gravier avec sable grossier Faible odeur d'hydrocarbure	GP					A
400.0		1.0	Gravier et blocs hétérométriques dans matrice de limon terreux, plus ou moins argileux par endroit Faible odeur organique Cohésion moyenne, consistance ferme à tendre	GP (ML)				100 175	B
399.0	sec	2.0	Limon argileux gris brun avec beaucoup de sable fin Peu ou pas de graviers hétérométriques et quelques débris de briques et de bois par endroit Présences de traces blanchâtres de CaCO3 Deviens plus sableux à partir de 2.30m Odeur organique et d'hydrocarbure par endroit	CL (SM)	2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	125 175 125	
398.0		3.0	Cohésion moyenne, consistance ferme à tendre					100 150	C
		4.0							



Sondage T2588E-02

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.26

Date : 20/07/2011

X: 501781

Début : 0.00 m

Y: 117481

Fin : 4.60 m

Remarque :

Niveau d'eau: Aucune venue d'eau

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Qup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Enrobé bitumineux (0.10) Tout venant Gravier et boulet dans matrice de sable grossier Forte odeur d'hydrocarbure	GP					A
		1.0	Sable fin limoneux, brun, sec, avec quelques poussées argileuses par endroit Faible odeur organique					125 150	
400.0		2.0	Cohésion faible à moyenne, consistance ferme (0.50 à 0.80m, limon avec sable fin)	SM	2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	200 250 175 150	B
399.0	sec	3.0						250 200	
398.0		4.0	Limons argileux gris noir, mou, moyennement plastique, d'aspect terreux dans l'ensemble					75	
397.0			Débris de bois par endroit Odeur organique	CL				100 75	C



Sondage T2588E-03

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.21

Date : 20/07/2011

X: 501837

Début : 0.00 m

Y: 117517

Fin : 4.00 m

Remarque :

Niveau d'eau: Aucune venue d'eau

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Qup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Enrobé bitumineux Tout venant Gravier et boulet dans matrice de sable grossier	GP					
		1.0	Sable fin à moyen limoneux, brun, avec quelques passées de sable moyen Rares graviers et blocs hétérométriques Cohésion faible, consistance ferme Faible odeur organique	SM			HOLOCENE	150 200	▲
399.0	Humide	2.0	Limons plus ou moins argileux avec beaucoup de sable fin avec peu ou pas de graviers et moyennement de blocs mal distribués dans la masse Légèrement humide par endroit	CL (SM)	2	Remblais hétérogènes		175 225 175	
398.0		3.0	Bun olive Cohésion moyenne à faible, consistance ferme Limons plus ou moins argileux, noir, avec quelques racines et radicelles au cœur	CL				200 225	▲
		4.0	Aspect terreux dans l'ensemble...	CL			75 100	▲	





Sondage T2588E-04

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.04

Date : 20/07/2011

X: 501867

Début : 0.00 m

Remarque :

Y: 117552

Fin : 4.80 m

Niveau d'eau: Venue d'eau à 4.60m

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Cup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Gravier avec sable grossier Limon plus ou moins argileux, parfois finement sableux, avec peu ou pas de graviers hétérométriques...	GP CL					
		1.0	Limon argileux avec beaucoup de sable fin, Gris, bariolé vert olive Absence de graviers Cohésion bonne, consistance molle Sable fin limoneux brun, légèrement humide par endroit	CL (SP)	2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	75 100 250	B
400.0		2.0	Consistance ferme, cohésion faible Fluent	SM				225	
399.0		3.0	Limon argileux brun noir, avec racines et radicelles Aspect terreux dans l'ensemble, avec peu ou pas de graviers hétérométriques au cœur. Cohésion moyenne, odeur organique Limon plus ou moins argileux gris bleuté, avec peu de graviers hétérométriques au cœur	CL				200 75	D
398.0		4.0	Cohésion bonne à très bonne, consistance ferme à dure Faible odeur organique dans le fond	CL	6d1	Dépôts glacio-lacustres du Retrait würmien, phase limono-argileuse	PLEISTOCENE	350 275 400	
397.0		4.60	Sable grossier avec plus ou moins de limon argileux gris Cohésion très faible Faible odeur organique et d'hydrocarbure Venue d'eau à 4.60m	SP (SM)	6b	phase sableuse		450 425 450	E





Sondage T2588E-05

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 400.85

Date : 21/07/2011

X: 501744

Début : 0.00 m

Y: 117369

Fin : 3.30 m

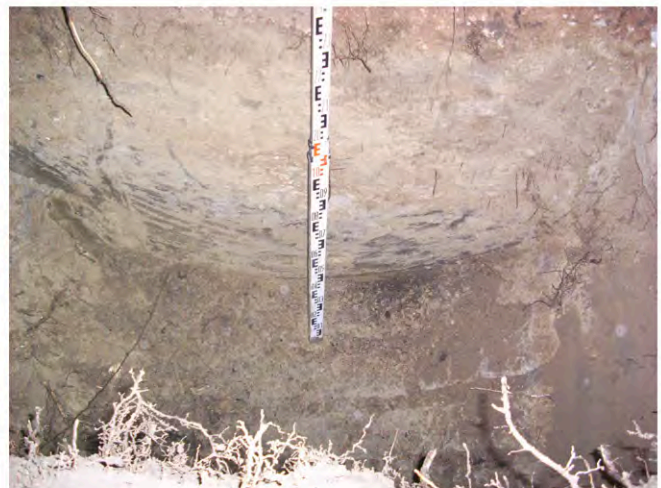
Remarque :

Niveau d'eau: Aucune venue d'eau

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numerotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Qup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
400.0		0.0	Terre végétale						
			Limons terreux avec beaucoup de graviers et blocs hétérométriques	ML	2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	125	A
		1.0	Racines et radicelles Sable moyen à grossier, brun, plus ou moins limoneux, d'aspect terreux dans l'ensemble Moyennement de graviers hétérométriques mal distribués dans la masse Lâche, cohésion faible à nulle ...	SM					
399.0		2.0	Limons peu à moyennement argileux, peu plastique dans l'ensemble, finement varvé de sable fin	CL	6d1	Dépôts glacio-lacustres du Retrait würmien (phase limono-argileuse)	PLEISTOCENE	400	C
			Rares graviers de petits diamètres au cœur						
398.0		3.0	Gris - brun - beige Cohésion très bonne, consistance dure à très dure						





Sondage T2588E-06

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.38

Date : 21/07/2011

X: 501876

Début : 0.00 m

Y: 117483

Fin : 4.00 m

Remarque :

Niveau d'eau: Humide dans le fond de la fouille

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Qup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Pavé autoblocant... Gravier et blocs dans une matrice de sable grossier	GP (SP)					
			Jaune jusqu'à 0.35m puis présence d'une couche noirâtre sur 0.15m d'épaisseur. ...						A
		1.0	Sable fin à moyen plus ou moins limoneux Cohésion faible à moyenne, consistance ferme dans l'ensemble	SM				250	
400.0			Limons argileux gris noir, finement sableux par endroit, avec débris de briques, porcelaine, bois... Forte odeur organique	CL	2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	75	B
		2.0	Cohésion moyenne, consistance molle à tendre Limon plus ou moins argileux brun ocre, moyennement plastique					225	
399.0			Aspect terreux (TV) dans le haut de la couche	CL (SP)				175	
			Peu ou pas de graviers dans l'ensemble					200	
			Consistance ferme à tendre, cohésion moyenne					150	C
398.0	Humide	3.0	Sable fin limoneux brun à fines poussées argileuses, grises, par endroit	SM	6b	Dépôts glacio-lacustes du Retrait würmien, phase sableuse	PLEISTOCENE	200	
			Très humide dans l'ensemble					225	
		4.0							



Sondage T2588E-07

Client : Ville de Genève

Type : tranchée à la pelle mécanique

Etude : SOVAGEV

Z: 401.8

Date : 27/07/2011

X: 501975

Début : 0.00 m

Y: 117556

Fin : 3.80 m

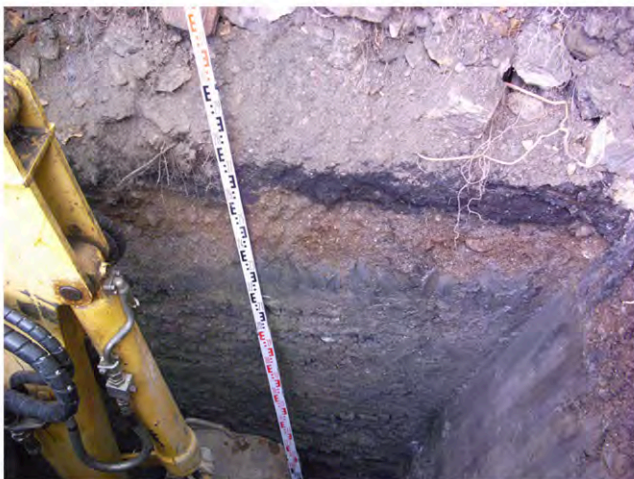
Remarque :

Niveau d'eau: Aucune venue d'eau

Echelle : 1 / 50

Page: 1 / 1

Altitude (msm)	Niveau d'eau	profondeur	Lithologie	Classification USCS	Numérotation genevoise	Identification géologique	Période géologique	Qup (Kpa)	Ech pour analyse pollution
401.0		0.0	Tout venant Graviers et blocs dans une matrice de sable grossier, avec briques, plastique, verre, goudron. Forte odeur d'hydrocarbure Racines et radicelles jusqu'à 0.40m Sans cohésion	GP					
		1.0	Couche noirâtre de 1.00 à 1.20m						A
400.0	sec	2.0	Limon argileux gris (parfois noirâtre) avec beaucoup de graviers et blocs hétérométriques Moyennement de sable grossier par endroit		2	Remblais hétérogènes	HOLOCENE	125	
		2.0	Deviend de plus en plus graveleux en profondeur					125	C
399.0		3.0	Très forte odeur d'hydrocarbure jusqu'à la fin du sondage	CL				150	
								175	
								200	
								175	



ANNEXE 3 : ANALYSES EN LABORATOIRE



SOCIÉTÉ SIMPLE DE VALORISATION
DES TERRAINS SITUÉS
EN GARE DES EAUX-VIVES (SOVAGEV)

CARTE DES MILIEUX
Annexe 5.11.1

-  Périmètre PLQ
-  Périmètre CEVA
-  Arbre
-  Végétation rudérale
-  Roncier à Clematis vitalba
-  Haie indigène
-  Boisement
-  Talus boisé
-  Talus herbacé
-  Gazon
-  Gazon avec plantation arbustive

Fond de plan : Orthophoto 2009

Géoréférencement des arbres approximatifs

Périmètres définis
d'après plan n°

Date : 22.09.11

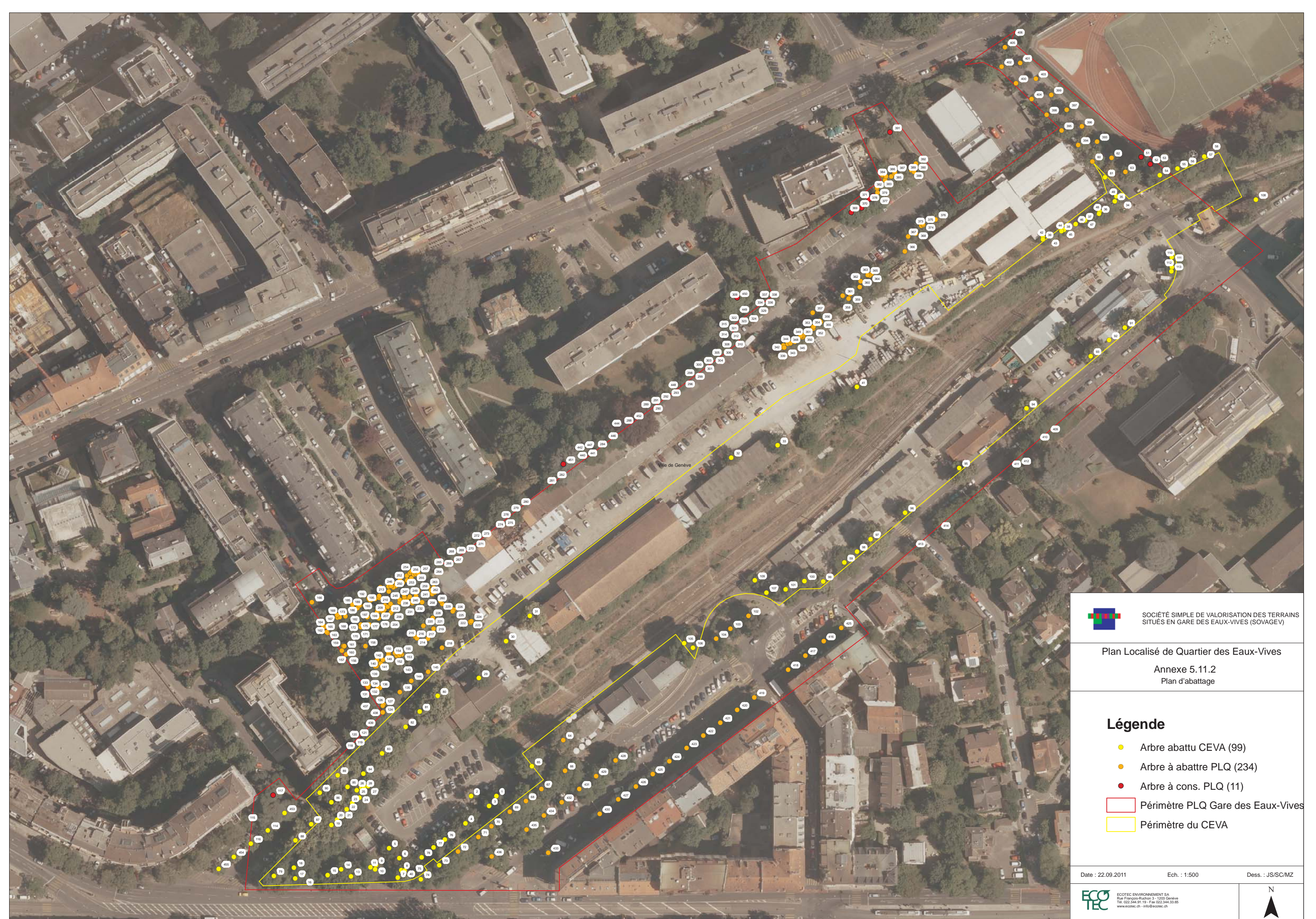
Echelle : 1/1'600

Dess. : SC



ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
www.ecotec.ch - info@ecotec.ch





SOCIÉTÉ SIMPLE DE VALORISATION DES TERRAINS
SITUÉS EN GARE DES EAUX-VIVES (SOVAGEV)

Plan Localisé de Quartier des Eaux-Vives
Annexe 5.11.2
Plan d'abattage

Légende

- Arbre abattu CEVA (99)
- Arbre à abattre PLQ (234)
- Arbre à cons. PLQ (11)
- Périmètre PLQ Gare des Eaux-Vives
- Périmètre du CEVA

Date : 22.09.2011

Ech. : 1:500

Dess. : JS/SC/MZ



ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél: 022.344.91.19 - Fax: 022.344.33.65
www.ecotec.ch - info@ecotec.ch

