

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

CSDINGENIEURS⁺
INGÉNIEUX PAR NATURE



PLQ 30176 Pole Satigny Gare

Notice d'Impact sur l'Environnement

Genève, le 7 mars 2024 / GE01632.500

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte de l'étude	1
1.2	Horizons d'étude	2
1.3	Sources d'information.....	2
1.4	Procédures décisives	2
2	Site et environs.....	3
2.1	Site d'implantation du projet.....	3
2.2	Périmètres de référence.....	3
3	Projet	5
3.1	Description du projet	5
3.2	Conformité avec l'aménagement du territoire	6
3.3	Données de base concernant le trafic.....	6
3.3.1	Situation actuelle.....	7
3.3.2	Etat futur 2027 sans projet.....	7
3.3.3	Etat futur 2027 avec projet.....	7
3.3.4	Trafic généré par le PLQ.....	8
3.4	Utilisation rationnelle de l'énergie	9
3.4.1	Bases légales.....	9
3.4.2	Besoins énergétiques.....	9
3.4.2.1	Besoins de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire).....	9
3.4.2.2	Besoins de froid.....	10
3.4.2.3	Besoins électriques	10
3.4.3	Concept énergétique.....	10
3.4.3.1	Raccordement au CAD Satigny.....	10
3.4.3.2	Géothermie faible profondeur	10
3.5	Description de la phase de réalisation	12
4	Impact du projet sur l'environnement	13
4.1	Protection de l'air.....	13
4.1.1	Bases légales.....	13
4.1.2	Périmètre et bases d'étude	13
4.1.3	Situation actuelle.....	13
4.1.4	Impacts du projet.....	15
4.1.5	Phase de réalisation.....	16
4.2	Protection du climat.....	17
4.2.1	Bases légales.....	17
4.2.2	Situation actuelle.....	18
4.2.3	État futur projeté sans projet.....	20
4.2.4	Impacts du projet.....	21

4.3	Protection contre le bruit et les vibrations	21
4.3.1	Bases légales	21
4.3.2	Situation actuelle	22
4.3.3	Bruit lié au trafic routier	25
4.3.3.1	Analyse de la conformité à l'article 9 OBP (récepteurs sensibles existants)	25
4.3.3.2	Analyse de la conformité à l'article 31 OPB (futurs récepteurs sensibles du PLQ).....	26
4.3.4	Bruit lié au trafic ferroviaire	26
4.3.5	Bruits liés à la gestion des déchets.....	27
4.3.6	Nouvelles installations fixes du projet de PLQ.....	28
4.3.7	Vibrations	28
4.4	Protection contre les rayonnements non-ionisants (ORNI).....	29
4.4.1	Bases légales	29
4.4.2	Situation actuelle	29
4.4.2.1	Voies ferroviaires CFF.....	30
4.4.2.2	Station émettrice des CFF (antenne GSM-R) et pour téléphonie mobile (2 opérateurs)	30
4.4.3	Impacts du projet.....	30
4.4.3.1	Voies ferroviaires CFF.....	30
4.4.3.2	Station émettrice des CFF (antenne GSM-R) et pour téléphonie mobile (2 opérateurs)	31
4.5	Protection des eaux.....	31
4.5.1	Bases légales	31
4.5.2	Eaux souterraines	32
4.5.3	Eaux superficielles et milieux aquatiques	32
4.5.4	Eaux à évacuer	32
4.5.4.1	Situation actuelle	32
4.5.4.2	Etat futur avec projet	33
4.5.4.3	Etat intermédiaire	34
4.6	Protection des sols	37
4.6.1	Définitions.....	37
4.6.2	Bases légales et normes.....	37
4.6.3	Situation actuelle.....	37
4.6.4	Impacts du projet.....	38
4.7	Sites pollués	39
4.7.1	Bases légales	39
4.7.2	Situation actuelle.....	40
4.8	Déchets, substances dangereuses pour l'environnement	40
4.8.1	Bases légales	40
4.8.2	Principes de gestion en phase de chantier	41
4.8.2.1	Matériaux d'excavation.....	41
4.8.2.2	Déchets de construction	42
4.8.3	Principes de gestion en phase d'exploitation	42
4.9	Organismes dangereux pour l'environnement	43
4.10	Protection contre les risques majeurs	45

4.10.1	Situation actuelle	45
4.10.2	Situation horizon 2030 avec densification.....	46
4.10.3	Comparaison entre situation actuelle et situation future	47
4.10.4	Mesures de sécurité recommandées	47
4.10.4.1	Mesures organisationnelles	47
4.10.4.2	Mesures constructives	48
4.11	Conservation de la forêt	49
4.12	Protection de la nature	49
4.12.1	Etat initial.....	49
4.12.1.1	Eléments naturels protégés	49
4.12.1.2	Milieux semi-naturels et flore protégée	50
4.12.1.3	Connexions biologiques.....	50
4.12.2	Etat futur	51
4.12.3	Mesures à intégrer au projet en faveur de la biodiversité	52
4.13	Protection du paysage et des sites	54
4.13.1	Bases légales	54
4.13.2	Situation actuelle	54
4.13.3	Impacts du projet.....	54
4.14	Protection des monuments historiques et des sites archéologiques	55
4.14.1	Bases légales	55
4.14.2	Situation actuelle	55
4.14.3	Impacts du projet.....	56
5	Étapes ultérieures et mesures à intégrer au projet	58
5.1	Etapas ultérieures	58
5.2	Proposition de cahier des charges accompagnant les procédures d'autorisations de construire ...	58
6	Conclusion.....	63

Liste des figures

Figure 1	: Localisation du périmètre du PLQ 30176 Pole Satigny Gare	1
Figure 2	: Parcellaire et courbes de niveaux sur le périmètre du projet.....	3
Figure 3	: Extrait du plan d'aménagement du PLQ : schéma des bâtiments et revêtements projetés du projet	6
Figure 4	: Charges de trafic (TJM) – Etat actuel	7
Figure 5	: Charges de trafic (TJM) – Etat futur 2027 avec projet	8
Figure 6	: Immissions de NO ₂ 2021 (<i>source</i> : SITG).....	14
Figure 7	: Ecart de température avec les pelouses pour la période 1981 – 2010.....	18
Figure 8	: Température physiologique équivalente pour la période 1981 – 2010.....	19
Figure 9	: Température des îlots de chaleur urbains	
Figure 10	: Nécessité d'intervenir contre les îlots de chaleur.....	20
Figure 11	: Température physiologique équivalente pour la période 2020 – 2049.....	20
Figure 12	: Degrés de sensibilité au bruit OPB et sources de bruit identifiées	23

Figure 13 : Bruit routier actuel diurne	24
Figure 14 : Bruit routier actuel nocturne	24
Figure 15 : Relation bruit/trafic (CSD, 2021)	25
Figure 16 : Propagation du bruit ferroviaire au droit du PLQ (source Confédération)	27
Figure 17 : Localisation de l'aire pour l'implantation d'un écopoint	28
Figure 18 : Installations soumises à l'ORNI	30
Figure 19 : Eaux superficielles	32
Figure 20 : Réseau d'assainissement existant	33
Figure 21 : Schéma directeur de gestion des eaux pluviales	34
Figure 22 : Carte des milieux	38
Figure 23 : Sites pollués	40
Figure 24 : Organismes dangereux pour l'environnement	44
Figure 25 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Situation actuelle (screening-P 2014)	46
Figure 26 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Situation future 2030	46
Figure 27 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Comparaison des trois situations étudiées	47
Figure 28 : Carte des éléments naturels protégés	49
Figure 29 : Carte des milieux semi-naturels (basé sur données SITG mise à jour sur l'orthophoto 2020)	50
Figure 30 : Carte des connexions pour la biodiversité	51
Figure 31 : Extrait du plan d'aménagement du PLQ	52
Figure 32 : Eléments patrimoniaux (source SITG)	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : SBP et affectation des bâtiments projetés	5
Tableau 2 : Surface de revêtement selon le PLQ	5
Tableau 3 : Trafic généré par le PLQ	9
Tableau 4 : Émissions de polluants atmosphériques (NOx et PM10) dans la maille kilométrique (Données SABRA, avril 2020)	14
Tableau 5 : Comparaison des émissions de polluants à l'horizon 2027 avec et sans projet	15
Tableau 6 : Valeurs limites d'exposition au bruit	22
Tableau 7 : Augmentation du trafic lié à l'exploitation du PLQ	26
Tableau 8 : Niveaux d'émission du bruit ferroviaire	27

Liste des annexes

Annexe A	Rapport mobilité - Transitec
Annexe B	Qualité de l'air
Annexe C	Rapport d'évaluation RNI – Enotrac
Annexe D	Rapport de pollution – Perreten & Milleret
Annexe E	Rapport géotechnique – Perreten & Milleret

Préambule

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- ◇ le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- ◇ les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- ◇ sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

1 Introduction

1.1 Contexte de l'étude

Dans le cadre du renouvellement urbain du secteur de la Gare de Satigny, un plan localisé de quartier (PLQ) a été initié par les CFF, l'Office de l'Urbanisme et la Commune de Satigny sur le périmètre Pôle Satigny Gare. Le bureau CSD Ingénieurs SA a été mandaté pour établir la notice d'impact sur l'environnement du site qui fait l'objet du présent rapport.

Le périmètre du projet, d'une surface totale d'environ 7'800 m², est délimité par la route de la Gare-de-Satigny au Nord, le chemin de Pré-Gentil à l'Est et les voies CFF au Sud (Figure 1).

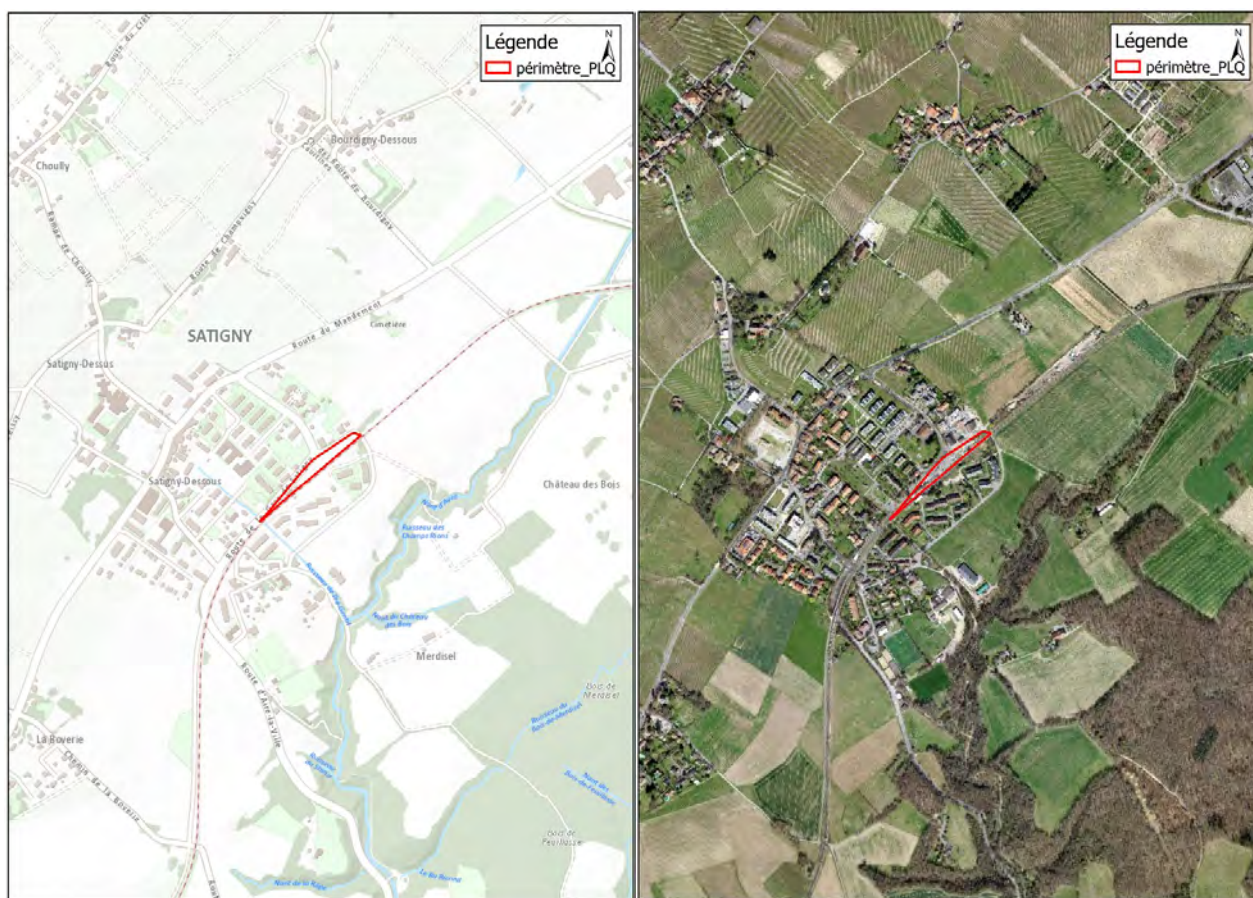


Figure 1 : Localisation du périmètre du PLQ 30176 Pole Satigny Gare

La parcelle n°11296 concernée par le présent PLQ appartient aux CFF et est actuellement en zone de développement 4B protégée (zone de fond ferroviaire). Le projet s'inscrit dans la ligne directrice de développement et densification de Satigny village ayant actuellement une dizaine d'autres PLQ en projet.

Le projet de densification prévoit la construction de trois bâtiments de deux à trois étages sur rez-de-chaussée accueillant principalement des logements, mais également quelques activités. Un parking souterrain de deux niveaux est prévu sur une emprise d'environ 4'500 m².

Le nombre de places de stationnement projeté dans le cadre de cette urbanisation étant inférieur à 500 places, le projet de PLQ n'est pas soumis à la procédure d'étude d'impact sur l'environnement (EIE) selon l'Ordonnance Fédérale relative à l'Étude d'Impact sur l'Environnement (OEIE) et son Règlement Cantonal d'application (K 1 70.05). Le Maître d'ouvrage a décidé d'accompagner la procédure par une Notice d'Impact sur l'Environnement (NIE), au sens de l'article 4 du Règlement cantonal d'application de l'OEIE.

1.2 Horizons d'étude

Les horizons d'étude considérés pour l'évaluation des impacts environnementaux sont les suivants :

- État actuel : 2021
- État futur sans projet : 2027
- État futur avec projet : 2027

1.3 Sources d'information

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

- Planches du projet lauréat du concours d'architecture et d'aménagements paysagers Pôle Satigny Gare de juin 2022 ;
- PLQ Gare de Satigny – Dimensionnement du stationnement et plans de charges; mars 2024 ; Transitec SA ;
- PLQ Gare de Satigny – Évaluation des contraintes d'aménagement liées aux installations soumises à l'ORNI, Enotrac, 20 mars 2017 ;
- Village de Satigny – Screening CFF de risques OPAM suite à plusieurs projets de densification à proximité des voies ferroviaires, CSD Ingénieurs, 2 septembre 2015 ;
- Données du SITG, www.sitg.ch, octobre 2021 et 2023.

1.4 Procédures décisives

La procédure décisive pour l'étude du présent projet d'urbanisation comprend deux étapes :

- Étape 1 : approbation du PLQ, selon l'art. 3 de la loi générale sur les zones de développement (L 135, 29 juin 1957) ;
- Étape 2 : demande en autorisation de construire, selon les articles 3 et 5 de la loi sur les constructions et les installations diverses (L 5 05, 14 avril 1988).

Au stade actuel de la première étape, l'autorité compétente pour décider de la réalisation du projet de PLQ est le Conseil d'Etat.

Le service spécialisé de la protection de l'environnement, chargé d'évaluer la NIE, est représenté dans le cadre de la présente procédure par le Service cantonal de l'Environnement et des Risques Majeurs (SERMA) du Département du Territoire (DT) de l'État de Genève.

Le présent rapport constitue une notice d'impact sur l'environnement – étape 1 au stade du PLQ avec une proposition de cahier des charges pour les compléments à établir dans le cadre des procédures en autorisation de construire (demandes définitives – DD) relatives aux constructions projetées (L 5 05, art. 2 et 3).

2 Site et environs

2.1 Site d'implantation du projet

Le PLQ Pôle Satigny Gare s'étend sur une surface de 7'800 m² sur la partie nord de la parcelle N° 11296 appartenant aux CFF (surface totale de la parcelle de 17'327 m²) et affectée en zone de développement 4BP et à raison de 21 m² en zone ferroviaire.

Le périmètre est délimité par la route de la Gare-de-Satigny au Nord, le chemin de Pré-Gentil à l'Est et les voies CFF au Sud. Le périmètre présente une topographie relativement plane avec une pente inférieure à 1% (Figure 2).



Figure 2 : Parcellaire et courbes de niveaux sur le périmètre du projet

La parcelle des CFF comporte l'actuel bâtiment de service et le bâtiment des voyageurs inscrit à l'inventaire des immeubles dignes d'être protégés. Le reste du site est principalement utilisé par des places de parking (P+Rail), une boucle de rebroussement et de remise à l'heure pour les TPG.

2.2 Périmètres de référence

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

- Un périmètre restreint, limité à l'emprise même du projet de développement. Il s'agit, dans le cas présent, de l'emprise du PLQ ;

- Un périmètre d'influence, englobant le secteur sur lequel les effets directs et indirects du projet seront perceptibles. Ce périmètre varie en fonction du domaine environnemental considéré, tel que présenté ci-après pour le présent projet :
 - Aménagement du territoire : périmètre restreint ;
 - Trafic : voies de circulation où une modification du trafic est induite par le projet, tant en phase d'exploitation que de chantier ;
 - Évaluation énergétique : périmètre restreint, réseaux et sources d'approvisionnement potentiellement sollicitées pour le projet ;
 - Qualité de l'air : maille kilométrique d'une surface de 1.0 km², englobant le projet et reprenant les principaux axes de circulation concernés par le trafic de projet ;
 - Bruit : périmètre comportant l'emprise du projet, ainsi que les bâtiments situés aux abords du projet et le long des axes routiers concernés par une modification significative de leur charge de trafic ;
 - Vibrations : périmètre restreint et alentours directs ;
 - Rayonnements non ionisants : périmètre restreint et zone d'influence des impacts ;
 - Milieus naturels, forêts et paysage : périmètre restreint, connexions avec les milieux naturels proches et zone de visibilité ;
 - Eaux : nappes souterraines, systèmes d'écoulement des eaux de surface et émissaires naturels ;
 - Sols, sites pollués et déchets : périmètre restreint et ensemble du canton de Genève, voire de la France voisine, concerné par la destination des matériaux évacués ;
 - Risques et accidents majeurs : périmètre restreint et zone d'influence des risques.

3 Projet

3.1 Description du projet

Le projet de PLQ Pôle Satigny Gare prévoit la construction de trois bâtiments (A, B et C) de gabarits compris entre R+2 et R+3 regroupant des logements et des activités ainsi que le maintien du bâtiment des voyageurs inscrit à l'inventaire et le maintien dans son gabarit, son implantation et sa destination du bâtiment de service.

La surface brute de plancher (SBP) s'élève à 6'973 m² (dont 273 m² existants et 6'700 m² neuf). La synthèse des SBP est présentée au Tableau 1.

Bâtiment	Affectation	SBP
A	Logement	1'762 m²
	Activités	558 m²
B	Logement	2'337 m²
	Activités	263 m²
C	Logement	1'780 m²
Existant	Activités	149 m²
	Logement	124 m²
TOTAL		6'973 m²

Tableau 1 : SBP et affectation des bâtiments projetés

D'un point de vue des espaces libres, le projet de PLQ prévoit les surfaces inscrites dans la Tableau 2 ci-après.

Type de revêtement	Surface [m ²] Selon plan de PLQ	Pourcentage
Pleine terre végétalisée	1'235m ²	16%
Espaces verts sur dalle	1'289 m ²	17%
Pleine terre stabilisée (revêtement semi-perméable)	555 m ²	7%
Revêtement imperméable	1'704 m ²	22%
Bâtiment (y compris existant)	2'368 m ²	30%
Quai de gare	649 m ²	8%
	7'800 m²	100%

Tableau 2 : Surface de revêtement selon le PLQ

Le projet prévoit également deux niveaux de sous-sol d'une emprise maximale de 4'500 m² sous l'ensemble des bâtiments avec une seule entrée se situant au nord du périmètre.

La Figure 3 ci-après représente l'emprise des bâtiments avec les différents types de revêtement projetés.

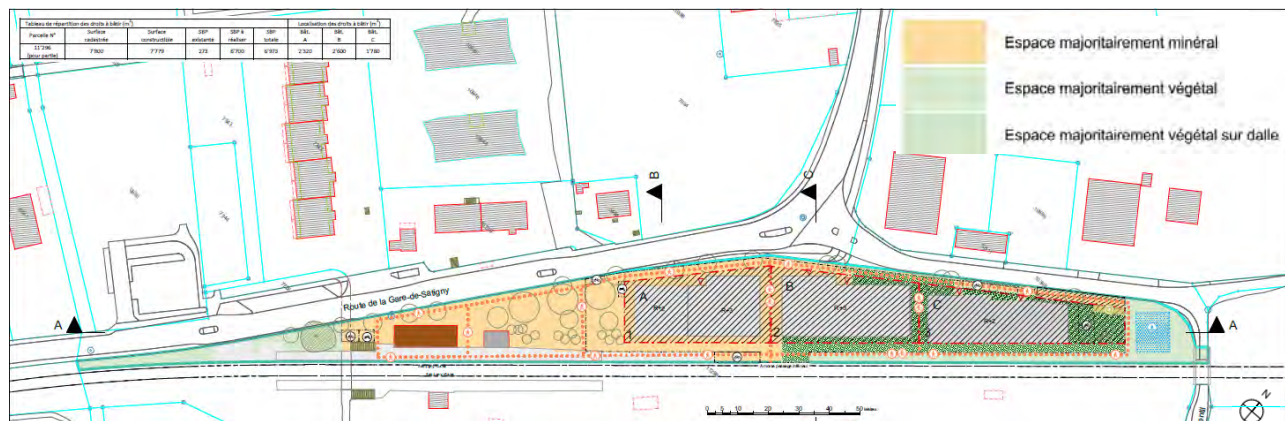


Figure 3 : Extrait du plan d'aménagement du PLQ : schéma des bâtiments et revêtements projetés du projet

3.2 Conformité avec l'aménagement du territoire

La zone de développement 4B protégée est destinée principalement aux maisons d'habitation, comportant en principe plusieurs logements. Des activités peuvent y être autorisées. Elle est applicable aux villages et aux hameaux de la campagne genevoise (gabarit max 10 m).

L'aménagement proposé prend en considération les objectifs de la planification supérieure, notamment en matière de traitement des interfaces de transports et des espaces publics, tels que définis tant au niveau de la politique des agglomérations, que par le Plan Directeur Cantonal (PDCn) et le Plan Directeur Communal de Satigny (PDCom).

En effet, le secteur de la Gare de Satigny porte un enjeu fort de renouvellement urbain du fait de la création d'une nouvelle centralité importante pour le village.

Le développement du PLQ Pôle Satigny Gare est conforme au PDCn 2030, dont la première mise à jour a été adoptée par le Grand Conseil le 10 avril 2019 et approuvée par le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) le 18 janvier 2021, qui prévoit un renouvellement urbain mixte et une centralité à développer pour ce périmètre.

Il est également conforme au PDCom de Satigny, approuvé par le Conseil d'Etat le 3 juin 2020, qui identifie le secteur comme zone où la densification doit être favorisée pour devenir une nouvelle centralité. Il préconise également de mettre en valeur la place de la gare comme pôle d'échange et nouvelle centralité, de garantir une mixité entre logements, activités et services, d'offrir une programmation de services et commerces de destination, en complémentarité des commerces et services du centre villageois et de développer une interface de qualité entre les différents modes de transport.

3.3 Données de base concernant le trafic

Le présent chapitre reprend les éléments essentiels des aspects liés au trafic et à la mobilité de l'étude d'accessibilité et stationnement réalisée par le bureau Transitec en mars 2024 (Annexe A), utilisés pour l'évaluation des volets Air et Bruit du présent rapport.

3.3.1 Situation actuelle

Les charges de trafic considérées pour l'établissement de l'état actuel sont synthétisées sur la Figure 4.

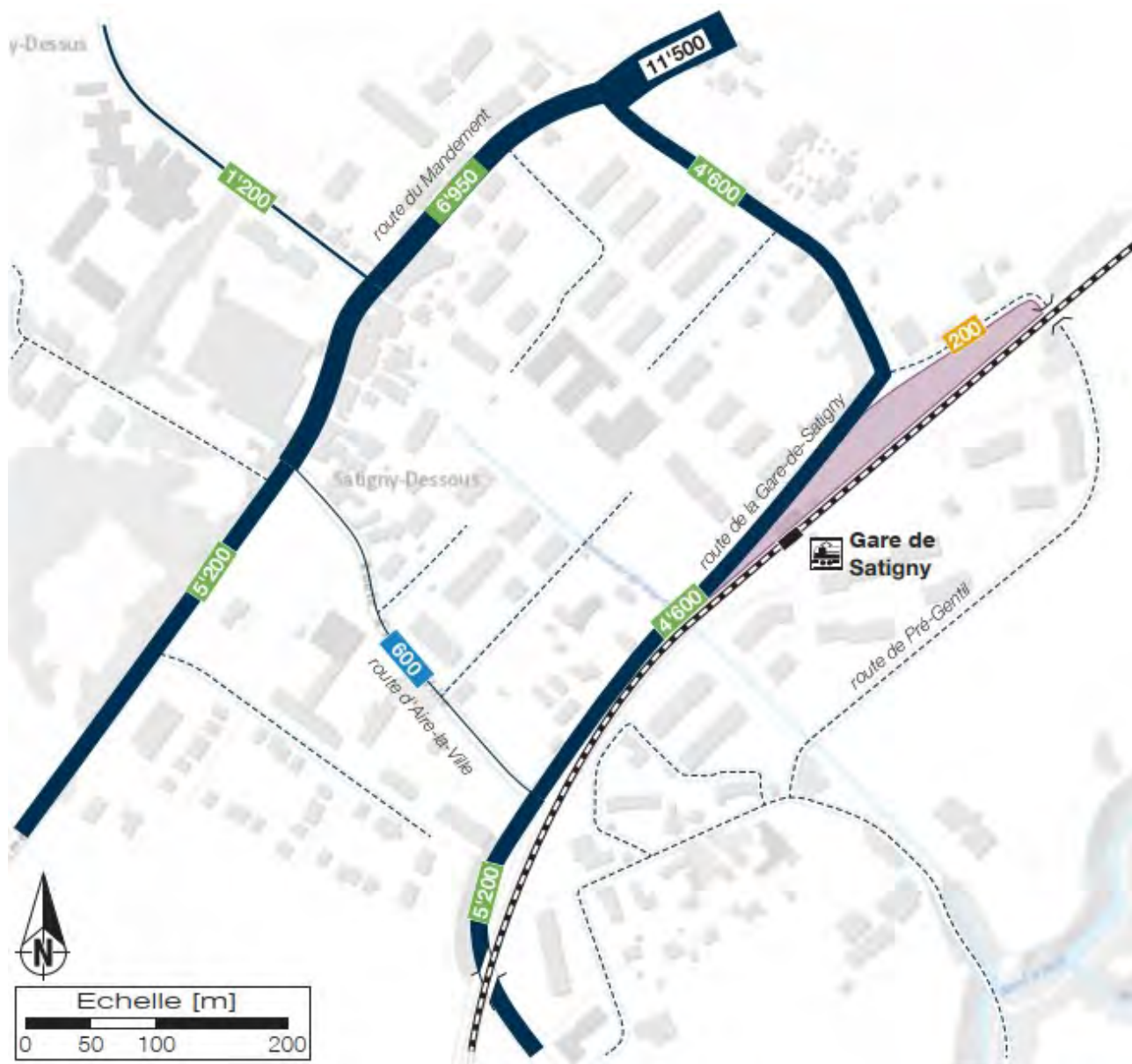


Figure 4 : Charges de trafic (TJM) – Etat actuel

3.3.2 Etat futur 2027 sans projet

Le trafic journalier futur à l'horizon 2027 sans projet est considéré égal au trafic journalier actuel (Figure 4). Cet état sert de référence à l'évaluation de l'impact du projet du point de vue de la circulation.

3.3.3 Etat futur 2027 avec projet

Les charges de trafic considérées pour l'état futur avec projet sont synthétisées sur la Figure 5.

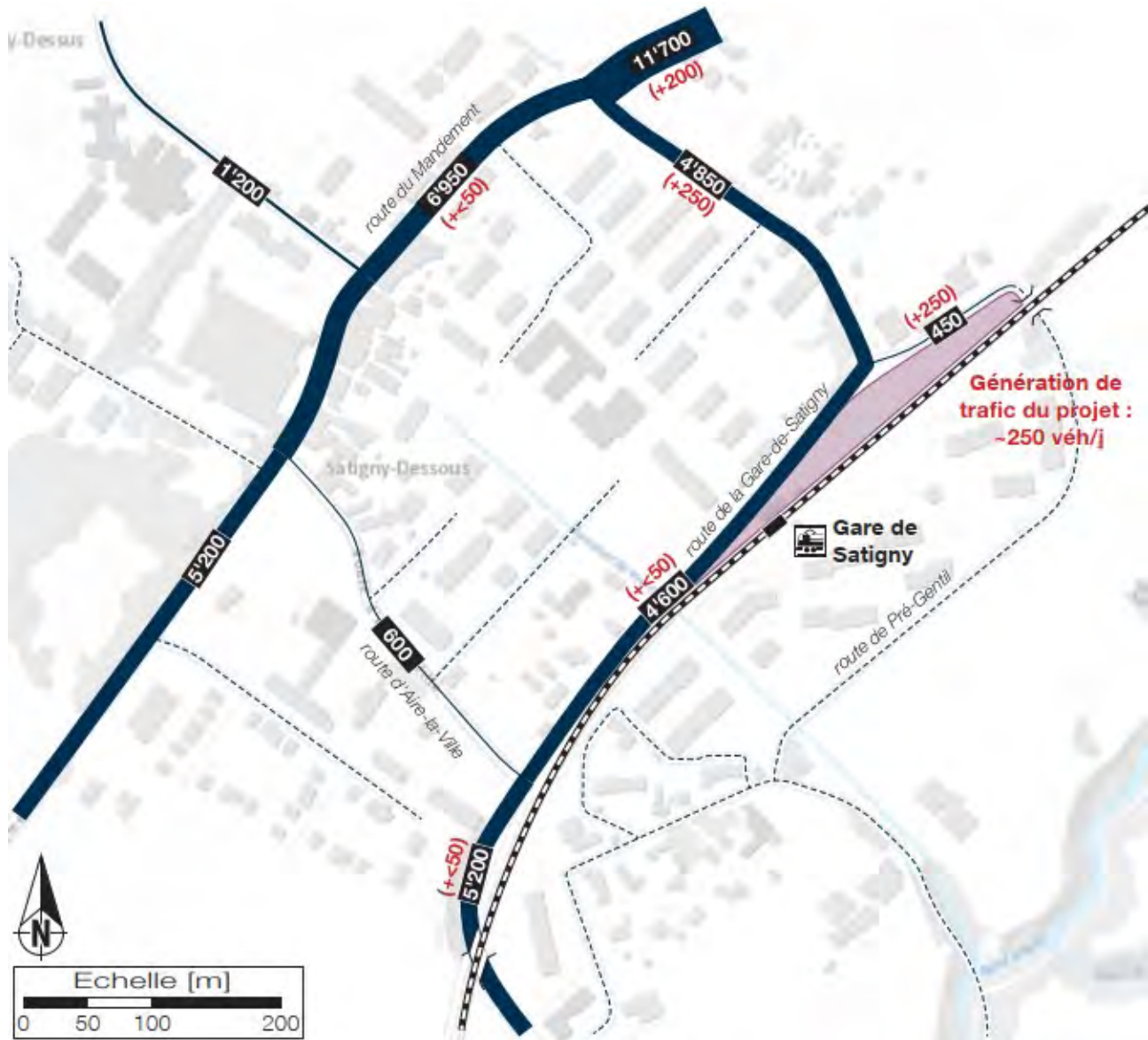


Figure 5 : Charges de trafic (TJM) – Etat futur 2027 avec projet

3.3.4 Trafic généré par le PLQ

La génération de trafic liée au projet a été estimée à 250 véh/j.

Les charges de trafic induites par l'exploitation du PLQ sur les routes environnantes sont présentées dans le Tableau 3 ci-après.

Route	TJM actuel	TJM futur sans projet	TJM futur avec projet	Différence (en %)
Chemin de Pré-Gentil	200	200	450	119
Route de la Gare-de-Satigny (jusqu'au rond-point de la route d'Aire-la-Ville)	5'200	5'200	5'250	1.0
Route de la Gare-de-Satigny (entre le rond-point d'Aire-la-Ville et le Chemin de Pré-Gentil)	4'600	4'600	4'650	1.1

Route de la Gare-de-Satigny (du Chemin de Pré-Gentil au croisement avec la route du Mandement)	4'600	4'600	4'850	5.4
Route du Mandement vers Meyrin	11'500	11'500	11'700	1.7
Route du Mandement Satigny	6'950	6'950	7'000	0.7
Route du Mandement vers Dardagny	5'200	5'200	5'200	0
Route d'Aire-la-Ville	600	600	600	0
Rampe de Choully	1'200	1'200	1'200	0

Tableau 3 : Trafic généré par le PLQ

Le trafic généré par le projet est relativement faible et engendre des augmentations de trafic inférieures à 10% sur les routes principales environnantes, à l'exception du chemin de Pré-Gentil, par lequel se fait l'accès au PLQ, dont l'augmentation de trafic est conséquente tout en restant inférieure à 500 uv/j.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Préciser et actualiser les charges de trafic si nécessaire.
- Préciser les mouvements de camions pour la phase réalisation (chantier).
- Définir les itinéraires pour la phase réalisation (chantier).
- Définir les mesures d'accompagnement en termes de mobilité pour les étapes ultérieures.

3.4 Utilisation rationnelle de l'énergie

La problématique de l'approvisionnement énergétique du présent PLQ fait l'objet d'un concept énergétique territorial (CET) établi par CSD Ingénieurs SA et intégré au dossier de PLQ.

3.4.1 Bases légales

La politique énergétique du canton de Genève est régie par la loi cantonale sur l'énergie du 7 novembre 1987 (RSG L 2 30 ; LEn) et son règlement d'application du 22 septembre 1988 (RSG L 2 30.01 ; REN). Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont quant à elles définies dans la Directive relative aux concepts énergétiques territoriaux du 4 août 2010.

Au niveau normatif, les exigences légales et les recommandations à respecter en matière d'énergie dans le bâtiment sont constituées notamment par les documents principaux suivants :

Général : MoPEC (2014) « Modèle de prescriptions énergétiques des cantons » ; Cahier technique SIA 2024 (2015) « Données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment ».

Énergie thermique : Norme SIA 180 (2017) « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments » ; Norme SIA 380/1 (2016) « Besoins de chaleur pour le chauffage » ; Norme SIA 385/2 (2015) « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement ».

Énergie électrique : Norme SIA 380/4 (2006) « L'énergie électrique dans le bâtiment » ; Norme SIA 387/4 (2017) « Électricité dans les bâtiments – Éclairage : calcul et exigences ».

3.4.2 Besoins énergétiques

3.4.2.1 Besoins de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire)

Les besoins de chaleur du PLQ Pôle Satigny Gare sont compris en première approximation, entre 280 MWh/an et 360 MWh/an, avec une puissance comprise entre 285 kW et 360 kW selon la répartition suivante :

- Des besoins compris entre 165 MWh/an et 245 MWh/an pour le chauffage (pour une puissance comprise entre 115 kW et 190 kW) ;
- Des besoins d'environ 115 MWh/an pour l'ECS (pour une puissance de 170 kW).

3.4.2.2 Besoins de froid

Les affectations logements ne nécessitent pas de besoin de froid. Cependant, les activités et les commerces peuvent nécessiter un rafraîchissement. Ainsi, les bâtiments A et B pourraient éventuellement présenter des besoins de froid. Toutefois, à l'état actuel du projet, le type d'activités et de commerces qui pourraient s'implanter n'est pas connu et il n'est donc pas possible d'estimer les besoins de froid nécessaires.

3.4.2.3 Besoins électriques

La consommation électrique des bâtiments neufs est estimée à environ 170 MWh/an selon la norme SIA 380/1 (2016). Cette consommation ne prend pas en compte l'électricité nécessaire pour la ventilation du parking souterrain et pour les bornes de mobilité électrique.

Dans tous les cas, les bâtiments devront respecter les valeurs limites ou cibles (selon le standard énergétique retenu) relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 387/4 édition 2017 pour l'éclairage.

3.4.3 Concept énergétique

Deux stratégies énergétiques peuvent être mises en œuvre sur le périmètre du projet : un raccordement au CAD Satigny actuellement à l'étude et une solution plus individuelle à l'échelle du quartier avec la géothermie faible profondeur, avec dans tous les cas, une valorisation maximale du potentiel solaire.

3.4.3.1 Raccordement au CAD Satigny

Le PLQ Pôle Satigny Gare se situe à proximité immédiate du réseau CAD Satigny actuellement en projet.

Il s'agit d'un réseau de chaleur avec une part de 80% d'énergie renouvelable, alimenté par une chaufferie centralisée au bois plaquettes. La température de départ de ce réseau se situerait entre 80 et 90°C pour une production de chaleur centralisée au bois, avec un écart de température de l'ordre de 25°C.

Il est actuellement prévu que le CAD arrive jusqu'à l'école à l'horizon 2025. Ce dernier pourrait alors être prolongé d'environ 160 mètres, afin d'arriver sur la parcelle du projet et raccorder l'ensemble des bâtiments du PLQ.

Cette stratégie présente deux inconvénients majeurs. Le premier est que le réseau distribue de la chaleur haute température alors que les bâtiments neufs ont des besoins basse température. La chaleur devra alors être dégradée pour pouvoir être utilisée au sein des bâtiments. Le deuxième inconvénient est qu'au stade actuel du projet de CAD, du bois serait brûlé même en été pour satisfaire la demande. Or, la politique énergétique du canton souhaite se diriger vers le 0 combustible en été.

Dans le cas d'un raccordement au CAD Satigny, une production de chaleur par des panneaux solaires thermiques entrerait certainement en conflit avec la distribution de chaleur du CAD. Ce point sera à discuter avec le gestionnaire du réseau, mais une valorisation du solaire par des panneaux photovoltaïques sera sûrement à privilégier dans ce cadre.

3.4.3.2 Géothermie faible profondeur

Une solution d'approvisionnement à l'échelle du périmètre du projet peut également être envisagée avec des pompes à chaleur sur sondes géothermiques. Une surface de terrain d'environ 1'600 m² serait à prévoir pour l'implantation des sondes géothermiques.

A l'état actuel du projet, les surfaces de terrain en dehors des emprises de bâtiments et sous-sols sont relativement restreintes et peu propices à l'implantation de sondes géothermiques. En effet, le projet prévoit une surface de pleine terre végétalisée insuffisante et en partie arborée (les sondes géothermiques ne peuvent pas être implantées à proximité d'arbres). Les surfaces de pleine terre stabilisée pourraient éventuellement

recevoir les sondes. Toutefois, ces surfaces se trouvent principalement entre la route et les bâtiments ou entre les voies CFF et les bâtiments et ne laissent donc pas assez d'espaces aux sondes.

C'est pourquoi le potentiel de la géothermie faible profondeur ne peut être valorisé qu'à partir de sondes placées sous l'emprise de la dalle de sous-sol. Il est à noter que cela entraîne un besoin fort de coordination lors des travaux de terrassement et de génie-civil et a un impact sur le calendrier des travaux avec l'anticipation des travaux pour les forages et le raccordement des sondes. Afin de parer à toute éventualité, il peut être nécessaire de prévoir des trappes d'accès aux sondes. À savoir que plusieurs géométries sont possibles pour l'implantation des sondes, en ligne, en L, en plusieurs sous-champs, etc.

La zone prévue d'implantation des sondes est reconnue pour avoir un risque de remontées de gaz et/ou hydrocarbures lors de forages géothermiques. Des forages de reconnaissance devront être menés pour permettre de juger de la pertinence et de la sécurité d'une exploitation énergétique via des sondes sous radier.

Plusieurs options sont possibles avec cette stratégie : soit des PAC centralisées pour l'ensemble des bâtiments, soit une PAC décentralisée par bâtiment.

Les choix techniques définitifs concernant cette stratégie pourront être effectués sur la base du présent rapport par les porteurs de projet pendant les phases ultérieures de développement.

Comme ce mode de production de chaleur puise des calories dans le sol et le refroidit, il est important de laisser le sol se recharger en chaleur durant la période estivale afin de pouvoir exploiter ce gisement de façon pérenne. C'est pourquoi il peut être intéressant dans ce cas de prévoir des capteurs solaires thermiques, qui pourraient produire l'ECS durant l'été et ainsi diminuer l'utilisation des sondes, mais également de prévoir des panneaux solaires photovoltaïques afin de compenser l'électricité consommée par les PAC.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Évaluation de la conformité du concept énergétique des bâtiments au CET.
- Prévoir des surfaces favorables et disponibles à la valorisation solaire par le biais de panneaux solaires thermiques et/ou photovoltaïques.
- Concevoir l'installation de systèmes de recharge électrique pour les véhicules dans le parking.
- Vérifier les conditions géologiques et hydrogéologiques par le biais d'un forage de reconnaissance afin de déterminer la faisabilité de la variante énergétique.
- Une prise de contact avec le GESDEC – secteur sous-sols et l'OCEN sera nécessaire afin de faire valider la solution géothermique avant la dépose des demandes définitives.
- Définir clairement le choix définitif de l'option énergétique dans chaque requête en autorisation.
- En cas de choix définitif pour les champs de sondes géothermiques, réaliser une simulation dynamique permettant de dimensionner l'installation au plus juste sans menacer la pérennité du terrain.
- Anticiper, planifier et coordonner la mise en place des sondes sous les emprises de bâtiments.
- Cette zone est reconnue pour avoir un risque de remontées de gaz et/ou d'hydrocarbures lors de forages géothermiques. Dès lors, il faudra tenir compte de la faisabilité de réaliser des champs de sondes sous radier.

3.5 Description de la phase de réalisation

La réalisation du projet du PLQ Pôle Satigny Gare impliquera la mise en œuvre de trois types de travaux :

- La déconstruction des infrastructures existantes (route, parking, etc.) ;
- Le décapage des emprises de terre végétale et l'excavation des terrains nécessaires à l'aménagement du sous-sol des futures constructions ;
- La construction des bâtiments projetés, des espaces libres et des voiries associées.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Description des étapes de réalisation du PLQ (planning, phasage).
- Détail du type de travaux (y compris travaux spéciaux) et plan des installations de chantier.
- Évaluation du cheminement et du trafic journalier moyen des poids lourds.
- Estimation des volumes d'excavation, de démolition et de construction.

4 Impact du projet sur l'environnement

4.1 Protection de l'air

4.1.1 Bases légales

L'impact du projet sur la qualité de l'air est à évaluer selon l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, 1985), qui régit la limitation préventive des émissions liées aux installations nouvelles et existantes et définit la charge polluante admissible dans l'atmosphère. La conformité du projet avec le Plan de mesures OPair 2018 – 2023, approuvé par le Conseil d'État le 17 janvier 2018 et avec la Stratégie de protection de l'air 2030, approuvée par le Conseil d'État le 16 décembre 2015, spécifiques au canton de Genève et à son initiative, doit également être évaluée.

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

4.1.2 Périmètre et bases d'étude

Conformément aux conditions de simulations du modèle Cadero (vs 2.2.8 du 18.06.2019) employé par le Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) pour l'évaluation des émissions atmosphériques, la pollution induite par le PLQ Pôle Satigny Gare est évaluée dans un périmètre d'une surface de 1 km² centré sur le projet (coordonnées kilométriques de l'angle inférieur gauche N 1'118'626 ; E 2'491'454). Ce périmètre est présenté à la Figure 6 ci-après.

4.1.3 Situation actuelle

Selon les informations transmises par le SABRA, le réseau des capteurs passifs indique une moyenne annuelle des immissions de NO₂ inférieure à 26 µg/m³ en 2018 pour la maille kilométrique de référence.

Selon les données enregistrées à la station du Réseau d'Observation de la Pollution de l'Air à Genève (ROPAG) de Meyrin (située à 3.3 km au Nord-Est du PLQ), les immissions moyennes annuelles en NO₂ atteignent 16.4 µg/m³ et celles de PM10 15.6 µg/m³. Le périmètre du projet est donc situé dans un secteur qui présente une concentration de NO₂ et PM10 inférieure aux valeurs limites définies par l'OPair (respectivement 30 µg/m³ et 20 µg/m³).

Les immissions d'ozone (O₃) relevées par le ROPAG mettent en évidence que la qualité de l'air de la quasi-totalité du canton est non conforme à la valeur fixée par l'OPair (396 Nb^h >120 µg/m³). Ces immissions excessives découlent d'une problématique régionale, causée par de fortes émissions de polluants primaires (oxydes d'azote - NO_x et composés organiques volatils - COVs) au niveau de l'agglomération genevoise et de la région dans son ensemble.

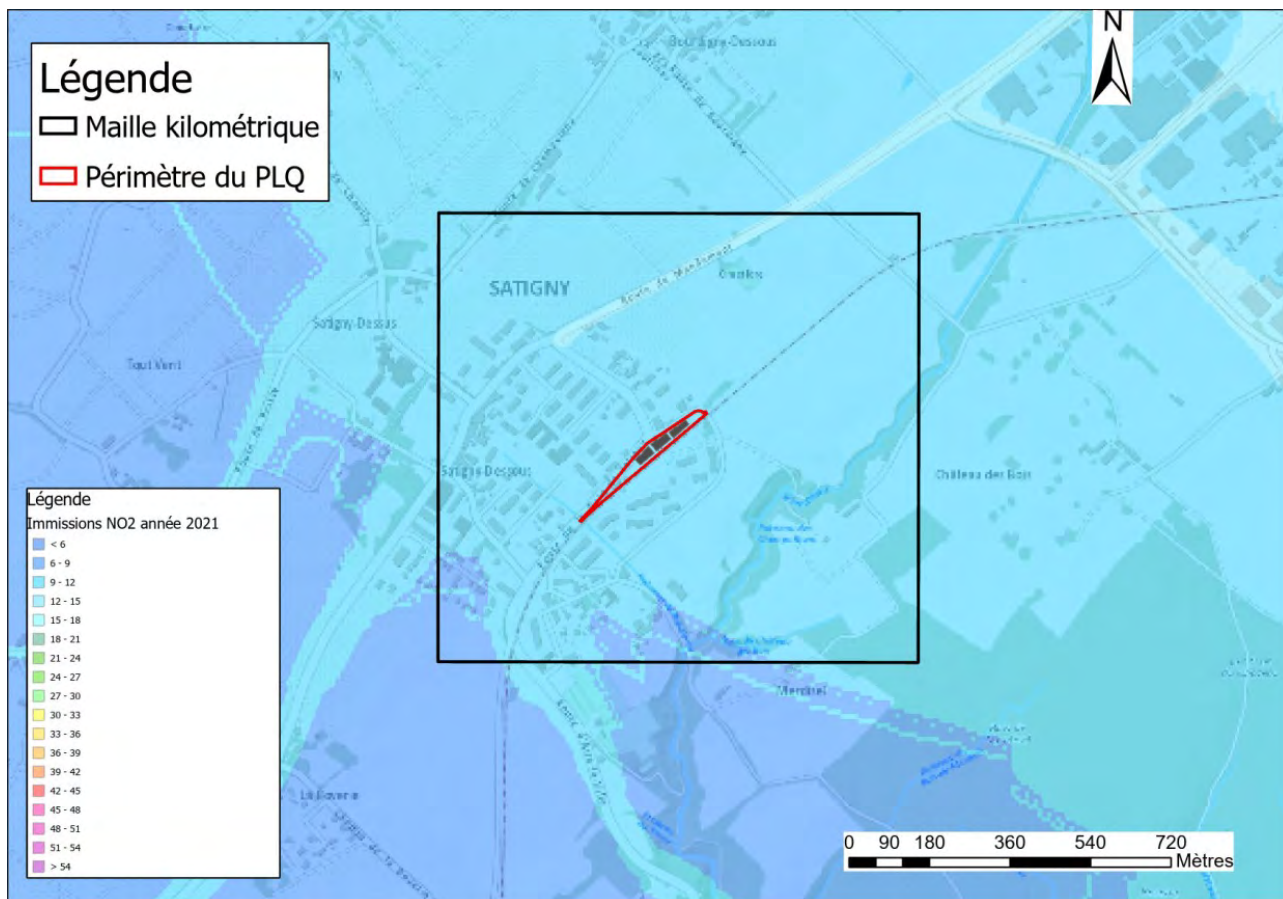


Figure 6 : Immissions de NO₂ 2021 (source : SITG)

Les valeurs d'émissions de polluants atmosphériques calculés par le logiciel CADERO pour NO_x et PM₁₀ sur la maille kilométrique de référence, sont présentées dans le Tableau 4 ci-après.

Émissions de polluants - Moyennes annuelles en [tonnes/an] 2018									
Polluants	Trafic		Chauffage		Hors route		Nature		Total
NO_x	2.95	45%	2.18	34%	1.26	19%	0.11	2%	6.5
PM10 (abrasion)	0.45	31%	-	-	1.02	69%	-	-	1.47
PM10 (combustion)	0.05	11%	0.37	79%	0.04	9%	0.01	2%	0.47

Tableau 4 : Émissions de polluants atmosphériques (NO_x et PM₁₀) dans la maille kilométrique (Données SABRA, avril 2020)

Émissions liées au trafic sur les voies de circulation

Les émissions de NO_x générées par le trafic routier dans le périmètre d'étude durant l'année 2020, calculées selon le modèle MICET 4.1 (OFEV, 2019) et présentées en détail en Annexe B, s'élèvent pour l'état actuel à environ 1'313 kg_{NO_x}/an.

Les émissions de PM générées par le trafic routier durant l'année 2020 sur le périmètre d'étude, calculées selon le modèle MICET 4.1 (OFEV, 2019) et présentées en détail en Annexe B, s'élèvent pour l'état actuel à 13 kg_{PM₁₀}/an.

4.1.4 Impacts du projet

En phase d'exploitation, le projet de développement pourra potentiellement être la source des émissions de polluants atmosphériques suivantes ;

- Émissions de NO_x et PM₁₀ liées au trafic induit par le projet sur les voies de circulation internes et environnantes ;
- Émissions de polluants (NO_x, PM₁₀, CO, HC) liées au trafic induit par l'exploitation du parking souterrain ;
- Impact potentiel sur la qualité de l'air en fonction de l'approvisionnement énergétique retenu.

Émissions liées au trafic sur les voies de circulation

Les émissions annuelles de NO_x liées au trafic routier, calculées à l'intérieur du périmètre d'étude pour l'état 2027 sans projet, s'établiront à environ 686 kg_{NO_x}/an (Annexe B).

Les émissions annuelles de NO_x liées au trafic routier, calculées à l'intérieur du périmètre d'étude pour l'état 2027 avec projet, s'établiront à environ 697 kg_{NO_x}/an (Annexe B).

Les émissions annuelles de PM₁₀ liées au trafic routier, calculées à l'intérieur du périmètre d'étude pour l'état 2027 sans projet, s'établiront à environ 6.2 kg_{PM₁₀}/an (Annexe B).

Les émissions annuelles de PM₁₀ liées au trafic routier, calculées à l'intérieur du périmètre d'étude pour l'état 2027 avec projet, s'établiront à environ 6.3 kg_{PM₁₀}/an (Annexe B).

Années	NO _x en kg _{NO_x} /an		PM en kg _{PM₁₀} /an	
	Sans projet	Avec projet	Sans projet	Avec projet
2020	1'313 (100%)	-	13 (100%)	-
2027	686 (52%)	697 (53%)	6.2 (48%)	6.3 (48%)

Tableau 5 : Comparaison des émissions de polluants à l'horizon 2027 avec et sans projet

Le trafic lié à l'exploitation du projet induira un accroissement des émissions de NO_x et PM₁₀ inférieur à 1%. De plus, il est à noter que malgré l'augmentation du trafic liées à l'exploitation du PLQ, les émissions du NO_x et PM seront réduites d'environ 50% par rapport à la situation actuelle. Le trafic généré par l'exploitation du PLQ n'induera donc pas d'impact significatif sur la qualité de l'air.

Émissions liées au trafic dans le parking souterrain

La ventilation du parking souterrain devra être conçue et dimensionnée de manière à maintenir une qualité de l'air n'incommodant pas ses usagers, respectant les teneurs légales en polluants, et évitant la génération de nuisances significatives au droit des rejets d'air vers l'extérieur. De ce fait, le système de renouvellement d'air projeté devra respecter les exigences de la directive SICC VA 103-01 sur les « *Installations de ventilation des parkings (garages de moyennes et grandes dimensions)* ».

Émissions liées aux installations thermiques

Les deux stratégies d'approvisionnement énergétique indiquées dans le concept énergétique (CAD Satigny et pompes à chaleur sur sondes géothermiques) ne devraient pas augmenter les émissions de polluants atmosphériques du PLQ. En effet, bien que le CAD Satigny soit un réseau au bois, la chaufferie ne se situera pas dans le périmètre du projet, et que le PLQ soit raccordé ou non à ce réseau ne changera pas les émissions de polluants de la chaufferie centralisée du CAD. Concernant les PAC sur sondes, ces dernières n'émettent

pas directement de polluants dans l'atmosphère. Ainsi les impacts des émissions liées aux installations thermiques peuvent être considérées comme peu significatives.

4.1.5 Phase de réalisation

La phase de chantier du PLQ Pôle Satigny Gare émettra des polluants dans l'atmosphère, tant par la nature des travaux mis en œuvre que par l'emploi d'engins de chantier et de poids lourds (transport).

Conformément aux dispositions légales, les émissions de chantier doivent être limitées par des mesures préventives, selon l'état de la technique. Ces mesures doivent prendre en compte la nature, la dimension et la situation du chantier. Selon la Directive Air Chantiers, la nécessité d'agir en vue de réduire préventivement les atteintes liées aux polluants atmosphériques émis par les chantiers se définit par deux niveaux de mesures, A et B : le niveau A correspond aux exigences de base pour la bonne pratique de chantier et le niveau B à des exigences complémentaires pour des chantiers d'ampleur importante.

En considérant les caractéristiques de chantier du PLQ dans sa globalité (zone agglomération / centre-ville, durée > 1 an, surface > 4'000 m², cubage > 10'000 m³), le projet nécessitera la mise en œuvre de mesures de réduction des émissions les plus contraignantes de niveau B qui devront être appliquées de manière systématique aux chantiers.

Les caractéristiques du chantier n'étant pas connues à ce stade du projet, les impacts définitifs de la phase de réalisation sur la protection de l'air seront évalués ultérieurement. Cependant, les principes suivants sont applicables :

- Préparation et contrôle : caractérisation des travaux générateurs d'émissions (genre, nombre, durée), quantification des émissions, contact avec le service spécialisé, formulation des mesures et conditions de mise en soumission, élaboration de stratégies en cas d'accident, etc. ;
- Procédés de travail mécaniques (transbordement, déconstruction) : fixation des poussières par maintien de l'humidité des matériaux, démolition en éléments aussi gros que possible, transbordements à basses hauteurs de lâchage et vitesses de chute, confinement des points d'émissions de poussières, réduction des regroupements de gravats et protection contre le vent, etc. ;
- Procédés de travail thermiques et chimiques (revêtement, étanchéité) : emploi de bitumes à faibles taux d'émissions de polluants atmosphériques et fumées, utilisation d'émulsions bitumineuses, emploi de produits ménageant l'environnement (traitement de surfaces, colle, garnitures de joints), etc. ;
- Machines et appareils : emploi de machines satisfaisant la directive européenne 97/68/CE et le règlement CEE 96, équipement des machines et appareils diesel de systèmes de filtres à particules (SFP) en fonction de leur puissance, entretien régulier des engins, emploi de carburants pauvres en soufre, etc. Les machines et les appareils équipés de moteurs diesel d'une puissance supérieure à 18 kW ne seront employés que s'ils sont équipés d'un système de filtre à particules conforme, dans le respect des dispositions transitoires ;
- Appel d'offres : fixation des conditions et du cadre général de la réduction des émissions de polluants, formulation des prestations des documents de soumission, etc. ;
- Exécution des travaux : planification du déroulement des opérations, surveillance de l'application des mesures de limitation des émissions, intégration des mesures de limitation des émissions dans un système de management de la qualité (PQM), instruction du personnel, etc.

Les mesures de contrôle et de minimisation des émissions de polluants et de poussières devront faire l'objet d'un suivi de chantier systématique, dont les dispositions devront être versées aux cahiers des charges des entreprises soumissionnaires et seront développés dans les procédures ultérieures.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Précision des estimations des émissions liées au trafic dans la maille kilométrique de référence.
- Estimation des émissions liées au parking souterrain et vérification de la conformité des installations de renouvellement d'air avec les directives en vigueur.
- Confirmation de l'absence d'émissions liées à l'approvisionnement en énergie en fonction de l'option définitivement retenue.
- Confirmation de l'absence d'émissions polluantes particulières (p.ex. COV).
- Évaluation finale de l'impact du projet sur la qualité de l'air et proposition, le cas échéant, de mesures complémentaires.
- Évaluation des impacts en phase de chantier et détermination des mesures à mettre en œuvre selon la Directive Air Chantiers lors de la phase de réalisation.

4.2 Protection du climat

4.2.1 Bases légales

La principale base légale associée aux enjeux climatiques est la Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂ (ou Loi sur le CO₂). Selon l'Article 3, « *d'ici à 2020, les émissions de gaz à effet de serre réalisées en Suisse doivent être globalement réduites de 20% par rapport à 1990* ».

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

Le 28 août 2019, le Conseil fédéral a annoncé que, d'ici à 2050, la Suisse ne devra plus rejeter dans l'atmosphère davantage de gaz à effet de serre que ce que les réservoirs naturels et artificiels sont capables d'absorber. En adoptant cet objectif climatique, la Suisse rejoint un grand nombre de pays qui visent un niveau de zéro émission nette à l'horizon 2050. L'objectif sera fixé dans la législation lors d'ultérieures révisions de la loi sur le CO₂ pour la période postérieure à 2030 et ne figure ainsi pas dans l'actuelle révision totale de la loi sur le CO₂.

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

- La dernière COP en date est la COP 25 qui s'est déroulée au mois de décembre 2019 à Madrid en Espagne. Cette dernière COP n'a pas réussi à renforcer ni à concrétiser l'accord de Paris.
- La COP 21 et l'accord de Paris définissent un objectif principal de maintenir l'augmentation de la température mondiale bien en-dessous de 2°C et de mener des efforts encore plus poussés pour limiter l'augmentation de la température à 1.5°C au-dessus des niveaux pré-industriels. L'accord vise à renforcer la capacité à faire face aux impacts du changement climatique. La Suisse est signataire de cet accord.
- L'amendement de Doha au protocole de Kyoto (2012) : réduction des émissions de gaz à effet de serre de 20 % par rapport au niveau de 1990, au cours de la période 2013-2020.
- L'Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparation et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim, 2005) : restriction et réglementation de l'utilisation des gaz synthétiques à effet de serre et des gaz appauvrissant la couche d'ozone.

En Suisse, plus de 80 % des émissions anthropiques de gaz à effet de serre proviennent de la combustion d'agents énergétiques fossiles (transport, chauffage, industrie), dont la principale résultante est le CO₂. Les

sources de gaz à effet de serre et de gaz appauvrissant la couche d'ozone étant néanmoins nombreuses, un large éventail de mesures doit être mis en œuvre pour atteindre les objectifs de réduction que la Suisse s'est fixés en matière de protection du climat.

Le canton de Genève s'est doté d'un plan climat cantonal, intitulé « *Plan de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques 2018-2022* ». Il présente un premier train de vingt-cinq mesures qu'il s'agit de mettre en œuvre durant la période 2018-2022. Il fait suite au volet 1 du plan climat cantonal (PCC) qui définit la stratégie cantonale en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques.

En complément et pour répondre à la motion M2520 du Grand Conseil, le Conseil d'Etat genevois a décidé, le 4 décembre 2019, de déclarer l'urgence climatique et de fixer des objectifs plus ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, visant désormais 60% de réduction d'ici 2030 (par rapport à 1990) et la neutralité carbone pour 2050.

Le Conseil d'Etat a présenté son plan climat cantonal renforcé le 2 juin 2021, qui concrétise cet objectif de diminution de 60% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et la neutralité carbone au plus tard en 2050.

4.2.2 Situation actuelle

Selon une étude du Réseau de recherche sur le changement climatique urbain, Genève figure parmi l'une des villes du monde qui est soumise aux plus fortes hausses de températures. La prévention et la lutte contre les îlots de chaleur en milieu urbain est d'ailleurs l'une des dix mesures d'adaptation aux changements climatiques détaillées dans le deuxième volet du « Plan climat cantonal », adopté par le Conseil d'État en décembre 2017 et du plan climat cantonal renforcé du 2 juin 2021.

Une identification des zones sensibles, par le biais d'une cartographie des îlots de chaleur a depuis été réalisée, et fait partie intégrante du rapport d'analyse climatique du canton de Genève, publié en décembre 2020.

Le périmètre est actuellement divisé en deux zones : la place de stockage en revêtement perméable représentant un écart d'environ 2°C avec les pelouses pour la période 1981-2010 et le parking et la place de la gare en revêtement imperméable présentant un écart de 4 à 5°C (Figure 7).

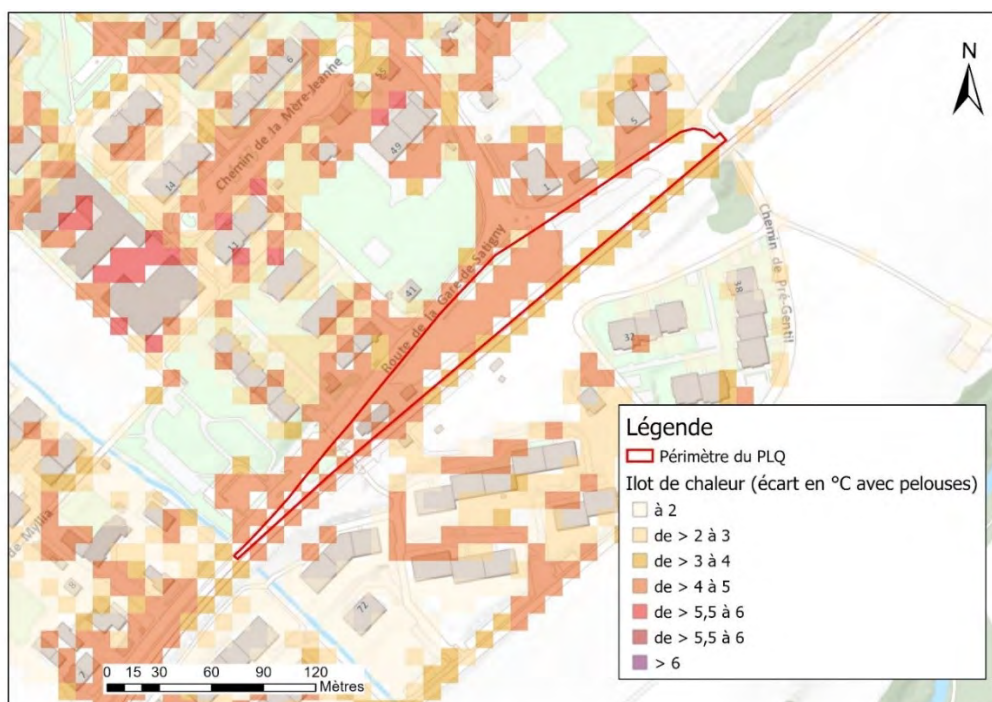


Figure 7 : Ecart de température avec les pelouses pour la période 1981 – 2010

Pour mesurer les impacts de ces écarts de température, la température physiologique équivalente (PET) a été cartographiée sur l'ensemble du territoire genevois. La PET est un indice bioclimatique utilisée pour mesurer la charge thermique sur l'homme, qui combine la température de l'air, l'humidité, le vent et les flux de rayonnement solaire. Dans le secteur du projet, la PET peut tout de même atteindre les 42°C en période diurne, représentant un stress de chaleur extrême (Figure 8).

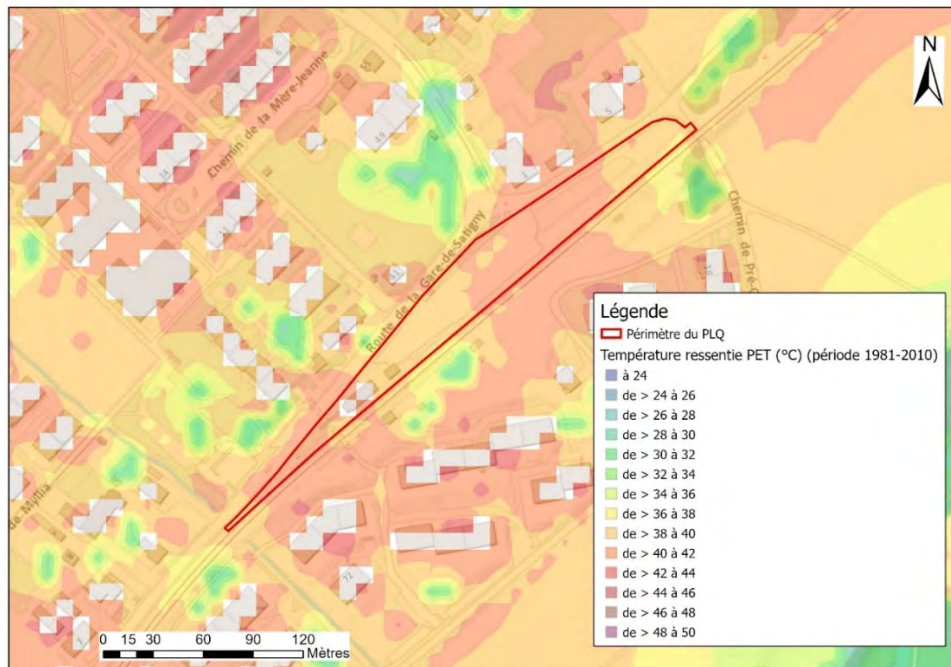


Figure 8 : Température physiologique équivalente pour la période 1981 – 2010

L'étude « NOS ARBRES » menée par le réseau d'experts de promotion de la biodiversité et des services écosystémiques GE-21¹, indique que le périmètre du projet, avec une température proche de 28°C, ne se situe pas dans un îlot de chaleur urbain à proprement parler (Figure 9, source : https://nos-arbres-ge-21.shinyapps.io/app_lst/).

Afin de réduire les effets néfastes des îlots de chaleur à Genève, un plan sur la nécessité d'intervenir a été élaboré. Selon ce plan, le périmètre du projet de PLQ se situe dans une zone de nécessité d'intervention intermédiaire (Figure 10, source : <https://nos-arbres-ge-21.shinyapps.io/application/>).

Sur la base de ces illustrations, le projet constitue tout de même un enjeu pour contrecarrer les effets néfastes des îlots de chaleur et a pour objectif de ne pas dégrader la situation existante.

¹ <http://www.ge21.ch/index.php/portfolio/nos-arbres>, consulté en janvier 2021

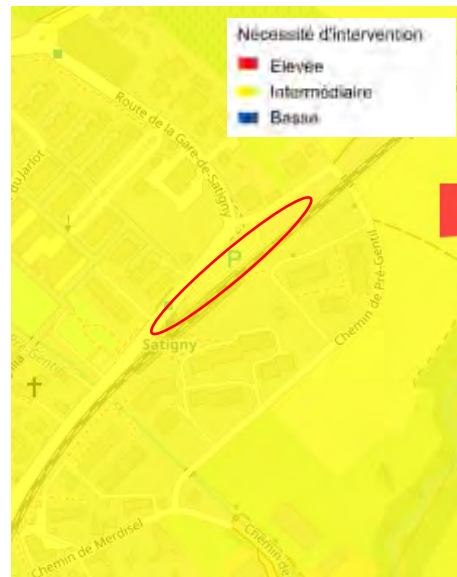
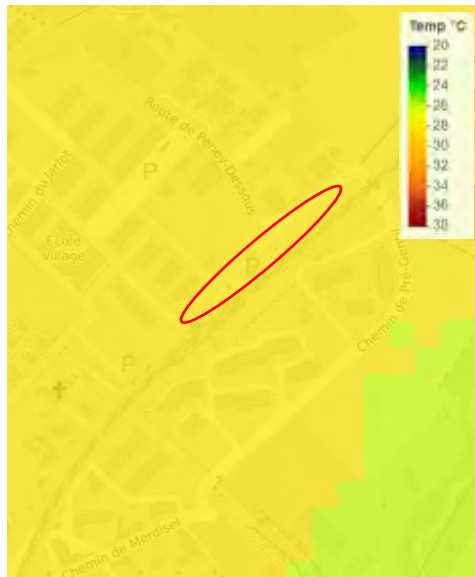


Figure 9 : Température des îlots de chaleur urbains Figure 10 : Nécessité d'intervenir contre les îlots de chaleur

4.2.3 État futur projeté sans projet

A l'état futur, pour la période 2020-2049, la PET est estimée jusqu'à 46°C en période diurne dans le périmètre du projet (Figure 11). Il est donc indispensable de prévoir des mesures permettant de lutter contre les îlots de chaleur dans le cadre du projet afin de limiter la détérioration de la situation actuelle.

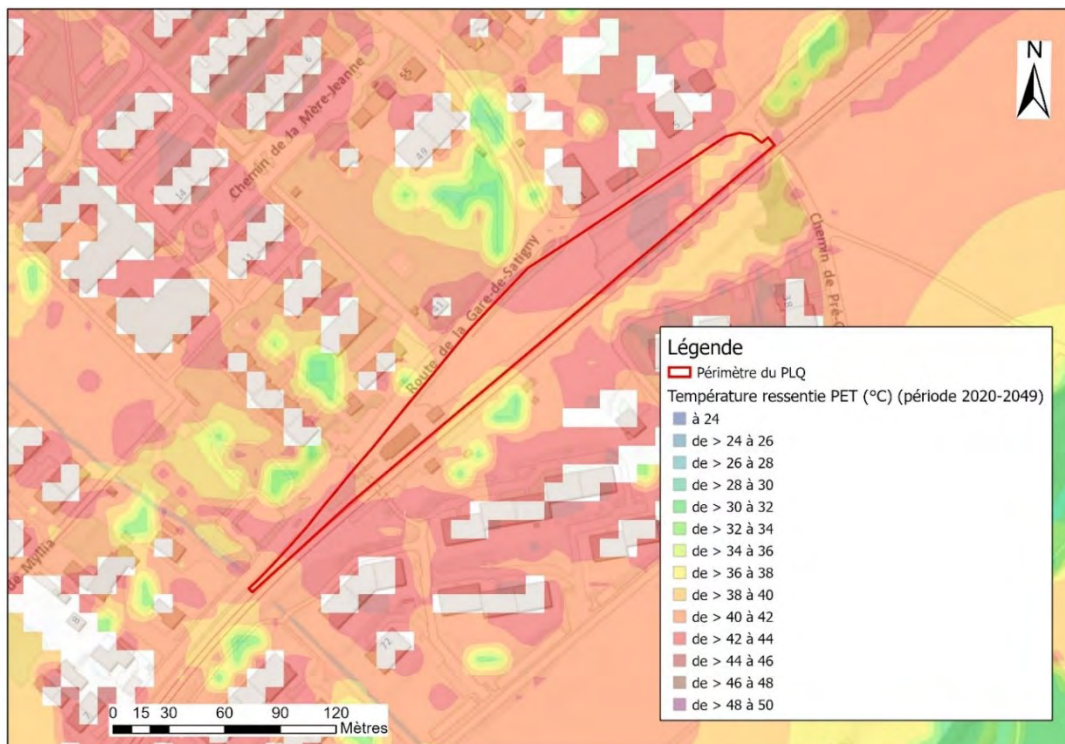


Figure 11 : Température physiologique équivalente pour la période 2020 – 2049

4.2.4 Impacts du projet

L'adéquation du projet avec les objectifs des atteintes du climat dépend ainsi :

- du concept énergétique mis en œuvre ;
- du choix des matériaux de construction ;
- de la gestion des transports et des déplacements ;
- de la végétation arborée offrant des ombrages limitant les effets d'îlots de chaleur ;
- de la nature des surfaces de revêtements proposées et de leur coefficient albédo ;
- de l'interdiction d'utiliser des gaz synthétiques à effet de serre et des gaz appauvrissant la couche d'ozone lors de la réalisation du projet.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Vérification que les objectifs de protection du climat sont pris en compte dans le projet.
- Viser des revêtements de surfaces à réflectivités et albédos élevés.
- Assurer une résilience et une adaptation aux changements climatiques par le choix des espèces à planter.
- Étude des mesures permettant de contrecarrer les effets néfastes des îlots de chaleur.

4.3 Protection contre le bruit et les vibrations

4.3.1 Bases légales

Dans le cadre du projet, la problématique du bruit doit être évaluée sous deux points de vue :

1. L'impact du bruit généré par le projet sur les récepteurs sensibles existant aux alentours ;
2. L'impact du bruit alentour sur les nouvelles constructions du projet.

Le projet du PLQ Pole Satigny Gare implique la réalisation de nouvelles installations fixes génératrices de bruit et la création de nouveaux récepteurs sensibles au bruit. À ce titre, les exigences suivantes sont à considérer :

- Le trafic induit par l'exploitation du PLQ ne doit pas entraîner un dépassement des valeurs limites d'immissions (VLI) au droit des récepteurs sensibles existants, consécutif à l'utilisation accrue d'une voie de communication, ou à la perception d'immissions de bruit plus élevées si cette voie de communication nécessite un assainissement (OPB, art. 9) ;
- L'implantation de nouveaux locaux à usage sensible dans des zones à bâtir existantes et équipées n'est autorisée que si les valeurs limites d'immissions (VLI) peuvent être respectées ou si elles peuvent l'être grâce à des mesures typologiques ou constructives permettant de protéger les locaux à usage sensible contre le bruit (OPB, art. 31) ;
- Le bruit des futures installations fixes du PLQ ne doit pas excéder les valeurs de planification (VP) au droit de l'ensemble des récepteurs sensibles existants et futurs (OPB, art. 7) ;
- Le bruit des chantiers doit être limité par des mesures appropriées (OPB, art. 6), qui sont développées dans la Directive sur les mesures de construction et d'exploitation destinée à limiter le bruit des chantiers (Directive sur le bruit des chantiers, OFEV, 2006, version de 2011) ;
- Le respect des exigences minimales de la norme SIA 181/2020 pour la protection contre le bruit aérien extérieur, intérieur, le bruit des chocs et le bruit des équipements fixes du bâtiment (OPB, art. 32).

Les valeurs limites d'exposition sont déterminées par l'annexe 3 OPB pour le bruit routier, l'annexe 4 pour le bruit ferroviaire et par l'annexe 6 OPB pour le bruit des nouvelles installations fixes (ventilation, climatisation, trémie de parking), en fonction du degré de sensibilité au bruit attribué à la zone concernée.

Les installations techniques fixes des futures constructions (p.ex. : ventilation) seront susceptibles d'induire des impacts sonores tant en phases diurne que nocturne (7h-19h/19h-7h, selon l'OPB), tandis que les nuisances attendues en phase de chantier ne seront à priori que diurnes (7h-19h, selon la directive sur le bruit des chantiers).

Pour les installations routières et ferroviaires, les périodes considérées sont diurne (06h-22h) et nocturne (22h-06h).

4.3.2 Situation actuelle

Le périmètre du projet est une zone à bâtir existante (zone de développement 4B protégée) et à raison de 21 m² en zone ferroviaire. Le périmètre du projet est affecté à un degré de sensibilité III (DS III) et une partie est non attribuée (Figure 12). Le degré de sensibilité de la totalité de la zone sera en DS III. Le zone villa située en face du périmètre du projet est quant à elle en DS II.

S'agissant d'une zone constructible existante, les valeurs limites d'immissions (VLI) devront être respectées à l'embrasure des futurs locaux sensibles au bruit. Les valeurs limites d'immissions (VLI) des récepteurs sensibles en DS II et III sont présentées dans le tableau ci-après.

Lr en dB[A]	Jour		Nuit	
	VP	VLI	VP	VLI
DS II	55	60	45	50
DS III	60	65	50	55

Tableau 6 : Valeurs limites d'exposition au bruit

À noter que pour les locaux d'exploitation situés dans des secteurs en DS I, II ou III, les valeurs de planification et les valeurs limites d'immissions sont de 5 dB(A) plus élevées (OPB, art. 42).

Le secteur est soumis à deux sources de bruit selon les données du SITG. Les nuisances provenant du bruit routier (route de la Gare-de-Satigny) et ferroviaire (liaison Genève-La Plaine) sont à considérer. Aucune autre source de bruit ne présente d'impacts potentiels (bruit des avions et bruit de l'art, des métiers et de l'industrie).

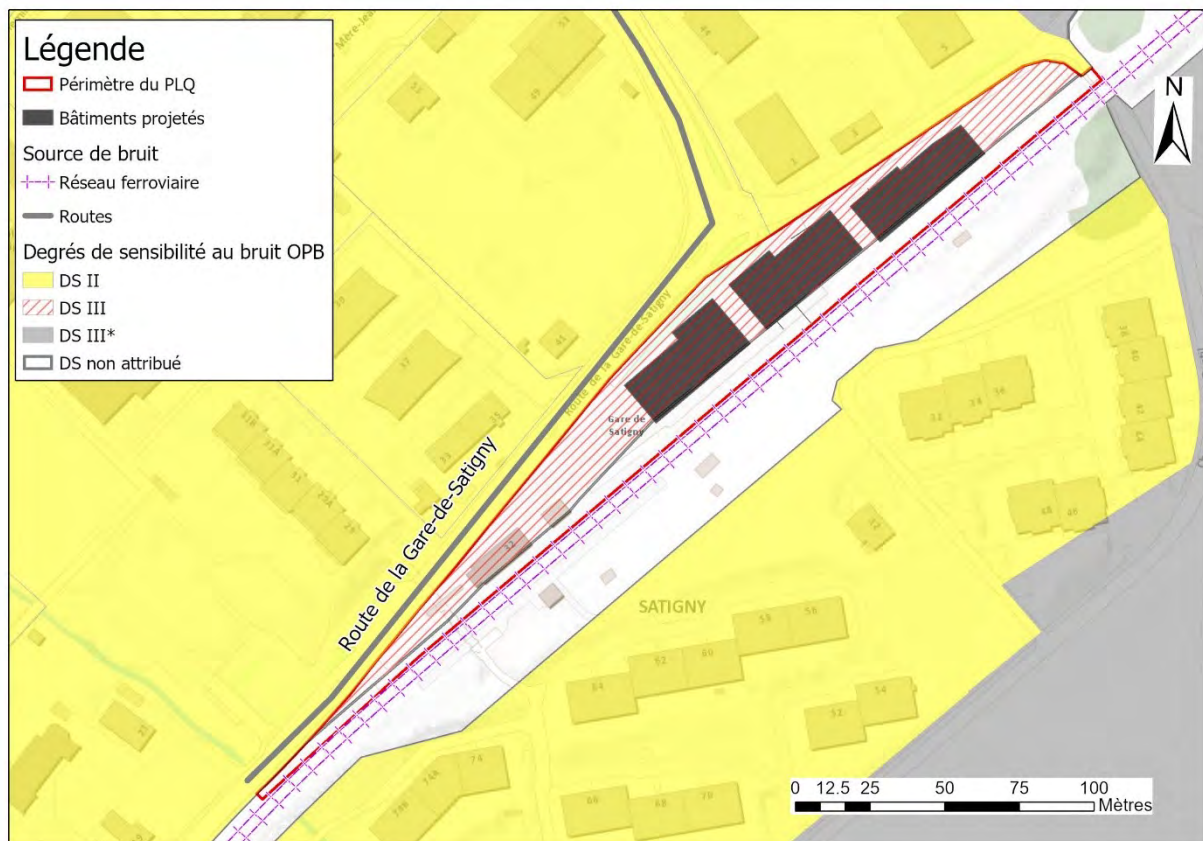


Figure 12 : Degrés de sensibilité au bruit OPB et sources de bruit identifiées

Le périmètre du projet est exposé au bruit de la route de la Gare-de-Satigny. Selon le SITG, les VLI sont respectées pour la majorité des bâtiments dans le secteur proche (Figure 13 et Figure 14) avec néanmoins quelques dépassements sur la route de la Gare-de-Satigny (vers le bâtiment sis au n°55). La route de la Gare-de-Satigny (RC 74) a fait l'objet d'un projet d'assainissement du bruit routier et a pu bénéficier de la pose d'un revêtement phonoabsorbant réalisé en 2019.

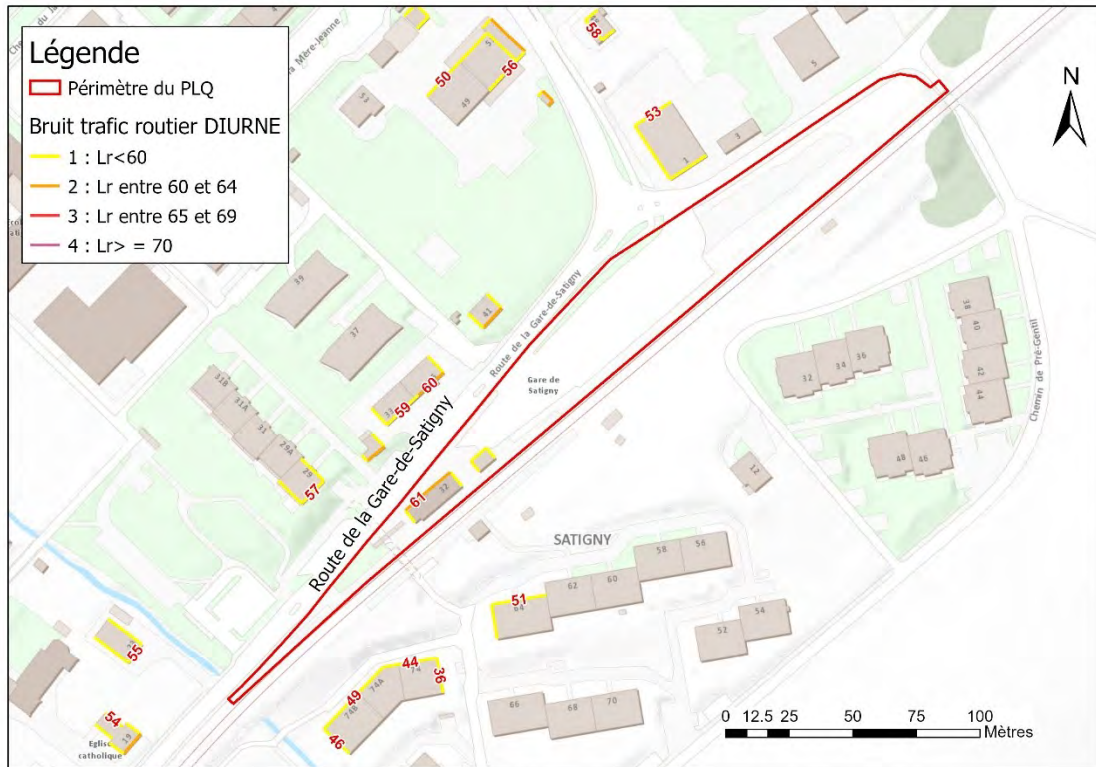


Figure 13 : Bruit routier actuel diurne

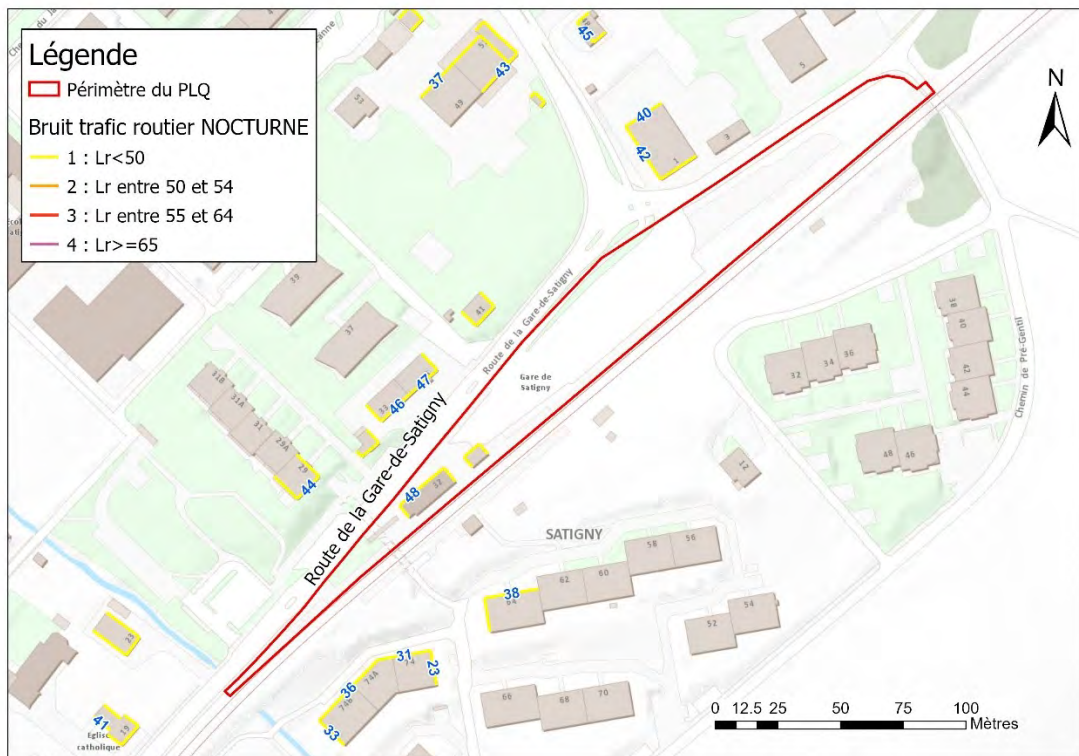


Figure 14 : Bruit routier actuel nocturne

4.3.3 Bruit lié au trafic routier

L'analyse de la protection contre le bruit à l'état futur avec projet porte sur les trois volets suivants :

- Analyse relative aux récepteurs sensibles existants et l'utilisation accrue d'une voie de communication (art. 9 OPB) ;
- Analyse relative aux futurs récepteurs sensibles du PLQ (art. 31 OPB), sujets aux nuisances du bruit ferroviaire et routier ;
- Analyse relative aux bruits des nouvelles installations fixes générées par le projet (installations CVC et trémie de parking, art. 7 OPB).

4.3.3.1 Analyse de la conformité à l'article 9 OBP (récepteurs sensibles existants)

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

La lettre a. de l'article 9 OPB précise que l'utilisation accrue d'une voie de communication ne doit pas entraîner de nouveaux dépassements des VLI.

Le chemin de Pré-Gentil subit une augmentation des charges de trafic de l'ordre de 120%. Le trafic à l'horizon d'exploitation du PLQ sera de 450 vh/j. Un calcul préliminaire a été réalisé sur la base des données disponibles et selon la méthode STL86+.

Avec une considération d'un trafic de 450 vh/j (standard OPB pour la répartition jour/nuit et trafic bruyant), le calcul STL86+ donne les valeurs d'émission suivantes :

Leq1m jour = 62.9 dB(A) et Leq1m nuit = 49.8 dB(A)

Ainsi les niveaux d'évaluation Lr (situation pessimiste) à 10 m sont de 53 dB(A) de jour et 40 dB(A) de nuit, soit en dessous des valeurs de planification (à fortiori les VLI sont respectées).

La lettre b. de l'article 9 OPB précise que pour les axes nécessitant un assainissement obligatoire (le cas de la route de la Gare-de-Satigny), l'augmentation de trafic lié à l'exploitation des nouveaux bâtiments ne doit pas entraîner une perception de bruit plus importante (c'est à dire supérieure à 1 dB(A)).

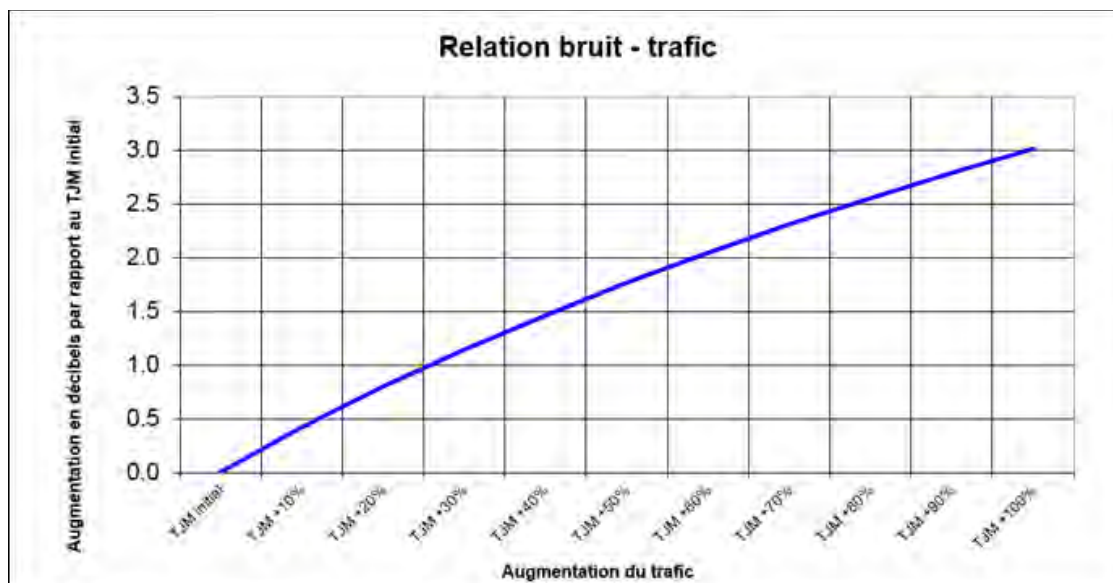


Figure 15 : Relation bruit/trafic (CSD, 2021)

Sur la base des données de l'ingénieur mobilité, les augmentations de trafic liées à l'exploitation du PLQ seront relativement limitées. Les pourcentages d'augmentation sont synthétisés dans le Tableau 7 ci-après.

Route	TJM actuel	TJM futur sans projet	TJM futur avec projet	Différence (en %)
Chemin de Pré-Gentil	200	200	450	120
Route de la Gare-de-Satigny (jusqu'au rond-point de la route d'Aire-la-Ville)	5'200	5'200	5'250	1.0
Route de la Gare-de-Satigny (entre le rond-point d'Aire-la-Ville et le Chemin de Pré-Gentil)	4'600	4'600	4'650	1.1
Route de la Gare-de-Satigny (du Chemin de Pré-Gentil au croisement avec la route du Mandement)	4'600	4'600	4'850	5.4
Route du Mandement vers Meyrin	11'500	11'500	11'700	1.7
Route du Mandement Satigny	6'950	6'950	7'000	0.7

Tableau 7 : Augmentation du trafic lié à l'exploitation du PLQ

Les augmentations de trafic liées à l'exploitation du PLQ représentent au plus 5.4 %, ce qui équivaut à des augmentations de bruit de l'ordre de 0.2 dB(A).

Les exigences de l'article 9 lettre b OPB sont donc respectées avec marge pour ces routes ayant nécessité un assainissement.

4.3.3.2 Analyse de la conformité à l'article 31 OPB (futurs récepteurs sensibles du PLQ)

A ce stade, les bâtiments ne sont pas encore implantés, on considère pour l'état futur 2027 un trafic journalier moyen (TJM) sur la route de la Gare-de-Satigny d'environ 4'650 uv/j. Un récepteur fictif a été placé sur la parcelle n°10'294 à 4 m de la limite de la parcelle (selon la Loi sur les constructions et installations diverses, LCI). Les niveaux sonores s'établissent à 64 dB(A) de jour et 50 dB(A) pour la nuit (sans mise en œuvre de mesures d'assainissement).

Cette analyse préliminaire montre que les VLI du DS III sont respectées au droit de la parcelle CFF.

A l'état futur, des arrêts de bus sont prévus au droit du PLQ. Au stade de la DD, des propositions concernant la position des arrêts seront faites. Tout devra être mis en œuvre pour ne pas augmenter la charge sonore de l'environnement. La contribution de l'abri bus sur l'exposition aux nuisances sonores des locaux sensibles les plus exposés devra être quantifiée.

4.3.4 Bruit lié au trafic ferroviaire

Les évaluations du bruit des trains se basent sur les données d'émission fournies par les CFF, à l'horizon 2025 pour la ligne 151. Les valeurs d'émissions (Lre) à considérer sont synthétisées dans le Tableau 8.

emissionsprognose_2025

Reihen	BP von	BP bis	km von	km bis	Leq Tag	Leq Nacht	Schienez	K1 Tag dB(A)	K1 Nacht dB(A)	Lr Tag dB(A)	Lr Nacht dB(A)
1	ZIM	SY	66.984	69.338	70.2	65.1	-1.2	-5	-12.7	64.0	51.1
2	ZIM	SY	69.338	69.374	70.0	64.9	-1.2	-5	-12.7	63.8	51.0
1	SY	RUS	69.374	71.74	70.0	64.9	-1.2	-5	-12.7	63.8	51.0
2	SY	RUS	71.74	72.18	69.6	64.6	-1.2	-5	-12.7	63.4	50.7
3	SY	RUS	72.18	72.775	69.8	64.8	-1.2	-5	-12.7	63.6	50.9

		Leq J	Leq N	A considérer	
				Lr J dB(A)	Lr N dB(A)
ZIM	SY	70.1	65.0	63.9	51.1
SY	RUS	69.8	64.8	63.6	50.8

Tableau 8 : Niveaux d'émission du bruit ferroviaire

Le calcul des niveaux d'immissions sur les bâtiments projetés se base sur les niveaux cumulés des 2 sens de circulation et représente, à une distance de 12 m des niveaux d'immissions de :

- Lr,i jour = 55.4 dB(A)
- Lr,i nuit = 42.6 dB(A)

Ces niveaux d'évaluation corroborent les cartes d'immissions consultables sur le site de la Confédération.

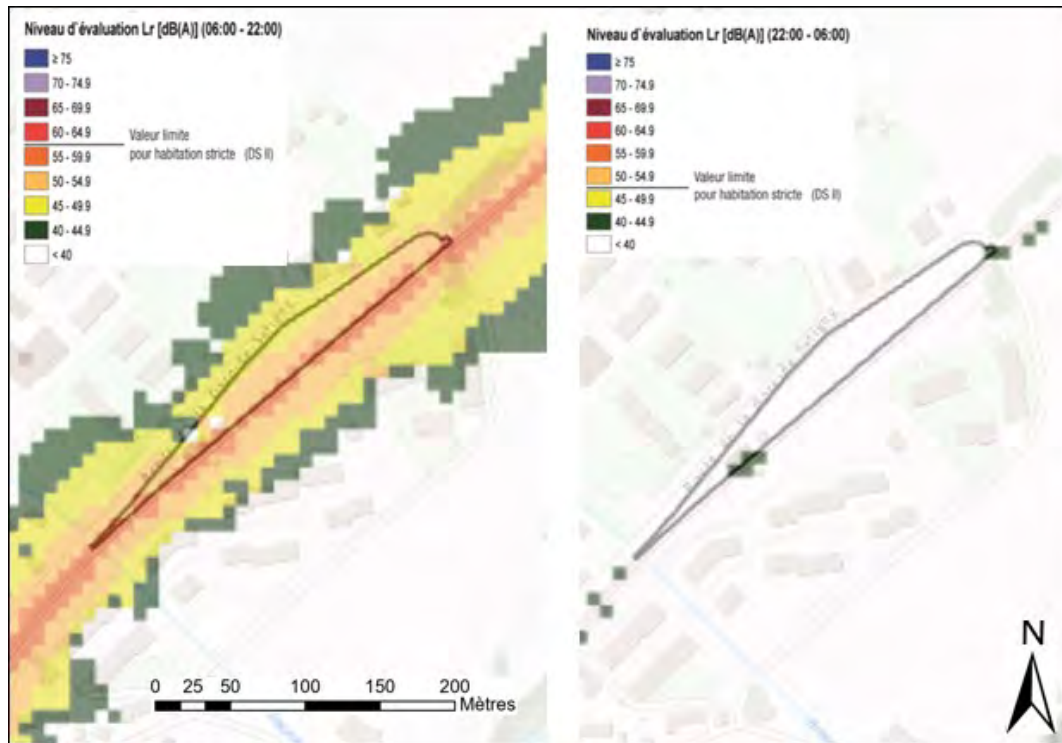


Figure 16 : Propagation du bruit ferroviaire au droit du PLQ (source Confédération)

Les valeurs limites du degré de sensibilité au bruit III (Lr jour = 65 dB(A) et Lr nuit = 55 dB(A)) sont largement respectées.

4.3.5 Bruits liés à la gestion des déchets

Un emplacement pour un écopoint est réservé à l'est du PLQ, sur une aire d'implantation située à environ 9m (en linéaire) vis-à-vis du bâtiment le plus proche (voir Figure 17).

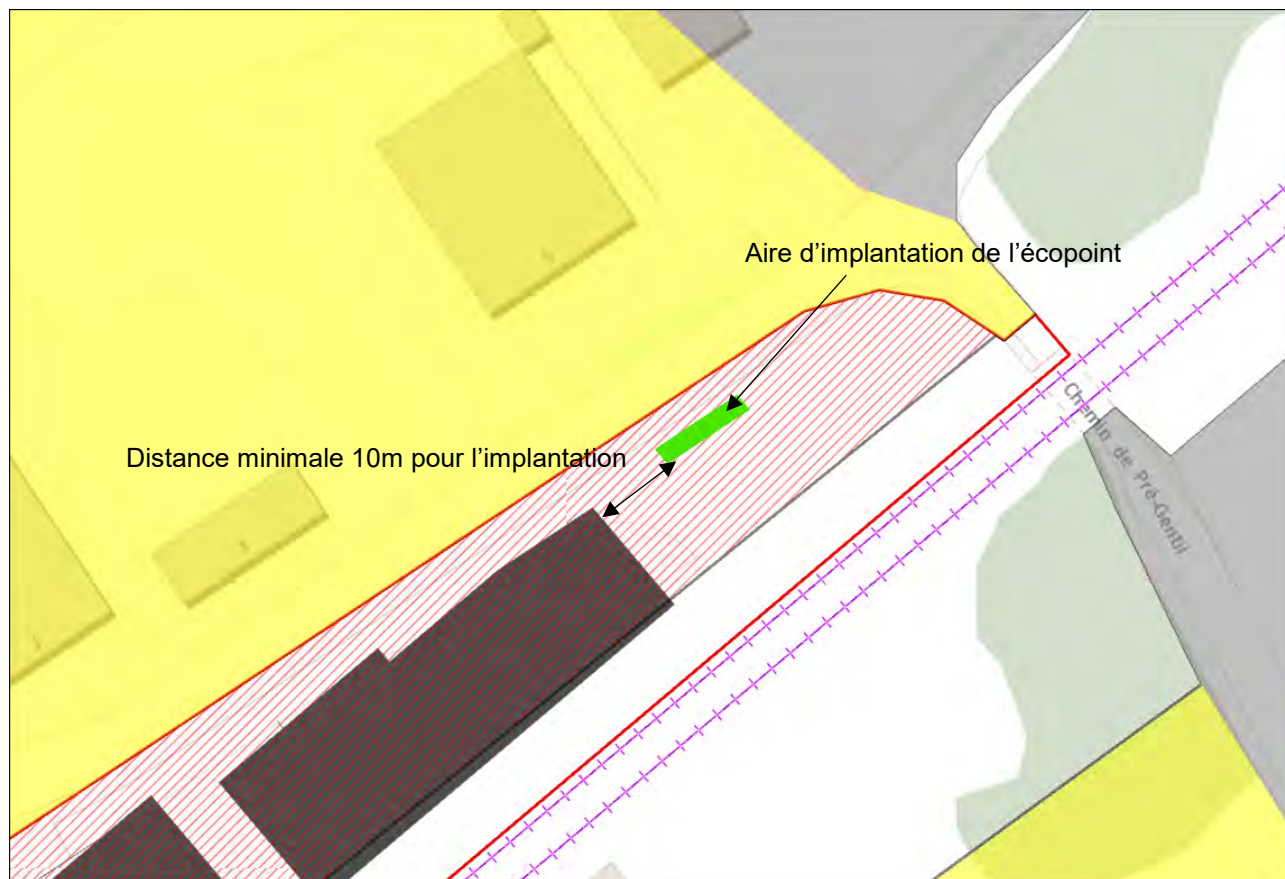


Figure 17 : Localisation de l'aire pour l'implantation d'un écopoint

S'agissant d'une nouvelle installation fixe, les exigences VP du DS III seront applicables. A ce stade et au vu de la position envisagée, aucune mesure particulière n'est à mettre en œuvre. L'écopoint devra se situer à minima à 10m du bâtiment pour éviter toutes nuisances particulières. Il s'agira, lors de la phase des autorisations de construire, de confirmer ce point en réalisant une évaluation de détail.

4.3.6 Nouvelles installations fixes du projet de PLQ

Le PLQ générera potentiellement du bruit via l'exploitation de la trémie d'accès au parking souterrain et le fonctionnement des installations techniques des futurs bâtiments (CVC).

Les détails constructifs des bâtiments du PLQ n'étant actuellement pas définis, les nuisances sonores liées aux installations techniques (ventilation, trémie) ne peuvent être évaluées au stade de la présente notice d'impact sur l'environnement.

Le respect des exigences légales (VP) devra être vérifié pour les nuisances sonores générées conjointement par toutes les installations fixes (trémie d'accès, installations techniques) dans le cadre des requêtes en autorisation de construire.

4.3.7 Vibrations

L'exploitation des diverses infrastructures du PLQ n'engendrera aucune propagation de vibrations dérangeantes, en raison de la nature des activités prévues.

L'éloignement des bâtiments projetés vis-à-vis des voies ferroviaires permettra de limiter les risques liés aux vibrations générées par les convois ferroviaires. Le respect des exigences de l'EVBSR devra néanmoins être confirmé dans les procédures ultérieures.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Évaluation définitive des immissions sonores attendues au droit des récepteurs sensibles existants et des nouveaux récepteurs sensibles des bâtiments projetés du PLQ.
- Vérification du respect des normes en vigueur (art. 7, 9, 31 OPB) et définition de mesures de protection complémentaires si nécessaire.
- Vérification du respect de la norme SIA 181 édition 2020 (article 32 OPB).
- Évaluation définitive des mesures organisationnelles à prévoir sur la base de la Directive fédérale sur le bruit des chantiers (OFEV, 2006, version de 2011) (art. 6 OPB).
- Vérification de l'absence de nuisances liées aux vibrations en phase de chantier.
- Vérification de la conformité à l'EVBSR et le cas échéant recommandations constructives (dimensionnement des dalles des bâtiments).
- Mettre à jour les cartes de bruit routier avec les chiffres du cadastre du bruit routier actuel.

4.4 Protection contre les rayonnements non-ionisants (ORNI)

4.4.1 Bases légales

La protection des bâtiments et des personnes contre les rayonnements non ionisants (RNI) est traitée par l'Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI, 1999) qui régit la limitation des émissions des champs électriques et magnétiques générés par les installations stationnaires ainsi que les exigences posées à la définition des zones à bâtir.

Conformément à l'ORNI, les contraintes d'aménagement sont ainsi dépendantes du statut du périmètre en terme d'aménagement du territoire. Selon l'article 16 de l'ORNI, le respect de la limite de 1 microTesla (μT) ne s'applique formellement qu'aux nouvelles zones à bâtir.

Néanmoins, en vertu de l'application du principe de prévention, le SABRA demande à ce que tout soit mis en œuvre pour que la valeur limite de l'installation (VLInst) de 1 μT soit respectée pour toute nouvelle construction comportant des lieux à utilisation sensible (LUS), même dans une zone à bâtir existante.

Selon l'art. 3, al. 3 de l'ORNI, on entend par lieu à utilisation sensible (LUS) :

- les locaux situés à l'intérieur d'un bâtiment dans lesquels des personnes séjournent régulièrement durant une période prolongée ;
- les places de jeux publiques ou privées, définies dans un plan d'aménagement ;
- les parties de terrains non bâtis sur lesquelles des activités mentionnées ci-dessus sont permises.

Selon l'art. 6 de l'ORNI, la VLInst est une limitation des émissions concernant le rayonnement émis par une installation donnée. Par exemple, pour les chemins de fer, la VLInst est de 1 μT pour la valeur efficace de densité de flux magnétique (moyenne sur 24h).

4.4.2 Situation actuelle

Deux installations soumises à l'ORNI se situent dans le périmètre du PLQ et doivent être prises en considération. Il s'agit de la voie ferroviaire au sud du périmètre ainsi que l'antenne GSM-R des CFF avec deux opérateurs de téléphonie mobile (Figure 18).

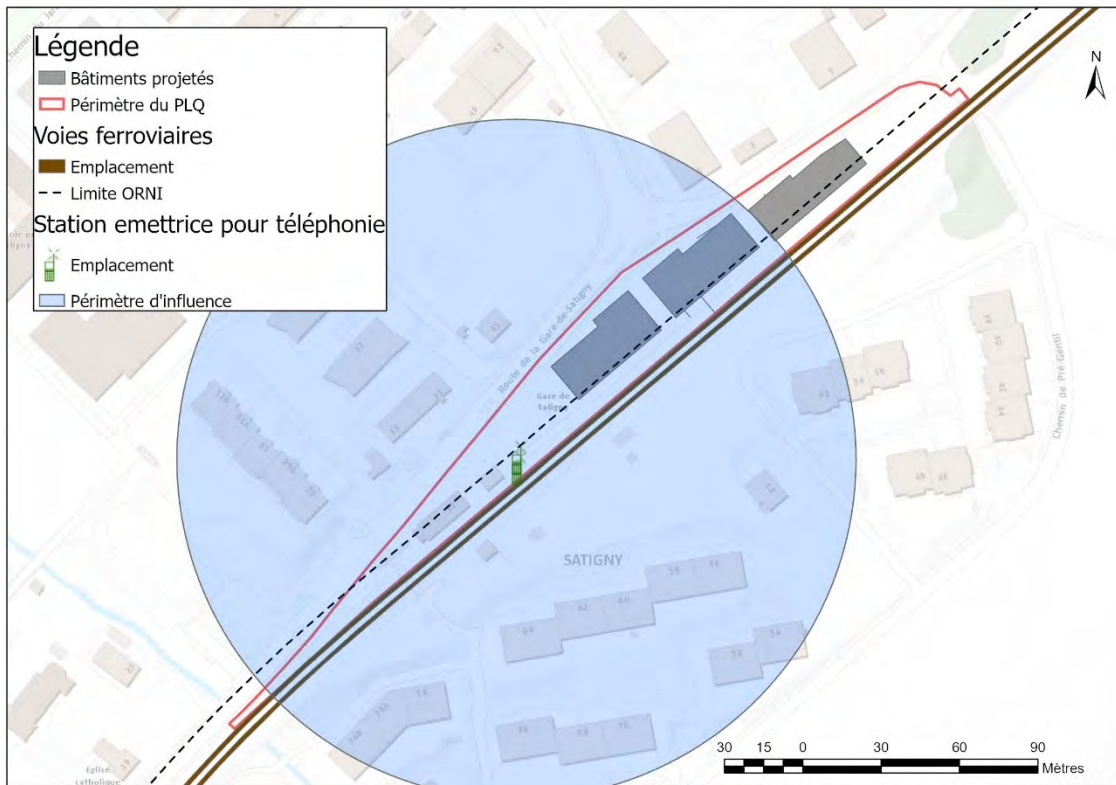


Figure 18 : Installations soumises à l'ORNI

4.4.2.1 Voies ferroviaires CFF

Le périmètre du PLQ est situé le long de la ligne ferroviaire CFF Genève – La Plaine (ligne 151) électrifiée en 25kV / 50Hz.

La détermination des rayonnements non ionisants pour la situation actuelle a été établie sur la base des courbes de champs d'induction magnétique des lignes de contact des voies dans le secteur de la gare de Satigny (PK 69.260) équipés de conducteurs de retour à 7 mètres de hauteur (*Source : CFF*).

Dans le secteur de la gare de Satigny, la limite de 1 μ T se situe à une distance de 10 mètres du bord des voies ferroviaires côté Nord.

Ainsi, le bâtiment des voyageurs et le bâtiment de service existants se situent déjà dans la zone de consultation ORNI.

4.4.2.2 Station émettrice des CFF (antenne GSM-R) et pour téléphonie mobile (2 opérateurs)

Une station émettrice des CFF et pour téléphonie mobile comprenant un ensemble de 29 antennes est actuellement en service sur le périmètre.

Les valeurs limites de l'installation sont dépendantes de la puissance apparente rayonnée émise (ERP) et sont définies dans l'annexe 1, alinéa 63 de l'ORNI.

Dans le cas présent, l'installation a un rayon d'impact de 130 mètres qui englobe les bâtiments existants conservés.

4.4.3 Impacts du projet

4.4.3.1 Voies ferroviaires CFF

À la demande du SABRA, une analyse des rayonnements non ionisants pour la situation future (horizon 2030) a été réalisée par le bureau ENOTRAC (Annexe C) à partir d'hypothèses validées par les CFF (valeurs de

courant déterminants, trafic ferroviaire futur...) pour la situation future. La limite de 1 μ T est située à 10 mètres du bord des voies ferroviaires sur le périmètre du PLQ.

Le PLQ du Pôle Satigny Gare prévoit l'implantation des fronts de bâtiments à une distance comprise entre 7.5 et 9.5 mètres du bord des voies ferroviaires. Ainsi, les bâtiments projetés ont une partie se trouvant au-dessus de la valeur limite d'immission de 1 μ T.

Les zones des bâtiments se situant dans la limite de consultation ORNI ne doivent aucunement présenter des locaux à utilisation sensible (LUS). Il est impératif que ces zones ne soient que des zones de passages où les occupants ne restent pas de façon prolongée. Cette contrainte a par ailleurs déjà été intégrée dans le projet d'architecture lauréat du concours.

L'implantation des bâtiments doit être vérifiée en tout temps pour le respect des exigences en termes de locaux à utilisation sensible et rayonnement non ionisant.

4.4.3.2 Station émettrice des CFF (antenne GSM-R) et pour téléphonie mobile (2 opérateurs)

Les bâtiments projetés se situent dans le rayon d'influence de la station émettrice. Ces nouveaux bâtiments à utilisation sensible ne permettront plus à l'installation actuelle des CFF de respecter l'ORNI (avec ou sans les opérateurs de téléphonie mobile). Le déplacement de l'antenne GSM-R hors de la zone habitée est donc obligatoire.

Les opérateurs de téléphonie mobile sont responsables de leur exploitation et devront, si nécessaire, adapter les caractéristiques des antennes (puissance, direction, etc.) par rapport aux nouveaux bâtiments afin de respecter l'ORNI sur la base de leur affectation.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Contrôle du respect de la VLInst. pour l'ensemble des bâtiments.
- Confirmation de la mise en œuvre des mesures nécessaires par l'exploitant de la station émettrice pour téléphonie mobile.
- Confirmation de l'absence de postes de transformation électrique sur le périmètre du projet.

4.5 Protection des eaux

4.5.1 Bases légales

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

Les dispositions sur les sols des garages doivent être consultées pour la construction des parkings, puisqu'elles régissent les systèmes d'évacuation des eaux et de séparation des huiles et essences y relatifs. Le système d'évacuation des eaux doit également être conforme à la norme SN 592 000 « Évacuation des eaux des biens-fonds », qui définit entre autres les dispositions sur le diamètre des dépotoirs et le raccordement aux conduites des eaux résiduelles.

La gestion des eaux de chantier doit, quant à elle, respecter les Directives relatives au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (OCEau, janvier 2019) et faire l'objet d'un plan de gestion au sens de la norme SIA 431.

4.5.2 Eaux souterraines

Le périmètre du projet se situe à l'extérieur du périmètre de toute nappe d'eau souterraine caractérisée et de tout secteur de protection des eaux. Le sous-sol du périmètre est en outre caractérisé par la présence de formations limono-argileuses, très peu perméables.

Le projet de PLQ ne présente donc aucun risque ou impact potentiel pour les eaux souterraines.

Toutefois, lors de la campagne de reconnaissance réalisée en juillet 2021 par le bureau Perreten & Milleret SA, des venues d'eau en charge ont été relevées. Celles-ci circulent au travers de couches sablo-limoneuses aquifères dont l'épaisseur relevée varie entre 30 et 160 cm. Ces couches lenticulaires, plus ou moins continues, drainent les eaux d'infiltration du coteau. Ainsi, une "pseudo-nappe" s'écoule depuis la route du Mandement vers la route de la Gare-de-Satigny avec un niveau piézométrique s'établissant approximativement, au vu des mesures effectuées, entre 1.5 et 2.0 m sous le terrain naturel, en fonction de l'intensité pluviométrique.

4.5.3 Eaux superficielles et milieux aquatiques

L'emprise du PLQ Pôle Satigny Gare appartient au bassin versant du Nant d'Avril, qui s'écoule à environ 200 mètres au sud-ouest du périmètre du projet.

Le périmètre est bordé par le ruisseau de Pré-Gentil à l'Ouest et par le ruisseau des Champs Rions à l'Est (Figure 19).

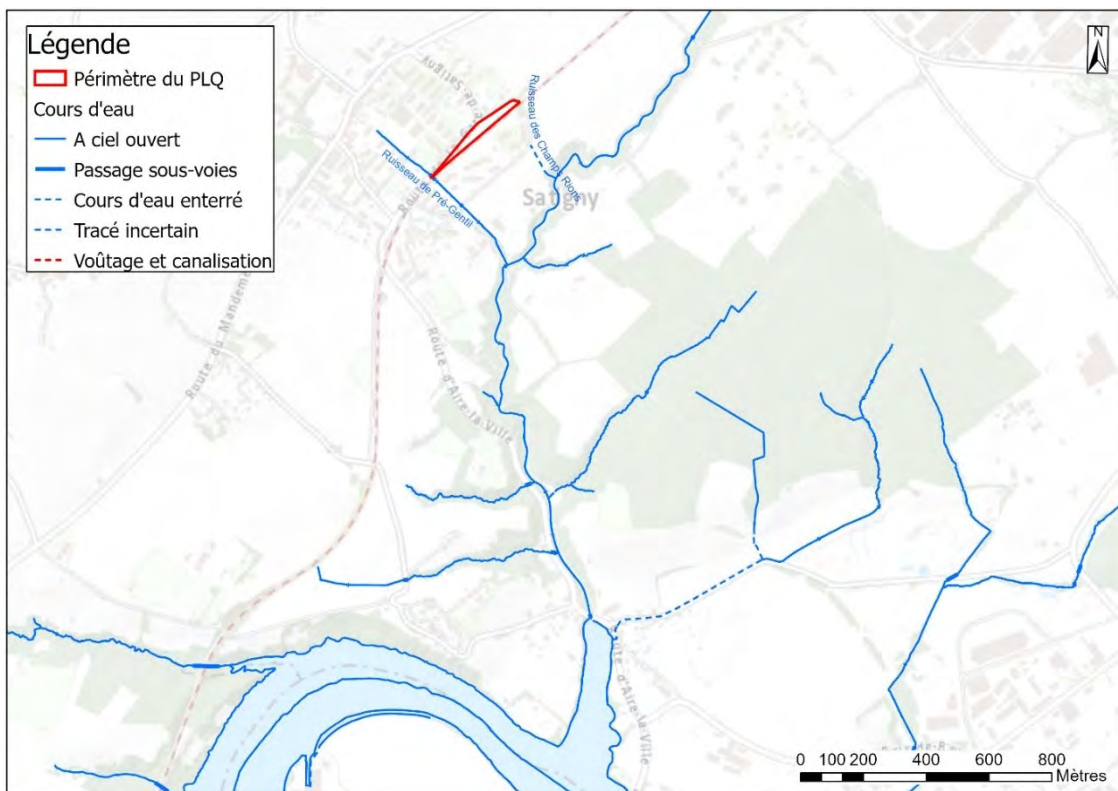


Figure 19 : Eaux superficielles

Aucun cours d'eau ou milieu aquatique n'est situé à l'intérieur ou à proximité immédiate du périmètre du PLQ. Le projet n'aura donc aucun impact sur ces aspects.

4.5.4 Eaux à évacuer

4.5.4.1 Situation actuelle

Le périmètre du PLQ est déjà actuellement équipé en mode séparatif, avec des réseaux EP et EU implantés sous la route de la Gare-de-Satigny et le chemin de Pré-Gentil, comme représenté à la Figure 20 ci-après.

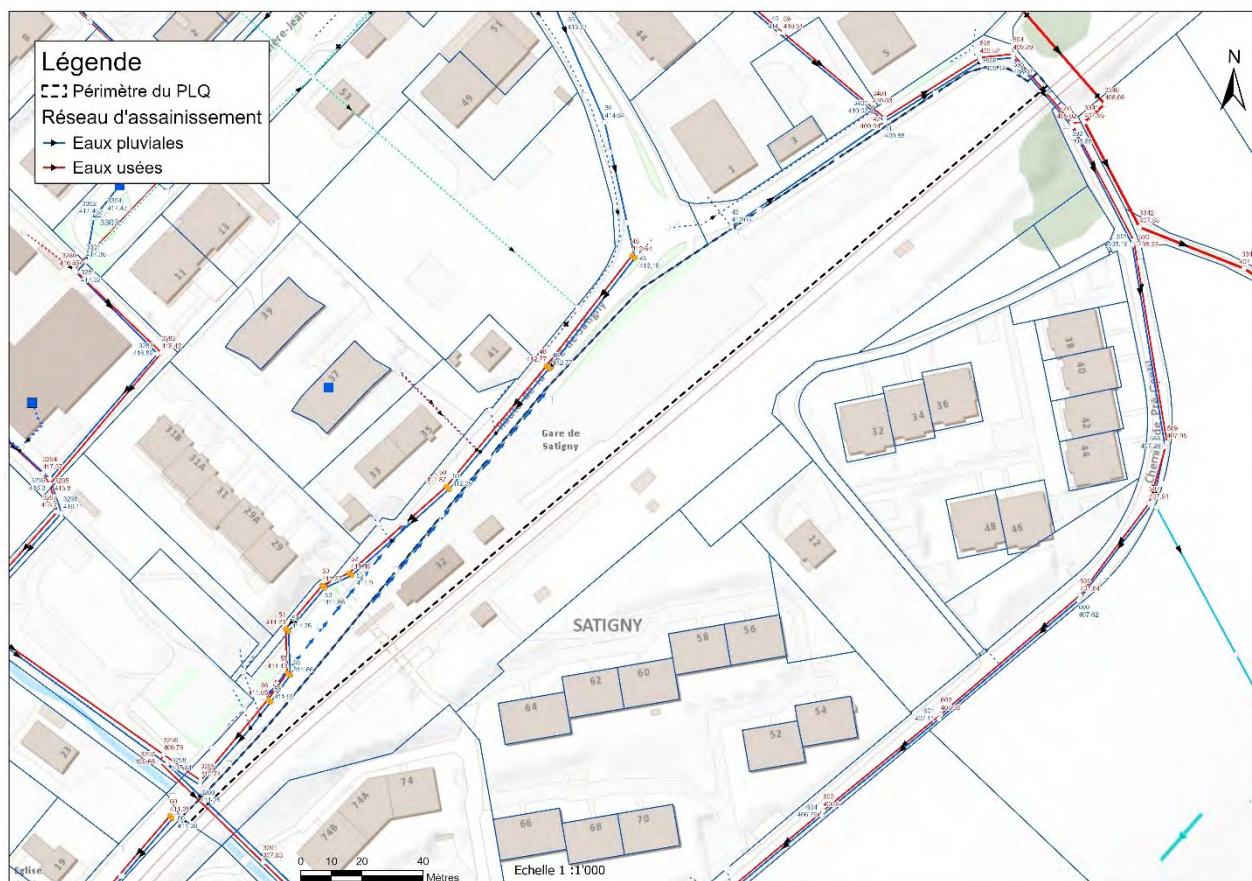


Figure 20 : Réseau d'assainissement existant

Au niveau de l'évacuation des eaux pluviales, selon le PGEE de la commune de Satigny, le périmètre du PLQ se situe au droit d'un secteur sur lequel l'infiltration des eaux pluviales est mauvaise ou non admise du fait du caractère imperméable des formations géologiques présentes.

En relation avec son appartenance au bassin versant du Nant d'Avril, la contrainte de rejet suivante est à considérer pour le périmètre du projet : débit maximal de 10 l/s/ha pour un temps de retour T de 10 ans.

Cette contrainte devra être appliquée à l'ensemble des emprises réaménagées dans le cadre du PLQ, ainsi qu'aux surfaces existantes déjà imperméabilisées à l'état actuel en cas d'opportunité rationnelle de mise en œuvre des volumes de rétention correspondants.

4.5.4.2 Etat futur avec projet

La problématique de la gestion des eaux pluviales et des eaux usées du présent PLQ fait l'objet d'un schéma directeur de gestion des eaux (SDGEE) établi par CSD Ingénieurs SA et intégré au dossier de PLQ.

Le raccordement futur du périmètre global a été planifié en tenant compte de la topographie du terrain actuelle, de la configuration du projet d'aménagement du PLQ, des caractéristiques et contraintes du système d'assainissement existant et projeté, dans le but de minimiser l'ampleur des nouvelles infrastructures à mettre en œuvre.

Le concept de gestion des eaux pluviales prévoit l'évacuation des eaux pluviales à faible profondeur, en les raccordant vers des systèmes de gestion alternative des eaux, notamment dans les fosses de plantations prévues dans le cadre des aménagements extérieurs (type fosses de « Stockholm »), et dans une noue de rétention située à l'est du périmètre du PLQ.

Afin de respecter la contrainte de rejet maximal, un volume de rétention global de 190 m³ à l'échelle du PLQ devra être implanté dans ces différents ouvrages, et des limiteurs de débit seront mis en œuvre avant raccordement au réseau secondaire. En fonction des volumes à disposition dans les fosses de plantation, un ouvrage complémentaire de type massif drainant en boulet devra être implanté le long de la route de Gare-de-Satigny.

Un extrait du schéma directeur de gestion des eaux pluviales est inséré à la Figure 21 ci-après.

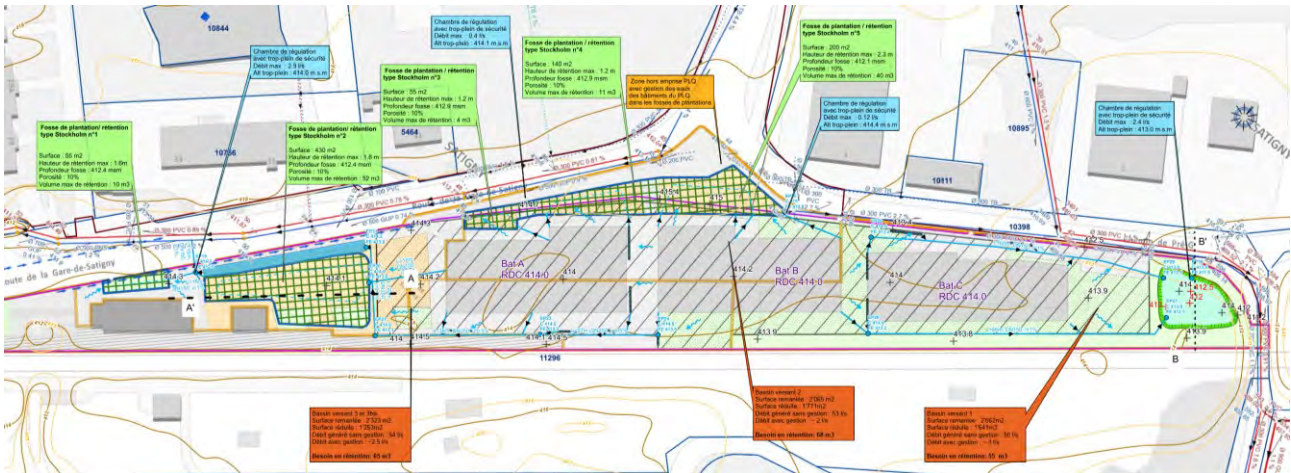


Figure 21 : Schéma directeur de gestion des eaux pluviales

Le schéma directeur a été établi sur la base de l'étude de faisabilité architecturale remise dans le cadre du mandat de concours architectural du périmètre du PLQ. Plusieurs pistes d'optimisation ont été identifiées à ce stade pour la gestion des eaux pluviales, qui devront être intégrées dans le développement des avant-projets architecturaux et paysagers.

Il s'agit notamment des points suivants :

- Confirmer la faisabilité d'un remodelage topographique sur le périmètre du PLQ, avec un rehaussement du rez-de-chaussée des trois bâtiments projetés (p.ex. Bât. A : 414.7m, Bât. B à 415.0m, Bât. C à 414.5). Ce remodelage de terrain permettrait ainsi de maximiser l'évacuation des eaux pluviales en surface, et ainsi d'optimiser la conception des fosses de plantation de type « Stockholm » et l'hydraulique générale projetée sur le périmètre (p.ex. minimisation des mises en charge des collecteurs lors de fortes pluies)
- Réduction au maximum des emprises de sous-souterrains, notamment à l'ouest du bâtiment A, afin de maximiser les surfaces en pleine terre et la dimension de la fosse principale de plantation sous la place de la Gare.
- Maximisation des surfaces raccordées aux fosses de plantations, notamment les toitures des bâtiments projetées, en intégrant au maximum une évacuation des eaux pluviales en surface (caniveaux, cunettes, fossés, etc.)

Les eaux usées des bâtiments A, B et C seront raccordées de manière gravitaire au réseau secondaire actuel implanté sous le chemin de Pré-Gentil. Une partie des eaux du premier sous-sol pourra également être raccordée de manière gravitaire sous le chemin de Pré-Gentil. Pour le solde des EU du sous-sol, elles devront être évacuées par un mécanisme de relevage des eaux.

4.5.4.3 Etat intermédiaire

L'évacuation des eaux de chantier devra être réalisée de manière adéquate, afin de limiter notamment les matières en suspension dans les écoulements et de maîtriser les risques de pollution. Les mesures de gestion à mettre en œuvre pour la phase de chantier seront listées dans le plan d'évacuation des eaux qui sera soumis aux autorités cantonales, conformément aux « directives relatives au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier » (d'après la recommandation SIA 431).

Ce plan d'évacuation portera sur la gestion de toutes les eaux polluées et non polluées attendues pour toutes

les phases d'exécution des travaux. Il définira pour chaque type d'eau, le traitement et l'évacuation prévus pour les différentes phases de construction, ainsi que les mesures à prendre pour l'entretien des installations de prétraitement des eaux, et lors d'événements extraordinaires.

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

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

a) Eaux domestiques polluées : installations de chantier

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

b) Entretien des véhicules

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

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

c) Eaux de lavage chargées de ciment

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

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

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

d) Eaux des fouilles

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

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

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

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

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

e) Produits chimiques et hydrocarbures

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

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

f) Produits pour la centrale à béton

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

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

Ainsi, compte tenu de l'absence de milieux aquatiques au droit du site et sous conditions d'une gestion conforme des eaux produites en phase de chantier, la réalisation du PLQ ne devrait présenter aucun risque particulier pour les eaux de surface.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Préciser et vérifier le concept de gestion des eaux.
- Vérifier la conformité du plan d'évacuation des eaux de chantier (selon SIA 431)
- Poursuivre les coordinations avec l'OCEau, en collaboration avec l'OCAN, pour l'élaboration du Plan des aménagements paysagers (PAP) définitif, afin que soient confirmées les opportunités de valorisation des eaux pluviales comme ressource pour les plantations.
- Prévoir une coordination avec les CFF pour la réalisation des ouvrages de gestion des eaux et aménagements extérieurs à proximité des voies.
- Suite à la réalisation d'essais d'infiltration en février 2023 sur le périmètre, l'infiltration des eaux dans le terrain ne semble pas envisageable. Avant chaque requête en autorisation de construire, une prise de contact avec l'OCEau devra être effectuée afin d'étudier le système de gestion et d'évacuation des eaux pluviales définitif à mettre en œuvre.
- Fournir un rapport géotechnique pour chaque DD concernée par une emprise en profondeur > 4m.
- Indiquer clairement dans l'objet et dans le formulaire OAC, pour chaque DD concernées, si les sondes géothermiques sont prévues.
- Fournir un plan de projet de la position des sondes ainsi que les profondeurs prévues.
- Cette zone est reconnue pour avoir un risque de remontées de gaz et/ou d'hydrocarbures lors de forages géothermiques. Dès lors, il faudra tenir compte de la faisabilité de réaliser des champs de sondes sous radier.
- Vérifier la faisabilité de réaliser des fosses d'implantation pour les espaces libres (noues et fosses de Stockholm) compte tenu des conditions hydrogéologiques particulières de la zone (sables limoneux fluents et saturés). En effet, les conditions du sous-sol et les difficultés pour l'infiltration des eaux relevée ne permettront pas d'accepter des infiltrations massives des eaux pluviales.
- Les recommandations formulées dans le rapport géotechnique (P&M, réf 2135A-INDA, 20.09.2021) doivent être prise en compte en intégrant notamment les sondages complémentaires. En effet, la présence de venues d'eau en charge dans les horizons sableux fluents entre 1,5 et 4 mètres de profondeur a été démontrées. Ces éléments devront être intégrés dans le dossier de requête en autorisation de construire en fournissant un rapport géotechnique complémentaire.

4.6 Protection des sols

4.6.1 Définitions

Sol : couche biologiquement active du sol où l'on trouve des racines. Le sol comprend en principe une couche supérieure organo-minérale riche en organismes et en nutriments, dite terre végétale ou horizon A, d'une épaisseur variant entre 15 à 35 cm environ, et une couche inférieure, de l'ordre de 30 à 80 cm, appelée sous couche arable, couche sous-jacente ou horizon B.

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

Matériaux terreux : l'excavation d'un terrain commence par le décapage de la terre végétale et de la sous-couche arable située dans la couche supérieure du terrain. Ces matériaux sont regroupés sous le terme de matériaux terreux.

4.6.2 Bases légales et normes

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

- Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE) ;
- Règlement cantonal sur la protection des sols du 16 janv. 2008 (K 1 70.13) ;
- Ordonnance fédérale du 1 juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol) ;
- Ordonnance fédérale du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) ;
- Ordonnance fédérale du 26 août 1998 sur les sites contaminés (OSites) ;
- Ordonnance du 10 septembre 2008 sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement, ODE) ;
- Ordonnance fédérale du 18 mai 2005 sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses pour l'environnement (Ordonnance sur les produits chimiques, OChim) ;
- VSS (2017), « Protection des sols et construction », norme VSS 40 581 ;
- Construire en préservant les sols, OFEV, 2001 ;
- Instructions sur l'évaluation et l'utilisation de matériaux terreux, OFEV, 2001 ;
- Sols et constructions – État de la technique et des pratiques, OFEV, 2015.

4.6.3 Situation actuelle

Le périmètre de projet est actuellement majoritairement constitué de surfaces bâties avec des parkings, bâtiments et quais de gare. Il contient 2'274 m² de sol végétalisé sur 7'794 m², soit à peine 30% de la surface concernée (Figure 22).



Figure 22 : Carte des milieux

Un rapport pollution a été élaboré par le bureau Perreten & Milleret SA. Il met en évidence la présence de trois catégories de matériaux pollués sur le périmètre du projet :

- Des matériaux terreux considérés comme fortement pollués (remblais, terre végétale et scories). Ces matériaux fortement pollués devront être évacués et traités en centre de traitement spécialisé ou directement éliminés en décharge de Type E ;
- Des matériaux terreux considérés comme peu pollués (remblais). Ces matériaux ne sont pas valorisables et devront être éliminés en décharge de Type B ;
- Des matériaux terreux considérés comme faiblement pollués (remblais). Ces matériaux peuvent être admis en décharge de type B, mais peuvent faire également l'objet d'une éventuelle valorisation (sous conditions).

Enfin, certaines couches analysées présentent des matériaux considérés comme non-pollués. Ceux-ci, exempts de déchets, pourront être à l'intérieur ou à l'extérieur de l'emprise du projet ou évacués sur un site de stockage pour matériaux non-pollués.

Le rapport pollution contenant les plans des secteurs de pollution, ainsi que les rapports d'analyses se trouve à l'Annexe D.

4.6.4 Impacts du projet

Les impacts précis du projet sur la protection des sols ne peuvent être évalués de façon détaillée à ce stade du projet. Un concept de gestion des sols sera effectué au stade ultérieur des autorisations de construire. Ce document devra traiter des points suivants :

- Détailler les modalités de décapage des horizons A et B, d'entreposage temporaire (y compris calcul des surfaces nécessaires) et de remise en place des matériaux terreux issus du décapage de la couche supérieure (horizon A) et de la couche sous-jacente (horizon B) du sol ;
- Fournir les plans de décapage/d'entreposage temporaire/de transport des matériaux terreux ;

- Indiquer les mesures techniques pour préserver les sols (spécifiques au projet), le calendrier saisonnier prévisionnel des travaux touchant les sols, les étapes prévues y compris la phase de remise en culture et les préparatifs aux décapages, le bilan volumétrique des matériaux terreux générés durant les décapages, ainsi que les caractéristiques des sols reconstitués ;
- Indiquer les modalités de valorisation sur un autre site et/ou de mise en décharge des volumes de matériaux terreux excédentaires.

Les sols naturels devront être reconstitués à deux couches (horizons A et B) pour les surfaces de sols des espaces verts, à l'exception des surfaces sur dalles, afin de valoriser autant que possible cette ressource précieuse qu'est le sol. Cela permet de recréer des sols proches de leur état naturel, de sorte qu'ils soient à même d'assurer leurs fonctions écologiques (par exemple, infiltration et rétention des eaux pluviales, régulation du climat, dégradation des substances polluantes ou bon développement de la végétation).

Des mesures seront prises durant la phase de réalisation afin de limiter les impacts. Ces derniers seront détaillés lors de la phase des autorisations de construire.

L'ensemble des interventions sur les sols devra être suivi par un spécialiste de la protection des sols sur les chantiers.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Elaboration d'un concept de gestion des sols.
- Bilan finalisé des surfaces et des volumes de sols concernés.
- Evaluation des possibilités de valorisation de matériaux terreux, en priorité sur place et dans les projets à proximité immédiate.
- Définition des filières d'évacuation des sols décapés en fonction de la qualité des matériaux terreux (qualité et charges en polluants selon l'OSol ; contamination par les plantes exotiques envahissantes) et de la réglementation en vigueur.
- Un concept de gestion des sols devra être établi selon le guide "Protection des sols sur les chantiers".

4.7 Sites pollués

4.7.1 Bases légales

On entend par sites pollués les emplacements d'une étendue limitée pollués par des déchets (sites de stockage, aires d'exploitation ou lieux d'accident). Un site pollué doit être assaini s'il cause des atteintes nuisibles ou incommodantes aux personnes ou à l'environnement, ou s'il existe un danger concret que de telles atteintes apparaissent, dans ce cas on parle de site contaminé. Les sites contaminés sont des sites pollués qui nécessitent un assainissement.

La législation fédérale sur les sites pollués se base principalement sur les ordonnances suivantes (textes principaux pour le projet, liste non exhaustive) :

- Ordonnance fédérale sur l'assainissement des sites pollués (OSites ; RS 814.680) ;
- Ordonnance fédérale sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED ; RS 814.600) ;
- Ordonnance fédérale sur le mouvement des déchets (OMoD ; RS 814.610).

4.7.2 Situation actuelle

Aucun site inscrit au cadastre cantonal des sites pollués n'est recensé au droit du périmètre du PLQ. Un site pollué est inventorié dans un rayon de 100 mètres autour du projet (Figure 23). Il s'agit du site n°618.2007.001, ex-Ulfer SA Ferraille, implanté à 20 mètres du projet et longeant la voie ferroviaire, enregistré en tant qu'aire d'exploitation ne nécessitant ni surveillance ni assainissement.

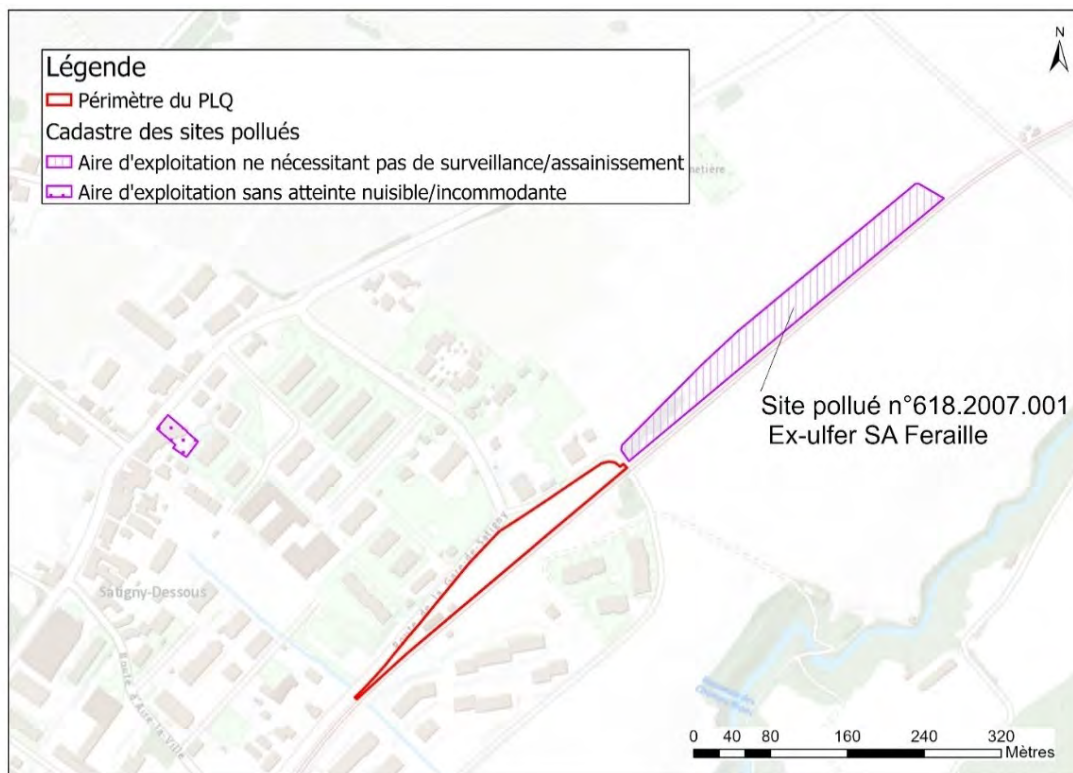


Figure 23 : Sites pollués

Sa présence n'engendre aucune contrainte particulière pour la mise en œuvre du présent projet.

Aucune investigation supplémentaire à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire.

4.8 Déchets, substances dangereuses pour l'environnement

4.8.1 Bases légales

Le volume de déchets générés en phase d'exploitation et durant la phase de chantier des bâtiments devra être géré conformément aux bases légales et réglementaires en vigueur, dont un aperçu non exhaustif est donné ci-dessous :

Législation fédérale et cantonale

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

Recommandations

- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEV, 1999) ;
- Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (OFEV, 2006) ;
- Guide pour la réutilisation des matériaux d'excavation non pollués (Ecomat Ge, 2016) ;
- Recommandation SIA 430 « Gestion des déchets de chantier » (SIA, 1993) ;
- Guide des déchets de chantier (GESDEC, 2018) ;
- Directive CFST 6503 « Amiante » (CFST, 2008).

4.8.2 Principes de gestion en phase de chantier

Les chantiers de démolition et de construction, en plus de générer des déchets de chantier ordinaires (béton, déchets inertes, bois ferraille, etc.), produisent également des déchets problématiques tels que les déchets spéciaux et les déchets soumis à contrôle. Il est indispensable de traiter correctement ces déchets afin de limiter les impacts sur la santé des intervenants et sur l'environnement.

Les modalités de gestion des déchets de chantier (infrastructures de tri, transport, élimination) devront être définies par le Maître de l'Ouvrage qui tiendra compte des exigences environnementales et juridiques.

Les destinations finales des différentes catégories de déchets devront être définies (valorisation et/ou élimination le cas échéant). Le non mélange des catégories de déchets devra permettre de privilégier un acheminement de toutes les fractions qui s'y prêtent vers des filières de valorisation-matière agréées à des coûts raisonnables. La conformité des sites de valorisation, traitement ou stockage définitif des déchets de chantier sera dûment vérifiée dans le cadre du déroulement concret du chantier et documenté par les entreprises concernées.

Outre les matériaux terreux de décapage du sol traités au chapitre 4.6 Protection des sols, les deux catégories principales de déchets générés lors de la réalisation du projet de PLQ Pole Satigny Gare sont :

- Les matériaux d'excavation ;
- Les déchets dus aux activités de construction.

4.8.2.1 Matériaux d'excavation

Les matériaux d'excavation, ou horizon C, sont des déchets principalement constitués de roches et de terrains meubles correspondant aux couches géologiques situées directement sous l'horizon de sol (terre végétale et sous-couche) et correspondent aux déblais qui sont excavés lors de la construction d'infrastructures et de bâtiments.

Les possibilités de valorisation des matériaux d'excavation dépendront d'une part de la typologie géologique des matériaux (% de fractions minérales valorisables) et d'autre part de leur degré de pollution éventuel. Selon l'OLED, les matériaux d'excavation non pollués et les matériaux faiblement pollués doivent prioritairement être valorisés dans le cadre du projet, en tant que matériaux de remblai ou pour réaliser des remodelages topographiques, ou sur d'autres chantiers ou installations de valorisation. Les matériaux d'excavation pollués doivent quant à eux être suivis selon l'ordonnance sur les mouvements des déchets spéciaux (OMoD).

Le décapage des sols pédologiques et le terrassement des matériaux d'excavation doivent faire l'objet d'un suivi dûment documenté par un spécialiste.

Selon le rapport géotechnique élaboré par le bureau Perreten & Milleret SA (Annexe E), les principales formations géologiques rencontrées sur le terrain sont décrites ci-après.

La zone d'étude est actuellement en grande partie revêtue. Les revêtements de surface sont composés soit d'un enrobé soit d'une grave d'infrastructure. Ils surmontent des remblais hétérogènes dont l'épaisseur relevée se situe entre 1.3 et 2.6 m.

Sous ces formations superficielles, on rencontre directement les formations glaciaires würmiennes (6-7). Elles sont représentées en partie supérieure par les formations du retrait glaciaire limono-argileuses consolidées (6d1) dont la base s'établit entre 3.0 et 3.5 m de profondeur. Elles sont composées d'un limon argileux brun beige, recoupé généralement par d'importantes fissures de retrait tapissées de limon bleuté.

Un horizon sablo-limoneux (6bc) de 30 cm d'épaisseur, d'aspect saturé a été rencontré à la base des formations limono-argileuses de retrait dans le sondage S2 à 3.5 m de profondeur.

Le plaquage d'argiles de retrait se trouve au centre et à l'Est de la zone d'étude. Ces formations disparaissent ensuite progressivement en direction de l'Ouest au gré d'une remontée du toit de la moraine. Les terrains de couverture recouvrent alors directement la moraine.

On retrouve alors à une profondeur comprise entre 1.3 m à l'Ouest et 5.05 m à l'Est la moraine würmienne dans sa phase limono-argileuse consolidée (7d1). Celle-ci est recoupée systématiquement par des dépôts intra-morainiques soit limono-argileux (8d) soit sablo-limoneux (8bc). Ce dernier est saturé et est caractérisé par des venues en charge.

Dans la mesure où un stockage serait rendu possible sur site, le retrait et la moraine limono-argileux (6d1 et 7d1) pourraient être utilisés pour les remblayages du projet. Ces matériaux devront être placés dans les zones peu sensibles, où un tassement post compactage de plusieurs centimètres n'aurait pas de conséquences sur les aménagements extérieurs et les réseaux enterrés.

Pour limiter au maximum les tassements, le stockage devra avoir lieu protégé des eaux et la mise en œuvre devra être effectuée par temps sec. Le compactage devra être effectué par couches successives de 40 cm à l'aide d'un pied de mouton et d'un rouleau vibrant.

Une stabilisation de ces matériaux permettrait de limiter le tassement post compactage.

Concernant les enrobés bitumineux, les résultats d'analyse n'ont pas mis en évidence de HAP dans les échantillons d'enrobés bitumineux. La valorisation de ces matériaux comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction est recommandée (art. 20 OLED). Les analyses effectuées peuvent être considérées comme représentatives.

A ce stade du projet, le volume des matériaux d'excavation ne sont pas connus en détails. Les modalités de terrassement sélectif et de valorisation ou élimination devront être précisées en fonction des résultats des investigations géotechniques et devront être contrôlées en phase de réalisation dans le cadre d'un Suivi Environnemental de Réalisation (SER).

4.8.2.2 Déchets de construction

Le volume des bâtiments et sous-sols projetés ne sont pas encore connus avec exactitude. La thématique des déchets de construction ne présente pas d'enjeu majeur (faisabilité du projet) et sera développé dans les procédures ultérieures de requêtes en autorisation de construire.

4.8.3 Principes de gestion en phase d'exploitation

Une définition des principes et des infrastructures sera à prévoir dans les phases ultérieures pour la gestion des déchets pour les habitants et les entreprises.

Il faudra vérifier auprès de la commune de Satigny que les modalités de gestion des déchets urbains des entreprises et des commerces sont conformes à l'OLED. En effet, sont considérés comme des « déchets urbains » au sens de l'art. 3, let. a, OLED, non seulement les déchets produits par les ménages, mais aussi les déchets qui proviennent d'entreprises comptant moins de 250 postes à plein temps et dont la composition est comparable à celle des déchets ménagers en terme de matières contenues et de proportions. Pour cette raison, la gestion des déchets urbains des entreprises, notamment les déchets mélangés non recyclables destinés à être incinérés, est soumise au monopole d'élimination des pouvoirs publics et donc de la commune. La mutualisation interentreprises devra être favorisée. Pour pouvoir adapter et compléter les besoins en équipements, il est conseillé de demander aux entreprises, avant leur installation, de fournir un plan de gestion des déchets d'exploitation précisant la typologie des déchets qui seront produits, les modalités de tri à la

source, d'évacuation et valorisation/élimination envisagés. Pour rappel, un des objectifs du plan de gestion des déchets du canton de Genève est de valoriser le 70% des déchets urbains des entreprises.

Outre le strict respect des normes légales et réglementaires en vigueur, la gestion des déchets urbains produits par les futurs occupants devra cibler une réduction à la source et une valorisation optimale, assurée par un non-mélange aussi poussé que possible, permettant de récupérer les différentes fractions valorisables en accord avec le mode de gestion de la commune, le solde étant destiné à l'usine d'incinération.

Il est à noter que chaque immeuble doit être pourvu du nombre de conteneurs nécessaires au tri et à la collecte sélective des déchets de tous les ménages en vue de leur levée par la commune.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Établir un plan de gestion des déchets de chantier comprenant la qualité et la quantité de déchets qui seront produits lors de la phase chantier ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues.
- Préciser les exigences à respecter en matière de valorisation, de traitement ou de stockage définitif des déchets de chantier.
- Élaborer un concept de gestion des matériaux d'excavation en fonction de la typologie des matériaux, de leur degré de pollution et indiquer la quantité de matériaux d'excavation valorisés sur place ou sur un autre chantier.
- Utiliser et justifier, en cas de mauvaise qualité des matériaux d'excavation en place ou si le potentiel de valorisation est supérieur aux volumes qui seront produits par la réalisation du projet, des matériaux d'excavation en provenance d'autres chantiers.
- Concevoir des projets qui réduisent au maximum la production des matériaux d'excavation.
- Définir les modalités de contrôle et de suivi du terrassement.
- Préciser les infrastructures de collecte et de gestion des déchets urbains à mettre en œuvre en accord avec le mode de gestion de la commune de Satigny.
- Réalisation d'un diagnostic de pollution finalisé pour les terrains conformément à l'aide à l'exécution cantonale « Diagnostic de pollution et gestion des terrains pollués » (DGE -2017)
- Etablissement d'un concept de dépollution des terrains et de suivi, conformément à l'aide à l'exécution cantonale « Diagnostic de pollution et gestion des terrains pollués » (DGE-2017).
- Fournir un plan de gestion des déchets (lors de chaque demande d'autorisation de construire découlant de ce PLQ) indiquant la qualité et la quantité des déchets (y compris les matériaux d'excavation) qui seront produits ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues. Ce document devra être complété avec le concept de gestion pour la totalité du PLQ.
- Pour toute demande en autorisation de construire successive, le MO devra indiquer dans le plan de gestion des déchets la qualité et la quantité des déchets (y compris les matériaux d'excavation) qui seront produits ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues. Le concept de gestion des matériaux d'excavation pour la totalité du PLQ devra, si nécessaire, être mis à jour.

4.9 Organismes dangereux pour l'environnement

Aucun organisme visé par l'Ordonnance sur l'utilisation des organismes en milieu confiné (OUC, 1999) ne sera employé ou stocké sur l'emprise du projet.

Sur la base des informations du SITG à l'intérieur du périmètre d'investigation, une espèce exotique envahissante figurant sur la Liste noire des néophytes envahissantes en Suisse est à signaler : le robinier (*Robinia pseudoacacia*) est présent à l'ouest du périmètre du projet.

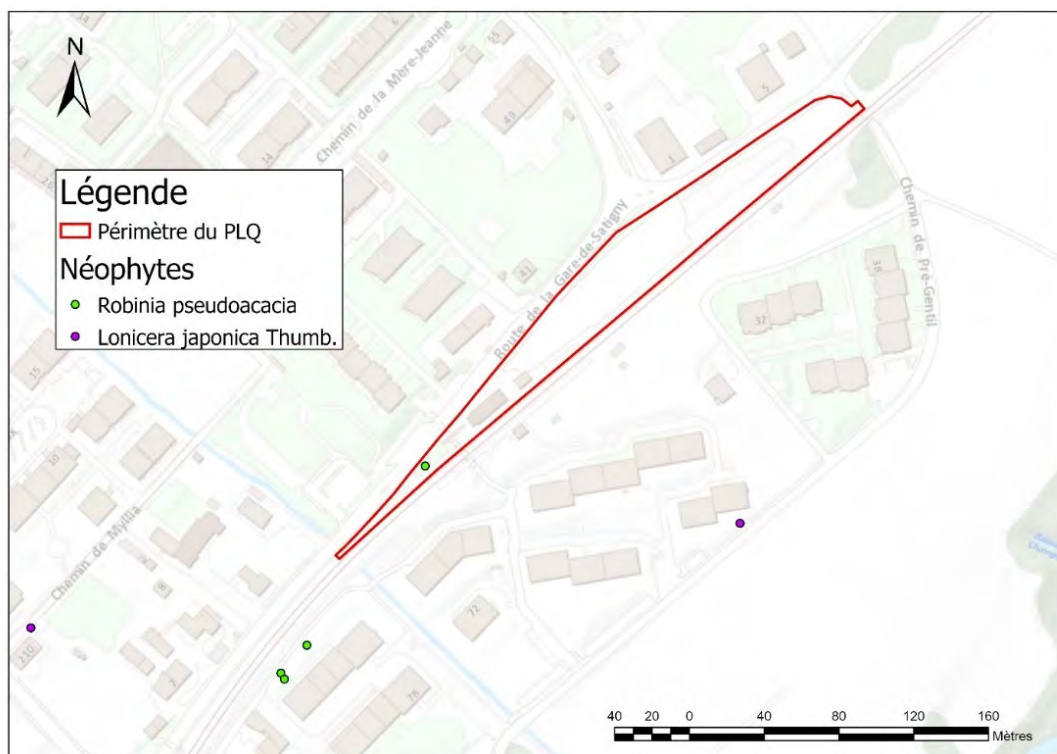


Figure 24 : Organismes dangereux pour l'environnement

En phase de chantier, toutes les mesures nécessaires devront être mises en œuvre pour éviter l'introduction ou la propagation des néophytes, en particulier lors de l'entreposage des matériaux terreux. Les surfaces mises à nu et les terrains remaniés offrent en effet des conditions propices à leur développement. Un suivi des plantes envahissantes au sens de l'ODE devra être réalisé tout au long des phases de planification et d'exécution du chantier. Le cas échéant, des mesures de luttes appropriées seront immédiatement mises en œuvre, conformément à l'Ordonnance sur la protection des végétaux (OPV, fév. 2001). Les mesures de lutte suivantes devront en particulier être appliquées :

- Annonce des foyers à l'autorité compétente ;
- Arrachage des plants et l'élimination aux ordures ménagères ;
- Transport du matériel végétal prélevé dans des sacs étanches pour éviter toute dissémination.

En phase d'exploitation et à l'issue des travaux, un suivi approprié devra être mis en œuvre durant les premières années de reprise de la végétation, afin de lutter contre le développement d'espèces envahissantes au niveau des nouveaux aménagements extérieurs :

- Après la fin de la phase de réalisation, une attention particulière devra être accordée à la croissance d'espèces envahissantes dans et autour des nouveaux aménagements verts ou secteurs remis en état, qui devront faire l'objet d'un suivi durant 3 ans, permettant de détecter rapidement la présence des néophytes et d'éviter leur propagation.
- Des mesures d'élimination devront être appliquées en cas d'apparition de nouveaux foyers de néophytes envahissantes, en vertu de l'article 52 de l'ODE et de l'article 30 du RPPMF.

Pour autant que ces mesures soient prises durant la phase de réalisation et d'exploitation, les risques peuvent être considérés comme maîtrisés.

L'absence/présence effective de tout foyer de néophytes envahissantes sur le périmètre du projet devra être vérifiée dans le cadre des relevés réalisés dans le cadre du projet définitif.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Établir des relevés floristiques sur le périmètre du projet afin de vérifier l'absence/présence d'espèces exotiques envahissantes sur le périmètre du projet.
- Décrire les méthodes de lutte à mettre en place en fonction des espèces envahissantes relevées, à prendre en phase chantier pour éviter leur propagation.
- Définir les mesures de suivi lors des phases de réalisation et d'exploitation.

4.10 Protection contre les risques majeurs

Les risques majeurs sont régis par l'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM, 27 février 1992).

Le périmètre du PLQ se situe dans le périmètre de consultation de la voie ferroviaire qui est soumise à l'OPAM du fait du transit de matières dangereuses.

Dans le cadre du développement de plusieurs projets de densification sur la commune de Satigny, le SERMA a demandé à ce qu'une étude OPAM de type screening CFF soit réalisée afin d'évaluer l'effet des futurs projets sur le niveau de risque sur le secteur. Les résultats de cette étude sont présentés dans le rapport de synthèse « *LMLV et Archi+ – Village de Satigny – Screening CFF des risques OPAM suite à plusieurs projets de densification à proximité des voies ferroviaires* » du 2 septembre 2015 établi par CSD Ingénieurs.

Dans le cadre de l'étude précitée, le potentiel de densification admis sur la parcelle n°10'294 était égal à une surface brute de plancher de 27'500 m². Le projet actuel prévoit une SBP totale d'environ 6'700 m² (pour rappel, seule une partie de la parcelle n°10'294 est incluse dans le périmètre du PLQ).

4.10.1 Situation actuelle

La courbe des risques de la situation actuelle a été élaborée au moyen du logiciel pour la réalisation des courbes de screening dont les accès nous ont été fournis par l'Office fédéral des transports (OFT). Elle est présentée sur la Figure 25 ci-après.

Le diagramme probabilité-conséquences (PC) pour la situation actuelle se situe entièrement dans le domaine des risques acceptables. La substance la plus problématique est le chlore en raison de la quantité transportée et de l'étendue des effets en cas d'accidents (rayon d'impact allant jusqu'à 2'500 m de part et d'autre des voies).

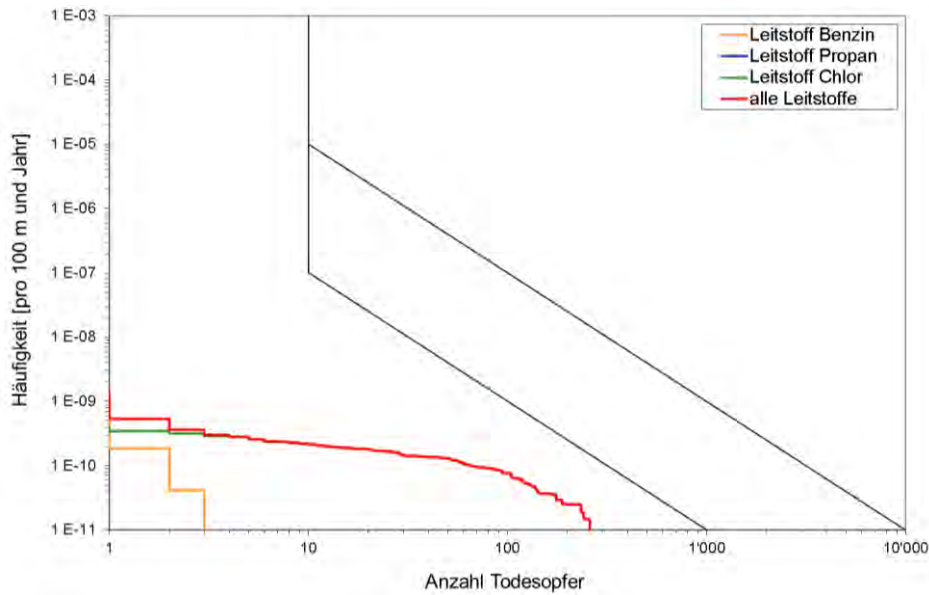


Figure 25 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Situation actuelle (screening-P 2014)

4.10.2 Situation horizon 2030 avec densification

En ce qui concerne les quantités de chlore transportées à l'horizon futur, suite à l'accord défini dans la déclaration conjointe II relative à la réduction des risques auxquels la population est exposée lors du transport de chlore en wagons-citernes (CFF, OFT, OFEV, VAP, Sciences industries, 2016) les quantités de substances de chlore en provenance de la France auront tendance à diminuer. En effet, les mesures de réduction des risques déterminées, avec une mise en œuvre au plus tard le 31 décembre 2018, visent à diminuer le transit de chlore en favorisant l'approvisionnement par l'Italie. De plus, des restrictions de quantités de substances de chlore transportées pourront être imposées dans le cas où l'objectif du milieu du domaine intermédiaire ne peut être assuré.

Tenant compte de cet accord, l'évolution du transport de chlore à l'horizon 2030 a été considérée à 58'900 t/an de chlore circulant sur les voies CFF.

Les courbes suivantes ont été réalisées en considérant la densification du village de Satigny, les 2 projets de PLQ projetés sur le territoire de la commune, ainsi que l'évolution prévue pour le trafic passager et le transport de matières dangereuses sur les voies CFF.

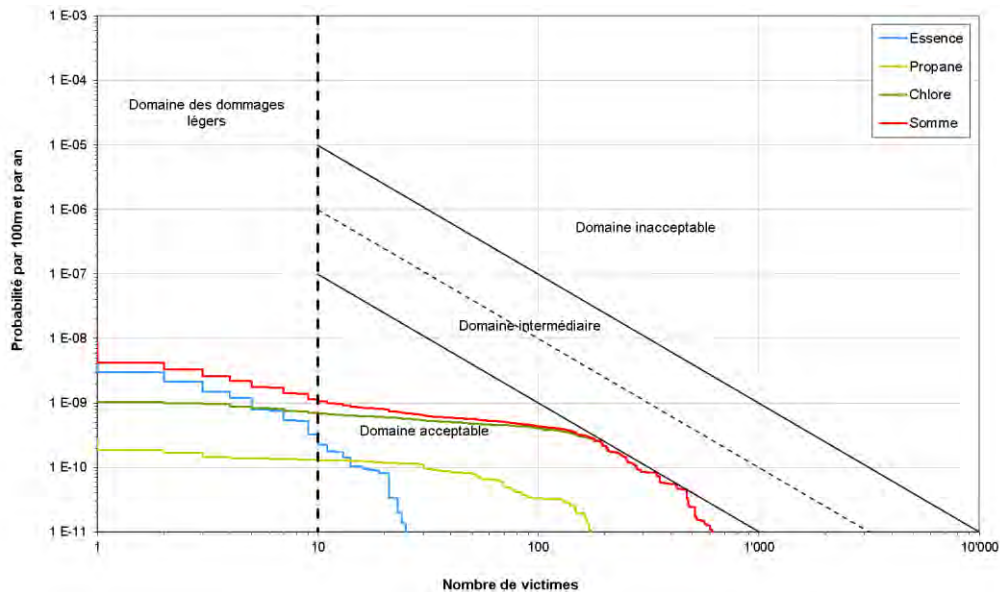


Figure 26 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Situation future 2030

Les courbes du risque pour chaque substance représentative (essence, propane et chlore), ainsi que la courbe du risque toutes substances confondues s'inscrivent entièrement dans le domaine des risques acceptables. La courbe du chlore, et par conséquent la courbe globale, touchent la limite entre le domaine acceptable et le domaine intermédiaire.

Les résultats du screening ferroviaire réalisé en septembre 2015 (avec des surfaces SBP plus de deux fois supérieure) seront donc majorant par rapport à la situation projetée et les courbes de risque en résultant seraient complètement contenues dans le domaine acceptable.

4.10.3 Comparaison entre situation actuelle et situation future

La Figure 27 ci-après présente la superposition des courbes PC pour les deux situations étudiées.

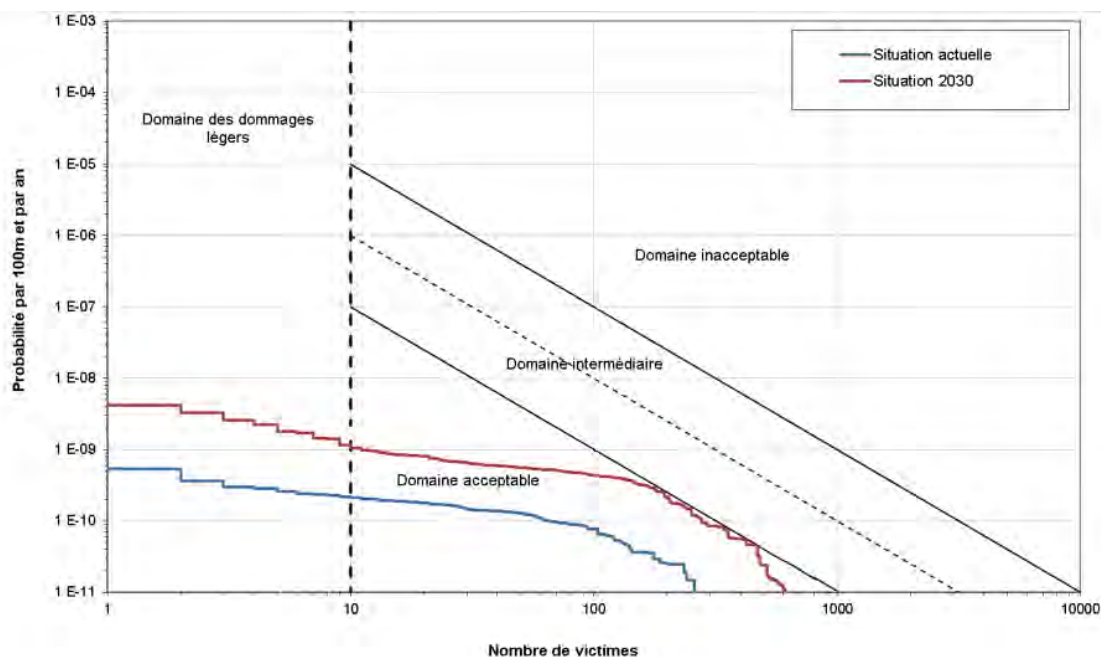


Figure 27 : Tronçon A102 / A103 – Risques pour la population – Comparaison des trois situations étudiées

Les courbes du risque pour la situation actuelle et la situation future se situent intégralement dans le domaine des risques acceptables.

Notons néanmoins que l'étude de 2015 tient compte d'hypothèses de densification majorantes puisque la totalité des potentiels de développement est considérée pour l'horizon 2030 et notamment les secteurs à l'Est de la commune de Satigny où le potentiel de développement prévoit la création de logements pour environ 2'400 personnes et la création de 200 emplois.

Au vu des résultats, le potentiel de développement du PLQ Pôle Satigny Gare est acceptable au regard des risques OPAM. Néanmoins, des mesures de limitation sont recommandées et synthétisées ci-après.

4.10.4 Mesures de sécurité recommandées

En raison de la proximité de certains projets aux voies CFF et à la densification du secteur, des mesures de sécurité liées à la problématique des accidents majeurs devront être intégrées au projet de PLQ notamment pour les bâtiments et les façades directement exposées aux voies ferroviaires.

4.10.4.1 Mesures organisationnelles

a. Affectation des bâtiments projetés

Ne pas implanter d'établissement sensible du point de vue de l'OPAM, c'est-à-dire abritant des personnes difficiles à évacuer (crèche ou jardin d'enfants, école, EMS, etc.) dans les bâtiments projetés.

Garantir, en cas d'accident ou d'alerte, les capacités d'auto-sauvetage et de sauvetage par des tiers des personnes occupants les bâtiments projetés.

b. Organisation interne des bâtiments

Les affectations secondaires (locaux techniques, dépôts, routes de desserte, parkings) seront placées préférentiellement du côté des voies afin de maintenir la plus grande distance entre les installations ferroviaires et les bâtiments.

À l'échelle des logements, le côté nuit sera préférentiellement situé le plus loin possible des voies.

c. Organisation des voies de fuite

Les entrées principales des bâtiments devraient être les chemins de fuite naturels, autant que possible courts et éloignés des voies CFF.

d. Plan d'évacuation

Les bâtiments devront être pourvus de plans d'évacuation adaptés aux différents types d'accident pouvant se produire sur les voies CFF.

e. Information des occupants des bâtiments

Les occupants des bâtiments devront être informés du comportement à adopter en cas d'accident majeur.

4.10.4.2 Mesures constructives

Différentes mesures d'ordre constructif peuvent être mises en place :

- f. Matériaux de construction incombustibles** : Les matériaux de construction sur les façades les plus exposées des voies CFF devraient autant que possible être incombustibles (système porteur, façades, matériaux d'isolation des parois exposées aux voies, etc.). En cas de façade bois – tel que prévu au projet lauréat qui a fait l'objet d'une validation par les services cantonaux, il faudra néanmoins confirmer avec le SERMA que le risque reste acceptable.
- g. Limiter les ouvertures du côté des voies CFF** : Les vitrages situés sur les façades exposées aux voies CFF devraient être limités.
- h. Prises d'air et conduites d'aération** : Les aérations et prises d'air devraient se situer le plus possible en hauteur ou sur les façades opposées aux voies CFF, afin de réduire les risques d'une potentielle contamination due au déversement de gaz toxiques lourds de type « chlore ».
- i. Organisation du parking souterrain** : La rampe d'accès au parking souterrain devrait être située à l'opposé des voies de même que les prises d'air du parking, ceci afin d'éviter une potentielle contamination due au déversement de gaz toxiques lourds de type « chlore ».
- j. Surfaces perméables à proximité des voies** : Les surfaces à proximité des voies CFF devraient être le plus possible perméables afin d'éviter la formation de flaques d'essence ou de chlore lors d'un accident (gazon, haies, buissons).

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Évaluation des mesures de protection qui seront intégrées au projet définitif et confirmation du risque acceptable.
- Association avec le SERMA-SAM en amont du développement du projet lors des phases ultérieures.

4.11 Conservation de la forêt

Le périmètre du présent projet ne contient aucune entité boisée assimilables à de la forêt au sens de la loi cantonale sur les forêts (M 5 10, 1999).

Dès lors, le présent chapitre est considéré comme étudié de manière définitive et aucune investigation supplémentaire n'est prévue au cours des étapes ultérieures.

4.12 Protection de la nature

4.12.1 Etat initial

4.12.1.1 Eléments naturels protégés

Le périmètre ne contient pas d'élément naturel protégé en dehors d'un Cèdre blanc de Californie à conserver absolument. Cet élément est pris en compte dans le plan d'aménagement et fera l'objet de protections strictes durant les travaux.

Il est à noter la présence à environ 100m du périmètre d'un site prioritaire pour la flore. Ce site peut influencer la richesse présente dans le périmètre en particulier parce qu'il s'agit du même type de milieu, soit un terrain vague accueillant des milieux rudéraux. Ce site est en particulier connu pour accueillir la potentiellement menacée *Herniaria hirsuta*. Cette espèce devra en particulier être recherchée à l'intérieur du périmètre dans sa période de floraison (juin à août).

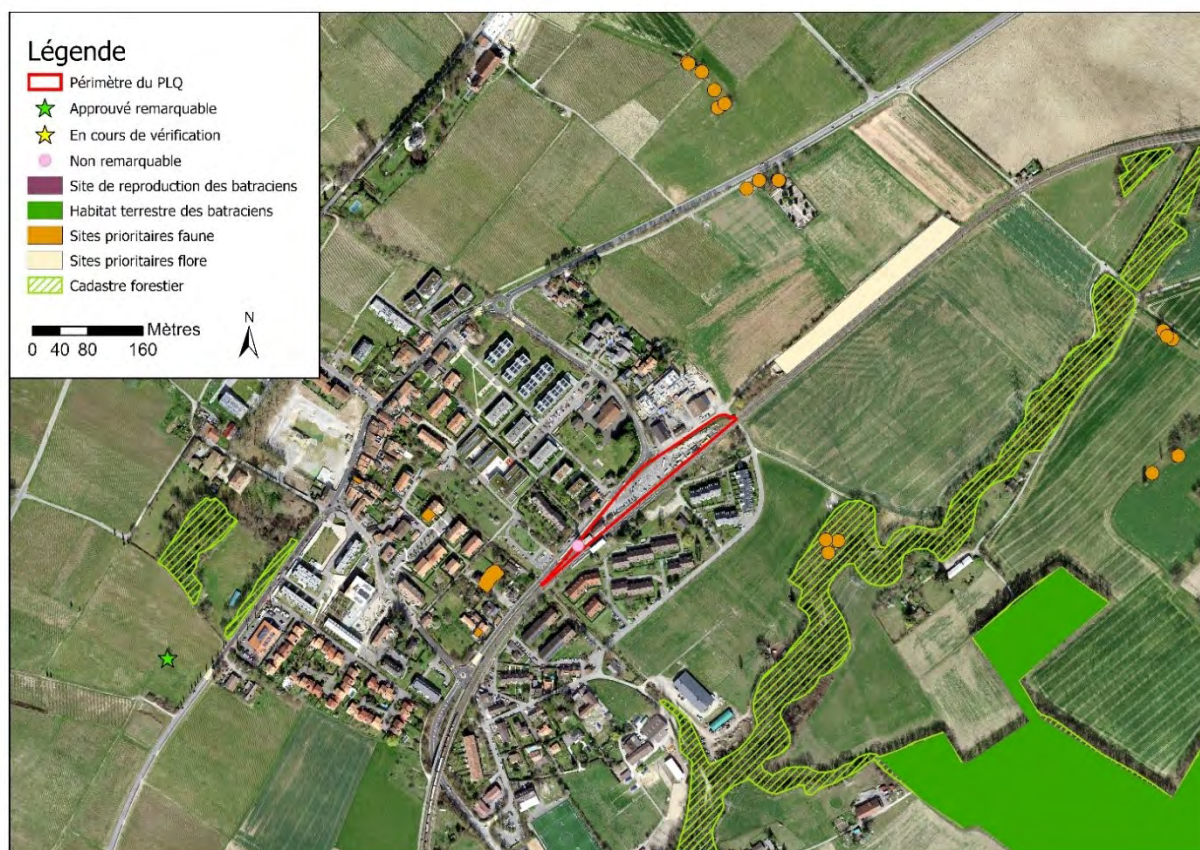


Figure 28 : Carte des éléments naturels protégés

Mentionnons encore la présence de sites prioritaires pour les chauves-souris et les Martinets noirs dans les bâtiments proches du périmètre. Ces espèces pourront faire l'objet de mesures sur les nouveaux bâtiments construits lorsque leur architecture sera précisée.

Enfin, une forêt entoure le Nant d'Avril et passe à 200 m du périmètre. Le projet n'aura aucun impact sur cette structure comme indiqué au chapitre traitant de la forêt. Il n'en aura pas non plus sur le site OBAT à 500 m au Sud-Est.

4.12.1.2 Milieux semi-naturels et flore protégée

Le domaine de la protection de la nature ne présente pas d'enjeu majeur compte tenu de la situation actuelle. Le périmètre de projet est majoritairement constitué de surfaces bâties avec des parkings, bâtiments et quais de gare. Il contient 2'274 m² de sol végétalisé sur 7'794 m² soit à peine 30% de la surface concernée. La carte des milieux basée sur les données du site SITG et mise à jour avec les orthophotos de 2020 est présentée en Figure 29.

Le périmètre contient néanmoins quelques zones de flore potentiellement intéressantes en particulier à cause de leur proximité avec un site prioritaire pour la flore abritant des milieux semblables. Il s'agit de 819 m² de milieux rudéraux ainsi que de 1'059 m² de terrains piétinés et rudéraux. Ces deux surfaces peuvent abriter une flore et une faune menacées et devront être prospectées au printemps prochain afin de prendre les mesures nécessaires.

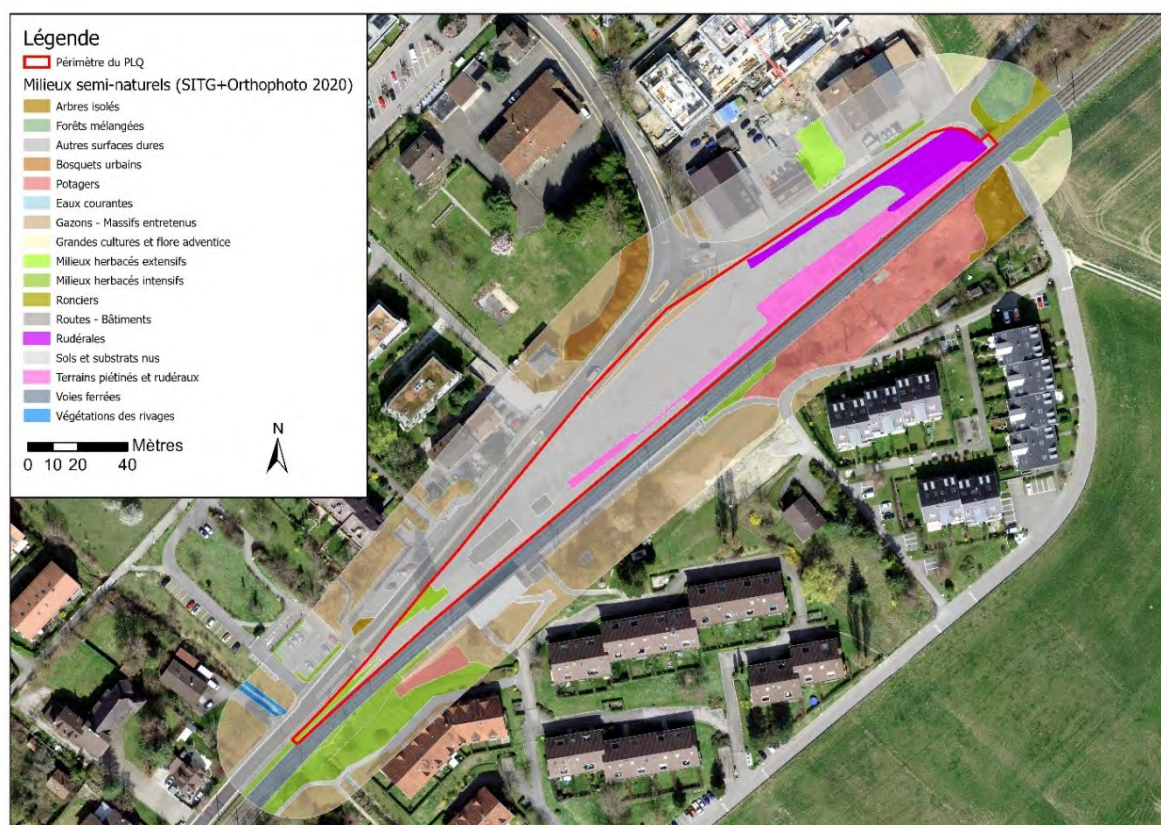


Figure 29 : Carte des milieux semi-naturels (basé sur données SITG mise à jour sur l'orthophoto 2020)

4.12.1.3 Connexions biologiques

Comme l'illustre la carte en Figure 30, le périmètre de projet est situé le long du corridor biologique qui suit la voie ferrée du centre-ville de Genève jusqu'à la Plaine en passant par le village de Satigny. Les voies ferrées forment des connexions pour une partie de la flore et de la faune qui profite de l'association entre la rocaille qui soutient les rails et les bordures entretenues en prairie pour éviter les dangers liés aux arbres proches des trains. La flore de ces prairies extensives ainsi que la faune qui y vit et en particulier les reptiles, se ressemblent et se déplacent facilement le long de cette voie. La carte montre toutefois un tronçon de ce corridor qui nécessite un renforcement car l'espace laissé aux éléments naturels est trop étroit à cet endroit. Le projet est une opportunité de renforcer en partie cette liaison en recréant plus d'espaces végétalisés extensifs dans le périmètre.



Figure 30 : Carte des connexions pour la biodiversité

4.12.2 Etat futur

Le projet prévoit des surfaces végétales et des arbres à planter, le long de la route de la Gare-de-Satigny et du chemin de Pré-Gentil (Figure 31). A noter que le cèdre à l'ouest du PLQ est conservé.

Les contraintes avec les voies CFF ne permettent pas la mise en place d'arbres majeurs dans l'emprise du périmètre du PLQ (cf. l'Instruction CFF R I-20025). Effectivement, aucun arbre ne doit être susceptible de tomber sur les voies. Néanmoins, le projet paysager prévoit la plantation d'arbres complémentaires, dont un arbre majeur, en limite nord du périmètre.

D'une manière générale, le projet intègre une continuité biologique (milieu humide avec noue paysagère, arborisation, etc.) qui est favorable d'un point de vue de la biodiversité. En se basant sur le plan du PLQ en Figure 31, le PLQ prévoit notamment environ 2'150 m² de surfaces végétalisées dont environ 1'000 m² en pleine terre, et environ 780 m² de surfaces perméables, représentant au total 50% de surface du PLQ.

Par ailleurs, la surface au nord considérée comme zone de flore potentiellement intéressante est préservée sur une bande de 25 m, en lien avec la zone inconstructible liée aux contraintes d'exploitation CFF.

Moyennant des mesures adéquates au niveau du choix des matériaux et de l'entretien choisi, ces chemins offriront un milieu de remplacement pour la flore des terrains piétinés et rudéraux. La végétalisation le long de la voie ferrée et à l'Est du périmètre étant aujourd'hui morcelée, le projet, qui prévoit des surfaces végétalisées à ces endroits permet d'en rétablir le continuum et ainsi de renforcer le corridor biologique local.

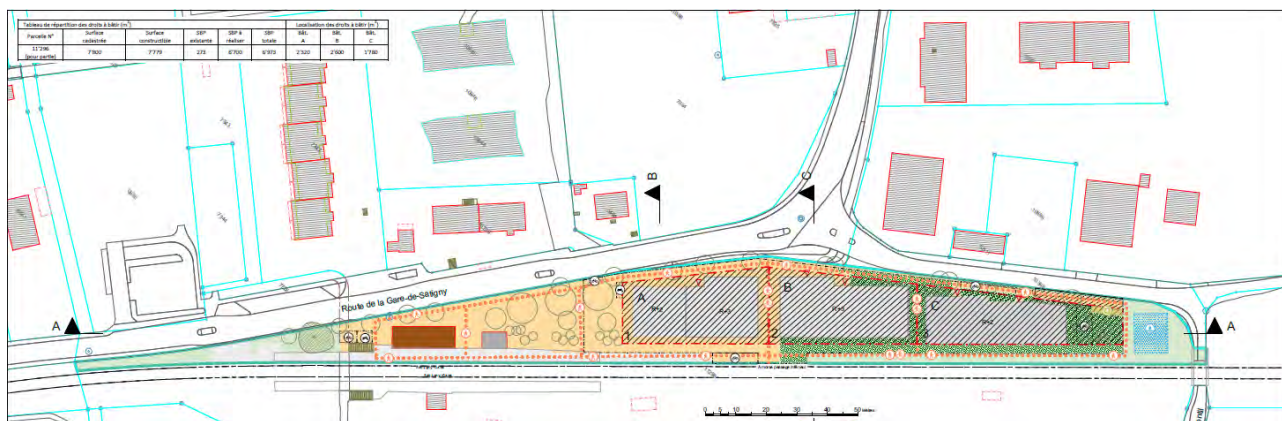


Figure 31 : Extrait du plan d'aménagement du PLQ

Plusieurs éléments doivent être consignés et détaillés dans les phases ultérieures.

4.12.3 Mesures à intégrer au projet en faveur de la biodiversité

Les recommandations suivantes sont impératives, elles devront être prises en compte dans le cadre de la concrétisation du projet, afin de garantir la plus-value biologique des aménagements extérieurs réalisés :

- Privilégier l'ensemencement de gazon extensif et de prairie fleurie au moyen de mélanges grainiers et plantes indigènes de qualité « écotype genevois » adaptés aux conditions locales ;
- Sélections d'essences indigènes pour les plantations arborées et arbustives afin de favoriser la faune locale liée à ces espèces ;
- Plantations ligneuses arborées en pleine terre réalisées au moyen d'essences adaptées aux conditions de sol. Elles devront être aménagées de manière à respecter les dimensions de plantation formulées dans la « Directive concernant la plantation et l'entretien des arbres », à savoir un volume minimal de 9 m³ pour les fosses de plantations comprenant une épaisseur de sol de 1.50 m.
- Prendre toutes les précautions nécessaires afin de protéger valablement les arbres maintenus à proximité du chantier (barrières type MÜBA à poser à plus d'un mètre de l'aplomb de la couronne). Aucun dépôt de matériaux, ni décaissement, ni aucune circulation ne seront tolérés à leur pied.
- Diversifier les types de milieux herbacés en reconstituant également des surfaces de végétation rudérales extensives sur les espaces à disposition ;
- Intégration de quelques microstructures pour la petite faune (tas de branches, tas de pierres à privilégier en zone refuge/calme et en fonction des opportunités de projet) ;
- Éliminer les pièges architecturaux pour la faune (par ex. baies vitrées, fosses, canalisation, clôtures, émissions lumineuses) ;
- Installation d'hôtels à insectes dans les aménagements extérieurs et en toiture ;
- Pose de nichoirs sur les arbres isolés et haies, y compris à l'extérieur du périmètre du projet.
- Les volumes de rétention à ciel ouvert seront créés de telle sorte à ce qu'ils apportent une réelle plus-value pour la biodiversité. Il s'agit notamment de faire des pentes douces, un pourtour sinueux, d'y intégrer des microstructures intéressantes pour la faune (murgiers, etc.), de privilégier une végétation indigène et, dans la mesure du possible, de créer un petit volume d'eau permanent.
- Prise en considération de l'Instruction CFF R I-20025 « Entretien des espaces verts : forêt, végétation ligneuse et arbres isolés dans la bande de sécurité.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Consultation des bases de données Infospecies.
- Recensements sur le terrain pour la flore et les groupes faunistiques d'intérêt selon les données d'Infospecies.
- Fournir une requête en autorisation d'abattage, établie en bonne et due forme, ainsi qu'un plan d'abattage en relation à la demande définitive (DD) correspondante.
- Description des mesures de minimisation et de promotion de la nature.
- Recommandations et principes à mettre en œuvre pour améliorer la biodiversité dans le futur projet de développement.
- Une fois l'inventaire (recensement sur le terrain) réalisé, il sera nécessaire de :
 - Reporter sur une carte toutes les espèces d'intérêts inventoriées et transférer les données à InfoFlora;
 - Préciser, sur cette même carte, les individus impactés par le projet ainsi que ceux qui devront être protégés ;
 - Éviter les atteintes, à défaut, proposer des mesures de minimisation, au besoin, des mesures de compensation, visant la préservation des espèces d'intérêt. L'OCAN insiste sur le fait qu'il s'agit en premier lieu et conformément à l'article 18 de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN – 451), d'éviter les atteintes, à défaut, de les réduire et de prendre des mesures de compensations nécessaires visant la meilleure protection possible des espèces d'intérêt.

Fournir ces éléments avec le dossier soumis en autorisation de construire.

Prendre contact avec l'OCAN 10 jours avant la réalisation de l'inventaire et pour toute information complémentaire jugée utile.

- Les éléments suivants devront être intégrés aux étapes ultérieures :
 - Disposer les places de stationnement vélos et motos proches des bâtiments en dehors des surfaces de pleine terre. Le plan d'aménagement paysager pourra les localiser à d'autres endroits conformément à l'article 12 al. 8 et al. 11 du règlement et seront par conséquent adaptées si besoin en fonction du projet des futures constructions souterraines en vue de la demande d'autorisation de construire.
 - Optimiser et réduire autant que possible les emprises des constructions souterraines dans le cadre du projet pour la demande en autorisation de construire afin de libérer de l'espace en pleine terre pour les plantations, selon l'intention rappelée au chapitre 4.2.2 du rapport explicatif du PLQ, ainsi qu'au chapitre 4.5.4.2 de la présente notice d'impact sur l'environnement.
 - Respecter le principe des typologies des arbres isolés à planter représenté par le diamètre des couronnes à terme (50 ans), comme illustré sur le plan du PLQ. Les conditions de plantation et le choix des essences seront définis en fonction des objectifs de croissance à maturité et doivent être approuvés par l'OCAN en application de l'article 5 al. 1 du règlement du PLQ.
 - Etablir le plan d'aménagement paysager conformément à l'article 4 al. 4 du règlement de façon à inclure le projet d'espaces extérieurs (mesure 12-13 du PA2) dont le périmètre est figuré en noir sur la figure 22 du rapport explicatif du PLQ. Une coordination avec les instances concernées, dont fait partie l'OCAN, doit être réalisée.

4.13 Protection du paysage et des sites

4.13.1 Bases légales

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

- Loi fédérale du 1 juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage ;
- Ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage ;
- Ordonnance du 10 août 1977 concernant l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (OIFP) ;
- Loi cantonale d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 4 juin 1987 (L 1 30) ;
- Loi cantonale sur la protection des monuments, de la nature et des sites du 4 juin 1976 (L 4 05).

La loi sur la protection de la nature et du paysage et la loi sur l'aménagement du territoire exigent que soit protégé l'aspect caractéristique du paysage et des localités. Les monuments du pays, les espaces récréatifs proches de l'état naturel devront être préservés. Les bâtiments et installations devront s'intégrer harmonieusement dans le paysage. Ces différentes contraintes ne faisant pas l'objet de normes précises, ni de valeurs limites à respecter, l'évaluation des impacts relatifs à ce domaine présente un certain caractère de subjectivité, ce qui ne doit en aucun cas conduire le requérant à éluder les problèmes éventuels. Il devra se référer aux inventaires de protection de la nature, de protection du paysage et de protection du patrimoine ainsi qu'aux directives du Canton et de la Confédération.

4.13.2 Situation actuelle

Le périmètre concerné s'inscrit dans l'objectif fixé par le PDCn 2030, qui le répertorie en regard d'un renouvellement urbain mixte et d'une centralité à créer, et prévoit le développement de la halte RER ainsi que le maintien du P+R. Le périmètre se situe au centre du village, proche de l'école et devant la halte ferroviaire et les arrêts des transports publics.

La parcelle du projet, propriété de CFF Immobilier, se situe en zone de développement 4B protégée (zone de fond ferroviaire) et à raison de 21 m² en zone ferroviaire. Le terrain est relativement plat.

Au sein et aux alentours du périmètre du PLQ, plusieurs bâtiments sont classés à l'inventaire (voir chapitre suivant). Au vu de la valeur patrimoniale de tous ces éléments, le projet immobilier devra proposer une architecture permettant de s'intégrer de manière harmonieuse dans ce périmètre.

Le village est entouré de zone agricole et viticole. Plusieurs vergers se trouvent au centre villageois, notamment au sud des voies ferrées. La partie de la parcelle N° 10'294, située au sud des voies mais non comprise dans le PLQ a été aménagée en vergers. Afin de pérenniser ce statut, les CFF et la commune ont signé une convention. Le périmètre se situe à proximité du ruisseau de Pré-Gentil qui a fait l'objet d'une renaturation qui a démarré en 2004.

Les espaces libres du PLQ devront faire l'objet d'une réflexion globale et prendre en compte les principes définis dans les études menées par la commune et l'office de l'urbanisme (charte des espaces libres et des aménagements extérieurs du village de Satigny et image directrice du secteur "Myllia-Gare").

4.13.3 Impacts du projet

Les gabarits et la morphologie des bâtiments projetés sont adaptés aux éléments existants. L'implantation des nouvelles constructions, en pleine conformité avec les contraintes réglementaires, ne constitue pas un masque visuel et ne péjore donc pas la perception du grand paysage.

La morphologie des bâtiments rappelle les corps de ferme. Les toits en pente, l'écho avec le tissu lâche présent dans cette partie du village, les placettes et les parcs permettent des interruptions et des perméabilités avec le quai 1 et la continuité avec l'espace rue.

Afin d'éviter une homogénéité formelle, un systématisme des gabarits ou des implantations qui risquerait de créer une perception globale unitaire du quartier, d'effet « grand ensemble », il est souhaité de développer le langage villageois que l'on retrouve au centre le long de la route du Mandement. Le parti d'aménagement se traduit donc par une fragmentation du bâti, en plan et en volume, et par la réalisation de toitures à deux pans, mélangeant des gabarits à R+3 et à R+2, et un décalage des façades permettant d'éviter « une effet mur » et des façades lisses. La diversité de formes et de gabarits permet une meilleure insertion du projet dans le tissu villageois.

Les espaces libres et leur hiérarchisation structurent la forme du développement urbain et assurent son intégration dans le contexte environnant. Ces espaces libres regroupent des espaces aux statuts différents qui induisent des utilisations et des appropriations spécifiques. Ils constituent soit des espaces collectifs ouverts, dont l'usage est principalement destiné aux habitants des logements qui les entourent, soit des espaces ouverts à tous qui peuvent recouvrir différentes fonctions et usages : place de jeux, gestion des eaux, surfaces polyvalentes pour des activités de loisirs, de détente et de proximité. Les principes d'aménagement de ces espaces libres doivent être coordonnés avec la charte des espaces libres et des aménagements extérieurs du village de Satigny.

Le PLQ est directement lié à la mesure 13-12 du projet d'agglomération (PA2) Il qui doit permettre de réaménager les espaces publics situés aux abords immédiats de la gare de Satigny pour améliorer l'interface avec les réseaux de transports publics secondaires de rabattement et pour faciliter l'accessibilité à la mobilité douce (piétons et vélos). L'enjeu du projet de PLQ est de redéfinir les abords de la Gare en créant un pôle multimodal facilitant l'accès pour les piétons et les vélos, permettant de réaliser un arrêt de bus proche des quais, une remise à l'heure des bus, et une ou des vélostations (capacité 50 places), dont l'emplacement est à définir dans le cadre du projet. Il est attendu du projet qu'il permette de traiter les espaces publics et les espaces verts afin de les mettre en relation avec le contexte environnant existant et futur.

Une percée visuelle généreuse a été intégrée au projet entre les bâtiments A et B dans l'axe de la route de la Gare-de-Satigny qui remonte sur la route du Mandement. (Figure 3)

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Évaluation des impacts selon le projet définitif.
- Le projet d'espace public de la route de la Gare-de-Satigny devra être soumis à la CMNS pour remarques avant dépose en autorisation de construire.

4.14 Protection des monuments historiques et des sites archéologiques

4.14.1 Bases légales

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

- La Loi fédérale du 1er juillet 1966 et l'Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage ;
- Loi cantonale du 4 juin 1976 sur la protection des monuments, de la nature et des sites et son règlement d'application.

4.14.2 Situation actuelle

Selon les informations disponibles sur le SITG, le périmètre du projet comprend plusieurs éléments patrimoniaux au sein du périmètre ou à proximité immédiate (Figure 32). Il s'agit des éléments suivants :

- 1- Prolongement du Chemin du Château-des-Bois, voie d'importance locale avec substance (IVS GE 403, GE 403.0.1)
- 2- Ruisseau de Pré-Gentil
- 3- Gare de Satigny (MS-i STY-73a)

- 4- Abri des voyageurs (MS-i STY-73b)
- 5- Ancienne gendarmerie (MS-i STY-50)
- 6- Café avec de nombreux éléments de style chalet suisse (MS-i STY-33)

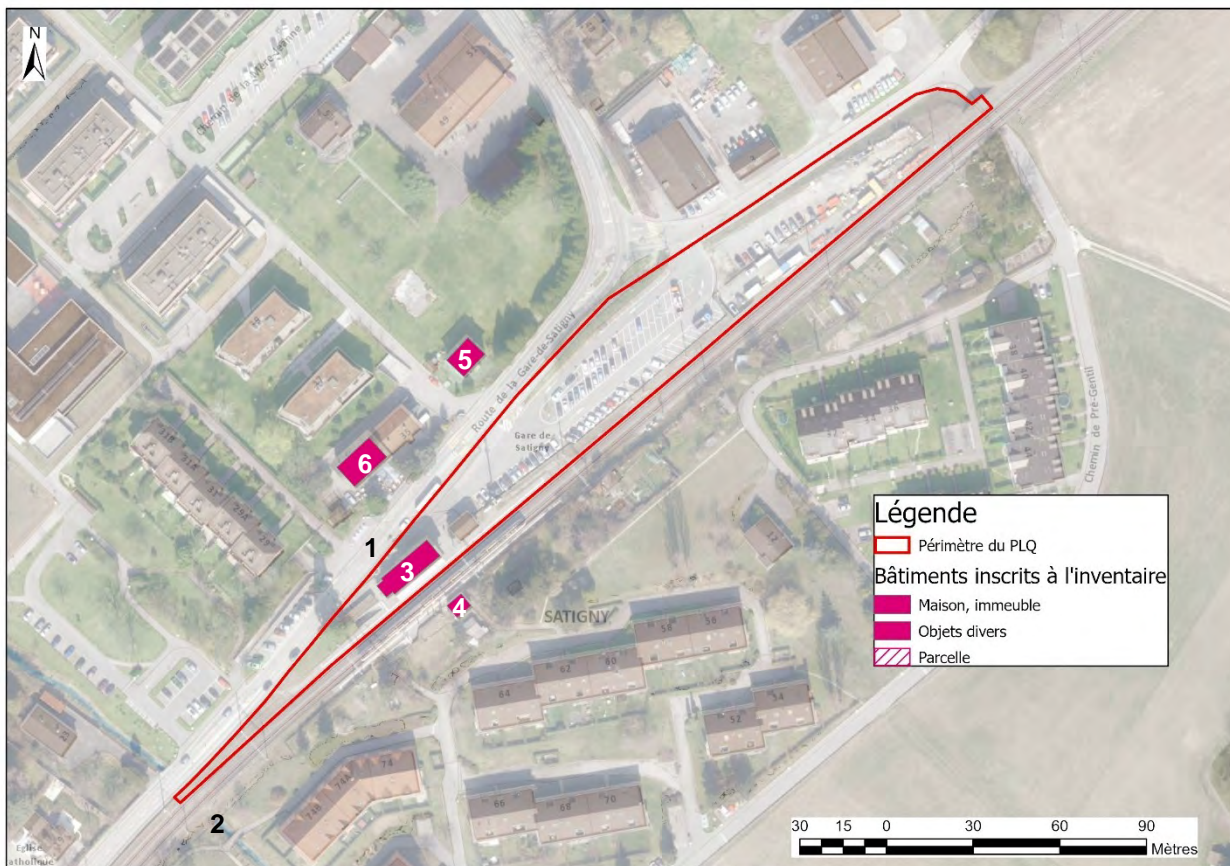


Figure 32 : Eléments patrimoniaux (source SITG)

4.14.3 Impacts du projet

Le bâtiment de la gare récemment rénové (2023) va participer à animer l'espace de la place de la gare avec une affectation commerciale au rez-de-chaussée qui s'adresse aux utilisateurs de la gare et aux habitants de la commune.

Le bâtiment de l'ancienne gendarmerie qui se trouve au nord de la route de la Gare-de-Satigny, en face du bâtiment A, va bénéficier des nouveaux aménagements extérieurs qui seront développés et réalisés dans le cadre de la mesure d'agglomération. Un projet de rénovation mené par la commune de Satigny est en cours.

L'ensemble patrimonial des bâtiments de la gare ainsi que les 2 bâtiments (café et gendarmerie) recensés le long de la route de la Gare-de-Satigny vont profiter des futurs aménagements extérieurs, qui ont été mis au concours fin 2021, dont les travaux seront finalisés dans le cadre de la mesure d'agglomération 13-12 d'ici 2027.

L'harmonisation et la mise en réseau des espaces libres aux alentours de la gare vont offrir une nouvelle image au secteur et la mise en valeur des éléments patrimoniaux.

Aucune construction n'est prévue au sud des voies et le front bâti au nord des voies projeté par le présent projet de PLQ répond au PLQ N° 29967. L'ensemble des futurs volumes bâtis cadrent le chemin de Pré-Gentil et lui donne une nouvelle échelle, plus humaine et plus animée, qui pourra offrir de nouveaux aménagements urbains à destination des habitants.

La commune, les CFF et l'Etat de Genève ont signé une convention qui gère notamment la réalisation transitoire d'un espace vert non bâti sur la parcelle CFF au sud des voies. Cette convention permet également la possibilité pour la commune de réaliser un passage inférieur qui permettra de relier les quartiers au nord et au sud des voies. Ce passage inférieur profitera de la réalisation du P+R en sous-sol et de ses distributions verticales en lien avec l'espace public pour venir connecter le chemin de Pré-Gentil à l'espace vert du sud des voies.

Par ailleurs, le périmètre du PLQ se situe hors des zones connues d'inventaire ou zone susceptibles de contenir des vestiges historiques et archéologiques.

Investigations à prévoir au stade des requêtes en autorisation de construire :

- Évaluation des impacts selon le projet définitif.
- Les vestiges archéologiques étant de par leur nature enfouis dans le sol, une prise de contact avec le service cantonal d'archéologie devra être réalisée pour les procédures ultérieures.

5 Étapes ultérieures et mesures à intégrer au projet

5.1 Etapes ultérieures

Le projet de PLQ Pôle Satigny Gare permettra après adoption, l'élaboration des procédures de requêtes en autorisation de construire des bâtiments projetés. A ce stade des procédures, les investigations ci-après devront être menées pour accompagner les demandes définitives.

5.2 Proposition de cahier des charges accompagnant les procédures d'autorisations de construire

Les études et mesures ci-après sont à mettre en œuvre dans le cadre des requêtes en autorisation de construire.

Données de base concernant le trafic

- Préciser et actualiser les charges de trafic si nécessaire.
- Préciser les mouvements de camions pour la phase réalisation (chantier).
- Définir les itinéraires pour la phase réalisation (chantier).
- Définir les mesures d'accompagnement en termes de mobilité pour les étapes ultérieures.

Concept énergétique

- Évaluation de la conformité du concept énergétique des bâtiments au CET.
- Prévoir des surfaces favorables et disponibles à la valorisation solaire par le biais de panneaux solaires thermiques et/ou photovoltaïques.
- Concevoir l'installation de systèmes de recharge électrique pour les véhicules dans le parking.
- Vérifier les conditions géologiques et hydrogéologiques par le biais d'un forage de reconnaissance afin de déterminer la faisabilité de la variante énergétique.
- Une prise de contact avec le GESDEC – secteur sous-sols et l'OCEN sera nécessaire afin de faire valider la solution géothermique avant la dépose des demandes définitives.
- Définir clairement le choix définitif de l'option énergétique dans chaque requête en autorisation.
- En cas de choix définitif pour les champs de sondes géothermiques, réaliser une simulation dynamique permettant de dimensionner l'installation au plus juste sans menacer la pérennité du terrain.
- Anticiper, planifier et coordonner la mise en place des sondes sous les emprises de bâtiments.
- Cette zone est reconnue pour avoir un risque de remontées de gaz et/ou d'hydrocarbures lors de forages géothermiques. Dès lors, il faudra tenir compte de la faisabilité de réaliser des champs de sondes sous radier.

Phase de chantier

- Description des étapes de réalisation du PLQ (planning, phasage).
- Détail du type de travaux (y compris travaux spéciaux) et du plan des installations de chantier.
- Évaluation du cheminement et du trafic journalier moyen des poids lourds.
- Estimation des volumes d'excavation, de démolition et de construction.

Protection de l'air

- Précision des estimations des émissions liées au trafic dans la maille kilométrique de référence.
- Estimation des émissions liées au parking souterrain et vérification de la conformité des installations de renouvellement d'air avec les directives en vigueur.
- Confirmation de l'absence d'émissions liées à l'approvisionnement en énergie en fonction de l'option définitivement retenue.
- Confirmation de l'absence d'émissions polluantes particulières (p.ex. COV).
- Évaluation finale de l'impact du projet sur la qualité de l'air et proposition, le cas échéant, de mesures complémentaires.
- Évaluation des impacts en phase de chantier et détermination des mesures à mettre en œuvre selon la Directive Air Chantiers lors de la phase de réalisation.

Protection du climat

- Vérification que les objectifs de protection du climat sont pris en compte dans le projet.
- Viser des revêtements de surfaces à réflectivités et albédos élevés.
- Assurer une résilience et une adaptation aux changements climatiques par le choix des espèces à planter.
- Étude des mesures permettant de contrecarrer les effets néfastes des îlots de chaleur.

Protection contre le bruit et les vibrations

- Évaluation définitive des immissions sonores attendues au droit des récepteurs sensibles existants et des nouveaux récepteurs sensibles des bâtiments projetés du PLQ.
- Vérification du respect des normes en vigueur (art. 7, 9, 31 OPB) et définition de mesures de protection complémentaires si nécessaire.
- Vérification du respect de la norme SIA 181 (article 32 OPB).
- Évaluation définitive des mesures organisationnelles à prévoir sur la base de la Directive fédérale sur le bruit des chantiers (OFEV, 2006) (art. 6 OPB).
- Vérification de l'absence de nuisances liées aux vibrations en phase de chantier.
- Vérification de la conformité à l'EVBSR et le cas échéant recommandations constructives (dimensionnement des dalles des bâtiments).
- Mettre à jour les cartes de bruit routier avec les chiffres du cadastre du bruit routier actuel.

Protection contre les rayonnements non ionisants

- Contrôle du respect de la VLInst. pour l'ensemble des bâtiments.
- Confirmation de la mise en œuvre des mesures nécessaires par l'exploitant de la station émettrice pour téléphonie mobile.
- Confirmation de l'absence de postes de transformation électrique sur le périmètre du projet.

Protection des eaux

- Préciser et vérifier le concept de gestion des eaux.
- Vérifier la conformité du plan d'évacuation des eaux de chantier (selon SIA 431)

- Poursuivre les coordinations avec l'OCEau, en collaboration avec l'OCAN, pour l'élaboration du Plan des aménagements paysagers (PAP) définitif, afin que soient confirmées les opportunités de valorisation des eaux pluviales comme ressource pour les plantations.
- Prévoir une coordination avec les CFF pour la réalisation des ouvrages de gestion des eaux et aménagements extérieurs à proximité des voies.
- Suite à la réalisation d'essais d'infiltration en février 2023 sur le périmètre, l'infiltration des eaux dans le terrain ne semble pas envisageable. Avant chaque requête en autorisation de construire, une prise de contact avec l'OCEau devra être effectuée afin d'étudier le système de gestion et d'évacuation des eaux pluviales définitif à mettre en œuvre.
- Fournir un rapport géotechnique pour chaque DD concernée par une emprise en profondeur > 4m.
- Indiquer clairement dans l'objet et dans le formulaire OAC, pour chaque DD concernée, si les sondes géothermiques sont prévues.
- Fournir un plan de projet de la position des sondes ainsi que les profondeurs prévues.
- Vérifier la faisabilité de réaliser des fosses d'implantation pour les espaces libres (noues et fosses de Stockholm) compte tenu des conditions hydrogéologiques particulières de la zone (sables limoneux fluents et saturés). En effet, les conditions du sous-sol et les difficultés pour l'infiltration des eaux relevée ne permettront pas d'accepter des infiltrations massives des eaux pluviales.
- Les recommandations formulées dans le rapport géotechnique (P&M, réf 2135A-INDA, 20.09.2021) doivent être prises en compte en intégrant notamment les sondages complémentaires. En effet, la présence de venues d'eau en charge dans les horizons sableux fluents entre 1,5 et 4 mètres de profondeur a été démontrée. Ces éléments devront être intégrés dans le dossier de requête en autorisation de construire en fournissant un rapport géotechnique complémentaire.
- Cette zone est reconnue pour avoir un risque de remontées de gaz et/ou d'hydrocarbures lors de forages géothermiques. Dès lors, il faudra tenir compte de la faisabilité de réaliser des champs de sondes sous radier.

Protection des sols

- Elaboration d'un concept de gestion des sols.
- Bilan finalisé des surfaces et des volumes de sols concernés.
- Evaluation des possibilités de valorisation de matériaux terreux, en priorité sur place et dans les projets à proximité immédiate.
- Définition des filières d'évacuation des sols décapés en fonction de la qualité des matériaux terreux (qualité et charges en polluants selon l'OSol ; contamination par les plantes exotiques envahissantes) et de la réglementation en vigueur.
- Un concept de gestion des sols devra être établi selon le guide "Protection des sols sur les chantiers".

Sites pollués

Sans objet.

Déchets et substances dangereuses pour l'environnement

- Établir un plan de gestion des déchets de chantier comprenant la qualité et la quantité de déchets qui seront produits lors de la phase chantier ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues.
- Préciser les exigences à respecter en matière de valorisation, de traitement ou de stockage définitif des déchets de chantier.

- Élaborer un concept de gestion des matériaux d'excavation en fonction de la typologie des matériaux, de leur degré de pollution et indiquer la quantité de matériaux d'excavation valorisés sur place ou sur un autre chantier.
- Utiliser et justifier, en cas de mauvaise qualité des matériaux d'excavation en place ou si le potentiel de valorisation est supérieur aux volumes qui seront produits par la réalisation du projet, des matériaux d'excavation en provenance d'autre chantiers.
- Concevoir des projets qui réduisent au maximum la production des matériaux d'excavation.
- Définir les modalités de contrôle et de suivi du terrassement.
- Préciser les infrastructures de collecte et de gestion des déchets urbains à mettre en œuvre en accord avec le mode de gestion de la commune de Satigny.
- Réalisation d'un diagnostic de pollution finalisé pour les terrains conformément à l'aide à l'exécution cantonale « Diagnostic de pollution et gestion des terrains pollués » (DGE -2017).
- Etablissement d'un concept de dépollution des terrains et de suivi, conformément à l'aide à l'exécution cantonale « Diagnostic de pollution et gestion des terrains pollués » (DGE-2017).
- Fournir un plan de gestion des déchets (lors de chaque demande d'autorisation de construire découlant de ce PLQ) indiquant la qualité et la quantité des déchets (y compris les matériaux d'excavation) qui seront produits ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues. Ce document devra être complété avec le concept de gestion pour la totalité du PLQ.
- Pour toute demande en autorisation de construire successive, le MO devra indiquer dans le plan de gestion des déchets la qualité et la quantité des déchets (y compris les matériaux d'excavation) qui seront produits ainsi que les filières d'élimination et de valorisation prévues. Le concept de gestion des matériaux d'excavation pour la totalité du PLQ devra, si nécessaire, être mis à jour.

Organismes dangereux pour l'environnement

- Établir des relevés floristiques sur le périmètre du projet afin de vérifier l'absence d'espèces exotiques envahissantes sur le périmètre du projet.
- Décrire les méthodes de lutte à mettre en place en fonction des espèces envahissantes relevées, à prendre en phase chantier pour éviter leur propagation.
- Définir les mesures de suivi lors des phases de réalisation et d'exploitation.

Prévention en cas d'accidents majeurs d'événements extraordinaires ou de catastrophes

- Évaluation des mesures de protection qui seront intégrées au projet définitif et confirmation du risque acceptable.
- Association avec le SERMA-SAM en amont du développement du projet lors des phases ultérieures.

Conservation de la forêt

Sans objet.

Protection de la nature

- Consultation des bases de données Infospecies.
- Recensements sur le terrain pour la flore et les groupes faunistiques d'intérêt selon les données d'Infospecies.
- Fournir une requête en autorisation d'abattage, établie en bonne et due forme, ainsi qu'un plan d'abattage en relation à la demande définitive (DD) correspondante.
- Description des mesures de minimisation et de promotion de la nature.

- Recommandations et principes à mettre en œuvre pour améliorer la biodiversité dans le futur projet de développement.
- Une fois l'inventaire (recensement sur le terrain) réalisé, il s'agit de :
 - Reporter sur une carte toutes les espèces d'intérêts inventoriées et transférer les données à InfoFlora;
 - Préciser, sur cette même carte, les individus impactés par le projet ainsi que ceux qui devront être protégés;
 - Eviter les atteintes, à défaut, proposer des mesures de minimisation, au besoin, des mesures de compensation, visant la préservation des espèces d'intérêt. L'OCAN insiste sur le fait qu'il s'agit en premier lieu et conformément à l'article 18 de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN – 451), d'éviter les atteintes, à défaut, de les réduire et de prendre des mesures de compensations nécessaires visant la meilleure protection possible des espèces d'intérêt.

Fournir ces éléments avec le dossier soumis en autorisation de construire.

Prendre contact avec l'OCAN 10 jours avant la réalisation de l'inventaire et pour toute information complémentaire jugée utile.

- Les éléments suivants devront être intégrés aux étapes ultérieures :
 - Disposer les places de stationnement vélos et motos proches des bâtiments en dehors des surfaces de pleine terre. Le plan d'aménagement paysager pourra les localiser à d'autres endroits conformément à l'article 12 al. 8 et al. 11 du règlement et seront par conséquent adaptées si besoin en fonction du projet des futures constructions souterraines en vue de la demande d'autorisation de construire.
 - Optimiser et réduire autant que possible les emprises des constructions souterraines dans le cadre du projet pour la demande d'autorisation de construire afin de libérer de l'espace en pleine terre pour les plantations, selon l'intention rappelée au chapitre 4.2.2 du rapport explicatif du PLQ, ainsi qu'au chapitre 4.5.4.2 de la présente notice d'impact sur l'environnement.
 - Respecter le principe des typologies des arbres isolés à planter représenté par le diamètre des couronnes à terme (50 ans), comme illustré sur le plan du PLQ. Les conditions de plantation et le choix des essences seront définis en fonction des objectifs de croissance à maturité et doivent être approuvés par l'OCAN en application de l'article 5 al. 1 du règlement du PLQ.
 - Etablir le plan d'aménagement paysager conformément à l'article 4 al. 4 du règlement de façon à inclure le projet d'espaces extérieurs (mesure 12-13 du PA2) dont le périmètre est figuré en noir sur la figure 22 du rapport explicatif du PLQ. Une coordination avec les instances concernées, dont fait partie l'OCAN, doit être réalisée.

Protection du paysage naturel et bâti

- Evaluation des impacts selon le projet définitif.
- Le projet d'espace public de la route de la Gare-de-Satigny devra être soumis à la CMNS pour remarques avant dépose en autorisation de construire.

Protection du patrimoine bâti et des bâtiments, archéologie

- Évaluation des impacts selon le projet définitif.
- Les vestiges archéologiques étant de par leur nature enfouis dans le sol, une prise de contact avec le service cantonal d'archéologie devra être réalisée pour les procédures ultérieures.

6 Conclusion

La présente notice d'impact sur l'environnement a permis d'investiguer les domaines pour lesquels des enjeux significatifs ou potentiellement problématiques sur la protection de l'environnement sont relevés. Le projet de développement du secteur de la gare de Satigny est concerné principalement par les domaines du bruit, des rayonnements non ionisants, des risques majeurs, de la pollution des sols. Pour ces thématiques, des mesures constructives et/ou des adaptations du projet seront prises afin d'assurer la faisabilité du projet.

Les autres thématiques environnementales, bien que devant être développées dans les étapes ultérieures, ne présentent pas de risque sur la faisabilité du projet.

Afin de traiter la notice d'impact sur l'environnement définitive, le cahier des charges proposé, permettra d'accompagner les demandes en autorisation de construire, par l'apport des investigations complémentaires à mener pour optimiser le projet et garantir une prise en compte adéquate des domaines environnementaux.

Genève, le 07.03.2024

CSD INGÉNIEURS SA



pp. Nicolas Gouneaud



pp. Laurent Hafiz

Autres collaborateurs/trices ayant participé au projet

Charlotte Karsegard

Annexe A Rapport mobilité - Transitec

RAPPORT TECHNIQUE

CFF - Etat de Genève (OU) / Mars 2024

PLQ « Pôle Satigny Gare »

Etude de mobilité



Nom du fichier	Version	Date	Objet des modifications	Chefs de projet	Ingénieur(e) d'étude
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v1.docx	1	21.10.21	-	M. Boesch / M. Lumineau	C. Thievenaz
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v2.docx	2	03.11.21	Adaptations – Remarques CFF	M. Boesch / M. Lumineau	C. Thievenaz
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v3.docx	3	09.12.21	Adaptations des enjeux TP	M. Boesch / M. Lumineau	C. Thievenaz
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v4.docx	4	11.01.23	Mise à jour à la suite du préavis	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v5.docx	5	24.01.23	Adaptations – Remarques OU et CFF	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v6.docx	6	31.01.23	Adaptations de la version du RPSFP	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v7.docx	7	13.02.23	Mise à jour du plan du PLQ	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v8.docx	8	17.02.23	Adaptations – Remarques OU et CFF	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v9.docx	9	30.05.23	Mise à jour du plan du PLQ, modification numéro de parcelle	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v10.docx	10	20.11.23	Mise à jour du plan du PLQ	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v11.docx	11	24.11.23	Correction mineure	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v12.docx	12	22.02.24	Réorganisation chapitre 3	M. Boesch	A. Azzi
9000_1919-rap-mlu-Satigny_PLQ-Pole_Gare-v13.docx	13	05.03.24	Retour du service juridique de l'OU	M. Boesch	A. Azzi

Transitec Ingénieurs-Conseils SA
Rue de Malatrex 38 · CH-1201 Genève
T+41 (0)22 949 56 55
geneve@transitec.net · www.transitec.net



Table des matières

Page

1. Introduction	6
1.1 Contexte général	6
1.2 Buts de l'étude	6
1.3 Périmètres de l'étude	6
2. Analyse de la situation actuelle	7
2.1 Trafic individuel motorisé (TIM)	7
2.1.1 Hiérarchie du réseau	7
2.1.2 Charges de trafic à l'heure de pointe du matin (HPM)	7
2.1.3 Charges de trafic à l'heure de pointe du soir (HPS)	7
2.1.4 Charges de trafic journalières (TJM)	7
2.2 Transports publics	10
2.3 Modes doux	12
3. Caractéristiques du projet	14
3.1 Données générales	14
3.2 Définitions des besoins en stationnement	16
3.2.1 Ratios de dimensionnement	16
3.2.2 Evaluation des besoins en stationnement pour voitures	17
3.2.3 Places de stationnement vélos	18
3.2.4 Places de stationnement deux-roues motorisés (2RM)	18
3.2.5 Gestion du stationnement "voitures"	19
3.2.6 Aménagement du stationnement pour les vélos	19
4. Principe d'accessibilité multimodale	20
4.1 Véhicules individuels motorisés	20

4.1.1	Accès à l'offre de stationnement	20
4.1.2	Gestion des livraisons	20
4.1.3	Gestion des écopoints	20
4.1.4	Places d'entretien et de service CFF	20
4.2	Accessibilité en transports publics	21
4.3	Accessibilité en modes doux	21
4.4	Requalification de l'interface multimodale	23
4.4.1	Principes de la requalification	23
4.4.2	Éléments fixes et variables	24
4.4.3	Variantes de gestion des arrêts de bus	24
5.	Effets du projet sur le réseau routier	25
5.1	Trafic généré par le projet sur le réseau routier	25
5.2	Distribution et affectation du trafic	27
6.	Synthèse	29
7.	Annexes	31

Liste des figures

Page

Figure 1 – Périmètre du projet.....	6
Figure 2 – Fonctionnement du réseau routier à l'état actuel.....	8
Figure 3 – Charges de trafic journalier moyen (TJM) et à l'heure de pointe du matin (HPM) – Etat actuel	9
Figure 4 – Fonctionnement du réseau de transports publics à l'état actuel	11
Figure 5 – Accessibilité en modes doux à l'état actuel	13
Figure 6 – Plan d'aménagement du PLQ.....	15
Figure 7 – Requalification de l'interface de gare de Satigny - Evaluation des variantes d'exploitation des bus – Synthèse	22
Figure 8 – Charges de trafic journalier moyen (TJM) - Etat futur avec projet.....	28

Liste des tableaux

Tableau 1 – Besoins en stationnement pour les voitures (selon les ambitions des porteurs de projet) – Synthèse	18
Tableau 2 – Génération de trafic – Synthèse.....	26

Liste des annexes

Annexe 1 – Génération de variantes des tracés de lignes de bus	32
Annexe 2 – Evaluation des variantes pour la ligne 70	33
Annexe 3 – Evaluation des variantes pour la ligne 71	34
Annexe 4 – Evaluation des variantes pour les lignes 72/73	35
Annexe 5 – Requalification de l'interface de gare de Satigny – Synthèse des éléments fixes et variables.....	36

1. Introduction

1.1 Contexte général

Les CFF sont intéressés, en partenariat avec l'Etat de Genève, au développement d'un Plan Localisé de Quartier (PLQ) aux abords de la gare de Satigny : le PLQ "Pôle Satigny Gare". Cette démarche est enrichie par un concours d'architecture et d'espaces publics sur la parcelle n°11296 (se situant au nord des voies) appartenant aux CFF et sur une partie du domaine public (DP) cantonal (parcelle n°10396) et du domaine public communal (parcelle n°10398). Le projet prévoit la construction de trois immeubles de logements et d'activités ainsi que d'une nouvelle place de la gare.

1.2 Buts de l'étude

Dans ce contexte, le bureau Transitec Ingénieurs-Conseils SA a été mandaté pour élaborer l'étude de mobilité concomitante au projet de PLQ. Ces principaux buts sont les suivants :

- **préciser les principes d'accès multimodaux au PLQ;**
- **définir les besoins en places de stationnement** (automobiles, deux roues motorisés et vélos) compte tenu de la localisation du site et de la qualité de la desserte en transports publics;
- **analyser les incidences du site sur l'exploitation du réseau routier**, soit la génération et la distribution du trafic, ainsi que la vérification des incidences sur l'exploitation des carrefours voisins, etc.

1.3 Périmètres de l'étude

Fig. 1 Le périmètre du projet de Plan Localisé de Quartier s'étend sur une surface d'environ 7'800 m². Il se situe à cheval sur les lieux-dits "Satigny-Dessous" et "les Cornaches" sur le côté nord des voies CFF longeant la route de la Gare-de-Satigny.



Figure 1 – Périmètre du projet

Concernant les enjeux de mobilité, les réflexions se portent à une échelle étendue intégrant le bourg de Satigny, et la route de la Gare-de-Satigny en particulier.

2. Analyse de la situation actuelle

2.1 Trafic individuel motorisé (TIM)

2.1.1 Hiérarchie du réseau

Fig. 2 Le site du PLQ "Pôle Satigny Gare" est délimité par deux types d'axes :

- un axe du réseau cantonal secondaire (route de la Gare-de-Satigny), assumant des fonctions collectrices et de transit;
- un axe de quartier (chemin de Pré-Gentil) subvenant aux besoins d'accessibilité locale.

Le secteur offre notamment un accès relativement direct à la zone industrielle et commerciale "ZIMEYSAVER" par la route du Mandement (réseau cantonal secondaire).

Malgré leur statut, la route du Mandement et la route de la Gare-de-Satigny se situent en zone 30, s'agissant par ailleurs des premiers axes cantonaux placés sous le régime de zone 30.

L'accessibilité routière du secteur est dans l'ensemble **très bonne**.

2.1.2 Charges de trafic à l'heure de pointe du matin (HPM)

Fig. 3 **Sur la route de la Gare-de-Satigny**, au droit du projet, **à l'heure de pointe du matin** (7h-8h) les charges de trafic sont **d'environ 580 véhicules** répartis comme suit :

- **~81% de voitures;**
- **~9% de poids lourds;**
- **~10% de deux-roues** (7% motos / scooters, 3% de vélos).

Sur le chemin de Pré-Gentil, au droit du projet, **à l'heure de pointe du matin** (7h-8h) les charges de trafic sont **d'environ 20 véhicules** auxquels s'ajoutent une génération d'environ **60 véhicules en lien avec le P+R** de la gare. Ces charges sont faibles et ne présentent aucun problème pour le fonctionnement du carrefour dont la **capacité utilisée est de ~60%**.

Le mouvement de tourner-à-gauche depuis le chemin de Pré-Gentil sur la route de la Gare-de-Satigny est le mouvement déterminant de ce carrefour et représente le temps d'insertion le plus long.

2.1.3 Charges de trafic à l'heure de pointe du soir (HPS)

Sur la route de la Gare-de-Satigny, au droit du projet, **à l'heure de pointe du soir** (17h-18h) les charges de trafic sont d'environ **140 véhicules** répartis comme suit :

- **~91% de voitures;**
- **~1% de poids lourds;**
- **~8% de deux roues** (motos, scooters, vélos...).

2.1.4 Charges de trafic journalières (TJM)

Les charges de trafic les plus importantes circulent sur la route du Mandement avec près de 7'000 véh/j (TJM). La route de la Gare-de-Satigny est concernée par une charge plus faible d'environ 4'600 véh/j.

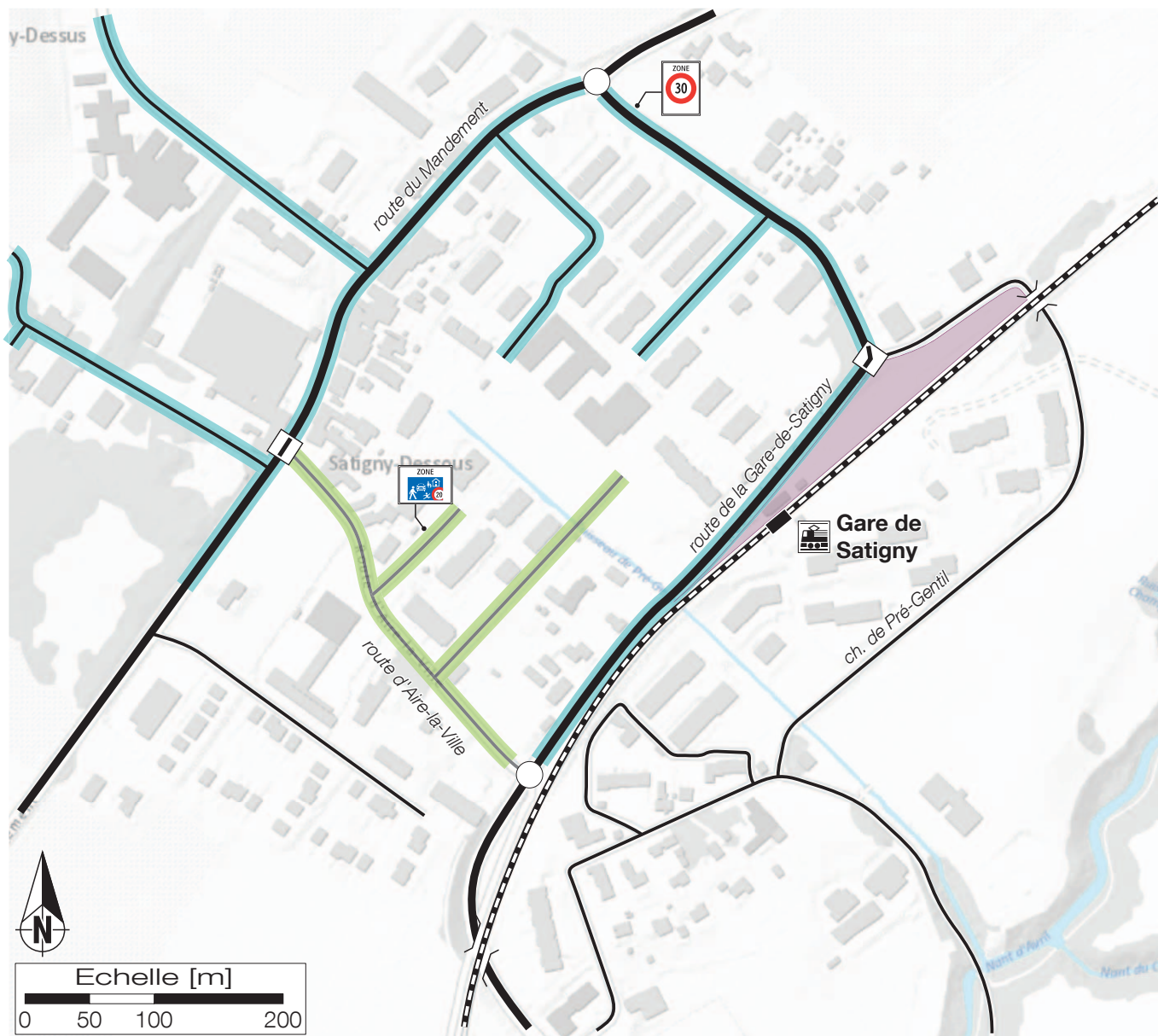
La répartition horaire du trafic de la route de la Gare-de-Satigny est de :

- 94% de trafic diurne (6h00 – 22h00);
- 6% de trafic nocturne (22h00 – 6h00).

La répartition par type de véhicule est la suivante :

- voitures : ~91%;
- deux roues : ~5% (dont une majorité de deux-roues motorisés);
- poids lourds : ~4%.

Fonctionnement du réseau routier à l'état actuel



Constats

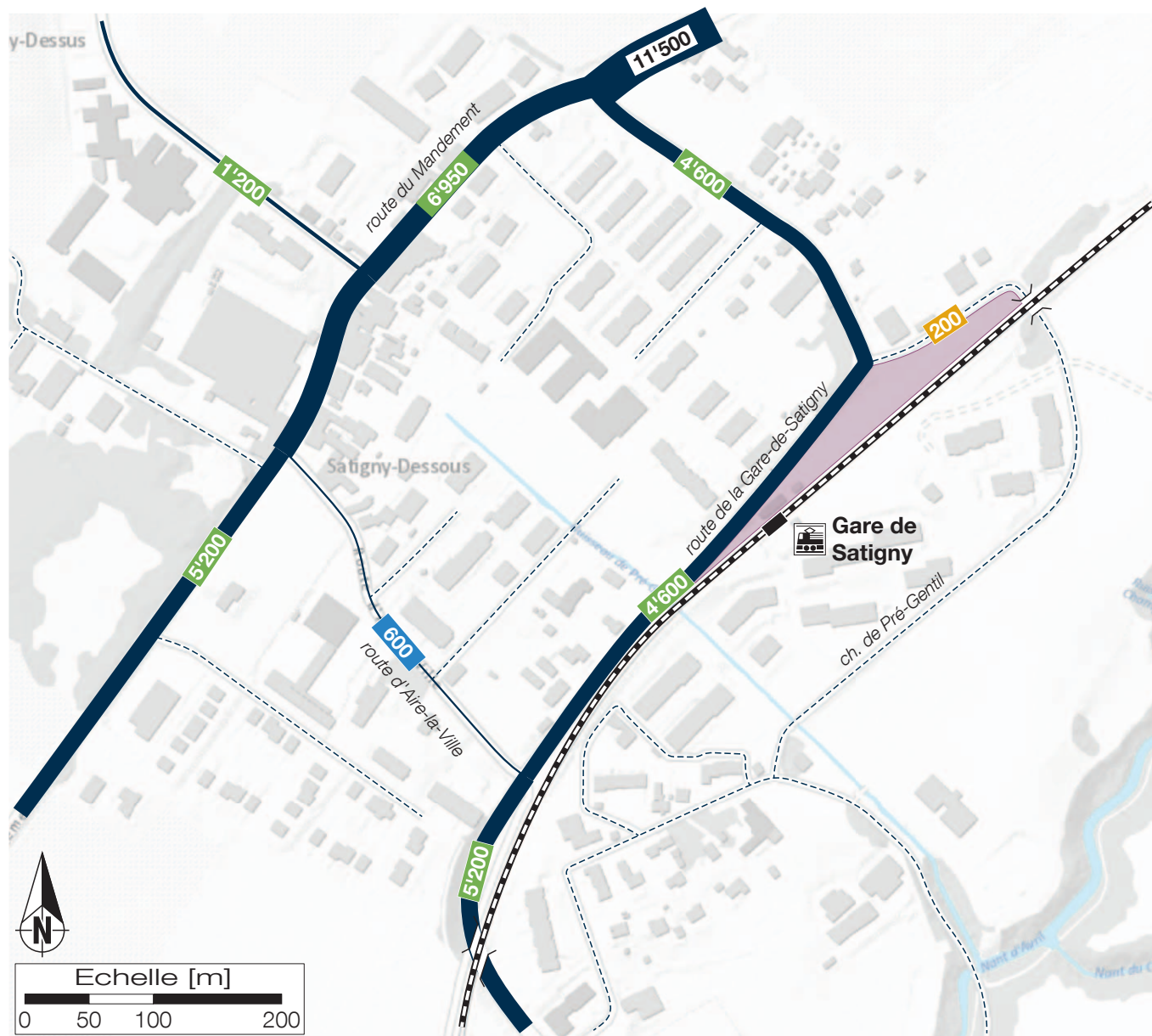
- La route du Mandement et la route de la Gare-de-Satigny font partie du réseau routier cantonal secondaire, tandis que les axes complémentaires font partie du réseau de quartier (desserte locale).
- Malgré leur statut hiérarchique, la route du Mandement et la route de la Gare-de-Satigny se situent en zone 30, s'agissant d'un des premiers axes cantonaux placés sous ce régime de circulation.

Légende :

- réseau routier structurant (secondaire)
- réseau routier local (de quartier)
- giratoire
- ▬ carrefour à perte de priorité
- zone 30 km/h
- zone de rencontre
- périmètre du projet

Figure 2

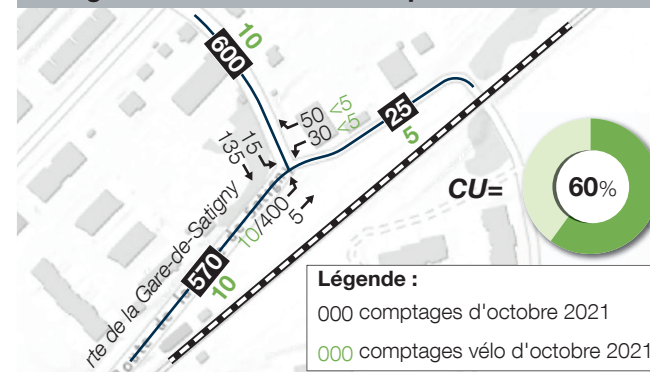
Charges de trafic journalier moyen (TJM) et à l'heure de pointe du matin (HPM) – Etat actuel



Constats

- Les charges sur la route de la Gare-de-Satigny sont relativement élevées et composées à environ 80% de voitures.
- La majorité du trafic à la sortie du chemin de Pré-Gentil est due aux véhicules sortants du P+R.
- La capacité utilisée du carrefour Gare-de-Satigny / Pré-Gentil est de 60%. Le mouvement déterminant est le tourner-à-gauche depuis le chemin de Pré-Gentil sur la route de la Gare-de-Satigny.

Charges de trafic à l'heure de pointe du matin



Source :

- 0'000 comptages septembre 2013, DataCollect
- 0'000 comptages 2019-2020, Commune de Satigny
- 0'000 charges 2015 extrapolées des postes de comptage SITG et RGR
- 0'000 charges extrapolée du comptage HPM 2021 sur la base du ratio du comptage de septembre 2013

Echelle des valeurs :



Figure 3

2.2 Transports publics

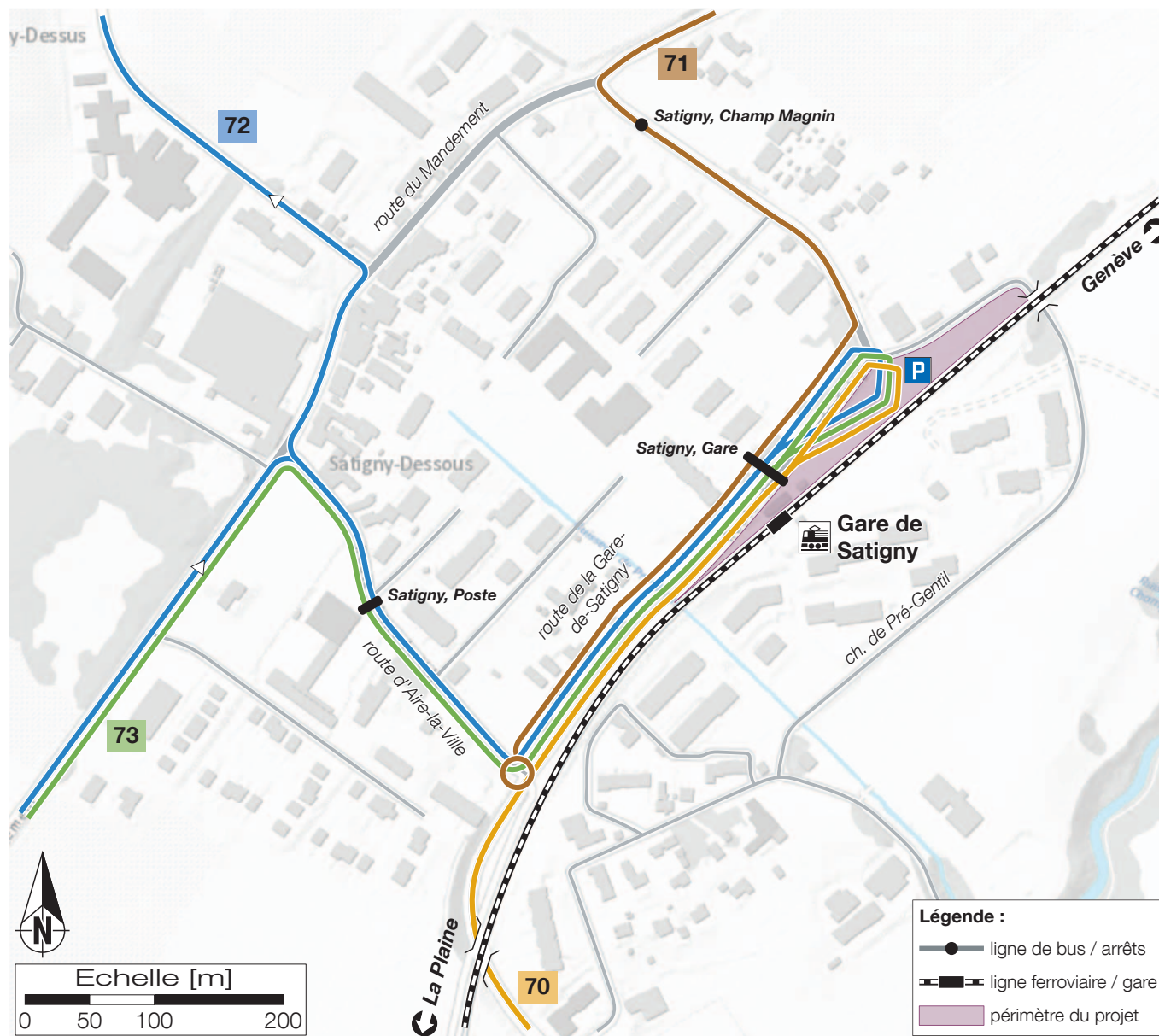
Fig. 4 Actuellement, le secteur du PLQ "Pôle Satigny Gare" est desservi par une offre ferroviaire et des lignes de transports publics régionales du réseau TPG :

- **les lignes de trains du réseau Léman Express L5 et L6 desservant Genève** (13 minutes), **La Plaine** (7 minutes), **Bellegarde** (24 minutes) **avec une cadence de 30 minutes par sens environ;**
- **la ligne de bus 70** (Confignon-Croisée – Satigny Gare) propose des cadences de passage de 15 minutes en heure de pointe et de 30 minutes en heure creuse;
- **la ligne de bus 71** (Hôpital de la Tour – Satigny Gare) propose des cadences de passage de 30 minutes en heure de pointe et de 60 minutes en heure creuse;
- **la ligne de bus 72** (Satigny Gare – Bourdigny Douane – Peissy) propose des cadences de passage de 30 minutes en heure de pointe et 60 minutes en heure creuse;
- **la ligne de bus 73** (Satigny Gare – Zimeysa Gare) propose des cadences de 30 minutes en heure de pointe et de 60 minutes en heure creuse.

L'offre en transports publics desservant le site est attractive en matière de temps de parcours et de connexions mais les fréquences restent relativement faibles. Cette interface de transports publics constitue cependant un réel atout du secteur.

L'ensemble de ces lignes stationne au même moment à la gare (correspondance avec le train). Leurs cadences ne devraient pas être modifiées à court-moyen terme. Elles sont liées à l'offre ferroviaire et il n'est pas prévu d'évolution avant la mise au quart d'heure du Léman Express (2035).

Fonctionnement du réseau de transports publics à l'état actuel



Ligne 70

- Confignon-Croisée – P+R Bernex – Aire-la-Ville – Satigny-Gare
- Cadence 15'/20' (heures de pointe)
- Bus 12 m

Ligne 71

- Hôpital de la Tour – ZIMEYSA-Ouest – Satigny-Gare
- Cadence 30' (heures de pointe)
- Bus 7/12 m (scolaires)

Ligne 72

- Satigny – Boudigny – Chouilly – Peissy
- Cadence 30' (heures de pointe)
- Bus 7/12 m (scolaires)

Ligne 73

- Satigny-Gare – Gare-ZIMEYSA
- Cadence 30' (heures de pointe)
- Bus 7 m

Lignes ferroviaires

- Satigny – Genève
- Cadence 15' / 20' (heures de pointe)
- Satigny – La Plaine
- Cadence 30' toute la journée

- L'ensemble de ces lignes stationne au même moment à la gare (correspondance avec le train).
- Il y a une remise à l'heure à l'arrêt Satigny, Gare.
- Trois lignes de bus rebrousse sur le parking, amené à être remplacé par le projet.

Figure 4

2.3 Modes doux

Fig. 5 Pour ce qui concerne les déplacements "modes doux" dans le périmètre d'étude, la situation est actuellement contrastée.

La majorité des axes du bourg présentent un régime de circulation en zone 30 ou en zone de rencontre, facilitant et sécurisant la circulation des piétons et des cyclistes, notamment dans leurs interactions avec le trafic motorisé.

Le périmètre d'étude propose également des équipements cyclables :

- deux pistes cyclables bidirectionnelles :
 - entre Russin et Satigny, sur la route du Mandement;
 - entre la gare de Satigny et Zimeysa / Genève (portion d'un itinéraire SuisseMobile);
- une bande cyclable bilatérale :
 - sur la rampe de Chouilly à l'intersection avec la route du Mandement.

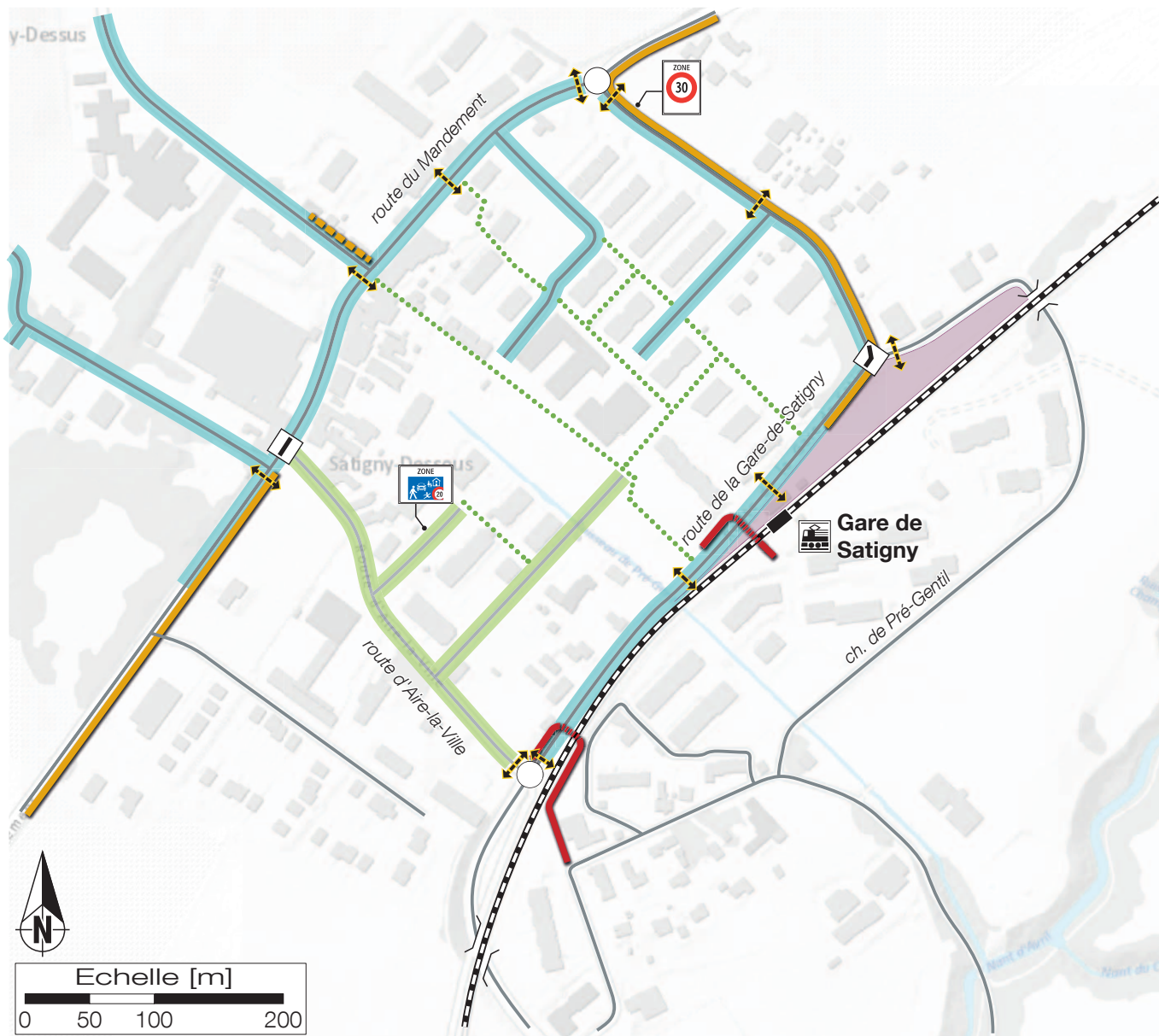
Il est à noter que le passage inférieur qui se trouve largement au sud-ouest du projet ne joue pas un rôle prépondérant dans l'accessibilité au PLQ et ne dispose pas d'une largeur adaptée pour à la fois des piétons et des vélos.

De par ces aménagements et ces régimes de circulation, les pôles générateurs de trafic tels que la Coop, la Poste, l'école, les centres de soins médicaux et la gare de Satigny sont facilement accessibles en modes doux.

Il est possible de rejoindre le reste du village par plusieurs cheminements proposés en dehors du trafic routier. Néanmoins, ces itinéraires privilégiés manquent aujourd'hui de visibilité. Il est ainsi nécessaire d'en optimiser les accroches (visibilité) et d'assurer des traversées sûres et confortables afin de garantir la perméabilité de la route de la Gare-de-Satigny. Le réaménagement de ces accroches ainsi que l'amélioration de l'accessibilité à la gare seront traités dans le cadre du projet de développement du secteur.

La piste cyclable bidirectionnelle en direction de Zimeysa / Meyrin / Genève permet une liaison en modes doux efficace depuis et vers les services présents dans ces zones, mais également à plus large échelle vers le centre de l'agglomération.

Accessibilité en modes doux à l'état actuel



Constats

- Le périmètre d'étude présente un réseau piétonnier satisfaisant (trottoirs le long des axes, chemin en dehors du trafic, zone de rencontre...).
- Le réseau cyclable est satisfaisant, notamment grâce à des pistes cyclables bidirectionnelles qui permettent de se déplacer entre localités, en particulier vers la zone industrielle Zimeysa.

Légende :

- réseau routier
- giratoire
- ⊥ carrefour à perte de priorité
- zone 30 km/h
- zone de rencontre
- périmètre du projet
- piste cyclable bidirectionnelle
- - - bande cyclable
- ... chemin pour les piétons
- ↔ traversée piétonne
- ↔ passage inférieur

Figure 5

3. Caractéristiques du projet

3.1 Données générales

Dans le cadre de l'élaboration du PLQ "Pôle Satigny Gare", les CFF et l'Etat de Genève ont soumis le périmètre à plusieurs études successives soit une étude-test, sur la base de laquelle a été réalisée une synthèse qui a ensuite servi de base au cahier des charges du concours d'architecture et d'espace public. Les orientations pour le développement du PLQ résultent du projet lauréat du concours.

L'objectif principal du projet est la réalisation d'une nouvelle centralité en lien avec la gare.

Sur cette base, le site offre un potentiel constructible de **6'700 m² SBP** hors sol (nouvelles constructions) et de 273 m² pour le bâtiment voyageur existant.

La programmation du bâti prévoit une **mixité de logements et d'activités** répondant à un besoin local répartis comme suit :

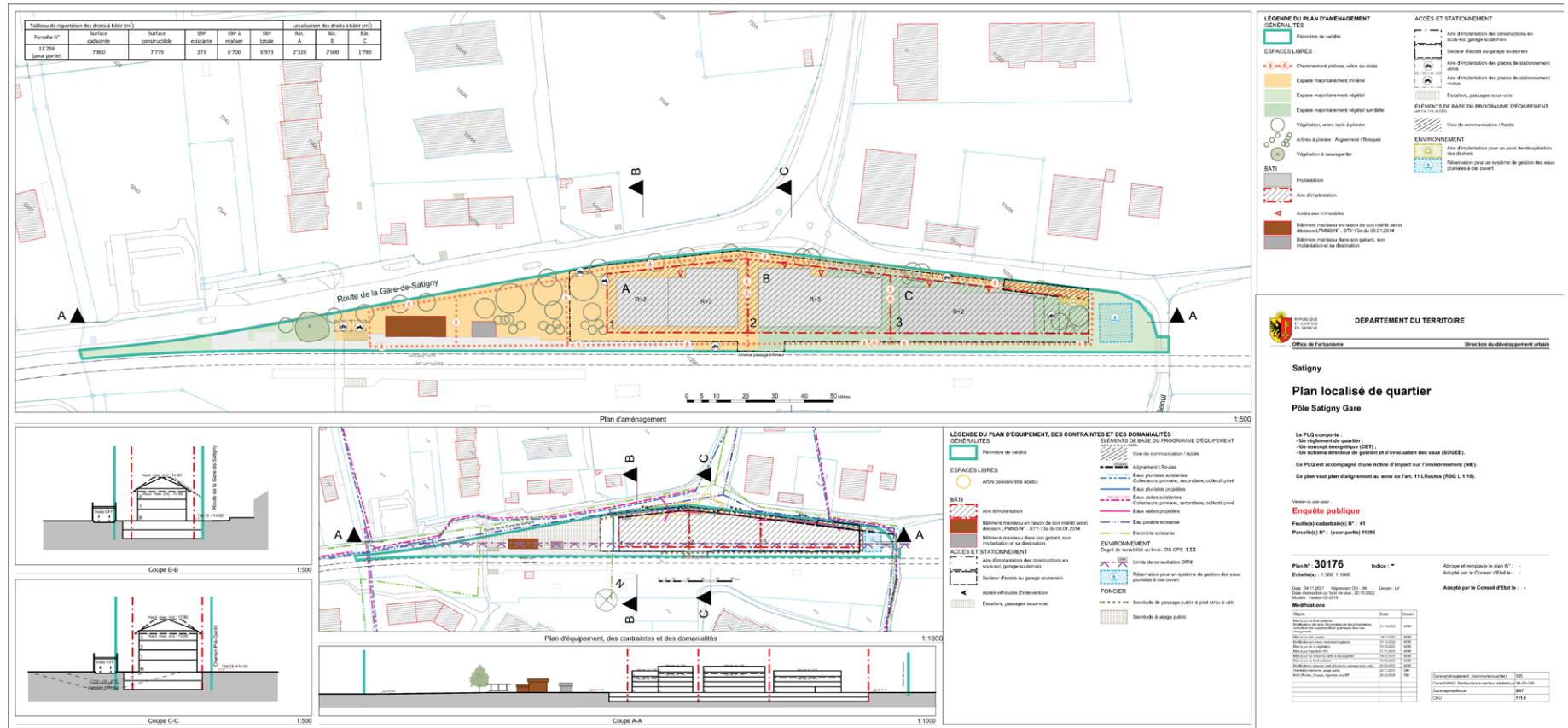
- 5'974 m² de logements;
- 999 m² d'activités.

Les logements réalisés seront soumis aux conditions de l'Office cantonal du logement et de la planification foncière (OCLPF).

Le projet prévoit la construction de trois immeubles de 3 à 4 étages.

Le concours d'architecture et d'espace public a permis de préciser les principes réglementaires fixés dans le cadre du PLQ et définis par le plan ci-après.

Figure 6 – Plan d'aménagement du PLQ



3.2 Définitions des besoins en stationnement

3.2.1 Ratios de dimensionnement

Le dimensionnement de l'offre de stationnement, et plus globalement la philosophie qui en accompagne sa gestion, constitue un levier d'action fondamental pour orienter de manière adéquate le choix modal des usagers et tenir un objectif comme la limitation du trafic motorisé pour atteindre une certaine durabilité en matière de mobilité.

Ainsi, la définition des besoins en stationnement pour les nouveaux habitants et emplois s'appuie sur le Règlement relatif aux places de stationnement sur fonds privés, du 17 mai 2023 (RSG L 5 05.10; RPSFP). Ces ratios ont été discutés et validés par l'Office de l'urbanisme (OU) et l'Office cantonal des transports (OCT).

Ce règlement propose un découpage du territoire genevois en secteurs avec, pour chacun d'entre eux, un ratio minimum de places par m² de surface brute de plancher (SBP) pour le logement, avec comme objectif de stationner les véhicules privés sur fonds privés et un ratio maximum de places par m² de SBP pour les activités, avec comme objectif de maîtriser les déplacements motorisés. Le périmètre du PLQ N°30176 se situe dans le secteur VI.

Ce PLQ prévoit d'accueillir des activités pour 999 m² de SBP. A ce stade, les activités prévues dans le PLQ correspondent principalement à des activités au sens de l'article 6, alinéas 3 RPSFP et plus précisément à des "magasins à nombreuse clientèle" au sens de la norme VSS 640 281 du 1er février 2006.

Les ratios de dimensionnement du stationnement sont définis :

En matière de logements :

- **pour les voitures**, les ratios de stationnement pour les voitures dans le secteur VI sont fixés par l'article 5, alinéa 1 RPSFP de la manière suivante :
 - minimum 1 place/100 m² de SBP pour les habitants;

- minimum 0,1 place/100 m² de SBP pour les visiteurs;
- les ratios de stationnement **pour les vélos** dans le secteur VI sont fixés par l'article 5, alinéa 8 RPSFP de la manière suivante :
 - 3 places/100 m² de SBP, dont 30% situés au rez-de-chaussée ou à proximité immédiate des allées d'immeubles;
- les ratios de stationnement **pour les deux-roues motorisés** (2RM) dans le secteur VI sont fixés par l'article 5, alinéa 7 RPSFP de la manière suivante :
 - 0,16 place/100 m² de SBP.

En matière d'activités :

- **pour les voitures** et pour les activités listées à l'article 6, alinéa 3 RPSFP, les ratios de stationnement maximaux pour les employés et les clients sont calculés en application de la norme VSS 640 281 du 1er février 2006 et d'un facteur de réduction de 20% correspondant au secteur VI (défini à l'article 6, alinéa 3 RPSFP) . La catégorie « magasins à nombreuse clientèle » (alimentation, kiosk par exemple) se base sur la surface de vente (SV = 50% de la SBP activités) :
 - 2 places/100 m² de SV, auquel on applique 20% de réduction (employés);
 - 8 places/100 m² de SV, auquel on applique 20% de réduction (clients s'il y en a);
- les ratios de stationnement **pour les vélos** dans le secteur VI fixés par l'article 6, alinéa 7 RPSFP prévoient un minimum compris dans une fourchette de 1,6 à 2 places/100 m² de SBP activités. Le ratio retenu par le PLQ est :
 - 2 places/100 m² de SBP activités;
- les ratios de stationnement **pour les 2RM** dans le secteur VI sont fixés par l'article 6, alinéa 6 RPSFP de la manière suivante :
 - maximum 0,35 place/100 m² de SBP activités.

3.2.2 Evaluation des besoins en stationnement pour voitures

Pour les logements

- Pour les habitants des logements :
 - la surface de 5'974 m² de logements au ratio de 1 place/100 m² de SBP de logement, donne 60 places minimum pour les habitants des logements;
- pour les visiteurs des logements :
 - la surface de 5'974 m² de logement, au ratio de 0,1 place/100 m² de SBP donne 6 places minimum pour les visiteurs des logements.

Toutefois, en raison des exigences tirées des objectifs climatiques cantonaux (article 8, alinéa 2, lettre a RPSFP), de la protection de l'environnement, notamment en application des articles 11 et 12 de la loi fédérale sur la protection de l'environnement, du 7 octobre 1983 (RS 814.01 ; LPE), du fait que la réalisation du parking engendre des coûts disproportionnés, notamment en raison de contraintes géotechniques et morphologiques (article 8, alinéa 2, lettre b RPSFP), ainsi que des améliorations notables en matière d'offre en transports publics (article 8, alinéa 2, lettre d RPSFP) caractérisées par une cadence au quart d'heure du Léman Express (LEX) avec à terme une évolution des cadences des bus en lien avec le LEX, et en accord avec l'OCT, les ratios retenus sont :

- 0,8 place/100 m² SBP pour les habitants des logements;
- 0,1 place/100 m² SBP pour les visiteurs des logements.

Ce qui donne un nombre de places de stationnement voitures des logements réduit à :

- **48 places minimum pour les habitants** des logements;
- **6 places minimum pour les visiteurs** des logements.

Soit **un total de 54 places pour voitures pour les logements.**

Pour les magasins à nombreuse clientèle

- Pour les employés des magasins à nombreuse clientèle (article 6, alinéa 3 RPSFP et norme VSS 640 281 du 1er février 2006) :
 - La surface de 499,5 m² SV au ratio de 2 places/100 m² de SV, auquel on applique 20% de réduction (employés) **donne 7,992 places;**
- pour les clients des magasins à nombreuse clientèle (article 6, alinéa 3 RPSFP et norme VSS 640 281 du 1er février 2006) :
 - la surface de 499,5 m² SV au ratio de 8 places/100 m² de SV, auquel on applique 20% de réduction (clients) donne 31,968 places.

Toutefois, en raison des améliorations notables en matière d'offre en transports publics caractérisées par une cadence au quart d'heure du LEX avec à terme une évolution des cadences des bus en lien avec le LEX (article 9, lettre b RPSFP), puisqu'un effet d'opportunité apparaît au sens de la norme VSS 640 281 du 1er février 2006 (chapitre 5.15), les achats à la gare étant une "activité exercée en interrompant un déplacement effectué de toute manière sans prestation de trafic supplémentaire", et en accord avec l'OCT, il est appliqué :

- le ratio de 0,4 place/100 m² de SBP (correspondant au ratio de stationnement client des "autres services" de 0,5 place/100 m² de SBP auquel on applique 20% de réduction au sens de la norme VSS 640 281 du 1er février 2006).

Ce qui donne un nombre de places de stationnement voitures pour les clients des activités de :

- **3,996 places maximum pour les clients.**

Soit **un total de 12 places pour les voitures des activités.**

Affectation	m ² SBP	Ratio (pl. / 100 m ² SBP ou SV)		Habitants / employés	Visiteurs / clients	TOTAL
		Habitants/ employés	Visiteurs / clients			
Logement	5'974	0,8	0,1	48	6	54
Commerce	999 m ² SBP (soit 499 m ² SV)	1,6	0,4	8	4	12
TOTAL	6'973 m² SBP					66 + 3 PMR

Tableau 1 – Besoins en stationnement pour les voitures (selon les ambitions des porteurs de projet) – Synthèse

Pour le P+R

Le site est aujourd'hui occupé en grande partie par un P+Rail d'une capacité de 90 places. Le maintien de ce P+Rail est conforme au PDCn 2030 dans sa 1^{ère} mise à jour et répond aux objectifs de la fiche de mesures A19, intitulée « Consolider et développer les centres régionaux et locaux », plus particulièrement à « l'amélioration des liaisons entre centre et avec le cœur de l'agglomération », ainsi qu'à « la diminution des nuisances sur l'environnement associées à l'étalement urbain, à la périurbanisation diffuse et à l'augmentation du trafic pendulaire ».

Pour les personnes à mobilité réduite (PMR)

La création de places de stationnement pour les PMR est régie par le règlement concernant l'accessibilité des constructions et installations diverses, du 29 janvier 2020 (RSG L 5 05.06 ; RACI). Selon l'art. 9, al. 1 RACI, « dans les parkings et garages collectifs de moins de 50 places, une case au moins doit être réservée aux conducteurs handicapés. Dans les ensembles plus importants, une case de plus par 50 places supplémentaires jusqu'à 200 places ». **Ainsi, 2 places PMR sont nécessaires pour le parking dévolu aux logements et aux activités. De plus, en tenant compte du P+Rail, une place supplémentaire est nécessaire. Il faut alors créer 3 places PMR.**

Au total, avec le P+R, un parking de 159 places est à prévoir.

En raison de créneaux d'occupation différents, les places de stationnement pour les logements (occupées principalement la nuit) et les commerces (occupées le jour) pourraient être mutualisées, cette option n'est cependant pas envisagée à ce stade. Les places visiteurs des logements pourraient par ailleurs être mutualisées avec le P+R. Il est à noter que ce principe de mutualisation risque d'encourager l'utilisation de la voiture en incitant les résidents à libérer en journée les places de stationnement pour les commerces, augmentant ainsi le taux de rotation et les mouvements générés.

3.2.3 Places de stationnement vélos

Pour les logements

La surface de 5'974 m² (5'850 m² de nouveaux logements + 124 m² pour le logement se situant dans le bâtiment voyageur existant) de logement au ratio de 3 places/100 m² de SBP de logement, donne **180 places** pour le logement.

Pour les activités

La surface de 999 m² d'activités (850 m² de nouvelles activités + 149 m² pour le bâtiment existant) au ratio de 2 places/100 m² de SBP d'activités, donne **20 places minimum** pour les activités.

Soit **un total de 200 places vélos**, qui devront être aménagés.

3.2.4 Places de stationnement deux-roues motorisés (2RM)

Pour les logements

La surface de 5'974 m² (5'850 m² de nouveaux logements + 124 m² pour le logement se situant dans le bâtiment voyageur existant) de logement au ratio de 0,16 place/100 m² de SBP de logement, donne **9,558 places** pour les logements.

Pour les activités

La surface de 999 m² d'activités (850 m² de nouvelles activités + 149 m² pour le bâtiment existant) au ratio de 0,35 place/100 m² SBP activités, donne 3,497 places maximum pour les activités.

Soit **un total de 13 places de stationnement pour les deux-roues motorisés à prévoir**, dont environ 50% en surface.

3.2.5 Gestion du stationnement "voitures"

Les places de stationnement à usage des habitants/employés, des visiteurs et des clients se situeront en souterrain. L'emplacement des places de stationnement servant à la fois à la dépose minute et aux taxis reste à définir. Le P+R actuel sera entièrement relocalisé dans le parking souterrain relatif au projet du PLQ "Pôle Satigny Gare".

3.2.6 Aménagement du stationnement pour les vélos

En règle générale, les places pour vélos doivent être facilement accessibles, aisées à surveiller et équipées contre le vol. Lorsque les places se trouvent à l'extérieur, elles doivent être abritées et situées à proximité immédiate de l'entrée des bâtiments.

Pour un dimensionnement plus fin, il est également recommandé de s'appuyer sur le RPSFP et sur la norme en vigueur (VSS 40 065). La norme distingue les places de courte durée et de longue durée, qui tiennent compte de la répartition des usages et qui se différencient par le type d'aménagement qu'elles proposent ainsi que par leur localisation. Dans la plupart des cas, il convient de prévoir des équipements pour le stationnement de courte durée (surtout visiteurs, clients) et de longue durée (surtout habitants). Les employés ont également besoin de places de stationnement pour vélos de courte durée.

Pour des activités tertiaires avec peu de trafic de visiteurs, la proportion recommandée est la suivante :

- 30% de places de stationnement courte durée pour les habitants-employés;
- 70% de places de stationnement longue durée pour les habitants-employés;
- 100% de places de stationnement courte durée pour les visiteurs/clients.

Avec une hypothèse de répartition de l'offre de stationnement pour les vélos fixant à 80% la part des places destinées aux habitants / employés et 20% la part des places pour les visiteurs / clients, **il convient donc de prévoir au minimum un total de 200 places**, réparties comme suit :

- **99 places pour le stationnement de courte durée;**
- **101 places pour le stationnement de longue durée.**

Dans tous les cas, **il est recommandé de réaliser plusieurs installations réparties sur le site et proches des entrées plutôt qu'une grande installation centralisée.**

Il est prévu **d'installer 50% de ces places en extérieur avec arceaux.**

En lien avec l'interface de gare, il est prévu d'installer aussi **125 places vélos extérieures et si possible couvertes**, dont la construction d'une **vélostation de 50 places** à proximité du PLQ.

Il est à noter que les comportements évoluent et que le nombre ainsi que le types de vélo (sport, ville, cargo...) par personne augmente, pouvant ainsi engendrer un nombre de places nécessaires plus conséquent.

La norme VSS 40 065 propose par ailleurs le développement de l'offre de places en deux étapes, notamment pour pallier les incertitudes de la demande. **Il est donc envisageable de réaliser, dans un premier temps, deux tiers de l'offre**, tout en réservant des espaces nécessaires à la réalisation du tiers restant.

4. Principe d'accessibilité multimodale

Le PLQ induit plusieurs enjeux :

- **limiter le trafic aux abords de la gare;**
- **prétendre à des charges de trafic plus compatibles avec une zone à 30 km/h**, voire une zone de rencontre, **pour un fonctionnement plus apaisé et une mixité concrète des différents modes de transports** sur la voirie;
- **intégrer la génération de trafic supplémentaire due au projet "Pôle Satigny Gare".**

4.1 Véhicules individuels motorisés

Le PLQ bénéficie d'une accessibilité routière favorable grâce à sa proximité avec le réseau routier structurant (route de la Gare-de-Satigny). La vitesse réglementaire de cet axe est de 30 km/h.

4.1.1 Accès à l'offre de stationnement

Situé le long de la route de la Gare-de-Satigny, l'actuel P+R d'environ 90 places est voué à disparaître afin d'être relocalisé dans le parking prévu dans le cadre du PLQ.

Afin de limiter l'impact des rampes des parkings, le PLQ prévoit la réalisation d'un seul parking (environ 159 places dont P+R), dont l'accès se fera par le chemin de Pré-Gentil, centralisé en ouvrage pour les véhicules motorisés et incluant différents types d'usagers :

- les habitants;
- les visiteurs;
- les employés;
- les clients;
- les voyageurs.

Des places de dépose-minute, courte durée et taxis seront réalisées et mises en lien avec la gare.

Afin de répondre aux besoins d'un maximum d'utilisateurs, une partie des places de stationnement devra être équipée de bornes de recharges pour les automobiles électriques.

4.1.2 Gestion des livraisons

L'accès livraison des commerces du bâtiment de la gare est à garantir sur la place de la gare. Son emplacement sera précisé dans le cadre du projet d'espace public et le plan d'aménagement paysager qui en découlera.

L'accès aux commerces des bâtiments A et B pourra éventuellement se faire par le P+R ou par le chemin de Pré-Gentil.

4.1.3 Gestion des écopoints

Des équipements enterrés pour la collecte sélective des déchets doivent être aménagés au sein de l'aire d'implantation pour un point de récupération des déchets figurant sur le plan. Ces équipements doivent être réalisés en concertation avec les services communaux.

L'aménagement d'un écopoint est prévu à l'est du projet sur une place permettant au camion d'effectuer un demi-tour.

L'aménagement de l'accès à l'écopoint pourra être associé à l'aménagement de la rampe d'accès au parking.

4.1.4 Places d'entretien et de service CFF

Une place pour le bâtiment de service et une place d'intervention CFF sont prévues directement à côté du bâtiment de service.

4.2 Accessibilité en transports publics

Fig. 7 Avec la relocalisation du P+R en souterrain et l'aménagement du PLQ, l'offre de transports publics sera nécessairement affectée. Dans le cadre des investigations menées concernant les enjeux d'exploitation de l'offre de bus en interaction avec l'interface de gare de Satigny, différentes variantes de rebroussement ont été générées et évaluées (cf. annexes 1 à 4). Les tracés de lignes sont proposés à la figure 7.

La cadence de ces lignes ne devrait pas évoluer. Elle est liée à l'offre ferroviaire et il n'est pas prévu d'évolution avant la mise au quart d'heure du Léman Express (2035).

4.3 Accessibilité en modes doux

Parallèlement aux aménagements existants mentionnés précédemment, la voie verte d'agglomération sera complétée par le tronçon Vernier-Meyrin-Satigny (5,5 kilomètres) prévu à l'horizon 2025. Il participera à l'amélioration des liaisons entre Satigny et les communes alentours. A terme cette voie verte reliera Annemasse à Saint-Genis-Pouilly.

Concernant le stationnement, les places de stationnement vélos seront facilement accessibles (proche de l'entrée des bâtiments), abritées et sécurisées contre le vol.

Pour l'interface, un total d'environ 125 places en libre accès (avec arceaux) comprenant l'offre de la vélostation (50 places), ainsi que 20 places pour des vélos en libre-service et 20 places qui permettent de recharger vélos et scooters, est prévu. L'accessibilité à la vélostation (environ 50 places) se fera en lien avec l'interface multimodale.

Requalification de l'interface de gare de Satigny – Evaluation des variantes d'exploitation des bus – Synthèse

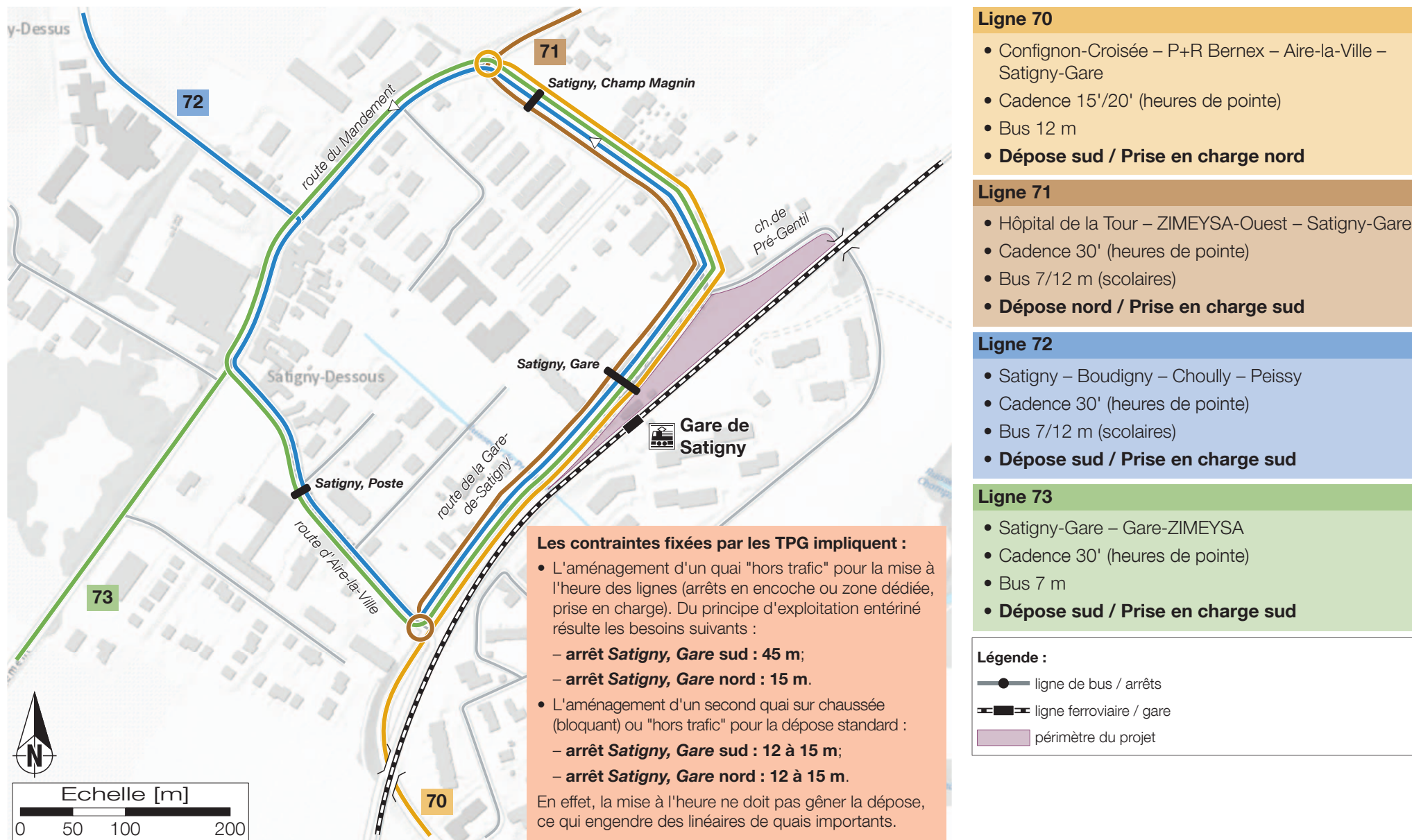


Figure 7

4.4 Requalification de l'interface multimodale

4.4.1 Principes de la requalification

Avec le projet du PLQ, les arrêts ne pourront pas être maintenus à leur emplacement actuel. En effet, l'actuel parking utilisé pour les rebroussements et les remises à l'heure des bus n'étant pas conservé, les bus ne pourront plus rebrousser et stationner (temps de remise à l'heure) selon les modalités actuelles (au niveau du parking). Il est ainsi nécessaire de **repenser l'entier de l'interface** en intégrant les éléments suivants :

- un **nouvel espace d'attente hors chaussée** pour les bus (temps de battement) avec la possibilité d'attendre dans les bus pour les passagers (demande des usagers);
- des **mesures d'exploitation cohérentes pour les différentes lignes** (rebroussement);
- le **bon fonctionnement général de la demande de mobilité** :
 - flux modes doux (en accès à l'interface de gare et à plus large échelle), avec notamment des cheminements mieux sécurisés pour atteindre les arrêts de bus et l'intégration d'une vélostation d'environ 50 places;
 - flux routiers (transports publics, privés et véhicules agricoles);
 - accès locaux (privés, écopoint...).

Le principe d'une **interface compacte** (pas de stationnement des bus à l'extérieur du périmètre de gare pour effectuer la mise à l'heure en particulier) a par ailleurs été validé afin d'optimiser son fonctionnement (exploitation) et le confort des usagers (lisibilité, accès, attente).

La route de la Gare-de-Satigny devra assurer une bonne perméabilité de l'axe pour les déplacements piétons ainsi que le confort de ces derniers, notamment en :

- proposant des traversées sécurisées conformes aux usages;
- considérant les normes en vigueur, notamment relatives aux personnes à mobilité réduite (LHand);
- assurant le respect des limitations de vitesse par l'aménagement d'éléments modérateurs pouvant intégrer les traversées (décrochements horizontaux...).

Le développement d'un passage inférieur permettant l'amélioration des connexions entre le nord et le sud du village en parallèle du développement immobilier est porté par la Commune.

Afin d'éviter tout risque de report de trafic dans le village, et en particulier sur la route d'Aire-le-Ville, une circulation bidirectionnelle doit être maintenue.

Les modalités de régime de circulation (route limitée à 30 km/h, zone 30 ou zone de rencontre) peuvent être discutées. La route de la Gare-de-Satigny est aujourd'hui hiérarchiquement affectée au réseau routier secondaire (structurant).

La largeur de chaussée sera adaptée aux normes et aux besoins des usagers, tous modes compris (bus, voitures, vélos, piétons), des TPG notamment. Il est par ailleurs nécessaire d'assurer la circulation des véhicules agricoles avec des aménagements adaptés (gabarits libres, bordures, intégration de la signalisation verticale et du mobilier...).

4.4.2 Eléments fixes et variables

Ann. 1 Afin d'aborder les modalités de requalification de l'interface de gare, les contraintes et les marges de manœuvre suivantes ont été fixées :

- éléments fixes (contraintes ne pouvant être remises en cause) :
 - exploitation des arrêts du bus hors chaussée (ou permettant le dépassement);
 - accès motorisés privés;
 - éléments constructifs structurants : bâtiments existants ou projetés, rampe, mur, écopoint;
 - limites parcellaires privées (hors domaine CFF);
- éléments variables (marges de manœuvre) :
 - offre de stationnement existante;
 - localisation des arrêts de bus;
 - tracé des lignes de bus;
 - localisation et exploitation des traversées piétonnes.

4.4.3 Variantes de gestion des arrêts de bus

Dans la configuration actuelle, l'arrêt de deux bus sur la voie empêcherait le dépassement de ceux-ci par les voitures. Des variantes d'aménagement ont dès lors été prises en compte¹ :

- **variante 1** : dissocier et décaler les arrêts de bus en encoche (hors flux routiers) :
 - **45 mètres au sud** (côté gare);
 - **15 mètres au nord** (côté village);
 - Arrêts de bus sur chaussée côté nord et sud pour la dépose;
- **variante 2 : agréger les arrêts de bus au sud (côté gare) sur une longueur totale de 60 mètres.**

Il est à noter que dans le cas de la variante 2, si elle permet de concentrer les arrêts côté gare (sans traversée de chaussée pour rejoindre l'interface), elle est moins favorable pour les usagers de la ligne 70 en particulier, qui doivent opérer un rebroussement au giratoire du Mandement avant de repartir en sens inverse en direction de Bernex.

L'ensemble des éléments décrits ici pour la requalification de l'interface de gare et des espaces de voiries concomitants sont donnés à titre d'information et ne sont pas exhaustifs. Les mandataires en charge de la suite du projet sont bien sûr libres de questionner / d'interpréter ces éléments.

¹ L'intégration d'un équipement de type «gare routière» composé de quais parallèles hors chaussée impliquant des possibilités de giration directe a également été testé mais s'avère impossible au vu des gabarits disponibles

5. Effets du projet sur le réseau routier

5.1 Trafic généré par le projet sur le réseau routier

La génération de trafic liée au projet est évaluée sur la base des taux de rotation (par jour moyen) de l'offre en stationnement précédemment dimensionnée (sans mutualisation).

Les taux de rotation suivants sont retenus² :

- pour les logements :
 - pour les habitants : taux de rotation de 1,25, soit 2,5 mouvements / jour / place;
 - pour les visiteurs : taux de rotation de 1,5, soit 3 mouvements / jour / place;
- pour les activités :
 - pour les employés : taux de rotation de 1,5, soit 3 mouvements / jour / place;
 - pour les clients : taux de rotation de 3, soit 6 mouvements / jour / place.

Tab. 2 Sur la base de ces éléments, le **PLQ génèrera environ 230 mouvements motorisés** répartis comme suit :

- pour les logements :
 - **habitants : 150 mouvements** / jour;
 - **visiteurs : 18 mouvements** / jours;
- pour les activités :
 - **employés : 33 mouvements** / jour;
 - **visiteurs / clients : 30 mouvements** / jour.

Tab. 2 Aux heures de pointes du matin et du soir le trafic généré par le PLQ est d'**environ 35-40 véhicules / heure**, dont environ 50% entrant et environ 50% sortant.

La génération de trafic induite par le PLQ sera limitée.

Le P+R étant déjà existant, celui-ci ne génèrera pas de trafic supplémentaire.

² Taux de rotation proches de ceux utilisés dans des secteurs similaires (Acacias 1 et Etoile 1) et adaptés en collaboration avec l'OCT

Tableau 2 – Génération de trafic – Synthèse

	Places voiture	Places moto	TJM (véh/j)		HPM						HPS					
			Taux de rotation	Total	Global		Entrant		Sortant		Global		Entrant		Sortant	
					%	uv/h	%	uv/h	%	uv/h	%	uv/h	%	uv/h	%	uv/h
Logements - Habitants	48 + 2 PMR	10	1,25	150	15%	23	10%	2	90%	21	15%	23	60%	14	40%	9
Logements - Visiteurs	6	0	1,5	18	10%	2	90%	2	10%	0	15%	3	50%	2	50%	2
Emplois	8	3	1,5	33	22%	7	95%	7	5%	0	18%	6	10%	1	90%	5
Clients	4 + 1 PMR	0	3	30	10%	3	90%	3	10%	0	20%	6	50%	3	50%	3
TOTAUX	69	13		≈ 230		≈ 35		≈ 15		≈ 20		≈ 40		≈ 20		≈ 20

5.2 Distribution et affectation du trafic

Fig. 8 La distribution du trafic généré par le PLQ "Pôle Satigny Gare" est envisagée sur la base des principaux pôles attractifs situés à proximité :

- env. **200 véh/jour** (TJM) **sur la route du Mandement en direction de Meyrin / Genève** (80% du trafic total généré);
- **moins de 50 véh/jour** (TJM) **sur la route du Mandement en direction de Bellegarde-sur-Valsérine** (env. 10% du trafic total généré);
- **moins de 50 véh/jour** (TJM) **sur la route d'Aire la Ville en direction de Saint-Julien-en-Genois** (env. 10% du trafic total généré).

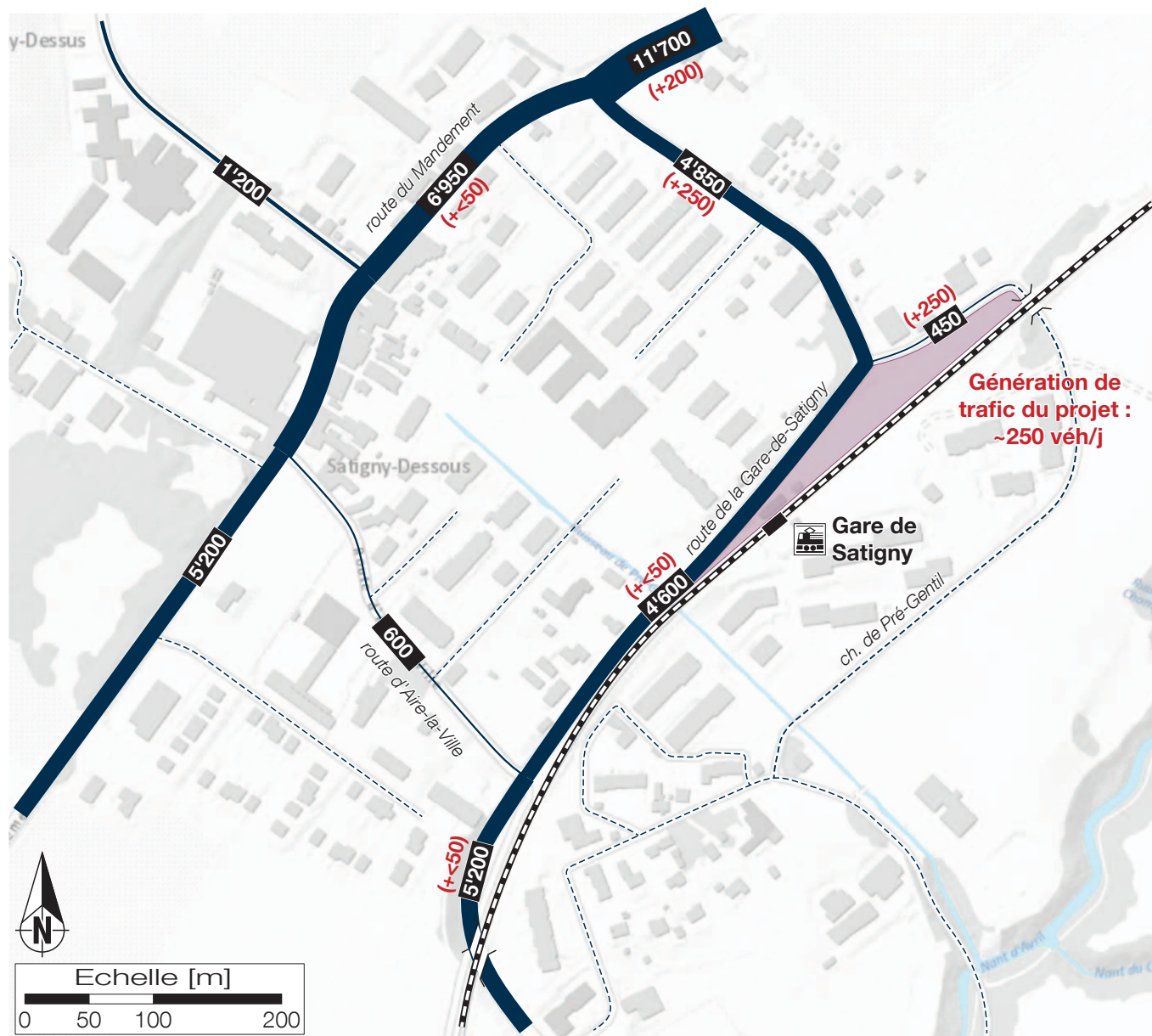
Le trafic généré par le projet sera au maximum de 250 véh/jour.

Les incidences du PLQ "Pôle Satigny Gare" sur le réseau routier environnant sont relativement faibles.

Par ailleurs, la localisation de l'accès au parking n'aura que peu d'incidence sur la capacité utilisée du carrefour route de la Gare-de-Satigny / chemin de Pré-Gentil, avec une augmentation relative inférieure à 5%.

Il est à noter que pour l'état futur, à ce stade, les charges retenues sont identiques à celles de l'état actuel. Sans être déterminants dans ce secteur, l'aménagement du barreau de Montfleury ou le développement de ZIMEYSAVER seraient à prendre en compte, mais à un horizon plus lointain, avec notamment un impact potentiellement positif (baisses) sur les charges de trafic dans le secteur.

Charges de trafic journalier moyen (TJM) – Etat futur avec projet



Constats

- Environ 85% du trafic généré par le PLQ emprunteront la route du Mandement en direction de Meyrin / Genève.
- Les charges de trafic générées par le projet seront modérées à faibles.
- L'accès au parking sur le chemin de Pré-Gentil aura un impact relativement faible sur la capacité utilisée du carrefour, avec une augmentation inférieure à 5%. La file d'attente sur le mouvement de tourner-à-gauche depuis Pré-Gentil sera d'environ 12 mètres, avec ~6 secondes d'attente, ce qui classe ce carrefour en niveau de service A selon la norme VSS 40 022 ("excellent").
- Malgré d'importants développements industriels à l'horizon 2030, la réalisation du barreau Montfleury pourrait induire une baisse du trafic dans le secteur.

Source :

0'000 charges de trafic à l'état futur avec prise en compte du projet

(+xx) charges supplémentaires induites par le projet

Echelle des valeurs :

unité : [véh/j]



Figure 8

6. Synthèse

Les CFF sont intéressés au développement, en partenariat avec l'Etat de Genève, d'un Plan Localisé de Quartier (PLQ) aux abords de la de la gare de Satigny : le PLQ "Pôle Satigny Gare". Le projet prévoit la construction de trois immeubles abritant des fonctions diverses, pour environ 7'000 m² de bâti répartis comme suit :

- 5'974 m² de logements;
- 999 m² d'activités.

Selon le RPSFP le projet est localisé en secteur VI. Toutefois, certains ratios ont été revus à la baisse, en raison des exigences tirées des objectifs climatiques cantonaux (article 8, alinéa 2, lettre a RPSFP), de la protection de l'environnement, notamment en application des articles 11 et 12 de la loi fédérale sur la protection de l'environnement, du 7 octobre 1983 (RS 814.01 ; LPE), du fait que la réalisation du parking engendre des coûts disproportionnés, notamment en raison de contraintes géotechniques et morphologiques (article 8, alinéa 2, lettre b RPSFP), ainsi que des améliorations notables en matière d'offre en transports publics (article 8, alinéa 2, lettre d RPSFP) caractérisées par une cadence au quart d'heure du Léman Express (LEX) avec à terme une évolution des cadences des bus en lien avec le LEX, et en accord avec l'OCT.

Les besoins en stationnement pour le projet correspondant sont évalués à 69 places pour les voitures. Les visiteurs des activités, services et commerces pourront, en plus des places prévues à cet effet, utiliser le P+R qui sera relocalisé dans le parking en ouvrage (~90 places). Par ailleurs, **13 places de stationnement sont à prévoir pour les deux-roues motorisés.**

Sur la base du programme défini, **les besoins de stationnement pour les vélos correspondent à environ 200 places.** Il est à noter que la réalisation d'environ **125 places vélos en lien avec l'interface est également prévue** (hors présent projet de PLQ), dont une **vélostation de 50 places à proximité du projet.**

La **génération de trafic est évaluée à environ 250 véh/jour** (TJM) au maximum, dont **environ 40 véh/h aux heures de pointes** du matin et du soir, répartis comme suit :

- env. **200 véh/jour** (TJM) **sur la route du Mandement en direction de Meyrin / Genève** (env. 80% du trafic total généré);
- **moins de 50 véh/jour** (TJM) **sur la route du Mandement en direction de Bellegarde-sur-Valserine** (env. 10% du trafic total généré);
- **moins de 50 véh/jour** (TJM) **sur la route d'Aire la Ville en direction de Saint-Julien-en-Genevois** (env. 10% du trafic total généré).

La localisation de l'accès au parking sur le chemin de Pré-Gentil aura un impact réduit sur la capacité utilisée du carrefour Pré-Gentil / route de la Gare-de-Satigny, dont le niveau de service restera excellent.

Le **concept d'accessibilité multimodale** au PLQ "Pôle Satigny Gare" repose sur les principes suivants :

- une accessibilité à pied ou à vélo facilitée par la perméabilité du PLQ et les divers aménagements sur la commune (trottoirs, pistes et bandes cyclables, zone de rencontre et zone 30). Par ailleurs, la réalisation de 5,5 kilomètres supplémentaires à la Voie verte d'agglomération entre Vernier et Satigny contribuera à améliorer les liaisons en modes doux à l'échelle de l'agglomération;
- une accessibilité en transports collectifs assurée par le Léman Express et les lignes TPG 70, 71, 72 et 73 à l'arrêt "Satigny gare" (cadence de 15' à 30'). L'évolution de l'offre n'est pas prévue avant la mise au quart d'heure du Léman Express (2035);
- l'accès au parking par le chemin de Pré-Gentil.

Un réaménagement de l'interface de la gare est par ailleurs prévu de manière à tenir compte des évolutions induites par le PLQ : rebroussement et remise à l'heure, itinéraires et aménagements sont proposés en vue de maintenir une accessibilité satisfaisante en transports collectifs.

Le développement urbanistique du quartier avec une mixité des usages, le dimensionnement volontariste du stationnement et les futurs aménagements en faveur de la mobilité douce et des transports publics pourront induire des changements de comportements de mobilité, à la fois pour le futur quartier, mais aussi potentiellement à l'échelle de la commune tout entière.

Cette évolution pourrait ainsi s'inscrire partiellement dans les objectifs climatiques. En conséquence, le dimensionnement du stationnement et les aménagements prévus devrait être suffisamment souples pour s'adapter à ces changements de comportement, avec une augmentation de l'offre en stationnement vélo notamment.

Transitec

M. Boesch /	C. Thievenaz /
M. Lumineau	A. Azzi
Chefs de projet	Ingénieur.e.s d'étude

Genève, le 05 mars 2024

7. Annexes

Annexe 1 – Génération de variantes des tracés de lignes de bus

Variante de rebroussement	Boucle «village» Sens horaire	Boucle «village» Sens anti-horaire	Demi-tour au giratoire du Mandement	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Pré-Gentil (à aménager)	Rebroussement sur place «Pré-Gentil» (à aménager)	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Aire-la-Ville
Ligne 70	○	○	○	○	○	-
Ligne 71	○	○	-	-	-	○
Lignes 72	○	○	-	○	○	-
Ligne 73	○	○	-	○	○	-
○	Variante faisable					
-	Variante non considérée (non faisable, aucun sens)					

NB : L'aménagement d'un nouveau giratoire permettant le rebroussement des bus au niveau du carrefour chemin Pré-Gentil / route de la Gare-de-Satigny nécessiterait des emprises sur le domaine privé, une perspective aujourd'hui non maîtrisée.

Annexe 2 – Evaluation des variantes pour la ligne 70

Ligne 70	Boucle «village» Sens horaire	Boucle «village» Sens anti-horaire	Demi-tour au giratoire du Mandement	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Pré-Gentil (à aménager)	Rebroussement sur place «Pré-Gentil» (à aménager)	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Aire-la- Ville
Distance supplémentaire à parcourir	+550 m	+550 m	+700 m	Sans incidence	+250 m	
Coûts	Augmentation des coûts d'exploitation	Augmentation des coûts d'exploitation	Augmentation des coûts d'exploitation	Aménagement d'un nouveau giratoire (besoins fonciers non maîtrisés)	Aménagement d'une place dédiée	
Progression du matériel roulant	Tourner-à-droite, insertion sur le réseau principal (rte du Mandement)	Tourner-à-gauche sur réseau principal (rte du Mandement)	Insertion sur le réseau principal (giratoire du Mandement)	Sans incidence	Sans incidence	
Exploitation de la ligne	Temps de parcours prolongé de 2-3' Desserte des arrêts Poste et Champ-Magnin	Temps de parcours prolongé de 2-3' Desserte des arrêts Poste et Champ-Magnin	Temps de parcours prolongé de 2-3' (possible entre deux courses)	Temps de parcours prolongé de 1' (possible entre deux courses)	Temps de parcours prolongé de 1-2' (possible entre deux courses)	
Evaluation	3	2	1	4	5	

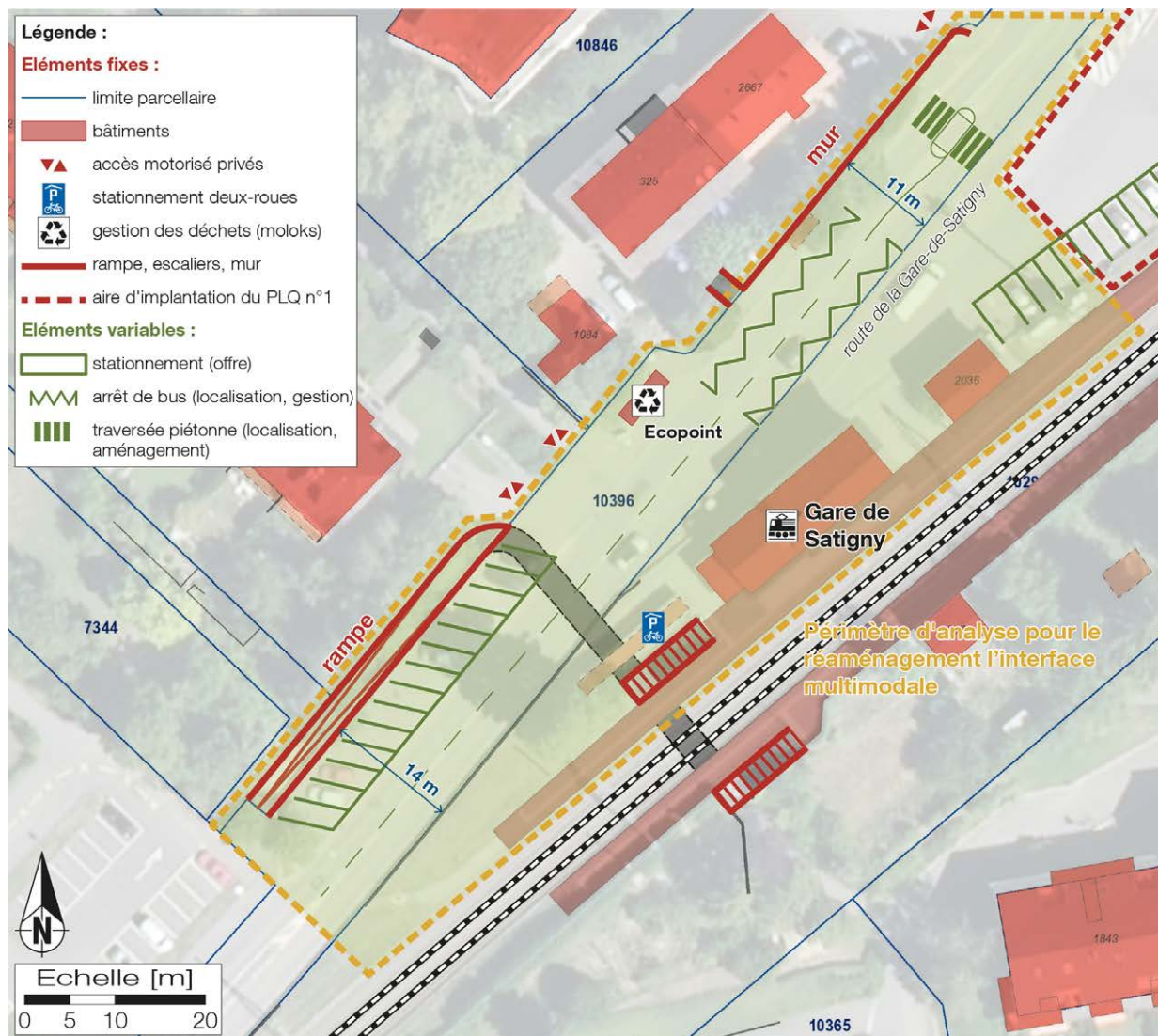
Annexe 3 – Evaluation des variantes pour la ligne 71

Ligne 71	Boucle «village» Sens horaire	Boucle «village» Sens anti-horaire	Demi-tour au giratoire du Mandement	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Pré-Gentil (à aménager)	Rebroussement sur place «Pré-Gentil» (à aménager)	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Aire-la- Ville
Distance supplémentaire à parcourir	Sans incidence	Sans incidence				Sans incidence
Coûts	Sans incidence	Sans incidence				Sans incidence
Progression du matériel roulant	Turner-à-droite, insertion sur le réseau principal (rte du Mandement)	Turner-à-gauche sur réseau principal (rte du Mandement)				Situation actuelle Turner-à-droite, insertion sur le réseau principal (giratoire du Mandement)
Exploitation de la ligne	Temps de parcours prolongé de 1-2' Desserte de l'arrêt Poste	Temps de parcours prolongé de 1-2' Desserte de l'arrêt Poste				Sans incidence
Evaluation	2	3				1

Annexe 4 – Evaluation des variantes pour les lignes 72/73

Ligne 72/73	Boucle «village» Sens horaire	Boucle «village» Sens anti-horaire	Demi-tour au giratoire du Mandement	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Pré-Gentil (à aménager)	Rebroussement sur place «Pré-Gentil» (à aménager)	Demi-tour au giratoire Gare de Satigny / Aire-la- Ville
Distance supplémentaire à parcourir	Sans incidence	Sans incidence		Sans incidence	+250 m	
Coûts	Sans incidence	Sans incidence		Aménagement d'un nouveau giratoire (besoins fonciers non maîtrisés)	Aménagement d'une place dédiée	
Progression du matériel roulant	Insertion sur le réseau principal en tourner-à-gauche avec perte de priorité (rte du Mandement)	Insertion sur le réseau principal en tourner-à-gauche (giratoire du Mandement)		Sans incidence	Sans incidence	
Exploitation de la ligne	Changement de desserte des arrêts	Changement de desserte des arrêts		Temps de parcours prolongé de 1-2' (possible entre deux courses)	Temps de parcours prolongé de 1-2' (possible entre deux courses)	
Evaluation	2	1		3	4	

Annexe 5 – Requalification de l'interface de gare de Satigny – Synthèse des éléments fixes et variables



Lignes de bus



- Les itinéraires des ligne de bus pourront être amenés à évoluer.
- L'ensemble de ces lignes sont cependant au même moment à la gare (correspondance avec le train) et il sera donc nécessaire de prévoir des quais suffisamment longs.

Gabarit de la chaussée



- Un rétrécissement de la chaussée est possible dans le cadre de la limitation à 30 km/h, avec une largeur à adapter aux normes et aux besoins des usagers, tous modes compris (bus, voitures, vélos, piétons), des TPG notamment.

Domaine public

- Evolution de la chaussée limitée au domaine public du côté nord.

Annexe B Qualité de l'air

EMISSIONS DE NOx DUES AU TRAFIC DANS LA MAILLE KILOMETRIQUE

Annexe Air_No_x

Coefficients d'émissions calculés selon MICET 4.1 (2019), OFEV

Etat actuel

Horizon 2020

Tronçon	Conditions de circulation	long. m	Sens de circulation	pente %	NO _x coeff. g/km		Trafic		Emissions NO _x [kg/an]		
					VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
					Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.24338454	1.96368444
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.275538743	2.182706118	5200	260	174	72	246
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.371858954	1.950752735	4600	230	178	49	227
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.312196434	1.805834293	4600	230	209	64	273
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.312196434	1.805834293	5200	260	124	38	162
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.371858954	1.950752735	600	30	24	7	31
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.371858954	1.950752735	1200	60	42	12	53
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.24338454	1.96368444	210	11	2	1	3

Emissions annuelles de NO_x [kg/an] : 1'313

Etat futur sans projet

Horizon 2027

Tronçon	Conditions de circulation	long. m	Sens de circulation	pente %	NO _x coeff. g/km		Trafic		Emissions NO _x [kg/an]		
					VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
					Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.124827027	1.074990034
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.140459269	1.475141048	5200	260	89	49	138
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.192689091	0.845905542	4600	230	92	21	114
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.160831809	0.914184928	4600	230	108	32	140
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.160831809	0.914184928	5200	260	64	19	83
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.192689091	0.845905542	600	30	12	3	15
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.192689091	0.845905542	1200	60	22	5	27
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.124827027	1.074990034	460	23	3	1	4

Emissions annuelles de NO_x [kg/an] : 686

Etat futur avec projet

Horizon 2027

Tronçon	Conditions de circulation	long. m	Sens de circulation	pente %	NO _x coeff. g/km		Trafic		Emissions NO _x [kg/an]		
					VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM	Total
					Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.124827027	1.074990034
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.140459269	1.475141048	5250	263	89	49	139
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.192689091	0.845905542	4850	243	97	22	120
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.160831809	0.914184928	4650	233	109	33	141
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.160831809	0.914184928	5250	263	64	19	84
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.192689091	0.845905542	600	30	12	3	15
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.192689091	0.845905542	1200	60	22	5	27
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.124827027	1.074990034	460	23	3	1	4

Emissions annuelles de NO_x [kg/an] : 697

EMISSIONS DE PM10 DUES AU TRAFIC DANS LA MAILLE KILOMETRIQUE

Annexe Air_PM

Coefficients d'émissions calculés selon MICET 4.1 (2019), OFEV

Etat actuel

Horizon 2020

Tronçon	Conditions de circulation	long.	Sens de circulation	pente	PM10 coeff. g/km		Trafic		Emissions PM10 [kg/an]		
		m			%	VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM
Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.001941868	0.037224047	6950	348	1.8	1.8	3.6
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.002052824	0.031757414	5200	260	1.3	1.1	2.4
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.002451366	0.035295129	4600	230	1.2	0.9	2.1
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.002219895	0.033473514	4600	230	1.5	1.2	2.7
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.002219895	0.033473514	5200	260	0.9	0.7	1.6
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.002451366	0.035295129	600	30	0.2	0.1	0.3
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.002451366	0.035295129	1200	60	0.3	0.2	0.5
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.001941868	0.037224047	210	11	0.0	0.0	0.0

Emissions annuelles de PM10 [kg/an] : 13.0

Etat futur sans projet

Horizon 2027

Tronçon	Conditions de circulation	long.	Sens de circulation	pente	PM10 coeff. g/km		Trafic		Emissions PM10 [kg/an]		
		m			%	VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM
Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.000890275	0.019910533	6950	348	0.8	1.0	1.8
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.000959129	0.015457188	5200	260	0.6	0.5	1.1
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.001213721	0.015521104	4600	230	0.6	0.4	1.0
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.001056837	0.01553849	4600	230	0.7	0.5	1.3
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.001056837	0.01553849	5200	260	0.4	0.3	0.7
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.001213721	0.015521104	600	30	0.1	0.1	0.1
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.001213721	0.015521104	1200	60	0.1	0.1	0.2
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.000890275	0.019910533	210	11	0.0	0.0	0.0

Emissions annuelles de PM10 [kg/an] : 6.2

Etat futur avec projet

Horizon 2027

Tronçon	Conditions de circulation	long.	Sens de circulation	pente	PM10 coeff. g/km		Trafic		Emissions PM10 [kg/an]		
		m			%	VT	PLM	TJM	dont PLM	VT	PLM
Route du Mandement 1	URB/Distrib/40/Fluide	380	+/-	1	0.000890275	0.019910533	7000	350	0.8	1.0	1.8
Route du Mandement 2	URB/Distrib/50/Fluide	350	+/-	2	0.000959129	0.015457188	5250	263	0.6	0.5	1.1
Route de la Gare de Satigny 1	URB/Distrib/50/Fluide	300	+/-	5	0.001213721	0.015521104	4850	243	0.6	0.4	1.0
Route de la Gare de Satigny 2	URB/Distrib/50/Fluide	420	+/-	3	0.001056837	0.01553849	4650	233	0.7	0.6	1.3
Route de la Gare de Satigny 3	URB/Distrib/50/Fluide	220	+/-	4	0.001056837	0.01553849	5250	263	0.4	0.3	0.8
Route d'Aire la Ville	URB/Distrib/50/Fluide	310	+/-	6	0.001213721	0.015521104	600	30	0.1	0.1	0.1
Rampe de Chouilly	URB/Distrib/50/Fluide	270	+/-	6	0.001213721	0.015521104	1200	60	0.1	0.1	0.2
Chemin du Pré-Gentil	URB/Distrib/40/Fluide	130	+/-	2	0.000890275	0.019910533	260	13	0.0	0.0	0.0

Emissions annuelles de PM10 [kg/an] : 6.3

Annexe C Rapport d'évaluation RNI – Enotrac

Ce document a été réalisé en 2017 au stade de la demande de renseignement (DR). Le projet a été revu depuis et les éléments de projet cités dans ce rapport ne correspondent plus exactement au projet actuel. Toutefois les conclusions sur les distances de la limite ORNI restent inchangées.



Ajout de l'OU le 31.05.2023 : toutes les mentions de la parcelle n°10'294 doivent être considérées comme la parcelle n°11296 suite à la récente mutation parcellaire

PLQ Gare de Satigny

Rapport de l'évaluation du rayonnement non ionisant

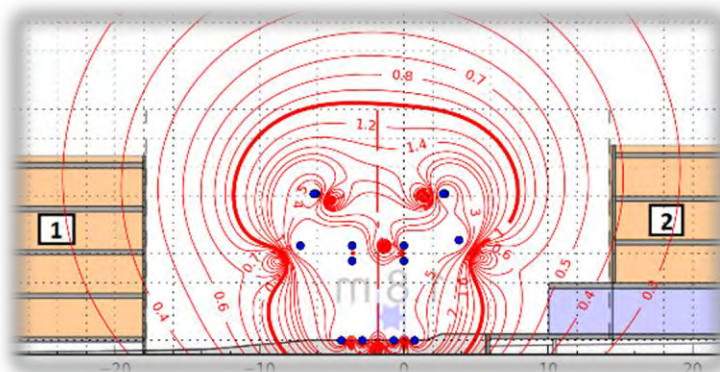
ECH-209.03-001
Version 2.0

Mandant :

CSD Ingénieurs Conseils SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge

Mandataire :

ENOTRAC AG
Seefeldstrasse 8
CH-3600 Thun
Tel. +41 (0)33 346 66 11
Fax +41 (0)33 346 66 12
e-mail: info@enotrak.com
www.enotrak.com



Validé

13/03/2017

ECH-209.03-001.V2.0.Rapport_evaluation_RNI.docx

© ENOTRAC AG

Version actuelle

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
2.0	13/03/2017	Validé	J. Fragnière	S. Rochat	S. Nydegger

Version précédente

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
1.0	07/03/2017	Validé	J. Fragnière	S. Rochat	S. Nydegger

Modifications par rapport à la version précédente

Modification rédactionnelle ch. 1.2

Mentions légales

<p>Ce document a été établi dans le cadre de l'exécution d'un mandat et est propriété d'ENOTRAC AG. Le commanditaire jouit du droit d'usage du document et de son contenu. Toute reproduction, communication à des tiers ou exploitation du contenu sont interdites sans autorisation écrite. © ENOTRAC AG</p>
--

Bookmarks



Titre du projet	ProjTitle1	PLQ Gare de Satigny
	ProjTitle2	
Titre du document	DocTitle1	Rapport de l'évaluation du rayonnement non ionisant
	DocTitle2	
	DocTitle3	
Référence du document	DocNumber	ECH-209.03-001
Mandant	ClientName	CSD Ingénieurs Conseils SA
	ClientAddr	Avenue Industrielle 12 1227 Carouge
Logos	EnoLogoHeader	
	ClientLogo1Header	
	ClientLogo2Header	
Contact	Contact	Julien Fragnière, Tel. +41 (0)33 346 66 43
	Contact_Mail	julien.fragniere@enotrac.com

Table des matières :

1	Introduction, résumé	4
1.1	Situation initiale	4
1.2	But de l'étude	4
1.3	Résumé	5
2	Description du modèle	6
2.1	PLQ Gare de Satigny	6
2.2	Ligne CFF Genève – La Plaine	7
2.3	Courant déterminant	8
2.4	Paramètres des conducteurs	8
2.5	Paramètres de mise à terre	11
3	Logiciels de simulations utilisés	12
3.1	SIMNET	12
3.2	EMFCALC	13
3.3	Validation des logiciels de simulation	13
4	Résultats	14
4.1	Coupe C	14
4.2	Coupe B	15
4.3	Coupe A	15
4.4	Synthèse des résultats	16
5	Abréviations et références	17
5.1	Abréviations utilisées	17
5.2	Documents de référence	17

1 INTRODUCTION, RÉSUMÉ

1.1 Situation initiale

Un nouveau plan localisé de quartier (PLQ) est à l'étude pour la gare de Satigny sur le canton de Genève. Des nouveaux logements et locaux pour activités artisanales et tertiaires sont notamment projetés sur le périmètre de la gare.

La gare de Satigny est située sur la ligne de chemin de fer CFF Genève – La Plaine (ligne 151) électrifiée en 25 kV / 50 Hz. La circulation de courant dans les installations de ligne de contact de cette dernière génère un champ électromagnétique qui peut, en cas d'exposition prolongée, s'avérer nuisible à la santé de l'homme. Pour cette raison, le maître d'ouvrage souhaite une évaluation du rayonnement non ionisant au droit du périmètre "PLQ Gare de Satigny". Cette évaluation, qui est documentée dans le présent rapport, fait partie de l'étude environnement réalisée par CSD ingénieurs SA.

1.2 But de l'étude

En Suisse, en cas de nouvelle installation ou de modification d'une installation existante, l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI [1]) impose aux installations de ligne de contact des chemins de fer des valeurs limites d'émission et d'immission de champ magnétique.

La valeur limite de l'installation est de $1 \mu\text{T}$ pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique, mesuré en tant que moyenne sur 24 h (ORNI annexe 1, ch. 54).

Selon l'ORNI art. 3, al. 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.*

Dans le cas présent, aucun changement n'intervient du côté de l'infrastructure CFF (source du rayonnement). **Il n'existe par conséquent aucune obligation de respecter cette valeur du côté des CFF.** La présente étude a pour but d'évaluer la situation sur le périmètre du projet "PLQ Gare de Satigny" du point de vue du rayonnement non ionisant. Les résultats, donnés au chapitre 4, sont comparés à la valeur limite d'installation selon l'ORNI [1] à titre indicatif uniquement.

Afin d'évaluer la densité de flux magnétique, l'installation a été modélisée et simulée à l'aide des logiciels SIMNET et EMFCALC de l'entreprise ENOTRAC (voir descriptif des logiciels à la section 3). Ce modèle inclut les installations courant de traction (lignes de contact, lignes d'alimentation, rails, conducteurs de terre, etc.) ainsi que les lieux à utilisation sensible (LUS) concernés.

L'ORNI [1] fixe aussi une valeur limite **instantanée d'immission** de densité de flux magnétique à **$100 \mu\text{T}$ (50 Hz)** (ORNI annexe 2, ch. 11), qui doit être respectée partout où des personnes peuvent séjourner (ORNI art 13). Dans le cas d'installations ferroviaires 25 kV, la densité de flux magnétique

de 100 μT n'est atteinte qu'à proximité immédiate des conducteurs, jusqu'à une distance de quelques centimètres uniquement. Dans les lieux où des personnes peuvent séjourner, la valeur est donc nettement inférieure à la limite d'immission. Pour cette raison, l'immission n'est pas considérée plus en détails dans la présente étude.

1.3 Résumé

Les résultats de l'étude pour l'horizon 2030, détaillés au chapitre 4, montrent que pour les LUS 1, 2, 3 et 4 (nouveaux bâtiments, voir plan de situation chapitre 2.1), la densité de champ magnétique maximale de 0.55 μT reste largement en dessous de la valeur limite d'installation de 1.0 μT selon l'ORNI [1].

Pour le LUS 5 (bâtiment de la gare actuel avec nouvelles annexes), en revanche, la valeur limite d'installation est dépassée dans certaines zones bien délimitées du bâtiment. Le champ magnétique atteint 3.96 μT (valeur maximale, en un point précis, directement sous le toit). Sachant que les simulations ont été faites avec le courant attendu à l'horizon 2030 et que l'occupation de ce bâtiment n'est pas encore connue à ce jour, nous recommandons une analyse plus détaillée de la situation une fois connue l'utilisation de l'espace au sein du bâtiment.

2 DESCRIPTION DU MODÈLE

2.1 PLQ Gare de Satigny

Sur la base du plan de situation du PLQ de la gare de Satigny [4] (variante B), cinq lieux à utilisation sensible (LUS) ont été identifiés et encadrés en rouge ci-dessous.

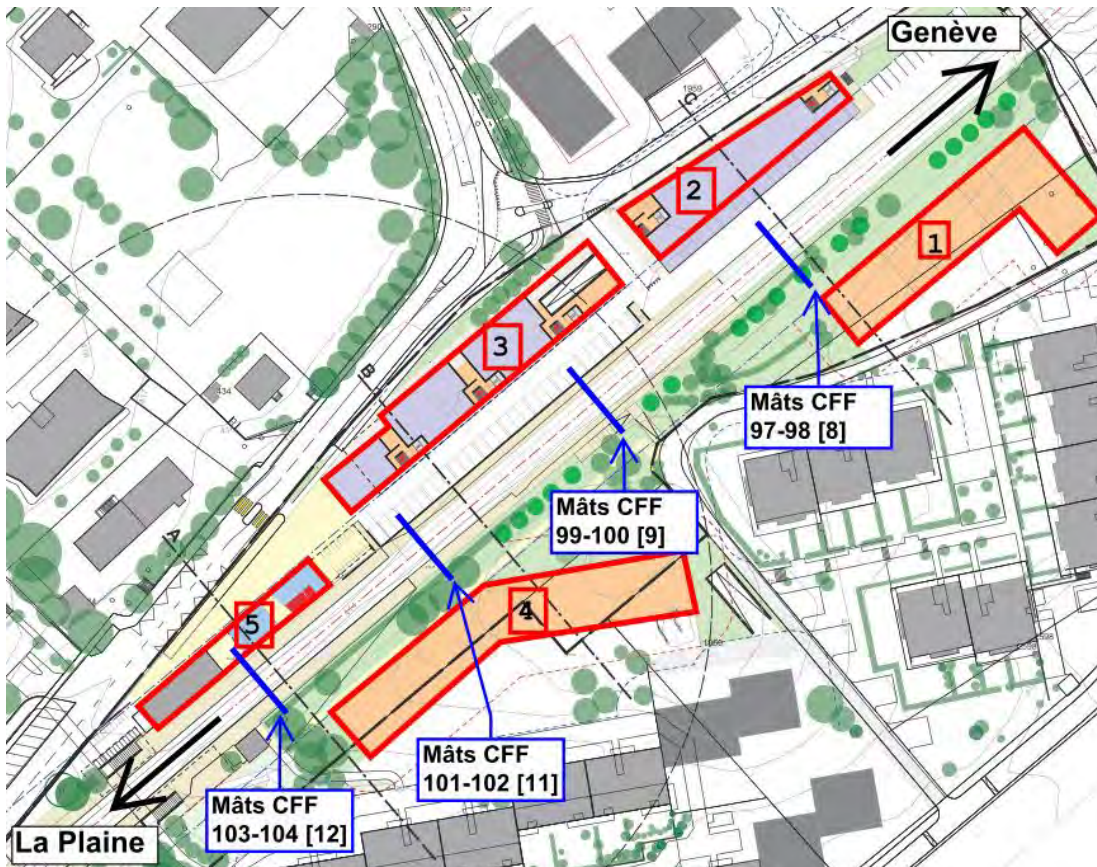


Figure 2-1 Extrait du plan de situation du PLQ de la gare de Satigny [4] avec les LUS en rouge et les profils en travers reçus des CFF en bleu

L'utilisation de ces LUS varie entre logements (LUS 1 et 4), activités artisanales et tertiaires (LUS 2 et 3) et activités publiques et commerciales (LUS 5). L'utilisation exacte des trois bâtiments du LUS 5 n'est pas définie clairement à ce jour. Le mandant souhaite cependant les considérer de manière préventive comme des lieux à utilisation sensible [14].

Les trois coupes (A, B et C [5]) qui apparaissent en Figure 2-1 sont utilisées pour déterminer les dimensions des LUS et illustrer les résultats de simulation en section 4. Le bâtiment côté La Plaine du LUS 5 existe déjà aujourd'hui, il s'agit du bâtiment de gare. Faute d'information précise sur sa hauteur, celle-ci est estimée sur Google Earth [13] où le bord du toit apparaît à la même hauteur que le câble porteur de la ligne de contact adjacente, soit à 7.10 m (depuis le plan de roulement de la voie). Une hauteur supplémentaire de 2.5 m est considérée pour l'étage sous le toit.

Quant aux quatre profils en travers CFF également indiqués en Figure 2-1, ils ont servi de base à la construction du modèle de simulation (voir section 2.4).

N° LUS	Coupe(s)	Type (selon [4])	Distance latérale [m]	Hauteur [m]
1	C	Logement	17.8	12.8
2	C	Activités artisanales et tertiaires (logement possible)	14.2	13.3
3	B	Activités artisanales et tertiaires (logement possible)	14.2	13.3
4	A-B	Logement	17.8	14.7
5	A	Activités publiques et commerciales	5.9	7.6

Tableau 2-1 LUS considérés dans l'étude avec leur distance au tracé et leur hauteur

La distance latérale et la hauteur se rapporte à la voie 680 (voir section 2.2). La distance latérale est mesurée entre la façade du LUS et l'axe de la voie 680 (selon [5]). La hauteur est mesurée depuis le plan de roulement (PDR) de cette même voie (selon [5]).

2.2 Ligne CFF Genève – La Plaine

La ligne de chemin de fer CFF, Genève – La Plaine (ligne 151), est composée d'une double voie électrifiée en 25 kV / 50 Hz. Ce système d'électrification, correspondant au standard français pour les lignes longues distances, a été mis en service en août 2014. Auparavant, cette ligne était électrifiée en 1500 V continu.

La ligne Genève – La Plaine est référencée avec un km croissant d'est en ouest, soit de Genève (PK 60.260) vers La Plaine (PK 74.788). La gare de Satigny est située au PK 69.374. Les voies de gare droite et gauche (dans le sens des km croissants) sont respectivement les voies 680 et 580.

L'alimentation 25 kV / 50 Hz de la ligne provient uniquement de la sous-station de Verbois située à environ 3 km de Satigny côté La Plaine (PK 72.040). Le point d'alimentation 1002 de la sous-station alimente les deux caténaires en direction de Genève, tandis que le point d'alimentation 1003 alimente les deux lignes aériennes en direction du poste de couplage de Châtelaine tunnel (Figure 2-2).

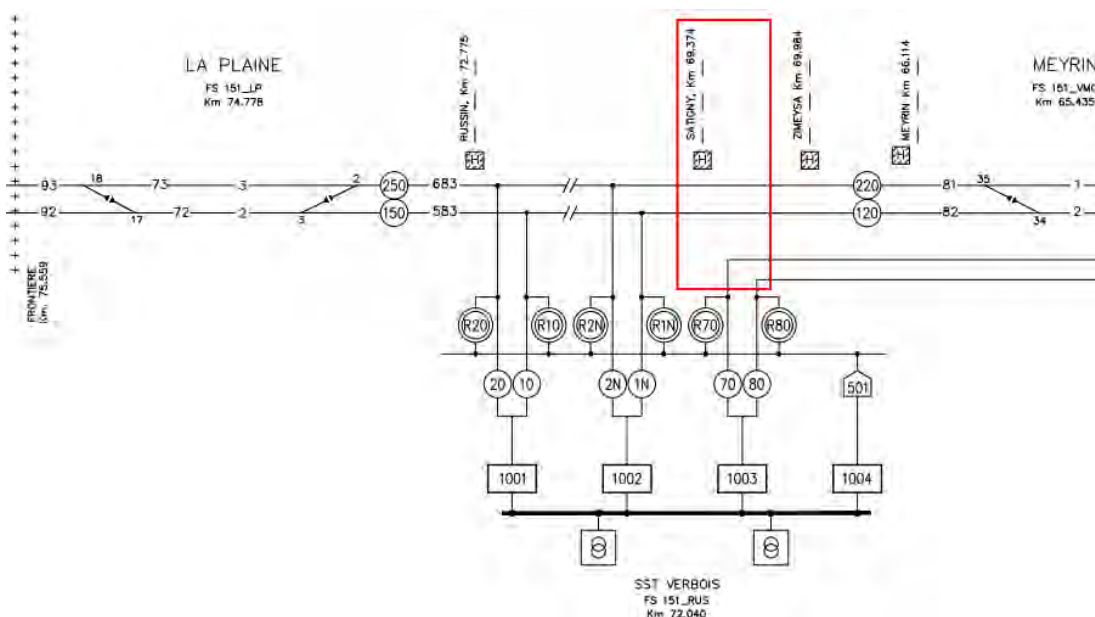


Figure 2-2 Extrait du schéma d'alimentation ligne de contact (LC) de la ligne CFF 151 [8]

2.3 Courant déterminant

Selon l'ORNI [1], la valeur efficace de la densité de flux magnétique doit être évaluée en tant que moyenne sur 24 heures. L'étude considère une relation linéaire entre le courant et la densité de flux magnétique et se base ainsi sur le courant issu du mode d'exploitation déterminant, moyenné sur 24 heures.

Les courants déterminants de la ligne CFF 151 s'appuient sur l'étude RNI réalisée en 2009 dans le cadre du projet d'électrification du tronçon Genève – La Plaine en 25 kV / 50 Hz et documentée dans [2]. Pour cette étude, la SNCF avait fourni les courants futurs déterminés par simulation et moyennés sur 24 h.

La répartition des courants déterminants dans les caténaires et les lignes d'alimentation a été redéfinie dans l'étude RNI réalisée en 2017 dans le cadre du projet Alimentation Genève et documentée dans [3].

Dans le cadre de cette présente étude, les courants déterminants ont été reconfirmés par les CFF (voir mail du 20.02.2017 [7]). Ils sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Départ sous-station Verbois ¹	Courant 24 h [A]
1002 – 2N (caténaire voie 680)	35.1
1002 – 1N (caténaire voie 580)	55.7
1003 – 70 (ligne d'alimentation vers Châtelaine tunnel, côté voie 680)	15.6
1003 – 80 (ligne d'alimentation vers Châtelaine tunnel, côté voie 580)	15.6

Tableau 2-2 Courants déterminants 25 kV / 50 Hz selon [2] et [3]

2.4 Paramètres des conducteurs

Désignation	Rayon extérieur [mm]	Résistance linéique DC [Ohm/m]	Perméabilité magnétique [-]	Conductance linéique contre la terre [S/m]	Utilisé comme
FC 107 mm ² Cu	6.125	1.67E-04	1	0	fil de contact
CP 92 mm ² bimétal Cu AC	6.15	2.22E-04	1	0	câble porteur
Rail CFF VI (UIC 60)	108	3.06E-05	50	0.001	rail
Corde 95 mm ² Cu	6.25	1.95E-04	1	0	ligne d'alimentation
Corde 300 mm ² Aldrey	11.25	1.10E-04	1	0	corde de retour

Tableau 2-3 Données des conducteurs utilisés dans le modèle de simulation

¹ Selon [8] ou Figure 2-2.

L'arrangement des différents conducteurs (fils de contact, câbles porteur, lignes d'alimentation, rails et cordes de retour) en gare de Satigny a été tiré des profils en travers fournis par les CFF [9], [10], [11] et [12]. Les profils qui ont été utilisés pour modéliser les coupes sont donnés à la page suivante.

La vue est prise dans le sens des kilomètres positifs de la ligne 151 (en direction de La Plaine), au contraire des coupes A, B et C [5].

Les lignes d'alimentation au départ du 1003 – 70 et du 1003 – 80 de la sous-station de Verbois (Figure 2-2) se trouvent respectivement à droite et à gauche des profils en travers.

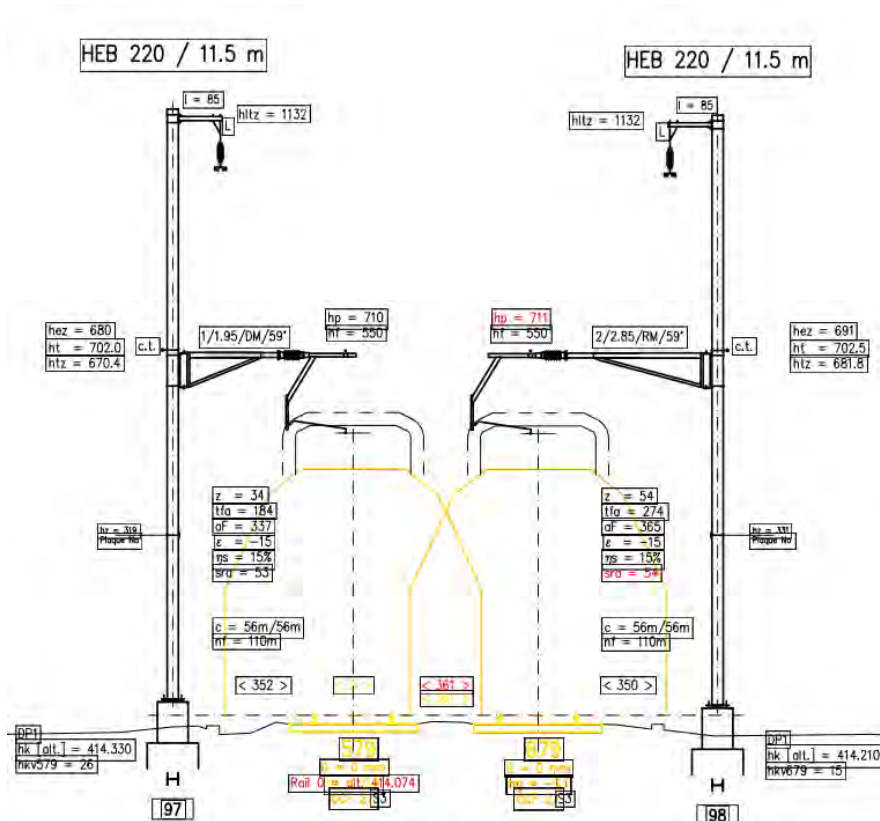


Figure 2-3 Profil en travers mâts 97-98 [9] (coupe C, vue direction La Plaine) : PK 69.204 de la ligne CFF

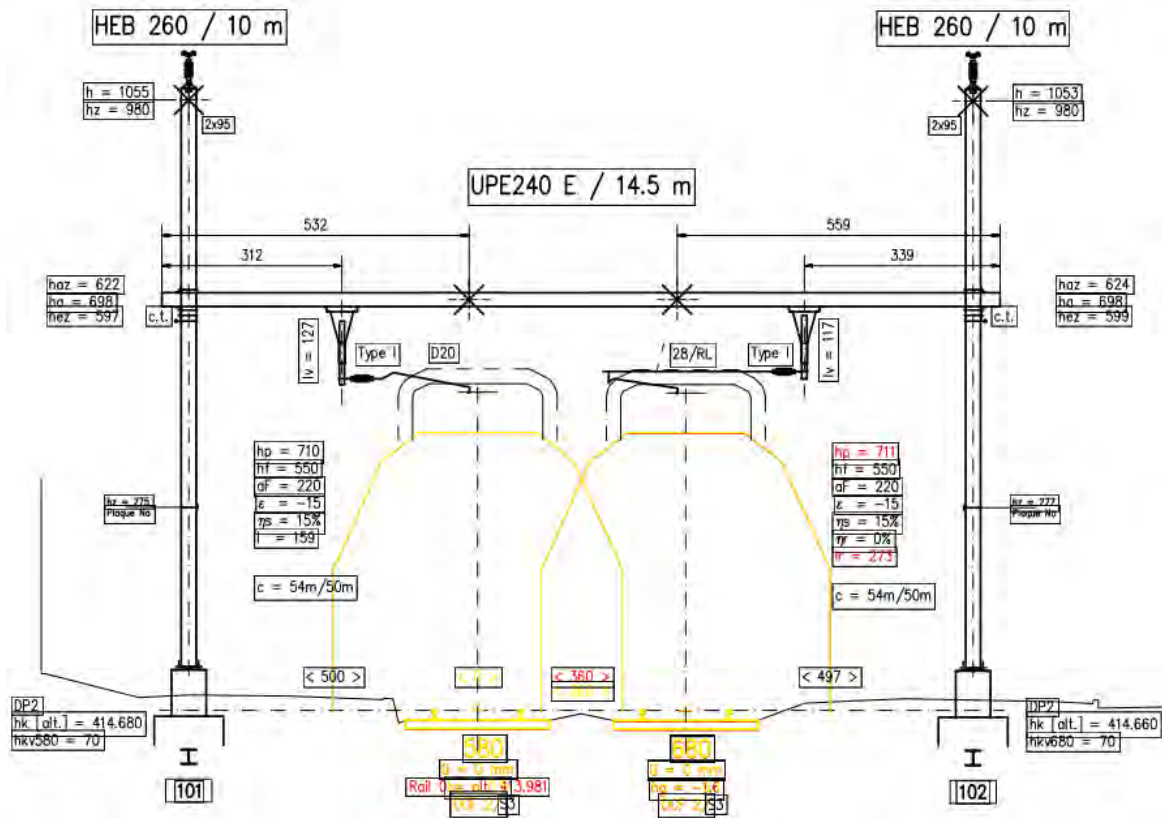


Figure 2-4 Profil en travers mâts 101-102 [11] (coupe B, vue dir. La Plaine) : PK 69.314 de la ligne CFF

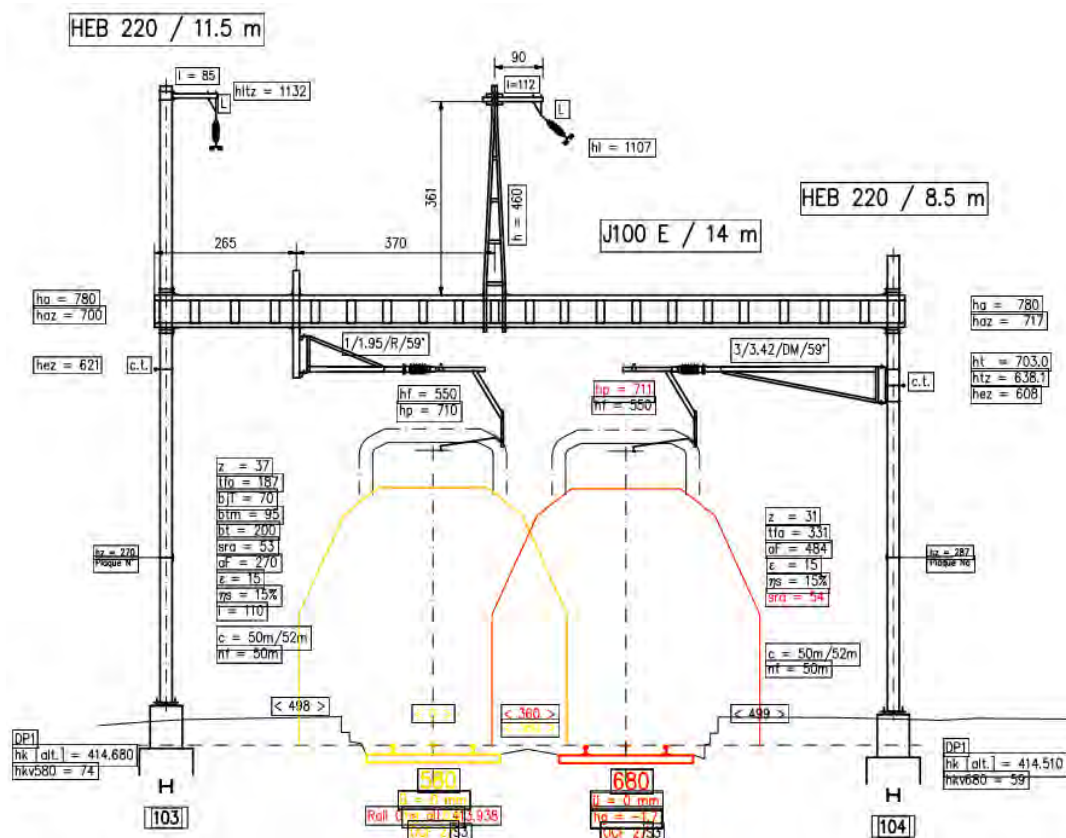


Figure 2-5 Profil en travers mâts 103-104 [12] (coupe A, vue dir. La Plaine) : PK 69.364 de la ligne CFF

2.5 Paramètres de mise à terre

Pour la mise à terre, les valeurs d'expérience suivantes ont été utilisées :

Paramètre	Valeur
Résistivité de la terre	100 $\Omega \cdot m$ (valeur standard de SIMNET (3.1) pour le 50 Hz)
Profondeur moyenne du courant de retour	931 m (valeur standard de SIMNET (3.1) pour le 50 Hz)
Mise à terre des mâts LC	25 Ω / mât, deux mâts chaque 50 m
Liaisons équipotentielles	connexion entre les cordes de retour et les rails tous les 250 m
Mise à terre de la sous-station de Verbois	200 m Ω

Tableau 2-4 Valeurs utilisées pour les paramètres de mise à terre dans le modèle de simulation

Afin de prendre en compte la mise à terre dans son ensemble et de pouvoir simuler les courants s'échappant des voies dans la terre sur la distance, le modèle s'étend sur plusieurs km avant et après la zone étudiée, soit entre les PK 64.000 et 75.000 de la ligne Genève – La Plaine.

3 LOGICIELS DE SIMULATIONS UTILISÉS

3.1 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 composée de lignes de contact, de ligne d'alimentation, de feeders, de conducteurs et rails de retour. SIMNET est spécialement conçu pour :

- Le calcul du chemin de retour du courant pour les tunnels et les tronçons ouverts (cordes de retour, 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 densité du flux magnétique pour un courant et une disposition des conducteurs donnés.
- 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 disposés 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.
- L'estimation de l'effet des mises à terre et des différentes dispositions des conducteurs.

Pour une fréquence donnée, SIMNET procède par juxtaposition d'un nombre potentiellement infini de sous-sections, chacune étant composée de câbles parallèles et de liaisons (impédances, sources) entre les conducteurs eux-mêmes ou entre les conducteurs et la terre. Sur la base des courants calculés dans chacun des conducteurs, SIMNET calcule la densité du flux magnétique dans un plan perpendiculaire aux conducteurs.

Pour chaque sous-section, SIMNET tient compte de la position de chaque conducteur dans un plan perpendiculaire au tracé, de leur diamètre, perméabilité relative, résistance ohmique et de leur 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 mâts, les liaisons entre les conducteurs etc. Le tronçon considéré est modélisé en donnant la disposition des conducteurs dans des 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'inductance propre et la capacité linéique de chaque conducteur, les inductances 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.

3.2 EMFCALC

EMFCALC est un programme utilisé pour le calcul du flux magnétique aux alentours d'une ligne de chemin de fer. Le flux est calculé sur la base de la répartition du courant entre les différents conducteurs déterminée par SIMNET.

EMFCALC calcule la densité du flux magnétique dans un plan perpendiculaire aux conducteurs. La valeur du flux est calculée en plusieurs points quadrillant le plan. L'espacement entre les points du quadrillage dépend du niveau de détails voulu et peut être adapté par l'utilisateur. La densité du flux magnétique est visualisée avec une représentation graphique des isolignes.

3.3 Validation des logiciels de simulation

Les résultats livrés par nos logiciels ont été à maintes reprises validés par comparaison avec des mesures faites sur des installations existantes. Ces logiciels, utilisés depuis plus de 25 ans par ENOTRAC pour des projets dans le monde entier, sont adaptés régulièrement aux nouveaux besoins par une équipe de spécialistes interne à l'entreprise.

4 RÉSULTATS

Les résultats sont illustrés pour chaque coupe de la variante d'aménagement B (voir [4] et [5]) par un diagramme montrant les isolignes de densité de flux magnétique. Les LUS sont numérotés selon la Figure 2-1. L'isoligne du 1 μT (valeur limite d'installation selon l'ORNI) est marquée en gras. Pour le LUS 5 (coupe A), le bâtiment de gare existant a été représenté en bleu selon les hypothèses de la section 2.1.

La vue est prise dans le sens des kilomètres positifs de la ligne 151 (en direction de La Plaine). L'origine de l'axe vertical se situe au niveau du plan de roulement (PDR) et celle de l'axe horizontal sur l'axe de la voie 680.

Remarque : les coupes [5] ont été retournées afin de permettre la superposition avec les résultats de simulation dont la vue est prise dans le sens des kilomètres croissants de la ligne CFF (en direction de La Plaine). Les résultats sont également donnés dans le sens des kilomètres croissants, soit de la coupe C à la coupe A.

4.1 Coupe C

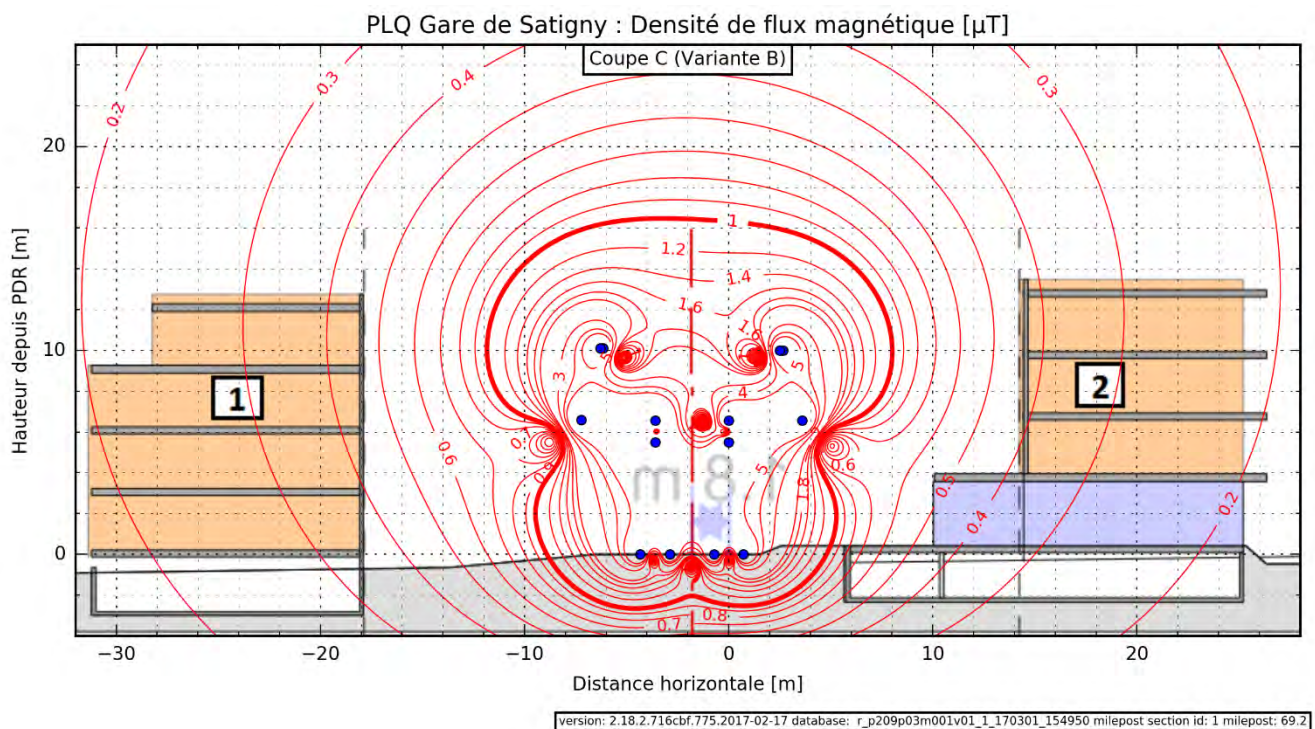


Figure 4-1 Diagramme des isolignes de flux magnétique au droit de la coupe C, vue direction La Plaine

4.2 Coupe B

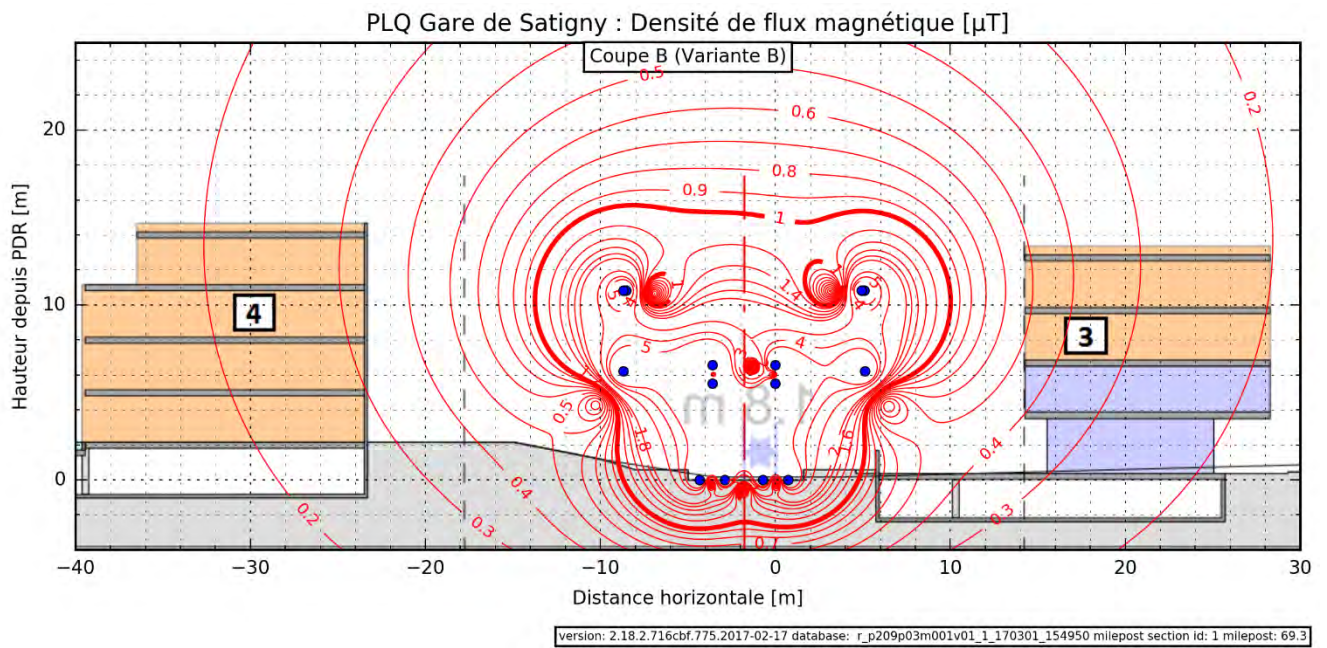


Figure 4-2 Diagramme des isolignes de flux magnétique au droit de la coupe B, vue direction La Plaine

4.3 Coupe A

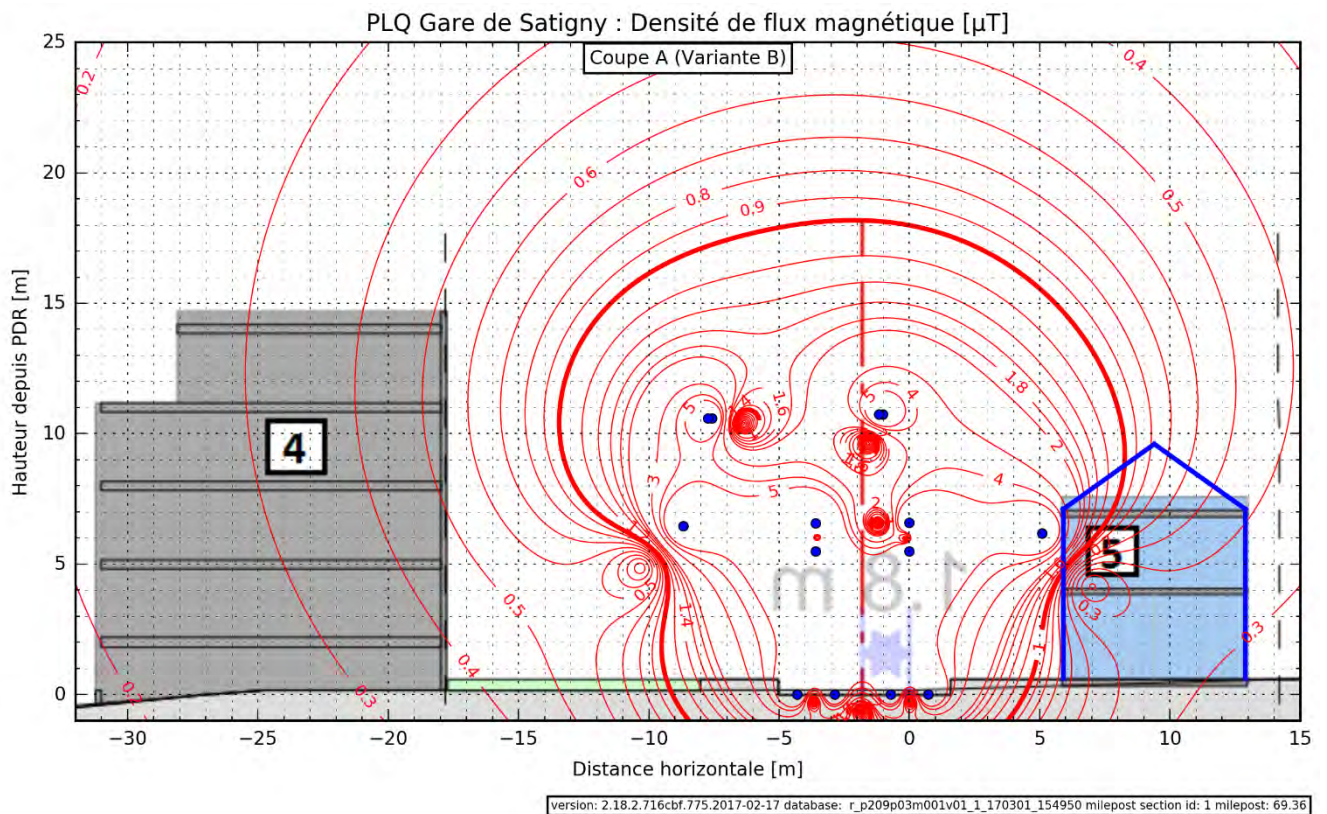


Figure 4-3 Diagramme des isolignes de flux magnétique au droit de la coupe A, vue direction La Plaine

4.4 Synthèse des résultats

N° LUS	Densité de flux magnétique [μ T]
1	0.47
2	0.45
3	0.53
4	0.55
5	3.96

Tableau 4-1 Valeur de champ magnétique maximale pour la variante d'aménagement B

Pour les LUS 1, 2, 3 et 4 (nouveaux bâtiments, voir plan de situation chapitre 2.1), la densité de champ magnétique ne dépasse pas la valeur limite d'installation de 1.0 μ T selon l'ORNI [1].

Pour le LUS 5 (bâtiment de la gare actuel avec nouvelles annexes), en revanche, la valeur limite d'installation est dépassée avec un champ magnétique atteignant 3.96 μ T. Cette valeur n'est cependant atteinte qu'en un point précis, directement sous le toit. Le champ magnétique est limité à 2 μ T dans les zones où il est raisonnablement possible de se tenir.

5 ABRÉVIATIONS ET RÉFÉRENCES

5.1 Abréviations utilisées

CP	Câble porteur
CR	Corde de retour
FC	Fil de contact
LA	Ligne auxiliaire
LC	Ligne de contact
LD	Ligne détournée
Ligne 151	Ligne CFF Genève – La Plaine
LUS	Lieu à utilisation sensible
ORNI	Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (voir [1])
PDR	Plan de roulement
PLQ	Plan localisé de quartier
PK	Point kilométrique
RNI	Rayonnement non ionisant

5.2 Documents de référence

- [1] Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant (**ORNI**, RS 814.710) du 23 décembre 1999 (Etat le 1^{er} juillet 2016)
- [2] **Genève - La Plaine, Genève - La Praille : Rapport sur les rayonnements non ionisants**, ECH-215.01-005, version 6.0, ENOTRAC AG, 11.02.2009
- [3] **Nœud de Genève : Rapport sur les rayonnements non ionisants**, ECH-202.42-005, version 3.0, ENOTRAC AG, 05.01.2017
- [4] **Plan de situation PLQ gare de Satigny (Variante B)**, Variante B.pdf, CSD Ingénieurs SA
- [5] **Coupes PLQ gare de Satigny (Variante B)**, Satigny gare 5 COUPES.pdf, CSD Ingénieurs SA
- [6] **Diagramme de densité du flux magnétique PK 69.620**, PLQ_km69260.png, SBB CFF FFS SA, 12.07.2016
- [7] **Email CFF** de Coderey Grégory (I-PJ-ENG-FS-LS1), RE: Courant 25kV Genève - La Plaine, SBB CFF FFS SA, 20.02.2017
- [8] **Schéma d'alimentation LC Challex – Genève/La Praille**, FS 151_004, version 002, SBB CFF FFS SA, 04.03.2015

- [9] **Profil en travers CFF des mâts ligne de contact 97-98**, FA_151_km069204, version 02, SBB CFF FFS SA, 13.04.2015
- [10] **Profil en travers CFF des mâts ligne de contact 99-100**, FA_151_km069260, version 03, SBB CFF FFS SA, 13.04.2015
- [11] **Profil en travers CFF des mâts ligne de contact 101-102**, FA_151_km069314, version 02, SBB CFF FFS SA, 13.04.2015
- [12] **Profil en travers CFF des mâts ligne de contact 103-104**, FA_151_km069364, version 03, SBB CFF FFS SA, 13.04.2015
- [13] **Google Earth**, Streetview, Google, 23.02.2017
- [14] **Email CSD** de Nolwenn Jouannigot, RE: PLQ Gare de Satigny / Compléments d'informations, CSD ingénieurs SA, 02.03.2017

Annexe D Rapport de pollution – Perreten & Milleret

Aménagement du Pôle Satigny Gare



Etude environnementale Diagnostic de pollution des terrains



Rapport technique

Réf : 2135

V2 du 21.09.2021

Ajout de l'OU le 31.05.2023 : toutes les mentions de la parcelle n°10'294 doivent être considérées comme la parcelle n°11296 suite à la récente mutation parcellaire

Informations générales :

Type de document	Rapport technique / Pollution des terrains
Version	2 - Modifications selon remarques CFF
Statut	Rapport définitif
Réf.	2135
Date de publication	21.09.2021
Auteur	Nicolas PETRY
Collaboration	Romain LINGAT
Visa	Adrien BESSON

Table des matières

1. Résumé	4
2. Contexte initial	5
3. Travaux exécutés	6
4. Cadre légal fédéral et cantonal pour la gestion des déblais d'excavation.....	6
5. Description du site et contexte hydro-géologique	7
5.1 Description du site	7
5.2 Contexte géologique	8
5.3 Contexte hydrologique	8
5.4 Problématique OSites	8
6. Programme d'investigation	10
6.1 Sondages.....	10
6.2 Echantillonnage	10
6.3 Investigations environnementales.....	11
7. Résultats et degrés de pollution des matériaux.....	12
7.1 Résultats selon l'ordonnance sur l'élimination des déchets (OLED).....	12
7.2 Résultats selon l'ordonnance sur la protection des sols (OSol).....	14
8. Synthèse des volumes et coût d'élimination des matériaux pollués	16
8.1 Volumes des matériaux pollués	16
8.2 Coûts d'élimination des matériaux pollués.....	17
8.3 Coûts de remise en état de la parcelle au Sud des voies (secteur S5).....	18
9. Synthèse et recommandations	18

Liste des annexes :

- Annexe 1 :** Relevés des sondages
- Annexe 2 :** Bordereaux de prélèvement des échantillons
- Annexe 3 :** Tableaux de synthèse des résultats d'analyses
- Annexe 4 :** Plans des secteurs de pollution
- Annexe 5 :** Rapports d'analyses du laboratoire Wessling

1. Résumé

Description de l'emplacement :

La parcelle concernée par cette étude de pollution est la parcelle n° 10'294 de la Commune de Satigny.

La parcelle n° 10'294 se trouve au droit du site n° B8596 du cadastre de pollution historique des CFF. Celui-ci est identifié comme non pollué selon l'investigation historique.

La parcelle n°10'020 n'entre pas dans le périmètre d'étude mais se trouve aux abords du futur projet en développement. Cette parcelle est inscrite au cadastre des sites pollués du Canton de Genève n°618.2007.001 comme ancienne aire d'exploitation ne nécessitant ni assainissement ni surveillance.

Motif du diagnostic :

Détermination de l'état de pollution du terrain au droit du projet en cours de planification.

Type de procédure :

Diagnostic de pollution selon OLED + diagnostic OSol sur l'Horizon A

2. Contexte initial

Les CFF mènent en partenariat avec l'Etat de Genève, la réalisation d'un Plan Localisé de Quartier puis d'un concours d'architecture et d'espaces publics sur la parcelle n°10294 (se situant au nord des voies) appartenant aux CFF et sur une partie du domaine public cantonal (parcelles n°10396 et n°10398). Le projet prévoit la construction de 4 immeubles de typologie à définir. Trois des quatre immeubles seront fondés sur 2 niveaux de sous-sol tandis que le 4ème, le plus à l'Ouest, sera fondé sur un sous-sol indépendant.

Le périmètre de l'étude environnementale est identifié dans la figure ci-dessous.

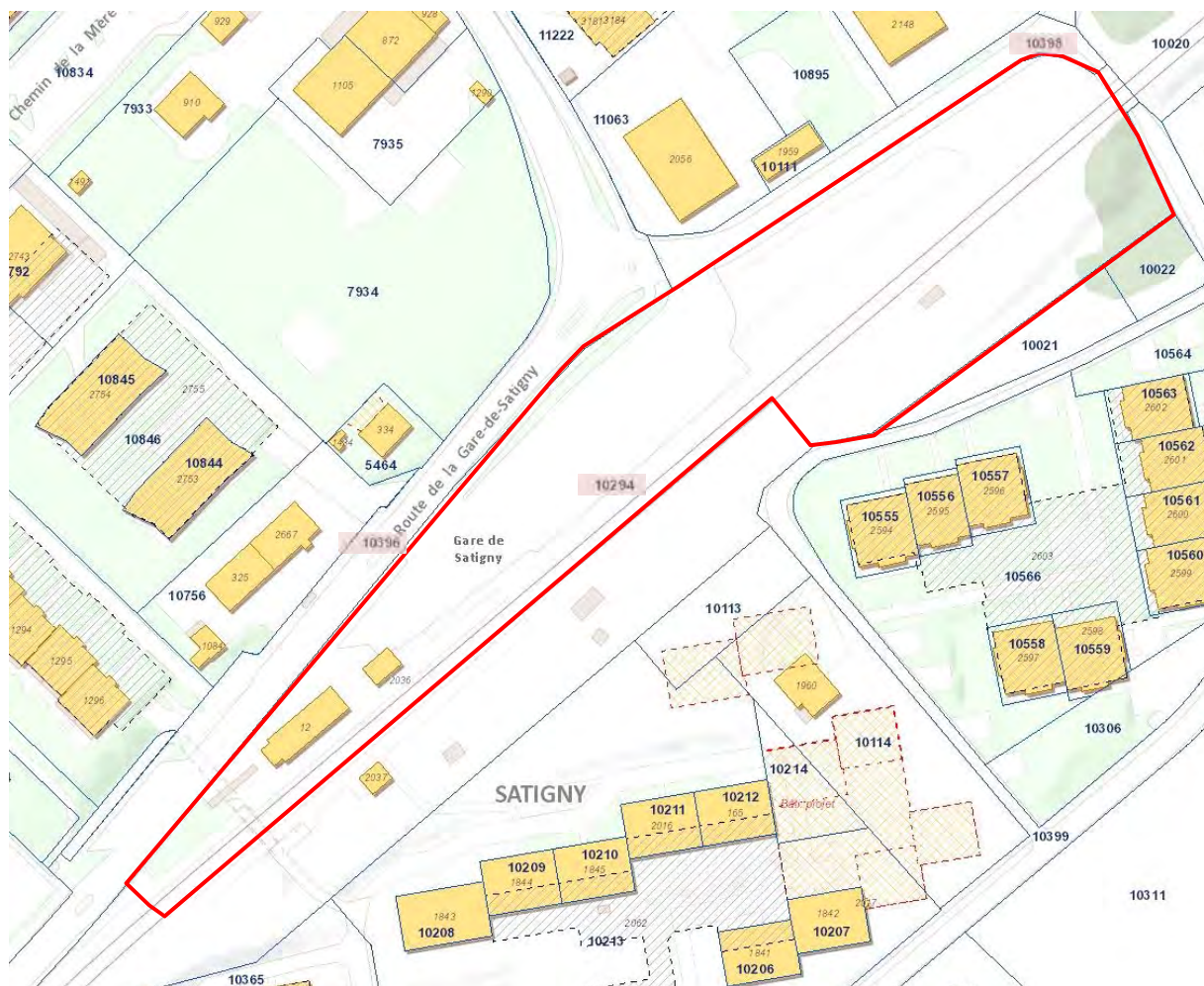


Figure 1 : Périmètre d'étude

Dans ce cadre et afin de connaître le risque lié à une éventuelle pollution du site, le pôle Immobilier Développement des Chemins de Fer Fédéraux Suisse (CFF) a mandaté le bureau Perreten & Milleret SA afin de réaliser un diagnostic de pollution des terrains au droit de ce périmètre.

3. Travaux exécutés

Le présent diagnostic a pour but de caractériser l'état de pollution du terrain en place en effectuant une campagne de sondages et d'analyses au droit du périmètre d'étude.

Les observations sur site ainsi que les analyses en laboratoire des échantillons prélevés vont permettre d'apporter des réponses quant à la présence et la teneur de polluants, avec, le cas échéant, une évaluation des volumes de matériaux pollués résiduels en présence et les coûts spécifiques en lien avec l'élimination de ces matériaux.

Les travaux réalisés par nos soins dans le cadre de cette étude environnementale sont les suivants :

- Organisation, vérification de l'implantation et suivi des sondages de reconnaissance ;
- Prélèvements des échantillons et élaboration des programmes d'analyses en laboratoire ;
- Interprétation des observations et description des sondages ;
- Élaboration des tableaux récapitulatifs des résultats d'analyses ;
- Élaboration d'un rapport de diagnostic de pollution.

4. Cadre légal fédéral et cantonal pour la gestion des déblais d'excavation

Cette étude est réalisée dans le strict respect des bases légales et recommandations suivantes :

Au niveau fédéral :

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) ;
- Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) ;
- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués (Osites) ;
- Ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) ;
- Directive OFEV sur les méthodes d'analyse dans le domaine des déchets et des sites pollués.

Au niveau cantonal :

- Loi cantonale sur la gestion des déchets (L 1 20) ;
- Règlement cantonal d'application de la loi sur la gestion des déchets (L 1 20.01) ;
- Fiche d'information GESDEC n° 4 : Matériaux d'excavation ;
- Selon OLED, aide à l'exécution pour diagnostic de pollution et gestion des terrains pollués (GESDEC, novembre 2017).

L'OLED a été prise en compte pour qualifier l'état de pollution des matériaux terreux situés dans le périmètre d'étude. Cette ordonnance fixe les possibilités de valorisation des matériaux terreux en fonction de leur degré de pollution. Elle répertorie également les sites de traitement adéquats et conformes des déchets en fonction de leur degré de pollution. Les matériaux d'excavation, s'ils sont pollués, doivent être éliminés conformément à l'OLED en tant que déchets de chantier.

L'OLED classe les matériaux d'excavation selon les trois classes suivantes :

- Matériaux d'excavation non pollués, devant être valorisés conformément à l'art.19 al.1 (si respect des valeurs limites de l'annexe 3, chap. 1) ;
- Matériaux d'excavation devant être valorisés conformément à l'art.19 al.2 (si respect des valeurs limites de l'annexe 3, chap. 2) ;
- Matériaux d'excavation devant être éliminés conformément à l'art.19 al.3 (si dépassement des valeurs limites de l'annexe 3, chap. 2).

Les valeurs limites de l'annexe 3 (chap. 1 et 2) de l'OLED sont rappelées dans les tableaux de synthèse des résultats consultables en **Annexe 3** de ce rapport.

5. Description du site et contexte hydro-géologique

5.1 Description du site

La zone d'étude se situe à cheval sur les lieux dits « Satigny-Dessous » et « les Cornaches » au bord des voies CFF longeant la route de la Gare-de-Satigny.

Une vue aérienne de la zone d'étude (périmètre rouge) est présentée dans la figure ci-dessous.



Figure 2 : Vue aérienne du site

Le périmètre d'étude peut se découper en trois zones distinctes :

- La zone de parking et boucle de rebroussement des TPG en enrobés bitumineux ;
- La zone d'exploitation des CFF, espace de stockage en prolongement du parking vers le Nord ;
- Une zone de friche végétale dont la surface a précédemment été exploitée comme jardins familiaux (partie au Sud des voies de la parcelle n°10'294).

5.2 Contexte géologique

Les éléments présentés ci-dessous sont issus du rapport géotechnique (Réf. 2135A) établi par le bureau Perreten & Milleret SA.

La zone d'étude est actuellement en grande partie revêtue. Les revêtements de surface sont composés soit d'un enrobé soit d'une grave d'infrastructure. Ils surmontent des remblais hétérogènes dont l'épaisseur relevée se situe entre 1.3 et 2.6 m. Ces remblais n'ont pas été relevés au droit du sondage S3.

Sous ces formations superficielles, on rencontre directement les formations glaciaires würmiennes (6-7). Elles sont représentées en partie supérieure par les formations du retrait glaciaire limono-argileuses consolidées (6d1) dont la base s'établit entre 3.0 et 3.5 m de profondeur. Elles sont composées d'un limon argileux, brun-beige, recoupé généralement par d'importantes fissures de retrait tapissées de limon bleuté.

Un horizon sablo-limoneux (6bc) de 30 cm d'épaisseur, d'aspect saturé a été rencontré à la base des formations limono-argileuses de retrait dans le sondage S2 à 3.5 m de profondeur.

Le plaquage d'argiles de retrait se trouve au centre et à l'Est de la zone d'étude. Ces formations disparaissent ensuite progressivement en direction de l'Ouest au gré d'une remontée du toit de la moraine. Les terrains de couverture recouvrent alors directement la moraine.

On retrouve alors à une profondeur comprise entre 1.3 m à l'Ouest et 5.05 m à l'Est la moraine würmienne dans sa phase limono-argileuse consolidée (7d1). Celle-ci est recoupée systématiquement par des dépôts intramorphainiques soit limono-argileux (8d) soit sablo-limoneux (8bc). Ce dernier est saturé et est caractérisé par des venues en charge.

5.3 Contexte hydrologique

Les éléments présentés ci-dessous sont issus du rapport géotechnique (Réf. 2135A) établi par le bureau Perreten & Milleret SA.

Selon la carte hydrogéologique du canton de Genève, la zone d'étude n'est pas le siège d'une nappe d'eau souterraine. Lors de la campagne de reconnaissance réalisée en juillet 2021 des venues d'eau en charge ont été relevées. Celles-ci circulent au travers de couches sablo-limoneuses aquifères dont l'épaisseur relevée varie entre 30 et 160 cm.

Ces couches lenticulaires, plus ou moins continues, drainent les eaux d'infiltration du coteau. Ainsi, une "pseudo-nappe" s'écoule depuis la route du Mandement vers la route de la Gare-de-Satigny avec un niveau piézométrique s'établissant approximativement, au vu des mesures effectuées, entre 1.5 et 2.0 m sous le terrain naturel, en fonction de l'intensité pluviométrique.

La zone d'étude ne se situe pas dans un secteur de protection des eaux.

5.4 Problématique OSites

D'après le service cartographique de l'Etat de Genève (SITG – cf. Figure 3 ci-dessous), la parcelle n°10020 situé à l'Est de la zone d'étude, de l'autre côté du passage inférieur, est inscrite au cadastre des sites pollués du Canton de Genève n°618.2007.001 comme ancienne aire d'exploitation ne nécessitant ni assainissement ni surveillance.



Figure 3 : Inscription de la parcelle n°10'020 au cadastre cantonal des sites pollués

Dans le cadastre de pollution historique des CFF le site n°B8596 est identifié comme non contaminé. Il s'agit de l'ancien emplacement d'une déchetterie communale.



Figure 4 : Localisation du site n°B8596

6. Programme d'investigation

6.1 Sondages

Afin d'identifier des formations potentiellement polluées, et le cas échéant de caractériser leur teneur en polluants, 5 sondages par forages carottés ont été réalisées par l'entreprise ISR Injectobohr entre les 7 et le 14 Juillet 2021. Le diagnostic de pollution s'est déroulé en parallèle à la campagne de reconnaissance géotechnique.

Les localisations de sondages ont initialement été proposées par les CFF du fait de la prise en compte de certaines contraintes d'exploitation du site. Suite à une séance sur place avec l'ensemble des gestionnaires de sites et l'entreprise de forages, le plan de sondage a été évalué comme pertinent et validé par l'ingénieur en charge de l'étude. L'implantation finale des sondages sur site s'est faite en coordination avec les personnes présentes.

Les sondages ont mis en évidence la succession de terrain suivante, à savoir : des remblais hétérogènes (éventuellement de la terre végétale sur le sondage S5) puis du terrain naturel principalement formé de retrait würmien ou de moraine. Les couches investiguées sont les enrobés, les remblais existants ainsi que le terrain naturel dans sa partie supérieure.

Les relevés des sondages S1 à S5 sont consultables en **Annexe 1**.

La localisation des sondages est identifiée sur le plan des secteurs pollués en **Annexe 4**.

6.2 Echantillonnage

L'ingénieur en charge de l'étude a prélevé, au total, 21 échantillons réparti comme suit :

- ➔ 2 échantillons d'enrobés pour analyses HAP (sondages S1 et S2) ;
- ➔ 17 échantillons de matériaux (remblais et TN) répartis sur les sondages S1 à S5 ;
- ➔ 2 échantillons de terre végétale pour analyses OSol.

Les échantillons ont été prélevés selon la *Méthode d'analyse dans le domaine des déchets et des sites pollués* et plus particulièrement par couche et selon l'homogénéité de cette dernière. La profondeur de prélèvement a été déterminée selon l'aspect général des couches rencontrées et/ou le potentiel de pollution soupçonné.

Concernant la prise d'échantillons et dans le but d'obtenir des résultats représentatifs, les matériaux prélevés constituent des échantillons composites dans la mesure où ils résultent de plusieurs prélèvements par type de matériau ciblé. L'ensemble des échantillons a été analysé au laboratoire Wessling.

Concernant la qualité de l'échantillonnage et cela pour l'ensemble des prélèvements réalisés dans le cadre de cette étude, l'ingénieur a veillé à l'absence de biais significatifs. Lors des sondages et de la prise manuelle d'échantillons, l'ingénieur a pris les précautions nécessaires visant à :

- la représentativité des éléments prélevés ;
- l'absence de contamination croisée ;
- le respect des modes de transport d'échantillons et des temps de transmission aux laboratoires.

Sur cette base, aucun biais lié à l'échantillonnage des matériaux terreux n'est susceptible de remettre en doute la pertinence des résultats analytiques.

Les bordereaux de prélèvements des échantillons sont consultables en **Annexe 2**.

6.3 Investigations environnementales

Le programme d'investigation tel que présenté dans le Tableau 1 ci-dessous est basé sur le cahier des charges des CFF. Il a été adapté en fonction des observations faites sur site.

Secteur	Sondage	Date	Profondeurs (cm)	Echantillon	Matériaux analysés	Programme d'analyses Laboratoire
P+R Gare	S1	14.07.2021	0 / -10	SAT_S1_HAP-2_210714	Enrobés bitum.	HAP
P+R Gare	S1	14.07.2021	-15 / -35	SAT_S1_0,15/0,35_210714	Remblai scories	OLED complet
P+R Gare	S1	14.07.2021	-35 / -70	SAT_S1_0,35/0,70_210714	Remblai graveleux	OLED complet
P+R Gare	S1	14.07.2021	-70 / -130	SAT_S1_0,7/1,3_210714	Remblai limon-argil.	OLED complet
P+R Gare	S1	14.07.2021	-150 / -250	SAT_S1_1,5/2,5_210714	Remblai limon-argil.	OLED complet
P+R Gare	S1	14.07.2021	-250 / -350	SAT_S1_2,5/3,5_210714	Moraine	OLED complet
P+R Gare	S2	12.07.2021	0 / -10	SAT_S2_HAP-1_210712	Enrobés bitum.	HAP
P+R Gare	S2	12.07.2021	-10 / -90	SAT_S2_0,1/0,9_210712	Remblai graveleux	OLED complet
P+R Gare	S2	12.07.2021	-100 / -160	SAT_S2_1,0/1,6_210712	Remblai limon-argil.	OLED complet
P+R Gare	S2	12.07.2021	-170 / -250	SAT_S2_1,7/2,5_210712	Retrait würmien	OLED complet
Stock CFF	S3	8.07.2021	0 / -20	SAT_S3_0/0,2_210708	Remblai graveleux	OLED complet
Stock CFF	S3	8.07.2021	-20 / -100	SAT_S3_0,2/1,0_210708	Retrait würmien	OLED complet
Stock CFF	S3	8.07.2021	-100 / -200	SAT_S3_1,0/2,0_210708	Retrait würmien	OLED complet

Secteur	Sondage	Date	Profondeurs (cm)	Echantillon	Matériaux analysés	Programme d'analyses Laboratoire
Stock CFF	S4	9.07.2021	-20 / -90	SAT_S4_0,2/0,9 _210709	Remblai graveleux	OLED complet
Stock CFF	S4	9.07.2021	-90 / -280	SAT_S4_0,9/2,8 _210709	Remblai limon-argil.	OLED complet
Stock CFF	S4	9.07.2021	-280 / -360	SAT_S4_2,8/3,6 _210709	Moraine	OLED complet
Friche végétale	S5	14.07.2021	0 / -25	SAT_S5_0/0,25 _210714	Terre végétale	OLED complet
Friche végétale	S5	14.07.2021	-30 / -80	SAT_S5_0,3/0,8 _210714	Retrait würmien	OLED complet
Friche végétale	S5	14.07.2021	-120 / -200	SAT_S5_1,2/2 _210714	Retrait würmien	OLED complet
Friche végétale Bas de talus	Horizon A	12.07.2021	0/-20	SAT_OSOL1_ 210712	Terre végétale	OSol complet
Friche végétale Haut de talus	Horizon A	12.07.2021	0/-20	SAT_OSOL2_ 2107121	Terre végétale	OSol complet

Tableau 1 : Programme des investigations environnementales

7. Résultats et degrés de pollution des matériaux

7.1 Résultats selon l'ordonnance sur l'élimination des déchets (OLED)

Le tableau 2 ci-dessous résume les principales notions utilisées dans le présent rapport concernant le degré de pollution. Celui-ci est fixé selon les valeurs limites de référence en vigueur des composés chimiques issues de l'OLED.

Degré de pollution	Valorisation selon OLED Art. 19 al. 1 et 2		Élimination Stockage définitif selon OLED Art. 19 al. 3		Traitement avant élimination
	Matériau respectant les valeurs-limites selon OLED, Annexe 3 ch. 1	Matériau respectant les valeurs-limites selon OLED, Annexe 3 ch. 2	Matériau respectant les valeurs-limites selon OLED, Annexe 5 ch. 2	Matériau respectant les valeurs-limites selon OLED, Annexe 5 ch. 5	Matériau hors catégorie (Déchets spéciaux selon OMoD, Art. 2)
	« non pollué »	« faiblement pollué »	« pollué »	« fortement pollué »	« contaminés par des substances dangereuses »

Tableau 2 : Rappel des valeurs limites selon OLED

Il est important de rappeler que les matériaux d'excavation sont considérés comme des déchets, même s'ils ne sont pas pollués. Il est de ce fait nécessaire de se conformer notamment aux dispositions de l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED), de la Loi sur la gestion des déchets (LGD) et de son règlement d'application (RGD).

Le tableau 3 ci-dessous synthétise les types de pollutions observées. Pour information, les valeurs inférieures à celles de l'annexe 3, chap. 1 de l'OLED ne sont pas retranscrites dans ce tableau récapitulatif mais sont présentées dans le tableau de synthèse des résultats consultable en **Annexe 3** de ce rapport.

Sondage	N°échantillon	Profondeurs de la pollution (cm)	Description de la couche analysée	Degré de pollution (polluant déterminant) selon OLED	Filière selon OLED
S1	SAT_S1_0,15/0,35_210714	-15 / -35	Remblai avec présence de scories	Fortement pollué Zinc : 5'000 mg/kg HC C10-C40 : 550 mg/kg	Décharge Type E
S2	SAT_S2_0,1/0,9_210712	-10 / -90	Remblai graveleux	Faiblement pollué HC C10-C40 : 97 mg/kg	Valorisation selon art.19 al.2 ou décharge de Type B
S3	SAT_S3_0/0,2_210708	0 / -20	Remblai graveleux	Fortement pollué Mercure : 4,4 mg/kg	Décharge Type E
S3	SAT_S3_0,2/1,0_210708	-20 / -100	Retrait würmien	Peu pollué Mercure : 1,5 mg/kg	Décharge Type B
S3	SAT_S3_1,0/2,0_210708	-100 / -150	Retrait würmien	Peu pollué COT : 16'000 mg/kg	Décharge Type B
S4	SAT_S4_0,2/0,9_210709	-20 / -90	Remblai graveleux	Faiblement pollué HC C10-C40 : 67 mg/kg	Valorisation selon art.19 al.2 ou décharge Type B
S4	SAT_S4_0,9/2,8_210709	-90 / -280	Remblai limono-argil.	Fortement pollué HC C10-C40 : 1'700 mg/kg	Décharge Type E
S5	SAT_S5_0/0,25_210714	0 / -25	Terre végétale	Fortement pollué COT : 50'000 mg/kg	Décharge Type E

Tableau 3 : Détermination des degrés de pollution OLED

Le récapitulatif détaillé des résultats d'analyses et la comparaison aux valeurs limites sont consultables dans les tableaux récapitulatifs (par sondage) en **Annexe 3**.

Les sondages réalisés et les analyses effectuées en laboratoire ont confirmé la présence de 3 catégories de matériaux pollués à distinguer en cas de terrassement :

- **Des matériaux considérés comme fortement pollués** présentant des teneurs en polluants supérieures aux valeurs limites de l'annexe 5 chap. 2 de l'OLED et excédant les critères d'admissibilité en décharge de type B définis par l'OLED. Ces matériaux fortement pollués devront être évacués et traités en centre de traitement spécialisé (ex : Ecosor) ou directement éliminés en décharge de Type E (anciennement Décharge Contrôlée Bioactive). Les évacuations de ces volumes devront être consignées dans des documents de suivi conformément à l'Ordonnance fédérale sur le mouvement des déchets (OMoD) ;
- **Des matériaux considérés comme peu pollués** présentant des teneurs en polluants supérieures aux valeurs limites de l'annexe 3 chap. 2 de l'OLED mais respectant les critères d'admissibilité en décharge de Type B définis par l'OLED. Ces volumes ne sont pas valorisables et devront être éliminés en décharge de Type B (anciennement décharge contrôlée pour matériaux inertes) ;
- **Des matériaux considérés comme faiblement pollués** présentant des teneurs en polluants supérieures aux valeurs limites de l'annexe 3 chap. 1 de l'OLED, respectant les critères d'admissibilité en décharge de type B, mais pouvant faire l'objet d'une éventuelle valorisation s'ils sont composés à 95 % en poids au moins de roches meubles ou concassées et que le reste est constitué d'autres déchets de chantier minéraux et si les substances étrangères, telles que déchets urbains, biodéchets ou autres déchets de chantier non minéraux, ont été enlevées dans la mesure du possible.

Enfin, certaines couches analysées présentent des **matériaux considérés comme non-pollués** ayant des teneurs en polluants inférieures aux valeurs limites de l'annexe 3 chap. 1 de l'OLED.

Ces matériaux non pollués, exempts de déchets pourront être revalorisés comme remblais à l'intérieur ou à l'extérieur de l'emprise du projet selon leurs caractéristiques géotechniques ou évacués sur un site de stockage pour matériaux d'excavation non-pollués.

Les résultats d'analyses permettent également d'apporter des remarques relatives aux :

- **analyses de lixiviats** : sur les échantillons ayant fait l'objet d'un programme d'analyse complet, les résultats d'analyses de lixiviats ne révèlent aucun taux dépassant la valeur limite de mise en décharge de type B ;
- **teneurs géogènes en chrome et nickel** : certaines analyses donnent des valeurs de chrome et nickel présentant des teneurs supérieures aux valeurs limites de l'annexe 3 chap. 1 de l'OLED, notamment sur des couches de terrain naturel en profondeur. Ces teneurs sont considérées sur Genève comme teneurs géogènes normales, les matériaux peuvent être considérés comme propres selon OLED ;
- **HAP dans les enrobés bitumineux** : les résultats d'analyse n'ont pas mis en évidence de HAP dans les échantillons d'enrobés bitumineux. La valorisation de ces matériaux comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction est recommandée (art. 20 OLED). Les analyses effectuées peuvent être considérées comme représentatives.

Les plans des secteurs homogènes de pollution découlant des résultats d'analyses se trouvent à l'**Annexe 4**.

Les rapports d'analyses du laboratoire Wessling sont consultables en **Annexe 5**.

7.2 Résultats selon l'ordonnance sur la protection des sols (OSol)

Deux échantillons de matériaux terreux ont fait l'objet d'analyses selon OSol afin de déterminer leur potentiel de valorisation. Ils ont tous deux été prélevés dans la friche végétale au Sud des voies (parcelle n°10'294). Chaque échantillon correspond à un échantillon composite de 10 piquages. Sur cette zone l'ingénieur a distingué le bas de

talus (ech. SAT_ OSOL1_210712) et le haut de talus (ech. SAT_ OSOL2_210712). La couche prélevée dans les deux cas ne concerne que les 20 premiers cm de sol (Horizon A).

La figure 5 ci-dessous présente les zones concernées par les prélèvements OSol.



Figure 5 : Zones de prélèvements des échantillons OSol

Le tableau 4 ci-dessous synthétise les types de pollutions observées.

N°échantillon	Profondeurs pollution (cm)	Description de la couche analysée	Degré de pollution (polluant déterminant) selon OSol	Elimination ou revalorisation possible selon OSol
SAT_ OSOL1_210712	0 / -20	Terre végétale	Très pollué HAP : 11 mg/kg Taux supérieur au seuil d'investigation OSol	La pollution du sol constitue une menace avérée pour l'homme, les animaux ou les plantes qui l'utilisent ou qui y poussent. Les volumes doivent faire l'objet d'une élimination en décharge selon OLED.
SAT_ OSOL2_210712	0 / -20	Terre végétale	Peu pollué Cu, Ni, Pb, Zn et HAP : taux supérieurs aux valeurs indicatives OSol	Dans la mesure du possible, ces matériaux doivent être utilisés sur des sols présentant un même type de pollution. Ces matériaux seront surtout utilisés pour les installations du trafic (parois anti-bruit, talus, bandes centrales, refuges pour piétons). Le cas échéant, ils peuvent aussi servir à l'aménagement d'espaces verts et d'installations sportives en milieu urbain, ou à des aménagements paysagers.

Tableau 4 : Détermination des degrés de pollution OSol

D'après les résultats d'analyses :

- La terre végétale issues du bas de talus est considérée comme très pollués car sa valeur de HAP dépasse le seuil d'investigation OSol. Cette terre est donc non valorisable. Son élimination est soumise à l'OLED. Le taux de COT de la terre végétale sur cette zone est de 50'000 mg/kg (cf éch. SAT_S5_0/0,25_210714). En conformité à l'OLED, la couche de terre végétale du bas de talus doit être éliminés en décharge de Type E.
- La terre végétale issue du haut du talus (proche des voies) est considérée comme peu polluée selon les taux de Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc et HAP. Cette terre pourrait être revalorisée sur place dans le cadre d'aménagements extérieurs.

Les synthèses des résultats d'analyses et la comparaison aux valeurs limites OSol sont consultables dans le tableau récapitulatif en **Annexe 3**.

8. Synthèse des volumes et coût d'élimination des matériaux pollués

Les matériaux pollués issus de travaux d'excavation devront faire l'objet d'une valorisation ou d'une élimination conforme aux critères de l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED).

Les volumes mentionnés ci-dessous restent des estimations faites selon les observations sur site et les conclusions des résultats d'analyses. Ces estimations prennent en compte une excavation complète des matériaux pollués sur le périmètre d'étude. Il s'agit là d'un « worst case scenario » car :

- Les prédictions de volumes devront être affinées par des sondages complémentaires avant la mise en soumission des travaux d'excavation ;
- L'estimation des coûts tient compte d'une élimination en décharge des volumes de matériaux faiblement pollués. Leur revalorisation (remblai graveleux) pourra être privilégié en cours de chantier selon les recommandations d'un ingénieur spécialisé (contrôle de l'homogénéité des matériaux excavés, analyses complémentaires sur stockages intermédiaires, recherche de filière, limitation de la mise en décharge).

8.1 Volumes des matériaux pollués

La prise en charge des matériaux fortement pollués (qualité Type E) concerne un volume estimatif d'environ **2'910 m³** en place. Ce volume distingue 4 types de déchets fortement pollués :

- Les scories au droit du sondage S1 : env. **400 m³** ;
- Les remblais graveleux au droit du sondage S3 : env. **260 m³** ;
- Les remblais limono-argileux au droit du sondage S4 : env. **2'000 m³** ;
- La terre végétale du bas de talus au Sud des voies : env. **250 m³**.

La prise en charge des matériaux peu pollués (qualité Type B non valorisables) concerne un volume estimatif d'environ **2'600 m³** en place. Il s'agit des volumes de retrait würmien au droit du sondage S4.

La prise en charge des matériaux faiblement pollués (qualité Type B mais valorisable le cas échéant) concerne un volume estimatif d'environ **1'700 m³** en place :

- Les remblais graveleux au droit du sondage S2 : env. **1'000 m³** ;
- Les remblais graveleux au droit du sondage S4 : env. **700 m³**.

8.2 Coûts d'élimination des matériaux pollués

Le tableau 5 ci-dessous présente les coûts estimatifs de dépollution. Pour information :

- Les prix unitaires au m3 d'élimination en décharge de Type E tiennent compte des différentes densités des types de matériaux rencontrés ;
- Les prix unitaires au m3 d'élimination en décharge de Type B tiennent compte d'un coefficient de foisonnement après excavation ;
- Le coût global tient compte d'une plus-value liée à l'excavation sélective des matériaux pollués ;
- Les prix ne tiennent pas compte d'éventuels transports et stockages intermédiaires sur la zone de chantier.

Type de matériau	Secteur	Surface estimée m2	Vol. en place m3	Coût Excavation sélective CHF HT	Coûts Transport CHF HT	Coûts Elimination CHF HT	TOTAL CHF HT
Scories – qualité Type E	<i>Parking Secteur S1</i>	2'000	400	4'800	8'000	80'000	92'800.-
Remblai – qualité Type E	<i>Exploitation CFF Secteur S3</i>	1'300	260	3'120	5'200	65'000	73'320.-
Remblai – qualité Type E	<i>Exploitation CFF Secteur S4</i>	1'000	2'000	24'000	40'000	500'000	564'000
Terre végétale - qualité Type E	<i>Friche Sud voies Secteur S5</i>	1'000	250	0	5'000	50'000	55'000.-
Remblai – qualité Type B	<i>Parking Secteur S2</i>	1'200	1'000	12'000	20'000	60'000	92'000.-
Retrait würmien - qualité Type B	<i>Exploitation CFF Secteur S3</i>	1'300	2'600	31'200	52'000	156'000	239'200.-
Remblai – qualité Type B	<i>Exploitation CFF Secteur S4</i>	1'000	700	8'400	14'000	42'000	64'400
TOTAL (CHF HT) :							1'180'720.-

Tableau 5 : Estimation des coûts de dépollution

Compléments d'information sur les prix unitaires appliqués dans le calcul global du coût estimatif de dépollution :

- Excavation sélective : frs HT 12.-/m3 (non comptabilisé pour la Terre végétale du Secteur S5 car dégrapage classique) ;
- Transport des volumes : frs HT 20.-/m3 ;
- Elimination des volumes selon type et qualité :
 - Scories et terre végétale qualité Type E (densité moins importante) : frs HT 200.-/m3 ;
 - Remblai qualité Type E : frs HT 250.-/m3 ;
 - Remblai qualité Type B : frs HT 60.-/m3.

8.3 Coûts de remise en état de la parcelle au Sud des voies (secteur S5)

L'ingénieur apporte ici un complément sur demande des CFF concernant les coûts de remise en état de la parcelle au Sud des voies (friche végétalisée - secteur S5 dans cette étude). D'après les conclusions de l'étude, environ 250 m³ de terre végétale doivent être éliminés sur cette zone. Les CFF souhaite connaître le coût global d'élimination et de remise en état de la parcelle en vue d'y créer des aménagements.

Les éléments sont résumés ci-dessous :

- Elimination de la terre végétale (Taux HAP > seuil d'investigation OSol et Taux COT : 50'000 mg/kg selon OLED) : **55'000 frs HT** (selon Tableau 5) ;
- Remise en place de terre végétale (TV) propre :
 - Si reprise sur un autre chantier : coût d'achat à 12 frs HT le m³ et env. 20 frs HT de transports par m³ donc un total de 32 frs/m³ soit **8'000 frs HT** pour 250 m³ ;
 - Si achat en gravière (décharge) : coût d'achat à 30 frs HT le m³ et env. 20 frs HT de transports par m³ donc un total de 50 frs/m³ soit **12'500 frs HT** pour 250 m³.

En tenant compte d'un coût de manœuvre pour remise en place de 15 frs par m³, le coût estimatif global de remise en état de cette parcelle reviendrait à environ 70'000 frs HT.

9. Synthèse et recommandations

Les investigations réalisées dans la présente étude ont permis de déterminer la présence de matériaux pollués au droit du futur projet immobilier. Les observations et retours d'analyses font état de matériaux de qualité variable selon OLED. Le projet de construction impliquera des travaux de terrassement nécessitant un tri sélectif des matériaux en fonction du degré et de la nature de la pollution afin de garantir la conformité environnementale des opérations (acheminement des matériaux dans les filières de valorisation, de traitement ou de stockage adéquates, maîtrise des coûts d'élimination des matériaux).

Les coûts induits par la présence de matériaux pollués sont, à ce stade, estimés à environ 1'180'000.- CHF HT. Cette estimation reste approximative au vu du peu de données, notamment sur l'étendue des matériaux pollués. Un affinage des volumes pollués pourra être réalisé avant travaux au moyen de sondages à la pelle mécanique et d'analyses complémentaires. Par la suite, un concept de gestion des matériaux d'excavation devra être établi et validé par le GESDEC.

En phase de travaux, tout déplacement de matériaux en place dans l'emprise du projet devra faire l'objet d'un suivi effectué par un bureau spécialisé en raison de l'hétérogénéité des qualités OLED trouvées dans les matériaux pollués.

La méthodologie suivante est recommandée dans le cadre du suivi environnemental :

- Mise en place d'un concept de terrassement avec tri sélectif des différentes couches de matériaux en fonction de leur degré de pollution ;
- Information et recommandations à l'entreprise de terrassement ;
- Suivi du chantier : observation des matériaux en cours de chantier de terrassement et suivi des indices organoleptiques (odeurs, matériaux souillés), éventuels échantillonnages complémentaires pour analyses OLED, le but étant de minimiser les volumes de matériaux faiblement pollués en décharge et de diminuer conjointement le coût des travaux de terrassement ;
- Contrôle des filières, récolte des justificatifs d'élimination et des documents de suivi OMoD ;
- Rapport final de suivi des matériaux d'excavation.

Le présent rapport technique résume l'étude accomplie. La précision des informations délivrées (volumes des matériaux pollués et coût induit) sera accrue au moyen d'un suivi environnemental de réalisation (SER) à prévoir lors des travaux de terrassement.

Perreten & Milleret SA

N. Petry




A handwritten signature in black ink, appearing to read 'N. Petry', is written over a blue circular stamp. The stamp contains the text 'PERRETEN ET MILLERET SA' around the perimeter and 'POM' in the center, with 'PERRETEN ET MILLERET SA' written in smaller letters below 'POM'.

Carouge, le 21 Septembre 2021


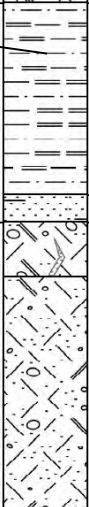
Annexe 1

Relevés des sondages

Annexe 1 - Relevé de Sondage

SONDAGE S1								
Coordonnées		N : 1'119'090.1 E : 2'491'911.2						
Altitude (m)		z : 414.12						
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)
Holocène	Remblais		2d	414.07	0.05	0.05	De 0.0 à 0.05 m : enrobé du parking.	100
			2a	413.82	0.30	0.25		
			2d	413.52	0.60	0.30	2 : Remblais hétérogènes 2d : Remblais limono-argileux	200
				412.82	1.30	0.70	De 0.05 à 0.3 m : limon argileux noirâtre à petits graviers abondants, humide. De 0.60 à 1.3 m : limon argileux à pierres éparées, brun, très humide.	
	Moraine			411.72	2.40	1.10	Une venue d'eau rencontrée lors du forage à 0.8 m. 2a : Remblais graveleux Empierrement grossier. Pierres anguleuses sans matrice. Granulométrie 50-100 mm.	300
					7d1			
Würm	*			409.12	5.00	2.60		400
				408.82	5.30	0.30	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée De 1.3 à 2.4 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de radicelles, brun-beige, assez plastique, humide, très dur. A partir de 2.4 m : faciès atypique. Limon peu argileux à graviers et pierres peu à assez abondants, gris, peu plastique, peu humide, très dur.	
			8bc					500

Annexe 1 - Relevé de Sondage

SONDAGE S2								
Coordonnées		N : 1'119'139.3						
		E : 2'491'972.9						
Altitude (m)		z : 414.23						
GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE	ECHELLE
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)
Holocène	Remblais		2a	414.18	0.05	0.05	De 0.0 à 0.05 m : enrobé du parking.	---
			2d	413.43	0.80	0.75	2 : Remblais hétérogènes 2a : Remblais graveleux Grave d'infrastructure. Graviers et pierres arrondis dans matrice sableuse un peu limoneuse. Granulométrie 0-60 mm. 2d : Remblais limono-argileux Limon argileux à graviers et pierres épars, présence de quelques esquilles charbonneuses, brun-ocreux, humide.	100
Würm	Moraine		6d1	412.83	1.40	0.60	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux, recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, brun-beige, très dur, humide, plastique. De 1.4 à 2.0 m : grossièrement stratifié, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ . De 2.0 à 2.8 : rares fissures, brun. De 2.8 à 3.3 m : finement stratifié, brun, non fissuré. De 3.3 à 3.5 m : présence d'importante fissures de retrait tapissées de radicelles. 6bc : Phase sablo-limoneuse Sable fin, très limoneux, faiblement cohérent, brun-ocre, très humide à saturé.	200
			6b	410.73	3.50	2.10		300
			6b	410.43	3.80	0.30		400
			7d1	409.83	4.40	0.60		500
			7d1	407.23	7.00	2.60	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée De 3.8 à 4.4 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de radicelles, brun-beige, assez plastique, humide, très dur.	600
								700

SAT_S2_HAP-1_210712

SAT_S2_0,1/0,9_210712

SAT_S2_1,0/1,6_210712

SAT_S2_1,7/2,5_210712

Annexe 1 - Relevé de Sondage

SONDAGE S3								
Coordonnées		N : 2'492'002.1 E : 1'119'166.8						
Altitude (m)		z : 413.94						
GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE	ECHELLE
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (mism)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)
Holoc.	Bh		2a	413.74	0.20	0.20	2 : Remblais hétérogènes 2a : Remblais graveleux Grave du parking. Gravier et pierres arrondis dans matrice sableuse un peu limoneuse. Granulométrie 0-100 mm.	0-100
Würm	Retrait		6d1	410.94	3.00	2.80	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux, dur à très dur, humide, plastique. De 0.20 à 0.80 m : recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, brun-beige. De 0.80 à 1.05 m : brun d'aspect terreux. De 1.05 à 1.60 m : gris sombre, présence de quelques traces d'oxydation couleur rouille, tendre à ferme. De 1.60 à 3.0 m : recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, brun-beige, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ jusqu'à 2.2 m	100-200
				410.59	3.35	0.35		200-300
				409.44	4.50	1.15		300-400
				408.89	5.05	0.55		400-500
				408.44	5.50	0.45		500-600
	M.		7d1				7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée De 3.0 à 3.35 m et de 5.05 à 5.5 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de radicelles, brun-beige, assez plastique, humide, dur à très dur. De 5.5 à 6.80 m : brun, un peu moins argileux	600
	Dépôts intramorphiques		8d1					
			8bc					

SAT_S3_0/0,2_210708

SAT_S3_0,2/1,0_210708

SAT_S3_1,0/2,0_210708

Annexe 1 - Relevé de Sondage

SONDAGE S4									
Coordonnées		N : 1'119'194.2 E : 2'492'032.7							
Altitude (m)		z : 413.87							
GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE	ECHELLE	
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)	
Holocène	Remblais		2a	413.67	0.20	0.20	2 : Remblais hétérogènes 2a : Remblais graveleux Grave du parking. Gravier et pierres arrondis dans matrice sableuse un peu limoneuse. Granulométrie 0-100 mm.	100	
			2d	413.02	0.85	0.65	2d : Remblais limono-argileux De 0.20 à 0.85 m : remblais type "6d" limon argileux, brun-beige. De 0.85 à 2.6 : limon argileux à rares petits graviers disséminés dans la masse, gris-brun parfois à reflets verdâtres, odeur forte d'hydrocarbures, humide, ferme	200	
	Retrait	6d1	411.27	2.60	1.75	410.87	3.00	0.40	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ , brun-beige, très dur, humide, plastique.
Würm	Moraine		7d1	409.87	4.00	1.00	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée De 3.0 à 4.0 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de radicales, brun-beige, assez plastique, humide, dur à très dur.	400	
			8d1	408.07	5.80	1.80	407.37	6.50	0.70
	Intra-moraine		8d1						700

SAT_S4_0,2/0,9_210709

SAT_S4_0,9/2,8_210709

SAT_S4_2,8/3,6_210709

Annexe 1 - Relevé de Sondage

SONDAGE S5									
Coordonnées		N : 1'119'177.6 E : 2'492'074.3							
Altitude (m)		z : 410.4							
GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE		
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description		
Holocène	Sol		1.1	410.10	0.30	0.30	1 : Sol 1.1 : Horizon A Terre végétale. 1.2d: Horizon B limono-argileux Limon argileux à nombreux petits graviers et pierres et gravillons, présence de matière organique, racines et racelles, brun-beige, humide, assez plastique.		
			1.2d	409.60	0.80	0.50			
Würm	Retrait		6d1	408.40	2.00	1.20	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ , brun-beige, humide, plastique. Une petite venue d'eau à -0.85 m / TN.		
	Moraine		7d1						
				406.40	4.00	2.00	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de racelles, brun-beige, assez plastique, humide.		

Annexe 2

Bordereaux de prélèvements

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 - 15h15	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_HAP-2_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	0 / - 0.10 m	
COULEUR	Gris	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Enrobés bitumineux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement direct d'une carotte d'enrobés après forage		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED : HAP	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 - 15h30	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_0,15/0,35_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.15 / -0.35 m	
COULEUR	Noirâtre	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai limono-argileux à petit gravier + résidus de scories	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 - 15h40	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_0,35/0,70_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.35 / -0.70 m	
COULEUR	Gris	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai graveleux - Gravier grossier	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 - 15h50	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_0,7/1,3_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.70 / -01.30 m	
COULEUR	Brun	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai limono-argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		


BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 – 16h00	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_1,5/2,5_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-1.50 / -2.50 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Moraine Würmienne - Limon argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S1	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 – 16h05	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S1_2,5/3,5_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-2.50 / -3.50 m	
COULEUR	Gris	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Moraine Würmienne - Limon peu argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S2	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	12.07.2021 – 12h20	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 26°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S2_HAP-1_210712	
PHOTO		
PROFONDEUR	0 / - 0.10 m	
COULEUR	Gris	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Enrobés bitumineux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement direct d'une carotte d'enrobés après forage		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED : HAP	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S2	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	12.07.2021 – 12h30	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 26°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S2_0,1/0,9_210712	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.10 / -0.90 m	
COULEUR	Brun gris	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai graveleux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT


PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S2	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	12.07.2021 – 12h40	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 26°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S2_1,0/1,6_210712	
PHOTO		
PROFONDEUR	-1.00 / -1.60 m	
COULEUR	Brun ocre	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai limono-argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S2	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	12.07.2021 – 12h50	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 26°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S2_1,7/2,5_210712	
PHOTO		
PROFONDEUR	-1.70 / -2.50 m	
COULEUR	Brun	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Retrait Würmien	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S3	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	8.07.2021 – 11h15	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 20°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S3_0/0,2_210708	
PHOTO		
PROFONDEUR	0 / -0.20 m	
COULEUR	Noirâtre	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai graveleux + résidus de scories	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S3	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	8.07.2021 – 11h25	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 20°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S3_0,2/1,0_210708	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.20 / -1.00 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Retrait Würmien	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S3	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	8.07.2021 – 11h35	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 20°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S3_1,0/2,0_210708	
PHOTO		
PROFONDEUR	-1.00 / -2.00 m	
COULEUR	Gris brun	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Retrait Würmien	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT


PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S4	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	9.07.2021 – 11h40	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 23°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S4_0,2/0,9_210709	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.20 / -0.90 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Remblai limono-argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S4	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	9.07.2021 – 11h50	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 23°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S4_0,9/2,8_210709	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.90 / 2.80 m	
COULEUR	Gris brun	
ODEUR	Forte odeur d'hydrocarbures sur toute la hauteur prélevée	
CLASSIFICATION	Remblai limono-argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S4	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	9.07.2021 – 12h	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 23°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S4_2,8/3,6_210709	
PHOTO		
PROFONDEUR	-2.80 / -3.60 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Moraine Würmienne	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement.		
L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 12.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT



PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S5	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 – 16h20	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S5_0/0,25_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	0 / -0.25 m	
COULEUR	Brun foncé	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Terre végétale	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		



BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S5	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 – 16h30	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S5_0,3/0,8_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-0.30 / -0.80 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Horizon B limono-argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		

BORDEREAU DE PRELEVEMENT

PROJET	2135 / Pôle Satigny Gare	
ENTREPRISE	Forage carotté réalisé par ISR Injectobohr	
EQUIPEMENT	Foreuse	
NOM DU SONDAGE	S5	
DATE/HEURE DE PRELEVEMENT	14.07.2021 – 16h40	
CONDITIONS METEO.	Beau / Température : 19°C	
NOM PRENEUR ECH.	N. PETRY	
DESIGNATION DE L'ECHANTILLON		
NOM	SAT_S5_01,2/2_210714	
PHOTO		
PROFONDEUR	-1.20 / -2.00 m	
COULEUR	Brun beige	
ODEUR	Aucune odeur	
CLASSIFICATION	Retrait Würmien – Limon argileux	
RECIPIENT	Seau plastique hermétique	
METHODE D'ECHANTILLONNAGE		
Prélèvement d'un échantillon composite à la pelle manuelle		
ANALYSES		
NOM ET ADRESSE LABO	WESSLING SA, Werkstrasse 27, 3250 Lyss	
PROGRAMME	OLED Complet	
REMARQUES		
Pas d'élément susceptible de conduire à un biais lors du prélèvement. L'échantillon a été réfrigéré jusqu'à transmission au laboratoire en date du 14.07.2021		

Annexe 3

Tableaux de synthèse des résultats d'analyses

Clé d'interprétation

Valeurs limites OLED			
Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué
Décharge type A	Décharge type B	Décharge type B	Décharge type E
Valorisation obligatoire	Valorisation ou élimination	Non valorisable	Non valorisable
1	5	-	-
-	-	5	-
3	15	30	50
15	15	30	50
50	250	500	2000
1	5	10	10
50	250	500	1000
0.05	0.05	0.1	0.5
40	250	500	5000
50	250	500	1000
0.5	1	2	5
150	500	1'000	5'000
0.1	0.5	1	5
0.1	0.5	1	10
1	5	10	100
50	250	500	5000
-	10'000	20'000	50'000
0.1	0.5	1	1
1	5	10	100
0.3	1.5	3	10
3	12.5	25	250

Nom de l'échantillon	SAT_S1_HAP-2_210714	SAT_S1_0,15/0,35_210714	SAT_S1_0,35/0,70_210714	SAT_S1_0,7/1,3_210714	SAT_S1_1,5/2,5_210714	SAT_S1_2,5/3,5_210714
Type de matériaux	Enrobés bitumineux	Remblai Scories	Remblai Gravier grossier	Remblai limon-argileux	Moraine limon-argileux	Moraine limon peu argileux
Situation	Sondage S1	Sondage S1	Sondage S1	Sondage S1	Sondage S1	Sondage S1
Profondeur de prélèvement depuis la surface [m]	-0.00/-0.10	-0.15/-0.35	-0.35/-0.70	-0.70/-1.30	-1.50/-2.50	-2.50/-3.50
Date de prélèvement	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021
Observations	-	Présence de scories petit gravier, humide	-	-	-	-

Paramètres généraux - évaluation in-situ	Unité	LQ						
Fraction de déchets de chantier minéraux	Masse %MS	-	-	-	-	-	-	-
Fraction d'autres substances non-minérales	Masse %MS	0.5	-	-	-	-	-	-
Mesure - Appareil de terrain								
PID - composés volatiles	ppm	-	-	-	-	-	-	-
Analyses laboratoire								
Métaux Lourds								
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	-	9.9	<1	<1	<1	<1
Arsenic (As)	mg/kg	1	-	7.7	7.8	7.5	5	4
Plomb (Pb)	mg/kg	1	-	430	15	19	10	9.2
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.1	-	10	0.3	0.4	0.1	0.1
Chrome total (Cr)	mg/kg	1	-	35	44	62	130	130
Chrome VI (Cr VI)	mg/kg	0.05	-	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	-	380	9	26	27	25
Nickel (Ni)	mg/kg	1	-	69	38	69	140	140
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	-	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg	5	-	5'000	78	120	62	57
Hydrocarbures chlorés volatils								
Somme des HCCV*	mg/kg	0.01	-	0.63	0.024	0.013	<0.01	<0.01
Biphényles polychlorés (PCB)								
Somme des PCB**	mg/kg	0.01	-	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aliphatiques								
Hydrocarbures C ⁵ -C ¹⁰	mg/kg	0.5	-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Hydrocarbures C ¹⁰ -C ⁴⁰	mg/kg	10	-	550	27	37	<10	<10
Carbone organique total								
COT	mg/kg	0.16%	-	<5'000	<5'000	<5'000	<5'000	<5'000
Hydrocarbure aromatiques monocycliques (BTEX)								
Benzène	mg/kg	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme des BTEX***	mg/kg	-	-	0.034	0.016	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)								
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.2	<0.05	0.25	<0.05	0.06	<0.05	<0.05
Somme des HAP****	mg/kg	-	<0.5	2.8	<0.5	0.47	<0.5	<0.5

Légende	Qualité	Non Pollué	Fortement pollué	Non Pollué	Non Pollué	Non Pollué	Non Pollué
		17 03 02	17 05 91 (scd)	17 05 06	17 05 06	17 05 06	17 05 06
* Σ 7 hydrocarbures chlorés volatils: trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène (Tri), perchloroéthylène (Per)	Filière d'élimination	Production de matériaux de récupération (granulats, graves)	Décharge type E (DCB)	Décharge type A (U)	Décharge type A (U)	Décharge type A (U)	Décharge type A (U)
		Réutilisation comme matière première pour la fabrication d'enrobés	Annexe 5 chap. 5	Annexe 3 chap. 1	Annexe 3 chap. 1	Annexe 3 chap. 1	Annexe 3 chap. 1
** Σ 6 congénères x 4,3 (UICPA n°): 28, 52, 101, 138, 153, 180	Valorisation	Valorisation obligatoire	Non valorisable	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)

m*** Σ 6 BTEX: benzène, toluène, ethylbenzène, o-xylène, -xylène, p-xylène
 **** Σ 16 HAP selon EPA: naphtalène, acénaphthylène, 1, 2-dihydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, beno[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène
 LQ: limite de quantification

Qualité Code OMoD	Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué	Contaminé par des substances dangereuses
	17 05 06	17 05 94	17 05 97 (sc)	17 05 91 (scd)	17 05 05 (ds)
Décharge OLED (anciennement) Référence	Décharge type A (U)	Décharge type B (T)	Décharge type B (DCMI)	Décharge type E (DCB)	Traitement en centre spécialisé
	Annexe 3 chap. 1	Annexe 3 chap. 2	Annexe 5 chap. 2	Annexe 5 chap. 5	
Valorisation OLED	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable	Aucune valorisation possible

Filières de valorisation selon l'article 19 de l'OLED		
art. 19 al. 1	art. 19 al. 2	art. 19 al. 3
a. comme matériaux de construction sur des chantiers ou dans des décharges; b. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction; c. pour le comblement de sites de prélèvement de matériaux, ou; d. pour des modifications de terrain autorisées.	a. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; b. comme matériaux de construction dans des décharges de types B à E; c. comme matières premières de substitution pour la fabrication de clinker de ciment; d. dans les travaux de GC sur le site pollué par des déchets d'où proviennent les matériaux, pour autant que, si un traitement des matériaux est nécessaire, il a lieu sur le site pollué lui-même; est réservé l'art.3 de l'Osité (RS 814.680)	a. comme matériaux de construction dans les décharges de types C à E, ou; b. dans le cadre de l'assainissement du site contaminé d'où proviennent les matériaux; si un traitement des matériaux est nécessaire, il aura lieu sur le site même ou à proximité immédiate.

ANNEXE 3

Lixiviats Sondage S1

							Valeurs limites OLED (Type de décharge)			
Nom de l'échantillon		SAT_S1_0,15/0, 35_210714	SAT_S1_0,35/0, 70_210714	SAT_S1_0,7/1,3 _210714	SAT_S1_1,5/2,5 _210714	SAT_S1_2,5/3,5 _210714	B	C	D	E
Paramètres lixiviats		Unité					Annexe OLED 5.2.3	Annexe OLED 5.3.4	Annexe OLED 5.4.4	Annexe OLED 5.5.2
Carbone organique dissous (DOC)	mg/L	1.1	<0.5	1.1	<0.5	<0.5	20	20		
Ammonium - NH ₄	mg/L	0.016	0.031	0.015	0.021	0.034	0.5	5		
Fluorures - F	mg/L	0.15	0.1	0.26	0.21	0.17	2	10		
Nitrite - NO ₂	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.008	1	1		
Cyanure libre - CN	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	0.1	0.02	0.3
Paramètres physico-chimiques										
Sels solubles	% poids	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	3		5

Nom de l'échantillon	SAT_S2_HAP-1_210712	SAT_S2_0,1/0,9_210712	SAT_S2_1,0/1,6_210712	SAT_S2_1,7/2,5_210712
Type de matériaux	Enrobés bitumineux	Remblai graveleux	Remblai limono-argileux	Retrait Würmien
Situation	Sondage S2	Sondage S2	Sondage S2	Sondage S2
Profondeur de prélèvement depuis la surface [m]	-0.00/-0.10	-0.10/-0.90	-1.00/-1.60	-1.70/-2.50
Date de prélèvement	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021

Observations	-	-	-	-
--------------	---	---	---	---

Clé d'interprétation

Valeurs limites OLED			
Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué
Décharge type A	Décharge type B	Décharge type B	Décharge type E
Valorisation obligatoire	Valorisation ou élimination	Non valorisable	Non valorisable
1	5	-	-
-	-	5	-
3	15	30	50
15	15	30	50
50	250	500	2000
1	5	10	10
50	250	500	1000
0.05	0.05	0.1	0.5
40	250	500	5000
50	250	500	1000
0.5	1	2	5
150	500	1'000	5'000
0.1	0.5	1	5
0.1	0.5	1	10
1	5	10	100
50	250	500	5000
-	10'000	20'000	50'000
0.1	0.5	1	1
1	5	10	100
0.3	1.5	3	10
3	12.5	25	250

Paramètres généraux - évaluation in-situ	Unité	LQ				
Fraction de déchets de chantier minéraux	Masse %MS	-	-	-	-	-
Fraction d'autres substances non-minérales	Masse %MS	0.5	-	-	-	-
Mesure - Appareil de terrain						
PID - composés volatiles	ppm	-	-	-	-	-
Analyses laboratoire						
Métaux Lourds						
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	-	<1	<1	<1
Arsenic (As)	mg/kg	1	-	4.6	11	8.5
Plomb (Pb)	mg/kg	1	-	27	22	15
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.1	-	0.1	0.2	0.2
Chrome total (Cr)	mg/kg	1	-	25	67	54
Chrome VI (Cr VI)	mg/kg	0.05	-	0.06	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	-	17	31	25
Nickel (Ni)	mg/kg	1	-	22	86	64
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	-	0.1	<0.05	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg	5	-	42	76	64
Hydrocarbures chlorés volatils						
Somme des HCCV*	mg/kg	0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01
Biphényles polychlorés (PCB)						
Somme des PCB**	mg/kg	0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aliphatiques						
Hydrocarbures C ⁵ -C ¹⁰	mg/kg	0.5	-	<0.5	<0.6	<0.6
Hydrocarbures C ¹⁰ -C ⁴⁰	mg/kg	10	-	97	<10	11
Carbone organique total						
COT	mg/kg	0.16%	-	<5'000	<5'000	<5'000
Hydrocarbure aromatiques monocycliques (BTEX)						
Benzène	mg/kg	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
Somme des BTEX***	mg/kg	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)						
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.2	<0.05	0.12	<0.05	<0.05
Somme des HAP****	mg/kg	-	0.6	1.3	<0.5	<0.5

Légende	Qualité	Non Pollué	Faiblement pollué	Non Pollué	Non Pollué
		17 03 02	17 05 94	17 05 06	17 05 06
* Σ 7 hydrocarbures chlorés volatils: trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène (Tri), perchloroéthylène (Per) ** Σ 6 congénères x 4,3 (UICPA n°): 28, 52, 101, 138, 153, 180 m*** Σ 6 BTEX: benzène, toluène, ethylbenzène, o-xylène, -xylène, p-xylène **** Σ 16 HAP selon EPA: naphthalène, acénaphthylène, 1, 2-dihydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, beno[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène LQ: limite de quantification	Filière d'élimination Décharge	Production de matériaux de récupération (granulats, graves) Réutilisation comme matière première pour la fabrication	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1
		Valorisation	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 2)	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)

Qualité Code OMoD Décharge OLED (anciennement) Référence	Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué	Contaminé par des substances dangereuses
	17 05 06	17 05 94	17 05 97 (sc)	17 05 91 (scd)	17 05 05 (ds)
Valorisation OLED	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Traitement en centre spécialisé
	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable	Aucune valorisation possible

Filières de valorisation selon l'article 19 de l'OLED		
art. 19 al. 1	art. 19 al. 2	art. 19 al. 3
a. comme matériaux de construction sur des chantiers ou dans des décharges; b. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction; c. pour le criblement de sites de prélèvement de matériaux, ou; d. pour des modifications de terrain autorisées.	a. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; b. comme matériaux de construction dans des décharges de types B à E; c. comme matières premières de substitution pour la fabrication de clinker de ciment; d. dans les travaux de GC sur le site pollué par des déchets d'où proviennent les matériaux, pour autant que, si un traitement des matériaux est nécessaire, il a lieu sur le site pollué lui-même; est réservé l'art.3 de l'Osité (RS 814.680)	a. comme matériaux de construction dans les décharges de types C à E, ou; b. dans le cadre de l'assainissement du site contaminé d'où proviennent les matériaux; si un traitement des matériaux est nécessaire, il aura lieu sur le site même ou à proximité immédiate.

Lixiviats Sondage S2

					Valeurs limites OLED (Type de décharge)			
Nom de l'échantillon		SAT_S2_0,1/0,9 _210712	SAT_S2_1,0/1,6 _210712	SASAT_S2_1,7/2,5 _210712	B	C	D	E
Paramètres lixiviats					Annexe OLED 5.2.3	Annexe OLED 5.3.4	Annexe OLED 5.4.4	Annexe OLED 5.5.2
Unité								
Carbone organique dissous (DOC)	mg/L	1.3	0.62	<0.5	20	20		
Ammonium - NH ₄	mg/L	0.03	0.031	0.013	0.5	5		
Fluorures - F	mg/L	0.12	0.6	0.38	2	10		
Nitrite - NO ₂	mg/L	0.054	<0.005	<0.005	1	1		
Cyanure libre - CN	mg/L	<0.005	<0.005	0.05	0.02	0.1	0.02	0.3
Paramètres physico-chimiques								
Sels solubles	% poids	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	3		5

Nom de l'échantillon	SAT_S3_0/0,2_210708	SAT_S3_0,2/1,0_210708	SAT_S3_1,0/2,0_210708
Type de matériaux	Remblai graveleux	Retrait Würmien	Retrait Würmien
Situation	Sondage S3	Sondage S3	Sondage S3
Profondeur de prélèvement depuis la surface [m]	-0.00/-0.20	-0.20/-1.00	-1.00/-2.00
Date de prélèvement	08.07.2021	08.07.2021	08.07.2021

Observations	Matériaux noirâtres Résidus de scories (?) sur les 10 premiers cm	-	Remblai foncé entre -0.90 et -1.50
--------------	---	---	---------------------------------------

Paramètres généraux - évaluation in-situ	Unité	LQ			
Fraction de déchets de chantier minéraux	Masse %MS	-	-	-	-
Fraction d'autres substances non-minérales	Masse %MS	0.5	-	-	-
Mesure - Appareil de terrain					
PID - composés volatiles	ppm	-	-	-	-
Analyses laboratoire					
Métaux Lourds					
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	1.1	<1	<1
Arsenic (As)	mg/kg	1	7.9	8.7	9.7
Plomb (Pb)	mg/kg	1	48	20	25
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.1	0.1	0.2	0.2
Chrome total (Cr)	mg/kg	1	24	65	93
Chrome VI (Cr VI)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	29	26	31
Nickel (Ni)	mg/kg	1	22	77	91
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	4.4	1.5	0.08
Zinc (Zn)	mg/kg	5	41	68	89
Hydrocarbures chlorés volatils					
Somme des HCCV*	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Biphényles polychlorés (PCB)					
Somme des PCB**	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aliphatiques					
Hydrocarbures C ⁵ -C ¹⁰	mg/kg	0.5	<0.5	<0.6	<0.6
Hydrocarbures C ¹⁰ -C ⁴⁰	mg/kg	10	23	12	14
Carbone organique total					
COT	mg/kg	0.16%	11'000	<5'000	16'000
Hydrocarbure aromatiques monocycliques (BTEX)					
Benzène	mg/kg	-	<0.01	<0.01	<0.01
Somme des BTEX***	mg/kg	-	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.2	0.33	<0.05	<0.05
Somme des HAP****	mg/kg	-	3.7	<0.5	<0.5

Légende	Qualité	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Peu pollué 17 05 97 (sc)	Peu pollué 17 05 97 (sc)
* Σ 7 hydrocarbures chlorés volatils: trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène	Filière d'élimination Décharge	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2
(Tri), perchloroéthylène (Per) ** Σ 6 congénères x 4,3 (UICPA n°): 28, 52, 101, 138, 153, 180	Valorisation	Non valorisable	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)

m*** Σ 6 BTEX: benzène, toluène, ethylbenzène, o-xylène, p-xylène
**** Σ 16 HAP selon EPA: naphtalène, acénaphthylène, 1, 2-

dyhydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, beno[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène
LQ: limite de quantification

Clé d'interprétation

Valeurs limites OLED			
Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué
Décharge type A	Décharge type B	Décharge type B	Décharge type E
Valorisation obligatoire	Valorisation ou élimination	Non valorisable	Non valorisable
1	5	-	-
-	-	5	-
3	15	30	50
15	15	30	50
50	250	500	2000
1	5	10	10
50	250	500	1000
0.05	0.05	0.1	0.5
40	250	500	5000
50	250	500	1000
0.5	1	2	5
150	500	1'000	5'000
0.1	0.5	1	5
0.1	0.5	1	10
1	5	10	100
50	250	500	5000
-	10'000	20'000	50'000
0.1	0.5	1	1
1	5	10	100
0.3	1.5	3	10
3	12.5	25	250

Qualité Code OMoD	Non Pollué 17 05 06	Faiblement pollué 17 05 94	Peu pollué 17 05 97 (sc)	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Contaminé par des substances dangereuses 17 05 05 (ds)
Décharge OLED (anciennement) Référence	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Traitement en centre spécialisé
Valorisation OLED	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable	Aucune valorisation possible

Filières de valorisation selon l'article 19 de l'OLED		
art. 19 al. 1	art. 19 al. 2	art. 19 al. 3
a. comme matériaux de construction sur des chantiers ou dans des décharges; b. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction; c. pour le comblement de sites de prélèvement de matériaux, ou; d. pour des modifications de terrain autorisées.	a. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; b. comme matériaux de construction dans des décharges de types B à E; c. comme matières premières de substitution pour la fabrication de clinker de ciment; d. dans les travaux de GC sur le site pollué par des déchets d'où proviennent les matériaux, pour autant que, si un traitement des matériaux est nécessaire, il a lieu sur le site pollué lui-même; est réservé l'art.3 de l'Orsite (RS 814.680)	a. comme matériaux de construction dans les décharges de types C à E, ou; b. dans le cadre de l'assainissement du site contaminé d'où proviennent les matériaux; si un traitement des matériaux est nécessaire, il aura lieu sur le site même ou à proximité immédiate.

Lixiviats Sondage S3

					Valeurs limites OLED (Type de décharge)			
Nom de l'échantillon		SAT_S3_0/0,2_ 210708	SAT_S3_0,2/1,0 _210708	SAT_S3_1,0/2,0 _210708	B	C	D	E
Paramètres lixiviats					Annexe OLED 5.2.3	Annexe OLED 5.3.4	Annexe OLED 5.4.4	Annexe OLED 5.5.2
Unité								
Carbone organique dissous (DOC)	mg/L	0.84	0.91	7.2	20	20		
Ammonium - NH ₄	mg/L	0.02	<0.01	0.44	0.5	5		
Fluorures - F	mg/L	0.19	0.53	0.26	2	10		
Nitrite - NO ₂	mg/L	<0.005	0.14	0.16	1	1		
Cyanure libre - CN	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	0.1	0.02	0.3
Paramètres physico-chimiques								
Sels solubles	% poids	<0.1	<0.1	0.1	0.5	3		5

Nom de l'échantillon	SAT_S4_0,2/0,9 _210709	SAT_S4_0,9/2,8 _210709	SAT_S4_2,8/3,6 _210709
Type de matériaux	Remblai graveleux	Remblai limon argileux	Moraine Würmienne
Situation	Sondage S4	Sondage S4	Sondage S4
Profondeur de prélèvement depuis la surface [m]	-0.20/-0.90	-0.90/-2.80	-2.80/-3.60
Date de prélèvement	09.07.2021	09.07.2021	09.07.2021

Observations	-	Odeur d'hydrocarbures sur toute la hauteur prélevée	-
--------------	---	---	---

Paramètres généraux - évaluation in-situ	Unité	LQ			
Fraction de déchets de chantier minéraux	Masse %MS	-			
Fraction d'autres substances non-minérales	Masse %MS	0.5			
Mesure - Appareil de terrain					
PID - composés volatiles	ppm		-	-	-
Analyses laboratoire					
Métaux Lourds					
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	<1	<1	<1
Arsenic (As)	mg/kg	1	9.2	10	8.7
Plomb (Pb)	mg/kg	1	21	33	16
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.1	0.2	0.2	0.2
Chrome total (Cr)	mg/kg	1	57	67	56
Chrome VI (Cr VI)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	27	29	28
Nickel (Ni)	mg/kg	1	67	79	68
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	0.14	0.05	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg	5	64	72	67
Hydrocarbures chlorés volatils					
Somme des HCCV*	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Biphényles polychlorés (PCB)					
Somme des PCB**	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aliphatiques					
Hydrocarbures C ⁵ -C ¹⁰	mg/kg	0.5	<0.6	<0.6	<0.6
Hydrocarbures C ¹⁰ -C ⁴⁰	mg/kg	10	67	1'700	29
Carbone organique total					
COT	mg/kg	0.16%	<5'000	<5'000	<5'000
Hydrocarbure aromatiques monocycliques (BTEX)					
Benzène	mg/kg		<0.01	<0.01	<0.01
Somme des BTEX***	mg/kg		<0.01	0.98	<0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.2	0.15	<0.05	<0.05
Somme des HAP****	mg/kg	-	1.8	1.2	<0.5

Légende	Qualité	Faiblement pollué 17 05 94	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Non Pollué 17 05 06
* Σ 7 hydrocarbures chlorés volatils: trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène (Tri), perchloroéthylène (Per)	Filière d'élimination Décharge	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1
** Σ 6 congénères x 4,3 (UICPA n°): 28, 52, 101, 138, 153, 180	Valorisation	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)

m*** Σ 6 BTEX: benzène, toluène, ethylbenzène, o-xylène, p-xylène
**** Σ 16 HAP selon EPA: naphtalène, acénaphthylène, 1, 2-

dyhydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, beno[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène
LQ: limite de quantification

Clé d'interprétation

Valeurs limites OLED			
Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué
Décharge type A	Décharge type B	Décharge type B	Décharge type E
Valorisation obligatoire	Valorisation ou élimination	Non valorisable	Non valorisable
1	5	-	-
-	-	5	-
3	15	30	50
15	15	30	50
50	250	500	2000
1	5	10	10
50	250	500	1000
0.05	0.05	0.1	0.5
40	250	500	5000
50	250	500	1000
0.5	1	2	5
150	500	1'000	5'000
0.1	0.5	1	5
0.1	0.5	1	10
1	5	10	100
50	250	500	5000
-	10'000	20'000	50'000
0.1	0.5	1	1
1	5	10	100
0.3	1.5	3	10
3	12.5	25	250

Qualité Code OMoD	Non Pollué 17 05 06	Faiblement pollué 17 05 94	Peu pollué 17 05 97 (sc)	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Contaminé par des substances dangereuses 17 05 05 (ds)
Décharge OLED (anciennement) Référence	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Traitement en centre spécialisé
Valorisation OLED	Valorisation obligatoire (art. 19 al. 1)	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable	Aucune valorisation possible

Filières de valorisation selon l'article 19 de l'OLED		
art. 19 al. 1	art. 19 al. 2	art. 19 al. 3
a. comme matériaux de construction sur des chantiers ou dans des décharges; b. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; c. pour le comblement de sites de prélèvement de matériaux, ou; d. pour des modifications de terrain autorisées.	a. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; b. comme matériaux de construction dans des décharges de types B à E; c. comme matières premières de substitution pour la fabrication de clinker de ciment; d. dans les travaux de GC sur le site pollué par des déchets d'où proviennent les matériaux, pour autant que, si un traitement des matériaux est nécessaire, il a lieu sur le site pollué lui-même; est réservé l'art.3 de l'Orsite (RS 814.680)	a. comme matériaux de construction dans les décharges de types C à E, ou; b. dans le cadre de l'assainissement du site contaminé d'où proviennent les matériaux; si un traitement des matériaux est nécessaire, il aura lieu sur le site même ou à proximité immédiate.

ANNEXE 3

Lixiviats Sondage S4

					Valeurs limites OLED (Type de décharge)			
Nom de l'échantillon		SSAT_S4_0,2/0,9 _210709	SAT_S4_0,9/2,8 _210709	SAT_S4_2,8/3,6 _210709	B	C	D	E
Paramètres lixiviats					Annexe OLED 5.2.3	Annexe OLED 5.3.4	Annexe OLED 5.4.4	Annexe OLED 5.5.2
Unité								
Carbone organique dissous (DOC)	mg/L	1.6	4	1.6	20	20		
Ammonium - NH ₄	mg/L	0.016	0.46	0.014	0.5	5		
Fluorures - F	mg/L	0.58	0.34	0.48	2	10		
Nitrite - NO ₂	mg/L	<0.005	0.01	<0.005	1	1		
Cyanure libre - CN	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	0.1	0.02	0.3
Paramètres physico-chimiques								
Sels solubles	% poids	<0.1	<0.1	0.1	0.5	3		5

Nom de l'échantillon	SAT_S5_0/0,25 _210714	SAT_S5_0,3/0,8 _210714	SAT_S5_01,2/2 _210714
Type de matériaux	Terre végétale	Retrait Würmien	Retrait Würmien
Situation	Sondage S5	Sondage S5	Sondage S5
Profondeur de prélèvement depuis la surface [m]	-0.00/-0.25	-0.30/-0.80	-1.20/-2.00
Date de prélèvement	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021
Observations	-	-	-

Paramètres généraux - évaluation in-situ	Unité	LQ			
Fraction de déchets de chantier minéraux	Masse %MS	-	-	-	-
Fraction d'autres substances non-minérales	Masse %MS	0.5	-	-	-
Mesure - Appareil de terrain					
PID - composés volatiles	ppm	-	-	-	-
Analyses laboratoire					
Métaux Lourds					
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	1.3	<1	<1
Arsenic (As)	mg/kg	1	13	11	8.8
Plomb (Pb)	mg/kg	1	99	20	14
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.1	0.7	0.2	0.2
Chrome total (Cr)	mg/kg	1	82	64	56
Chrome VI (Cr VI)	mg/kg	0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	62	32	29
Nickel (Ni)	mg/kg	1	90	79	66
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	0.24	<0.05	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg	5	470	84	69
Hydrocarbures chlorés volatils					
Somme des HCCV*	mg/kg	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Biphényles polychlorés (PCB)					
Somme des PCB**	mg/kg	0.01	0.007	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aliphatiques					
Hydrocarbures C ⁵ -C ¹⁰	mg/kg	0.5	<0.7	<0.6	<0.6
Hydrocarbures C ¹⁰ -C ⁴⁰	mg/kg	10	130	<10	<10
Carbone organique total					
COT	mg/kg	0.16%	50'000	<5'000	<5'000
Hydrocarbure aromatiques monocycliques (BTEX)					
Benzène	mg/kg	-	<0.01	<0.01	<0.01
Somme des BTEX***	mg/kg	-	<0.01	<0.01	<0.01
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0.2	0.22	<0.05	<0.05
Somme des HAP****	mg/kg	-	3	<0.5	<0.5

Légende	Qualité	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Non Pollué 17 05 06	Non Pollué 17 05 06
* Σ 7 hydrocarbures chlorés volatils: trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichlorométhane, tétrachlorométhane, cis-1,2-dichloroéthylène, 1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène (Tri), perchloroéthylène (Per)	Filière d'élimination Décharge	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1
** Σ 6 congénères x 4,3 (UICPA n°): 28, 52, 101, 138, 153, 180	Valorisation	Non valorisable	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)

m*** Σ 6 BTEX: benzène, toluène, ethylbenzène, o-xylène, -xylène, p-xylène
**** Σ 16 HAP selon EPA: naphtalène, acénaphthylène, 1, 2-

dyhydroacénaphthylène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo[a]anthracène, chrysène, benzo[a]pyrène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, dibenzo[a,h]anthracène, beno[g,h,i]pérylène, indéno[1,2,3-c,d]pyrène
LQ: limite de quantification

Clé d'interprétation

Valeurs limites OLED			
Non Pollué	Faiblement pollué	Peu pollué	Fortement pollué
Décharge type A	Décharge type B	Décharge type B	Décharge type E
Valorisation obligatoire	Valorisation ou élimination	Non valorisable	Non valorisable
1	5	-	-
-	-	5	-
3	15	30	50
15	15	30	50
50	250	500	2000
1	5	10	10
50	250	500	1000
0.05	0.05	0.1	0.5
40	250	500	5000
50	250	500	1000
0.5	1	2	5
150	500	1'000	5'000
0.1	0.5	1	5
0.1	0.5	1	10
1	5	10	100
50	250	500	5000
-	10'000	20'000	50'000
0.1	0.5	1	1
1	5	10	100
0.3	1.5	3	10
3	12.5	25	250

Qualité Code OMOd	Non Pollué 17 05 06	Faiblement pollué 17 05 94	Peu pollué 17 05 97 (sc)	Fortement pollué 17 05 91 (scd)	Contaminé par des substances dangereuses 17 05 05 (ds)
Décharge OLED (anciennement) Référence	Décharge type A (U) Annexe 3 chap. 1	Décharge type B (T) Annexe 3 chap. 2	Décharge type B (DCMI) Annexe 5 chap. 2	Décharge type E (DCB) Annexe 5 chap. 5	Traitement en centre spécialisé
Valorisation OLED	Valorisation obligatoire (art.19 al. 1)	Valorisation ou élimination (art. 19 al. 2)	Non valorisable (exception art. 19 al. 3)	Non valorisable	Aucune valorisation possible

Filières de valorisation selon l'article 19 de l'OLED		
art. 19 al. 1	art. 19 al. 2	art. 19 al. 3
a. comme matériaux de construction sur des chantiers ou dans des décharges; b. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; c. pour le comblement de sites de prélèvement de matériaux, ou; d. pour des modifications de terrain autorisées.	a. comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction aux liants hydrauliques ou bitumineux; b. comme matériaux de construction dans des décharges de types B à E; c. comme matières premières de substitution pour la fabrication de clinker de ciment; d. dans les travaux de GC sur le site pollué par des déchets d'où proviennent les matériaux, pour autant que, si un traitement des matériaux est nécessaire, il a lieu sur le site pollué lui-même; est réservé l'art.3 de l'Orsite (RS 814.680)	a. comme matériaux de construction dans les décharges de types C à E, ou; b. dans le cadre de l'assainissement du site contaminé d'où proviennent les matériaux; si un traitement des matériaux est nécessaire, il aura lieu sur le site même ou à proximité immédiate.

Lixiviats Sondage S5


					Valeurs limites OLED (Type de décharge)			
Nom de l'échantillon		SAT_S5_0/0,25 _210714	SAT_S5_0,3/0,8 _210714	SAT_S5_01,2/2 _210714	B	C	D	E
Paramètres lixiviats					Annexe OLED 5.2.3	Annexe OLED 5.3.4	Annexe OLED 5.4.4	Annexe OLED 5.5.2
Carbone organique dissous (DOC)	mg/L	7.7	1.4	<0.5	20	20		
Ammonium - NH ₄	mg/L	0.025	<0.01	0.011	0.5	5		
Fluorures - F	mg/L	0.4	0.47	0.15	2	10		
Nitrite - NO ₂	mg/L	0.28	<0.005	0.005	1	1		
Cyanure libre - CN	mg/L	<0.005	<0.005	<0.005	0.02	0.1	0.02	0.3
Paramètres physico-chimiques								
Sels solubles	% poids	<0.1	<0.1	0.1	0.5	3		5

Récapitulatif des résultats d'analyses OSol - Terre végétale (Horizon A)

N° Ech. PM	SAT_OSOL1_2 10712 Bas de talus	SAT_OSOL2_2 107121 Haut de talus	OSol + Directives	
	Origine de la pollution	Ancien jardins familiaux	Ancien jardins familiaux	Valeurs indicatives (mg/kg)
Métaux lourds				
Cadmium (Cd)	0.4	0.4	0.8	2
Chrome (Cr)	66	40	50	200
Cuivre (Cu)	73	94	40	150
Molybdène (Mo)	<1	<1	5	-
Nickel (Ni)	79	54	50	100
Mercure (Hg)	0.21	0.14	0.5	1
Plomb (Pb)	77	75	50	200
Zinc (Zn)	200	190	150	300
Hydrocarbures polyaromatiques (HAP)				
Benzo(a)pyrene	0.74	0.38	0.2	1
Somme HAP	11	5	1	10
Paramètres organiques				
PCB	0.0072	<0.002	0.02	0.1
Dioxines et furanes				
PCDD	4.73	4.57	5	20

Classification des matériaux analysés (*)	Très pollués	Peu pollués

 Matériaux terreux **"non pollués"** : aucune restriction d'utilisation, à valoriser prioritairement dans des emplacements non-pollué.

 Matériaux terreux **"peu pollués"** : valorisation sur place, sur zone présentant une pollution similaire ou en aménagement de projet.

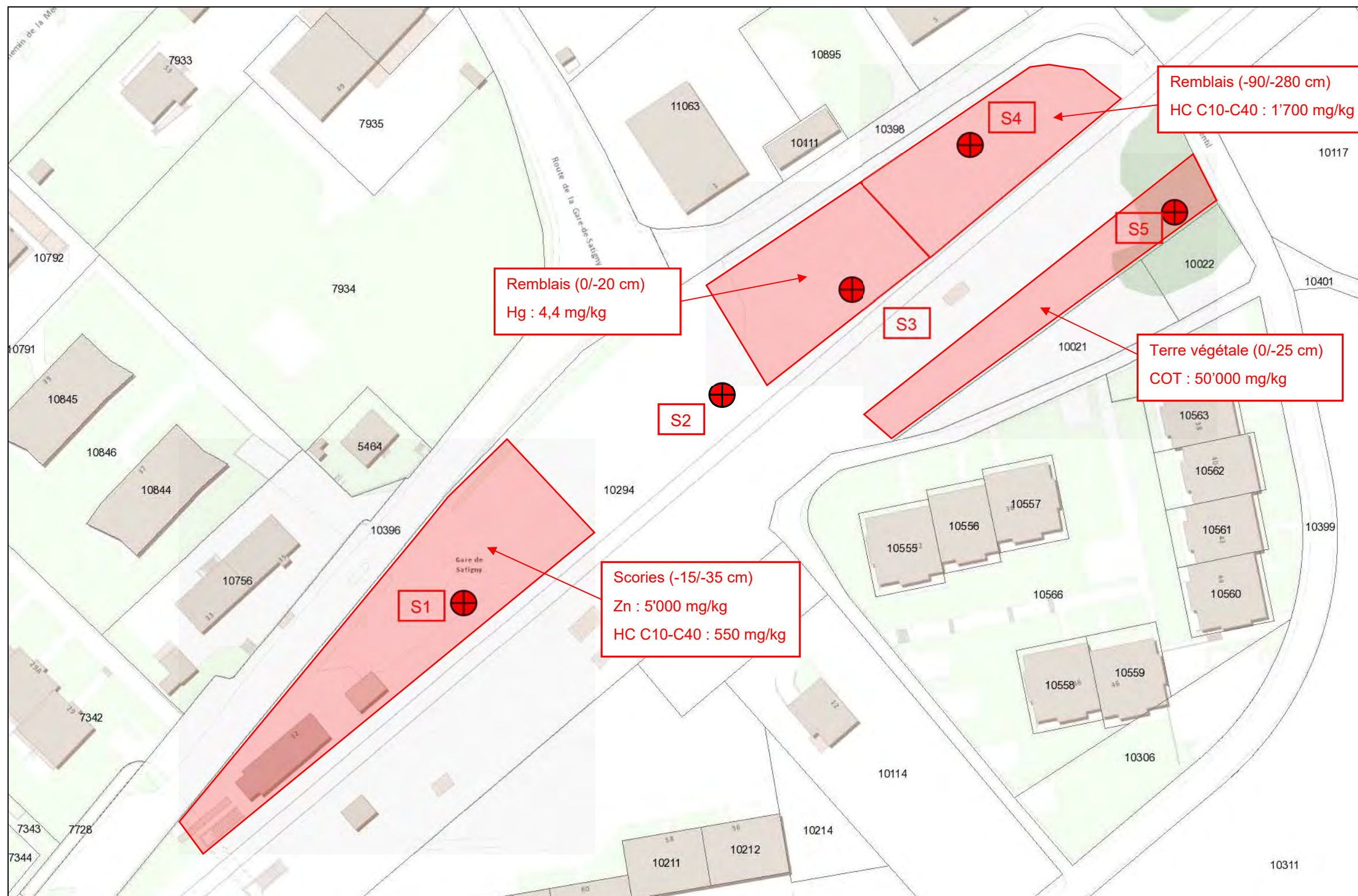
 Matériaux terreux **"très pollués"** : non valorisable. Traitement ou stockage définitif selon OLED

Annexe 4

Plans des secteurs de pollution

Annexe 4.1 – Plan des secteurs de pollution

MATERIAUX FORTEMENT POLLUÉS



Annexe 5

Rapports d'analyses du Laboratoire Wessling

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
Perreten & Milleret SA
Monsieur Nicolas Petry
Rue Jacques-Grosselin 21
1227 Carouge

Commande n°.: ULS-04204-21
Interlocuteur: N. Amstutz
Ligne directe: +41 32 387 67 41
E-Mail: Nicolas.Amstutz@wessling.ch

Lyss, le 23.07.2021

Rapport no. ULS21-005690-1

**Pôle Satigny Gare (GE)
selon contrat cadre CFF 10377560, analyses sous 7 jours
ouvrés**



ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon	SAT_S1_HAP- SAT_S1_0,15/0, SAT_S1_0,35/0, SAT_S1_0,7/1,3					
N° d'échantillon	Unité	LQ	2_210714 21-124707-01	35_210714 21-124707-02	70_210714 21-124707-03	_210714 21-124707-04

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB	0.1		<0.1	<0.1	<0.1
Matière sèche	% mass MB	0.1	100	95	100	90

Préparation

Lixiviat	MB		20.07.2021	20.07.2021	20.07.2021	
----------	----	--	------------	------------	------------	--

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005		<0.005	<0.005	<0.005
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05		<0.05	<0.05	<0.05

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1		9.9	<1.0	<1.0
Arsenic (As)	mg/kg MS	1		7.7	7.8	6.5
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1		430	15	19
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1		10	0.3	0.4
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1		35	44	62
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1		380	9	26
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1		69	38	69
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05		<0.05	<0.05	0.06
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5		5000	78	120

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1		0.15	0.1	0.26
Nitrites (NO ₂)	mg/l E/L	0.005		<0.005	<0.005	<0.005
Ammonium (NH ₄)	mg/l E/L	0.01		0.016	0.031	0.015
Azote ammoniacal (NH ₄ -N)	mg/l E/L	0.0078		0.012	0.024	0.012
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005		<0.005	<0.005	<0.005
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05		0.18	<0.05	<0.05

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5		1.1	<0.5	1.1
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1		2.9	<1.0	2.1
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000		<5000	<5000	<5000
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10		550	27	37

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
Toluène	mg/kg MS	0.01		0.017	0.016	<0.01
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01		0.017	<0.01	<0.01
o-Xylène	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
Somme BTEX	mg/kg MS			0.034	0.016	-/-
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01		<0.01	<0.01	<0.01
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01		0.38	0.013	<0.01
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01		0.25	0.011	0.013
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS			0.63	0.024	0.013
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS			<0.5	<0.5	<0.5

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		<0.5	0.07	<0.05	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS		<0.5	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthène	mg/kg MS		<0.5	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.5	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		<0.5	0.17	<0.05	<0.05
Anthracène	mg/kg MS		<0.5	0.06	<0.05	<0.05

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S1_HAP- 2_210714	SAT_S1_0,15/0, 35_210714	SAT_S1_0,35/0, 70_210714	SAT_S1_0,7/1,3 _210714
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-124707-01	21-124707-02	21-124707-03	21-124707-04
Fluoranthène	mg/kg MS		<0.5	0.4	<0.05	0.11
Pyrène	mg/kg MS		<0.5	0.28	<0.05	0.07
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.5	0.24	<0.05	0.05
Chrysène	mg/kg MS		<0.5	0.29	<0.05	0.06
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.5	0.28	<0.05	0.06
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.5	0.25	<0.05	0.06
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.5	0.25	<0.05	0.06
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.5	0.08	<0.05	<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		<0.5	0.18	<0.05	<0.05
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS		<0.5	0.22	<0.05	<0.05
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-	2.8	-/-	0.47

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002		<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002		0.003	<0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002		0.0161	<0.002	<0.002
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002		0.0425	<0.002	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002		0.0308	<0.002	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002		0.0253	<0.002	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS			0.118	-/-	-/-
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS			0.506	-/-	-/-

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S1_1,5/2,5 _210714	SAT_S1_2,5/3,5 _210714	SAT_S5_0/0,25 _210714	SAT_S5_0,3/0,8 _210714
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-124707-05	21-124707-06	21-124707-07	21-124707-08

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB	0.1	<0.1	<0.1	0.24	<0.1
Matière sèche	% mass MB	0.1	91	91	65	82

Préparation

Lixiviat	MB		20.07.2021	20.07.2021	20.07.2021	20.07.2021
----------	----	--	------------	------------	------------	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	<1.0	<1.0	1.3	<1.0
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	5	4	13	11
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	10	9.2	99	20
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1	0.1	0.1	0.7	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	130	130	82	64
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	27	25	62	32
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	140	140	90	79
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	0.24	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	62	57	470	84

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1	0.21	0.17	0.4	0.47
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005	<0.005	0.008	0.28	<0.005
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01	0.021	0.034	0.025	<0.01
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078	0.016	0.026	0.019	<0.0078
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	0.098	<0.05

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5	<0.5	<0.5	7.7	1.4
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1	2.1	1.8	12	2.9
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	<5000	<5000	50000	<5000
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10	<10	<10	130	<10

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toluène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme BTEX	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		<0.5	<0.5	<0.7	<0.6

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.32	<0.05
Anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.05	<0.05

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S1_1,5/2,5 _210714	SAT_S1_2,5/3,5 _210714	SAT_S5_0/0,25 _210714	SAT_S5_0,3/0,8 _210714
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-124707-05	21-124707-06	21-124707-07	21-124707-08
Fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.62	<0.05
Pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.38	<0.05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.23	<0.05
Chrysène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.27	<0.05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.27	<0.05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.23	<0.05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.22	<0.05
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.05	<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.15	<0.05
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.17	<0.05
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-	-/-	3	-/-
PCB						
PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	0.0022	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	0.0024	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	0.0024	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-	-/-	0.007	-/-
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		-/-	-/-	0.0301	-/-

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S5_01,2/2
N° d'échantillon	Unité	LQ	_210714
			21-124707-09

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB	0.1	<0.1
Matière sèche	% mass MB	0.1	84

Préparation

Lixiviat	MB	20.07.2021
----------	----	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005	<0.005
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05	<0.05

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	<1.0
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	8.8
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	14
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.1	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	56
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	1	29
Nickel (Ni)	mg/kg MS	1	66
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	5	69

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1	0.15
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005	0.005
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01	0.011
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078	0.0085
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005	<0.005
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05	<0.05

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5	<0.5
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1	3
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	<5000
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10	<10

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	<0.01
Toluène	mg/kg MS	0.01	<0.01
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	<0.01
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01
Somme BTEX	mg/kg MS		-/-
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	<0.01
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	<0.01
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	<0.01
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	<0.01
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	<0.01
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		-/-
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		<0.6

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS	<0.05
Acénaphylène	mg/kg MS	<0.05
Acénaphène	mg/kg MS	<0.05
Fluorène	mg/kg MS	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0.05
Anthracène	mg/kg MS	<0.05

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S5_01,2/2 _210714
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-124707-09
Fluoranthène	mg/kg MS		<0.05
Pyrène	mg/kg MS		<0.05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.05
Chrysène	mg/kg MS		<0.05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.05
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		<0.05
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS		<0.05
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		-/-

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	21-124707-01	21-124707-02	21-124707-03	21-124707-04	21-124707-05
Date de réception:	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021
Désignation	SAT_S1_HAP- 2_210714	SAT_S1_0,15/0,3 5_210714	SAT_S1_0,35/0,7 0_210714	SAT_S1_0,7/1,3 210714	SAT_S1_1,5/2,5 210714
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021
Début des analyses:	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021
Fin des analyses:	23.07.2021	23.07.2021	23.07.2021	23.07.2021	23.07.2021
Echantillon-n°	21-124707-06	21-124707-07	21-124707-08	21-124707-09	
Date de réception:	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	
Désignation	SAT_S1_2,5/3,5 210714	SAT_S5_0/0,25_2 10714	SAT_S5_0,3/0,8 210714	SAT_S5_01,2/2_2 10714	
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	
Prélèvement:	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	14.07.2021	
Début des analyses:	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	
Fin des analyses:	23.07.2021	23.07.2021	23.07.2021	23.07.2021	

Méthodes

Paramètres

Matières sèches
HAP (16)
Lixiviation à l'eau
Chrome (VI)
Chrome (VI) sur eau / lixiviat
Minéralisation à l'eau régale
Métaux/Éléments (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)
Carbone organique dissous (COD) sur eau/lixiviat
Cyanures totaux
Perte au feu de la matière sèche sur matière solide
Ammonium sur eau / lixiviat
Cyanures libres dans l'eau / lixiviat
Solubilité dans l'eau d'un solide
Anions dissous dans l'eau/lixiviat
Polychlorobiphényles (PCB)
Composés organiques volatils dans les solides
Hydrocarbures C10-C40

Norme

DIN ISO 11465 (1996-12)^A
ISO 18287 mod.^A
DIN 38414-4 (1984-10)^A
DIN 38405 D24^A
DIN 38405 D24 (1987-05)^A
DIN ISO 11466 mod. (1997-06)^A
DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02)^A
DIN ISO 10694 mod.^A
DIN EN 1484 (1997-08)^A
DIN ISO 11262 (2012-04)^A
DIN EN 12879 (2001-02)^A
DIN 38406 E5-1 (1983-10)^A
DIN 38405-13^A
DIN 38409 H1 (1987-01)^A
DIN EN ISO 10304 mod.^A
ISO 10382 mod.^A
DIN EN ISO 22155 mod. (2013-05)^A
DIN EN ISO 16703^A

Laboratoire

Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)
Laboratoire Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)
MB = matière brute
MS = matière sèche
LQ = limite de quantification
E/L = eau / lixiviat
G = gaz
nd = non détecté

Rapport no. ULS21-005690-1
Lyss, le 23.07.2021

Commentaires

21-124707-01

Commentaires des résultats:

HAP: En raison des interférences de la matrice, la limite de quantification a été augmentée.

21-124707-02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09

Commentaires des résultats:

COV: L'échantillon a été livré dans un récipient inadéquat pour ce paramètre.

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.

Heinrich Kalt

Directeur, Dr. rer. nat

WESSLING AG, Werkstrasse 27, 3250 Lyss BE
Perreten & Milleret SA
Monsieur Nicolas Petry
Rue Jacques-Grosselin 21
1227 Carouge

Commande n°.: ULS-04204-21
Interlocuteur: N. Amstutz
Ligne directe: +41 32 387 67 41
E-Mail: Nicolas.Amstutz@wessling.ch

Lyss, le 02.08.2021

Rapport no. ULS21-005974-1

Pôle Satigny Gare (GE)



ISO/IEC 17025

Les résultats d'analyses se fondent uniquement sur les échantillons à notre disposition. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement qu'avec l'autorisation préalable de WESSLING AG (DIN EN ISO/IEC 17025).

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S3_0/0,2_210708	SAT_S3_0,2/1,0_210708	SAT_S3_1,0/2,0_210708	SAT_S4_0,2/0,9_210709
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-01	21-123217-02	21-123217-03	21-123217-04

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB		<0.1	<0.1	0.1	<0.01
Matière sèche	% mass MB	0.1	96	81	74	81

Préparation d'échantillon

Lixiviation à l'eau (1:50)						
----------------------------	--	--	--	--	--	--

Préparation

Lixiviât			15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021
Partie fine < 2mm						

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M						
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Fluor par fusion alcaline

Fluor (F)	mg/kg MS	40				
-----------	----------	----	--	--	--	--

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	1.1	<1.0	<1.0	<1.0
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	7.9	8.7	9.7	9.2
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	48	20	25	21
Cadmium (Cd)	mg/kg MS		0.1	0.2	0.2	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	24	65	93	57
Cuivre (Cu)	mg/kg MS		29	26	31	27
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1				
Nickel (Ni)	mg/kg MS		22	77	91	67
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.05	4.4	1.5	0.08	0.14
Zinc (Zn)	mg/kg MS		41	68	89	64

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/kg MS	5				
Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1	0.19	0.53	0.26	0.58
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005	<0.005	0.14	0.16	<0.005
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01	0.02	<0.01	0.44	0.016
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078	0.016	<0.0078	0.34	0.012
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5	0.84	0.91	7.2	1.6
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1	1.7	4	7.1	3.8
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	11000	<5000	16000	<5000
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10	23	12	14	67

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S3_0/0,2_210708	SAT_S3_0,2/1,0_210708	SAT_S3_1,0/2,0_210708	SAT_S4_0,2/0,9_210709
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-01	21-123217-02	21-123217-03	21-123217-04

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toluène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme BTEX	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		<0.5	<0.6	<0.6	<0.6

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		0.24	<0.05	<0.05	0.14
Anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Fluoranthène	mg/kg MS		0.67	<0.05	<0.05	0.33
Pyrène	mg/kg MS		0.41	<0.05	<0.05	0.2
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		0.34	<0.05	<0.05	0.16
Chrysène	mg/kg MS		0.39	<0.05	<0.05	0.19
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		0.43	<0.05	<0.05	0.21
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		0.32	<0.05	<0.05	0.15
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		0.33	<0.05	<0.05	0.15
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		0.1	<0.05	<0.05	<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		0.24	<0.05	<0.05	0.1
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg MS		0.27	<0.05	<0.05	0.11
Somme des HAP	mg/kg MS		3.7	-/-	-/-	1.8

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 118	mg/kg MS	0.002				
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 7 PCB	mg/kg MS					

DIOXINES ET FURANES (par GC-MS/MS)

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	1.6				
Octa CDD	ng/kg MS	1.6				

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S3_0/0,2_210708	SAT_S3_0,2/1,0_210708	SAT_S3_1,0/2,0_210708	SAT_S4_0,2/0,9_210709
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-01	21-123217-02	21-123217-03	21-123217-04
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)						
2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4				
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	0.8				
2,3,4,6,7,8 HxBDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	1.6				
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	1.6				
Octa CDF	ng/kg MS	1.6				
Valeurs calculées						
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS					
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS					
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS					

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S4_0,9/2,8 _210709	SAT_S4_2,8/3,6 _210709	SAT_S2_0,1/0,9 _210712	SAT_S2_1,0/1,6 _210712
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-05	21-123217-06	21-123217-07	21-123217-08

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB		0.1	<0.1	1.8	<0.1
Matière sèche	% mass MB	0.1	77	85	97	84

Préparation d'échantillon

Lixiviation à l'eau (1:50)						
----------------------------	--	--	--	--	--	--

Préparation

Lixiviât			15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021	15.07.2021
Partie fine < 2mm						

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M						
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	0.006	<0.005
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	0.06	<0.05

Fluor par fusion alcaline

Fluor (F)	mg/kg MS	40				
-----------	----------	----	--	--	--	--

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	10	8.7	4.6	11
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	33	16	27	22
Cadmium (Cd)	mg/kg MS		0.2	0.2	0.1	0.2
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	67	56	25	67
Cuivre (Cu)	mg/kg MS		29	28	17	31
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1				
Nickel (Ni)	mg/kg MS		79	68	22	86
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	0.05	<0.05	0.1	<0.05
Zinc (Zn)	mg/kg MS		72	67	42	76

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/kg MS	5				
Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1	0.34	0.48	0.12	0.6
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005	0.01	<0.005	0.054	<0.005
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01	0.46	0.014	0.03	0.031
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078	0.36	0.011	0.023	0.024
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5	4	1.6	1.3	0.62
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1	4.8	2.7	1.3	3.4
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	<5000	<5000	<5000	<5000
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10	1700	29	97	<10

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S4_0,9/2,8 _210709	SAT_S4_2,8/3,6 _210709	SAT_S2_0,1/0,9 _210712	SAT_S2_1,0/1,6 _210712
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-05	21-123217-06	21-123217-07	21-123217-08

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Toluène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	0.24	<0.01	<0.01	<0.01
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	0.68	<0.01	<0.01	<0.01
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	0.056	<0.01	<0.01	<0.01
Somme BTEX	mg/kg MS		0.976	-/-	-/-	-/-
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		<0.6	<0.6	<0.5	<0.6

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		0.26	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphylène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		0.15	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		0.43	<0.05	0.08	<0.05
Anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluoranthène	mg/kg MS		0.11	<0.05	0.27	<0.05
Pyrène	mg/kg MS		0.2	<0.05	0.17	<0.05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.13	<0.05
Chrysène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.14	<0.05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.13	<0.05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.13	<0.05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.12	<0.05
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.08	<0.05
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	0.09	<0.05
Somme des HAP	mg/kg MS		1.2	-/-	1.3	-/-

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 118	mg/kg MS	0.002				
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-	-/-
Somme des 7 PCB	mg/kg MS					

DIOXINES ET FURANES (par GC-MS/MS)

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	1.6				
Octa CDD	ng/kg MS	1.6				

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S4_0,9/2,8 _210709	SAT_S4_2,8/3,6 _210709	SAT_S2_0,1/0,9 _210712	SAT_S2_1,0/1,6 _210712
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-05	21-123217-06	21-123217-07	21-123217-08
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)						
2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4				
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4				
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	0.8				
2,3,4,6,7,8 HxBDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	0.8				
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	1.6				
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	1.6				
Octa CDF	ng/kg MS	1.6				
Valeurs calculées						
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS					
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS					
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS					

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S2_1,7/2,5 _210712	SAT_S2_HAP- 1_210712	SAT_OSOL1_2 10712	SAT_OSOL1_2 10712 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-09	21-123217-10	21-123217-11	21-123217-11-1

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB		<0.1			
Matière sèche	% mass MB	0.1	85	100		

Préparation d'échantillon

Lixiviation à l'eau (1:50)						15.07.2021
----------------------------	--	--	--	--	--	------------

Préparation

Lixiviat			15.07.2021			
Partie fine < 2mm					15.07.2021	15.07.2021

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M						15.07.2021
-----------------------------------	--	--	--	--	--	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005	<0.005			
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05	<0.05			

Fluor par fusion alcaline

Fluor (F)	mg/kg MS	40			509	
-----------	----------	----	--	--	-----	--

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1	<1.0			
Arsenic (As)	mg/kg MS	1	8.5			
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	15		77	
Cadmium (Cd)	mg/kg MS		0.2		0.4	<0.0025
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	54		66	
Cuivre (Cu)	mg/kg MS		25		73	0.15
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1			<1.0	
Nickel (Ni)	mg/kg MS		64		79	<0.025
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.05	<0.05		0.21	
Zinc (Zn)	mg/kg MS		64		200	<0.25

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/kg MS	5				5
Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1	0.38			0.1
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005	<0.005			
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01	0.013			
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078	0.01			
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005	<0.005			
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05	<0.05			

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5	<0.5			
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1	2.5			
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	<5000		54000	
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10	11			

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S2_1,7/2,5 _210712	SAT_S2_HAP- 1_210712	SAT_OSOL1_2 10712	SAT_OSOL1_2 10712 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-09	21-123217-10	21-123217-11	21-123217-11-1

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Toluène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Somme BTEX	mg/kg MS		-/-			
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01			
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	<0.01			
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	<0.01			
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		-/-			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		<0.6			

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	<0.05
Acénaphylène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.23
Acénaphène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.09
Phénanthrène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	1.2
Anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.44
Fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	0.6	2.5
Pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	1.4
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.95
Chrysène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.94
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.8
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.78
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.74
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.16
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.42
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	0.45
Somme des HAP	mg/kg MS		-/-	0.6	11

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002		<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002		<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002		<0.002
PCB n° 118	mg/kg MS	0.002			<0.002
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002		0.0039
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002		0.0033
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002		<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		-/-		
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		-/-		
Somme des 7 PCB	mg/kg MS				0.0072

DIOXINES ET FURANES (par GC-MS/MS)

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	0.4			<0.4
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	0.4			1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0.8			1.2
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	0.8			2.8
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	0.8			2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	1.6			31
Octa CDD	ng/kg MS	1.6			130

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_S2_1,7/2,5 _210712	SAT_S2_HAP- 1_210712	SAT_OSOL1_2 10712	SAT_OSOL1_2 10712 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-09	21-123217-10	21-123217-11	21-123217-11-1
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)						
2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	0.4			2.8	
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4			2.1	
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4			2.7	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0.8			2.9	
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	0.8			2.9	
2,3,4,6,7,8 HxBDF	ng/kg MS	0.8			3.8	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	0.8			0.95	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	1.6			15	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	1.6			<1.6	
Octa CDF	ng/kg MS	1.6			12	
Valeurs calculées						
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS				4.31	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS				4.73	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS				4.52	

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_OSOL2_2 107121	SAT_OSOL2_2 107121 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-12	21-123217-12-1

Propriétés générales

Solubilité dans l'eau	% mass MB			
Matière sèche	% mass MB	0.1		

Préparation d'échantillon

Lixiviation à l'eau (1:50)				15.07.2021
----------------------------	--	--	--	------------

Préparation

Lixiviât				
Partie fine < 2mm			15.07.2021	15.07.2021

Extraction par HNO3 2 M selon OFEV S-6b

Après minéralisation par HNO3 2 M				15.07.2021
-----------------------------------	--	--	--	------------

Métaux, métaux lourds et autres éléments

Chrome VI

Chrome (VI)	mg/l E/L	0.005		
Chrome (VI)	mg/kg MS	0.05		

Fluor par fusion alcaline

Fluor (F)	mg/kg MS	40	490	
-----------	----------	----	-----	--

Métaux et autres éléments

Antimoine (Sb)	mg/kg MS	1		
Arsenic (As)	mg/kg MS	1		
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1	75	
Cadmium (Cd)	mg/kg MS		0.4	<0.0025
Chrome (Cr)	mg/kg MS	1	40	
Cuivre (Cu)	mg/kg MS		94	0.14
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1	<1.0	
Nickel (Ni)	mg/kg MS		54	<0.025
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.05	0.14	
Zinc (Zn)	mg/kg MS		190	<0.25

Cations, anions et éléments non métalliques

Fluorures (F)	mg/kg MS	5		<5.00
Fluorures (F)	mg/l E/L	0.1		<0.1
Nitrites (NO2)	mg/l E/L	0.005		
Ammonium (NH4)	mg/l E/L	0.01		
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	0.0078		
cyanure (libre) (CN)	mg/l E/L	0.005		
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	0.05		

Paramètres organiques globaux

Carbone organique dissous (COD)	mg/l E/L	0.5		
Perte au feu (550°C)	% mass MS	1		
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5000	65000	
Hydrocarbures C10-C40	mg/kg MS	10		

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_OSOL2_2 107121	SAT_OSOL2_2 107121 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-12	21-123217-12-1

Substances organiques volatiles

Benzène	mg/kg MS	0.01	
Toluène	mg/kg MS	0.01	
Éthylbenzène	mg/kg MS	0.01	
m/p-Xylène	mg/kg MS	0.01	
o-Xylène	mg/kg MS	0.01	
Somme BTEX	mg/kg MS		
Dichlorométhane	mg/kg MS	0.01	
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	0.01	
Trichlorométhane (chloroforme)	mg/kg MS	0.01	
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	0.01	
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	0.01	
Trichloroéthylène (tri)	mg/kg MS	0.01	
Tétrachloroéthylène (per)	mg/kg MS	0.01	
Somme HCC (OLED)	mg/kg MS		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C10	mg/kg MS		

Substances organiques moyennement et peu volatiles

HAP

Naphtalène	mg/kg MS		<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS		0.07
Acénaphtène	mg/kg MS		<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		0.34
Anthracène	mg/kg MS		0.19
Fluoranthène	mg/kg MS		0.94
Pyrène	mg/kg MS		0.6
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		0.44
Chrysène	mg/kg MS		0.53
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS		0.51
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS		0.41
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS		0.38
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		0.09
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MS		0.24
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS		0.26
Somme des HAP	mg/kg MS		5

PCB

PCB n° 28	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 52	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 101	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 118	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 138	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 153	mg/kg MS	0.002	<0.002
PCB n° 180	mg/kg MS	0.002	<0.002
Somme des 6 PCB	mg/kg MS		
Somme des 6 PCB (x4,3)	mg/kg MS		
Somme des 7 PCB	mg/kg MS		-/-

DIOXINES ET FURANES (par GC-MS/MS)

Dibenzodioxines polychlorés (PCDD)

2,3,7,8 TCDD	ng/kg MS	0.4	<0.4
1,2,3,7,8 PeCDD	ng/kg MS	0.4	0.93
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0.8	1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	ng/kg MS	0.8	3.5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	0.8	2
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	ng/kg MS	1.6	36
Octa CDD	ng/kg MS	1.6	146

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Désignation d'échantillon			SAT_OSOL2_2 107121	SAT_OSOL2_2 107121 (ten. solubles)
N° d'échantillon	Unité	LQ	21-123217-12	21-123217-12-1
Dibenzofuranes polychlorés (PCDF)				
2,3,7,8 TCDF	ng/kg MS	0.4	2.2	
1,2,3,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4	1.6	
2,3,4,7,8 PeCDF	ng/kg MS	0.4	2.8	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0.8	2.5	
1,2,3,6,7,8 HxCDF	ng/kg MS	0.8	2.6	
2,3,4,6,7,8 HxBDF	ng/kg MS	0.8	3.3	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	0.8	0.85	
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	ng/kg MS	1.6	13	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	1.6	<1.6	
Octa CDF	ng/kg MS	1.6	9.7	
Valeurs calculées				
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) excl. LOQ	ng/kg MS		4.15	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. LOQ	ng/kg MS		4.57	
PCDD/F-TEQ (OMS 2005) incl. ½ LOQ	ng/kg MS		4.36	

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	21-123217-01	21-123217-02	21-123217-03	21-123217-04	21-123217-05
Date de réception:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021
Désignation	SAT_S3_0/0,2_21	SAT_S3_0,2/1,0_	SAT_S3_1,0/2,0_	SAT_S4_0,2/0,9_	SAT_S4_0,9/2,8_
	0708	210708	210708	210709	210709
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	08.07.2021	08.07.2021	08.07.2021	09.07.2021	09.07.2021
Début des analyses:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021
Fin des analyses:	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021
Echantillon-n°	21-123217-06	21-123217-07	21-123217-08	21-123217-09	21-123217-10
Date de réception:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021
Désignation	SAT_S4_2,8/3,6_	SAT_S2_0,1/0,9_	SAT_S2_1,0/1,6_	SAT_S2_1,7/2,5_	SAT_S2_HAP-
	210709	210712	210712	210712	1_210712
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	09.07.2021	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021
Début des analyses:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021
Fin des analyses:	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021
Echantillon-n°	21-123217-11	21-123217-11-1	21-123217-12	21-123217-12-1	
Date de réception:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	
Désignation	SAT_OSOL1_210	SAT_OSOL1_210	SAT_OSOL2_210	SAT_OSOL2_210	
	712	712 (ten.	7121	7121 (ten.	
		solubles)		solubles)	
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	
Prélèvement:	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021	12.07.2021	
Début des analyses:	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	13.07.2021	
Fin des analyses:	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	02.08.2021	

Rapport no. ULS21-005974-1
Lyss, le 02.08.2021

Méthodes

Paramètres	Norme	Laboratoire
Lixiviation à l'eau	DIN 38414-4 (1984-10) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Chrome (VI)	DIN 38405 D24 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Chrome (VI) sur eau / lixiviat	DIN 38405 D24 (1987-05) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Minéralisation à l'eau régale	DIN ISO 11466 mod. (1997-06) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Métaux/Elements (ICP-OES/ICP-MS) sur matière solide	DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Matières sèches	DIN ISO 11465 (1996-12) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)		
	DIN ISO 10694 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Carbone organique dissous (COD) sur eau/lixiviat	DIN EN 1484 (1997-08) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Cyanures totaux	DIN ISO 11262 (2012-04) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Perte au feu de la matière sèche sur matière solide	DIN EN 12879 (2001-02) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Ammonium sur eau / lixiviat	DIN 38406 E5-1 (1983-10) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Cyanures libres dans l'eau / lixiviat	DIN 38405-13 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Solubilité dans l'eau d'un solide	DIN 38409 H1 (1987-01) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Anions dissous dans l'eau/lixiviat	DIN EN ISO 10304 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
HAP (16)	ISO 18287 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Polychlorobiphényles (PCB)	ISO 10382 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Composés organiques volatils dans les solides	DIN EN ISO 22155 mod. (2013-05) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Hydrocarbures C10-C40	DIN EN ISO 16703 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Matières sèches sur solide (séché à l'air à 40 °C)	DIN EN 12880 mod. ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Tamissage de solides	DIN ISO 11464 (2006-12) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Minéralisation pour antimoine	VBB ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Fluor (total) par fusion alcaline	WES 1120 (3.3.315) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Dioxines polychlorés dans les sols	DIN 38414 S24 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Furanes polychlorés dans les sols	DIN 38414 S24 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Valeurs calculés de dioxines et furanes polychlorés dans les sols	DIN 38414 S24 ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Lixiviation à l'eau (1:50)	WES 905 (3.3.350) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)
Fluorures	WES 903 (3.3.316) ^A	Laboratoire Lyss CH (CH)

A = procédé de mesure accrédité (ISO 17025)
MB = matière brute
MS = matière sèche
LQ = limite de quantification
E/L = eau / lixiviat
G = gaz
nd = non détecté

Commentaires

21-123217-01,02,03,07,08,09

Commentaires des résultats:

COV dans les solides (HS-GC-MS): L'échantillon a été livré dans un récipient inadéquat pour ce paramètre.

21-123217-10

Commentaires des résultats:

HAP: En raison des interférences de la matrice, la limite de quantification a été augmentée.

Des compléments d'information sur les principes d'analyses, par exemple les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande.

Ce document a été créé électroniquement et est également valable sans signature.

Heinrich Kalt

Directeur, Dr. rer. nat

Annexe E Rapport géotechnique – Perreten & Milleret

Ajout de l'OU le 31.05.2023 : toutes les mentions de la parcelle n°10'294
doivent être considérées comme la parcelle n°11296 suite à la récente mutation parcellaire

Aménagement du Pôle Gare - Satigny

CFF SA

Immobilier Développement



Rapport géotechnique

REF : 2135A-INDA

20.09.2021



21, rue Jacques Grosselin – 1227 Carouge GENEVE

Informations générales :

Type de document :	Rapport géotechnique
Concerne :	Aménagement du Pôle Gare - Satigny
Auteur :	Romain LINGAT
Date de publication :	20.09.2021
Statut :	Rapport définitif
Référence interne :	2135A Pôle Satigny Gare - Rapport géotechnique - 2021.09.17

Révisions :

Indice	Date	Nature de la modification
A	20.09.2021	Ajout pistes d'optimisation §9
/	08.09.2021	Première version

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction.....	5
2	Références.....	5
3	Situation et ouvrage projeté	6
4	Campagne de reconnaissance géotechnique.....	7
4.1	Sondages in situ.....	7
4.2	Essais de laboratoire	7
5	Géologie et hydrogéologie.....	8
5.1	Terrain de fondation et horizons traversés	8
5.1.1	Stratigraphie.....	8
5.1.2	Classe de sol de fondation	9
5.1.3	Pollution	10
5.2	Contexte hydrogéologique.....	11
5.2.1	Nappe phréatique et venues d'eau	11
5.2.2	Secteur de protection des eaux et des puits	12
6	Paramètres géotechniques	13
6.1	Caractéristiques géotechniques.....	13
6.2	Paramètres géomécaniques	14
7	Recommandations	15
7.1	Excavation	15
7.2	Soutènements	16
7.3	Contrôle et surveillance	17
7.4	Réutilisation des matériaux du site.....	17
7.5	Gestion des eaux.....	18
7.5.1	Étanchéité de l'ouvrage	18
7.5.2	Drainage	18
7.5.3	Infiltration des eaux pluviales	18
8	Fondations.....	19
9	Conclusions et pistes d'optimisation	20
10	Synthèse	21

Table des figures

Figure 1 : Périmètre d'étude	5
Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude (2020) - Source SITG	6
Figure 3 : Ouvrages projetés	6
Figure 4 : Cartes des zones sismiques – Source Map Geo Admin	9
Figure 5 : Extrait du cadastre des sites pollués - Source SITG	10
Figure 6 : Carte hydrogéologique du canton de Genève - Source SITG	11
Figure 7 : Extrait du cadastre des zones de protection des eaux et des puits - Source SITG	12
Figure 8 : Extrait de la carte du potentiel d'infiltration du canton de Genève - Source SITG	18

Annexes

Annexe I : Terminologie utilisée pour la description des sols

Annexe II : Nomenclature des sols Genevois

Annexe A : Description et croquis de l'avant-projet

Annexe B : Plan de situation et relevés des sondages

Annexe C : Profil stratigraphique interprétatif

Annexe D : Résultats des essais de laboratoire

Annexe E : Proposition de sondages complémentaires

1 INTRODUCTION

Les CFF mènent en partenariat avec l'Etat de Genève, la réalisation d'un Plan Localisé de Quartier puis d'un concours d'architecture et d'espaces publics sur la parcelle n°10294 se situant au nord des voies appartenant aux CFF et sur une partie du domaine public cantonal n°10396. Le périmètre est indiqué en rouge sur la Figure 1 ci-après.



Figure 1 : Périmètre d'étude

Dans ce cadre, le bureau PERRETEN ET MILLERET SA a été mandaté par le pôle Immobilier Développement des Chemins de Fer Fédéraux suisse (CFF) pour réaliser l'étude géotechnique au droit de ce périmètre en parallèle du diagnostic de pollution.

Cette étude avait pour but d'établir :

- le contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique local
- les caractéristiques géotechniques et géomécaniques des formations présentes
- le type de fondation de l'ouvrage et la capacité portante du sol de fondation
- des recommandations pour la réalisation des travaux de terrassement et de blindage.

2 RÉFÉRENCES

Les documents de référence utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Dossier d'appel d'offre ingénieur dépollution – SBB CFF FFS – 23/04/21
- Atlas géologique de la Suisse
- Portail cartographique cantonal SITG
 - Géologie
 - Hydrogéologie
 - Mensuration – Cadastre
 - Photographies aériennes

3 SITUATION ET OUVRAGE PROJETÉ

La zone d'étude, d'une surface d'environ 10'000 m² se situe à cheval sur les lieux dits « Satigny-Dessous » et « les Cornaches » au bord des voies CFF longeant la route de la Gare-de-Satigny.

Une vue aérienne de la zone d'étude est donnée en Figure 2.



Figure 2 : Vue aérienne de la zone d'étude (2020) - Source SITG

Le projet prévoit la construction de 4 immeubles de typologie à définir. A ce jour, trois des quatre immeubles seront fondés sur 2 niveaux de sous-sol tandis que le 4^{ème}, le plus à l'Ouest, sera fondé sur un sous-sol indépendant (cf. Figure 3). La description et les croquis de l'avant-projet sont données en Annexe A.

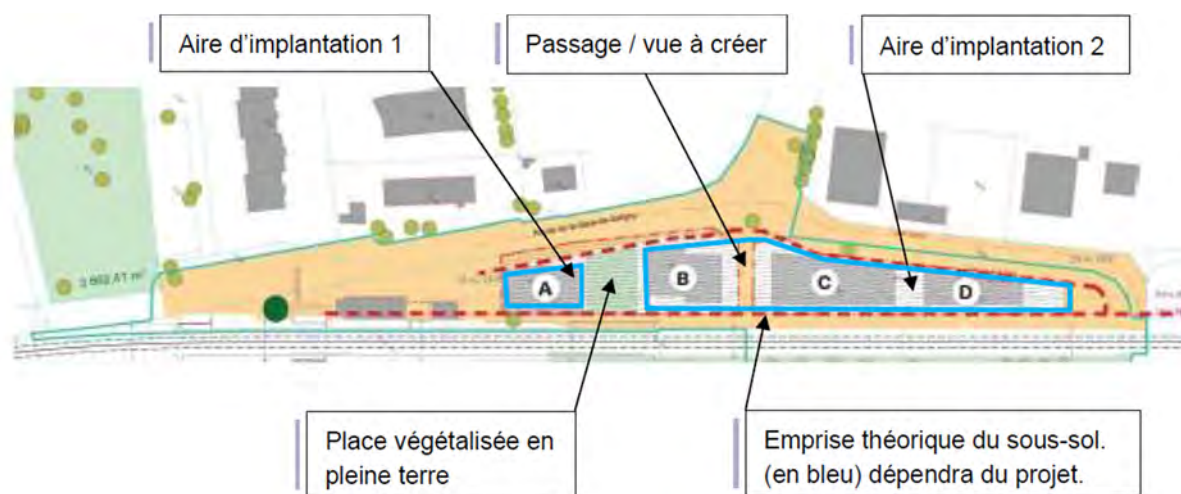


Figure 3 : Ouvrages projetés

Au droit des ouvrages projetés, la zone est globalement plate et s'établit aux environs de la cote altimétrique 414 msm \pm 0.2 m. On retrouve dans cette zone un parking et une surface de dépôts servant aux CFF.

4 CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE.

4.1 Sondages in situ

La campagne de reconnaissance géotechnique s'est déroulée en parallèle du diagnostic de pollution entre le 7 et le 14 juillet 2021. Quatre forages carottés de 8 à 10 m de profondeur ont été réalisés.

En cours de forage, des essais de battage au Standard Penetration Test (SPT) ont été exécutés.

Les forages S2 et S3 ont été équipés d'un piézomètre de 2'' afin de suivre les variations de niveau d'eau.

Lors du relevé, des essais au pénétromètre de poche ont été réalisés sur les carottes.

Dans ces sondages des échantillons de sols ont été prélevés en vue de leur examen en laboratoire (voir §4.2). Le plan d'implantation des sondages ainsi que les logs sont donnés en Annexe B.

Le profil stratigraphique interprétatif est donné en Annexe C.

4.2 Essais de laboratoire

Des essais de laboratoire ont été réalisés sur les 12 échantillons prélevés dans les sondages en vue de déterminer les caractéristiques des formations traversées suivantes :

- la teneur en eau
- la masse volumique
- la granulométrie

Le Tableau 1 synthétise les échantillons prélevés et les essais de laboratoire réalisés.

SONDAGE	N° ECH.	PROF. (m)	NSG*	Essais réalisés		
				Poids volumique apparent γ	Teneur en eau naturelle w	Analyse granulométrique et sédimentométrique
F1	E1-1	7.4	7d1	23.2	10.4	Voir détail en Annexe
F2	E2-1	2.65	6d1	21.5	18.7	
	E2-2	3.9	7d1	22.0	16.3	
	E2-3	9.5	7d1	22.0	12.6	
F3	E3-1	2.1	6d1	21.1	16.9	
	E3-2	3.9	8d	21.5	17.6	
	E3-3	6.4	7d1	22.8	10.6	
	E3-4	9.2	7d1	23.6	8.7	
F4	E4-1	2.9	6d1	21.4	17.5	
	E4-2	4.65	7d1	21.3	18.4	
	E4-3	7.45	7d1	21.6	17.4	
	E4-4	9.1	7d1	23.2		

Tableau 1 : Essais de laboratoire réalisés

* Nomenclature des Sols Genevois

Les résultats détaillés des essais de laboratoire sont donnés en Annexe D.

5 GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE

Dans les paragraphes qui suivent, les conditions de sol et d'eau sont définies sur la base des cartes géologiques et hydrogéologiques du canton de Genève et des sondages réalisés lors de la présente étude. Les horizons rencontrés sont décrits conformément à la terminologie et à la nomenclature des sols genevois données respectivement en Annexe I et II.

5.1 Terrain de fondation et horizons traversés

5.1.1 Stratigraphie

La zone d'étude est actuellement en grande partie revêtue. Les revêtements de surface sont composés soit d'un enrobé de 5 cm d'épaisseur (S1-S2) soit d'une grave d'infrastructure (S3-S4) de 20 cm d'épaisseur. Ils surmontent des remblais hétérogènes (2) dont l'épaisseur relevée se situe entre 1.3 et 2.6 m. Ces remblais n'ont pas été relevés au droit du sondage S3.

Sous ces formations superficielles, on rencontre directement les formations glaciaires würmiennes (6-7). Elles sont représentées en partie supérieure par les formations du retrait glaciaire limono-argileuses consolidées (6d1) dont la base s'établit entre 3.0 et 3.5 m de profondeur. Elles sont composées d'un limon argileux, brun-beige, recoupé généralement par d'importantes fissures de retrait tapissées de limon bleuté.

Un horizon sablo-limoneux (6bc) de 30 cm d'épaisseur, d'aspect saturé a été rencontré à la base des formations limono-argileuses de retrait dans le sondage S2 à 3.5 m de profondeur.

Le plaquage d'argiles de retrait se trouve au centre et à l'Est de la zone d'étude. Ces formations disparaissent ensuite progressivement en direction de l'Ouest au gré d'une remontée du toit de la moraine. Les terrains de couverture recouvrent alors directement la moraine.

On retrouve alors à une profondeur comprise entre 1.3 m à l'Ouest et 5.05 m à l'Est la moraine würmienne dans sa phase limono-argileuse consolidée (7d1). Celle-ci est recoupée systématiquement par des dépôts intramorainiques soit limono-argileux (8d) soit sablo-limoneux (8bc). Ce dernier est saturé et est caractérisé par des venues en charge (voir § 6.2).

Le Tableau 2 synthétise le type et la profondeur des différentes couches au droit du projet.

Formation	NSG	Profondeur toit (m)	Profondeur base(m)	Remarques
Revêtement de surface	/	0	De 0.05 à 0.2	
Remblais hétérogènes	2	De 0.05 à 0.2	De 1.3 à 2.6	Absent de S3
Retrait limono-argileux consolidé	6d ₁	De 0.2 à 2.6	De 3.0 à 3.5	Absent de S1
Retrait sablo-limoneux	6bc	3.5	3.8	Uniquement au droit de S2
Moraine limono-argileuse consolidée	7d ₁	De 1.3 à 3.8	En profondeur	
Dépôts intramorainiques	8d / 8bc	Intercalation locale, toit/base variables (voir LOGs)		

Tableau 2: Synthèse stratigraphique

*NSG : Nomenclature des Sols Genevois

Une description détaillée des différentes couches de sol figure sur les logs de sondages remis en Annexe B. Le profil stratigraphique interprétatif est donné en Annexe C.

5.1.2 Classe de sol de fondation

5.1.2.1 Risque sismique

Selon l'annexe F de la norme SIA 261, la valeur de dimensionnement de l'accélération horizontale du sol à prendre en compte pour la zone d'étude est celle qui correspond à la zone Z1a soit : $a_{gd} = 0.6 \text{ m/s}^2$ (cf. Figure 4).

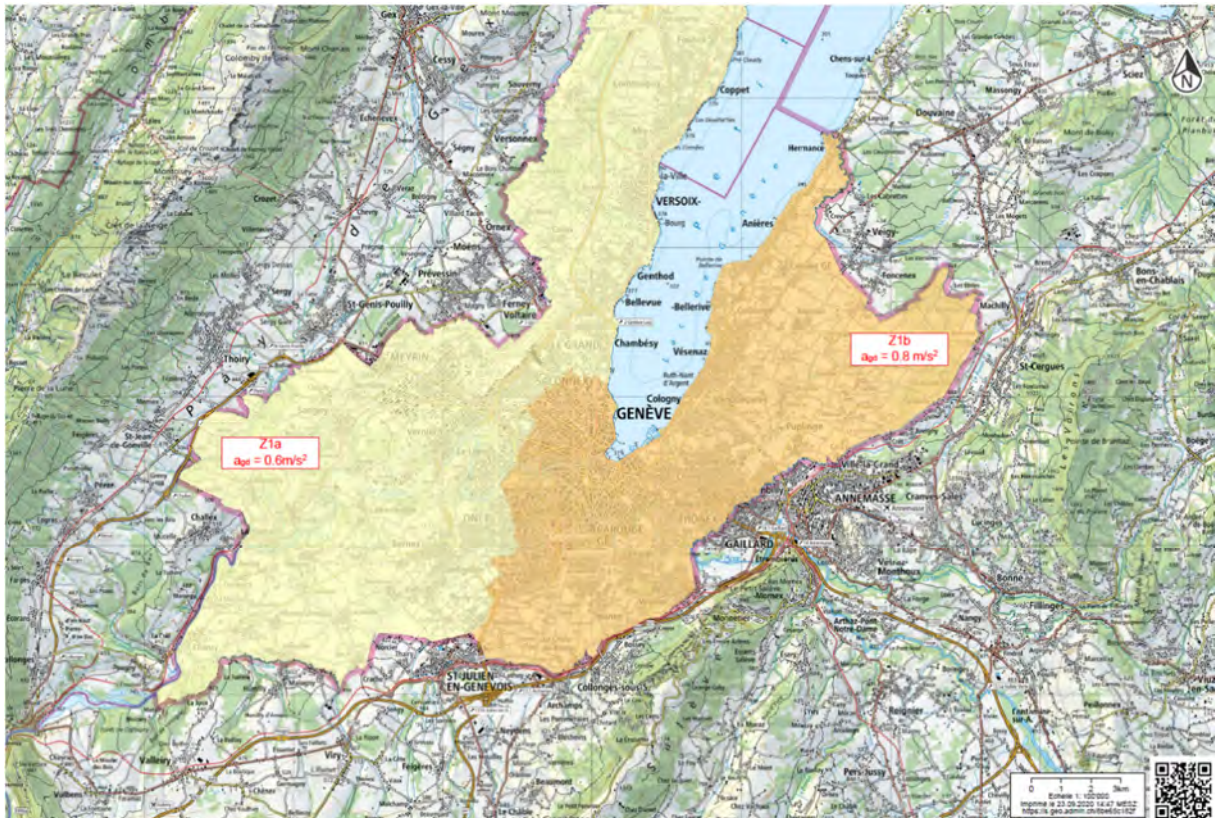


Figure 4 : Cartes des zones sismiques – Source Map Geo Admin

L'influence de la nature du terrain de fondation est généralement prise en considération par l'attribution de l'emplacement de l'ouvrage à une des classes de terrains de fondation.

Le sous-sol dans la zone du projet est constitué de dépôts morainiques würmiens durs à très durs surmontant le substratum molassique situé à une profondeur comprise entre 15 et 20 m. Suivant le tableau 24 de la norme SIA 261, les sols de fondation sont de classe E.

5.1.2.2 Abri de protection civile

Selon les Instructions Techniques pour la Construction et le dimensionnement des ouvrages de protection (ITC 2017), il est nécessaire de définir une classe de sol de fondation pour évaluer les actions déterminantes du sol sur le radier.

Le sous-sol du projet est constitué de dépôts morainiques würmiens pouvant être assimilés à un sol argileux de consistance dure. Dans ce cadre le type de sol de fondation à considérer est II_{dur} .

5.1.3 Pollution

La zone d'étude n'est pas inscrite au cadastre cantonal des sites pollués (cf. Figure 5).



Figure 5 : Extrait du cadastre des sites pollués - Source SITG

Il est néanmoins identifié que la parcelle n° 10020 à l'Est de la zone d'étude, de l'autre côté du passage inférieur, est polluée. Dans le cadastre de pollution historique des CFF, le site est identifié comme non-contaminé (cf. site B.8596).

Compte tenu de ce contexte, un diagnostic de pollution des terrains a été mené par notre bureau en parallèle de l'étude géotechnique (voir rapport diagnostic pollution PMSA réf. 2135).

Les sondages réalisés et les analyses effectuées en laboratoire ont confirmé la présence de 3 catégories de matériaux pollués à distinguer en cas de terrassement :

- **Des matériaux terreux considérés comme fortement pollués.** Ces matériaux fortement pollués devront être évacués et traités en centre de traitement spécialisé (ex : Ecosor) ou directement éliminés en décharge de Type E
- **Des matériaux terreux considérés comme peu pollués.** Ces matériaux ne sont pas valorisables et devront être éliminés en décharge de Type B
- **Des matériaux terreux considérés comme faiblement pollués.** Ces matériaux peuvent être admis en décharge de type B, mais peuvent faire également l'objet d'une éventuelle valorisation (sous conditions).

5.2 Contexte hydrogéologique

5.2.1 Nappe phréatique et venues d'eau

Selon la carte hydrogéologique du canton de Genève (cf. Figure 6), la zone d'étude n'est pas le siège d'une nappe d'eau souterraine.

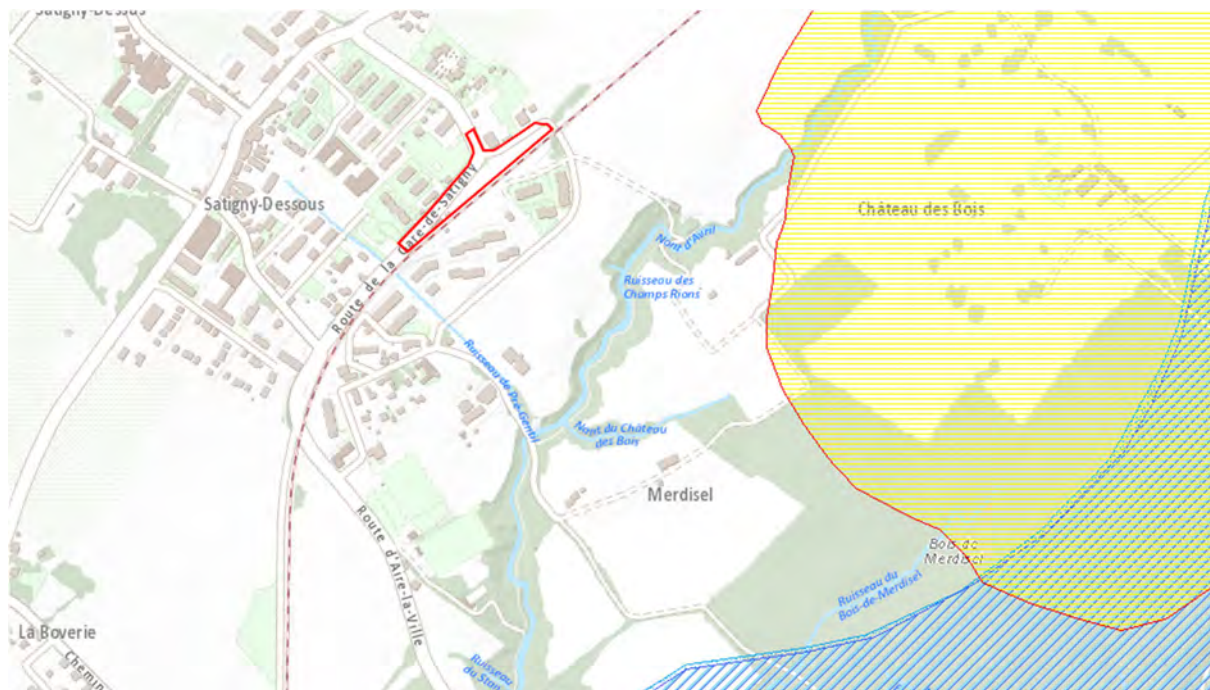


Figure 6 : Carte hydrogéologique du canton de Genève - Source SITG

Lors de la campagne de reconnaissance réalisée en juillet 2021 des venues d'eau en charge ont été relevées. Celles-ci circulent au travers de couches sablo-limoneuses aquifères dont l'épaisseur relevée varie entre 30 et 160 cm.

Ces couches lenticulaires, plus ou moins continues, drainent les eaux d'infiltration du coteau. Ainsi, une "pseudo-nappe" s'écoule depuis la route du Mandement vers la route de la Gare-de Satigny avec un niveau piézométrique s'établissant grosso modo, au vu des mesures effectuées, entre 1.5 et 2.2 m sous le terrain naturel, en fonction de l'intensité pluviométrique.

Les niveaux piézométriques mesurés sont répertoriés dans le tableau ci-après :

Sondage	Date	Niveau d'eau		Remarques
		m sm	/au TN	
S1	13.07.21	413.32	-0.8 m	Circulation d'eau superficielle au sein des remblais
S2	24.08.21	412.37	-1.86 m	Venue d'eau en charge
	20.09.21	412.06	-2.17 m	
S3	24.08.21	412.47	-1.47 m	Venue d'eau en charge
	20.09.21	412.38	-1.56 m	

5.2.2 Secteur de protection des eaux et des puits

La zone d'étude ne se situe pas dans un secteur de protection des eaux (cf. Figure 7).

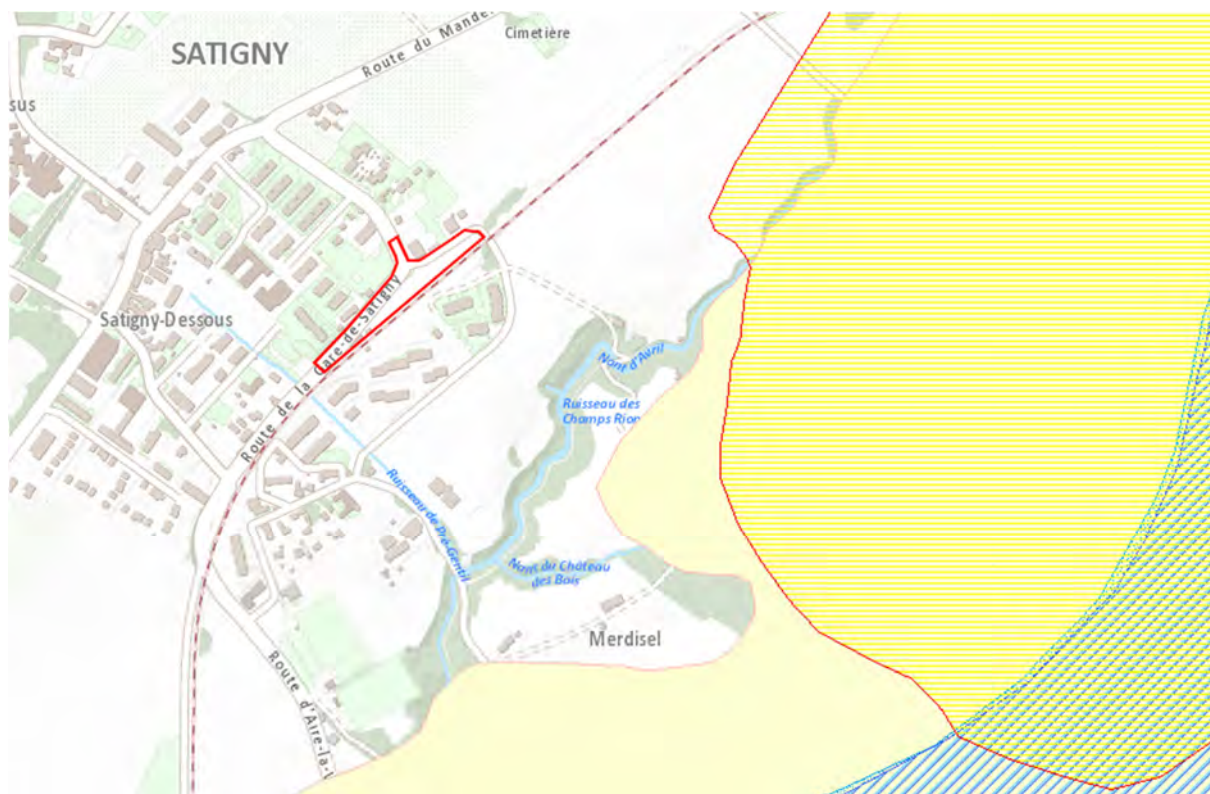


Figure 7 : Extrait du cadastre des zones de protection des eaux et des puits - Source SITG

6 PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES

6.1 Caractéristiques géotechniques

L'analyse des résultats de laboratoire et des essais in situ permet d'établir les caractéristiques géotechniques moyennes. Celles-ci sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Formation	Retrait limono-argileux consolidé	Moraine limono-argileuse	Dépôts intramorainiques limono-argileux
NSG (Nomenclature des Sols Genevois)	6d ₁	7d ₁	8d
USCS (Unified Soil Classification System)	CL	GC-CL à CL	CL
Poids volumique (kN/m ³) \bar{x} ; s ; N	21.3 ; 0.2 ; 3	22.5 ; 0.9 ; 8	21.5 ; / ; 1
Teneur en eau W (%) \bar{x} ; s ; N	17.7 ; 0.9 ; 3	13.5 ; 3.9 ; 7	17.6 ; / ; 1
Consistance apparente q _{up} (kN/m ²)	350 à >500	275 à >500	275 à >500
Résistance dynamique N _{SPT} (coups/30cm)	29 à 30	40 à 98	28 à 33
Teneur en fin <60µm (%)	/	54.1 (1 essai)	/
Teneur en cailloux >6.3mm (%)	/	12.1 (1 essai)	/

Tableau 3 : Caractéristiques géotechniques

\bar{x} : moyenne

s : écart type

N : nombre d'essai

6.2 Paramètres géomécaniques

Sur la base de la nature des sols, des résultats des essais in situ et de laboratoire, ainsi que de notre connaissance de ce type de terrains, les paramètres géomécaniques à retenir pour les calculs de portance, de stabilité des pentes, des soutènements et des tassements sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Il s'agit de paramètres caractéristiques X_k selon la norme SIA 267.

FORMATION	NSG*	γ_a	PARAMÈTRES LONG TERME		PARAMÈTRES COURT TERME	MODULE DE COMPRESSIBILITE
			ϕ'	c'	C_u	E
Remblais	2	21	30	0	0	Variable
Retrait sablo-limoneux	6bc	20.5	28	2	0	20
Retrait limono-argileux consolidé	6d ₁	21.5	28	15	100	18
Moraine limono-argileuse consolidée	7d ₁	22.5	30	15	150	40
Dépôts intramorainiques limono-argileux	8d ₁	21.5	28	15	100	20
Dépôts intramorainiques sablo-limoneux	8bc	21	30	2	0	40

Tableau 4 : Paramètres géomécaniques des formations en présence

*NSG : Nomenclature des sols genevois

Avec :

- γ_a : poids volumique apparent (kN/m^3)
- ϕ' : angle de frottement interne effectif caractéristique (°)
- c' : cohésion effective caractéristique (kPa)
- C_u : cohésion non drainé caractéristique (kPa)
- E : module de compressibilité (MPa)

7 RECOMMANDATIONS

7.1 Excavation

Les travaux de terrassements devraient intéresser une tranche de sol comprise entre 3.5 m (immeuble A) et 7 m (immeubles B, C et D) de hauteur. Ils traverseront les terrains de couverture puis recouperont successivement les formations de retrait puis la moraine. Ils rencontreront localement, des faciès sablo-limoneux saturés de mauvaise qualité.

Compte tenu de l'emprise des sous-sols projetés des talus pourront être uniquement dressés autour du bâtiment A. Ces talus pourront avoir une pente maximale de $3v/2h$ pour une hauteur maximale de 4.0 m. La pente des talus devra être abaissée à 1/1 dans les remblais. Les surcharges en tête de talus devront être limitées à 500 kg/m^2 .

Du fait de la fissuration importante de la moraine, des instabilités locales peuvent survenir lors d'épisodes pluvieux importants. Les talus devront être protégés après la creuse par une bâche de protection. Dans les zones où des instabilités localisées auraient des conséquences préjudiciables (p.ex. proche des installations de chantier, des zones de circulation ou des avoisinants) les talus devront être protégés par un béton projeté armé et équipé de barbacanes en nombre suffisant.

Toute configuration différente doit faire l'objet de calculs de stabilité.

Les terrains en place sont sensibles à l'eau. Les fonds de fouille devront être réglés lors de conditions météorologiques favorables, depuis une plateforme située à environ 40 cm au-dessus du niveau théorique. Ils devront être protégés immédiatement après la creuse par la mise en place d'un béton de propreté.

Les sables limoneux, saturés et fluents, ne sont absolument pas carrossables et sont sensibles aux vibrations. Des puits de décharge permettront d'améliorer la stabilité, la carrossabilité et l'excavabilité de ces sols sans pour autant permettre de s'affranchir de toutes contraintes.

Ces formations, relativement peu perméables, nécessiteront un pompage anticipé et régulier pour pouvoir être correctement ressuyées.

Elles pourraient provoquer de plus des instabilités dans les profils de terrassements. On pourra alors y remédier si nécessaire au travers de la mise en œuvre d'épaulements en béton poreux. En fond de fouille, un cloutage et/ou une substitution de sol pourrait s'avérer nécessaire. Dans ces zones, le réseau de drainage devra être réalisé parallèlement à l'exécution du sous-radier pour assurer l'évacuation des eaux.

En période hivernale, des mesures de protection du fond de fouille devront être prises pour se prémunir contre l'effet d'une période de gel prolongée pouvant provoquer des gonflements et/ou dégradation de la qualité des sols en fond de fouille.

La carrossabilité de la moraine et du retrait n'est également pas assurée. Une piste en grave sera réalisée pour assurer la circulation des engins de chantier.

Des matériaux pollués ont été découverts lors des sondages (voir §5.1.3). Ils devront faire l'objet d'un tri, d'une valorisation ou d'une élimination conforme aux critères de l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED).

Lors des terrassements, des blocs plus ou moins importants pourraient être rencontrés au sein des formations morainiques. Ils devront alors être fractionnés sur site pour pouvoir être évacués.

7.2 Soutènements

Le type de blindage le mieux adapté au projet devra être déterminé de cas en cas en fonction des conditions locales et des critères comme par exemple ceux relatifs aux emprises, aux tassements extérieurs et à la gestion des eaux.

Ce blindage pourra a priori être constitué d'un écran discontinu, type paroi berlinoise. Compte tenu de la présence d'horizons fluents, la mise en place de parois clouées est fortement déconseillée.

Il est possible également d'envisager dans certaines zones et sous certaines conditions la mise en place d'un rideau de palplanches afin de s'affranchir des problèmes en lien avec la présence d'eau.

Compte tenu des hauteurs de soutènement cet écran devra être étayé ou butonné.

Il est à noter que l'exécution d'ancrages sous des tiers ou sous le domaine public est soumise à autorisation et fait généralement l'objet de redevances.

Concernant la paroi berlinoise :

Une attention particulière devra être portée à la gestion des eaux souterraines et météoriques. Pour éviter que l'eau ne se mette en charge à l'arrière du parement un système de drainage adapté au contexte hydrogéologique local devra être mis en place (p.ex barbacanes, natte drainante, caniveau de tête/pied...).

Des venues d'eau, en charge au droit d'horizons sablo-limoneux ont été observées dans les sondages. Des mesures devront être mise en œuvre pour passer ces horizons saturés comme par exemple le travail en étape réduite, la pose de forages drainants ou le recours à des injections. Suivant la méthode retenue des hors profils importants peuvent survenir lors de la creuse et le dressement des parements.

Concernant le rideau de palplanche

Pour s'affranchir des venues d'eau en fond de fouille, celui-ci devra être fichée autant que possible dans l'imperméable. Ces palplanches pourront être éventuellement laissées en terre après construction des sous-sols.

Compte tenu de la compacité des sols relevés et pour assurer l'enfoncement des palplanches, des préforages seront probablement nécessaires.

7.3 Contrôle et surveillance

Avant le début des travaux, des constats d'huissier devront être réalisés dans les zones d'influence des travaux d'enceinte de fouille. Cela permettra d'évaluer l'impact réel de la construction sur les ouvrages voisins.

Afin de s'assurer du bon déroulement des travaux, ces constats pourront être accompagnés dans les zones sensibles de points de nivellements de précision, de mesures inclinométriques et de mesures d'efforts d'étayage et/ou d'ancrage.

Les travaux de vibrofonçage (palplanches) engendrent généralement d'importantes vibrations. Des mesures, à l'aide de géophones, devront avoir lieu et des seuils d'ébranlements maximums en fonction de la sensibilité des ouvrages à proximité devront être définis.

7.4 Réutilisation des matériaux du site

Dans la mesure où un stockage serait rendu possible sur site, le retrait et la moraine limono-argileux (6d1 et 7d1) pourraient être utilisés pour les remblayages du projet. Ces matériaux devront être placés dans les zones peu sensibles, où un tassement post-compactage de plusieurs centimètres n'aurait pas de conséquences sur les aménagements extérieurs et les réseaux enterrés

Pour limiter au maximum les tassements, le stockage devra avoir lieu protégé des eaux et la mise en œuvre devra être effectuée par temps sec. Le compactage devra être effectué par couches successives de 40 cm à l'aide d'un pied de mouton et d'un rouleau vibrant.

Une stabilisation de ces matériaux permettrait de limiter le tassement post-compactage.

7.5 Gestion des eaux

7.5.1 Etanchéité de l'ouvrage

L'étanchéité des locaux enterrés devra être définie en partenariat avec un étancheur. Le niveau de protection devra être adapté aux types de locaux en sous-sol et aux conditions hydrogéologiques locales.

7.5.2 Drainage

Pour permettre la collecte des eaux d'infiltration s'accumulant dans la dépression créée par les terrassements, il conviendra de réaliser un drainage du sous-sol associé à des épis drainants. Au droit des zones aquifères, la mise en place d'un sous-radier drainant est vivement conseillé.

Conformément à la norme SN 592 000, les conduites de drainage doivent présenter un fond étanche et une pente minimale de 0.5 %.

Pour diminuer le risque de remontée d'eau au niveau des reprises de bétonnage, le fil d'eau devra se situer sous le niveau de fondation.

Pour permettre le contrôle et l'entretien du réseau, des regards et des conduites de rinçage dans les deux sens devront être mis en place.

7.5.3 Infiltration des eaux pluviales

Selon la loi fédérale sur les eaux (LEaux), le mode d'évacuation des eaux pluviales à envisager en priorité est l'infiltration. Dans ce cadre et en fonction du contexte géologique, hydrogéologique et de certaines contraintes locales, le territoire a été décomposé en quatre secteurs d'infiltration potentielle.

La zone d'étude se situe dans un secteur dont le potentiel d'infiltration est défavorable. (cf. Figure 8).

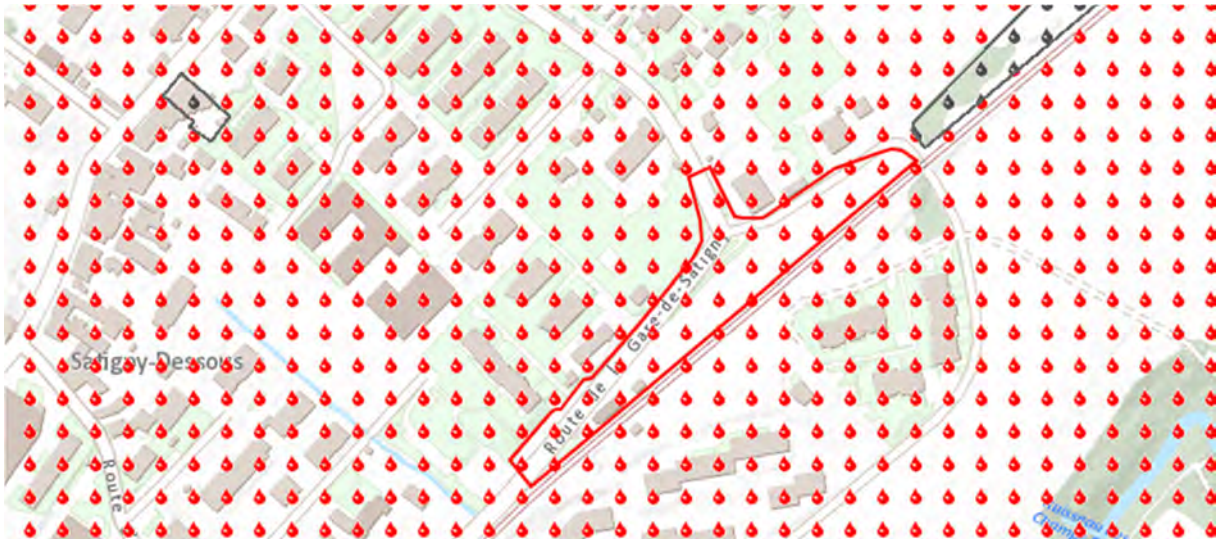


Figure 8 : Extrait de la carte du potentiel d'infiltration du canton de Genève - Source SITG

Les sols relevés lors de la campagne de reconnaissance géotechnique peuvent être considérés comme imperméables et présentent une perméabilité faible. Les eaux pluviales ne pourront donc pas être réinfiltrées et devront être rejetées dans le réseau d'eaux claires.

8 FONDATIONS

Les fondations du projet devraient s'établir entre 3.5 et 6.5 m de profondeur au sein de la moraine limono-argileuse consolidée (7d₁) et plus ponctuellement au droit des dépôts intramorainiques sablo-limoneux et limono-argileux (8bc et 8d).

Pour le bâtiment A, il est possible de fonder l'ouvrage sur semelles (ponctuelles ou filantes) ou sur radier général.

Pour les bâtiments B, C et D, en l'absence de prospections géotechniques complémentaires et compte tenu du contexte hydrogéologique, il serait préférable de fonder les ouvrages sur radier général.

Les fondations peuvent être dimensionnées en considérant les valeurs suivantes :

Sol de fondation	7d ₁	8bc / 8d
Contrainte normale de dimensionnement $\sigma_{N,d}$ (kN/m ²)	350	250
Contrainte admissible σ_{adm} (kN/m ²)	250	175
Module de déformation E (MPa)	40	Variable

Ces valeurs sont valables pour une fondation sur un sol horizontal, de largeur supérieure ou égale à 1.0 m, sollicitée par une charge verticale centrée. Pour d'autres configurations, ces valeurs doivent être réduites conformément aux normes et recommandations en vigueur.

9 CONCLUSIONS ET PISTES D'OPTIMISATION

Des directives pour l'étude de l'avant-projet ont été données dans les paragraphes précédents.

La présence d'horizons sableux fluents faisant l'objet de venues d'eau en charge sera probablement l'origine de quelques de surcoûts et de difficultés au cours des travaux.

Pour ce projet, une attention particulière devra être portée à la compatibilité des déformations des parois de soutènement avec le contexte environnant (voies CFF, ouvrages construits et voiries).

Sur cette base et dans la mesure du possible, nous recommandons dans le cadre du développement du PLQ de :

- limiter au maximum les zones avec deux niveaux de sous-sol. Au regard des données hydrogéologiques disponibles, la zone Ouest constitue actuellement la zone la plus favorable à la réalisation d'un second niveau de sous-sol si celui-ci ne peut être évité.
- Définir l'emprise des sous-sols de tel sorte que les ouvrages sensibles aux déformations soient en dehors de la zone d'influence des parois de soutènements. La zone d'influence au stade de l'avant-projet correspond à une bande d'une largeur égale à environ à 2 fois la hauteur des terrains à soutenir.

Les éléments précités ne sont que des recommandations visant à optimiser les coûts de construction des ouvrages enterrés. Ils ne remettent en aucun cas en question la faisabilité technique de la réalisation d'un second sous-sol sur l'ensemble de l'emprise des bâtiments comme cela est projeté à ce stade.

Compte tenu de la faible densité des investigations, de l'importante surface de la zone d'étude et du contexte hydrogéologique particulier nous recommandons dans le cadre du développement ultérieur du projet de réaliser davantage de sondage.

Une proposition de sondages complémentaires est remise en Annexe E. Si les acteurs du projet souhaitent s'orienter vers un rideau de palplanches, ces sondages pourront être également accompagnés d'une série d'essais au pénétromètre dynamique afin d'évaluer la compacité des matériaux en présence et leur comportement au vibrofonçage.

Un réexamen de ce rapport sera à effectuer avant la dépose de l'autorisation de construire, une fois la géométrie des ouvrages connue.

10 SYNTHÈSE

§5.1.1 Stratigraphie

Formation	NSG	Profondeur toit (m)	Profondeur base(m)	Remarques
Revêtement de surface	/	0	De 0.05 à 0.2	
Remblais hétérogènes	2	De 0.05 à 0.2	De 1.3 à 2.6	Absent de S3
Retrait limono-argileux consolidé	6d ₁	De 0.2 à 2.6	De 3.0 à 3.5	Absent de S1
Retrait sablo-limoneux	6bc	3.5	3.8	Uniquement au droit de S2
Moraine limono-argileuse consolidée	7d ₁	De 1.3 à 3.8	En profondeur	
Dépôts intramorainiques	8d / 8bc	Intercalation locale, toit/base variables (voir LOG)		

§5.1.2 Classe de sol de fondation

Classe de sol au séisme : E
Classe de sol pour le calcul des abris : II_{dur}

§5.1.3 Pollution

Diagnostic de pollution réalisé par PMSA. Voir rapport réf. 2135

§5.2.1 Nappe phréatique et venues d'eau

Pas de nappe. Venues d'eau en charge rencontrées au sein de faciès sablo-limoneux

§5.2.2 Secteur de protection des eaux et des puits

Non concerné par un secteur de protection des eaux

§7.1 Excavation

Talus : Pente 3/2 dans le sol naturel, hauteur maximum : 4.0 m
Carrossabilité : Non assurée. Prévoir pistes de chantier
Difficultés : Venues d'eau, pollution, présence de matériaux fluents

§7.2 Soutènement

Paroi berlinoise
Palplanches Dans les zones aquifères, sous conditions.

§7.3 Contrôle et surveillance

Vibrations : Géophones
Déformations : Constats d'huissier – Inclinomètres -Points de nivellement de précision

§7.4 Réutilisation des matériaux du site

Moraine et retrait limono-argileux : réutilisables sous-conditions

§7.5.1 Etanchéité de l'ouvrage

A définir en partenariat avec un étancheur

§7.5.2 Drainage

Drains périphériques et épis drainants.

§7.5.3 Infiltration

Réinfiltration impossible. Rejet dans le réseau d'eaux claires.

§8 Fondations

Bâtiment A : semelles (ponctuelles ou filantes), radier
Bâtiments B,C et D : radier

Carouge le 20.09.2021

Perreten et Milleret

Romain LINGAT

ANNEXE I

TERMINOLOGIE UTILISÉE POUR LA DESCRIPTION DES SOLS.

COMPACITE (Sols à grains grossiers)
selon EN ISO 14688-2

Compacité	Densité relative D_r , (%)	Indice de pénétration standard N_{SPT} (-), cps/30 cm
Très lâche	< 15	0 - 4
lâche	15 - 35	4 - 10
moyennement dense	35 - 65	10 - 30
dense	65 - 85	30 - 50
très dense	> 85	> 50

CONSISTANCE (Sols à grains fins)
selon EN ISO 14688-1

Consistance	Résistance à la compression uniaxiale q_u/q_{up} (kN/m ²)	Résistance au cisaillement non drainé, s_u (kN/m ²)
Très mou	< 25	< 12.5
Mou	25 à 50	12.5 - 25
Ferme (tendre)	50 à 100	25 - 50
Ferme (très / raide)	100 à 200	50 - 100
Dur	200 à 400	100 - 200
Très dur	>400	> 200

PLASTICITE des sols fins

	Indice de plasticité I_p (-)
non plastique	0 - 4
peu plastique	4 - 7
assez plastique	7 - 10
plastique	10 - 20
très plastique	>20

ANNEXE II

NOMENCLATURE DES SOLS GENEVOIS

FACIES GEOLOGIQUE

Faciès, dénomination

1	Sol	
	1.1 Horizon A : terre végétale	HOLOCENE
	1.2 Horizon B : sous-couche arable	
2	Remblais	_____
3	Colluvions (ruissellement, palustre)	
4	Alluvions de terrasses	
5	Dépôts lacustres (tourbe, craie, limon)	WURM
6	Formations du retrait glaciaire würmien	
7	Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins	
8	Dépôts intramorainiques würmiens	
9	Cailloutis morainiques profonds : Alluvion ancienne	_____
10	Interglaciaire Riss-Würm	_____
11	Formations du retrait glaciaire attribuées au Riss	RISS
12	Moraine attribuée au Riss	_____
13	Dépôts intramorainiques attribués au Riss	
14	Molasse grise à gypse	CHATTIEN sup.
15	Molasse rouge	CHATTIEN inf.

PHASES GEOTECHNIQUES

- a graveleuse
- b sableuse (gréseuse)
- c limoneuse
- d limono-argileuse
- e argileuse (marneuse)
- f crayeuse

INDICES

- 1 Dépôt consolidé
- 12 Dépôt semi-consolidé
- 2 Dépôt peu ou non consolidé
- 3 Couche altérée

Les numéros renvoient à des faciès géologiques.

Les lettres à des phases géotechniques.

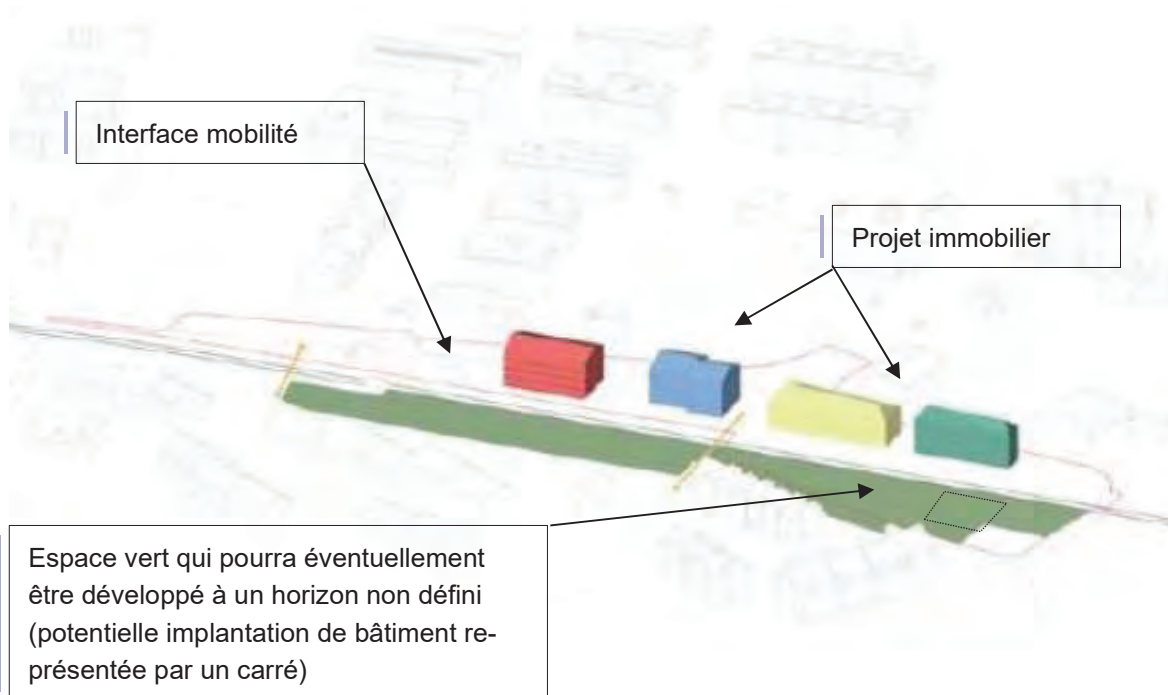
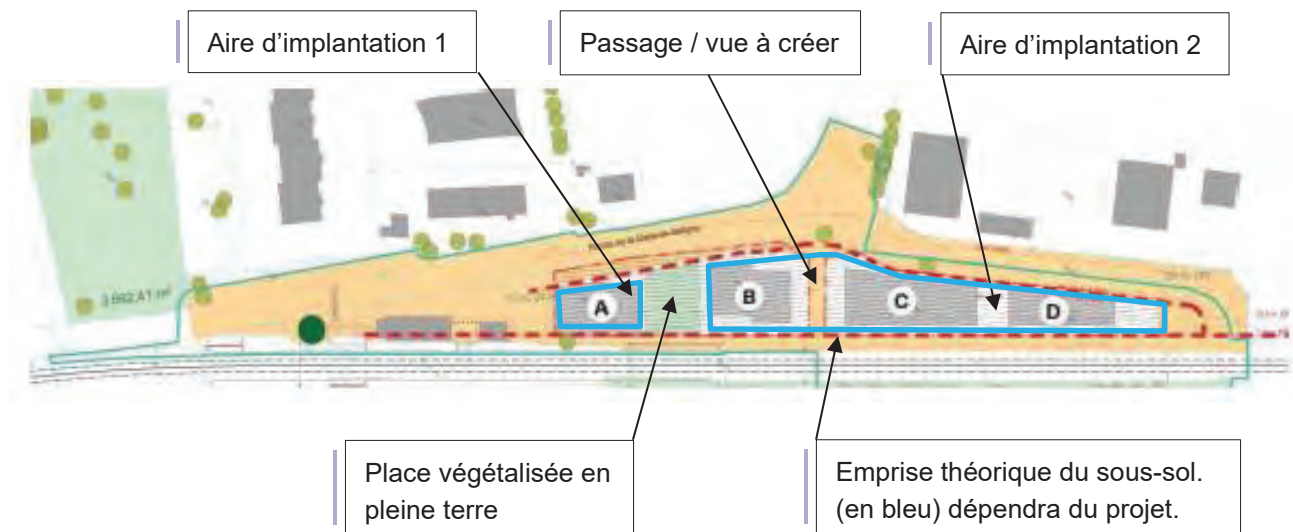
Les indices à la consolidation du sol.

ANNEXE A

DESCRIPTION ET CROQUIS DE L'AVANT-PROJET

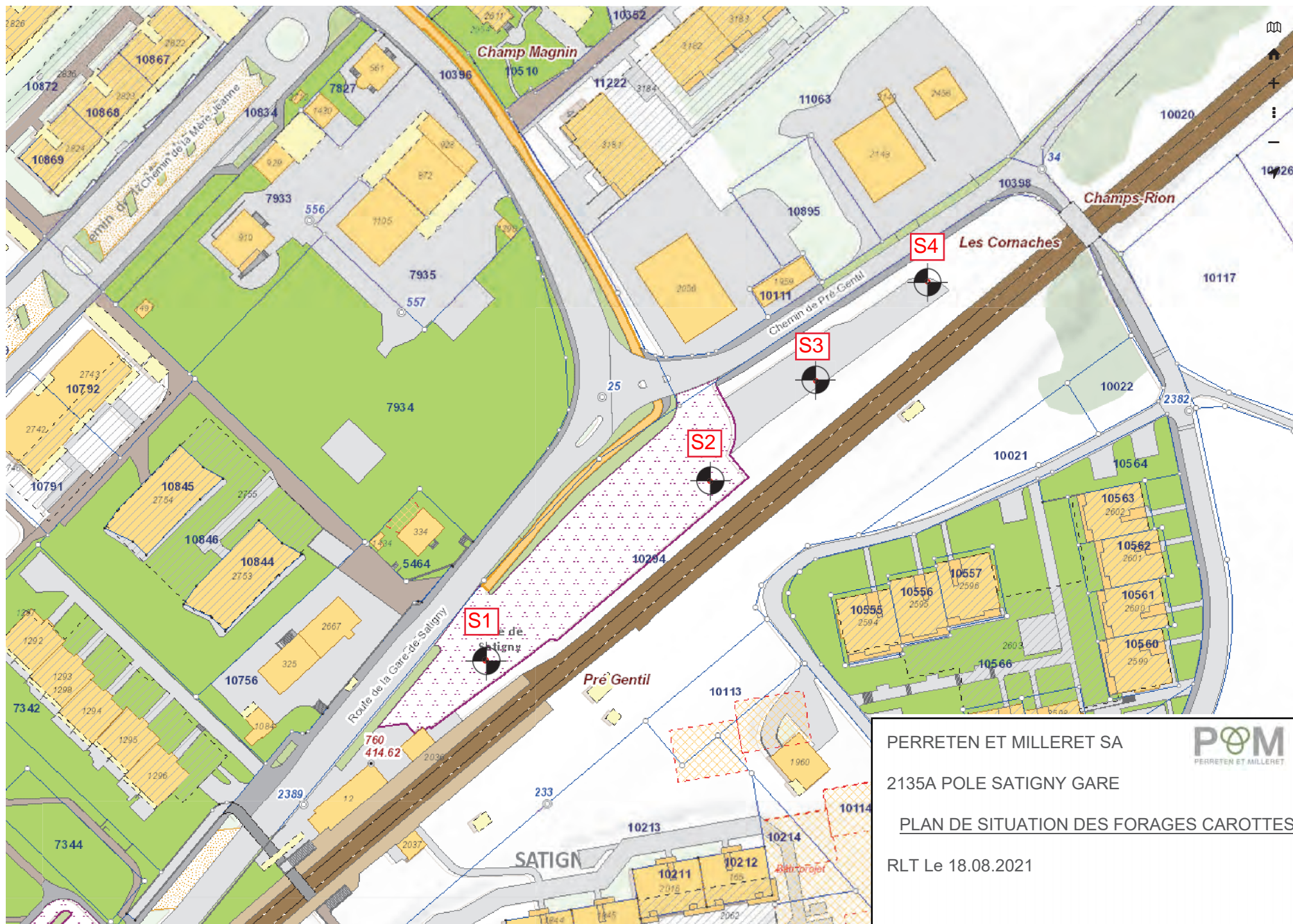
3.2. Projet en cours de planification

Un avant-projet de plan localisé de quartier est en cours de réalisation. Il prévoira deux aires d'implantation sur lesquelles 4 bâtiments (à définir) pourraient prendre place ainsi qu'une place végétalisée en pleine terre. Un sous-sol sur deux niveaux serait également réalisé sur une partie du site. Un concours d'architecture devant encore être réalisé, le projet définitif n'est pas encore connu, cependant les principes suivants devront être respectés. (voir plan ci-dessous)



ANNEXE B

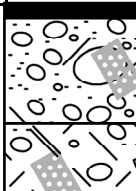
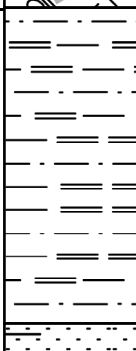

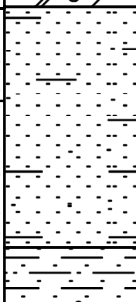
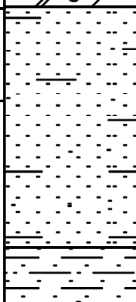
PLAN DE SITUATION ET RELEVÉS DES SONDAGES

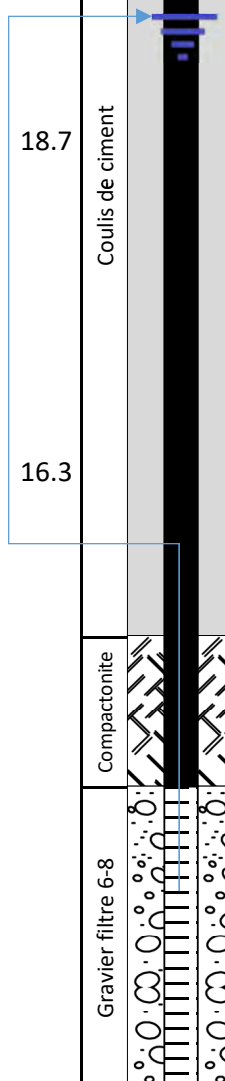


PERRETEN ET MILLERET SA 
 2135A POLE SATIGNY GARE
PLAN DE SITUATION DES FORAGES CAROTTES
 RLT Le 18.08.2021

Site : parcelle n° 10294 - Satigny
Type de sondage : Forage carotté
Date du sondage : du 12/07/2021
Profondeur : 10 m
Entreprise : ISR INJECTOBOHR
Sondeur : Jérôme Barrau

Coordonnées N : 1'119'139.3
E : 2'491'972.9
Altitude (m) z : 414.23
Echelle : 1:50
Niveau d'eau : 412.37 m le 24.08.21
Relevé par : Romain Lingat

GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE	ECHELLE	ESSAIS					EQUIPEMENT		
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)	q _{up} (kN/m ²) Pénétromètre	S _u (kN/m ²) Scissomètre	SPT Coups/15cm	Echantillon n°	γ (kN/m ³) masse volumique	W (%) Teneur en eau	Piezomètre	
Holocène	Remblais		2a	414.18	0.05	0.05	De 0.0 à 0.05 m : enrobé du parking.									
			2d	413.43	0.80	0.75	2 : Remblais hétérogènes 2a : Remblais graveleux Grave d'infrastructure. Gravier et pierres arrondis dans matrice sableuse un peu limoneuse. Granulométrie 0-60 mm. 2d : Remblais limono-argileux Limon argileux à graviers et pierres épars, présence de quelques esquilles charbonneuses, brun-ocreux, humide.	100								
Würm	Retrait		6d1	412.83	1.40	0.60	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée Limon argileux, recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, brun-beige, très dur, humide, plastique.	200	350 >500 >500		10 14 15	E2-1	21.5	18.7		
			6b	410.73	3.50	2.10	De 1.4 à 2.0 m : grossièrement stratifié, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ .	300	>500							
			6c	410.43	3.80	0.30	De 2.0 à 2.8 : rares fissures, brun.	400	>500			10 19 24				
	Moraine		7d1	409.83	4.40	0.60	De 2.8 à 3.3 m : finement stratifié, brun, non fissuré. De 3.3 à 3.5 m : présence d'importante fissures de retrait tapissées de radicules. 6bc : Phase sablo-limoneuse Sable fin, très limoneux, faiblement cohérent, brun-ocre, très humide à saturé.	500	>500				E2-2	22.0	16.3	
			7d1	407.23	7.00	2.60	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée De 3.8 à 4.4 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de radicules, brun-beige, assez plastique, humide, très dur.	600	>500			27 33 38				
			8bc	405.63	8.60	1.60	A partir de 4.4 m : faciès atypique. Limon peu argileux à graviers et pierres peu à assez abondants, gris, peu plastique, peu humide, très dur.	700	>500							
Dépôts intramorainiques			8c1	405.23	9.00	0.40	8 : Dépôts intramorainiques würmiens 8bc : Phase sablo-limoneuse Sable fin assez limoneux, faiblement cohérent, recoupé par de fugitives lames intraformationnelles argileuses, brun-ocre, peu plastique, saturé.	800		54						
			7d1	404.23	10.0	1.00	Venue d'eau en charge. Niveau piézométrique à -1.86 m / TN 8c1 : Phase limoneuse consolidée Limon peu argileux, brun-ocre, peu plastique, peu humide, compact.	900	>500				E2-3	22.0	12.6	
								1000	>500		27 40 58					

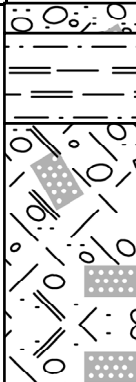
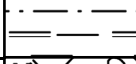





POLE SATIGNY GARE

Site : parcelle n° 10294 - Satigny
Type de sondage : Forage carotté
Date du sondage : du 08/07/2021 au 09/07/2021
Profondeur : 10 m
Entreprise : ISR INJECTOBOHR
Sondeur : Jérôme Barrau

SONDAGE S4

Coordonnées N : 1'119'194.2
E : 2'492'032.7
Altitude (m) z : 413.87
Echelle : 1:50
Niveau d'eau : SEC
Relevé par : Romain Lingat

GEOLOGIE				COTES			STRATIGRAPHIE	ECHELLE	ESSAIS					EQUIPEMENT	
Age	Formation	Représentation	Classification Genevoise	Altitude (msm)	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Description	Profondeur (m)	q _{up} (kN/m ²) Pénétrômetre	S _u (kN/m ²) Scissomètre	SPT Coups/15cm	Echantillon n°	γ (kN/m ³) masse volumique	W (%) Teneur en eau	Piezomètre
Holocène	Remblais		2a	413.67	0.20	0.20	2 : Remblais hétérogènes 2a : Remblais graveleux	250							
			2d	413.02	0.85	0.65	Grave du parking. Gravier et pierres arrondis dans matrice sableuse un peu limoneuse. Granulométrie 0-100 mm. 2d : Remblais limono-argileux De 0.20 à 0.85 m : remblais type "6d" limon argileux, brun-beige.	100 75							
Würm	Retrait		6d1	411.27	2.60	1.75	De 0.85 à 2.6 : limon argileux à rares petits graviers disséminés dans la masse, gris-brun parfois à reflets verdâtres, odeur forte d'hydrocarbures, humide, ferme	150 150			9 13 16				
	Moraine		7d1	410.87	3.00	0.40	6 : Formations du retrait glaciaire würmien 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée	325				E4-1	21.4	17.5	
			7d1	409.87	4.00	1.00	Limon argileux recoupé par des fissures de retrait tapissées de limon bleuâtre, présence de concrétions blanchâtres de CaCO ₃ , brun-beige, très dur, humide, plastique.	>500 >500			13 17 24	E4-2	21.3	18.4	
	Intra-morain.		8d1	408.07	5.80	1.80	7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée	400							
Moraine		7d1	8d1	407.37	6.50	0.70	De 3.0 à 4.0 m : faciès typique. Limon argileux à graviers et pierres peu abondants, recoupée par des fissures de retrait tapissées de limon bleuté et recouvertes de racinelles, brun-beige, assez plastique, humide, dur à très dur.	275 250			10 16 12				
			7d1	405.87	8.00	1.50	De 4.0 à 5.80 m et de 6.5 à 8.0 m : très rares graviers, brun puis gris-sombre à partir de 7.0 m De 8.0 à 10.0 m : faciès atypique. Limon peu argileux à graviers et pierres assez puis peu abondants en profondeur, gris, peu plastique, peu humide, très dur.	325 300 325 275 450 400				E4-3	21.6	17.4	
			8d	403.87	10.0	2.00	8 : Dépôts intramorainiques würmiens 8d : Phase argileuse Limon argileux, finement stratifié, brun, assez plastique, humide, dur.	>500 >500 >500			20 22 30	E4-4	23.2		

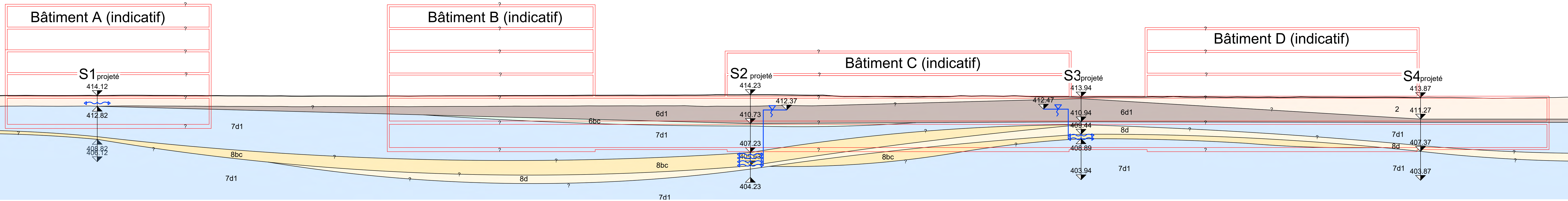
50 - 5cm

ANNEXE C

PROFIL STRATIGRAPHIQUE INTERPRÉTATIF

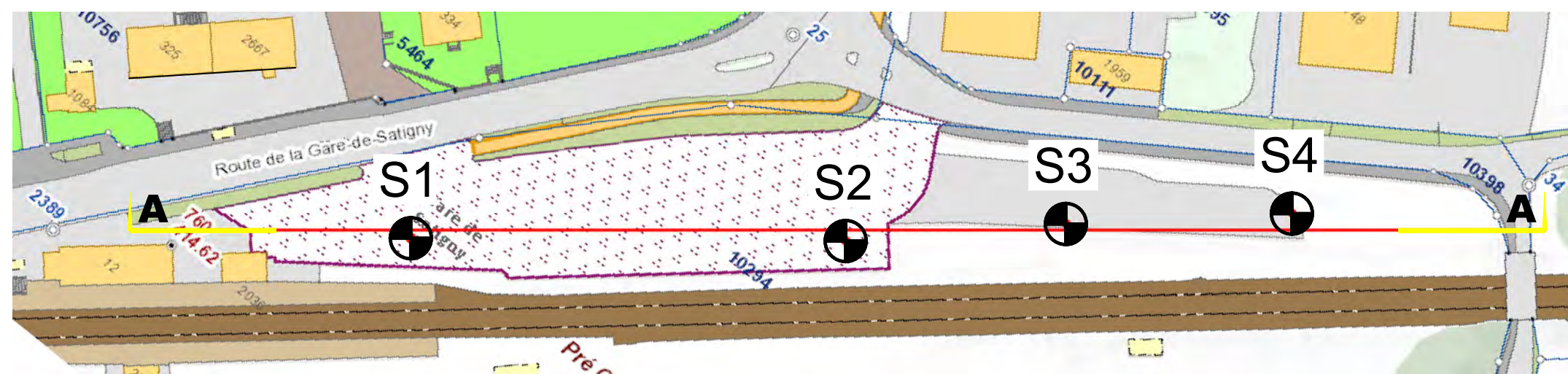
Profil stratigraphique interprétatif

Coupe A-A
Echelle : 1:200



Situation des sondages

Vue en plan
Echelle : 1:1000



Stratigraphie :

Formations superficielles

- Enrobé, gravillons, béton
- 2 : Remblais hétérogènes
- 6 : Formations glaciaires du retrait würmien
 - 6d1 : Phase limono-argileuse consolidée
 - 6b : Phase sablo-limoneuse
- 7 : Moraine würmienne à cailloux et blocs alpins
 - 7d1 : Phase limono-argileuse consolidée
- 8 : Formations intramorainiques
 - 8d1 : Phase limono-argileuse consolidée
 - 8bc : Phase sablo-limoneuse

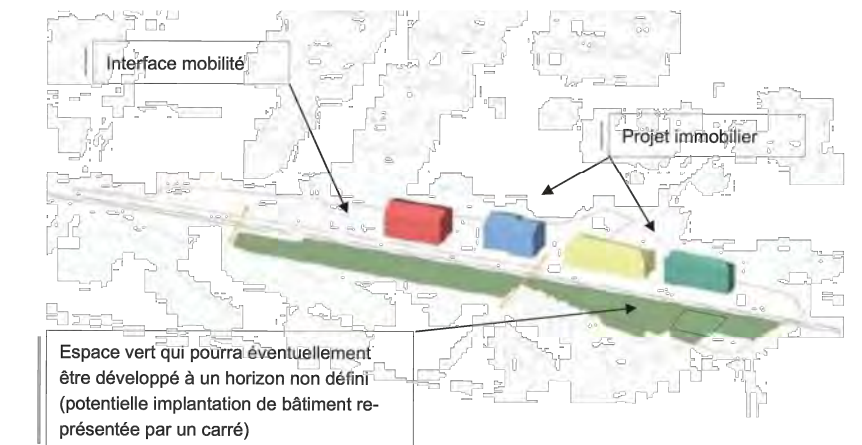
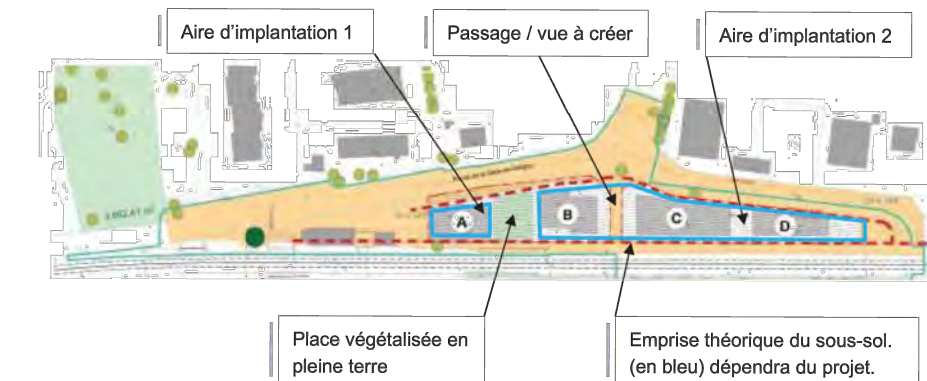
Divers :

- S1 projeté Forage carotté projeté
- ⚡ Venue d'eau et niveau piézométrique

Les profondeurs et les épaisseurs des couches ainsi que l'extension des lentilles sont données à titre indicatif et ne peuvent être considérées en tant que tel. Ils sont issus de l'extrapolation de la stratigraphie relevée dans les forages.

Projet de construction

Vue en plan



INGENIEURS CIVILS S.I.A.
Rue Jacques Grosselin 21
1227 CAROUGE (GE)
Tél: 022 309 49 30 - Fax: 022 342 49 37
E-mail: info@pmsa.ch

2135A
Pôle Satigny Gare

Profil stratigraphique
interprétatif

N° Plan : GEO001
Date : 27.08.2021
Dess. : RLT
Format : A3
Echelle(s) : VAR

ANNEXE D

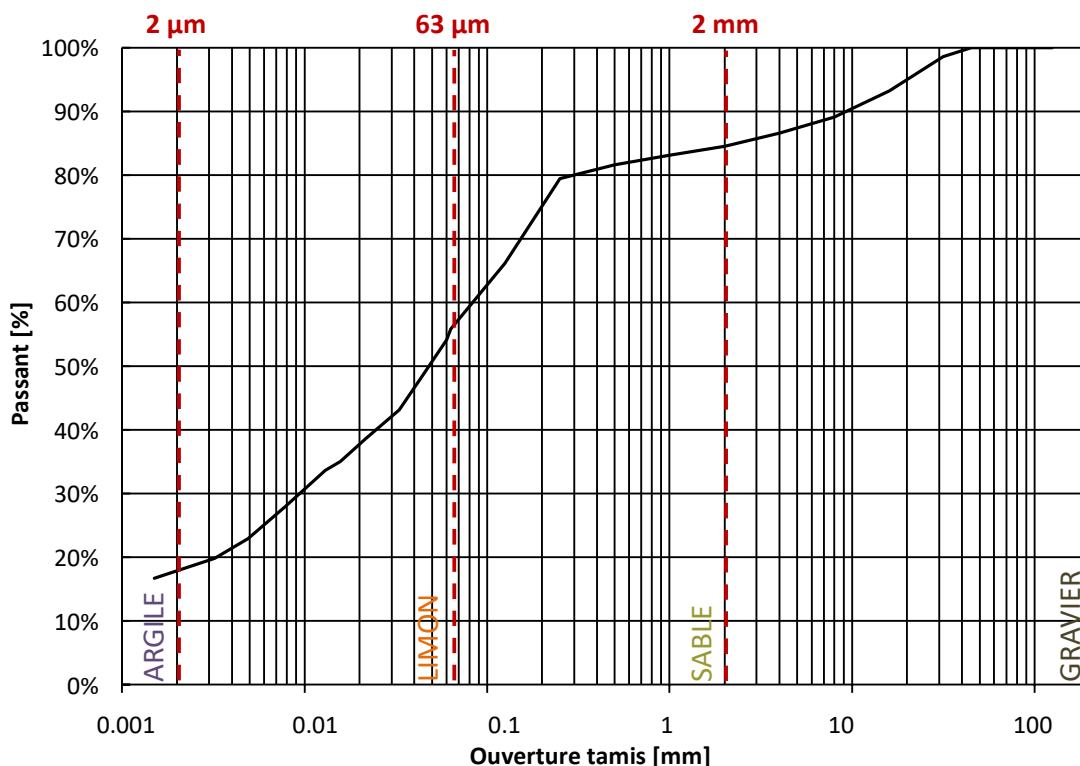
RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

N° Dossier:	GE 21.0171	Prélevé par :	Client
N° Ertec échantillon :	B21.561 / 1	Date de prélèvement :	13.07.2021
Client :	M. Lingat (P & M)	Date de réception :	13.07.2021
Chantier :	Rte de la gare - Satigny	Date d'analyse :	21.07.2021
Type d'échantillon :	forage carotté (sol)	Opérateur :	ERTEC / GBL

RESULTATS

Teneur en eau, à réception	[%-m]	Non mesurée
D _{max}	[mm]	31.5
Passant à 0.063 mm	[%-m]	55.8
Coefficient d'uniformité (C _u = D ₆₀ /D ₁₀)	[-]	-
Facteur de courbure (C _c = (D ₃₀) ² /(D ₁₀ · D ₆₀))	[-]	-
Classification U.S.C.S	[-]	-
Dénomination U.S.C.S	[-]	-

GRANULOMETRIE selon EN 933-1 et SEDIMENTOMETRIE selon SN 670816a



Tamis [mm]	Passant [%]
125	100.0%
90	100.0%
63	100.0%
45	100.0%
31.5	98.6%
16	93.2%
8	89.1%
4	86.6%
2	84.5%
1	83.1%
0.5	81.6%
0.25	79.4%
0.125	66.1%
0.063	55.8%
0.060	54.1%
0.045	48.6%
0.033	43.1%
0.022	38.6%
0.016	35.0%
0.013	33.6%
0.008	27.9%
0.005	22.9%
0.003	19.8%
0.002	16.7%

Remarques : N° client : F1 / E1-1 (profondeur 3.90m)

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Yverdon, le 22 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire

N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.541/1
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F3 / E3-1 Prof: 2.10 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	826.7	g	W_n =	16.9 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1593.8	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1482.8	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

m₁ : Pesée à l'air =	2395.2	g	MVA =	2.114 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1262	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.541/2
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F3 / E3-2 Prof: 3.90 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	822.2	g	W_n =	17.6 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1825.3	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1675.3	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

m₁ : Pesée à l'air =	2374.6	g	MVA =	2.152 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1271.4	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.541/3
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F3 / E3-3 Prof: 6.40 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	827.5	g	W_n =	10.6 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1618.6	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1542.8	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

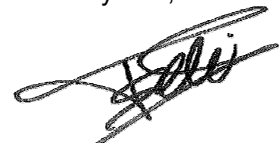
m₁ : Pesée à l'air =	2898.7	g	MVA =	2.276 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1625	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.541/4
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F3 / E3-4 Prof: 9.20 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	822.8	g	W_n =	8.7 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1644.6	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1578.9	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

m₁ : Pesée à l'air =	2620.8	g	MVA =	2.362 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1511.1	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.542/1
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F4 / E4-1 Prof: 2.90 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	821.8	g	W_n =	17.5 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1538.5	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1431.7	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

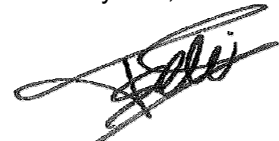
m₁ : Pesée à l'air =	2629	g	MVA =	2.139 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1400	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.542/2
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F4 / E4-2 Prof: 4.65 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	822	g	W_n =	18.4 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1488.8	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1385.1	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

m₁ : Pesée à l'air =	2368.1	g	MVA =	2.132 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1257.5	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.542/3
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F4 / E4-3 Prof: 7.45 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	821.1	g	W_n =	17.4 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1691.7	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1562.4	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

m₁ : Pesée à l'air =	2661.7	g	MVA =	2.157 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1427.9	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.542/3
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	09.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	09.07.2021
Position:	F4 / E4-4 Prof: 9.10 m	Date d'analyse :	14.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	822.7	g	W_n =	-161.0 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1324.5	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	2032.5	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

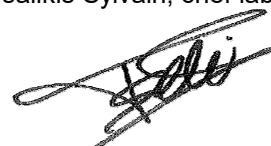
m₁ : Pesée à l'air =	2718.1	g	MVA =	2.319 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1546.1	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 15 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.561/2
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	13.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	15.07.2021
Position:	F1 / E1-2 Prof: 7.40 m	Date d'analyse :	19.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	821.9	g	W_n =	10.4 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	2657.1	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	2484.5	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

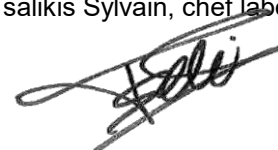
m₁ : Pesée à l'air =	2699.7	g	MVA =	2.348 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1549.9	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 20 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.562/1
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	12.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	13.07.2021
Position:	F2 / E2-1 Prof: 2.65 m	Date d'analyse :	19.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M_1 : Masse bac =	821 g	$W_n =$	18.7 %	TENEUR EN EAU
M_2 : Masse humide + bac =	1743.5 g	Calcul :		
M_3 : Masse sèche + bac =	1597.9 g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

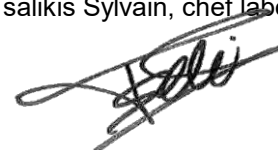
m_1 : Pesée à l'air =	2271.7 g	MVA =	2.145 Mg/m³	MVA
m_2 : Pesée dans l'eau =	1212.8 g	Calcul :		
ρ_{eau}	1 g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 20 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.562/2
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	12.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	13.07.2021
Position:	F2 / E2-2 Prof: 3.90 m	Date d'analyse :	19.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M₁ : Masse bac =	821.6	g	W_n =	16.3 %	TENEUR EN EAU
M₂ : Masse humide + bac =	1540.6	g	Calcul :		
M₃ : Masse sèche + bac =	1440	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

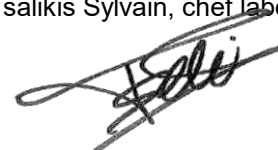
m₁ : Pesée à l'air =	2529.5	g	MVA =	2.201 Mg/m³	MVA
m₂ : Pesée dans l'eau =	1380	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 20 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



N° Dossier :	GE 21.0171	N° ertec Echantillon :	B21.562/3
Nom du Client :	Perreten et Milleret SA	Date de Prélèvement:	12.07.2021 Par : Client
Chantier:	Rte de la gare - SATIGNY	Date de Réception:	13.07.2021
Position:	F2 / E2-3 Prof: 9.50 m	Date d'analyse :	19.07.2021
Matériau:	Sol	Opérateur :	ERTEC / STS

TENEUR EN EAU selon SN 670 905-5 / EN 1097-5

M_1 : Masse bac =	822.2	g	$W_n =$	12.6 %	TENEUR EN EAU
M_2 : Masse humide + bac =	1618.5	g	Calcul :		
M_3 : Masse sèche + bac =	1529.3	g	$W_n = \frac{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_1)}{M_3 - M_1} \times 100$		

MVA par Pesée hydrostatique SELON en 12697-6

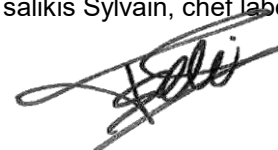
m_1 : Pesée à l'air =	1354.5	g	MVA =	2.197 Mg/m³	MVA
m_2 : Pesée dans l'eau =	738	g	Calcul :		
ρ_{eau}	1	g/cm ³	$MVA = \frac{(m_1)}{(m_1 - m_2)}$		

Remarques :

Les résultats ne concernent que l'échantillon testé.

Genève, le 20 juillet 2021

Visa de contrôle : Tsalikis Sylvain, chef laboratoire



ANNEXE E

PROPOSITION DE SONDAGES COMPLÉMENTAIRES

