favre & guth sa architectes ingénieurs et associés
25, route des acacias / cp 1269 / 1211 genève 26 / suisse
tél. +41 (0)22 827 02 20 / fax +41 (0)22 827 02 21
info@favre-guth.ch / www.favre-guth.ch

CONSTRUCTION PERRET S.A.
38, rte du Bois-de-Bay - 1242 SATIGNY
Tél 022 306.17.17 - Fax 022 306.17.07 - cpsa@cpsa.ch

COMPTOIR IMMOBILIER

PROJET DE PLQ AU CHAMP-DU-CHÂTEAU

Etude d'Impact sur l'Environnement 1ère étape

JUIN 2016

expertises
études d'impacts
recherches appliquées

ECOTEC Environnement S.A.
Rue François-Ruchon 3
1203 Genève
Tél : 022 344 91 19
E-mail : info@ecotec.ch

Sous-traitants :

@couConsult sarl
Rue de l'avenir 4
1207 Genève
Tél : 022 786 31 77

citec
Route des Acacias 47
CP 1711
1211 Genève 26
Tél : 022 809 60 00

Répartition des domaines environnementaux par bureau d'études :

ECOTEC Environnement S.A.

Pour les domaines :

- Protection des eaux
- Protection des sols
- Sites pollués
- Déchets, substances dangereuses pour l'environnement
- Conservation de la forêt
- Protection de la nature
- Protection du paysage naturel et bâti
- Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie

Sous-traitants :

Acouconsult Sàrl

- Protection contre le bruit

CITEC Ingénieurs conseils S.A.

- Données de base concernant le domaine trafic

Bureau partenaires du projet :

Amstein & Walthert SA

- Utilisation rationnelle de l'énergie

BG Ingénieurs conseils

- Prévention des accidents majeurs

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES 7

LISTE DES TABLEAUX 9

0. Résumé 1

1. Généralités 3

2. Procédure 4

2.1 Etape 1 – Adoption du PLQ (RIE1) 4

2.2 Etape 2 – Demande en autorisation de construire (RIE2) 4

3. Site et environs 6

3.1 Description du site 6

3.2 Périmètres d'étude 6

3.2.1 Perimètre restreint 6

3.2.2 Perimètre élargi 7

3.3 Horizons de référence 7

3.4 Zones d'affectation 8

3.5 Autres équipements 9

4. Projet 10

4.1 Description 10

4.2 Conformité avec l'aménagement du territoire 12

4.2.1 Niveau fédéral 12

4.2.2 Niveau cantonal 13

4.3 Justification du projet 15

4.4 Données de base concernant le trafic 16

4.4.1 Etat actuel 16

4.4.2 Etat futur sans projet....20
4.4.3 Etat futur avec projet....24
4.5 Utilisation rationnelle de l'énergie....32
4.5.1 Cadre légal....32
4.5.2 Objectifs du concept énergétique territorial....32
4.5.3 Évaluation des besoins énergétiques....32
4.5.4 Scénarios d'approvisionnement....34
4.5.5 Comparaison des Scénarios d'approvisionnement....35
4.5.6 Mesures, Infrastructures et équipements à préciser....38
4.6 Description de la phase de réalisation....40
4.6.1 Installations, accès et engins prévus....40
4.6.2 Terrassements et remise en état....40

5. Impacts du projet sur l'environnement....41

5.1 Protection de l'air et du climat....41
5.1.1 Bases légales....41
5.1.2 Hypothèses....41
5.1.3 Etat actuel....42
5.1.4 Etat futur sans le projet....43
5.1.5 Etat futur avec le projet....43
5.2 Protection contre le bruit....46
5.2.1 Bases légales....46
5.2.2 Etat actuel....46
5.2.3 Etat futur sans projet....50
5.2.4 Etat futur avec projet....50
5.3 Protection contre les vibrations et le son solidien....56
5.4 Protection contre les rayonnements non ionisants....56
5.4.1 Bases légales....56
5.4.2 Etat actuel....56
5.4.3 Etat futur sans le projet....57
5.4.4 Etat futur avec le projet....57
5.5 Protection des eaux....58
5.5.1 Bases légales....58
5.5.2 Eaux souterraines....59

5.5.3 Eaux superficielles, milieux aquatiques et riverains 59
5.5.4 Eaux à évacuer 62
5.6 Protection des sols 72
5.6.1 Bases légales et définitions 72
5.6.2 Méthodologie 72
5.6.3 Etat actuel 74
5.6.4 Etat futur sans le projet 81
5.6.5 Etat futur avec le projet 81
5.6.6 Mesures 84
5.7 Sites pollués 86
5.7.1 Bases légales 86
5.7.2 Etat actuel et état futur sans le projet 86
5.8 Déchets, substances dangereuses pour l'environnement 87
5.8.1 Bases légales 87
5.8.2 Etat actuel 88
5.8.3 Etat futur avec le projet 88
5.9 Organismes dangereux pour l'environnement 89
5.9.1 Bases légales 89
5.9.2 etat initial 89
5.9.3 impacts liés au projet 90
5.9.4 impacts de la phase de réalisation 90
5.9.5 Mesures 91
5.10 Prévention en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires ou de catastrophes 92
5.10.1 Bases légales 92
5.10.2 État Actuel 92
5.10.3 État futur sans projet 93
5.10.4 État futur avec projet 94
5.11 Conservation de la forêt 100
5.11.1 Bases légales 100
5.11.2 Etat actuel 100
5.11.3 Effets du projet 101
5.12 Protection de la nature 102
5.12.1 Bases légales 102
5.12.2 Méthode et sources de données 102

5.12.3 Etat actuel 103
5.12.4 Etat futur sans le projet 105
5.12.5 Etat futur avec le projet 105
5.13 Protection du paysage naturel et bâti 107
5.13.1 Bases légales 107
5.13.2 Etat actuel 107
5.13.3 Etat futur sans le projet 109
5.13.4 Etat futur avec le projet 109
5.14 Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie 116
5.14.1 Bases légales 116
5.14.2 Etat actuel et état futur sans le projet 116
5.14.3 Etat futur avec le projet 116

6. Impacts de la phase de réalisation 117

7. Etape ultérieure 117

7.1 Contenu de l'étape ultérieure 117
7.2 Propositions du cahier des charges pour le RIE2 117
7.2.1 Utilisation rationnelle de l'énergie 117
7.2.2 Utilisation rationnelle de l'énergie 117
7.2.3 Description de la phase de réalisation (chantier) 117
7.2.4 Protection de l'air et du climat 118
7.2.5 Protection contre le bruit, les vibrations et le son solidien 118
7.2.6 Protection contre les rayonnements non ionisants 118
7.2.7 Protection des eaux 118
7.2.8 Protection des sols 119
7.2.9 Sites pollués 119
7.2.10 Déchets et substances dangereuses pour l'environnement 119
7.2.11 Prévention en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires et de catastrophes 119
7.2.12 Conservation de la forêt 120
7.2.13 Protection De la nature 120
7.2.14 Protection du paysage naturel et bâti 120
7.2.15 Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie 120
7.2.16 Suivi environnemental de la réalisation 120

8. Mesures **121**

8.1 Types de Mesures intégrées au projet 121

8.1.1 Protection de l'air sur le chantier 121

8.1.2 Protection contre le bruit 122

8.1.3 Rayonnements non ionisants 123

8.1.4 Protection des eaux 123

8.1.5 Protection des sols 124

8.1.6 Sites pollués 124

8.1.7 Gestion des déchets 124

8.1.8 Protection en cas d'accidents majeurs, d'événements extraordinaires eT de catastrophes 125

8.1.9 Protection de la nature 126

8.1.10 Protection du paysage naturel et bâti 126

8.1.11 Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie 126

9. Conclusion **127**

10. Bibliographie **129**

11. Annexes **130**

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation.....6
Figure 2 : Périmètre considéré par l'étude stratégique de mobilité (CITEC).....7
Figure 3 : Projet de modification de zone 29'882.....8
Figure 4 : Surfaces de compensation écologique (SITG, mai 2010).....8
Figure 5 : Plan du projet (Favre & Guth, 2016).....10
Figure 6 : Plan sectoriel des transports (ARE- 26 avril 2006).....13
Figure 7 : Plan directeur cantonal (DT, Aménagement du territoire – 2007).....14
Figure 8 : TJM actuel (Citec, 2016).....17
Figure 9 : Situation actuelle des aménagements pour la mobilité douce (Citec, 2016).....19
Figure 10 : TJM 2020 futur sans projet (Citec, 2016).....21
Figure 11 : Réseau TC futur selon PDTC 2015-2018 / Situation provisoire (Citec, 2016).....23
Figure 12 : TJM futur avec projet (Citec, 2016).....25
Figure 13 : Réseau de mobilité douce futur (Citec, 2016).....27
Figure 14 : Plan de réaménagement de la route des Romelles (Citec, 2016).....29
Figure 15 : Plan de réaménagement du giratoire de l'autoroute (Citec, 2016).....30
Figure 16 : Plan de réaménagement du carrefour Lausanne/Romelles avec bypass (Citec, 2016).....31
Figure 17 : Consommation d'énergie selon chaque scénario (Amstein + Walthert, 2014).....33
Figure 18 : Scénario Minimum légal (Amstein + Walthert, 2014).....34
Figure 19 : Scénario Eau du lac (Amstein + Walthert, 2014).....34
Figure 20 : Scénario Géothermie (Amstein + Walthert, 2014).....35
Figure 21 : Schéma de réservation des équipements et infrastructures énergétiques pour le scénario *Eau du lac* (Amstein + Walthert, 2014).....39
Figure 22 : Cadastre des valeurs moyennes d'immissions de NO_2 en 2013 (SABRA avril 2014).....42
Figure 23 : Prévisions des immissions de NO2 (État de Genève, 2013).....43
Figure 24 : Évolution des émissions de PM10 (2016 et 2020 : prévisions) (État de Genève, 2013).....43
Figure 25 : Plan des DS (source SITG).....47
Figure 26 : Graphique du détail de la mesure in-situ N°5 (passages avion et trains).....49
Figure 27 : Localisation des trémies.....51
Figure 28 : Vue des récepteurs sensibles au bruit depuis la route des Romelles.....53
Figure 29 : Position des sources de rayonnements non ionisants.....57
Figure 30 : Secteur de protection des eaux superficielles (source SITG).....60
Figure 31 : Profil écomorphologique du ruisseau du Vengeron.....61
Figure 32 : Cadastre du réseau d'assainissement des eaux (source SITG).....63
Figure 33 : Potentiel d'infiltration des eaux pluviales (source SITG).....64
Figure 34 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n°19) – Situation future sans PLQ (zs, 2015).....64

Figure 35 : Découpage en sous bassins versants (zs, 2015). 65
Figure 36 : Variantes de principe pour l'évacuation des eaux pluviales (zs, 2015). 66
Figure 37 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n°19) - Situation future avec une contrainte de rejet fixée à 50 l/s/ha T 10 ans sur le périmètre du PLQ (zs, 2015). 68
Figure 38 : Plan de la parcelle avec délimitation des zones et emplacement des sondages à la tarière et de la fosse pédologique. 73
Figure 39 : Position des sondages géologique (source : SITG). 75
Figure 40 : Carte de délimitation des différents types de sol. 77
Figure 41: Carte de répartition des épaisseurs de l'horizon A. 79
Figure 42: Carte de répartition des épaisseurs de l'horizon B. 80
Figure 43 : Plan du projet présentant les zones potentielles de stockage en andain des horizons A et B. 83
Figure 44 : Extrait du cadastre cantonal des sites pollués *(*source SITG*).* 86
Figure 45: Situation des néophytes répertoriés à proximité du périmètre de projet (SITG, 2014). 90
Figure 46 : Sources de risques au sens de l'OPAM (BG, 2016). 93
Figure 47 : Diagramme probabilité conséquence pour différentes mesures de protection (suisseplan, 2016) 94
Figure 48 : Courbes cumulatives de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse haute – Avec et sans Champ-du-Château (BG, 2016). 95
Figure 49 : Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc – Etat projeté – Hypothèse haute – Sans le projet Champ-du-Château (BG, 2016). 96
Figure 50 : Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc – Hypothèse haute – Avec le projet Champ-du-Château (BG, 2016). 97
Figure 51 : Courbe cumulative de risques OPAM liés à l'autoroute A1, avec et sans Champ-du-Château (BG, 2016). 98
Figure 52 : Arborisation du site du Champ-du-Château. 100
Figure 53 : Prairies extensives. 103
Figure 54 : Bosquet situé au centre de la parcelle du Champ-du-Château. 106
Figure 55 : 2 bâtiments (N°675 et 676) situé sur la parcelle N°2969 (habitation et garage). 108
Figure 56 : La complémentarité des bosquets et des surfaces herbacées offre un certain intérêt paysager. 108
Figure 57 *:* Vue sur le lac, depuis l'arrêt des Tuileries. 108
Figure 58 : Vue sur l'autoroute A1 et ses bordures boisées, depuis la passerelle longeant la ligne CFF. 109
Figure 59 : Bosquets localisés à proximité de la ligne CFF. 109
Figure 60 : Photomontages avec aménagements paysagers, depuis la route de Lausanne (Favre & Guth, 2016). 110
Figure 61 : Photomontage de l'épannelage (Favre & Guth, 2016). 111
Figure 62 : Photomontage de l'épannelage (Favre & Guth, 2016). 112
Figure 63 : Plan d'aménagement paysager traitant des transitions depuis la route des Romelles et depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016). 113
Figure 64 : Traitement de la transition entre la route de Lausanne et le projet (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016). 114
Figure 65 : VUE 1 (cf. figure 63) présentant l'écran végétal depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016). 114
Figure 66 : VUE 2 (cf. figure 63) présentant l'écran végétal depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016). 115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des bâtiments 11
Tableau 2 : Critères de comparaison quantitatifs (Amstein + Walthert, 2014) 36
Tableau 3 : Comparaison qualitative des scénarios. 37
Tableau 4 : Comparaison des incidences environnementales. 37
Tableau 5 : Émissions du trafic induit 44
Tableau 6 : Émissions du parking 44
Tableau 7 : Mesures du Plan OPair intégrées ou à intégrer au projet. 45
Tableau 8 : Valeurs limites d'immissions pour les degrés de sensibilité II, III et IV. 47
Tableau 9 : Niveaux sonores en façade des bâtiments concernés par des augmentations de trafic (source : SITG). 48
Tableau 10 : Résultats. 49
Tableau 11 : Immissions actuelles du bruit aérien sur la parcelle (SABRA, 2013) 50
Tableau 12 : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier/ferroviaire (identiques) (OPB). 50
Tableau 13 : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic aérien (OPB). 51
Tableau 14 : Immissions aux façades d'après le modèle SLT-86 52
Tableau 15 : Comparaison des variantes (zs, 2015) 67
Tableau 16 : Comparaison des sous variantes de gestion des eaux. 69
Tableau 17 : Calcul du nombre d'équivalent habitant (EH) du PLQ. 70
Tableau 18 : Surfaces de compensation écologique présentes sur la zone d'implantation du projet. 74
Tableau 19 : Synthèse des informations des sondages géologiques. 75
Tableau 20 : épaisseurs des horizons A et B pour chaque sondage. 78
Tableau 21 : Récapitulatif des résultats d'analyses. 81
Tableau 22 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection de l'air. 121
Tableau 23 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection contre le bruit. 122

0. RESUME

Le périmètre de Champ-du-Château se situe sur la commune de Bellevue, entre la bretelle autoroutière du Vengeron, la route de Lausanne, la route des Romelles et les voies de chemin de fer. Cette surface de 52'742 m^2 fait l'objet d'un projet de plan localisé de quartier.

Après l'étude de plusieurs variantes, le projet retenu en 2014 était un ensemble de bâtiments de 68'000 m^2 de surfaces brutes de planché réparties entre logement (49.39 %) et activités administratives, hôtelière et commerciale (50.61%). à ceci, s'ajoutait un parking souterrain de 914 places sur 3 niveaux.

Suite au préavis favorable sous condition du conseil municipal de la commune de Bellevue, rendu le 26 janvier 2016 et aux concertations avec le service des monuments et des sites (SMS), le projet a évolué : un ensemble de bâtiments de 64'000 m^2 de surface brute de plancher réparties entre logement (40.63 %) et activités administrative, hôtelière et commerciale (59.38 %) a été retenu. Le parking souterrain a été réduit à 900 places sur 3 niveaux. Le présent document constitue le rapport d'impact sur l'environnement 1ère étape du projet.

L'annexe 0 synthétise les réponses apportées au préavis du SERMA.

Aménagement du territoire

Le projet est conforme à l'aménagement du territoire, que ce soit au niveau régional, cantonal et communal.

En effet, le site du Champ-du-Château est mentionné par le plan directeur cantonal 2015 pour un développement d'activités, cette définition ayant été reprise dans le projet d'agglomération.

Impact environnemental

Compte tenu de sa localisation, le projet du Champ-du-Château n'entraine pas d'impacts significatifs pour :

- Les vibrations et le son solidien ;
- les rayonnements non ionisants ;
- les eaux souterraines ;
- les eaux superficielles ;
- les sites pollués ;
- les organismes dangereux pour l'environnement ;
- la conservation de la forêt ;
- la protection du patrimoine bâti et des monuments, l'archéologie.

Concernant les impacts sur la *qualité de l'air*, les oxydes d'azotes se trouvent en-dessous de la valeur limite de l'OPair.

L'utilisation accrue des voies de communication (art. 9 OPB) n'entrainera pas d'augmentation significative des immissions de *bruit*. La mise en place des nouvelles trémies (art. 7 OPB) n'entrainent pas d'impact significatif sur les récepteur les plus proches. Enfin, il sera permis de construire dans ce secteur exposé au bruit (art. 31 OPB) en appliquant les mesures constructives nécessaires.

La conformité du système d'*évacuation des eaux* est assurée par une gestion quantitative des eaux pluviales à la parcelle par le biais de rétention sur toiture et à ciel ouvert.

Compte tenu de sa localisation, de sa nature et de son ampleur, le projet génère un impact négatif et définitif sur les *sols*. En raison de l'utilisation agricole de ces terres, cet impact est relativement important. Les mesures, prévues par le projet, permettant de compenser ces impacts seront détaillées dans le RIE 2.

Le projet génèrera des *déchets* ménagers en phase d'exploitation. Concernant la phase de réalisation, afin d'optimiser le mouvement des matériaux d'excavation, il a été proposé d'excaver 0.5 m de moins que prévu et de répartir une partie des matériaux excavés autour des bâtiments projetés.

Quatre installations à proximité du projet sont soumises à l'*ordonnance sur les accidents majeurs, les événements extraordinaires et les catastrophes.* Pour l'autoroute A1 et la route de Lausanne, aucune mesures particulières ne sont nécessaires. En revanche pour les voies CFF les contraintes imposées dans le guide de

planification pour l'aménagement aux abords des voies devront être appliquées, et pour le gazoduc, plusieurs mesures de protection sont préconisées.

La situation enclavée du site l'isole de tous les grands réseaux biologiques et milieux naturels de la rive droite. Toutefois, compte tenu de sa taille, la parcelle abrite des espèces de petite et moyenne faune, ainsi que différents petits *milieux naturels* (haies basses, bosquets, vieux arbres creux servant d'abris). Le RIE2 permettra d'affiner l'inventaire des espèces actuellement sur le site. D'une manière générale, les arbres remarquables se trouvant entre la partie nord-ouest du projet ainsi que les écrans de végétation entre l'A1 et les villas seront conservés. Les autres cordons boisés sont prévus à l'abattage, cependant tout sera entrepris pour conserver au maximum les cordons boisés longeant la route de Lausanne et la route des Romelles. La *forêt* cadastrée n'est pas touchée. Le projet de détail comprendra un projet d'aménagement paysager intégrant des objectifs concernant la faune et la flore présentes actuellement sur la parcelle, ainsi que celles présentes dans le futur.

La réalisation du projet modifiera significativement le *paysage* actuel. L'impact paysager sera donc non négligeable, mais son importance dépendra des choix architecturaux et paysagers.

1. GENERALITES

Le bureau ECOTEC Environnement S.A. a été mandaté en date du 21 août 2008, par Monsieur Paul Epiney et Construction Perret SA, pour réaliser les rapports d'étude d'impact concernant le développement du site du Champ-du-Château, situé sur la Commune de Bellevue. La demande préalable accompagnée REP a été déposée le 27 février 2009 pour consultation auprès des services. Depuis, le statut du projet a évolué : il s'agit à présent d'un plan localisé de quartier (PLQ). Le présent document est un rapport d'impact sur l'environnement 1ère étape (RIE1) tenant compte des demandes et préavis des services cantonaux et mis à jour en mai 2016 suite au préavis du conseil municipal de la commune de Bellevue du 26 janvier 2016.

Le contenu et les prestations du RIE1 ont été réalisés selon le manuel EIE de 2009. Le canton de Genève a décidé de faire de ce manuel ses directives cantonales au sens de l'article 9, alinéa 2 de la LPE (Loi sur la protection de l'environnement) depuis 2009, ceci afin d'harmoniser le contenu des rapports d'impacts sur l'environnement.

Le présent RIE est structuré de la manière suivante : après la présentation du projet (chapitre 4), les impacts sur l'environnement prévisibles à ce sont mis en évidence (chapitre 5), le cahier des charges du RIE2 est élaboré (chapitre 7) et différentes mesures de minimisation et de compensation sont esquissées (chapitre 8).

2. PROCEDURE

Conformément à l'Ordonnance fédérale du 19 octobre 1988 relative à l'étude d'impact sur l'environnement (OEIE) le PLQ est soumis à l'élaboration d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE) car le parking souterrain associé au projet est supérieur à 500 places.

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

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

Une nouvelle LPE est entrée en vigueur au 1er juin 2008, d'où :

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

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

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

2.1 ETAPE 1 – ADOPTION DU PLQ (RIE1)

La DR 18258 ayant servi de base pour l'élaboration du PLQ était accompagnée d'un REP avec cahier des charges pour le RIE1. Cette étape correspond à l'adoption du PLQ. Elle comprend deux phases : le rapport d'enquête préliminaire (REP1) et le rapport d'impact sur l'environnement RIE1. Le document EIE accompagnant le PLQ est directement un RIE1 avec cahier des charges pour le RIE2.

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

- Un tri entre les impacts déterminants et non déterminants (ou insignifiants) est fait. Ainsi, les domaines dont les impacts ont été évalués comme non déterminants, quel que soit le degré de détail du projet, pourront être abandonnés dans l'étape 2 (RIE2).
- Le cahier des charges pour l'élaboration du RIE2 (en 7.2 de ce rapport).

2.2 ETAPE 2 – DEMANDE EN AUTORISATION DE CONSTRUIRE (RIE2)

La deuxième étape nécessitera l'élaboration d'un RIE2. Elle correspondra à la phase de la demande définitive de construire (DD).

Le but de l'étude d'impact 2ème étape et de son RIE2 sera de vérifier la légalité environnementale du projet, et d'optimiser chaque projet au stade de son élaboration, afin d'en réduire les impacts identifiés.

Les impacts du projet (phase d'exploitation et phase chantier) sur les différents milieux récepteurs et leurs effets seront évalués et complétés par rapport au RIE1, selon le cahier des charges du RIE2 et les préavis des

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

Le SEIE ainsi que les services spécialisés cantonaux seront consultés dans le cadre de cette procédure. Le RIE2 permettra par la suite à l'autorité d'évaluer le projet de la façon la plus complète possible, et de se prononcer sur la légalité du projet dans le cadre de la demande définitive de construire.

3. SITE ET ENVIRONS

3.1 DESCRIPTION DU SITE

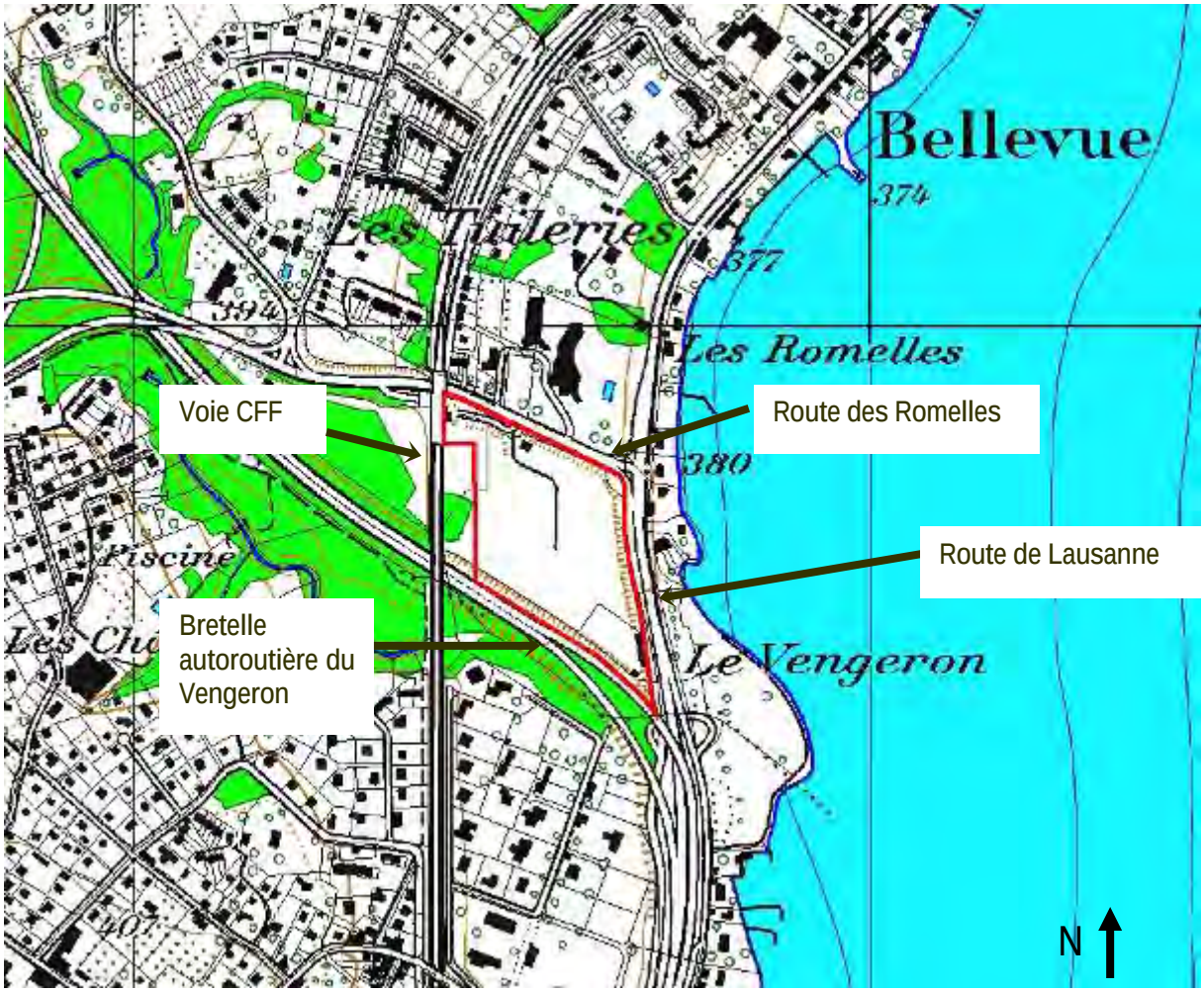


Figure 1 : Plan de situation.

Les terrains de la zone ont une superficie de 52'742 m^2 entièrement en mains privées (Hoirie Rilliet). Ces terrains sont principalement en zone de développement 3 depuis avril 2014.

Le site concerné par le projet d'urbanisation occupe une situation stratégique à l'entrée de Genève et à proximité du complexe nautique projeté au Vengeron. En effet, le périmètre de Champ-du-Château est situé entre la bretelle autoroutière du Vengeron, la route de Lausanne, la route des Romelles et la voie de chemin de fer (Figure 1).

3.2 PERIMETRES D'ETUDE

3.2.1 PERIMÈTRE RESTREINT

Pour évaluer les effets du projet pour chaque domaine, on considérera le périmètre restreint, celui-ci comprend l'emprise du projet et du chantier et les abords immédiats.

3.2.2 PERIMÈTRE ÉLARGI

Selon les domaines de l'environnement concernés, un périmètre élargi correspondant aux zones potentiellement soumises à l'influence du projet a également été pris en considération :

- Pour le paysage, il s'agit de la zone d'influence directe du projet, soit l'ensemble agricole et les formations boisées situés entre la ligne CFF et la route de Lausanne.
- Pour l'évaluation de l'état initial et des impacts du projet sur la charge du trafic routier, le périmètre d'influence est le périmètre élargi illustré à la Figure 2 (CITEC, Champ-du-Château, février 2014).
- Pour l'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air et le bruit, le périmètre considéré est établi sur la base de l'étude stratégique de mobilité de CITEC (figure 2).
- Pour la faune et la flore, le périmètre considéré comprend également le carré kilométrique qui entoure le projet et qui englobe les ensembles homogènes bordant le Vengeron (continuum bleu, continuum vert, boisements.). Pour l'avifaune, la présence des territoires de nidification a été prise en compte dans un rayon minimum d'un kilomètre autour de la parcelle concernée. Pour la grande faune en particulier (mammifères), la situation régionale des passages à faune a été considérée.
- Pour les eaux souterraines et superficielles, le périmètre d'influence est la partie du bassin versant du Vengeron à l'aval de l'échangeur autoroutier situé au nord-ouest du périmètre restreint.

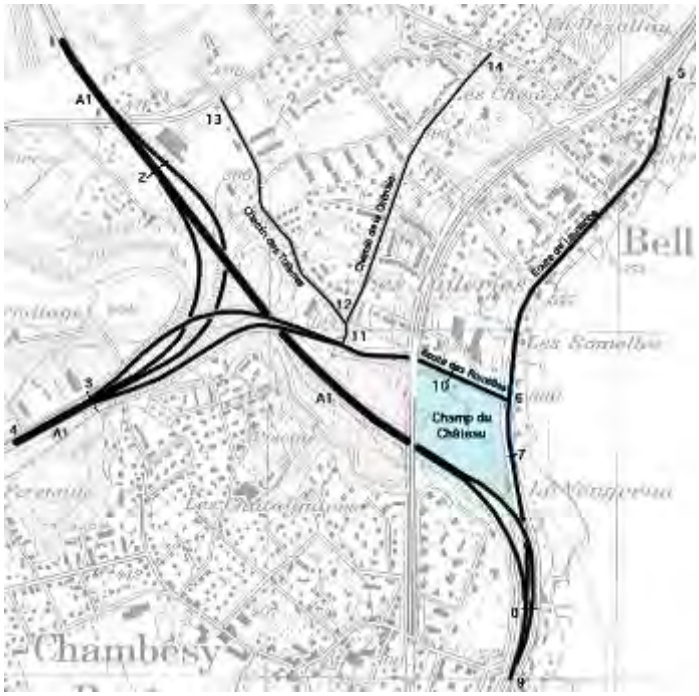


Figure 2 : Périmètre considéré par l'étude stratégique de mobilité (CITEC).

3.3 HORIZONS DE REFERENCE

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

- L'état actuel : selon la situation actuelle du trafic étudiée par CITEC (2015).
- L'état futur sans projet : correspond à la situation future sans le projet, en prenant en compte les différents autres projets influençant le trafic dans la région (2020).
- L'état futur avec projet : correspond à l'état initial plus le projet pour lequel les effets seront évalués (2020).

3.4 ZONES D'AFFECTATION

Le périmètre d'intervention se situe en zone de développement 3. Le projet de modification de zone N°29'882 a été adopté le 11 avril 2014.

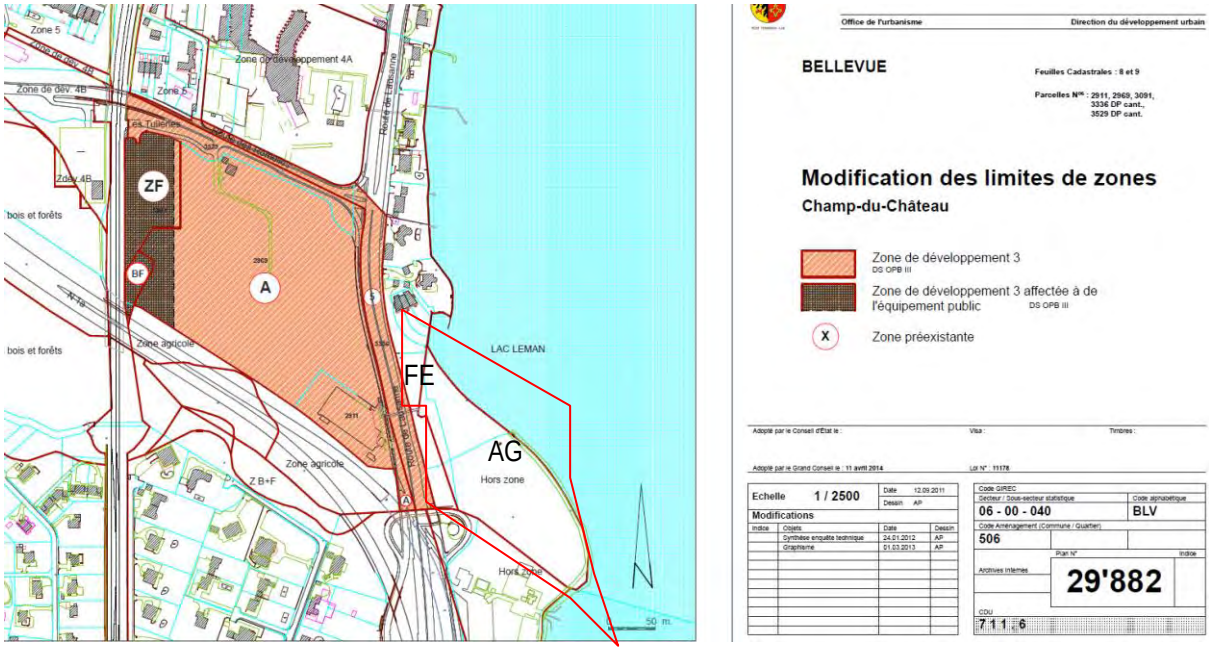


Figure 3 : Projet de modification de zone 29'882.

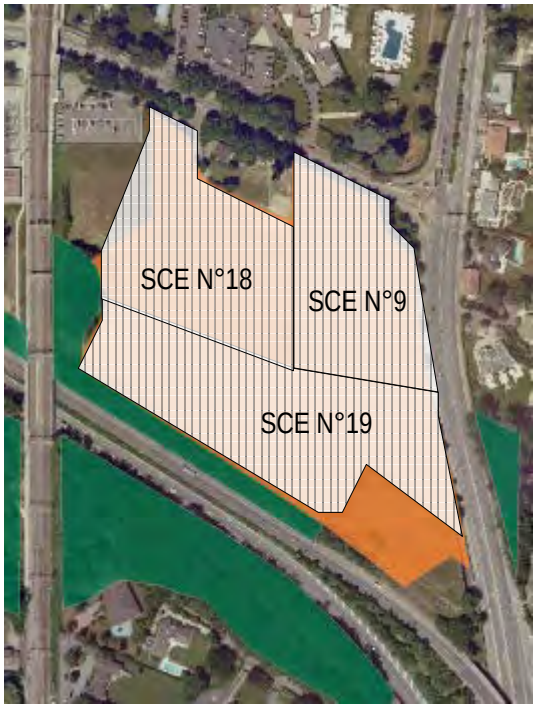


Figure 4 : Surfaces de compensation écologique (SITG, mai 2010).

Le site actuel comprend trois surfaces de compensation écologique (orange clair hachuré sur la Figure 4).

3.5 AUTRES EQUIPEMENTS

Les autres équipements particuliers connus au stade actuel du développement du projet et situés à proximité sont :

- les infrastructures du réseau CFF ;
- le réseau routier ;
- le P+R des Tuileries.

Ces équipements ont été pris en compte dans le développement du projet, mais ne font pas l'objet d'une évaluation par la présente étude.

En complément des dessertes routières et ferroviaires, les terrains sont desservis par un cheminement piétonnier qui les relie au bord du lac.

En plus des infrastructures routières et ferroviaires précédemment citées (viaducs et ponts compris), l'environnement construit comprend :

- Le passage voûté du canal du Vengeron, tout le long de la zone concernée par le projet de desserte ;
- Un bâtiment souterrain SIG sur la parcelle 2911, correspondant à une ancienne station de pompage et de filtration ;
- Une station de pompage du CERN sur la parcelle 2911 ;
- De nombreux réseaux des services publics, dont les plus contraignants sont :
  - La conduite Gaznat, Ø 270 mm sur les parcelles 2911 et 2969 (au nord de l'autoroute côté Bellevue) ;
  - La conduite d'eau du CERN, Ø 1'200 mm également sur les parcelles 2911 et 2969 ;
  - La ligne électrique souterraine 130 kV sur la parcelle 1227 (au sud de l'autoroute côté Pregny-Chambésy).

Projets connexes :

A l'échelle du périmètre élargi, 4 autres projets sont à prendre en compte :

- Le projet de crèche intercommunale sur la parcelle située à l'Est de la voie de chemin de fer.
- Le projet de nouveau port du Vengeron, d'environ 200 places, qui a fait l'objet d'un concours d'architecture en 2002 et qui est inscrit dans le plan directeur de la commune de Bellevue, approuvé par conseil d'état en 2004. Ce projet rentre en conflit avec le projet de traversée du lac et sa planification est compromise.
- Le projet de réhabilitation du bâtiment vide du SIG, dont l'affectation future n'est pas encore connue.
- Le P+R des Tuileries.
- La traversée du lac, prévue pour 2030.
- Projet hydro-thermique de GeniLac® porté par les SIG.

4. PROJET

4.1 DESCRIPTION

Le périmètre du Champ-du-Château, qui fait l'objet d'un PLQ, est composé des parcelles 2969 et 3091 pour une superficie totale de 52'742 m^2 sur la commune de Bellevue. Ce site est délimité par l'autoroute A1 au sud, la ligne CFF Lausanne-Genève à l'ouest, la route de Romelles au nord et la route de Lausanne à l'est (figure 1).

C'est un projet global comprenant la réalisation d'un parking souterrain de 900 places, un ensemble de logements, d'activités hôtelières et de bureaux pour une surface brute de plancher (SBP) totale de 64'000 m^2. Le détail de la répartition de ces fonctions est donné au tableau 1.

Figure 5 : Plan du projet (Favre & Guth, 2016).

L'accès au site se fera depuis la route de Lausanne et la route des Romelles. La frange Nord du périmètre comprenant une affectation au cadastre forestier sera cédée à l'état de Genève.

Tableau 1 : Description des bâtiments

Nom du bâtiment	Affectation	Nombre d'étages	SBP
L1	Logement	R+2 à R+2+5A	13'884 m^2
L2	Logement	R+7	12'116 m^2
A3	Activités administratives	R+6	18'399 m^2
A4a/b	Activités / Hôtellerie	RI+R+6	18'776 m^2
C5	Activités (Mini-supermarché)	R	825 m^2

4.2 CONFORMITE AVEC L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

A l'heure actuelle, les parcelles sont classées en zones agricole (Parcelle N°2969) et ferroviaire (Parcelle N°3091, Figure 3). Une convention a été signée entre l'Etat de Genève et l'hoirie Rilliet, propriétaire des parcelles mentionnées, afin de concilier les différents intérêts mis en jeu. L'hoirie Rilliet souhaite obtenir un déclassement du site du Champ-du- Château, avec l'appui actif des autorités cantonales et conformément à l'objectif visé par le plan directeur cantonal.

En effet, le projet du plan d'agglomération est conforme aux indications du plan directeur cantonal qui indique à cet endroit « périmètre à destination d'activités ». Par ailleurs, la convention signée entre l'Etat de Genève et l'hoirie Rilliet précise la volonté d'un projet d'urbanisation sans nuisance décrit comme une « pôle d'activités denses d'une capacité inférieure à 2'000 emplois ».

Afin d'entreprendre ce déclassement, une étude directrice sectorielle d'aménagement ainsi qu'une procédure de modification des zones et d'adoption d'un plan localisé de quartier (PLQ) ont été entreprises par Jean-Jacques Oberson, architecte. En ce sens, un projet de loi (PL11179) a été déposé le 22 mai 2013 pour modifier la zone d'affectation en zone de développement 3 et zone de développement 3 affecté à de l'équipement public.

Ces études permettront le dépôt du PLQ dont le présent rapport fera partie.

La commune de Bellevue a manifesté son intérêt pour le développement de cette zone fort bien située, tout en recommandant la réalisation d'un projet « sans nuisances » à l'échelle communale.

En ce sens, le groupement des communes de la rive droite a rappelé, lors de la signature de cette convention, sa volonté de ne supporter aucune circulation supplémentaire sur le réseau existant, hormis l'axe autoroutier. La commune de Bellevue a mandaté le bureau Amsler Bombeli et associés SA, afin d'étudier les liaisons possibles avec l'autoroute.

4.2.1 NIVEAU FÉDÉRAL

Aucune mention particulière en rapport avec ce projet n'a été faite dans le «Rapport 2005 sur le développement territorial» présenté en mars 2005 par l'Office fédéral du développement territorial (ARE).

Sur la zone ou en périphérie, deux projets sont mentionnés dans le Plan sectoriel des transports (Figure 6) :

- L'élargissement du tronçon autoroutier Genève / Meyrin – Le Vengeron – Nyon, sur l'A1 ;
- Le projet ferroviaire de 3ème / 4ème voie CFF.

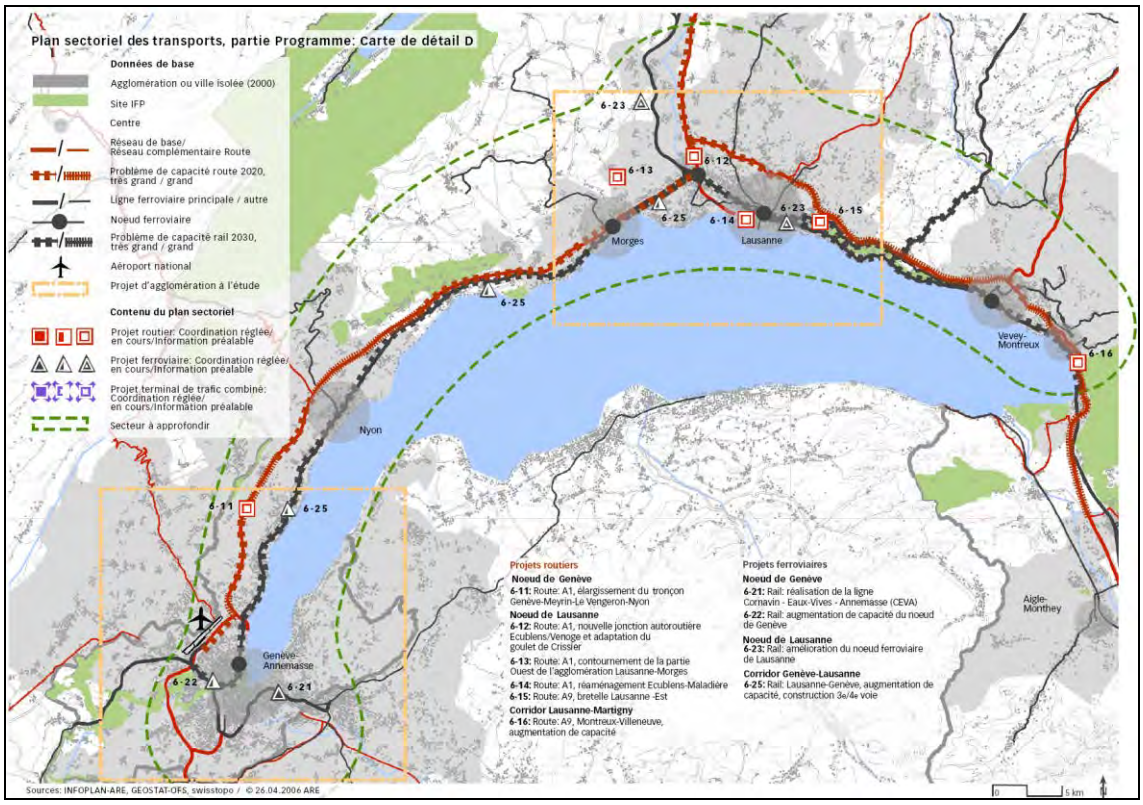


Figure 6 : Plan sectoriel des transports (ARE- 26 avril 2006).

4.2.2 NIVEAU CANTONAL

Le plan directeur cantonal constitue la référence de base sur les objectifs cantonaux d'aménagement à poursuivre, sur la coordination territoriale des diverses politiques (notamment pour les transports) et sur les actions d'aménagement à mettre en œuvre d'ici à 2015.

Il s'appuie sur deux instruments : le concept de l'aménagement cantonal (grandes orientations politiques) et le schéma directeur cantonal (conditions de mise en œuvre). Le plan directeur cantonal a été voté en 2001 par le Grand Conseil et approuvé en 2003 par le Conseil Fédéral. Le Conseil d'Etat a adopté sa mise à jour en 2006.

Le plan directeur cantonal prévoit la possibilité d'extension urbaine sur la zone agricole (hachuré rouge dans la Figure 7). En effet, pour la réalisation de ce projet, des zones agricoles seront exceptionnellement déclassées, en continuité de l'actuelle zone à bâtir, pour répondre à des besoins d'intérêt général. Les terrains déclassés devront être compensés qualitativement et/ou quantitativement (Fiche 3.12 Mesures de compensation du Plan Directeur Cantonal et fiche 2.04 – Extensions urbaines dans la zone agricole).

Une pénétrante de verdure est également indiquée dans le plan directeur cantonal, située le long de la bordure sud de l'autoroute, au niveau de la zone d'implantation de la desserte (hachures verticales vert clair dans la Figure 7).

Cette pénétrante de verdure prolonge la zone de bois, bordant le Vengeron jusqu'au lac. Elle créé une coupure écologique et paysagère entre les zones urbaines de Chambésy-Dessus et de l'ensemble Les Tuileries-Genthod.

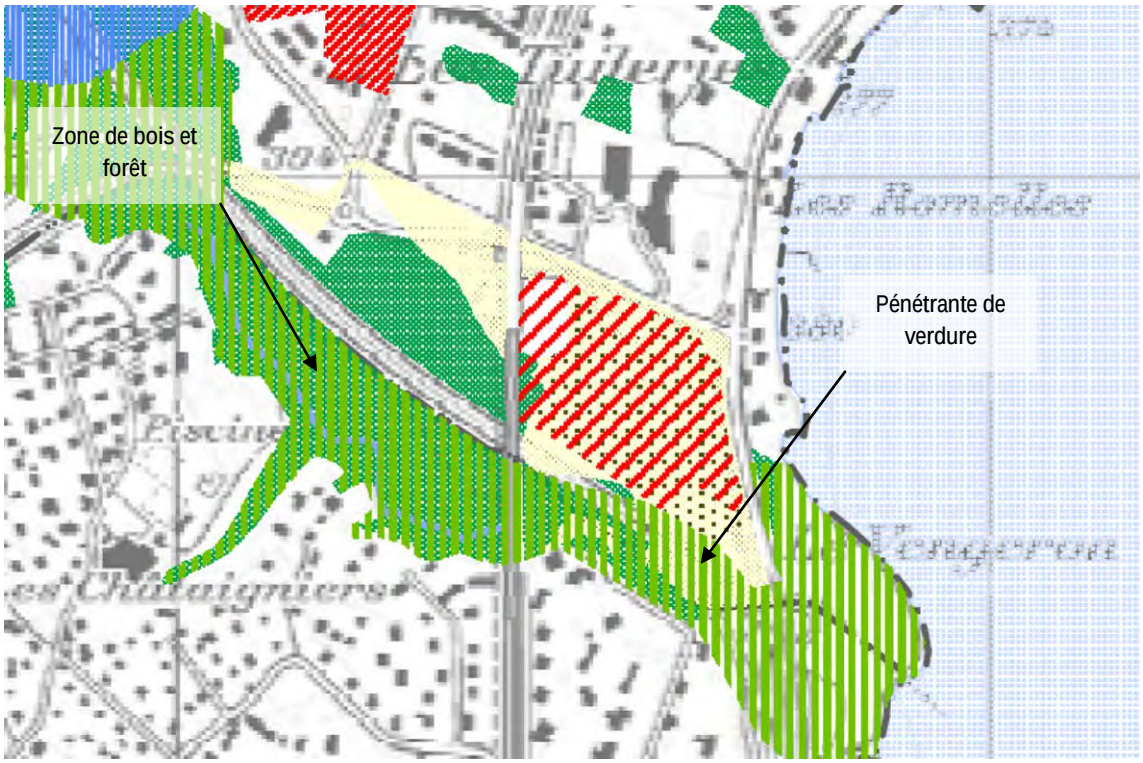


Figure 7 : Plan directeur cantonal (DT, Aménagement du territoire – 2007).

4.3 JUSTIFICATION DU PROJET

Le périmètre du Champ-du-Château est mentionné dans le plan directeur cantonal 2015 pour un développement d'activités. Cette mention de développement est reprise dans le projet d'agglomération.

En effet, la commune de Bellevue ayant augmentée ces dernières années son nombre de logements, celle-ci cherche maintenant à développer ses activités.

Le domaine est très déconnecté visuellement et physiquement du territoire communal. Un développement pour des activités sans nuisances est pertinent au niveau de l'équilibre fonctionnel de la commune et du territoire en général. L'expérience du projet de Bellevue-les-Chênes, où est implantée la firme « Richemont » qui a appliqué un plan de mobilité respectueux de l'environnement, donne parfaitement satisfaction à la Commune de Bellevue.

Par ailleurs, des discussions ont lieu actuellement avec l'hôtel de la Réserve afin de voir si la futur partie hôtelière pourrait être considérée comme une extension de celle-ci.

4.4 DONNEES DE BASE CONCERNANT LE TRAFIC

Source : Citec Ingénieurs Conseils SA, Synthèse du volet transport d'avril 2016 (annexe 4.4).

Plusieurs variantes ont été étudiées pour l'accessibilité au nouveau quartier. La variante retenue et le trafic induit sont développés au chapitre 4.4.3.

Les conditions et hypothèses considérées dans l'étude de mobilité préalable sont récapitulées dans les paragraphes suivants.

4.4.1 ETAT ACTUEL

4.4.1.1 TRAFIC JOURNALIER MOYEN

Actuellement, les axes les plus chargés (cf. Figure 8) sont les axes appartenant au réseau primaire, à savoir :

- L'autoroute A1, avec 78'900 uv/j
- La route de Lausanne, avec 37'300 uv/j
- La route des Romelles, avec 16'400 uv/j

Aux heures de pointe, matin comme soir, l'insertion en tourne-à-gauche depuis les rues perpendiculaires vers la route des Romelles est rendue difficile par le trafic important qui circule sur cet axe prioritaire. Ceci explique que les capacités utilisées théoriques de ces intersections soient supérieures à 100%, bien que cela ne concerne qu'un faible nombre de véhicules (figure 9 de l'annexe *4.4*).

En ce qui concerne le giratoire de la route des Romelles, la limite de capacité est atteinte en heure de pointe du matin et même légèrement dépassée en heure de pointe du soir avec 105% de capacité utilisée théorique. Avec un niveau de service « F », le temps d'attente peut être très important en heure de pointe. Cependant, les observations faites sur place le jour lors des comptages permettent de relativiser les résultats. En effet, aucun phénomène de file d'attente importante sur aucune des branches en heure de pointe n'a été observé.

Enfin, le carrefour à feux situé au croisement des routes de Lausanne et des Romelles est utilisé à 80% de sa capacité le matin et à 70% de sa capacité le soir. Les observations faites sur place ont démontré que les temps de vert étaient suffisants pour écouler la demande de trafic à chaque cycle, par contre d'importantes files d'attente se forment sur la route de Lausanne en direction de Genève. Cela est dû à la régulation volontariste mise en place qui limite le nombre de véhicules qui entrent en ville de Genève à ce que le réseau aval est capable d'absorber.

Figure 8 : TJM actuel (Citec, 2016).

4.4.1.2 OFFRE EN STATIONNEMENT

Dans l'état actuel, l'offre en stationnement du périmètre d'étude est principalement constituée par le Parking – Relais des Tuileries, situé entre le périmètre de Champ-du-Château et les voies CFF et d'une capacité de 50 places. De l'autre côté de la route de Lausanne, on peut également noter la présence du parking du port du Vengeron, d'une capacité de 85 places.

4.4.1.3 TRANSPORTS COLLECTIFS

La principale desserte en transports en commun est constituée par les lignes CFF et l'arrêt des Tuileries bordant le projet à l'ouest. Les fréquences de passage y sont de deux trains par heure, aussi bien en direction de Genève que de Coppet. Toutefois, cette gare appartenant au réseau local, il n'y a pas de correspondances directes vers la gare de Lausanne (transbordement à Coppet ou à Genève).

Concernant les lignes de bus, l'offre est faible puisqu'on ne recense que deux lignes circulant dans le périmètre élargi du projet :

- Ligne V : Cornavin – C.S. La Bécassière
  Intervalle de passage de 30 minutes aux heures de pointe.

- Ligne Z : Cornavin - Bois-Chatton
  Intervalle de passage de 30 minutes aux heures de pointe.

L'arrêt de bus le plus proche, Valavran, se situe à plus de 1.2 kilomètres par la route, soit approximativement 30 minutes de marche à pied ; cette distance est considérée trop importante pour que les lignes soient attractives.

Malgré cela, en raison de la proximité de la gare des Tuileries et du faible temps de parcours vers Cornavin (environ 10 minutes), la desserte en transports en commun est jugée satisfaisante.

4.4.1.4 MOBILITÉS DOUCES

Comme pour les transports en commun, les aménagements destinés aux mobilités douces sont peu nombreux à proximité du site.

En ce qui concerne le réseau cyclable, le principal aménagement est la piste cyclable située de part et d'autre de la route de Lausanne, et qui assure la desserte du site. La route des Romelles est équipée d'un trottoir mixte de part et d'autre des voies de circulation, ce qui sécurise la circulation des vélos sur cet axe. On trouve également des aménagements sur la route de Collex, sur une partie du chemin de la Chênaie ainsi que sur le chemin de la Mojonne. En outre, plusieurs itinéraires cyclistes sont recommandés par la carte vélo du canton. Ainsi, la route de Colovrex, le chemin des Clys, le chemin situé le long de l'autoroute et celui situé le long des voies CFF constituent les itinéraires cyclables à privilégier. Enfin, un itinéraire CycleEvasion (itinéraire n°1 – Route du Rhône) emprunte la route de Lausanne : il s'agit d'une liaison d'intérêt cantonal et national.

Figure 9 : Situation actuelle des aménagements pour la mobilité douce (Citec, 2016).

4.4.2 ETAT FUTUR SANS PROJET

4.4.2.1 TRAFIC JOURNALIER MOYEN

À l'horizon de planification du projet, les deux facteurs influençant le plus le trafic dans la zone sont l'urbanisation du secteur et le projet de zone industrielle de Valavran. Les tronçons les plus chargés resteraient les mêmes :

- L'autoroute A1, avec 84'100 uv/j
- La route de Lausanne, avec 38'500 uv/j
- La route des Romelles, avec 16'800 uv/j

Aux heures de pointe, les carrefours situés en amont du projet sont pour la plupart déjà actuellement proches de la saturation, voire saturés ; il y a donc peu d'augmentation possible de trafic durant ces périodes. Il a néanmoins été considéré une faible évolution naturelle du trafic, identique à celle journalière de 0,5%/an sur la route de Lausanne et la route des Romelles, et de 0,2%/an sur le chemin des Tuileries. Aucun projet supplémentaire n'a été considéré dans cet intervalle de temps.

Figure 10 : TJM 2020 futur sans projet (Citec, 2016).

4.4.2.2 TRANSPORTS COLLECTIFS

En ce qui concerne la ligne CFF, la réalisation des points de croisement à Chambésy et à Mies aura pour effet d'augmenter la cadence du RER entre Coppet et Lancy-Pont-Rouge de deux trains à quatre trains par heure. Fin 2017, l'inauguration le tronçon Cornavin – Eaux-Vives – Annemasse (CEVA) aura pour conséquence une amélioration de l'offre ; de nouvelles liaisons sans transbordement vers Lausanne et Annemasse seront ainsi créées.

Le Plan Directeur des Transports en Commun (PDTC) du canton pour l'horizon 2015 – 2018 prévoit plusieurs modifications à proximité du projet :

- La ligne Z verra sa cadence passer de 30 à 15 minutes alors que la ligne V restera inchangée (cadence de 30 minutes) ;
- Le prolongement de la ligne 53 passant par les gares de Chambésy et des Tuileries est également une option imaginée. Son tracé exact n'est pas encore sûr, mais elle pourrait circuler toutes les 15 ou 30 minutes (à confirmer) sur la route des Romelles jusqu'à l'arrêt Valavran et renforcer encore la desserte de Champ-du-Château, ou alors continuer jusqu'à la gare de Genthod-Bellevue.

Cette amélioration de l'offre en transports collectifs devra être confirmée dans les mois et les années à venir, en tenant compte des paramètres budgétaires, notamment ceux liés aux impacts de la baisse des tarifs TPG votée par la population genevoise le 18 mai 2014.

Figure 11 : Réseau TC futur selon PDTC 2015-2018 / Situation provisoire (Citec, 2016).

4.4.3 ETAT FUTUR AVEC PROJET

Parmi les variantes étudiées d'affectation des surfaces, c'est la variante la plus défavorable qui est retenue pour l'établissement des plans de charges, la vérification du fonctionnement des carrefours et l'identification des mesures d'aménagement (cf. *annexe 4.4)*.

4.4.3.1 TRAFIC JOURNALIER MOYEN

Le trafic que génère le projet est déterminé à partir du nombre de places de stationnement et des taux de rotation.

Le projet prévoit la construction de 900 places de stationnement (variante B), ainsi que 325 places pour les deux-roues motorisés et 455 places pour les vélos. Le trafic journalier moyen généré par ces places est de 4'500 uv/j (3'600 uv/j via la trémie nord et 900 uv/j via la trémie est).

Le projet induit une augmentation des charges de trafic sur la majorité des axes du périmètre, mais l'augmentation est logiquement plus importante sur les tronçons situés à proximité du projet, à savoir :

- la route des Romelles (+900 uv/j à +3'820 uv/j, soit +5% à +23%),
- la route de Lausanne (+680 uv/j à +1'560 uv/j, soit +3% à +4%),
- la bretelle de l'autoroute débouchant sur la route des Romelles (+2'260 uv/j soit +12%),
- le chemin des Tuileries (+230 uv/j soit +3%).

Figure 12 : TJM futur avec projet (Citec, 2016).

4.4.3.2 MOBILITÉS DOUCES

Comme le montre la figure ci-dessous, le projet sera bénéfique pour le réseau des mobilités douces puisqu'il prévoit la création d'un cheminement piétons reliant la gare des Tuileries au port du Vengeron via le P+R existant et le projet.
Ce nouvel axe piéton devra être conçu de manière à pouvoir être emprunté par les cyclistes également. En assurant le raccordement avec la piste cyclable existante située le long de la route de Lausanne, cela renforcera le réseau deux-roues existant.

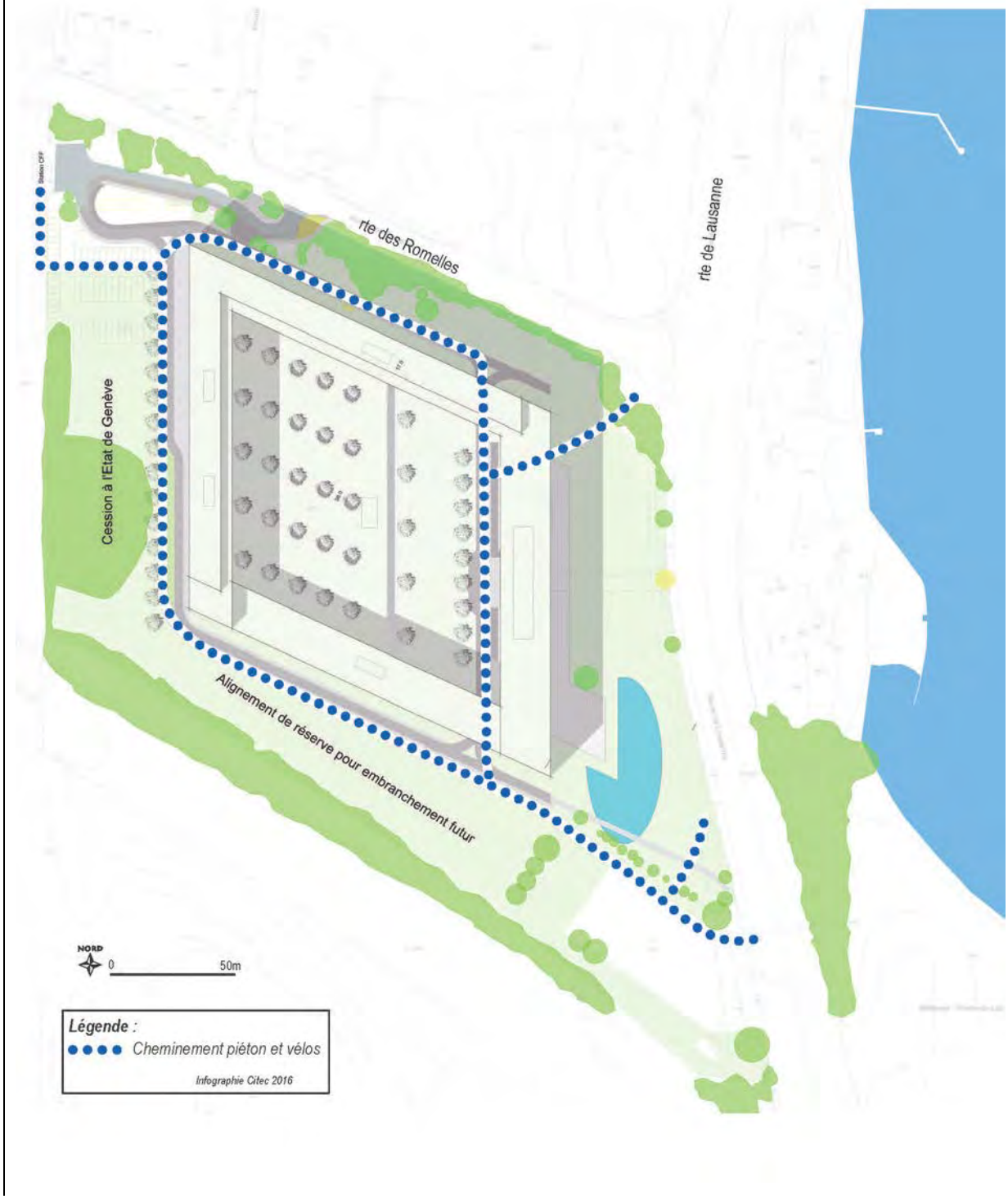


Figure 13 : Réseau de mobilité douce futur (Citec, 2016).

4.4.3.3 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Accessibilité à l'hôtel La Réserve, au P+R et au projet

L'hôtel La Réserve, implanté le long de la route des Romelles en face du projet, s'inquiète de l'implantation d'un nouveau carrefour à feux qui risque de péjorer l'accessibilité de ses clients. De ce fait, une réflexion plus large de l'accessibilité au projet Champ-du-Château réévaluant tous les types de carrefours et tenant compte spécifiquement des entrées / sorties de l'hôtel La Réserve a été menée en été 2014.

Avec l'élargissement de la route des Romelles, une présélection de tourne-à-gauche depuis l'autoroute pour entrer dans l'hôtel sera prévue (sur la bande orange sur la figure 14 ci-dessous).

De plus, un carrefour à feux sera aménagé sur la route des Romelles, afin de permettre une insertion facilitée aux véhicules sortant du P+R et du projet.
L'aménagement retenu comprend également le marquage de deux passages pour piétons, le premier sur la route des Romelles côté est de l'intersection, avec la construction d'un îlot protecteur permettant l'installation des mâts de feux tricolores, le second devant l'entrée commune du projet et du P+R.

Sur la parcelle de Champ-du-Château (figure 14), la priorité doit être donnée aux véhicules en provenance du P+R. La sortie du parking du projet se fait donc en cédez-le-passage et les voies d'accès à l'intérieur de la parcelle du projet ont été adaptées de manière à garantir des girations confortables.

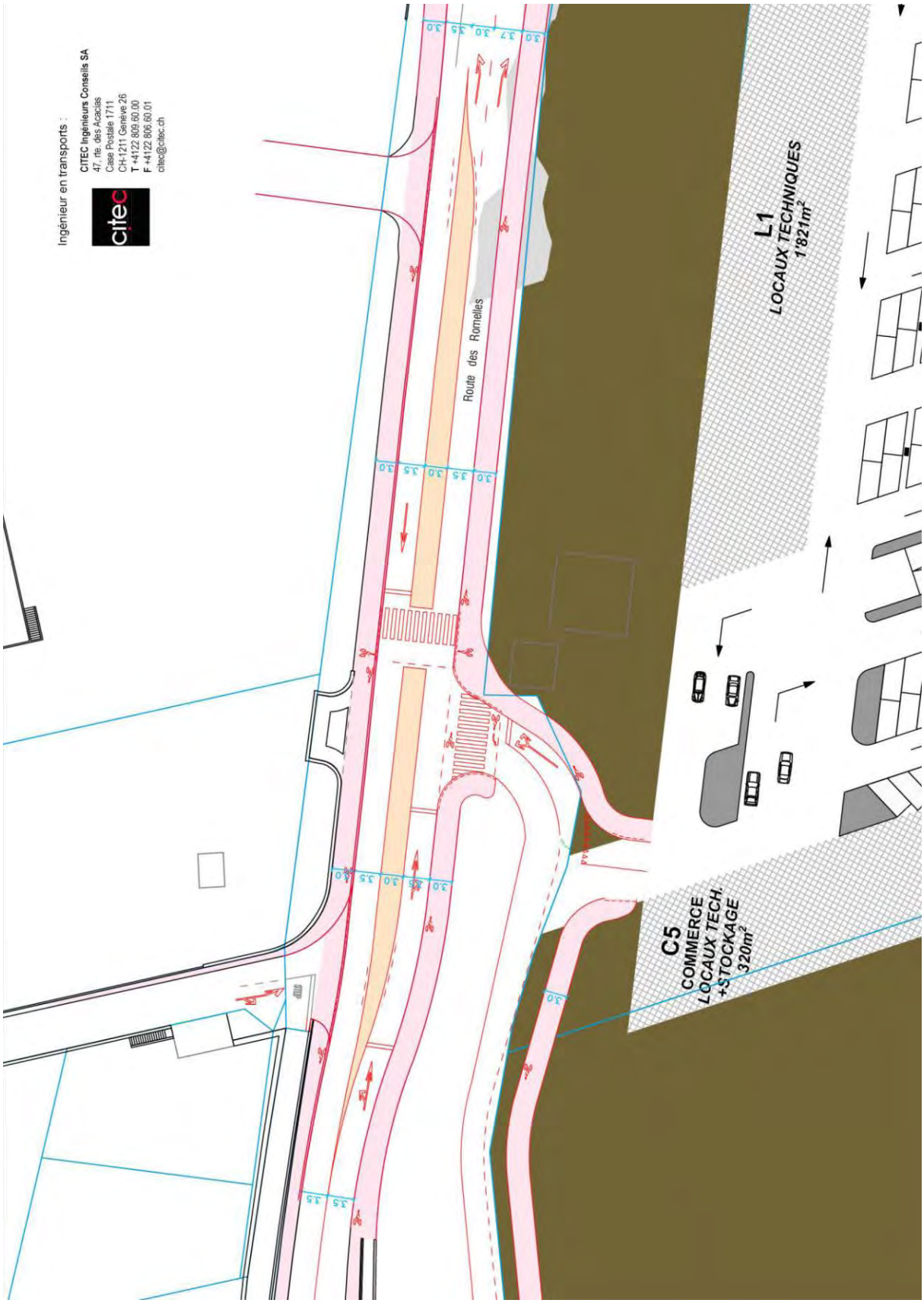


Figure 14 : Plan de réaménagement de la route des Romelles (Citec, 2016).

Giratoire route des Romelles / chemin des Tuileries

Pour garantir le fonctionnement du réseau à la mise en service du projet, le giratoire des Romelles doit être réaménagé.
Comme mentionné, le carrefour de la route des Romelles est déjà, à l'heure actuelle, saturé. L'ajout de trafic sur cette route, même faible, entrainera donc inévitablement la sur-saturation de ce giratoire.
Ainsi, une mesure d'accompagnement permettant la mise en œuvre du projet et améliorant la fluidité du trafic a été identifiée et est présentée sur la figure 15. Il s'agit d'augmenter à deux le nombre de voies à l'anneau et le nombre de voies d'entrée sur toutes les branches. Afin de limiter les emprises, le diamètre extérieur du giratoire est conservé tel quel, la voie de circulation à l'anneau est doublée vers l'intérieur. Cette mesure permettra d'assurer le fonctionnement du giratoire dans les conditions de circulation les plus contraignantes.
La transformation de ce giratoire en carrefour à feux a également été évaluée. Bien qu'elle présente l'avantage d'un meilleur contrôle des flux, cette option n'a pas été retenue car elle est plus contraignante en termes d'emprises avec une capacité utilisée théorique à l'heure de pointe du matin qui dépasse 120%. Elle crée également des files d'attente sur une bretelle d'autoroute, ce qui est dangereux au vu des vitesses pratiquées et de la visibilité réduite par la courbe.

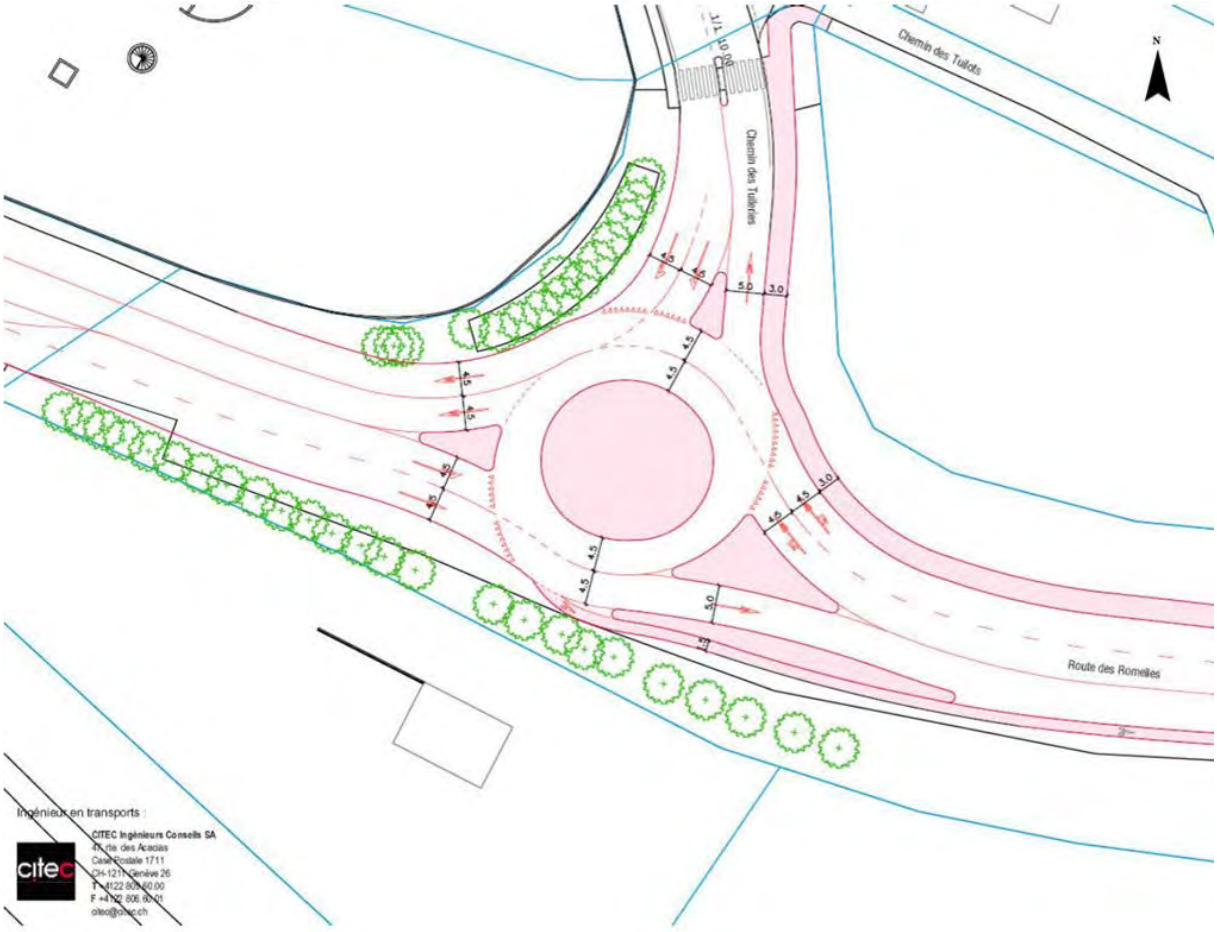


Figure 15 : Plan de réaménagement du giratoire de l'autoroute (Citec, 2016).

Carrefour Romelles/Lausanne

Afin d'améliorer ce carrefour qui est déjà utilisé à 80% de sa capacité en heure de pointe du matin et de prévoir une réserve de capacité transitoire en vue du futur P+R, un bypass doit être aménagé, de la route des Romelles pour tourner à droite sur la route de Lausanne en direction de Genève.

Cet aménagement peut être une solution de transition en vue de la réalisation d'un giratoire qui sera réalisé, à un horizon ultérieur, dans le cadre de la construction d'un grand P+R à la gare des Tuileries. Il présente l'avantage de réaliser ces aménagements en conservant l'essentiel de l'existant et de prévoir une voie de bypass qui sera compatible avec le projet de giratoire (développé au chapitre 5 de l'annexe 4.4).

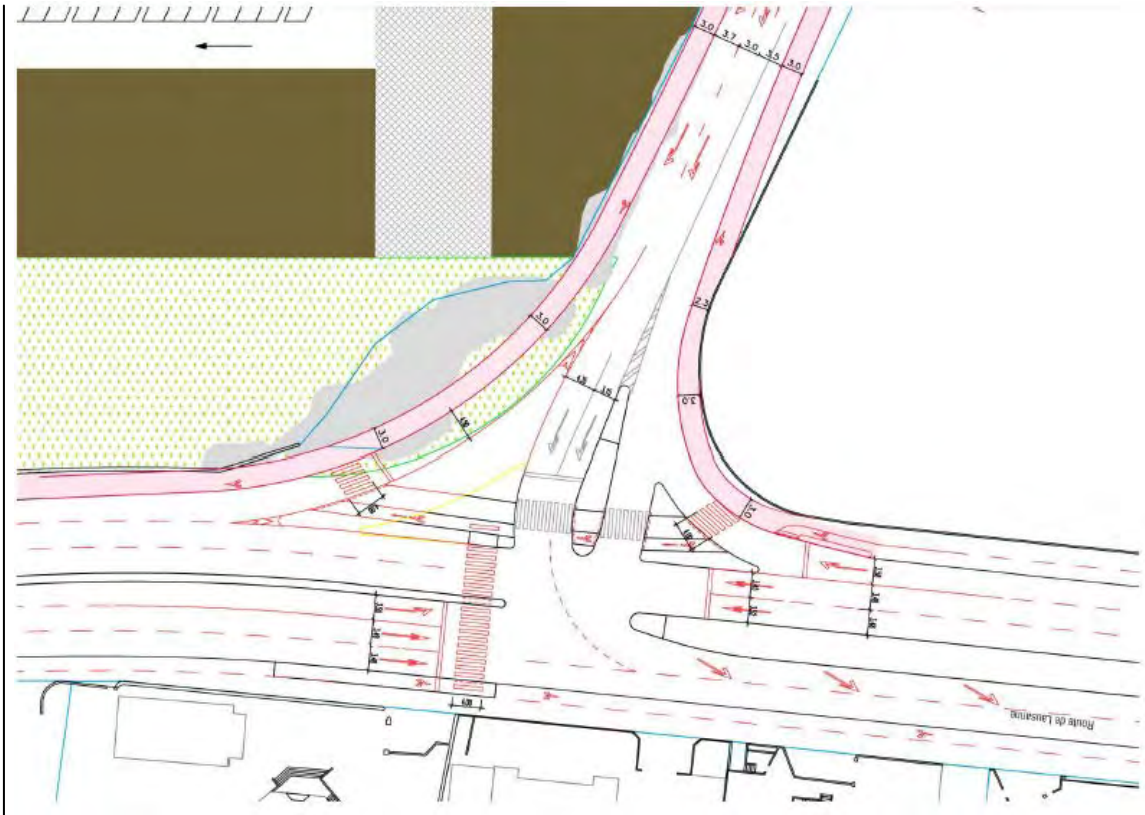


Figure 16 : Plan de réaménagement du carrefour Lausanne/Romelles avec bypass (Citec, 2016).

Il est à noter que l'accès au quartier depuis la route de Lausanne est compatible avec le projet cantonal de la traversée du lac.

Un suivi environnemental d'exploitation devra être effectué de manière à permettre le contrôle des hypothèses de trafic indiquées dans ce présent RIE.

De plus les données relatives aux barrières des parkings devront être fournies à la DGT à un intervalle de 5 ans à partir de la mise en service du projet.

S'il s'avère que les hypothèses de trafic sont trop optimistes et que les charges réelles sont supérieures, la mise en œuvre de mesures complémentaires pourra être demandé par la DGT.

Cahier des charges pour le RIE2

Données de base trafic

- *Vérification du fonctionnement et de la capacité des carrefours à proximité du projet pendant les différentes étapes des chantiers (prédimensionnement).*

4.5 UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

Cette partie reprend les résultats et les recommandations du concept énergétique territorial (CET) élaboré par le bureau Amstein + Walthert SA, annexé au présent document (annexe 4.5). Une évaluation succincte des incidences environnementales des stratégies énergétiques est également incluse dans ce présent chapitre.

Il est à noter que le CET est basé sur la version du PLQ datant de septembre 2014. Les modifications apportées depuis au programme constructif n'impliquent pas de changements significatifs sur les besoins énergétiques, ni ne justifient des modifications sur les stratégies d'approvisionnement et les schémas d'implémentations des infrastructures. Conformément aux discussions avec l'OCEN, aucune modification du CET n'a donc été opérée à ce stade.

4.5.1 CADRE LÉGAL

Depuis l'entrée en vigueur, en août 2010, de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie (L2 30), les PLQ doivent comporter un concept énergétique (L2 30, article 11, alinéa 2). Tel que défini dans la L2 30, le CET est « une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :

a. Organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;

b. Diminuer les besoins en énergie, notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;

c. Développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;

d. Utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques. » (L2 30, art 6).

4.5.2 OBJECTIFS DU CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

Un tel concept vise à identifier les stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale (objectifs rappelés en 4.5.1) pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre. Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- D'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique du futur bâtiment ;
- D'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas en compromettre la valorisation future.

4.5.3 ÉVALUATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Trois scénarios de consommation sont définis, correspondant à trois niveaux de performance énergétique des bâtiments. Bien que la loi genevoise impose un standard de construction supérieur, au niveau énergétique, à la limite donnée par la norme SIA 380/1, les consommations correspondant à cette norme sont indiquées à titre informatif, afin de poser un référentiel pour une meilleure appréciation des consommations selon Minergie® et Minergie-P®.

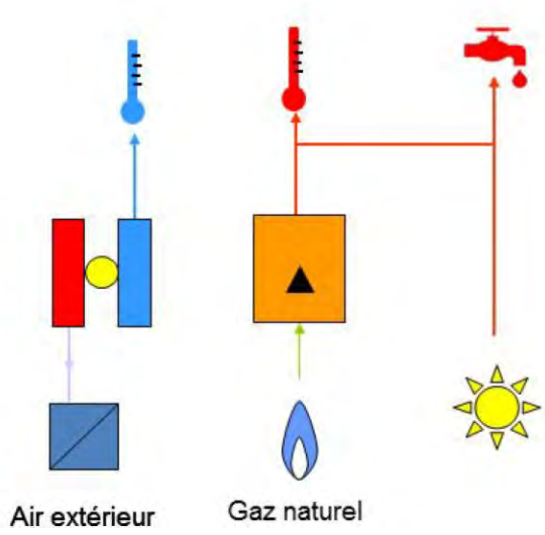
Figure 17 : Consommation d'énergie selon chaque scénario (Amstein + Walthert, 2014).

Le graphique ci-dessus synthétise les principales consommations qui sont liées directement à la qualité de l'enveloppe du bâtiment. On constate que la tendance, au niveau du rafraîchissement, entre des constructions selon la 380/1 et des normes dites à haute performance énergétique, est défavorable si l'on en croit les valeurs statistiques actuellement disponibles. Rappelons cependant que ces valeurs sont basées sur des modélisations, le retour sur expérience étant encore trop faible pour avoir des valeurs mesurées in situ qui soient fiables.

4.5.4 SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT

Après un état des lieux des ressources énergétiques disponibles, le CET présente 3 scénarios d'approvisionnement énergétique pour le PLQ 29'902. Pour chacune des 3 options, un schéma simplifié du système d'approvisionnement proposé est donné.

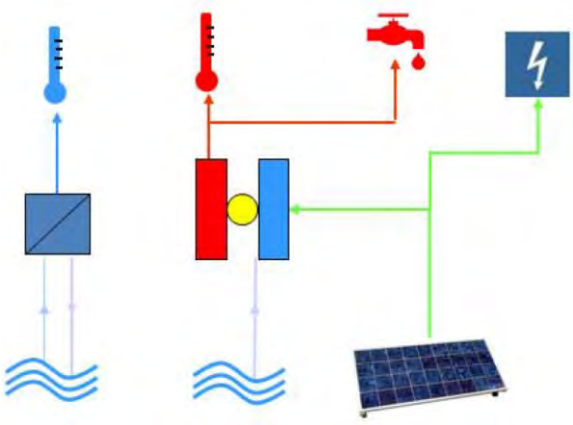
4.5.4.1 SCÉNARIO 1 : MINIMUM LEGAL



Ce scénario représente le minimum légal que le maître d'ouvrage est tenu de respecter, soit une enveloppe permettant de consommer 20% d'énergie utile de chauffage de moins qu'un bâtiment répondant aux valeurs limites de la norme 380/1, et dont 30% des besoins d'ECS sont couverts par des panneaux solaires thermiques. Le reste des besoins de chaleur peut être couvert par une chaudière à gaz. Pour le froid, on fait appel à des groupes froids à compression.

Figure 18 : Scénario Minimum légal
(Amstein + Walthert, 2014)

4.5.4.2 SCÉNARIO 2 : EAU DU LAC



Ce scénario représente l'option la plus logique pour le PLQ, eu égard à la mise en place de Geni-Lac®. Il s'agit de satisfaire les besoins de chaud grâce à une pompe à chaleur utilisant l'eau du lac comme source froide, et de satisfaire les besoins de froid en utilisant l'eau du lac pour faire du free cooling. Des panneaux photovoltaïques peuvent prendre place sur le toit. En revanche, on évitera les panneaux solaires thermiques dès lors que les besoins d'ECS peuvent aisément être satisfaits avec la PAC eau/eau.

Figure 19 : Scénario Eau du lac
(Amstein + Walthert, 2014)

4.5.4.3 SCÉNARIO 3 : GÉOTHERMIE

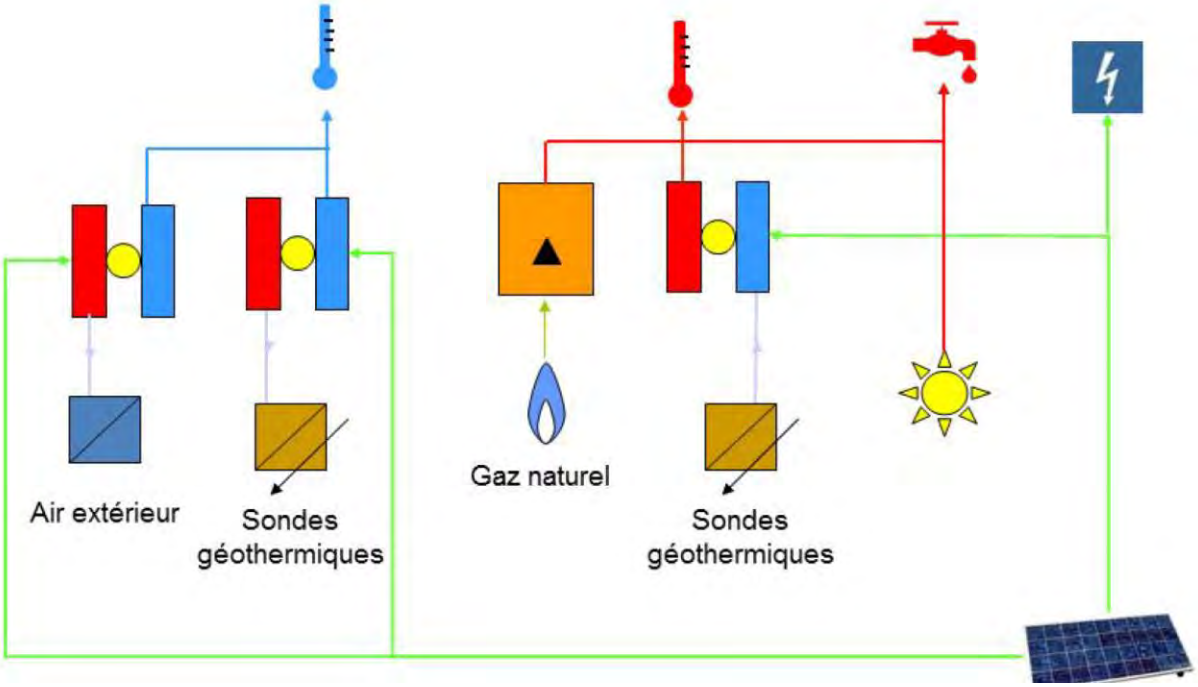


Figure 20 : Scénario Géothermie (Amstein + Walthert, 2014)

La mise en place d'un scénario à base de sondes géothermiques s'avère très complexe, et ce pour les raisons suivantes :

- nombre élevé de sondes,
- recharge du terrain,
- multiplication des technologies à mettre en place.

Ceci étant, les principales caractéristiques d'un tel scénario sont malgré tout données ci-après, car il n'y a pas de raison objective, à ce stade, pour l'exclure complètement. Avec les 153 sondes admissibles, selon Minergie® par exemple, les besoins de chauffage pourraient juste être satisfaits (pour autant que les bâtiments ne consomment pas plus que les valeurs indiquées dans ce rapport, valeurs qui ne sont pas basées sur des modélisations détaillées). En admettant que le terrain soit propice à une recharge à 60%, on pourra de plus satisfaire 57% des besoins de froid en termes d'énergie. En termes de puissance, il faudrait cependant plus que 153 sondes pour le froid. Il faudra donc un groupe froid. Il faudra aussi compléter l'installation avec des panneaux solaires thermiques et une chaudière à gaz pour l'ECS, ce qui aura pour effet de complexifier davantage encore l'installation thermique. Enfin, les panneaux solaires thermiques ne nécessitant pas toute la surface de toiture, on pourra de plus, si souhaité et en option, compléter les surfaces de toit laissées libres, avec des panneaux photovoltaïques (les panneaux photovoltaïques auraient l'avantage, de pouvoir fournir de l'électricité aux groupes froid au moment où ceux-ci en ont le plus besoin, à savoir en été). Ces panneaux photovoltaïques pourront servir aussi bien les technologies satisfaisant les besoins thermiques (comme sur la figure 20), ou tout autre équipement.

4.5.5 COMPARAISON DES SCÉNARIOS D'APPROVISIONNEMENT

4.5.5.1 COMPARAISON QUANTITATIVE

Dans cette section, les différents scénarios sont comparés d'un point de vue quantitatif. Etant donné que le mix électrique genevois (offre SIG vitale bleue) est considéré comme renouvelable, la comparaison des scénarios du

strict point de vue de leur part de renouvelable est loin d'être suffisante. Le choix a donc été fait de les comparer en fonction de la contribution des énergies renouvelables et locales à la satisfaction des besoins thermiques du périmètre, de la quantité d'électricité ou de gaz qu'il faut importer du réseau, des émissions de CO_2 et de la consommation d'énergie primaire (Tableau 2). Précisons que pour l'électricité, le tableau indique la quantité à importer pour satisfaire aussi bien les besoins liés aux équipements que les besoins liés aux PAC, groupes froids et pompes.

Tableau 2 : Critères de comparaison quantitatifs (Amstein + Walthert, 2014)

	Scénario gaz		Scénario Lac avec PV		Scénario Lac sans PV		Scénario Géothermie avec PV		Scénario Géothermie sans PV	
	Minergie*	Minergie-P*	Minergie*	Minergie-P*	Minergie*	Minergie-P*	Minergie*	Minergie-P*	Minergie*	Minergie-P*
Contribution des ressources renouvelables à la satisfaction des besoins thermiques (sans compter l'électricité pour PAC, pompes et groupes froid)	8%	N.A.	100%	100%	100%	100%	67%	70%	67%	70%
Electricité importée [MWh/an]	2 757	N.A.	2 504	2 218	3 215	2 929	2 652	2 323	3 152	2 823
Gaz importé [MWh/an]	3 050	N.A.	0	0	0	0	988	526	988	526
Emissions de CO_2 [ton/an]	912	N.A.	160	141	205	187	407	275	439	307
Energie primaire [MWh/an]	7 354	N.A.	4 674	4 275	4 485	4 086	5 665	4 675	5 533	4 543

Sans surprise, c'est le scénario faisant appel à l'eau du lac qui obtient les meilleures performances (plus faible recours à l'électricité importée du réseau, et pas de recours au gaz naturel). Ceci n'est pas surprenant, étant donné que c'est le seul scénario dans lequel l'ensemble des besoins thermiques peut être satisfait par de l'énergie renouvelable. De plus, le rendement des systèmes basés sur des PAC eau/eau étant meilleur que celui des systèmes basés sur des PAC sol/eau, le scénario basé sur l'eau du lac bénéficie d'un atout supplémentaire par rapport au scénario basé sur les sondes géothermiques. En ce qui concerne la pose de panneaux photovoltaïques, elle peut réduire les émissions de CO_2 mais elle augmente la consommation d'énergie primaire (cette apparente contradiction vient des facteurs d'énergie primaire du CT 2031, qui sont très élevés pour l'électricité photovoltaïque).

En conclusion, selon les critères quantitatifs, le scénario *Eau du lac* est le plus performant.

4.5.5.2 COMPARAISON QUALITATIVE

Selon les critères qualitatifs, les scénarios *Minimum légal* et *Eau du lac* présentent l'avantage non négligeable de la facilité de mise en œuvre et donc d'une meilleure garantie de fonctionnement. Le scénario *Eau du lac* présente cependant l'inconvénient du délai de mise en œuvre qui pousse à devoir trouver une solution transitoire. Un premier contact avec SIG en date du 10 juin a cependant montré que SIG était prêt à s'associer au projet de Champ-du-Château pour trouver une solution transitoire la plus cohérente possible. D'autre part, si par un malheureux concours de circonstances la station de pompage du Vengeron ne devait pas se faire, il serait toujours possible de recourir à la conduite momentanément désaffectée de Bellevue. En effet, l'étude de la remise en fonction de cette conduite est déjà à l'ordre du jour pour SIG.

Tableau 3 : Comparaison qualitative des scénarios.

Scénario	Avantages	Inconvénients
« Minimum légal »	Facilité de mise en œuvre	Recours aux énergies fossiles impliquant notamment des incertitudes tarifaires et des émissions de CO_2.
« Eau du lac »	Facilité de mise en œuvre Effet « marketing » non négligeable	Potentiel délai de 1-2 année(s) environ entre la livraison du complexe et la mise en place de GeniLac®, impliquant la mise en place de solutions transitoires
« Géothermie »	Mise en place possible dans les délais, pour la livraison du complexe	Système « usine à gaz » très complexe et donc plus facilement faillible Très grande taille du champ de sondes, ne bénéficiant d'aucun retour sur expérience Proximité du lac pouvant générer des problèmes lors de la pose de sondes

En conclusion, le scénario *Eau du lac* est le plus pertinent et donc le scénario recommandé. Quant au scénario *Géothermie* il est déconseillé.

4.5.5.3 EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Afin de servir le choix de la stratégie environnementale finale, ce chapitre présente une évaluation des incidences environnementales des différentes stratégies énergétiques mises en avant dans le *concept énergétique territorial (CET)* élaboré par le bureau Amstein + Walthert SA.

Tableau 4 : Comparaison des incidences environnementales.

Scénario	Incidences environnementales
Minimum Légal	Ce scénario comprend des panneaux solaires thermiques (30% de l'ECS) et une chaudière à gaz de 2 MW (70% de l'ECS). En Suisse le gaz naturel est en quasi-totalité une ressource non renouvelable (méthane extrait du sous-sol). La totalité du gaz naturel non renouvelable employé en Suisse provient d'importations depuis les pays étrangers. Les chaudières à gaz produisent du dioxyde de carbone (CO_2) et des dioxydes d'azotes (NOx), participant à l'effet de serre. L'impact environnemental des panneaux solaires thermiques est considéré comme négligeable.
Eau du lac	Cette option utilise une ressource, l'eau du lac, renouvelable et locale, aussi bien pour les besoins en chaud que en froid. Les émissions de gaz à effet de serre sont pratiquement nulles, se limitant à la mise en place de l'installation ainsi qu'à la production de l'électricité nécessaire pour le fonctionnement de l'installation (PAC, pompes). L'achat d'électricité certifiée renouvelable (d'origine hydroélectrique ou solaire) ou la production via des panneaux PV installés sur les toitures permet de réduire de manière importante l'impact de cette installation au niveau environnemental.

	L'impact environnemental des panneaux solaires est principalement dû à leur fabrication. La fabrication des cellules photovoltaïques et des éléments électroniques qu'ils contiennent génèrent des déchets et des émissions de gaz à effet de serre. Cependant ces impacts sont, rapportés à la durée de vie de ce système, minimes par rapport à un système conventionnel d'approvisionnement de l'énergie.
Géothermie	La géothermie est une source d'énergie renouvelable et locale ne produisant directement aucun rejet de gaz à effet de serre. Son impact environnemental sur le périmètre restreint est faible. Cependant, la multiplication des équipements nécessaires pour couvrir les besoins en chaud et en froid induit un impact non négligeable au niveau de l'énergie grise et de l'empreinte liée à la production des équipements, par rapport aux autres solutions moins complexes. Les considérations concernant l'utilisation du gaz, de panneaux PV et l'achat/production d'électricité sont les mêmes que pour les autres scénarios.

Au niveau environnemental, la solution « Eau du lac » reste la plus intéressante, avec un impact extrêmement faible de par l'utilisation d'une ressource entièrement renouvelable et locale (selon le type d'électricité achetée/produite). La solution géothermique présente également l'avantage d'une énergie locale et renouvelable mais la nécessité de compléter cette installation avec une chaudière à gaz, un groupe froid et des panneaux solaires thermiques et/ou PV péjore son impact en augmentant les émissions de gaz à effet de serre aussi bien lors de la phase d'exploitation que lors de la production des différentes installations (énergie grise et cycle de vie). Enfin, le minimum légal implique l'utilisation d'une source ni renouvelable ni locale, à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre non négligeables.

4.5.6 MESURES, INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS À PRÉCISER

En raison de ce qui précède, seul le scénario *Eau du lac* est repris ici[1]. Il se matérialisera par les équipements et infrastructures suivants à prévoir :

- Réservations d'espaces en toitures (90% des toitures des bâtiments L1, A2, A3 et H4) pour les panneaux solaires PV permettant de couvrir les besoins électriques des PAC et une partie des autres équipements électriques.
- Un local technique pour deux PAC centrales (puissance totale de 1.9 MW dans le cas de Minergie®, 1.4 MW dans le cas de Minergie P®).
- Les sous-stations par bâtiment permettant de distribuer localement la chaleur et le froid.
- Le réseau primaire alimentant les PAC centrales par GeniLac® se situant de préférence au niveau des voies de circulation.
- Le réseau secondaire reliant les PAC centrales aux sous-stations se situant également au niveau des voies de circulation.

La figure 21 résume l'emplacement de ces équipements, en indiquant un ordre de grandeur des surfaces nécessaires pour les locaux techniques (PAC centrales et sous-station), tiré des normes SIA 382/1 et SIA 384/1. A noter que l'emplacement des locaux techniques dans le sous-sol (1er niveau) tient compte des indications données par le plan des sous-sols (Plan 1201.PLQ.4b établi par le bureau Favre & Guth architectes ingénieurs et associés).

[1] Les deux autres ont également fait l'objet de considération similaires qui sont développée dans le CET (annexe 4.5).

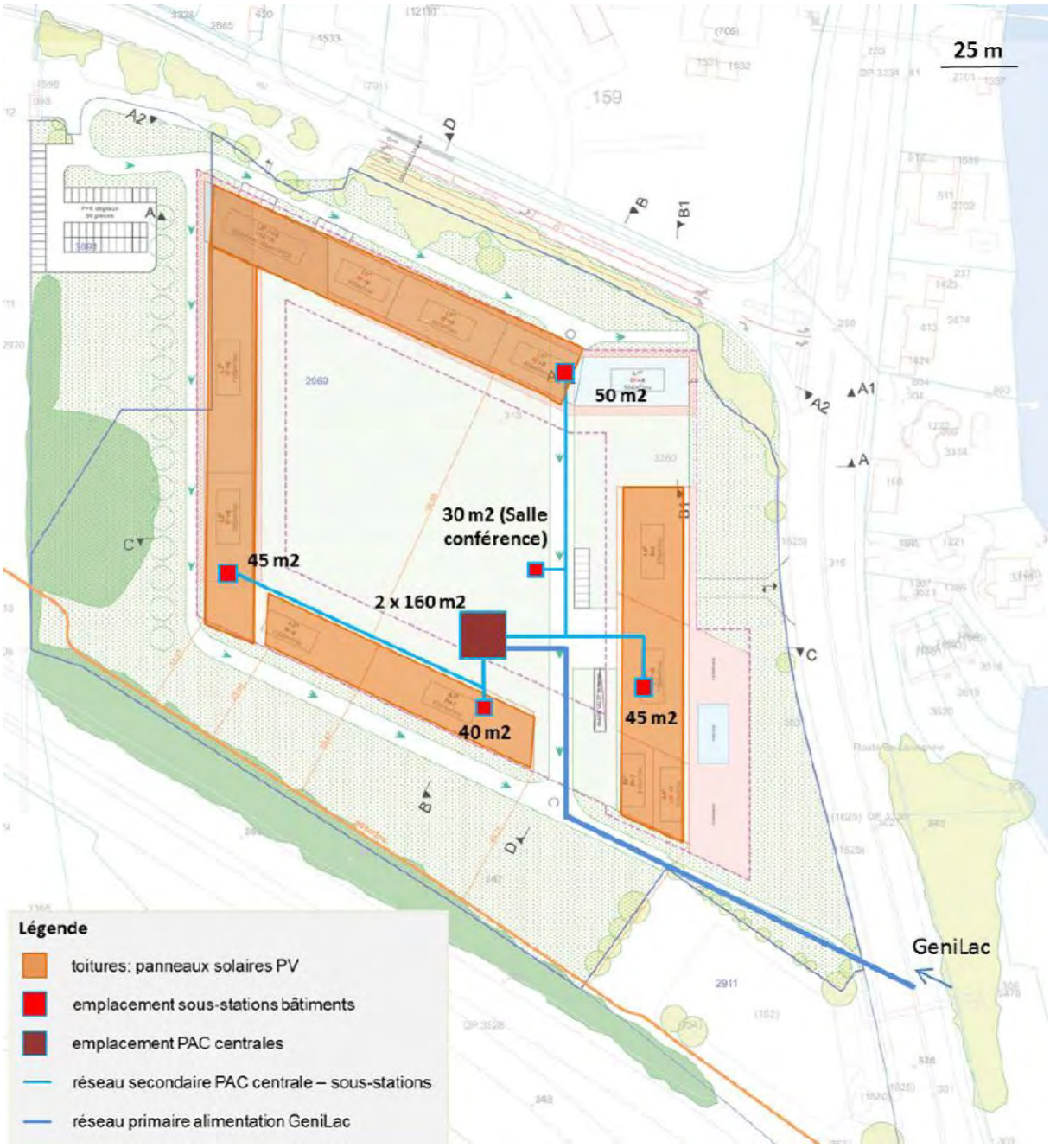


Figure 21 : Schéma de réservation des équipements et infrastructures énergétiques pour le scénario *Eau du lac* (Amstein + Walthert, 2014).

Cahier des charges pour le RIE2

Utilisation rationnelle de l'énergie

- *Choix définitif du scénario*
- *Précisions des valeurs en fonction de l'avancement du projet*
- *Précision des équipements, et mesures à mettre en place*

4.6 DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION

4.6.1 INSTALLATIONS, ACCÈS ET ENGINS PRÉVUS

Actuellement, les conditions de réalisation des travaux ne sont pas encore définies.

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

4.6.2 TERRASSEMENTS ET REMISE EN ÉTAT

Cette partie est sans objet dans le cadre du rapport, les volumes de terrassement, la provenance-destination des matériaux, la gestion des terres et les mesures de remise en état du site après travaux devront être précisés et étudiés dans le détail dans le cadre du RIE 2ème étape. Le chapitre 5.6 de ce présent rapport traite de l'état des sols en place et donne les volumes estimés de matériaux terreux issus des décapages (horizons A et B) ainsi que des recommandations quant à leur manipulation. Ces points seront également précisés à l'étape du RIE 2ème étape.

Cahier des charges pour le RIE2

Description de la phase réalisation

- *Définition de l'emplacement définitif des accès, des installations de chantier, des éventuelles pistes provisoires.*
- *Indications des mesures prises pour minimiser les incidences sur le trafic, la qualité de l'air, la protection des sols, la protection des eaux durant la phase de réalisation.*
- *Précisions sur les engins prévus pour les travaux.*
- *Evaluation environnementale de la phase chantier.*
- *Définition finale des terrassements, délimitation des espaces et des volumes finaux.*
- *Précision des recommandations concernant le décapage, le stockage de matériaux et le remblayage.*
- *Définition du mode de suivi des terrassements et de remise en état.*
- *Définition et justification des principes d'aménagement, des emprises et implantations des ouvrages.*
- *Justification et étude des principes constructifs et des modalités de mise en œuvre.*

5. IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 PROTECTION DE L'AIR ET DU CLIMAT

5.1.1 BASES LEGALES

Lois et ordonnances :

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 21 décembre 1999
- Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO2, du 23 décembre 2011
- Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985

Directives et recommandations :

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

De plus, la pollution atmosphérique doit également être considérée en relation avec le plan de mesures 2013-2016 pour l'assainissement d'air à Genève, adopté par le Conseil d'État en février 2013, selon l'application de l'OPair. Ce document contient notamment des mesures à prendre en compte dans le domaine des transports, afin de prévenir et de réduire les émissions.

5.1.2 HYPOTHESES

5.1.2.1 POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES CONSIDÉRÉS

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

Les NO_x sont les précurseurs principaux du dioxyde d'azote NO_2, qui est l'un des polluants soumis à une surveillance constante sur le territoire suisse.

Les poussières fines PM10[2], de par leur risque sur la santé (maladie des voies respiratoires, cancer du poumon, etc.) sont également suivies de près.

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) fixe les valeurs limites d'immissions à ne pas dépasser.

Enfin, le dioxyde de carbone CO_2, principal gaz à effet de serre et responsable important du réchauffement climatique devra également être quantifié dans la deuxième étape du RIE, lorsque le scénario d'approvisionnement énergétique sera défini.

[2]PM10 : Particules de poussières de diamètre inférieur ou égal à 10 µm.

5.1.3 ETAT ACTUEL

5.1.3.1 IMMISSIONS DE DIOXYDE D'AZOTE (NO_2)

Depuis 1973, le canton de Genève s'est doté d'un *réseau d'observation de la pollution atmosphérique à Genève* (ROPAG), constitué de 4 stations fixes (en 2014) réparties dans les zones urbaine, suburbaine et rurale du territoire cantonal.

Depuis 2001, le Service de protection de l'air (SABRA) a mis en place un réseau de 90 points de mesure (capteurs passifs), répartis selon une maille kilométrique, centré sur les zones urbaine et suburbaine et, couvrant une large partie de l'agglomération genevoise.

Aucun capteur passif ne se trouve sur la commune de Bellevue. Par contre, 3 capteurs passifs se trouvent à proximité, sur la commune de Prégny-Chambésy. Les résultats des mesures pour 2013 sont présentés à la Figure 22.

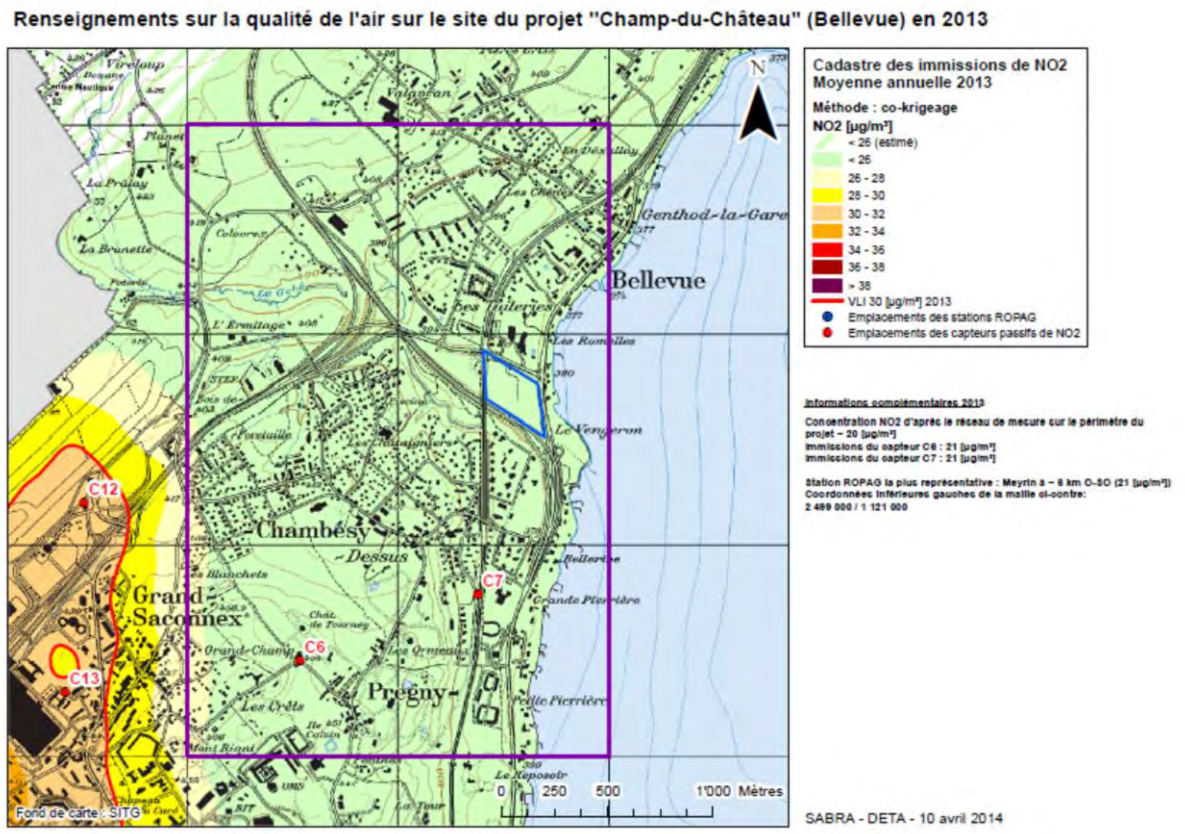


Figure 22 : Cadastre des valeurs moyennes d'immissions de NO_2 en 2013 (SABRA avril 2014).

L'ensemble des résultats montrent qu'en 2013, la concentration annuelle moyenne sur le site du projet est située en-dessous de la valeur limite de l'OPair (30 µg/m³) : ~20 µg/m³ selon le cadastre cantonal sur la maille kilométrique contenant le site du projet. On notera toutefois que ces valeurs sont sans doute plus importantes à proximité de l'autoroute.

5.1.4 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Source : Plan des mesures OPAir 2013-2016.

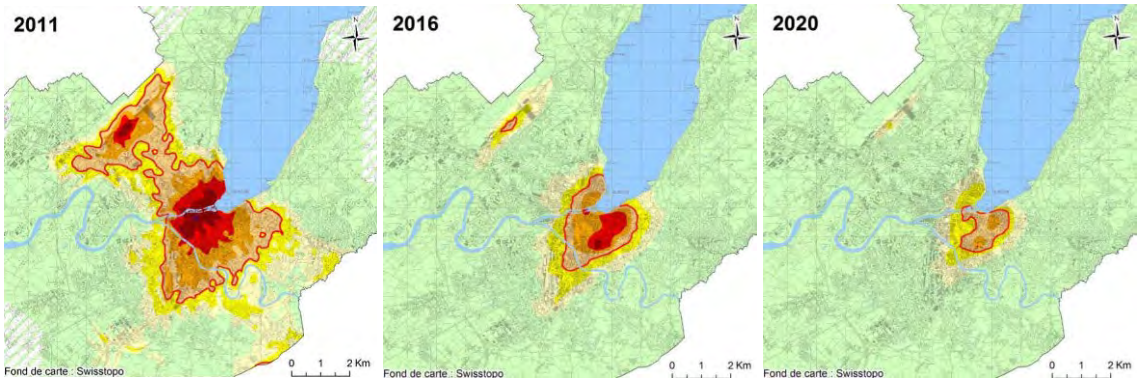


Figure 23 : Prévisions des immissions de NO2 (État de Genève, 2013).

La figure 23 présente les prévisions d'immissions de NO_2 jusqu'à 2020. Selon celles-ci, l'intensité des immissions moyennes annuelles diminuera progressivement sur tout le territoire genevois d'ici à 2020, allant jusqu'à la disparition des concentrations les plus fortes au cœur de l'agglomération et dans la zone située au sud de l'aéroport. L'étendue du périmètre non conforme aux VLI OPair se restreindra ainsi au fil des ans. Cette amélioration de la situation s'explique essentiellement par les progrès techniques apportés aux voitures et aux chaudières.

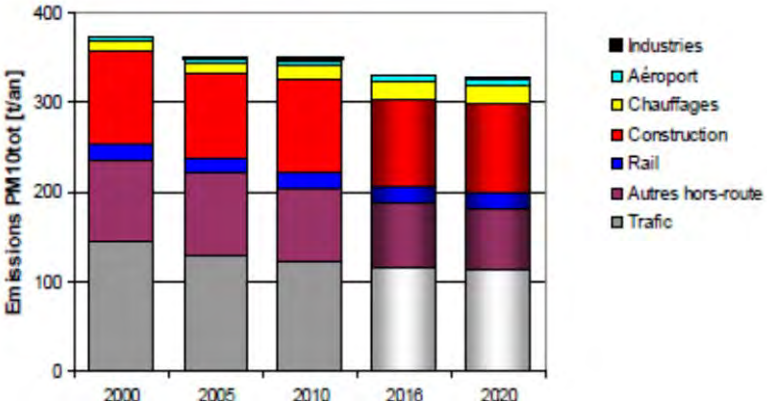


Figure 24 : Évolution des émissions de PM10 (2016 et 2020 : prévisions) (État de Genève, 2013).

Les PM10 sont plus problématiques que les NO_2 : les prévisions laissent en effet penser que cette pollution ne devrait pas s'améliorer à l'horizon 2020. Le dépassement des VLI OPair au niveau des particules fines concerne quasiment tout le canton. En plus des mesures permettant de limiter les émissions de NO_X, il faut prendre des mesures contraignantes spécifiques visant à réduire en priorité les émissions de particules fines les plus nocives, en limitant les émissions des véhicules et des machines diesel de tous types, ainsi que celles des chauffages.

5.1.5 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

En phase d'exploitation, le projet sera émetteur de pollution atmosphérique supplémentaire par l'augmentation de l'offre en logements et en activités qui induira d'une part du trafic automobile supplémentaire, d'autre part des émissions de CO_2 liées au concept énergétique.

Emissions liées au trafic induit par le projet

L'augmentation du trafic est calculée à partir des plans de charges actuels et futurs (chapitre 4.4). On calcule les émissions relatives à cette augmentation à l'aide du logiciel MICET 3.2.

Tableau 5 : Émissions du trafic induit

	Émissions de NOx [t/an]	Émissions de PM10 [t/an]
État actuel	35.212	0.454
État futur sans projet	24.143	0.267
État futur avec projet	24.933	0.275
Effets du projet	0.790	0.009
Effets du projet (%)	+3%	+3%

Emissions liées aux parkings

Les émissions liées au parking représentent une problématique particulière. En effet, le démarrage à froid des véhicules peut engendrer une surémission non négligeable par rapport à un trajet normal. Celle-ci est prise en compte dans les calculs. Les émissions supplémentaires liées au parking représentent des quantités faibles mais non négligeables en comparaison des émissions liées au trafic induit par le projet.

Tableau 6 : Émissions du parking

	Emissions NOx [kg/an]	Emissions PM10 [kg/an]
Emissions à chaud	441.65	5.20
Emissions à froid	94.90	2.63
Effets du projet	537	8

Bilan trafic & parking

Au total, l'augmentation des émissions dans la zone induite par le projet (y compris le parking) est de 5.5% pour les NOx et de 6% pour les PM10 ce qui représente un impact relativement faible.

5.1.5.1 EXAMEN DE LA CONFORMITÉ DU PROJET AVEC LE PLAN OPAIR

Le Plan de mesures OPair 2013-2016 comprend 13 mesures touchant à divers domaines : Transports (7 mesures), Industrie, chantiers, et manifestations (3), Chauffage (2), Aéroport International de Genève (1).

Le tableau ci-dessous indique, pour le présent projet, les mesures en adéquation avec le Plan OPair et les mesures qui devraient également être intégrées au projet (tableau 7) :

Tableau 7 : Mesures du Plan OPair intégrées ou à intégrer au projet.

N° mesure	Nom mesure	Lien avec le projet
1	Limitation du trafic pendulaire	Demander aux entreprises souhaitant investir les locaux d'activité d'Intégrer un plan d'action mobilité pour favoriser les modes de déplacement et les transports en commun
5	Développement des plans de mobilité interentreprises	Idem première mesure.
8	Limitation des poussières de chantier	Appliquer les bonnes pratiques sur les futurs chantiers pour réduire les émissions de particules fines.
12	Développement des réseaux de chauffage à distance (CAD)	Prévoir la possibilité d'utiliser le futur réseau de froid GéniLac pour la production de froid sur la parcelle. Prévoir l'utilisation d'énergie renouvelable pour l'essentielle de la production de chaud pour la parcelle.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection de l'air et du climat

- *Evaluation des mesures à intégrer au projet pour la phase de chantier.*

5.2 PROTECTION CONTRE LE BRUIT

Ce chapitre synthétise en partie les résultats de l'analyse acoustique réalisée par le bureau Acouconsult Sàrl en mai 2016.

5.2.1 BASES LÉGALES

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

- l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB) régit la limitation de bruit extérieur produit par des installations nouvelles ou existantes et fixe les valeurs limites d'exposition en fonction des degrés de sensibilité (annexes 3 et suivantes de l'Ordonnance). L'art. 31 (Permis de construire dans des secteurs exposés au bruit), l'art. 7 (limitation des émissions de nouvelles installations fixes) et l'art. 9 (utilisation accrue des voies de communication) sont notamment importants dans le cadre de cette étude ;
- les émissions de bruit liées à la phase chantier du projet doivent être considérées selon les dispositions de la Directive sur le bruit des chantiers (OFEV, 24 mars 2006) ;
- le Règlement cantonal sur la protection contre le bruit et les vibrations (K 1 70.10) du 12 février 2003 qui précise les obligations, notamment des collectivités publiques, des particuliers ou des entreprises et des détenteurs d'installations fixes et de machines mobiles, en complément de la législation fédérale.

5.2.2 ETAT ACTUEL

5.2.2.1 VALEURS LIMITES APPLICABLES

Les plans d'attribution des degrés de sensibilité (DS) au bruit des communes de Bellevue et de Prégny-Chambésy ont été adoptés par le Conseil d'Etat le 6 mai 2009. L'extrait cartographique est donné ci-après.

Commune de Bellevue

La partie du périmètre "Champ-du-Château" située à l'Est, le long des voies CFF, est en DS IV. Le solde du périmètre est en DS III (zone agricole). Le site de l'hôtel La Réserve, situé de l'autre côté de la Route des Romelles, ainsi qu'une bande située entre le Chemin des Tuileries et la forêt au niveau de l'échangeur autoroutier du Vengeron sont en DS III. Le secteur situé entre la Route de Lausanne et le lac sur la Commune de Bellevue est en DS III (déclassé). Le secteur d'habitation (Les Tuileries, Les Chênes) est en DS II. Il est prévu de cadastrer les parcelles concernées par le PLQ en DS III.

Commune de Prégny-Chambésy

Une bande située de chaque côté de la Route de Lausanne est en DS III (déclassé). La zone d'habitation située au Sud de l'autoroute et de l'échangeur (Les Châtaigniers) est en DS II.

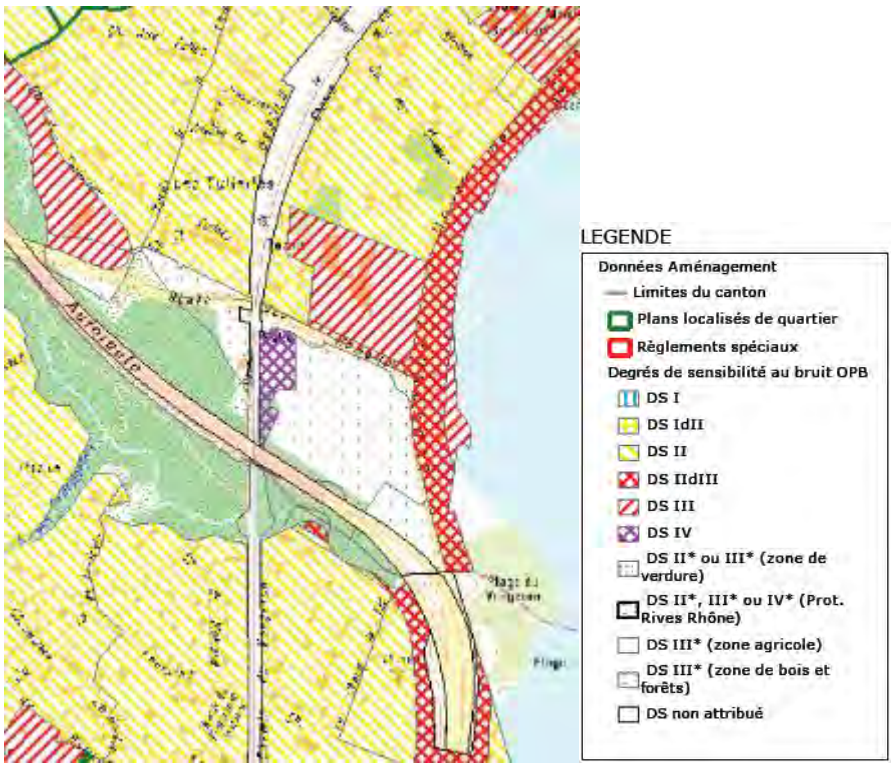


Figure 25 : Plan des DS (source SITG).

Le tableau 8 ci-dessous résume les valeurs limites d'immissions (VLI) pour les degrés de sensibilité au bruit II, III et IV. Ces valeurs dépendent du degré de sensibilité au bruit attribué selon la zone d'affectation (art. 43 OPB) et de l'utilisation des locaux (habitation ou exploitation : art. 42 OPB).

Tableau 8 : Valeurs limites d'immissions pour les degrés de sensibilité II, III et IV.

	Valeurs limites d'immissions en dB(A)					
	DS II		DS III		DS IV	
Locaux	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Habitation	60	50	65	55	70	60
Exploitation	65	55	70	60	70	60

Les valeurs limites d'exposition sont déterminées en application de l'annexe 3 OPB pour le jour (6h à 22h) et la nuit (22h à 6h).

5.2.2.2 NIVEAUX SONORES ACTUELS EN FAÇADE DES BÂTIMENTS EXPOSÉS AU BRUIT ROUTIER

Tableau 9 : Niveaux sonores en façade des bâtiments concernés par des augmentations de trafic (source : SITG).

Tronçon	Bâtiment critique	Affectation	DS	VLI j	Lr j	VLI n	Lr n	Sources sonores
10 11 / 12 14	Ch. Chênaie 2	habitation	II	60	61	50	53	Chênaie, Tuileries, Romelles
3 11	Ch. Nonnette 4	habitation	II	60	65[3]	50	57	Bretelles échangeur Vengeron, A1
3 11	Ch. Nonnette 6	habitation	II	60	60	50	52	
3 11	Ch. Nonnette 12	habitation	II	60	64	50	56	
3 11	Ch. Nonnette 14	habitation	II	60	62	50	53	
3 11	Ch. Nonnette 15	habitation	II	60	63	50	55	
3 11	Ch. Nonnette 18	habitation	II	60	63	50	55	
3 11	Ch. Nonnette 19	habitation	II	60	60	50	52	
3 11	Ch. Nonnette 20	habitation	II	60	61	50	53	
3 11	Ch. Nonnette 21	habitation	II	60	61	50	53	
3 11	Ch. Nonnette 23	habitation	II	60	62	50	54	
3 11	Ch. Nonnette 27	habitation	II	60	61	50	52	
3 11	Ch. Roitelet 4	habitation	II	60	60	50	52	
3 11	Ch. Châtaigniers 43	habitation	II	60	59	50	51	
3 11	Ch. Valérie 62	habitation	II	60	63	50	54	
3 11	Ch. Valérie 85	habitation	II	60	61	50	53	
3 11	Ch. Valérie 87	habitation	II	60	63	50	55	
3 11	Ch. Valérie 89	habitation	II	60	65	50	57	
3 11	Ch. Valérie 91	habitation	II	60	67	50	59	
3 11	Ch. Valérie 95	habitation	II	60	72	50	65	
3 11	Ch. Valérie 100	exploitation	II	65	66	Non sensible	58	

A l'heure actuelle, 21 bâtiments dépassent les valeurs limites d'immission (VLI) de jour et/ou de nuit, dont 15 bâtiments de 1 à 5 dB(A), 5 bâtiments de 6 à 10 dB(A) et 1 bâtiment > 10 dB(A) (dépassement des valeurs d'alarme de jour).

Pour tous ces bâtiments, la situation sonore est relativement complexe, étant donné la présence de nombreuses routes (bretelles de l'échangeur, voies de transit de l'autoroute) et la topographie irrégulière.

5.2.2.3 NIVEAUX SONORES ACTUELS SUR LE SITE

Le modèle de calcul utilisé dans le cadre de la présente étude est le modèle StL-86 adapté. Les calculs se basent sur les données de trafic.

A ce stade (tableau 10), la topographie a été simplifiée et les résultats de calculs sont estimés dans une fourchette de 1 à 3 dB(A), en fonction notamment de l'intégration d'une ou plusieurs sources de bruit (par ex. Rte de Lausanne + A1 pour le pt. 3).

[3] *Pour le bâtiment d'habitation du Chemin de la Nonnette 4, la valeur indiquée par le cadastre est en façade du garage (local non sensible au bruit) alors que la façade de l'habitation proprement dite est située en retrait et bénéficie d'une certaine protection grâce au garage. Les VLI sont néanmoins actuellement dépassées de jour comme de nuit.*

Tableau 10 : Résultats.

Mesure N°	Hauteur de la mesure	Emplacement de la mesure Coordonnées	Distance approx. à la source de bruit	Leq mesuré au sol (1m) dB(A)	Leq calculé (StL-86) à 15m du sol dB(A)
1	1m	500 585/122 800	36 m	55	61-62
2	1m	500 641/122 698	38 m	55	63*
3	1m	500 644/122 637	48 m / 86 m	51	62-65*
4	1m	500 559/122 656	58 m	52	63-64*
5	1m	500 569/122 692	94 m	51	61-63*
6	1m	500 462/122 718	59 m	52	63-65*

* Les talus bordant la Rte de Lausanne et l'A1 sont encore susceptibles d'atténuer les niveaux sonores à cette altitude/sol.

L'extrait graphique ci-dessous (Figure 26) détaille la mesure n°5 avec le passage de 2 trains (directs) et celui d'un avion de ligne.

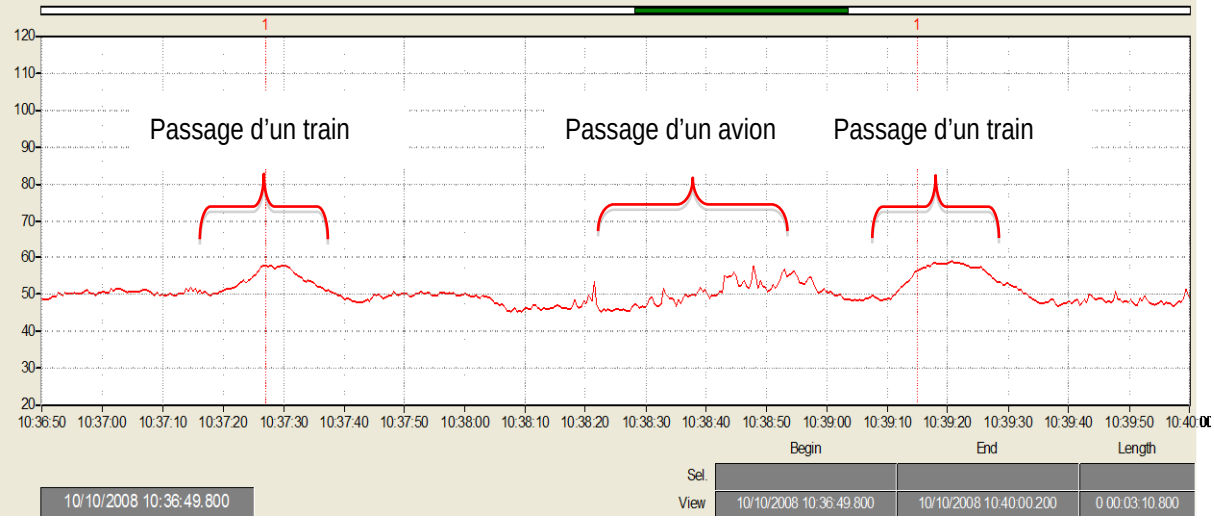


Figure 26 : Graphique du détail de la mesure in-situ N°5 (passages avion et trains).

Pour ce qui concerne le bruit routier, au sol, les valeurs mesurées se trouvent en dessous des valeurs de planification. Par contre, à une hauteur de 15 m du sol les VP sont systématiquement atteintes pour des locaux d'habitation, et presque atteintes voir dépassées pour des locaux d'exploitation en bordure des deux principaux axes de transit (Rte de Lausanne et A1) où les VP sont susceptibles d'être atteintes ou dépassées.

En comparant les valeurs estimées à 15 m du sol et les mesures prises au sol, on constate un effet important des talus en bordure de parcelle. En effet, les 3 axes routiers au nord, à l'est et au sud se trouvent en contrebas du projet.

Les calculs à 15 mètres du sol aux endroits retenus restent des estimations. Etant donné que ces calculs indiquent une situation proche ou un dépassement des VP, la situation sonore est critique, principalement pour des locaux d'habitation. D'autant plus que le futur réseau routier (demi-jonction du Vengeron) et les charges de trafic (TJM 2018) auront un important impact sonore dans les années à venir.

Concernant le bruit ferroviaire, il concerne surtout la zone nord-ouest du périmètre. La voie ferrée étant à niveau avec le site concerné, l'influence de l'altitude du point récepteur reste plus homogène que dans la situation avec

un talus intercalé. Pour des locaux d'exploitation, les valeurs de planification sont respectées à la limite du périmètre constructible à quelque 60 m de l'axe des voies, en revanche, pour des locaux d'habitations, elles ne sont respectées qu'à une distance d'environ 130 m de l'axe des voies.

Concernant le bruit aérien, les valeurs de planification pour des logements sont respectées sur l'ensemble du périmètre d'étude.

Tableau 11 : Immissions actuelles du bruit aérien sur la parcelle (SABRA, 2013)

	BRUIT DES AVIONS			
	5h - 6h	6h - 22h	22h - 23h	23h - 24h
L_r actuel	-	54-56 dB(A)	45-47 dB(A)	< 45 dB(A)

5.2.3 ETAT FUTUR SANS PROJET

Les charges de trafic à l'état futur sans projet sont présentées en 4.4.2. On note que différents projets d'assainissement du bruit routier (DU – SABR) sont à l'étude sur la route cantonale de Lausanne (RC8) ainsi que sur l'autoroute (OFROU). Le canton a été approché pour connaître l'état d'avancement de ces projets. La route cantonale de Lausanne a été subdivisée en plusieurs tronçons. Le projet de Champs-du-Château est concerné par les tronçons 81 et 8b. Les deux projets d'assainissement concernant ces tronçons ont été présentés en PRASSOB et des adaptations ont été effectuées suite à certains recours. Ces adaptations sont en cours de validation par la commission.

5.2.4 ETAT FUTUR AVEC PROJET

5.2.4.1 VALEURS LIMITES APPLICABLES

Sur la base des informations disponibles sur le guichet cartographique du canton de Genève, la parcelle sera située en degré de sensibilité au bruit DS III.

Le projet se situe sur une nouvelle zone à bâtir (actuellement, la majeure partie du terrain est classée en zone agricole), qui est déjà exposée au bruit. Dans ce cas, l'article 29 de l'OPB est alors applicable, ce qui implique que les Valeurs de Planification (VP) doivent être respectées pour l'ensemble du projet.

Tableau 12 : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier/ferroviaire (identiques) (OPB).

Degré de sensibilité (DS)	Valeurs de Planification (VP)	
	Jour*	Nuit**
III – *Logements*	$L_r \leq 60$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)
III – *Locaux d'exploitation*	$L_r \leq 65$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)

*période de jour : 6h - 22h | **période de nuit : 22h - 6h.

Tableau 13 : Valeurs limites d'exposition au bruit du trafic aérien (OPB).

Degré de sensibilité (DS)	Valeur Limite d'Immission (VLI)			
	Période 5h-6h	Période 6h-22h	Période 22h-23h	Période 23h-24h
III – *Logements*	$L_r \leq 50$ dB(A)	$L_r \leq 60$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)
III – *Locaux d'exploitation*	$L_r \leq 55$ dB(A)	$L_r \leq 65$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)

5.2.4.2 ART. 7 DE L'OPB : LIMITATION DES ÉMISSIONS D'UNE NOUVELLE INSTALLATION

Le parking souterrain est considéré comme une nouvelle installation au même titre que les installations techniques (ventilation, énergie, électricité, chaufferie, etc) qui seront installées au sous-sol du parking projeté.

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

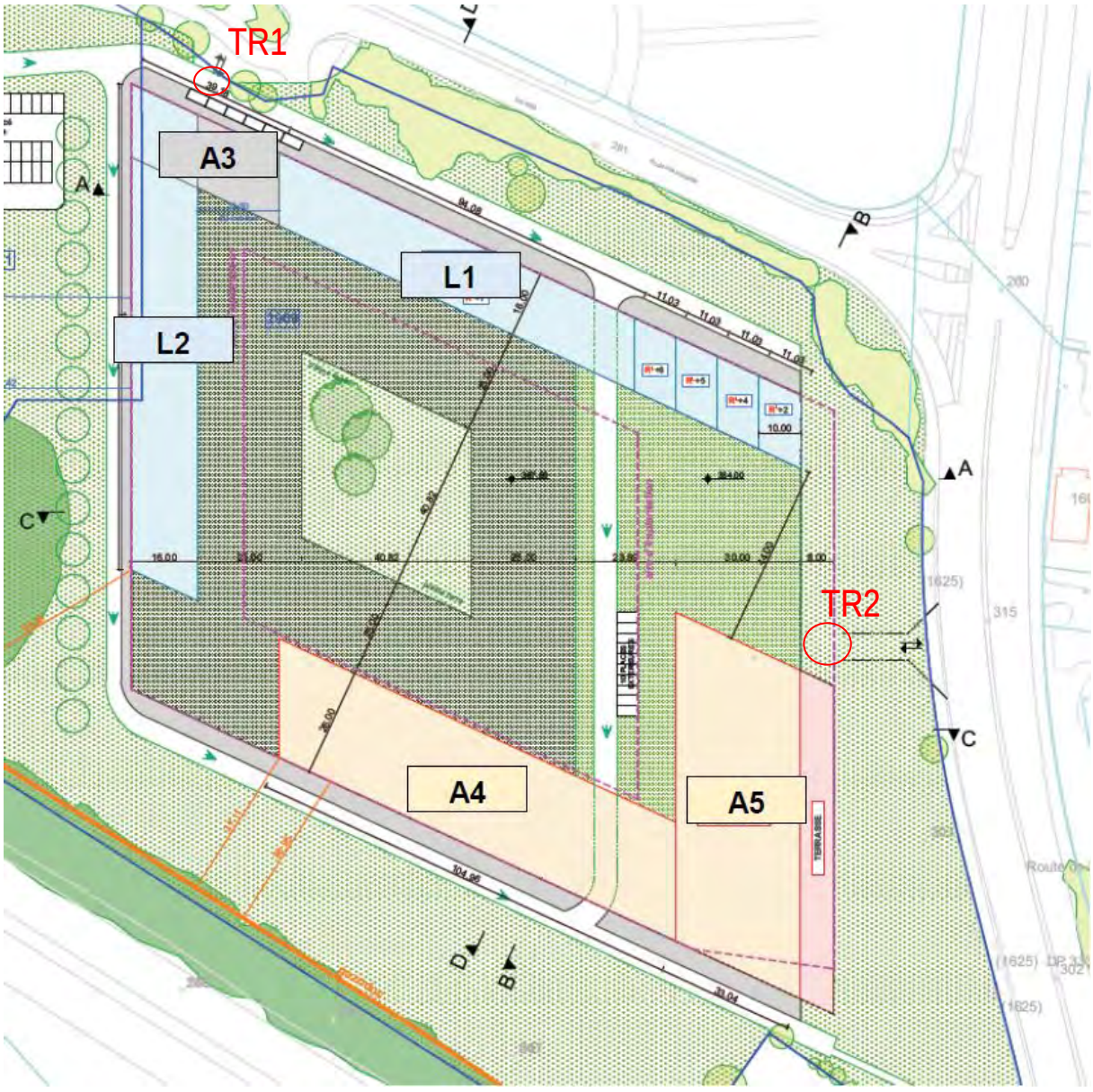


Figure 27 : Localisation des trémies.

Les rampes d'accès au parking constituent également une nouvelle source sonore qui devra respecter les valeurs de planification. Ces sources sont considérées comme linéaires compte tenu de la distance réduite entre elles et les premiers récepteurs sensibles (10 m à 30 m). L'étude trafic fait état de 4'500 uv/jour générés par le parking, divisés entre 3'600 uv/jour sur la route des Romelles et 900 uv/j sur la route de Lausanne. En appliquant le modèle SLT-86 avec une vitesse de 40 km/h pour tenir compte du régime élevé des véhicules, les rampes constituent des sources d'émission de respectivement 72 dB(A) et 63 dB(A). Il est considéré un facteur K3 impulsif de 4 dB(A). L'immission aux façades les plus proches (A3, L1 et A4) est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Immissions aux façades d'après le modèle SLT-86

	TJM 2020	Distance	Lr jour	VP jour	Lr nuit	VP nuit
	[uv/j]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
TR1 : Logement	3600	30	58.3	60	45.4	50
TR1 : Commerce	3600	10	63.1	65	50.1	55
TR2 : Hôtel	900	22	50.8	60	40.6	50

Les Valeurs de Planification sont donc respectées. Concernant les rampes et afin de diminuer les nuisances vis-à-vis de la rue piétonne, les murs intérieurs et extérieurs des rampes, ainsi que le plafond seront revêtus d'un matériau phonoabsorbant (type plaque perforée avec laine de verre compacte). La rigole de récupération des eaux sera construite avec un caillebotis solidaire pour éviter les « claquement » à chaque passage de véhicule.

5.2.4.3 ART. 9 DE L'OPB : UTILISATION ACCRUE DES VOIES DE COMMUNICATION

Le projet de parking souterrain de 900 places va créer un pôle d'attractivité supplémentaire pour les transports individuels. Ainsi, les charges trafic augmenteront légèrement sur les axes du périmètre élargi. Le projet prévoit l'accès au parking souterrain principal par la route des Romelles et l'accès au parking souterrain de l'hôtel par la route de Lausanne. La route des Romelles est l'axe qui subit l'augmentation la plus importante. Comme mentionné en 4.4, les augmentations les plus importantes entre une situation future sans ou avec projet sont les suivantes :

- la route des Romelles (+900 uv/j à +3'820 uv/j, soit +5% à +23%),
- la route de Lausanne (+680 uv/j à +1'560 uv/j, soit +3% à +4%),
- la bretelle de l'autoroute débouchant sur la route des Romelles (+2'260 uv/j soit +12%),
- le chemin des Tuileries (+230 uv/j soit +3%).

Aucune des augmentations n'atteignant 25%, on peut affirmer que le projet respecte l'art. 9 de l'OPB. Concernant le tronçon de la route des Romelles où est constatée une augmentation de 23% très proche de la limite, il faut souligner qu'aucun récepteur sensible ne se trouve à proximité de ce tronçon (récepteur sensible le plus proche à 32 mètres caché derrière un mur de 3 à 4 mètres de haut). Le récepteur le plus proche se trouvant dans le champ de propagation se trouve à 62 mètres.

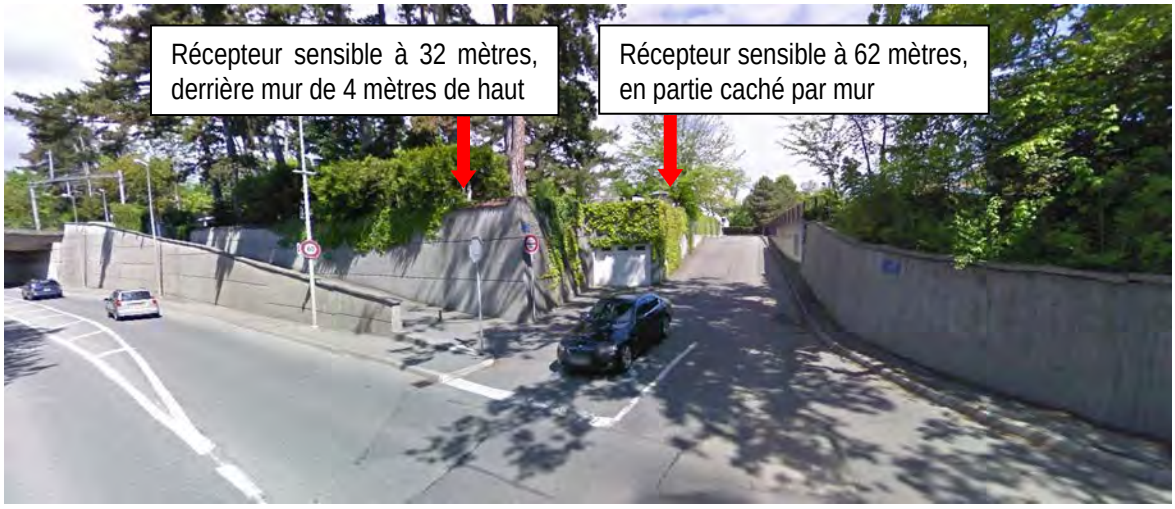


Figure 28 : Vue des récepteurs sensibles au bruit depuis la route des Romelles.

5.2.4.4 ART. 31 DE L'OPB : PERMIS DE CONSTRUIRE DANS DES SECTEURS EXPOSÉS AU BRUIT

BRUIT ROUTIER

Un tableau de résultats complet des modélisations effectuées est disponible en annexes 3 et 4 du rapport Acouconsult (annexe 5.2). Deux variantes ont été calculées relativement au bruit routier :

- Variante 1 : PLQ sans les balcons ;
- Variante 2 : PLQ avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution (bâtiments L1 et L2).

Les résultats donnent les informations suivantes :

Bâtiment L1 - Logements :

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :
Le bâtiment L1 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur l'ensemble de ses façades, hormis sa façade Ouest, avec des dépassements pouvant aller jusque 9 dB(A) (charges trafic 2015) ou 10 dB(A) (charges trafic 2020) de Nuit pour la façade Est (côté Route de Lausanne).

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :

Avec les charges 2015 : On observerait une nette amélioration de la situation (passage de 54 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 14 récepteurs pour cette variante). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés majoritairement sur la façade Est et en tête de bâtiment côté Est (avec plus de dépassements observés pour la façade Nord que la façade Sud). Elle présente un dépassement maximum de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Avec les charges 2020 : on observe une augmentation du nombre de récepteurs en dépassement de nuit à 16 au lieu de 14.

Optimisation du projet :

Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements situés en tête de bâtiment côté Est, de telle manière qu'il existe au moins un ouvrant protégé (sans dépassement des VP) pour ces pièces spécifiques.

Bâtiment A4 – Hôtellerie (ou Activités)

Pour les charges de trafic 2015 et 2020 : Un dépassement des Valeurs de Planification serait observé pour les façades Est et Sud du bâtiment A4. Un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera donc nécessaire. Les façades Nord et Ouest ne présenteraient aucun dépassement des valeurs de planification.

Bâtiment L2 - Logements :

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :

Pour les charges de trafic 2015 et 2020 : Le bâtiment L2 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur la quasi-totalité des étages des façades Nord et Sud, ainsi que des dépassements sur la façade Ouest (côté Train). Aucun dépassement n'est observé pour la façade Est, se trouvant à l'intérieur du PLQ.

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :

On observerait une amélioration de la situation (passage de 24 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 12 récepteurs pour cette variante – 15 avec les charges 2020). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés sur la façade Sud (autoroute), ainsi que pour les points de la façade Ouest situés également proches de l'autoroute. Le dépassement maximal observé serait alors de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Optimisation du projet :

Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements favorisant les pièces non-sensibles (Cuisines non habitables, salles de bain et WC) sur la façade Ouest, ou favoriser des pièces traversantes.

Cependant, en considérant que la contribution principale des récepteurs en dépassement est l'autoroute, les projets d'assainissement du bruit actuellement en cours d'étude permettront alors vraisemblablement de diminuer voire de respecter les Valeurs de Planification pour la majorité des récepteurs.

Bâtiment A3 – Activités / Commerces

Aucun dépassement des Valeurs de Planification n'est observé, avec les charges 2015 et 2020.

Bâtiment A4 – Activités

Avec les charges 2015 et 2020 : Un dépassement des Valeurs de Planification serait observé uniquement pour la façade Sud, ainsi que pour les étages supérieurs de la façade Ouest. Un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera donc nécessaire.

Remarques importantes

Le Canton était, en mai 2015, en cours d'étude pour l'assainissement de la Route de Lausanne, mais la zone du PLQ est également prise en compte dans un projet d'assainissement réalisé par l'OFROU (Autoroute et Route de Lausanne dans ce secteur). Les valeurs pour 2020 ne tiennent actuellement pas compte des éventuelles modifications et gains pouvant découler de ces projets d'assainissement.
Sur la base du dossier actuellement en cours de validation, nous avons effectué une estimation du gain qui serait possible pour la Route de Lausanne (-4 dB(A) à l'émission), ce qui aurait une influence positive sur les façades Est, Nord et Sud des bâtiments L1 et A4. Aucune évaluation relative à l'amélioration de la situation pour un assainissement de la bretelle d'autoroute n'a non plus été prise en compte.

Il sera donc important de reprendre, au moment de l'étude du projet de construction, ces évaluations, afin de trouver les solutions optimales pour la protection contre le bruit (vérification des récepteurs sensibles présentant encore un dépassement des Valeurs de Planification, choix de typologies adéquates pour ces cas particuliers ou

tout autre solution admissible par le canton), tout en alliant les différentes contraintes architecturales liées à ce site (notamment vue sur le Lac).

Les précautions constructives qui peuvent être conseillée sur la base de ces résultats sont présentées en 8.1.2.2.

BRUIT FERROVIAIRE

Un tableau de résultats pour la variante 1 est disponible en annexe 5 du rapport Acouconsult.

Les résultats indiquent que les VP sont respectées pour l'ensemble des récepteurs pour cette variante, ce qui implique que la réalisation des balcons ne pourra qu'améliorer l'exposition au bruit des récepteurs. Les exigences légales sont donc respectées pour les deux variantes.

BRUIT AÉRIEN

Le contrôle du respect des exigences OPB pour le bruit du trafic aérien est présenté dans le tableau suivant :

	BRUIT DES AVIONS			
	5h - 6h	6h - 22h	22h - 23h	23h - 24h
Bâtiment L1 *Logement*	-	OK	OK	OK
Bâtiment C5 *Commerces*	-	OK	OK	OK
Bâtiment L2 *Logement*	-	OK	OK	OK
Bâtiment A3 *Activités*	-	OK	OK	OK
Bâtiment A4 *Hôtellerie OU Activités*	-	OK	OK	OK

Le PSIA n'est actuellement pas encore accepté ni validé par les autorités compétentes, ce qui implique qu'il n'est pas encore public.

A ce stade, il est donc impossible d'utiliser les valeurs du PSIA comme base, puisque n'ayant aucune source officielle pour les courbes de bruit de l'aviation.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection contre le bruit

- *Vérification et dimensionnement des mesures à intégrer au projet pour respecter les exigences de l'OPB, notamment :*
  - *A) Bâtiment L1 : favoriser une typologie des logements situés en tête de bâtiment côté Est, de telle manière qu'il existe au moins un ouvrant protégé (sans dépassement des VP) pour ces pièces spécifiques.*
  - *B) Bâtiment A4 : un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux est nécessaire pour les façades sud et est.*
  - *C) Bâtiment L2 : favoriser une typologie des logements favorisant les pièces non-sensibles (Cuisines non habitables, salles de bain et WC) sur la façade Ouest, ou favoriser des pièces traversantes. Prendre en compte les projets d'assainissement du bruit qui permettrait éventuellement de respecter les VP pour la majorité des récepteurs.*
  - *D) Bâtiment A3 : un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera nécessaire au moins pour la façade sud et les étages supérieurs de la façade ouest.*
- *Reprendre les études en cours pour l'assainissement de la Route de Lausanne et l'assainissement de l'autoroute.*
- *Evaluation des mesures à intégrer au projet pour la phase de chantier.*

5.3 PROTECTION CONTRE LES VIBRATIONS ET LE SON SOLIDIEN

Le projet n'est pas de nature à émettre des vibrations ni du son solidien. Ce chapitre est sans objet.

5.4 PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS

5.4.1 BASES LÉGALES

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

Il faut vérifier que les nouvelles installations annexes ne dépassent pas la valeur limite de l'installation de 1 μT pour la valeur efficace de la densité de flux magnétique (annexe 1 chapitre 2, 3 et 5, ORNI), mesuré en tant que moyenne sur 24 h, dans les lieux à utilisation sensible dans le mode d'exploitation déterminant.

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

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

5.4.2 ETAT ACTUEL

Les lignes du réseau électrique, les installations émettrices (stations radio, antennes de téléphonie mobile) et les stations de transformations du courant électrique génèrent des champs électromagnétiques. Ces installations entrent ainsi dans le domaine de l'application de l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le rayonnement non ionisant (ORNI). L'ORNI, entrée en vigueur le 1er février 2000, vise à protéger l'homme contre le rayonnement non-ionisant nuisible ou incommodant. Elle comporte deux types de valeurs limites : des valeurs

limite de nocivité (valeurs limites d'immissions) et des valeurs limite préventives (valeurs limite de l'installation).

Pour les antennes de téléphonie mobile, le chapitre 6 de l'annexe 1 de l'ORNI définit que « les nouvelles et les anciennes installations ne doivent pas dépasser la valeur limite de l'installation dans les lieux à utilisation sensible (…) ». Les valeurs limites d'installation doivent être respectées pour des locaux dans lesquels des personnes séjournent plus de 2 h/jour (soit environ 800 h/année).

Les sources de RNI suivantes sont situées à proximité du site du projet :

- Ligne de contact des voies CFF (bordure Ouest du périmètre) ;
- Station de transformation électrique (de l'autre côté des voies CFF) ;
- 2 antennes de téléphonie mobile (source : SITG)

La figure ci-dessous indique la position de ces différentes sources ainsi que les valeurs limite d'installation (rayon d'installation R inst pour les antennes de téléphonie mobile). On remarque qu'étant donné la position du périmètre d'implantation et le fait que les parkings soient situés côté voies CFF, les RNI ne représentent pas une contrainte pour le projet.

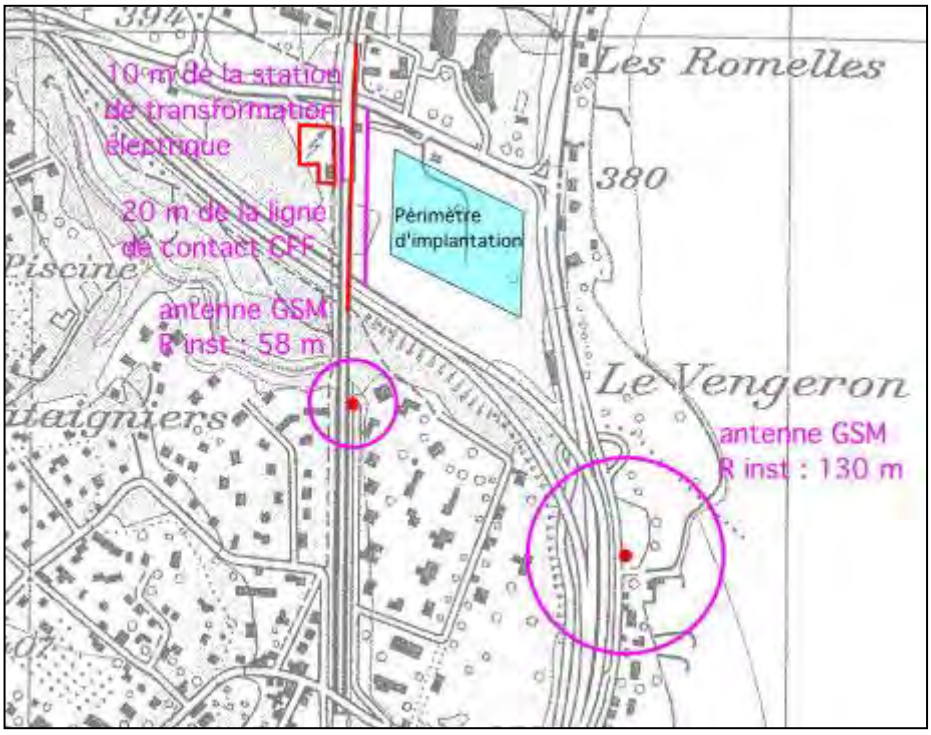


Figure 29 : Position des sources de rayonnements non ionisants.

5.4.3 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Pas d'évolution prévisible par rapport à l'état actuel.

5.4.4 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Le projet en lui-même ne crée pas de nouvelles charges de rayonnement non ionisant. Il n'y a donc pas d'impact de rayonnements ionisants sur l'environnement dû au projet.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection contre les rayonnements non ionisants

- *Chapitre définitivement traité.*

5.5 PROTECTION DES EAUX

5.5.1 BASES LEGALES

Législation et directives fédérales

- Loi sur la protection des eaux (LEaux) du 24 janvier 1991.
- Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998.
- Loi sur l'aménagement des cours d'eau (LACE) du 21 juin 1991.
- Ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE) du 2 novembre 1994.
- OFEFP, 1990. Le domaine eaux et pêche dans le cadre d'une EIE. Indications pour établir le cahier des charges du rapport d'impact. 32 pp.
- OFEFP, 2001. Etat de la technique dans le domaine de la protection des eaux. Série L'environnement pratique. Informations concernant la protection des eaux n° 41. 15 pp.
- OFEFP, 2004. Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. Série L'environnement pratique. 133 pp.

Législation et directives cantonales

- Loi sur les eaux L 2 05 du 5 juillet 1961.
- Règlement d'application de la loi fédérale sur les eaux M5 15.02 du 24 janvier 1973.
- Règlement d'exécution de la loi sur les eaux L 2 05.01 du 22 février 1989.
- Règlement sur l'utilisation des eaux superficielles et souterraines, L 2 05.04, du 5 mars 2003.
- Domaine de l'eau, 2004. Directive relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la norme SIA/VSA 431). 4 pp.
- la Carte de protection des eaux du Canton de Genève au 1:25'000, 13 mars 2003.
- la Carte hydrogéologique du Canton de Genève au 1:25'000.

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

- Evacuation des eaux des biens-fonds – conception et réalisation d'installations. Norme Suisse SN 592 000, 2002.
- Évacuation des eaux de route: état des lieux, propositions, ouvrages de sécurité, de rétention et d'infiltration (Mandat de recherche OFROU/VSS 22/96, septembre 2000).
- La Directive VSA sur l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations, novembre 2002.

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

5.5.2 EAUX SOUTERRAINES

Les impacts sur les eaux souterraines seront évalués sur la base des caractéristiques du projet, les paramètres déterminants étant ici la profondeur de fouille et les techniques mises en œuvre. Les particularités du projet seront mises en relation avec les caractéristiques de l'aquifère.

Pour les eaux souterraines, il existe deux principaux types d'impacts potentiels :

- les impacts quantitatifs, qui pourraient résulter de la modification de l'écoulement des eaux souterraines, soit par effet de barrage dû aux ouvrages construits en sous-sol, soit par réduction des perméabilités des terrains à cause des tassements, soit par modifications des conditions d'infiltration de surface (augmentation ou diminution du coefficient d'imperméabilisation existant) ;
- les impacts qualitatifs, qui pourraient résulter de la pollution directe ou indirecte, chronique ou accidentelle, des eaux souterraines.

5.5.2.1 ETAT ACTUEL

Il n'y a pas, sur ou à proximité de la zone d'emprise du projet, de secteurs de protection des eaux de type A_u (protection des eaux souterraines exploitables ainsi que les zones attenantes nécessaires à leur protection).

Le projet ne recouvre aucune nappe principale, superficielle ou temporaire.

5.5.2.2 EFFETS DU PROJET

Compte tenu de sa localisation, le projet ne va pas générer d'incidences significatives sur les eaux souterraines.

5.5.3 EAUX SUPERFICIELLES, MILIEUX AQUATIQUES ET RIVERAINS

Le ruisseau du Vengeron se situe à proximité du projet. Néanmoins, celui-ci est canalisé à la hauteur de la zone d'étude jusqu'à son arrivée dans le lac Léman.

5.5.3.1 ETAT ACTUEL

Conditions hydrologiques locales :

La moitié est du site du champ du Château est située dans un secteur de protection des eaux superficielles (A_o). D'après l'annexe 4 de l'Ordonnance sur la protection des eaux, le secteur A_o de protection des eaux comprend les eaux superficielles et leur zone littorale, dans la mesure où cela est nécessaire pour garantir une utilisation particulière. En effet, cette zone définit les aires dont les contextes géographique, géologique et hydrogéologique impliquent des mesures de précaution et des aménagements limitant les risques de pollution des eaux superficielles et souterraines destinées à l'eau de boisson.

Figure 30 : Secteur de protection des eaux superficielles (source SITG).

Par ailleurs, le projet est situé sur le bassin versant du Vengeron. Celui-ci prend sa source dans le Bois Perdriaux en amont de l'aéroport, s'écoule d'ouest en est jusqu'à sa confluence avec le Gobé, puis prend une direction sud-est pour se jeter dans le lac Léman. Son bassin versant, qui draine une superficie de 22.9 km^2, est transfrontalier.

Le cours du Vengeron, qui totalise une longueur de 2.5 km, est artificialisé : il est canalisé sur 300 m sous l'aéroport, au niveau du passage sous l'autoroute, puis sur les 500 derniers mètres avant son embouchure dans le Léman.

Outre ces tronçons artificialisés, le reste du cours d'eau présente un caractère relativement préservé, montrant une sinuosité et une dynamique assez fortes (alternance de zones d'érosion et de sédimentation).

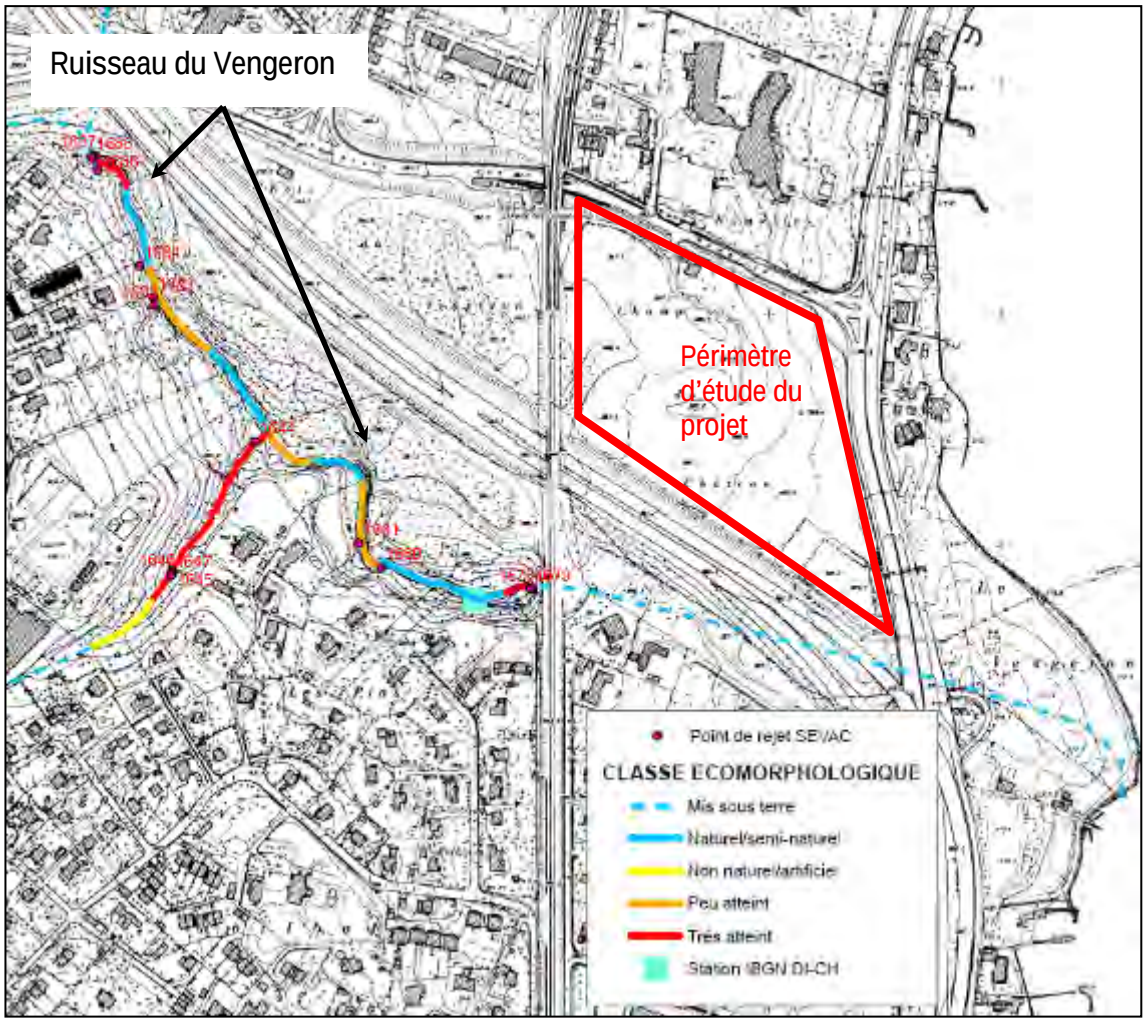


Figure 31 : Profil écomorphologique du ruisseau du Vengeron.

La station limnographique du Gobé, affluant du Vengeron, située au Km 1.52 caractérise bien le régime du Vengeron. En effet, cette station mesure le ruissellement de 68% du bassin versant du Vengeron, soit 15.6 km^2. Durant la période 1998-2009, le débit d'étiage Q_{347} du Gobé est de 8 l/s. Enfin, le débit moyen annuel s'établit à 199 l/s.

Qualité physico-chimique :

Le Service Cantonal d'Hydrobiologie a mené une campagne d'analyses physico-chimiques sur le bassin du Marquet – Gobé – Vengeron en 1999.

Sur le Vengeron, une station de prélèvement est située au niveau de la voie CFF, sur le tronçon aval, proche du projet considéré.

La qualité de l'eau est mauvaise sur l'ensemble du bassin. Les apports en azote et phosphore sont importants, l'oxygène est souvent déficitaire. Les très faibles débits d'étiage limitent les capacités d'autoépuration du cours d'eau. De nombreux rejets diffus, sur l'ensemble du linéaire, apportent une forte charge organique. De plus, il existe une pollution avérée par les métaux, en particulier par le cuivre et le zinc (mais aussi Ni, Cd, Pb).

Les altérations déclassantes sont les matières organiques oxydables (MOOX), l'azote (AZOT) et le phosphore (PHOS), correspondant aux paramètres O_2, NTK, NH_4, NO_2, P_{total}, et PO_4.

Entre 1996 et 1999, des campagnes de mesures menées par l'EPFL, avaient permis d'établir les concentrations atteintes par temps sec et par temps de pluie pour un certain nombre de paramètres physico-chimiques

potentiellement influencés par les activités de l'aéroport (dégivrage des avions). Il en ressortait notamment de très fortes concentrations en COD, DCO et N-NH_4.

Les valeurs de COD et N-NH4 sont ainsi très supérieures aux exigences établies par l'OEaux, qui fixe les limites à 1-4 mgC/l et 0.4 mgN/l respectivement.

Pour la DCO, en l'absence d'exigence fédérale, une comparaison peut être établie avec la concentration de 400 mg/l (moyenne pour 2002) observée dans les eaux usées à l'entrée de la STEP d'Aïre : les eaux rejetées dans le Vengeron par temps de pluie sont supérieures à cette valeur déjà très élevée.

Au vu de ces résultats, les eaux déversées dans ce cours d'eau sont loin de satisfaire les exigences fédérales en matière de protection des eaux. Les problèmes viennent essentiellement d'une très forte charge en carbone, en provenance de l'Aéroport International de Genève, qui consomme la majeure partie de l'oxygène lors de sa dégradation.

Qualité biologique

Concernant la macrofaune benthique, la campagne d'IBGN, réalisée par le Service Cantonal d'Hydrobiologie en amont de la voie CFF en 2000, a abouti à une note moyenne de 9/20 (variation : de 6 à 12), témoignant ainsi d'une qualité médiocre.

A la hauteur de la voie CFF, la qualité bactériologique estimée en 1999 était jugée très mauvaise.

Le Vengeron abrite trois espèces de poissons dans sa partie aval : le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le goujon (*Gobio gobio*) et l'épinoche (*Gasterosteus aculeatus*). Cependant, la connectivité avec le Léman est interrompue par la canalisation avant l'embouchure, ce qui ne permet pas la colonisation du cours d'eau depuis le lac. Lors de l'inventaire effectué en 2000, la majorité des individus présentait des perturbations physiologiques et hormonales impressionnantes.

Enfin, aucune écrevisse n'a été observée dans le bassin versant du Vengeron.

5.5.3.2 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Actuellement, le Vengeron souffre (autant qualitativement que quantitativement) des rejets des eaux pluviales (et des opérations d'entretien des bassins de rétention) provenant de l'aéroport.

Avec la mise en œuvre des mesures du PGEE dans les années à venir, la qualité physico-chimique, biologique et écomorphologique du Vengeron devrait significativement s'améliorer.

5.5.3.3 ETAT FUTUR AVEC PROJET

L'emprise du projet est longée par le Vengeron dans sa partie couverte. Ainsi, le projet en lui-même ne va pas modifier la structure physique du lit, des berges ou des rives de ce cours d'eau.

5.5.3.4 EFFETS DU PROJET

D'un point de vue écomorphologique, le projet n'aura aucune incidence sur l'état du Vengeron, dont le lit est artificiel.

5.5.4 EAUX À ÉVACUER

Cette partie synthétise les résultats du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux établi par zs ingénieurs civils SA en mai 2015. Le document dans son intégralité, avec la précision des méthodologies est en annexe 5.5.4.

Il est à noter que cette étude est basée sur la version du PLQ datant de septembre 2014. Suite aux modifications

apportées au PLQ du mois de mai 2016, l'analyse succincte des nouvelles surfaces réduites ne présente pas de variation significative du coefficient de ruissellement moyen de la parcelle. Il est cependant possible que les dimensions du bassin de rétention nécessitent une adaptation. Quant aux modifications sur le débit de pointe pour l'évacuation des eaux usées, elles sont sans impact sur le dimensionnement des canalisations d'eaux usées préconisé. Conformément aux discussions avec la DGEau, aucune modification du Schéma directeur n'a donc été opérée à ce stade (cf. préambule de l'annexe 5.5.4).

5.5.4.1 ETAT INITIAL

Système d'assainissement actuel

La figure 32 représente la position des réseaux publics existants, à savoir :

- Le collecteur EP des Romelles du réseau secondaire, propriété de la commune de Bellevue;
- Le collecteur EP de la route de Lausanne du réseau privé cantonal, propriété de l'Etat de Genève;
- Les collecteurs EP sur la parcelle du PLQ du réseau privé, propriété des promoteurs.

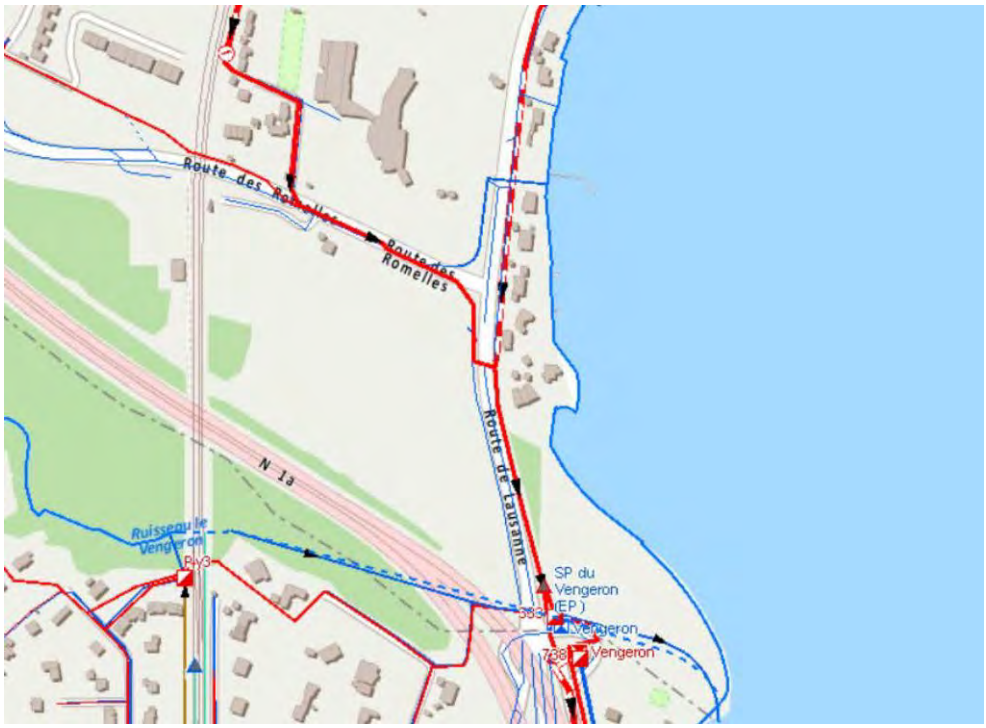


Figure 32 : Cadastre du réseau d'assainissement des eaux (source SITG).

Potentiel d'infiltration des eaux pluviales

D'après le diagnostic du PGEE (rapport d'état sur l'infiltration), illustré par la carte ci-dessous, la capacité d'infiltration des eaux est mauvaise sur le périmètre du projet en raison de la faible perméabilité des formations en place.

En effet, les sondages dans la zone du PLQ, font ressortir une très faible perméabilité. Le terrain est composé essentiellement d'alternance de marnes (marno-calcaires avec des phases de grès) et d'une couverture de limon argileux.

Figure 33 : Potentiel d'infiltration des eaux pluviales (source SITG).

Dès lors, l'infiltration active, tant en surface qu'en profondeur, d'eaux non polluées ne peut pas être retenue pour la gestion des eaux pluviales du PLQ. Compte tenu de ce qui précède, tout dispositif d'infiltration centralisée est écarté.

5.5.4.2 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

La modélisation de l'état futur d'urbanisation des sous-bassins versants existants sans réalisation du PLQ conduit à un niveau de remplissage quasi maximal du système de collecte située à l'aval de ce dernier pour un évènement de temps de retour de 10 ans (figure 34). Le collecteur EP de la route des Romelles présente dès lors une réserve de capacité extrêmement limitée.

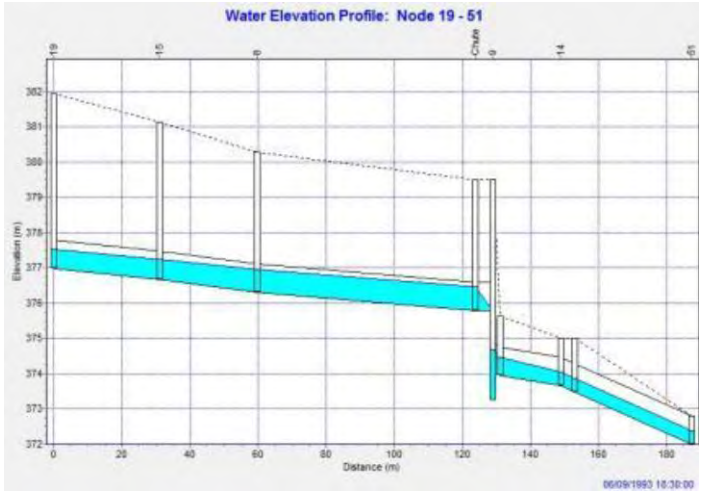


Figure 34 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n°19) – Situation future sans PLQ (zs, 2015).

5.5.4.3 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Eaux pluviales

Découpage en sous bassins versants

Le plan des aménagements paysagers fourni par les architectes du projet a permis de définir les limites des sous-bassins versants du périmètre d'étude.

Trois sous-bassins versants ont été identifiés en fonction des écoulements des eaux pluviales. Ces derniers sont représentés par la figure 35.

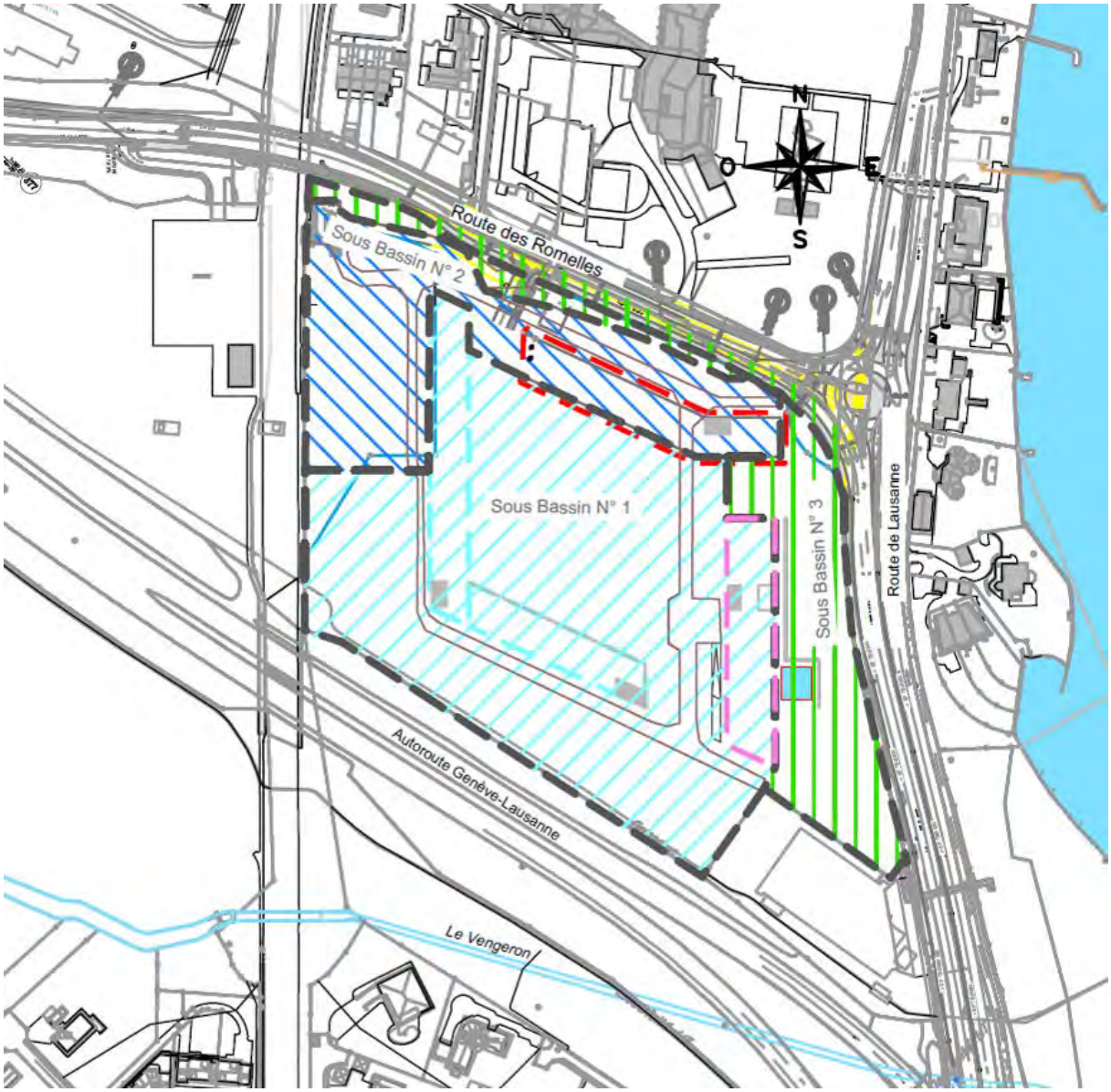


Figure 35 : Découpage en sous bassins versants (zs, 2015).

Aussi pour chaque sous-bassin versant, il a été calculé les surfaces réduites avec les coefficients de ruissellement définis au paragraphe ci-après.

Les architectes responsables du projet ont fait des choix de conception afin de limiter l'imperméabilisation des sols et de retarder l'écoulement des eaux pluviales (mise en place de terre végétale sur les parkings souterrains, toitures plates, cheminements perméables …).

Taux d'imperméabilisation à saturation du PLQ

A partir du plan des aménagements extérieurs du projet de PLQ, un découpage des surfaces de même affectation et, à ce titre de même coefficient de ruissellement, a été réalisé. En définitive, le périmètre du projet présente une emprise de 56'480 m^2 pour une surface réduite de 23'199 m^2 imperméable, soit un coefficient de ruissellement de l'ordre de 41%.

Variantes

Lors de la séance de lancement tenue courant juillet 2013, la DGEau a présenté les trois variantes d'évacuation envisageables dictées tant par les conditions locales que par la géométrie des équipements préexistants.

Les variantes d'évacuation peuvent être identifiées selon la nature de l'exutoire, à savoir :

- Les collecteur EP de la route des Romelles pour la variante no 1 ;
- Le ruisseau canalisé du Vengeron pour la variante n° 2 ;
- Un nouvel équipement (micro-tunnelier) reliant le périmètre du PLQ au lac pour la variante no 3.

La figure ci-dessous en donne une illustration de principe.

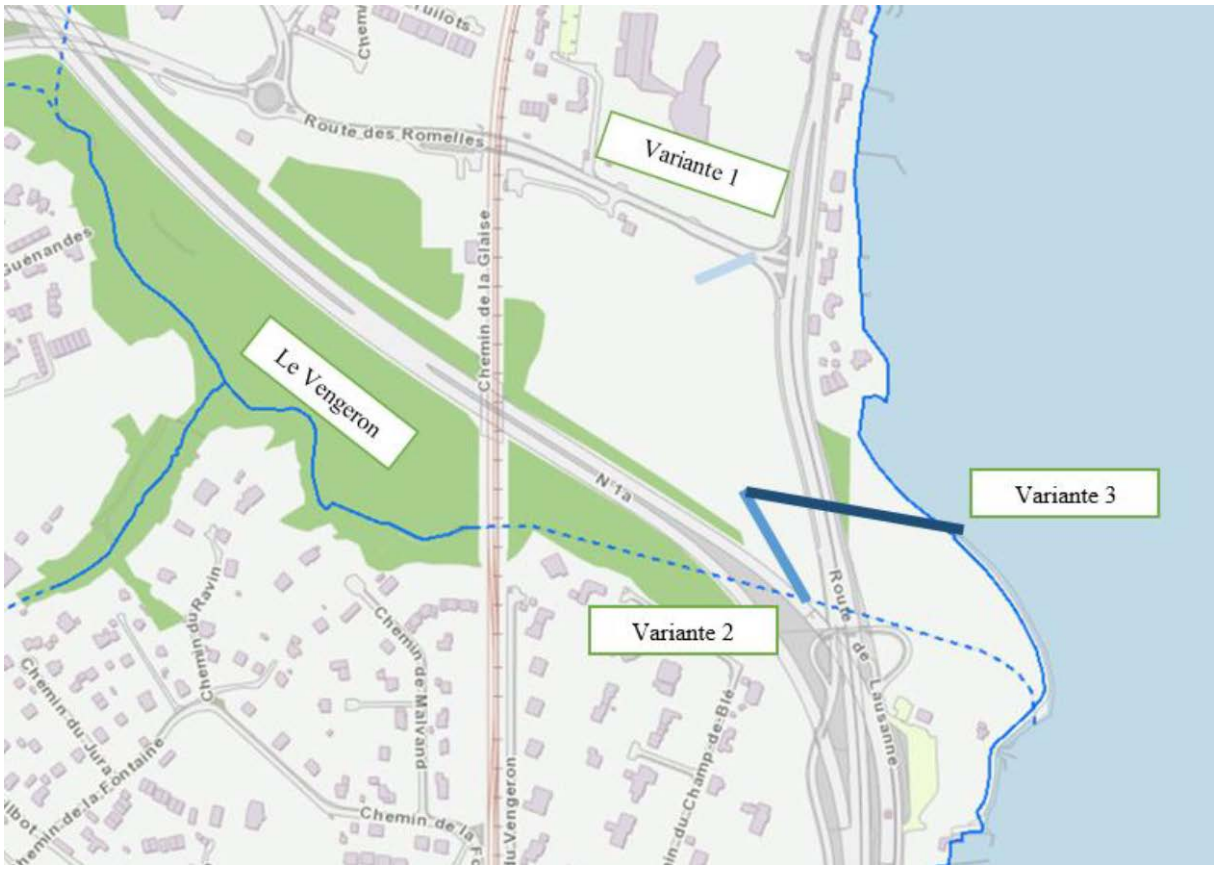


Figure 36 : Variantes de principe pour l'évacuation des eaux pluviales (zs, 2015).

Une analyse de chacune de ces variantes a permis de mettre en évidence leurs avantages et leurs inconvénients. Ils sont synthétisés dans le tableau 15. En accord avec la DGEau, la solution préconisée est la variante n°1 avec une gestion quantitative des eaux pluviales à la parcelle par le biais de mesures sur toitures et d'une rétention à ciel ouvert.

Tableau 15 : Comparaison des variantes (zs, 2015).

Variantes	Variante 1 Romelles	Variante 2 Vengeron	Variante 3 Lac
Gestion quantitative sur le périmètre du PLQ	$V_{Respect\ 50\ l/s/ha\ T10\ ans}$ 😐	$V_{Respect\ 20\ l/s/ha\ T30\ ans}$ ☹	V = 0 m³ 🙂
Hydraulique des systèmes publics d'assainissement	Péjore la situation actuelle 😐	Absence de modification de l'état actuel 🙂	Absence de modification de l'état actuel 🙂
Risque d'inondation du Vengeron	Absence de modification de l'état actuel 🙂	Péjore la situation actuelle 😐	Absence de modification de l'état actuel 🙂
Réalisation des raccords privés	Raccord classique en calotte 🙂	Intervention compliquée sur galerie ☹	Raccord classique fil d'eau 🙂
Contraintes de chantier hors PLQ	Absence d'intervention 🙂	Absence d'intervention 🙂	Travaux spéciaux et intervention en milieu lacustre ☹
Contraintes d'exploitation	Absence de modification de l'état actuel 🙂	Absence de modification de l'état actuel 🙂	Nouvel équipement à entretenir ☹
Coût de la variante	Volume de rétention modeste 🙂	Volume de rétention important 😐	Travaux spéciaux très onéreux ☹

Modélisation de la variante n°1

La modélisation de l'état futur avec réalisation du PLQ sans mesures de gestion conduit à une mise en charge inacceptable du système de collecte aval (>100 % du diamètre en place).

Fort de ce constat, la DGEau fixe le débit de rejet admissible à 50 l/s/ha pour un temps de retour de 10 ans.

La modélisation de l'état futur avec réalisation du PLQ accompagnée de mesures de gestion est illustrée par la figure 37.

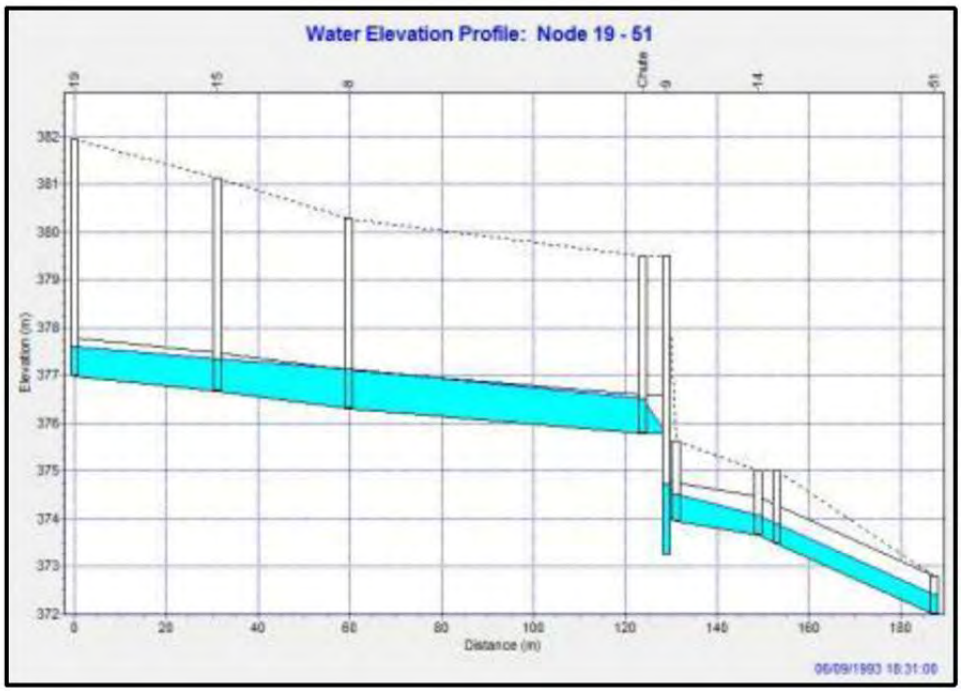


Figure 37 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n°19) - Situation future avec une contrainte de rejet fixée à 50 l/s/ha T 10 ans sur le périmètre du PLQ (zs, 2015).

Choix des équipements d'assainissement

Le concept de gestion et d'évacuation des eaux retenu pour évacuer les eaux pluviales du PLQ doit tenir compte de la faisabilité technique d'une part et du coût des équipements d'autre part.

Le schéma directeur doit être établi en respectant notamment les prescriptions suivantes :

- Séparation intégrale des eaux polluées (eaux usées domestiques) et des eaux non polluées (eaux pluviales récoltées sur le bassin versant), regards de visite et d'entretien distincts.
- Prise en compte des directives fixées par la DGEau en réponse au plan directeur des égouts (PDE), ainsi qu'aux plans régionaux et généraux d'évacuation des eaux (PREE et PGEE).
- Concrétisation de toutes les opportunités pour diminuer le taux d'imperméabilisation des surfaces aménagées afin de limiter les débits de pointe à laminer avant rejet au réseau.
- Dimensionnement des collecteurs EP sur la base du débit généré pour un temps de retour de 10 ans.
- Dimensionnement des collecteurs EU sur la base du débit de pointe généré à saturation du périmètre de projet.

Le tableau ci-après donne une comparaison synthétique des 3 sous variantes de gestion des eaux pluviales :

Tableau 16 : Comparaison des sous variantes de gestion des eaux.

Variantes	Sous variante 1 Toitures végétalisées sans rétention	Sous variante 2 Rétention sur toitures végétalisées	Sous variante 3 Rétention sur toitures gravier
Volume de rétention hors toitures	V utile ~248m^3	V utile ~141m^3	V utile ~141m^3
Dispositif de rétention sur toitures	NON	OUI V= 171 m^3 Q_{Fuite} =10 l/s	OUI V=274 m^3 Q_{Fuite} =10 l/s
Contraintes spécifiques aux toitures	Surcoût pour la végétalisation de la toiture Etanchéité traditionnelle Entretien plus lourd	Surcoût pour la végétalisation de la toiture Soins spécifiques pour l'étanchéité Entretien plus lourd	Soins spécifiques pour l'étanchéité Entretien sommaire

A noter que le volume d'excavation pour le bassin de rétention n'est pas significatif par rapport à l'excavation totale des bâtiments et du parking souterrain.

Les solutions avec gestion des eaux sur toitures en gravier ou végétalisées sont les plus intéressantes du fait qu'elles permettent de réduire le volume utile du bassin de rétention hors toitures par deux par rapport à la 1ère sous variante.

La toiture végétalisée présente entre autre quelques avantages non négligeables tels que :

- aménagement naturel, lieu d'accueil pour la petite faune et l'avifaune,
- absorption des poussières atmosphériques et du dioxyde de carbone,
- isolation acoustique grâce au substrat,
- performance thermique, réduction des besoins de climatisation grâce au substratum,
- protection de l'étanchéité.

En définitive, la solution avec un aménagement des toitures en gravier semble être la plus économique, alors que la mise en œuvre de toitures végétalisées est plus pertinente du point de vue de l'environnement. À noter que cette dernière devra être adaptée à une cohabitation avec les panneaux solaires photovoltaïques.

Le comparatif des solutions et des variantes étudiées ci-dessous a permis au maitre d'ouvrage d'arrêter son choix, en concertation avec la DGEau. Une réunion avec toutes les parties prenantes a d'ailleurs permis de conclure sur une solution équilibrée.

Les équipements spécifiques à la gestion des eaux pluviales du PLQ de Champ du Château peuvent être synthétisés comme suit :

- Toitures végétalisées et gérées sur l'ensemble des bâtiments ;
- Bassin de rétention enterré dans le bâtiment L1 destiné à du logement ;
- Prairie inondable à ciel ouvert située entre le bâtiment A4 et la route de Lausanne ;
- Tranchée stockante le long de la route de Lausanne.

La noue initialement prévue parallèlement à la route des Romelles sera abandonnée du fait de l'élargissement de ladite route. Le projet d'élargissement routier n'ayant pas un impact significatif sur les modifications

nécessaire au PLQ, aucune modification ne sera apportée aux calculs / tableaux récapitulatifs ni à la capacité stockante de la tranchée implantée en parallèle de la route de Lausanne, excepté l'annexe n°10 et le plan 2561-01-A du Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux (zs, 2015).

Eaux usées

L'évacuation des eaux polluées pourra se faire en se raccordant au collecteur existant DN 500 situé sous la route des Romelles et la route de Lausanne entre les chambres n° 1012 et n° 1015.

Le collecteur d'eaux usées appartient au réseau primaire, propriété de SIG. Le système de collecte EU est en très bon état, mise en service il y a moins de 3 ans dans le cadre du renforcement du réseau lac rive droite. Les SIG doivent impérativement être informés préalablement à l'intervention sur le réseau primaire. Ils procèderont ensuite au contrôle de la bienfacture du raccord après réalisation de ce dernier par l'entreprise adjudicatrice des travaux.

Tableau 17 : Calcul du nombre d'équivalent habitant (EH) du PLQ.

Tableau modifié selon plan n°1201.PLQ2.10.A3	*Affectation*	*Surface brute de plancher (SBP)*	*Equivalent habitant*
Bâtiment A3, A5	*Activités administratives*	*17'000 m2*	*189 EH*
Bâtiment L1	*Habitation*	*15'000 m2*	*375 EH*
Bâtiment L2	*Habitation*	*18'000 m2*	*450 EH*
Bâtiment A4	*Activité hôtelière*	*18'000 m2*	*600 EH*
TOTAL			*1614 EH*

À partir du nombre d'EH du PLQ (tableau 17) et en considérant un débit de pointe de 0.01 l/s/EH, on trouve que la conduite devra être dimensionnée pour 16.14 l/s.

Apres contrôle, le dimensionnement ne dépasse pas le diamètre 250 mm. Par ailleurs, la législation cantonale prévoit un diamètre minimal de 250 mm pour le raccord sur les équipements publics.

Le collecteur des eaux usées sur la route des Romelles devrait permettre de reprendre les eaux usées de la parcelle du PLQ.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection des eaux

Eaux souterraines :

- *Réalisation d'un rapport géotechnique complet pour la DD.*

Eaux superficielles :

- *Chapitre définitivement traité*

Eaux à évacuer :

- *Evaluer l'impact prévisible sur les eaux durant la phase de chantier, selon la Directive cantonale relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431) de juillet 2004.*
- *Prévoir un dépotoir primaire et un séparateur de graisse pour les eaux issues de la cuisine/laverie. Ces installations devront être vidangées par une entreprise disposant des équipements appropriés. Les huiles usées seront récupérées et évacuées dans un centre agréé conformément à lOMod. En aucun cas ces huiles ne seront déversées dans les canalisations*

- *Fournir un plan détaillé des canalisations d'évacuation des eaux pluviales et usées (canalisation intérieures et extérieures).*

5.6 PROTECTION DES SOLS

Ce présent chapitre traite des atteintes potentiellement portées aux sols via la suppression de surfaces de sol naturel du fait de l'implantation de nouveaux bâtiments et infrastructures, ou par l'altération de la structure et de la composition chimique et biologique du sol. L'objectif de protection est de garantir la fertilité du sol à long terme. Une étude pédologique a été réalisée en avril 2015 afin de définir l'état actuel des sols et les modalités de gestion des matériaux terreux. Les résultats sont présentés dans ce chapitre.

5.6.1 BASES LEGALES ET DEFINITIONS

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

- Loi sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 (état le 1er avril 2015).
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) du 1er juillet 1998 (état le 1er juin 2012),
- Règlement cantonal sur la protection des sols (K 1 70.13),
- OFEFP, 2001. Commentaires concernant l'ordonnance du 1er juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol).
- OFEFP, 2001. Instructions : Evaluation et utilisation de matériaux terreux. Série l'environnement pratique. 22 pp.
- Normes VSS terrassement 640581a, 640582 et 640583.
- Guide pratique de l'environnement n°10 : Construire en préservant les sols. OFEV, 2001.
- Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1990 (état le 1er juillet 2011).
- Manuel « Prélèvements et préparation d'échantillons de sols pour l'analyse de substances polluantes », OFEFP, 2003.
- Manuel « Sols pollués – Evaluation de la menace et mesures de protections », OFEFP, 2005.

Définition du « sol »:

Le sol correspond de manière générale à la couche biologiquement active du sol. Le sol est constitué d'une couche supérieure organo-minérale riche en organismes et en nutriments, appelée terre végétale ou horizon A, d'une épaisseur variable (en général 15 à 30 centimètres), et d'une couche inférieure moins riche appelée sous-couche, couche arable ou horizon B. Les couches inférieures constituent la roche mère, remblai ou horizon C et correspondent aux matériaux d'excavations. Les matériaux d'excavation ne sont pas traités dans ce présent chapitre.

Lors du chantier, l'excavation des terrains nécessite le décapage de la terre végétale, puis de la terre de sous-couche. Les matériaux terreux ainsi décapés peuvent être soit stockés sur le chantier sous la forme de dépôts pour être ensuite réutilisés, soit évacués pour une valorisation hors du site.

5.6.2 MÉTHODOLOGIE

Les sols du périmètre du PLQ Champ-du-Château sont décrits sur la base des observations faites en avril 2015 lors de la réalisation de l'étude pédologique et sur la base des analyses des prélèvements d'échantillons.

Découpage en zones

La surface totale du projet a été découpée en trois zones distinctes (Z1, Z2 et Z3) selon leur historique ou les sources de pollution potentielles auxquelles elles sont soumises (Figure 38). La zone Z1, au sud de la parcelle, correspond à l'ancienne emprise du chantier de l'autoroute. La zone Z2 représente la majeure partie de la surface du projet historiquement agricole et sans intervention et la zone Z3 est située à l'est, en bordure de la route de Lausanne.

Figure 38 : Plan de la parcelle avec délimitation des zones et emplacement des sondages à la tarière et de la fosse pédologique.

Description des épaisseurs des horizons

Afin de déterminer les épaisseurs de terre végétale (horizon A) et de sous-couche (horizon B), les investigations suivantes ont été réalisées :

- 1 fosse pédologique jusqu'à la roche mère ;
- 17 sondages à la tarière.

Le plan d'échantillonnage a été déterminé pour couvrir l'ensemble de la surface du projet, de manière homogène, à raison de 5 sondages par hectare en moyenne. Ces sondages ont permis la réalisation de cartes de répartition des types de sols, d'épaisseur de l'horizon A et d'épaisseur de l'horizon B.

Evaluation de la sensibilité du sol à la compaction

- Description de la structure des horizons (fosse pédologique) ;

- Importance du squelette ou pierrosité ;
- Prélèvement de deux échantillons composites, l'un pour l'horizon A, l'autre pour l'horizon B, issus des sondages à la tarière dans les zones Z1 et Z2 et analyse de la texture.

Evaluation de la pollution des sols

La teneur en polluants a été investiguée en fonction de trois sources de pollution potentielles : la voie de chemin de fer, la route de Lausanne et l'ancien chantier de l'autoroute. La route des Romelles est jugée trop loin (et en contrebas tout comme la route de Lausanne) pour avoir un impact sur les sols. Un rideau d'arbres maintenu en partie dans le cadre du projet sépare la route de la zone agricole.

Le sondage 1, composite, a été effectué à environ 2.5 m de la voie de chemin de fer située à l'ouest de la parcelle. Deux échantillons ont été prélevés, le premier entre 0 et 5cm et le second entre 5 et 20cm de profondeur pour analyser la teneur totale en métaux (Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn), polluants typiques des sols à proximité de voie ferroviaire. À noter qu'aucune suspicion de pollution en PCB n'est attendue, la zone n'ayant jamais fait l'objet de stockage de locomotive et se trouvant trop loin pour que des déversements aient pu atteindre les sols.

Pour la zone Z3, deux échantillons composites ont été effectués à partir des sondages 2 et 3 situés au niveau du talus en bordure de route. Le premier est composé de la terre entre 0 et 5 cm et le second de la terre entre 5 et 20cm. Pour chacun des deux échantillons, les teneurs en métaux et en HAP sont analysées. Ces polluants sont typiques des accotements de routes.

Enfin, pour la zone Z1, un échantillon composite a été effectué à partir de la couche supérieure de terre (0-20 cm) prélevée lors des sondages 4, 5 et 6 dans le but d'analyser les teneurs en métaux et en HAP. Aucune pollution n'est attendue mais les sols ayant été remaniés lors du chantier de l'autoroute, il s'agit d'une précaution supplémentaire.

La zone Z2 ne fait pas l'objet d'analyse de polluants, cette dernière n'ayant jamais été touchée.

5.6.3 ETAT ACTUEL

Les sols concernés par le projet comportent essentiellement des terres agricoles. Environ 40'500 m^2 de sols sont présents dans l'emprise du chantier.

Les surfaces ne font pas partie des quotas d'assolement SDA du canton.

Ces terrains sont ensemencés en prairie extensive et comportent trois surfaces de compensation écologique : N°9,18 et 19.

Tableau 18 : Surfaces de compensation écologique présentes sur la zone d'implantation du projet.

SCE :	N°9	N°18	N°19
Situation :	À l'est du site	À l'ouest du site	Au sud du site
Date de départ SCE :	2004	1995	1993

Deux sondages représentatifs du sol et du sous-sol du périmètre d'étude du projet sont disponibles (Tableau 19 et Figure 39) :

Tableau 19 : Synthèse des informations des sondages géologiques.

	Sondage N°9649 (Annexe 5.6a)		Sondage N°2608 (Annexe 5.6b)	
	Epaisseur	Description	Epaisseur	Description
Terre végétale	35 cm	Limon organique à graviers, pierres et blocs.	30 cm	n.d.
Sous-couche	25 cm	Sables limoneux à graviers et nombreuses pierres à la base, traces charbonneuses et tourbe.	n.d.	n.d.

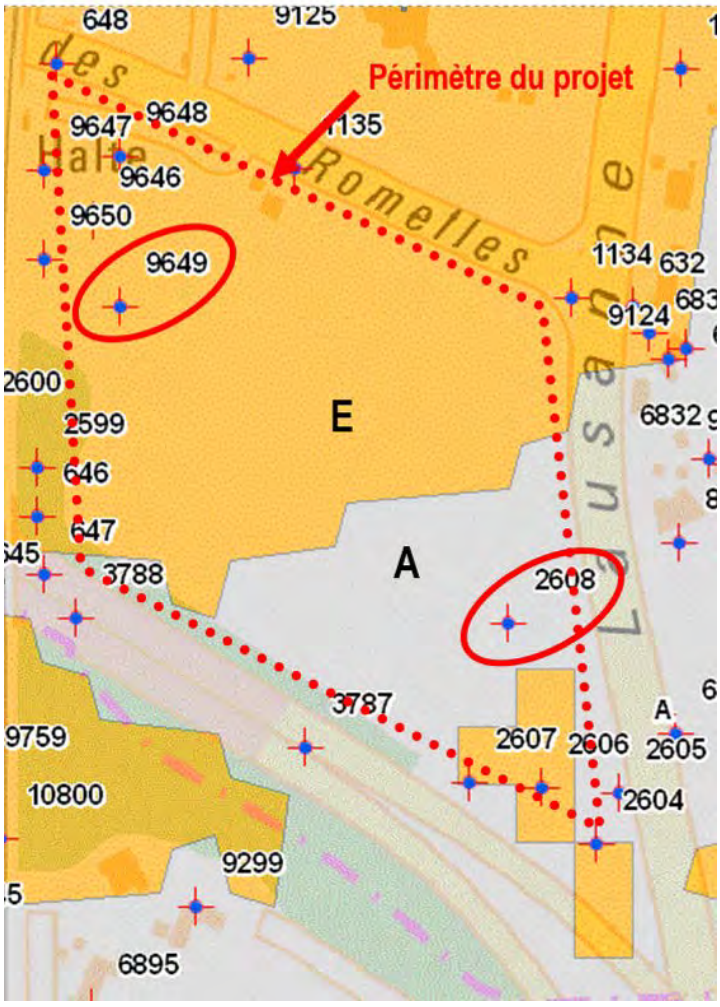


Figure 39 : Position des sondages géologique (source : SITG).

Ces données sont complétées par les résultats de l'étude pédologique réalisée en avril 2015.

Description du profil de sol

Horizon A : 0 – 20 cm

- Épaisseur variable : 15 à 35 cm ;
- épaisseur moyenne : 25,5 cm ;
- brun ;
- quelques racines fines ;
- peu pierreux ;
- structure grumeleuse à agrégée ;
- texture limono sableuse ;
- pH de 7.5 ;
- MO de 4.2.

Horizon B : 20 - 45 cm

- Épaisseur variable : 25 à 55 cm ;
- épaisseur moyenne : 34 cm ;
- brun clair ;
- quelques racines fines ;
- faiblement pierreux (gravier grossier) ;
- structure agrégée ;
- agrégats de taille moyenne ;
- texture limono sableuse;
- pH de 7.9 ;
- MO de 1.8.

Horizon C : à partir de 45 cm

- Brun foncé ;
- faiblement pierreux (gravier grossier) ;
- agrégats de taille moyenne.

Les sondages à la tarière ont permis de distinguer trois types de sol sur l'ensemble de la parcelle, caractérisés par une différence importante de leur pierrosité. La délimitation est représentée sur la (Figure 40).

Figure 40 : Carte de délimitation des différents types de sol.

Détermination de la profondeur des horizons

La zone est une ancienne parcelle agricole qui présente une topographie faiblement pentue et surélevée par rapport aux axes routiers alentours. Elle présente un aspect homogène en surface caractérisé par une couverture herbacée. Les épaisseurs sont présentées pour chaque sondage :

Tableau 20 : épaisseurs des horizons A et B pour chaque sondage.

N° de sondage	Epaisseur A (cm)	Epaisseur B (cm)
1	30	40
2	15	40
3	30	40
4	20	30
5	25	25
6	20	40
7	35	35
8	30	40
9	30	30
10	35	25
11	30	55
12	20	30
13	20	30
14	25	30
15	30	30
16	20	30
17	20	40
Fosse	20	25

Les épaisseurs des horizons A et B sont variables sur l'ensemble de la parcelle. Elles sont représentées sur les Figure 41 et Figure 42.

Figure 41: Carte de répartition des épaisseurs de l'horizon A.

Figure 42: Carte de répartition des épaisseurs de l'horizon B.

Analyses de pollution

Les analyses ont révélé un très léger dépassement des valeurs indicatives de l'Osol pour le plomb et les HAP, le long de la route de Lausanne, pour le cuivre le long des voies CFF et pour le nickel dans la zone remaniée durant le chantier de l'autoroute. Ces dépassements sont toutefois concordant avec les valeurs naturellement et habituellement plus élevées pour le Cu et le Ni sur le canton de Genève concernant les matériaux issus des moraines rhodaniennes, ce qui est le cas pour le site du Champs du château.

L'ensemble des matériaux terreux le long du talus bordant la route de Lausanne est considérée comme

légèrement pollué. Ces matériaux seront réutilisés sur place et stocké de manière différenciée sur le chantier.

Le restant des terres est considéré comme non pollué. Les résultats sont présentés dans l'annexe 5.6c

Tableau 21 : Récapitulatif des résultats d'analyses.

	Proche CFF (0-5 cm)	Proche CFF (5-20 cm)	Talus Rte Lausanne (0-5 cm)	Talus Rte Lausanne (5-20 cm)	Parcelle centrale
Hg	0.22	0.22	0.17	0.18	0.12
Cd	0.23	0.14	0.26	0.32	0.14
Ni	29.0	28.4	30.8	34.4	56.4
Cu	50.5	48.2	31.2	29.2	24.9
Pb	36.7	36.7	65.5	59.3	23.9
Cr	31.5	30.9	26.9	28.7	42.7
Co	5.59	6.65	5.51	6.05	8,86
Mo	0.32	0.15	0.18	0.16	0.5
Zn	60.2	57.2	88.9	76.3	49.8
Somme HAP			1.27	0.52	

5.6.4 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Le plan directeur cantonal prévoit un développement urbain de cette zone. L'urbanisation implique une perte de ces sols agricoles.

5.6.5 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Détermination des volumes de terre à décaper

La surface totale à décaper est de 31'000 m^2. Les volumes de terre végétale et de terre de sous-couche obtenus d'après les relevés de profondeur à la tarière sont :

Volumes théoriques de matériaux à décaper :

- Terre végétale : 8'000 m^3
- Terre de sous-couche : 9'800 m^3

En considérant un foisonnement de 20% pour la terre végétale et 20% pour la terre de sous-couche, le volume foisonné de matériaux à gérer :

- Terre végétale : 9'600 m^3
- Terre de sous-couche : 11'800 m^3

La surface dont les sols sont impactés définitivement est de 16'400 m^2. La surface de sols restitués est de 14'400 m^2 (y. c. les surfaces ne constituant pas un sol dans l'état actuel, restituées en dehors du périmètre décapé).

Dans la version actuelle, le projet présente une surface d'engazonnement et de plantation totale de 23'000 m^2. La zone de plantations en pleine terre représente une surface d'environ 10'600 m^2. Quant à la zone de plantation sur dalle, elle représente une surface de 12'400 m^2.

Les zones reconstituées en pleine terre représentent 2'000 m^2 dont environ 1'500 m^2 au cœur du complexe de bâtiments. Sur ces zones, il est proposé de recréer un sol de 30 cm de terre végétale et de 40 cm de terre de sous couche pour un volume de 600 m^3 d'horizon A et 800 m^3 d'horizon B.

Pour les zones restituées sur dalle, il est prévu une épaisseur de 40 cm de matériaux terreux. Il est proposé de disposer une couche de 40 cm de terre végétale. Le volume nécessaire d'horizon A est de 5'000 m^3.

Globalement, les volumes totaux nécessaires sont donc de 5'600 m^3 de terre végétale et 800 m^3 de terre de sous-couche. Le volume minimal à stocker pour reconstituer les sols est de 6'500 m^3 en considérant un coefficient de foisonnement de 1.2.

Le surplus de terre sera envoyé vers des chantiers tiers ou réutilisé sur place pour constituer des surépaisseurs. Le volume maximal à évacuer est de 4'800 m^3 de terre végétale et 13'200 m^3 de terre de sous-couche soit un volume total de 18'000 m^3 de terres foisonnées. Il est à noter que l'ensemble des besoins en terre végétale et terre de sous-couche peut être stockée sur place. Selon la configuration proposée dans la figure 43, la parcelle offre un potentiel de stockage de l'ordre de 5'000 m^3 de terre végétale et 3'000 m^3 de terre de sous-couche.

Figure 43 : Plan du projet présentant les zones potentielles de stockage en andain des horizons A et B.

L'implantation du projet sur les parcelles agricoles entraînera la perte de terres fertiles et perméables, et ce de manière irréversible, sur plus de 2 ha.

En raison de la valeur agronomique vraisemblablement élevée de ces terres, cette emprise constitue un impact définitif négatif. Celui-ci doit toutefois être replacé dans le contexte global de l'urbanisation prévisible des terrains concernés à moyen terme. Les mesures de gestion et de protection des sols, définies dans ce présent chapitre devront être respectées.

Les emprises provisoires accueillant les installations de chantier et les éventuelles zones de dépôts de matériaux d'excavation ne sont pas encore précisées à ce stade de l'étude. Les zones de dépôt potentielles des matériaux terreux sont présentées à la figure 43. Les emprises provisoires des installations de chantier ainsi que les zones de dépôt seront précisées lors de l'établissement du RIE2.

Autres atteintes portées aux sols

L'exploitation du quartier Champ-du-Château ne devrait pas engendrer d'atteintes à la qualité chimique et biologique des sols naturels maintenus ou reconstitués.

Les impacts liés aux activités humaines telles que l'utilisation excessive de produits phytosanitaires, à l'apport d'azote par les animaux domestiques devront faire l'objet de mesures spécifiques.

5.6.6 MESURES

Des mesures de gestion des matériaux terreux doivent être définies afin de limiter au maximum l'altération des sols en place ainsi que des matériaux terreux manipulés.

La planification du projet devrait ainsi prendre en compte les principes suivants :

- Un suivi de la gestion des matériaux terreux depuis la phase de l'étude du projet jusqu'à la phase de réalisation devra être réalisé par un spécialiste.
- La manipulation des matériaux terreux et le roulage sur les sols ne devra se faire que sur sol ressuyé, la période estivale étant recommandée. Le responsable environnement du chantier se gardera le droit d'interrompre les travaux selon son évaluation de l'humidité du sol (pose de tensiomètres).
- Le roulage sur les sols doit être évité. Des engins équipés de pneus basse pression ou chenilles sont préconisés.
- Les tas de terre végétale (horizon A) et de sous-couche (horizon B) sont stockés séparément.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection des sols

Le chapitre sol a déjà été traité. Il conviendra cependant d'adapter les points suivants en fonction des emprises définitives du chantier :

- *Précision/adaptation des opérations de décapage et de la gestion des volumes éventuels de matériaux excédentaires ;*
- *Précision/adaptation des emprises définitives et/ou temporaires, ainsi que les durées d'intervention sur les sols touchés par le projet ;*
- *Précision/adaptation des mesures de protection des sols appropriées, à respecter lors des travaux de terrassements ;*
- *Précision/adaptation de l'utilisation sur place des matériaux terreux décapés, pour la terre végétale et la sous-couche arable ;*
- *Précision/adaptation de la destination finale des matériaux terreux décapés, pour la terre végétale et la sous-couche arable ;*
- *Vérifier les conclusions des pages 78 et 79 du RIE. Etayer l'étude pour exclure toute pollution anthropique. A cet égard le GESDEC recommande de tenir compte de l'incertitude et des limites de quantification pour l'interprétation des résultats.*
- *Contrôler que la surface d'entreposage à disposition pour les matériaux terreux est bien suffisante pour les*

besoins du projet.

- *Vérifier que l'emplacement des dépôts des matériaux terreux soit compatible avec la présence du gazoduc.*

5.7 SITES POLLUES

5.7.1 BASES LEGALES

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

- Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE, 814.01) du 1er janvier 1985.
- Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (OSites).
- Ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets (OTD).
- Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). OFEV, juin 1999.

5.7.2 ETAT ACTUEL ET ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Le site des SIG situé aux Tuileries a fait l'objet dans le passé de diverses études concernant la qualité et la contamination du sol dans cette zone. Selon le cadastre cantonal des sites pollués, aucun site pollué ne figure dans l'emprise du projet (Figure 44). Le site pollué le plus proche est celui de Valavran, situé à plus de 500 m de la zone d'étude.

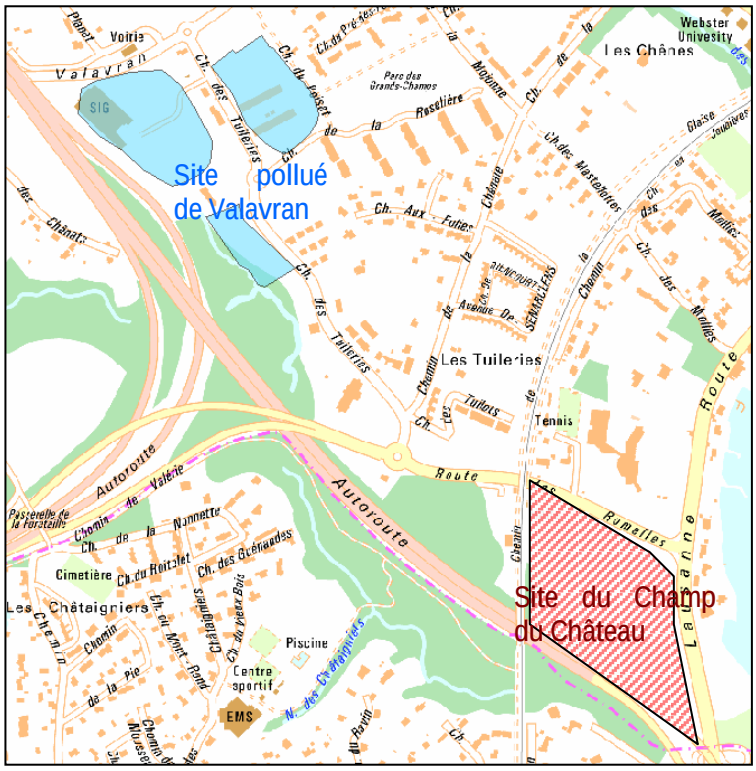


Figure 44 : Extrait du cadastre cantonal des sites pollués (source SITG).

Cahier des charges pour le RIE2

Sites pollués

- *Chapitre définitivement traité dans le cadre de cette première partie*

5.8 DECHETS, SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

5.8.1 BASES LEGALES

5.8.1.1 LÉGISLATION FÉDÉRALE

- Loi sur la protection de l'environnement, LPE, du 21 décembre 1999.
- Ordonnance sur les atteintes portées aux sols, OSol, du 1er juillet 1998.
- OFEV, 2001. Commentaires concernant l'ordonnance du 1er juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol).
- Ordonnance sur les mouvements de déchets, OMoD, du 22 juin 2005.
- Ordonnance sur le traitement des déchets, OTD, du 10 décembre 1990.
- Ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets, du 18 octobre 2005.
- Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement, OSubst, du 9 juin 1986.
- Ordonnance sur l'assainissement des sites pollués, OSites, du 26 août 1998.
- OFEV, 2005. Manuel d'exécution de l'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) et de l'ordonnance du DETEC concernant les listes pour les mouvements de déchets (LMoD). Projet : état au 8 novembre 2005. 41 pp.
- OFEV, 2003. Instructions : Gestion des déchets et des matériaux pour les projets soumis ou non à une étude d'impact sur l'environnement. Déchets. Série L'environnement pratique. 12 pp.
- OFEV, 2001. Instructions : Evaluation et utilisation de matériaux terreux (Instructions matériaux terreux). Série L'environnement pratique. 22 pp.
- OFEV, 1999. Déchets et sites contaminés. Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation). Série L'environnement pratique. 20 pp.
- OFEV, 1997. Déchets. Directive pour la valorisation des déchets de chantier minéraux (Matériaux bitumineux et non bitumineux de démolition des routes, béton de démolition, matériaux minéraux non triés). Série L'environnement pratique. 24 pp.
- OFT-OFEV, 2002. Directive sur les déblais de voie. Planification des travaux d'excavation en voie, évaluation et élimination des déblais de voie. 36 pp.

5.8.1.2 LÉGISLATION CANTONALE

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

5.8.1.3 DOCUMENTS

- Fiches d'information « déchets de chantiers », N° 1 à 5. 2004-2009.
- GESDEC, 2010. Plan de gestion des déchets du canton 2009-2012. 56 pp.
- GESDEC, 2004. Déclaration de gestion des déchets de chantier. Mini-guide pour une estimation rapide du volume de déchets générés sur le chantier. 4 pp.
- GESDEC, 2003. Plan de gestion des déchets du canton 2003-2007. 116 pp.
- GESDEC, 2002b. Concept cantonal de gestion des déchets, 56 pp.
- Société suisse des ingénieurs et des architectes, 1993. Gestion des déchets de chantier lors de travaux de construction, de transformation et de démolition. Norme SIA 430. 16 pp.
- Directive interne pour l'élimination des déchets de construction des chantiers de l'Etat de Genève du 12 juin 2002.

5.8.2 ETAT ACTUEL

Le site de l'étude étant classé en zone agricole, cette partie est sans objet.

5.8.3 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Le projet n'est pas de nature à polluer le sol. Cependant, lors des travaux d'excavation, il sera important de vérifier la qualité de ces matériaux (aspect, odeur, …).

Dès les travaux terminés, le projet ne génèrera que peu de déchets (déchets principalement urbains dus à la fréquentation). Ceux liés aux travaux seront traités dans la seconde phase de l'EIE (RIE2).

La profondeur moyenne d'excavation (hors terre végétale et sous-couche) est de 7.15 m, ce qui représente un volume d'environ 150'000 m^3.

Les possibilités de réutilisation des matériaux d'excavation pour remblayer autour des bâtiments sont très limitées. Du point de vu paysager, le quartier est déjà surélevé par rapport à la route de Lausanne et à la route des Romelles. Il a été proposé d'excaver 0.5 m de moins et de répartir une partie des matériaux excavés autour du bâtiment afin de limiter les transports. La solution de surélever davantage les terrains du côté de l'autoroute a été écartée. Cette solution irait à l'encontre de l'intégration paysagère du quartier. Il est à noter qu'une surélévation nécessiterait des mouvements de sols supplémentaires au niveau de l'emprise de la surélévation et donc une atteinte supplémentaire non négligeable sur les sols en place.

Le reste des matériaux excavés sera évacué.

L'Art. 31 du règlement d'application de la loi cantonale sur la gestion des déchets précise les catégories de déchets devant être triés sur un chantier :

a) les déchets spéciaux;

b) les matériaux d'excavation et déblais non pollués;

c) les déchets non recyclables stockables définitivement en décharge contrôlée pour matériaux inertes sans traitement préalable;

d) les déchets non recyclables incinérables;

e) les déchets recyclables (métaux, béton, bois, papier-carton, plâtre, plastiques, etc.).

Cahier des charges pour le RIE2

Protection contre les déchets et les substances dangereuses pour l'environnement

- *Fournir au GESDEC – secteur déchets (avec copie électronique au SERMA) un plan de gestion des déchets, notamment des matériaux d'excavation finalisé, et comportant des solutions tangibles, au plus tard 30 jours ouvrables avant toute intervention sur le chantier.*

5.9 ORGANISMES DANGEREUX POUR L'ENVIRONNEMENT

5.9.1 BASES LÉGALES

Législation et directives fédérales

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

Législation et directives cantonales

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

5.9.2 ETAT INITIAL

Plantes envahissantes

Aucun néophyte n'a été relevé dans le périmètre de projet. Toutefois, plusieurs espèces sont présentes à proximité, le long des voies CFF ou le long de l'autoroute. Il s'agit du Séneçon sud-africain (Senecio inaequidens), de la Renouée du Japon (Reynoutria japonica) et du Solidage (Solidago gigantea) cf. Figure 45.

Figure 45: Situation des néophytes répertoriés à proximité du périmètre de projet (SITG, 2014).

5.9.3 IMPACTS LIÉS AU PROJET

Le projet prévoit la réalisation de plantations et semis sur l'ensemble des surfaces concernées suite aux travaux d'aménagements extérieurs. Un risque important existe néanmoins durant les premiers mois et pendant la phase de chantier. Les surfaces mises à nu offrent en effet un terrain propice à une colonisation par les néophytes. Néanmoins, pour autant que les mesures de prévention et, au besoin, les mesures de lutte appropriées soient prises, ce risque peut être considéré comme maîtrisé (cf. 5.9.5).

5.9.4 IMPACTS DE LA PHASE DE RÉALISATION

Les impacts de la phase de réalisation sont analogues aux impacts de la phase d'exploitation, les terrains remaniés étant propices à un envahissement par les néophytes. En plus du risque lié à une colonisation des invasives dans l'emprise de projet, on peut ajouter un risque de propagation par l'exportation des terres contaminées. La réutilisation des matériaux terreux dans l'emprise même du projet faisant partie intégrante des mesures proposées (cf. 5.9.5), on peut considérer que les impacts de la phase de réalisation sont limités.

5.9.5 MESURES

Mesures de prévention

- Enherbement des tas de matériaux terreux mis en dépôt dès leur création (semis d'un mélange couvrant, type UFA 200) ;
- Réutilisation de l'ensemble des matériaux terreux excavés dans le cadre du projet (amélioration du sol en place par une reconstitution des horizons A et B plus importante qu'à l'origine) ;
- Suivi environnemental de la réalisation incluant des passages de contrôle réguliers du périmètre, afin de déceler rapidement l'apparition de foyers d'espèces invasives. Parmi les espèces potentielles, on peut citer en premier lieu l'ambroisie, le robinier, le solidage, la renouée du Japon et le buddleia. La surveillance devra se poursuivre durant les premières années suivant la phase de chantier, jusqu'au plein développement de la végétation (semis et plantations).

Mesures de lutte

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

5.10 PREVENTION EN CAS D'ACCIDENTS MAJEURS, D'EVENEMENTS EXTRAORDINAIRES OU DE CATASTROPHES

5.10.1 BASES LÉGALES

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

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

Trois cas de figures peuvent se présenter :

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

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

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

5.10.2 ÉTAT ACTUEL

Le projet d'urbanisation du périmètre "Champ-du-Château" n'est pas une installation soumise à l'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM).

Vis-à-vis de l'OPAM, les sources de risques suivantes se situent à proximité du projet :

- le Gazoduc Suisse Romand GSR (tronçon G500 Vengeron-Vernier);
- les voies de chemin de fer CFF;
- l'autoroute A1 (Transport de Marchandises Dangereuses par camions);
- la route de Lausanne, également concernée par le Transport routier de Marchandises Dangereuses.

Figure 46 : Sources de risques au sens de l'OPAM (BG, 2016).

5.10.3 ÉTAT FUTUR SANS PROJET

En l'absence projet urbain sur la parcelle, le risque est identique à l'état actuel.

5.10.4 ÉTAT FUTUR AVEC PROJET

5.10.4.1 GAZODUC

Ce chapitre synthétise les résultats de l'étude OPAM modifiée par suisseplan en mai 2016 sur la base du PLQ datant d'avril 2016. Le rapport dans son intégralité est joint au présent document (annexe 5.10.4.1).

Celui-ci longeant le quartier par le sud, les dommages encourus concernent principalement les ailes sud et est du futur quartier. La version I correspond aux affectations retenues pour le quartier soit activités (bureaux) dans l'aile sud et principalement hôtellerie avec un petit espace de bureau dans l'aile est.

Le diagramme probabilité-conséquences (PC) (figure 47) permet de comparer l'impact des différentes mesures de protection qui peuvent être mises en œuvre afin de diminuer le risque que représente le gazoduc pour les usagers du PLQ :

- Courbe brune : Aucune mesure de protection. Le risque est situé dans le domaine *inacceptable*.
- Courbe mauve : Mise en place de mesures de protection (plaques de protection, enfouissement à 2.5 m de profondeur et épaisseur des parois du pipeline de 10 mm. Le risque est situé dans le domaine *intermédiaire*.

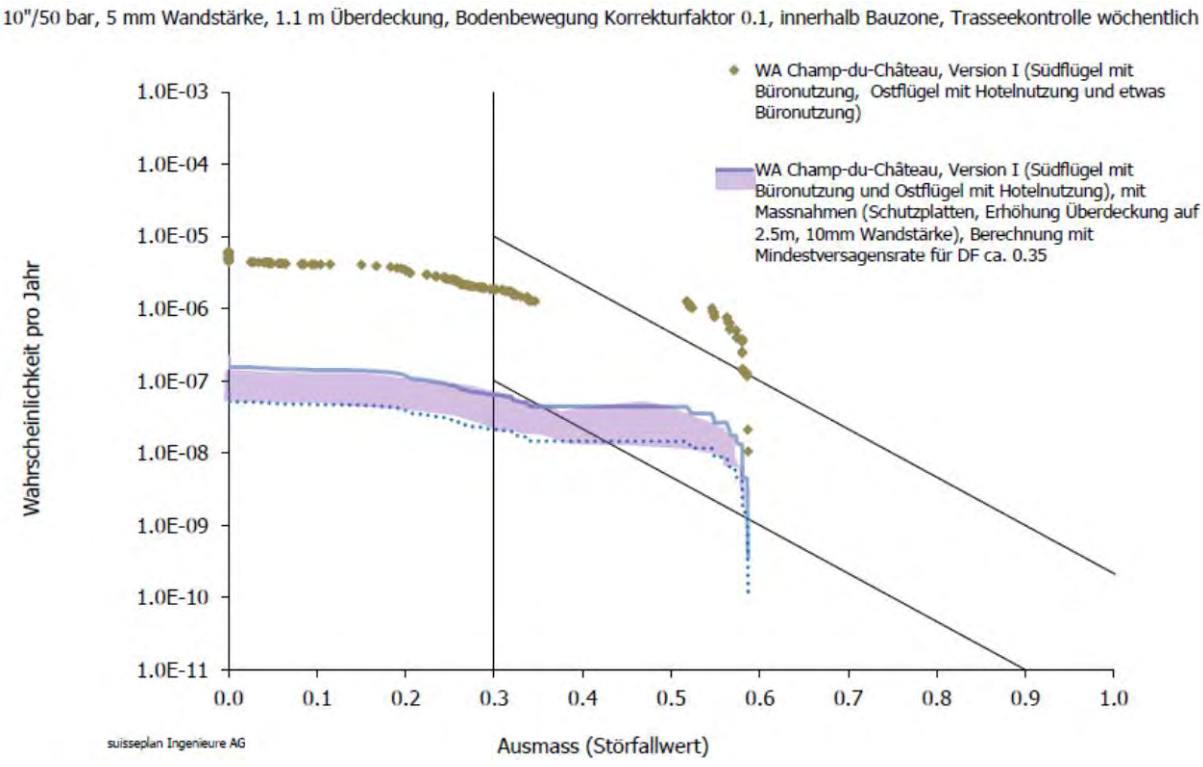


Figure 47 : Diagramme probabilité conséquence pour différentes mesures de protection (suisseplan, 2016).

Le domaine intermédiaire correspond à une situation dans laquelle une pesée des intérêts doit être effectuée par les autorités compétentes.

Il conviendra de prévoir la mise en place et le choix des mesures de réduction des risques en concertation avec Gaznat, le SEN et l'OFEV.

5.10.4.2 VOIES CFF

Ce chapitre synthétise les résultats de l'étude de risque détaillée mise à jour par BG en avril 2016. Le rapport dans son intégralité est joint au présent document (annexe 5.10.4.2).

Le risque lié au trafic ferroviaire se rapporte au transport de marchandises dangereuses. Dans le cadre de l'étude, les produits considérés, et le type d'accident qu'ils peuvent engendrer sont :

- Essence (feu de nappe, *flash-fire*)
- Propane (*boiling liquid expanding vapour eplosion*, jet enflammé horizontal, *flash-fire*)
- Chlore (dispersion)

Pour l'estimation des risques induits par les voies CFF, plusieurs horizons d'analyse (2015 et 2030) et plusieurs hypothèses de trafic ferroviaire ont été retenus :

- La première considère la situation actuelle (2016) avec le trafic ferroviaire actuel issu du screening CFF;
- La deuxième considère l'horizon projeté (2030) avec le trafic ferroviaire de 2030 extrapolé selon une hypothèse de travail basse ;
- La troisième considère l'horizon projeté (2030) avec le trafic ferroviaire de 2030 extrapolé selon une hypothèse de travail haute.

Les courbes probabilité-conséquences présentées dans la figure 48 correspondent aux résultats obtenus pour l'horizon 2030, selon l'hypothèse de trafic haute, avec et sans le projet Champ-du-Château.

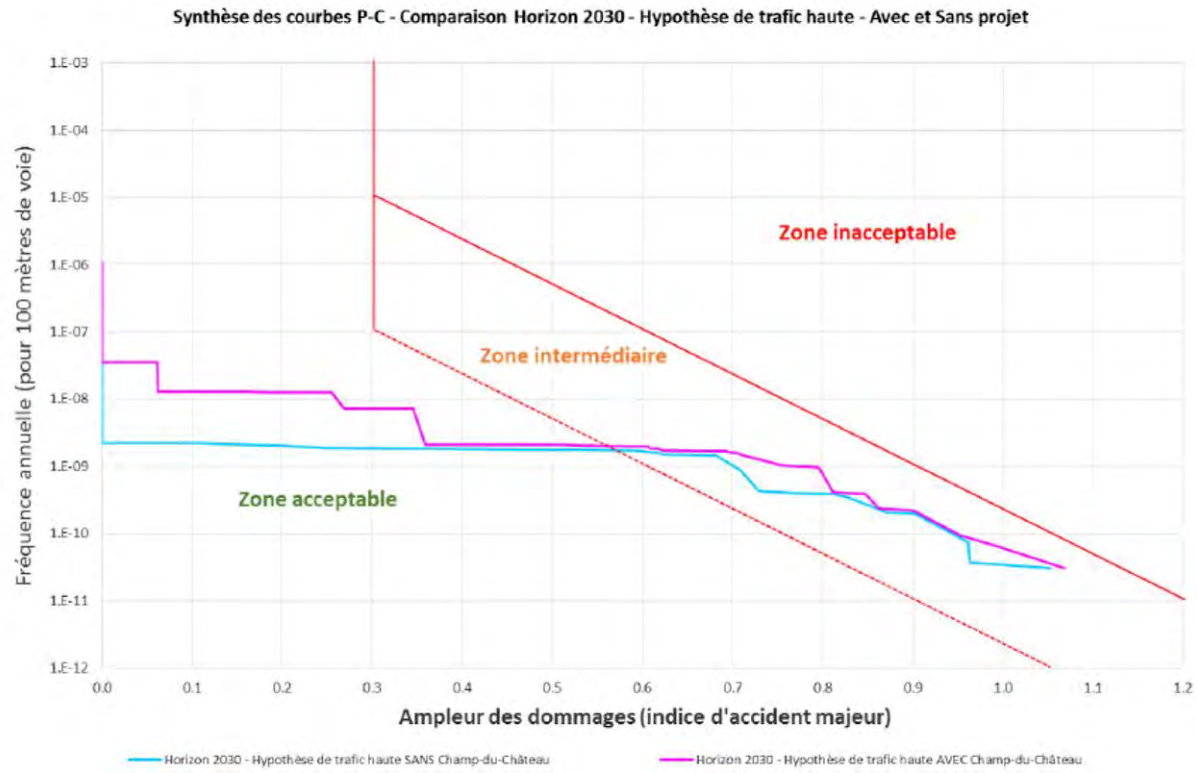


Figure 48 : Courbes cumulatives de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse haute – Avec et sans Champ-du-Château (BG, 2016).

Les courbes cumulatives, à l'horizon 2030 selon l'hypothèse de trafic haute, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM. Cette superposition illustre le fait que l'intégration du projet Champ-du-Château a un impact mesuré sur le niveau de risques.

Néanmoins, on relèvera que le niveau de risques évalué sur la base du présent projet est inférieur à celui estimé dans la précédente étude (17 octobre 2014, rapport 7293.29-RN005a).

Les mesures proposées pour limiter ces risques concernent :

- La détection de cette substance ;
- La diffusion de consignes pour les habitants en cas d'événement ;
- L'étanchéité du bâtiment Ouest.

Elles sont détaillées en 8.1.8.2.

5.10.4.3 GAZODUC ET VOIES CFF

Ce chapitre synthétise les résultats de l'étude de risque détaillée réalisée par BG en avril 2016. Le rapport dans son intégralité est joint au présent document (annexe 5.10.4.2).

L'OPAM prévoit en principe d'évaluer le risque source de risques par source de risques, avant de comparer le niveau de risque avec les courbes d'acceptabilité. Sur la demande du SERMA, l'exercice a été néanmoins réalisé de sommer les risques provenant de deux sources de risques :

- Le Gazoduc Suisse Romand GSR ;
- Et les voies de chemin de fer CFF.

Le cas étudié dans ce cas intègre les mesures de réduction des risques pour le gazoduc mentionnées au chapitre 5.10.4.1. À nouveau c'est l'hypothèse de trafic haute qui est considérée ici.

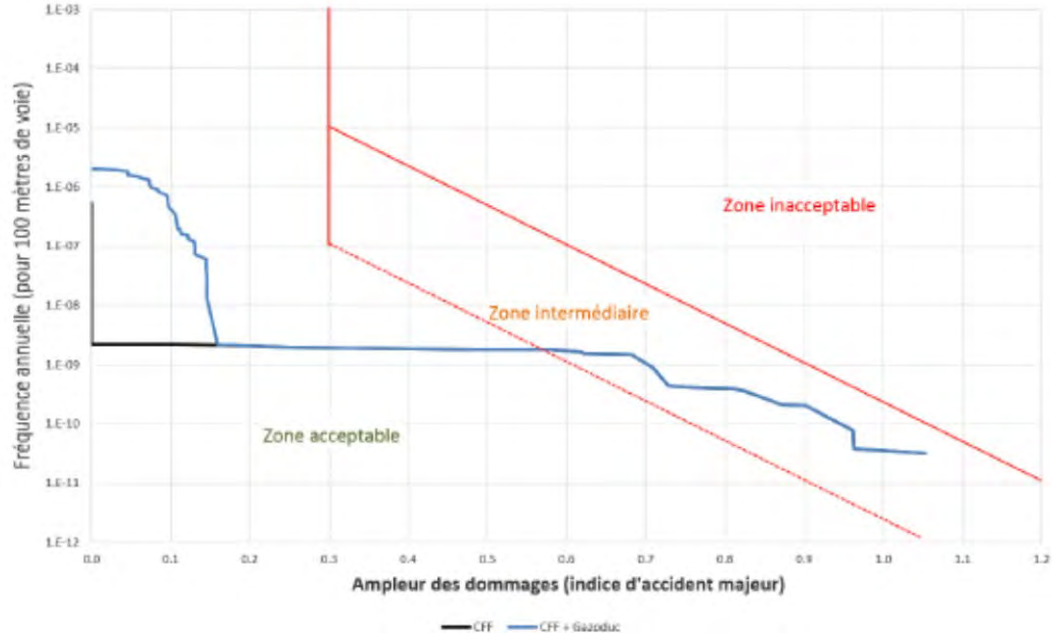


Figure 49 : Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc – Etat projeté – Hypothèse haute – Sans le projet Champ-du-Château (BG, 2016).

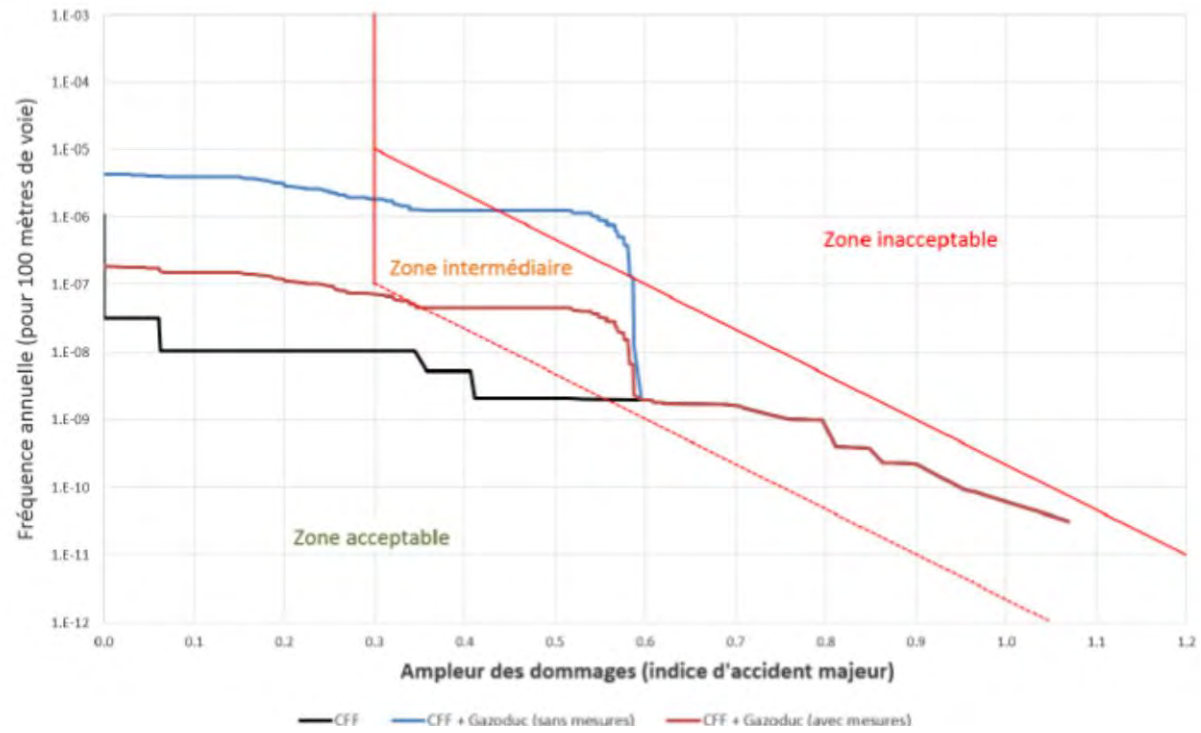


Figure 50 : Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc – Hypothèse haute – Avec le projet Champ-du-Château (BG, 2016).

Les mesures de réduction de risques développées dans le cadre des analyses séparées (voies CFF et gazoduc) restent valables. Avec les mesures de réduction des risques liés au Gazoduc (plaques de protection, enfouissement et augmentation de l'épaisseur de la conduite), la courbe globale est maintenue en zone intermédiaire pour la situation future et hypothèse haute de trafic CFF.

5.10.4.4 AUTOROUTE A1

Ce chapitre synthétise les résultats de l'étude OPAM mise à jour par BG Ingénieurs Conseils en avril 2016 (annexe 5.10.4.4).

Les marchandises dangereuses étudiées dans l'évaluation des risques détaillée sont :

- L'essence (représentatif des liquides inflammables) ;
- Le propane (représentatif des gaz inflammables) ;
- Et l'ammoniac (représentatif des produits toxiques sur la route).

La figure 51 présente les courbes cumulatives globales de risques engendrées par l'Autoroute A1 obtenues pour l'état futur avec et sans l'intégration du projet Champ-du-Château.

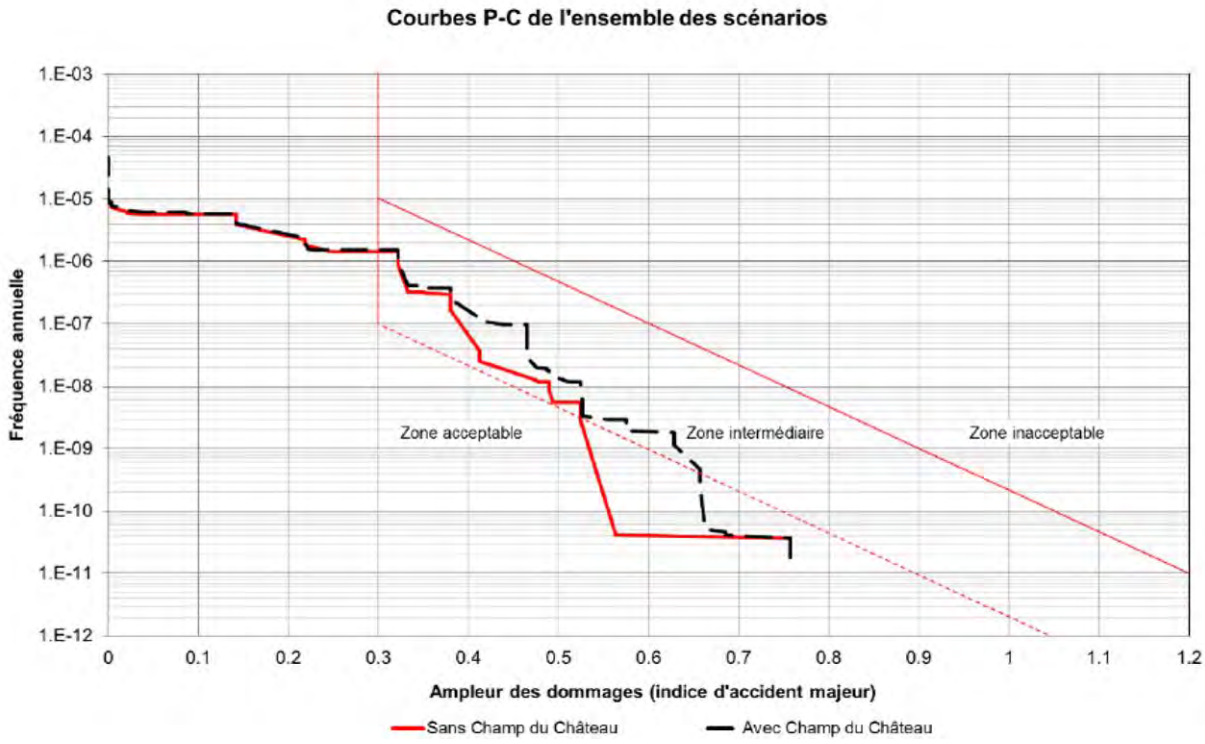


Figure 51 : Courbe cumulative de risques OPAM liés à l'autoroute A1, avec et sans Champ-du-Château (BG, 2016).

Les 2 courbes cumulatives, à l'horizon 2030, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM.

Cette superposition illustre le fait que l'intégration du projet Champ-du-Château a un impact significatif sur le niveau de risque.

Néanmoins, on relèvera que le niveau de risques évalué sur la base du présent projet est inférieur à celui estimé dans la précédente étude (13 juin 2014, rapport 7293.29-RN003).

5.10.4.5 ROUTE DE LAUSANNE

Ce chapitre synthétise les résultats de l'étude OPAM globale menée par BG Ingénieurs Conseils en novembre 2013. Le rapport dans son intégralité est joint au présent document (annexe 5.10.4.5).

Ce document se base sur des données trafic et une configuration du projet qui ont tous deux légèrement évolué depuis. D'une part, le nombre de personnes potentiellement présentes dans l'aile est passé de 952 à 1'116, soit une augmentation de 17%. D'autre part, le taux de poids lourds, élément déterminant vis-à-vis du risque a diminué. Des comptages sont en cours pour déterminer l'ampleur de ce changement. En attente de ces

résultats, on considère que ces deux effets ont tendance à s'annuler et l'on se base sur l'étude existante.

La distance entre les routes et le premier bâtiment du Champ-du- Château est supérieure à 50 m, ce qui est favorable du point de vue du risque. En particulier, les scénarios d'essence n'atteignent pas le projet (selon les hypothèses du screening).

Les résultats indiquent un risque situé dans la zone intermédiaire inférieure. Différentes courbes ont été déterminées, suivant plusieurs variantes d'occupation du projet.

Dans la situation sans le projet, la courbe est déjà située dans la zone intermédiaire inférieure (une partie importante des victimes étant constituée par les usagers de la route).

Il est à noter que les trafics considérés constituent une hypothèse haute qui est supérieure de 30% à l'hypothèse "basse".

Par ailleurs, la topographie locale (quartier en hauteur par rapport à la route, avec la présence d'un talus en bord de route) est favorable. Bien que cela ne puisse pas être pris en compte au stade du screening, il s'agit d'un élément de protection naturel du projet vis-à-vis de certains accidents potentiels impliquant des TMD.

Cahier des charges pour le RIE2

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

- *Choix définitif des mesures mises en œuvre de réduction des risques en concertation avec Gaznat, le SEN et l'OFEV.*

5.11 CONSERVATION DE LA FORET

5.11.1 BASES LEGALES

5.11.1.1 LÉGISLATION FÉDÉRALE

- Loi sur les forêts (LFo), du 4 octobre 1991.
- Ordonnance sur les forêts, du 30 novembre 1992.

5.11.1.2 LÉGISLATION CANTONALE

- Loi sur les forêts (LCFo), du 20 mai 1999.
- Règlement d'application de la loi sur les forêts (LCFo), du 22 septembre 2000.

5.11.2 ETAT ACTUEL

Les structures arborées ne sont que faiblement représentées sur la parcelle du Champ-du-Château, leur surface n'occupant qu'environ 5% du secteur considéré. Le cordon arboré bordant sa limite sud, de même que le bosquet localisé au sud-ouest du site constituent les seuls éléments inscrits au cadastre des forêts (Figure 52).

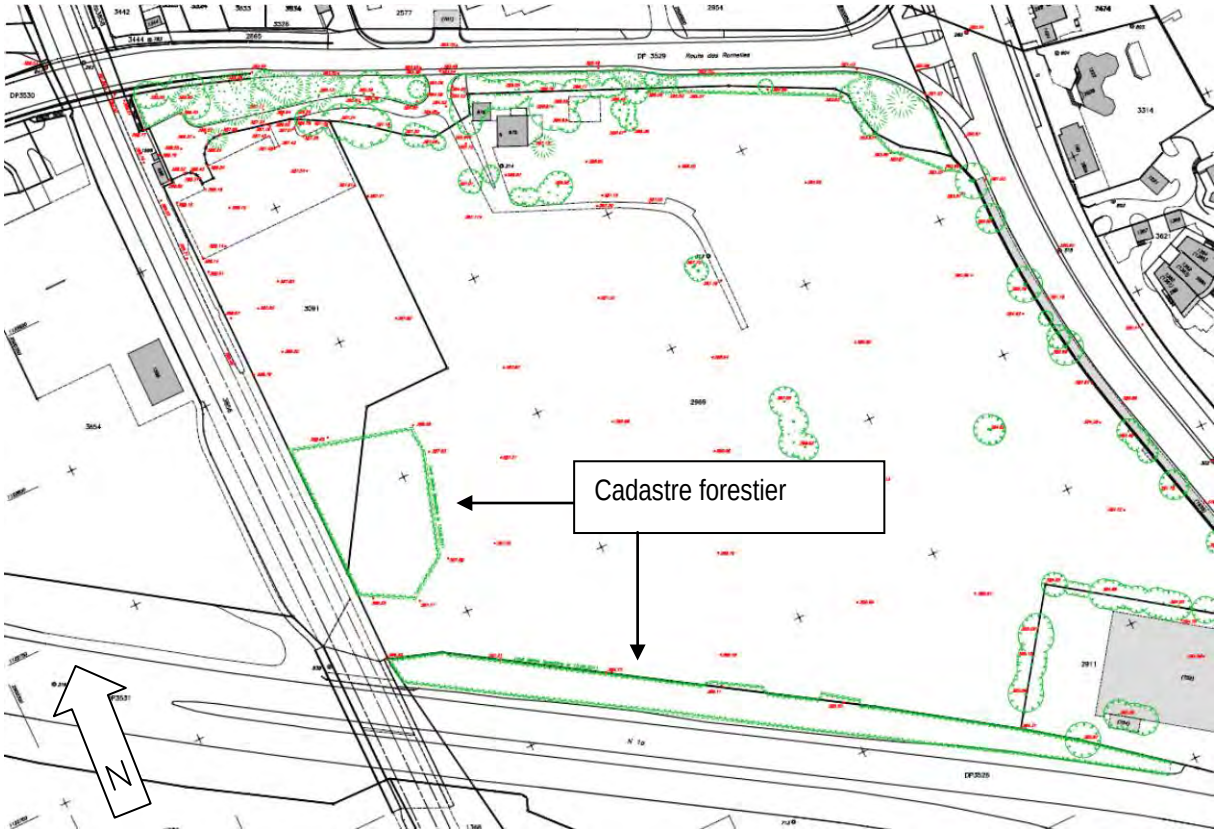


Figure 52 : Arborisation du site du Champ-du-Château.

L'origine du cordon forestier au sud est vraisemblablement à mettre en relation avec les mesures compensatoires des défrichements générés par la construction de l'autoroute. La composition spécifique de ce cordon (érable, orme, charme, tilleul, merisier, aulne, robinier) est relativement diversifiée, mais peu représentative des milieux forestiers du canton. Sa lisière nord est peu structurée.

Le bosquet à l'ouest, bien qu'également issu de plantations, présente plus d'intérêt sur le plan écologique en raison de son caractère forestier plus affirmé (dominance du chêne et du charme), ainsi que de la qualité de la

lisière (étagement).

5.11.3 EFFETS DU PROJET

Une demande de modification de zone a été adoptée le 11 avril 2016, notamment sur une partie de l'actuel cadastre forestier. Cette demande de modification de zone prévois une inscription du secteur cadastré en zone de développement 3 affectée à de l'équipement public.

L'emprise du projet d'urbanisation est situé en dehors des surfaces cadastrées en forêt Toutefois, la route d'accès est sise dans la bande des 30 m, mais à plus de 10 m de la limite du cadastre forestier.

Il était question dans un premier temps de réaliser un important P+R en lieu et place d'une partie du cadastre forestier. Ce projet aurait donc nécessité la réalisation d'une demande de défrichement. Compte tenu de certaines incertitudes quant au développement de ce P+R, il n'y a pas lieu de prévoir cette demande de défrichement prochainement. Dès lors une demande de dérogation est effectuée pour réaliser la route de desserte à plus de 10 m de la lisière et le front bâti à plus de 15 m de la lisière. En compensation, des mesures en faveur de la nature seront proposées. Il est dans ce cadre prévu de gérer l'ensemble des zones inconstructibles entre la lisière et le front bâti en prairie extensive. De même, l'ensemble des surfaces côté autoroute seront gérées en prairie extensive.

Les impacts du projet sur les arbres isolés et les alignements d'arbres sont analysés au chapitre 5.12.

Par ailleurs, lors de la réalisation du chantier, il sera peut-être nécessaire de protéger la forêt par exemple avec une fouille stabilisée à l'aide de palplanches pour éviter de taluter dans la bande des 10 m par rapport à la lisère. La limite des arbres ne pourra pas être remise en cause dans le cadre du chantier.

Cahier des charges pour le RIE2

Conservation de la forêt

- *Chapitre définitivement traité dans cette première étape*

5.12 PROTECTION DE LA NATURE

5.12.1 BASES LEGALES

5.12.1.1 LÉGISLATION FÉDÉRALE

- Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) du 1er juillet 1966.
- Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN) du 16 janvier 1991.
- Ordonnance fédérale sur les réserves d'oiseaux et de migrateurs d'importance internationale et nationale (OROEM), du 21 janvier 1991.

5.12.1.2 LÉGISLATION CANTONALE

- Règlement sur la protection du paysage, des milieux naturels et de la flore du 31 juillet 2007.
- Règlement cantonal sur la conservation de la végétation arborée du 27 octobre 1999.
- Loi sur la faune (Lfaune), du 7 octobre 1993.
- Règlement d'application de la loi sur la faune, du 13 avril 1994.
- Loi visant à encourager l'implantation, la sauvegarde et l'entretien de surfaces de compensation écologique (LECE), du 19 mai 1995 et son règlement d'exécution (RECE), du 20 février 2002.

5.12.2 METHODE ET SOURCES DE DONNEES

L'analyse des effets du projet sur la nature est basée sur les données existantes relatives à la parcelle du Champ-du-Château et au secteur environnant. Le périmètre étudié ne comprenant aucun site protégé et étant constitué de milieux d'origine anthropique, des relevés floristiques ou faunistiques exhaustifs n'ont pas été réalisés à ce stade de définition du projet.

Les documents et sources de données consultés sont les suivants :

- Diagnostic écologique de la commune de Bellevue (ECOTEC 2004).
- A1 – Passage à faune au-dessus de l'autoroute entre l'aéroport de Genève et la frontière vaudoise. Etude de faisabilité (ECOTEC 2001).
- Données faunistiques au carré kilométrique transmises par le Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF).
- Données floristiques des Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève (CJB).
- Atlas genevois des oiseaux nicheurs (LUGRIN & al. 2003).
- Etude fédérale du Lièvre d'Europe "Lièvre 2000" de la Station ornithologique suisse et étude du lièvre dans le canton de Genève, en cours (mandatée par la DGNP de l'Etat de Genève et réalisée par le bureau ECOTEC).
- Etude de la grande faune dans le canton de Genève.

5.12.3 ETAT ACTUEL

5.12.3.1 MILIEUX ET FLORE

Située à l'extrême sud-est de la commune de Bellevue et à usage principalement agricole, la parcelle du Champ-du-Château est constituée d'un ensemble de milieux semi-naturels d'environ 5 hectares. Les surfaces artificialisées n'occupent qu'une superficie très restreinte, qui se résume au parking de la halte des Tuileries (nord-ouest du site) et au pavillon localisé dans sa limite nord. Le plan

Les milieux ouverts, très largement dominants, se composent de prairies mésophiles dont le caractère extensif est plus ou moins marqué. L'ensemble du parcellaire concerné est scindé en trois secteurs, actuellement inscrits comme surfaces de compensation écologique (Figure 4).

Le plan des milieux naturel en annexe 5.12c décrit précisément les milieux en présence sur la parcelle.

Figure 53 : Prairies extensives.

Les éléments arbustifs et arborés sont peu représentés et généralement cantonnés aux limites extérieures du périmètre. En dehors des boisements compensatoires de l'autoroute et du bosquet nord-ouest (Chapitre 5.11.2), on peut encore mentionner la présence de cordons boisés et haies arborescentes en bordure nord et nord-est de la parcelle. Leur composition spécifique comprend une majorité d'essences indigènes, mais également quelques espèces exotiques (robinier, pin noir), la strate arborée étant accompagnée d'une strate buissonnante peu dense. Quelques autres structures, de taille plus réduite et situées au centre de la parcelle, présentent plus d'intérêt : arbres isolés (châtaignier, noyer) partiellement morts, petit bosquet de frênes et érables avec roncier. Ces bosquets sont donc relativement diversifiés, le bois mort, par exemple, constituant un biotope particulier. Cependant, dans le contexte régional ou cantonal, la valeur globale de ces éléments naturels reste relativement faible.

Sur le plan floristique, seule une espèce d'intérêt patrimonial a été signalée dans le périmètre restreint, à proximité de l'habitation localisée en limite nord du site. Bien que non menacé au niveau cantonal, l'orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*) est considéré comme « vulnérable », pour la région géographique incluant Genève, par la liste rouge de la flore Suisse.

5.12.3.2 FAUNE

Délimité au nord par la zone bâtie, au sud par l'autoroute, à l'ouest par la voie ferrée et à l'est par la route de Lausanne, le secteur de Champ du Château présente une situation géographique fortement enclavée. Les échanges faunistiques entre le site d'une part, les grands réseaux biologiques et milieux naturels de la rive droite situés dans la région de Versoix d'autre part, sont de ce fait particulièrement limités (Annexe 5.12a).

De par sa taille (5 hectares), la relative diversité des milieux présents (prairies, arbres isolés, cordons boisés,

haies) et leur caractère extensif, le site de Champ-du-Château revêt cependant une valeur écologique non négligeable dans le contexte de zone périurbaine qui l'entoure et son intérêt pour la petite et moyenne faune est à considérer.

Invertébrés :

A l'échelle du kilomètre carré, diverses espèces menacées ont été observées. Certains lépidoptères (hespérie de la mauve et azuré de la faucille), ainsi que des gastéropodes (*Vallonia enniensis*) ont été relevés en 1991-92. Cependant, en raison de la présence de plusieurs milieux potentiellement favorables dans le kilomètre carré concerné, ces valeurs faunistiques ne peuvent être liées *a priori* au secteur du Champ-du-Château. Dans la mesure du possible, une localisation plus précise de ces données devrait être faite ultérieurement. Toutefois, en première approche, le périmètre étudié ne présente pas un intérêt remarquable du point de vue des invertébrés dans le contexte genevois.

Reptiles et Amphibiens :

Les données récentes (dès 2000) montrent la quasi-absence d'amphibiens dans le kilomètre carré concerné, avec toutefois la présence de la grenouille rousse. En ce qui concerne les reptiles, seul le lézard des murailles a été relevé en 2001.

Avifaune :

Le carré kilométrique englobant le secteur abrite 46 espèces nicheuses réparties en 561 territoires. Bien que ces chiffres soient au-dessus de la moyenne genevoise, ils sont habituels dans le cas de zones villas incluant des surfaces boisées. Cinq espèces sont à relever à proximité du secteur du Champ-du-Château :

- Faucon crécerelle (potentiellement menacé au niveau national ; nécessite une action dans le cadre cantonal) : un territoire est présent dans les arbres bordant la plage du Vengeron, à une centaine de mètres de la parcelle concernée. Dans ce cas particulier, la zone du Champ-du-Château est probablement utilisée comme terrain de chasse privilégié.
- Faucon hobereau (potentiellement menacé au niveau suisse ; espèce à surveiller dans le cadre genevois) : un territoire est présent à quelque 200 mètres du secteur, dans le cordon boisé du nant de Gobé. La zone ouverte du Champ-du-Château participe sans doute à l'ensemble de milieux nécessaires à l'installation de ce rapace.
- Rougequeue à front blanc (potentiellement menacé/ nécessite une action à l'échelle cantonale) : cette espèce typique des vergers et de certaines zones villas est présente en périphérie du secteur concerné. Sa présence dans la zone n'est probablement pas directement liée à l'état de la parcelle du Champ-du-Château.
- Le Pouillot siffleur (potentiellement menacé en Suisse/ menacé dans le canton et nécessitant une action) a été observé en lisière du bois de Foretaille, soit à plus de 500 mètres du secteur concerné. Le projet ne devrait donc pas influer significativement sur sa présence.
- Le Pouillot fitis (potentiellement menacé en Suisse/ nécessitant une action au niveau genevois), dont un territoire est relevé en bordure du Nant de Gobé, ne sera probablement pas influencé par le projet.

Dans les limites mêmes du périmètre restreint de Champ-du-Château, une vingtaine de territoires d'espèces parmi les plus courantes ont été relevés. Seule fait exception le gros-bec cassenoyaux, espèce non menacée mais relativement mal connue.

Mammifères – Chiroptères :

Les données par carrés kilométriques indiquent, depuis 1990, la présence de 3 espèces de la Liste rouge (Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius et Murin de Daubenton, vulnérables) et de la Pipistrelle commune. Cependant, en raison de la diversité des milieux inclus dans ce kilomètre carré, l'importance de la parcelle concernée ne peut être définie pour les chiroptères.

Autres mammifères :

Les autres mammifères répertoriés, que ce soit par le CSCF ou le garde de l'environnement, M. Patrick de Rutté, sont tous communs et sans statut de protection : renard, chevreuil, blaireau et fouine. A plus d'un kilomètre du Champ-du-Château, le bois d'Avault montre une valeur biologique nettement plus élevée (observation d'un putois en 2001). La relative richesse du bois d'Avault est aussi due au corridor à faune le reliant au vallon de la Versoix, ce dernier constituant un axe important de déplacement des animaux. Localement, le Nant de Gobé joue également un rôle de corridor, mais bien plus isolé du vallon et des Bois de la Versoix.

5.12.4 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

Le déclassement de la zone agricole considérée en zone constructible étant prévu dans le cadre du Plan Directeur Cantonal, l'extension de la zone urbanisée sur l'espace non bâti est à prévoir à moyen terme, avec pour conséquence la disparition des milieux prairiaux et des structures arborées du site de Champ-du-Château.

5.12.5 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Le plan des impacts du projet, en annexe 5.12c présente les surfaces impactées.

5.12.5.1 IMPACT SUR LES MILIEUX ET LA FLORE

Bien que la valeur biologique des milieux inventoriés soit peu importante, la réalisation du projet implique cependant la perte d'une surface prairiale (type prairie de fauche) d'environ 36'800 m^2. Elle correspond à la superposition de l'emprise de la prairie de fauche et de l'emprise des constructions (20'066 m^2), des surfaces dédiées aux aménagements paysagers (31'690 m^2) et de l'élargissement de la route des Romelles (1200 m^2). Cette perte inclut la suppression du bosquet localisé au centre de la parcelle, la suppression des cordons boisés longeant la route de Lausanne ainsi que la suppression du premier tronçon du cordon boisé se trouvant sur la route des Romelles (entre l'accès au quartier et la route de Lausanne), pour une surface totale d'environ 2'800 m^2. Sur le plan local, et malgré le caractère isolé de la parcelle de Champ-du-Château, la progression du bâti au détriment de surfaces semi-naturelles constitue un impact non négligeable. Compte tenu des mesures de compensation envisagées à ce stade (végétalisation de l'ensemble des toitures avec un mélange grainier de type « extensif-Genève », aménagement paysager extensif d'une partie des aménagements extérieurs, création d'un bassin à caractère naturel, gestion en prairie extensive d'une part importante du périmètre et notamment la zone entre la zone d'inconstructibilité de 10 m liée à la forêt), l'impact du projet sur les milieux et la flore peut être considéré comme faiblement négatif. Cette évaluation n'est valable que si l'ensemble des mesures proposées est réalisé et que leur taille leur permette d'être biologiquement fonctionnelles.

Figure 54 : Bosquet situé au centre de la parcelle du Champ-du-Château.

198 arbres ont été identifiés comme à abattre du fait de leur emplacement sur ou à grande proximité des projets d'aménagement et d'élargissement de la route des Romelles. Cependant il est à noter que tout sera entrepris pour conserver au maximum ces cordons boisés. L'annexe 5.12b en présente la liste ainsi que leur localisation. Tous devront être compensés, tant que possible dans le cadre du plan d'aménagement paysager.

5.12.5.2 IMPACT SUR LA FAUNE

En dehors des questions liées aux invertébrés et aux chiroptères, qui devraient être traitées dans la phase finale du RIE, la faune présente peut être considérée comme relativement banale. Parmi les quelques espèces signalées à proximité du Champ-du-Château, la réalisation du projet pourrait néanmoins avoir une incidence négative sur le faucon crécerelle et le faucon hobereau. En l'absence de précisions sur certains groupes faunistiques, l'impact est ici jugé de moyennement à faiblement négatif.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection de la nature

- *Description des mesures de compensation des milieux impactés (y. c. mesures d'entretien y relatives).*
- *Description des impacts transitoires (chantier).*
- *Précisions quant à la localisation des données « invertébrés » du CSCF.*
- *Relevés des chiroptères et invertébrés sur la parcelle du projet et aux alentours.*
- *Plan d'aménagement paysager (PAP) complet, figurant une coupe des fosses de plantation conformes aux directives y relatives, à fournir lors de la requête en autorisation de construire.*

5.13 PROTECTION DU PAYSAGE NATUREL ET BATI

5.13.1 BASES LEGALES

5.13.1.1 ELÉMENTS LÉGISLATIFS

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

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

5.13.1.2 ELÉMENTS RÉGLEMENTAIRES ET DIRECTIVES

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

5.13.2 ETAT ACTUEL

Compte tenu de la topographie du site et de son enclavement à l'intérieur des grands axes routiers et ferroviaires, le secteur du Champ-du-Château reste relativement peu visible depuis sa périphérie. Les éléments boisés et arborés localisés en bordure de la parcelle, ainsi que sur les parcelles riveraines limitrophes, contribuent également à dissimuler ce site au regard. Le point de vue le plus remarquable sur le site s'exerce depuis le lac, un certain dégagement étant également à mentionner depuis la halte des Tuileries.

Majoritairement constitué d'espaces non bâtis, le périmètre de projet comprend cependant une habitation située à côté du chemin d'accès à la parcelle (N° de bâtiments 675 et 676). Le bâtiment est entouré d'arbres (épicéa, érable, bosquet de quelques peupliers fastigiés d'Italie et bouleaux) et arbustes.

Figure 55 : 2 bâtiments (N°675 et 676) situé sur la parcelle N°2969 (habitation et garage).

Figure 56 : La complémentarité des bosquets et des surfaces herbacées offre un certain intérêt paysager.

La valeur paysagère de la parcelle n'est pas sans intérêt, en particulier depuis le lac.

Depuis le terrain agricole, le champ de vision vers l'est reste ouvert. Les paysages rapprochés du lac et de ses abords sont aisément perceptibles, de même que les paysages éloignés de la rive opposée et du Salève.

En direction du nord et du sud, le champ de vision est coupé par des éléments boisés.

Figure 57 *:* Vue sur le lac, depuis l'arrêt des Tuileries.

Des résidences sont présentes à quelques dizaines de mètres au sud de l'autoroute. Elles sont protégées des nuisances visuelles par les cordons boisés, aux abords de l'autoroute.

L'ensemble boisé de la bordure sud est assez dense et large (30 à 50 m selon les secteurs). Cela confère une fonction paysagère certaine à cet ensemble.

Figure 58 : Vue sur l'autoroute A1 et ses bordures boisées, depuis la passerelle longeant la ligne CFF.

Figure 59 : Bosquets localisés à proximité de la ligne CFF.

5.13.3 ETAT FUTUR SANS LE PROJET

L'urbanisation de la parcelle du Champ-du-Château étant prévue, à moyen terme, dans le cadre de l'aménagement du territoire, cette zone devait de toute manière être remplacée par des surfaces bâties, modifiant significativement l'aspect paysager du site.

5.13.4 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

La réalisation du projet va modifier significativement le paysage actuel, les vastes surfaces ouvertes et espaces verts faisant place au bâti et autres éléments artificialisés. L'impact paysager sera donc non négligeable, mais son importance dépendra des choix architecturaux et paysagers. A ce stade, l'implantation d'une prairie fleurie est prévue sur les bordures extérieures du périmètre restreint. De plus une étude paysagère a été réalisée afin d'assurer l'intégration des nouveaux bâtiments (cf. annexe 5.13).

Considéré à l'échelle du périmètre élargi, l'impact paysager sera également non négligeable, la construction du

bâtiment de 9'500 m^2 au sol constituant un obstacle visuel, essentiellement depuis la route de Lausanne (bordure est) (cf. figure 60), depuis la partie nord de la voie CFF (cette dernière constituant la bordure ouest du périmètre) et depuis l'autoroute. Il est à noter que les modifications opérées suite aux concertations avec la commune de Bellevue ont été dans le sens de la diminution des gabarits par rapport au projet dans sa version de mai 2015. Un retrait d'attique sur trois côtés des bâtiments des activités a été opéré suite à une concertation avec M. Jean-Frédéric Lüscher, directeur du service des monuments et des sites (SMS). La hauteur actuelle des bâtiments correspond à la hauteur des bâtiments de la Rade, et par conséquent le gabarit est en dessous de la cime des arbres.

Figure 60 : Photomontages avec aménagements paysagers, depuis la route de Lausanne (Favre & Guth, 2016).

Depuis la rive opposée du lac, l'impact est très modéré, comme le suggèrent les deux photomontages réalisés par Favre & Guth (figure 61 et figure 62).

Figure 61 : Photomontage de l'épannelage (Favre & Guth, 2016).

Figure 62 : Photomontage de l'épannelage (Favre & Guth, 2016).

Afin d'intégrer au mieux le bâti au paysage, l'étude paysagère (cf. annexe 5.13 : Etude paysagère depuis la route de Lausanne, Quartier du Champ-du-Château, Gilbert Henchoz architectes paysagistes, mai 2016) a traité les transitions depuis la route des Romelles et la route de Lausanne.

La figure 63 présente un plan d'aménagement paysager traitant les transitions depuis la route des Romelles et depuis la route de Lausanne. L'ensemble des coupes associées à ce plan se trouve dans l'annexe 5.13. Les points 1 à 5 sont décrits ci-après.

Figure 63 : Plan d'aménagement paysager traitant des transitions depuis la route des Romelles et depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016).

1) Sur la route de Lausanne, le mur de soutènement est en retrait du trottoir de manière à y intégrer un écran végétal constitué d'une haie taillée et d'arbres à développement moyens qui permettent d'adoucir la limite parcellaire et donne plus de place physique et visuelle aux piétons et deux-roues (Figure 64).

2) Depuis la route des Romelles, un cordon boisé étagé à essences indigènes est reconstitué de manière à assurer l'accroche avec la campagne genevoise environnante.

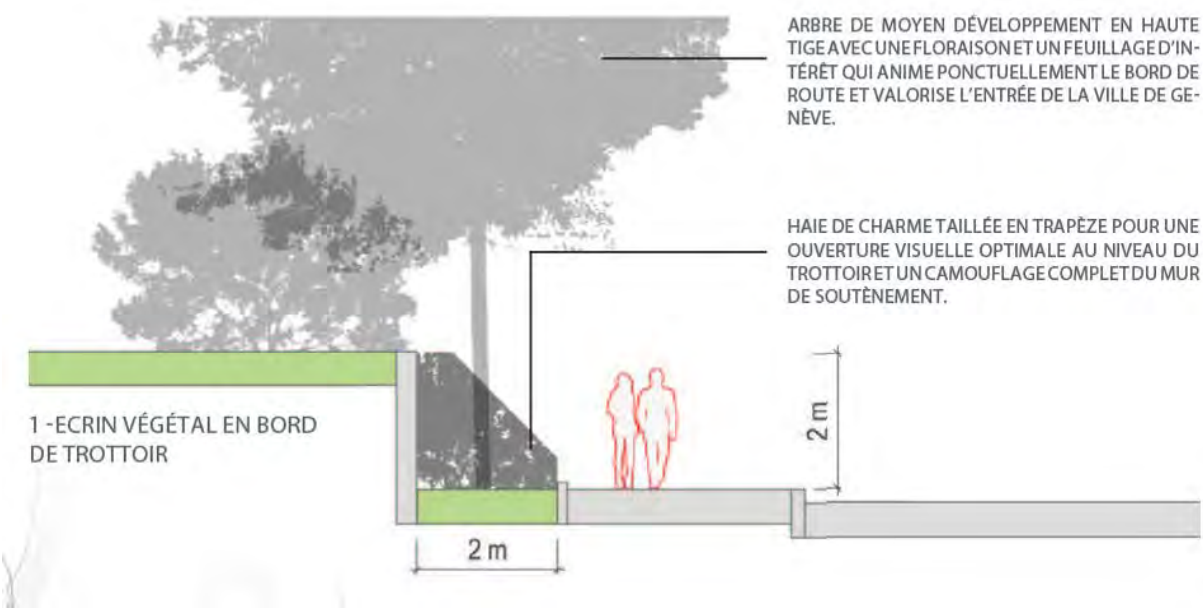


Figure 64 : Traitement de la transition entre la route de Lausanne et le projet (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016).

3) Au niveau de la césure prévue dans le bâti, un jardin de parc de type jardin anglais composé d'arbres horticoles, d'arbustes à fleurs et de vivaces assure l'ornement de l'entrée durant toute l'année.

4) & 5) Afin de masquer la vue sur le bâti depuis la route de Lausanne, des plantations d'arbres en bosquet, puis plus au sud d'une strate arborée indigène ponctuée d'arbres remarquables sont prévues. Ces plantations assurent, de par leur structure étagée, l'ouverture du bâti sur le grand paysage.

Les vues depuis la route de Lausanne sur l'écran végétal sont présentées aux figure 65 et figure 66.

Figure 65 : VUE 1 (cf. figure 63) présentant l'écran végétal depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016).

Figure 66 : VUE 2 (cf. figure 63) présentant l'écran végétal depuis la route de Lausanne (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, 2016).

Les essences choisies pour les plantations à réaliser seront définies dans le RIE2. Celles-ci devront être en adéquation avec le paysage environnant et l'usage du site.

Cahier des charges pour le RIE2

Paysage naturel et bâti

- *Définition détaillée d'un projet d'aménagement et d'intégration paysagers.*
- *Précision des mesures de compensation des milieux impactés.*
- *Description des impacts transitoires (chantier).*
- *Précision des essences plantées.*

5.14 PROTECTION DU PATRIMOINE BATI ET DES MONUMENTS, ARCHEOLOGIE

5.14.1 BASES LEGALES

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

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

5.14.2 ETAT ACTUEL ET ETAT FUTUR SANS LE PROJET

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

Une consultation auprès du Service cantonal d'archéologie nous indique que la carte archéologique fait mention, dans l'extrême pointe sud de la parcelle limitée par la route de Lausanne et la bretelle autoroutière N1A, d'une ancienne maison forte du Vengeron ruinée au 16e siècle, reconstruite puis démolie en 1963. Cette parcelle n'est pas affectée par les travaux. Aucun autre site n'est par ailleurs mentionné sur la totalité de la parcelle.

5.14.3 ETAT FUTUR AVEC LE PROJET

Les considérations ci-dessus permettent d'affirmer que ce domaine n'est *a priori* pas sensible dans le cadre de ce projet. Néanmoins, les vestiges archéologiques sont par définition dissimulés dans le sous-sol. On ne peut donc pas d'emblée exclure une découverte fortuite lors des travaux de terrassement.

Cahier des charges pour le RIE2

Protection du patrimoine bâti et des monuments, archéologie

- *Aspect définitivement traité au stade du présent rapport*

6. IMPACTS DE LA PHASE DE REALISATION

Ces impacts sont traités tant que possible dans le chapitre 5, mais devront être précisés dans le cadre du RIE2.

7. ETAPE ULTERIEURE

7.1 CONTENU DE L'ETAPE ULTERIEURE

Le présent rapport a examiné la faisabilité environnementale du PLQ Champ-du-Château pour les différents domaines étudiés et a permis de vérifier la compatibilité de celui-ci avec le respect de la législation environnementale.

Dans le cadre du RIE2, ces aspects seront repris et étudiés plus en détail, selon le cahier des charges synthétisé ci-après par domaine.

7.2 PROPOSITIONS DU CAHIER DES CHARGES POUR LE RIE2

7.2.1 UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

- Vérification du fonctionnement et de la capacité des carrefours à proximité du projet pendant les différentes étapes des chantiers (pré-dimensionnement).

7.2.2 UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE

- Choix définitif du scénario ;
- Précisions des valeurs en fonction de l'avancement du projet ;
- Précision des équipements, et mesures à mettre en place.

7.2.3 DESCRIPTION DE LA PHASE DE REALISATION (CHANTIER)

- Définition de l'emplacement définitif des accès, des installations de chantier, des éventuelles pistes provisoires.
- Indications des mesures prises pour minimiser les incidences sur le trafic, la qualité de l'air, la protection des sols, la protection des eaux durant la phase de réalisation.
- Précisions sur les engins prévus pour les travaux.
- Evaluation environnementale de la phase chantier.
- Définition finale des terrassements, délimitation des espaces et des volumes finaux.
- Précision des recommandations concernant le décapage, le stockage de matériaux et le remblayage.
- Définition du mode de suivi des terrassements et de remise en état.
- Définition et justification des principes d'aménagement, des emprises et implantations des ouvrages.
- Justification et étude des principes constructifs et des modalités de mise en œuvre.

7.2.4 PROTECTION DE L'AIR ET DU CLIMAT

- Evaluation des mesures à intégrer au projet pour la phase de chantier.

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

- Vérification et dimensionnement des mesures à intégrer au projet pour respecter les exigences de l'OPB, notamment :

  A) Bâtiment L1 : favoriser une typologie des logements situés en tête de bâtiment côté Est, de telle manière qu'il existe au moins un ouvrant protégé (sans dépassement des VP) pour ces pièces spécifiques.

  B) Bâtiment A4 : un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux est nécessaire pour les façades sud et est.

  C) Bâtiment L2 : favoriser une typologie des logements favorisant les pièces non-sensibles (Cuisines non habitables, salles de bain et WC) sur la façade Ouest, ou favoriser des pièces traversantes. Prendre en compte les projets d'assainissement du bruit qui permettrait éventuellement de respecter les VP pour la majorité des récepteurs.

  D) Bâtiment A3 : un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera nécessaire au moins pour la façade sud et les étages supérieurs de la façade ouest.

- Prise en compte des études en cours pour l'assainissement de la Route de Lausanne et l'assainissement de l'autoroute.

  Evaluation des mesures à intégrer au projet pour la phase de chantier.

7.2.6 PROTECTION CONTRE LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS

Aspect définitivement traité au stade du présent rapport. Aucune investigation complémentaire prévue dans le cadre du RIE2.

7.2.7 PROTECTION DES EAUX

Eaux souterraines :

- Réalisation d'un rapport géotechnique complet pour la DD.

Eaux superficielles :

- Chapitre définitivement traité.

Eaux à évacuer :

- Evaluer l'impact prévisible sur les eaux durant la phase de chantier, selon la Directive cantonale relative au traitement et à l'évacuation des eaux de chantier (d'après la recommandation SIA/VSA 431) de juillet 2004.
- Prévoir un dépotoir primaire et un séparateur de graisse pour les eaux issues de la cuisine/laverie. Ces installations devront être vidangées par une entreprise disposant des équipements appropriés. Les huiles usées seront récupérées et évacuées dans un centre agréé conformément à l'OMod. En aucun cas ces huiles ne seront déversées dans les canalisations.

- Fournir un plan détaillé des canalisations d'évacuation des eaux pluviales et usées (canalisation intérieures et extérieures).

7.2.8 PROTECTION DES SOLS

Le chapitre sol a déjà été traité. Il conviendra cependant d'adapter les points suivants en fonction des emprises définitives du chantier :

- Précision/adaptation des opérations de décapage et de la gestion des volumes éventuels de matériaux excédentaires ;
- Précision/adaptation des emprises définitives et/ou temporaires, ainsi que les durées d'intervention sur les sols touchés par le projet ;
- Précision/adaptation des mesures de protection des sols appropriées, à respecter lors des travaux de terrassements ;
- Précision/adaptation de l'utilisation sur place des matériaux terreux décapés, pour la terre végétale et la sous-couche arable ;
- Précision/adaptation de la destination finale des matériaux terreux décapés, pour la terre végétale et la sous-couche arable.
- Vérifier les conclusions des pages 78 et 79 du RIE. Etayer l'étude pour exclure toute pollution anthropique. A cet égard le GESDEC recommande de tenir compte de l'incertitude et des limites de quantification pour l'interprétation des résultats.
- Contrôler que la surface d'entreposage à disposition pour les matériaux terreux est bien suffisante pour les besoins du projet.
- Vérifier que l'emplacement des dépôts des matériaux terreux soit compatible avec la présence du gazoduc.

7.2.9 SITES POLLUES

Chapitre définitivement traité au stade du présent rapport.

7.2.10 DECHETS ET SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

Elaboration d'un concept de gestion des déchets dans le cadre des soumissions aux entreprises. Ce plan de gestion des déchets, notamment des matériaux d'excavation finalisé, et comportant des solutions tangibles, devra être fourni au GESDEC – secteur déchets, au plus tard 30 jours ouvrables avant toute intervention sur le chantier.

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

Choix définitif des mesures mises en œuvre de réduction des risques en concertation avec Gaznat, le SEN et l'OFEV.

7.2.12 CONSERVATION DE LA FORET

Chapitre définitivement traité au stade du présent rapport.

7.2.13 PROTECTION DE LA NATURE

- Description des mesures de compensation des milieux impactés (y.c. mesures d'entretien y relatives).
- Description des impacts transitoires (chantier).
- Précisions quant à la localisation des données « invertébrés » du CSCF.
- Relevés des chiroptères et invertébrés sur la parcelle du projet et aux alentours.
- Plan d'aménagement paysager (PAP) complet, figurant une coupe des fosses de plantation conformes aux directives y relatives, à fournir lors de la requête en autorisation de construire.

7.2.14 PROTECTION DU PAYSAGE NATUREL ET BATI

- Définition détaillée d'un projet d'aménagement et d'intégration paysagers.
- Précision des mesures de compensation des milieux impactés
- Description des impacts transitoires (chantier)
- Précision des essences plantées

7.2.15 PROTECTION DU PATRIMOINE BÂTI ET DES MONUMENTS, ARCHÉOLOGIE

Aspect définitivement traité au stade du présent rapport. Aucune investigation complémentaire n'est prévue dans le cadre du RIE2.

7.2.16 SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA RÉALISATION

La rédaction du cahier de charges de SER sera réalisée dans le cadre du RIE2.

8. MESURES

Les mesures potentielles probables sont présentées brièvement ci-après par domaine environnemental. Cette liste de mesures n'est pas exhaustive. Elle dépend du futur développement du projet et de l'analyse environnementale à faire dans l'étape finale. Elle ne met pas en cause la conception même du projet mais vise à optimiser celui-ci du point de vue environnemental.

8.1 TYPES DE MESURES INTEGREES AU PROJET

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

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

8.1.1 PROTECTION DE L'AIR SUR LE CHANTIER

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

8.1.1.1 DIRECTIVE AIR CHANTIERS

L'Office fédéral de l'environnement (OFEV, anciennement OFEFP) a édicté une Directive sur la protection de l'air sur les chantiers[4]. Deux niveaux de mesures ont été déterminés en fonction de la durée, de la nature et de la dimension du chantier d'une part et en fonction de la densité du tissu bâti et de la population d'autre part. Le Tableau 22 suivant présente les exigences générales relatives aux deux niveaux de mesures :

Tableau 22 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection de l'air.

Niveau	*Machines, appareils et procédés de travail correspondent :*	*Mesures*
A	Au moins à l'équipement normal et à l'application usuelle des procédés	"Bonne pratiques de chantier" (mesures de base)
B	À l'état de la technique selon art. 4 OPair[5]	Mesures de base et mesures spécifiques

Compte tenu de l'ampleur du chantier (> 10'000 m^2), c'est le niveau B de la directive « protection de l'air sur les chantiers » (OFEV, 2009) qui devra s'appliquer.

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier seront développées dans le RIE final, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

[4] Directive Air Chantiers, OFEFP, 1er septembre 2002

[5] Ordonnance sur la protection de l'air

8.1.1.2 TRAFIC ROUTIER DE CHANTIER

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

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier seront développées dans le RIE final, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

8.1.2 PROTECTION CONTRE LE BRUIT

8.1.2.1 SUR LE CHANTIER

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

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

Directive sur le bruit des chantiers

L'OFEV a édicté une directive sur le bruit des chantiers[6] qui fixe des contraintes à respecter pour les chantiers en fonction du type de travaux envisagés, de la durée du chantier et des phases bruyantes, des distances par rapport aux zones sensibles au bruit, du degré de sensibilité au bruit de ces zones et des transports liés au chantier.

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

La directive définit 3 niveaux de mesures de protection contre le bruit selon la durée du chantier et le degré de sensibilité au bruit des zones qui jouxtent le chantier. Le Tableau 23 suivant énonce les exigences générales des différents niveaux de mesures.

Tableau 23 : Exigences générales des niveaux de mesures de protection contre le bruit.

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

Compte tenu de la durée du chantier et du degré de sensibilité au bruit des zones avoisinantes, c'est le niveau B de la « directive sur le bruit des chantiers » (OFEV, 2006) qui devra s'appliquer.

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

a. Travaux de construction

La Directive distingue les travaux de construction normalement bruyants des travaux de construction très bruyants. Les degrés de sensibilité au bruit du voisinage sont les DS II et III.

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier seront développées dans le RIE final, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

b. Transports de chantier

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

c. Mesures préconisées

Les mesures préconisées dans le cadre du chantier (travaux de construction, travaux de construction très bruyants, transports de chantier) seront développées dans le RIE final, quand les aspects liés au déroulement du chantier seront mieux connus.

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

8.1.2.2 EN PHASE D'EXPLOITATION

Relativement au bruit routier, la variante du PLQ visant à mettre en place des balcons pour les bâtiments de logements L1 et L2 (emprise variable, avec garde-corps plein de 1 m de hauteur, et absorption en sous-face) sera à appliquer, afin de limiter le nombre de récepteurs subissant un dépassement des Valeurs de Planification.

Concernant le bâtiment à activités commerciales A3, aucune mesure de protection n'est à prévoir. Pour les bâtiments d'activités et d'hôtellerie A4 et A5, ils devront être ventilés mécaniquement pour assurer un renouvellement d'air suffisant pour le confort des personnes et ainsi permettre la considération de l'hôtel en tant que local d'exploitation au sens de l'OPB.

8.1.3 RAYONNEMENTS NON IONISANTS

Aucune mesure n'est préconisée.

8.1.4 PROTECTION DES EAUX

Evacuation des eaux

La variante préconisée prévoit le raccord au collecteur de la route des Romelles qui doit nécessairement s'accompagner de mesures de gestion des eaux pluviales :

- Toitures végétalisées et gérées sur l'ensemble des bâtiments ;

- Bassin de rétention enterré dans le bâtiment L1 destiné à du logement ;
- Prairie inondable à ciel ouvert située entre le bâtiment A4 et la route de Lausanne ;
- Tranchée stockante le long de la route de Lausanne.

8.1.5 PROTECTION DES SOLS

Au stade actuel d'avancement du projet, plusieurs mesures pour la protection des sols sont déjà définies et devront être respectées :

- Décapage, entreposage et remise en état des sols réalisés conformément aux normes VSS 640 582 et 640 583 (séparation de la couche supérieure du sol et de la sous-couche arable, respect des hauteurs maximales des tas, etc.). En fin de travaux, les emprises provisoires de chantier devront être remises en état, de manière à reconstituer le plus fidèlement possible l'état initial des sols.
- Utilisation d'engins adaptés, à faible pression au sol (< 0.5 bar).
- Ne manipuler que des sols bien ressuyés. Interruption des travaux en cas de taux d'humidité du sol défavorable (force de succion < 10cb).
- En cas d'évacuation de matériaux terreux, transmission intégrale des bons de transporteurs au responsable du suivi environnemental (RSE).
- En cas de suspicion de pollution, contact immédiat avec la direction des travaux (réalisation d'analyses par le RSE in situ, voire au laboratoire des matériaux).

8.1.6 SITES POLLUES

Etant donné l'absence de sites pollués dans le périmètre du projet (cadastre des sites pollués SITG), il ne faut pas s'attendre à traiter des matériaux pollués ou contaminés. Cependant, il faudra surveiller cet aspect lors de la phase d'exécution (excavation). Un contrôle visuel devra être effectué sur le chantier lors de cette étape.

8.1.7 GESTION DES DECHETS

Un plan de gestion des déchets de chantier doit être établi, avant l'ouverture du chantier, au sens de la recommandation SIA 430. Celui-ci précisera les différents types de déchets, les mesures à mettre en œuvre pour en assurer une collecte optimale et leur valorisation ou traitement (filières d'élimination), conformément aux recommandations et exigences légales. Le concept de gestion des déchets sera établi dans le cadre du RIE final.

La gestion des déchets de chantier devra être effectuée en coordination avec la Commune et le Canton dans le respect des textes légaux et des directives suivantes :

- Privilégier le concept de tri à la source (non-mélange), en considérant au minimum les catégories énoncées dans le règlement d'application de la loi sur la gestion des déchets (Déchets spéciaux ; matériaux d'excavation et déblais non pollués ; déchets recyclables ; déchets non recyclables stockables définitivement en DCMI sans traitement préalable ; déchets non recyclables incinérables), par exemple selon le projet cadre de la Société Suisse des Entrepreneurs : « tri des déchets sur le chantier avec le projet bennes multiples » ;

- Privilégier la réutilisation et la valorisation directe des matériaux dans le cadre du chantier, en considérant les nécessités techniques du chantier, ou le cas échéant, dans un contexte local ou régional plus large.

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

L'autorité compétente en matière d'aménagement du territoire a effectué une pesée des intérêts selon l'aménagement du territoire aux regards des risques d'accidents majeurs liés à la proximité de quatre infrastructures assujetties à l'OPAM: gazoduc, voies ferrées, autoroute A1 et route nationale. Cette pesée des intérêts a été effectuée le 21 juin 2016 par le magistrat chargé du département de l'aménagement du logement et de l'énergie et en présence du magistrat chargé du département de l'environnement, des transports et de l'agriculture conformément à l'article 3 de la Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) et au guide de planification "coordination, aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs" du DETEC, Berne, octobre 2013.

L'un et l'autre ont accepté la poursuite du projet de PLQ tel que présenté. Il a été considéré que l'intérêt public consistant à mettre à disposition des surfaces brutes de plancher pour répondre aux besoins de logements conformément à la politique d'aménagement du territoire, en contribuant à la densification à proximité directe d'un axe fort de transport public, la halte CFF des Tuileries, future halte du RER Léman Express, était prépondérant.

Les mesures de protection validées par les magistrats sont contraignantes pour la suite de la procédure. Il s'agit des mesures suivantes:

- Les accès aux bâtiments seront situés à l'opposé des installations OPAM (voies CFF, autoroute – gazoduc, route de Lausanne). A défaut, les chemins de fuite sortant à l'opposé de ces installations sont à prévoir.
- Les accès aux parkings souterrains se situeront à l'opposé des voies CFF et du gazoduc.
- Les surfaces vitrées du côté des voies CFF et du gazoduc (et sur les façades adjacentes) seront limitées mais compatible avec la création de bureaux paysagés de qualité et l'OLT3, dans des proportions à définir lors des autorisations de construire définitives (DD).
- Les façades et les fenêtres devront être résistantes aux sollicitations thermiques et de surpression, les valeurs de ces dernières restant à déterminer lors des DD. Celles-ci devront être compatibles avec la création de bureaux paysagés de qualité et l'OLT.
- Les fenêtres des logements situés du côté des voies CFF devront être, dans la mesure du possible, non ouvrantes ou mesures équivalentes.
- Les fenêtres de la façade sud de la barre sud (et les façades adjacentes) seront non ouvrantes
- Les prises d'air des ventilations et climatisations seront éloignées des voies CFF et de l'autoroute, le plus haut possible au-dessus du sol (toiture du bâtiment): Les prises seront asservies à des détecteurs de chlore.
- Un plan d'évacuation sera établi pour tous les bâtiments du PLQ.

8.1.8.1 GAZODUC

Les 3 mesures relatives au gazoduc citées sous 8.1.8 ainsi que leurs localisations précises feront l'objet d'une procédure d'approbation des plans fédérales (PAP) auprès de l'Office fédérale de l'énergie (OFEN).

Les mesures relatives au gazoduc envisagées à ce stade du projet sont :

- Mise en œuvre de plaques de protection ;

- Remplacement de la conduite existante par une conduite neuve d'épaisseur de 10 mm ;
- L'enfouissement de la conduite à 2.5 mètres de profondeur.

8.1.8.2 VOIES CFF

Mesures techniques

Installer un système permettant de détecter la présence dans l'atmosphère de chlore ou de propane, d'alerter les populations et de confiner le bâtiment le plus rapidement possible :

- Installer des capteurs de chlore et des capteurs de propane le long de la voie ferrée (environ tous les 10 mètres) ;
- Installer un système de Gestion Technique Centralisée qui permet de créer des asservissements entre les systèmes de détection et les systèmes d'alerte et de gestion de la ventilation ;
- Installer des alarmes dans les appartements des bâtiments de logement.

Mesures organisationnelles

Mettre en place un système d'alerte adapté en cas d'évènement :

- Si les capteurs détectent un dépassement de seuil de chlore, un signal coupe la ventilation mécanique et diffuse un message sonore invitant les habitants à se confiner. Les habitants devront colmater les ouvertures avec un scotch adapté afin de rendre le confinement optimum ;
- Si les capteurs détectent un dépassement de seuil autre que le chlore, un message sonore invite les habitants à évacuer les bâtiments ;
- Si les capteurs sont détruits (renversement d'un train) un signal coupe la ventilation et
- déclenche un message sonore invitant les habitants à se confiner.

Mesures structurelles

Concevoir un bâtiment étanche aéraulique contre les produits toxiques pour la barre Ouest :

- Les bâtiments devront présenter un taux de renouvellement d'air (volume renouvelé par heure sous une dépression de 50 Pa, dénommé n50,st) inférieur ou égal à 0,5 vol/h.

8.1.9 PROTECTION DE LA NATURE

Dans ce domaine particulier, les mesures détaillées seront étudiées au stade suivant de la procédure en coordination avec le requérant, le service spécialisé et les mandataires. Ces mesures à définir tiendront compte des études encore à réaliser dans le cadre du RIE2. Néanmoins, certaines d'entre-elles peuvent déjà être formulées :

- Concernant la végétation, les arbres devront être protégés lors des travaux de chantier à proximité ;
- Les éclairages devront être conçus et réalisés de manière à réduire au mieux les impacts de type "pollution nocturne".

8.1.10 PROTECTION DU PAYSAGE NATUREL ET BATI

Les mesures pour ce domaine seront intégrées au projet d'aménagement paysager.

8.1.11 PROTECTION DU PATRIMOINE BÂTI ET DES MONUMENTS, ARCHÉOLOGIE

Aucune mesure n'est préconisée.

9. CONCLUSION

Le site du Champ-du-Château fait partie d'un ensemble périurbain dont l'aménagement est prévu au plan directeur cantonal et au plan d'agglomération. Son changement d'affectation est aussi prévu dans le cadre d'une convention entre l'état et les propriétaires actuels de la parcelle. Les aménagements prévus par le projet s'inscrivent donc dans une logique de développement urbain du canton de Genève. De plus, le site bénéficie d'une situation privilégiée, en raison des nombreuses voies de communication à proximité.

Du point de vue *énergétique*, la commune de Bellevue labellisée « Cité de l'énergie », encourage une mobilité supportable pour l'environnement, le recours aux énergies renouvelables ainsi qu'une gestion durable des ressources. Le projet bénéficiera du standard MINERGIE. Le projet architectural du bâtiment veillera par ses protections solaires et son inertie à avoir un confort thermique optimal. La production d'eau chaude sanitaire sera assurée lorsque les conditions atmosphériques le permettent par des panneaux solaires. Les variantes recommandées pour le chauffage des locaux sont pompe à chaleur avec l'eau du lac et chaudière à gaz, également dans une optique de chauffage à distance. Finalement, il est prévu de végétaliser l'ensemble des toitures. Cette végétation aura un effet isolant, non négligeable pour diminuer la température du bâtiment durant l'été.

En matière de *pollution atmosphérique*, selon l'évaluation effectuée sur le dioxyde d'azote, la qualité de l'air est actuellement satisfaisante sur le site du projet. D'après les scénarios effectués par le SABRA, la qualité de l'air ne devrait être que peu modifiée à l'horizon 2020. Le RIE2 permettra d'évaluer l'impact final du projet sur la qualité de l'air (oxydes d'azote et poussières fines).

Le projet du Champ du Château présente une situation des plus favorables, compte tenu de sa proximité immédiate avec des axes de circulation majeurs. La question du *trafic routier* est donc un élément déterminant pour ce projet. L'étude Citec montre que le réaménagement du giratoire de l'autoroute, l'aménagement d'un carrefour à feux pour l'accès au site, le bypass pour le tourné à droit depuis la route des Romelles sur la route de Lausanne, l'élargissement de la route des Romelles et le marquage de la présélection pour sécuriser l'attente des automobilistes sur la route des Romelles (entrée dans le site de l'hôtel La Réserve) permettront la compatibilité du projet avec les infrastructures existantes. Ces aménagements favoriseront la situation actuelle.

Actuellement une desserte en *transport en commun* est présente (notamment via la gare des Tuileries directement sur le site). A terme, l'augmentation de la desserte par les TPG ainsi que des cadences RER suite aux travaux du CEVA renforceront les possibilités d'accès par transport en commun.

La création d'un cheminement public piéton et cycle entre l'arrêt des Tuileries et le port du Vengeron est une autre piste pour l'amélioration de la mobilité douce tant au niveau du périmètre que pour la commune de Bellevue. Compte tenu de la taille du projet, la création d'activités complémentaires (restaurant, fitness, SPA…) pourrait aussi permettre de limiter les déplacements en dehors du périmètre.

Les mesures proposées pour limiter le *bruit* routier perçu par dans les bâtiments permettent de limiter fortement le nombre de locaux en dépassement. En revanche, ce constat ne tient pas compte du projet d'assainissement prévu par l'OFROU (Autoroute et route de Lausanne). Celui-ci devra être pris en compte lors du dimensionnement des mesures à intégrer au projet.

L'*évacuation des eaux* pluviales dans le collecteur de la route des Romelles, est modulée par l'intermédiaire de rétention en toiture et à ciel ouvert, conçue dans les règles de l'art et de dimensions suffisantes.

En l'état actuel, la *valeur écologique et paysagère* du site est non négligeable étant donné la présence de prairies (dont SCE « prairie extensive »), ainsi que de haies et boisements.

Le projet situé au cœur de la parcelle préserve pour l'essentiel des zones de forêt et de haie. Par ailleurs, aucune incidence négative du projet n'est à relever concernant les espèces menacées. En revanche, les impacts sur la zone de prairie sont néanmoins significatifs au vu des profondes modifications opérées à l'échelle de la parcelle. Une part importante des milieux naturels présents est ainsi vouée à disparaître. Les mesures compensatoires vont cependant contribuer à limiter cet impact. Outre le biotope humide, le projet urbanistique

prévoit des prairies fleuries et des plantations d'espèces d'arbres et arbustes indigènes tant au niveau de la végétalisation des toitures plates que pour les zones périphériques aux bâtiments.

Suite au préavis de janvier 2016 du conseil municipal de la commune de Bellevue, des retraits d'attiques ont été opérés pour une meilleure intégration au paysage. De plus l'intégration paysagère du projet est assurée par le traitement des transitions depuis la route des Romelles et depuis la route de Lausanne. Sur la route des Romelles, un cordon boisé étagé enlace les bâtiments pour les intégrer au paysage et protège la vue directe sur le carrefour avec la route de Lausanne. Sur la route de Lausanne, le mur de soutènement est masqué par une haie de charme tandis que le bâti est masqué à la vue par la plantation d'écrans végétaux. Ces écrans végétaux sont étagés de façon à adoucir les transitions et comprennent la plantation d'arbres à développement moyens, de jardins de parc de type jardin anglais au niveau de l'entrée, puis d'arbres en bosquet laissant des ouvertures vers le grand paysage mais assurant l'occultation du bâtiment depuis la route de Lausanne.

La maîtrise des impacts sur les *sols* implique que les modalités d'exécution respectent les différentes exigences environnementales. Le concept de gestion des déchets devra particulièrement s'attacher à promouvoir la réutilisation des matériaux excavés dans le cadre même du chantier ou en périphérie.

Le RIE2 détaillera les analyses, précisera les impacts (air, bruit, végétation, évacuation des eaux, sols, phase de chantier) et définira les mesures qui permettront une amélioration importante du projet afin que son bilan environnemental soit le plus neutre possible.

ECOTEC Environnement S.A. / 17.05.2016

10. BIBLIOGRAPHIE

ATLAS DES OISEAUX NICHEURS DU CANTON DE GENÈVE – 2003, B. Lugrin, A. Barbalat, P. Albrecht _ Ed Nicolas Junod.

BILAN ENVIRONNEMENTAL DE LA COMMUNE DE BELLEVUE – mars 2004, ECOTEC Environnement SA pour la commune de Bellevue.

CONCEPT CANTONAL DE GESTION DES DÉCHETS – 56 pp. GESDEC, 2002b.

CORRIDORS À FAUNE ET COURS D'EAU – 2001, ECOTEC Environnement SA pour le Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature du Canton de Genève.

DÉCLARATION DE GESTION DES DÉCHETS DE CHANTIER – Mini guide pour une estimation rapide du volume généré sur le chantier 4 pp. GESDEC, 2004.

DONNÉES FAUNISTIQUES PAR CARRÉS KILOMÉTRIQUES – Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF).

ETUDE DES ONGULÉS DU CANTON DE GENÈVE – 1996, ECOTEC Environnement SA pour le Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature du Canton de Genève.

ETUDE DES POPULATIONS DE LIÈVRES (LEPUS EUROPAEUS) DU CANTON DE GENÈVE – 1990, ECOTEC Environnement SA pour le Service des forêts, de la faune et de la protection de la nature du Canton de Genève.

GESTION DES DÉCHETS DE CHANTIER LORS DE TRAVAUX DE CONSTRUCTION, DE TRANSFORMATION ET DE DÉMOLITION – Norme SIA 430. 16 pp. Société suisse des ingénieurs et des architectes, 1993.

GUIDE DES DÉCHETS DE CHANTIER – 16 pp. GESDEC, 2002a.

INVENTAIRE DES PLANTES VASCULAIRES DU CANTON DE GENÈVE AVEC LISTE ROUGE – 2006, Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève.

LES CORRIDORS FAUNISTIQUES EN SUISSE – 2001, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Société suisse de Biologie de la faune, Station ornithologique suisse de Sempach – Cahier de l'environnement n°326.

LIÈVRE BRUN – Rapport final 1991-2000, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Société suisse de Biologie de la faune, Station ornithologique suisse de Sempach – Cahier de l'environnement n°334.

MANUEL INFORMATISÉ DES COEFFICIENTS D'ÉMISSIONS DU TRAFIC ROUTIER (MICET) – version 2.1 – 2004, OFEFP.

PLAN DE GESTION DES DÉCHETS DU CANTON – 2003-2007. 116 pp. GESDEC, 2003.

PASSAGE À FAUNE AU-DESSUS DE L'AUTOROUTE ENTRE L'AÉROPORT DE GENÈVE ET LA FRONTIÈRE VAUDOISE – ETUDE DE FAISABILITÉ – octobre 2001, ECOTEC.

RAPPORT D'EXPERTISE CONCERNANT L'ARBORISATION DE LA PARCELLE DU CHAMP-DU-CHÂTEAU – Séquoia & Gardens JUIN 2008.

RECOMMANDATIONS SUR LE CONTENU DES RAPPORTS D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT – Juin 2004, GREIE / Groupe des responsables des Etudes d'impact de la Suisse occidentale et du Tessin.

SUIVI DES POPULATIONS DE LIÈVRES EN SUISSE EN 2007 – 2007, Station ornithologique suisse, Sempach.

TAXATIONS LIÈVRES, RÉSULTATS – 2007, ECOTEC Environnement SA pour le Domaine Nature et Paysage.

11. ANNEXES

Annexe 0 :	Explication sur les réponses apportées, mai 2016
Annexe 4.4 :	Champ-du-Château - Volet transports (Citec Ingénieurs conseils, avril 2016)
Annexe 4.5 :	Concept énergétique territorial (Amstein+Walthert, septembre 2014, mise à jour partielle avril 2016)
Annexe 5.2 :	Analyse acoustique des niveaux sonores en façade du PLQ (Acouconsult, mai 2016)
Annexe 5.5.4 :	Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux (zs ingénieurs civils SA, juin 2015, mise à jour partielle mai 2016)
Annexe 5.6a :	Sondage N°2608
Annexe 5.6b :	Sondage N°9649
Annexe 5.6c	Rapport d'analyse des sols (Sol Conseil, mai 2015)
Annexe 5.10.4.1 :	Überbauung Champ-du-Château : Überprüfung der Störfallsituation (suisseplan Ingenieure, avril 2016)
Annexe 5.10.4.2 :	Mise à jour de l'étude de risques détaillée OPAM - voies CFF (BG Ingénieurs Conseils, avril 2016)
Annexe 5.10.4.4 :	Mise à jour de l'étude de risques détaillée OPAM – Autoroute A1 (BG Ingénieurs Conseils, avril 2016)
Annexe 5.10.4.5 :	Etude OPAM (BG Ingénieurs Conseils, novembre 2013)
Annexe 5.12a :	Extrait du diagnostic des obstacles et axes de déplacement de la faune Conception d'un passage à faune (ECOTEC, 2005).
Annexe 5.12b :	Plan d'abattage (ECOTEC, 2015)
Annexe 5.12c :	Milieux naturels (ECOTEC, 2015)
Annexe 5.13 :	Etude paysagère depuis la route de Lausanne, quartier du Champ-du-Château (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, mai 2016)

Annexe 0 :
Explication sur les réponses apportées au préavis du SERMA

Annexe 0 - Explications sur les réponses apportées au préavis du SERMA & intégration des modification suite aux concertations entreprises avec la commune de Bellevue

Pour le descriptif du préavis, se reporter directement au document. Les réponses apportées sont en bleu.

2. Modifier, page 34 de l'étude trafic, la phrase suivante : « Afin d'améliorer ce carrefour qui est déjà à 80% de sa capacité, et de prévoir une réserve de capacité transitoire en vue du futur P+R, un bypass peut être aménagé, de la route des Romelles pour tourner à droite sur la route de Lausanne en direction de Genève », par « un bypass doit être aménagé ».
   Se référer au RIE au chapitre 4.4.3.4 « Mesures d'accompagnement » ainsi qu'à la page 34 de l'étude trafic du 11 janvier 2016 (Citec), intégrée en annexe 4.4.

3. Evaluer les impacts le long de la route de Lausanne qui est une voie historique d'importance nationale, notamment dans les études liées au traitement du socle, du mur de soutènement existant, du talus et des éventuelles plantations le long de la route.
   Se référer à l'étude paysagère de décembre 2015 (Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés), intégrée au RIE au chapitre 5.13 « Protection du paysage naturel et bâti » ainsi qu'en annexe 5.13.
   Comme le souhaite la CU, l'emprise côté lac du bâtiment A4 est agrandie afin de permettre une éventuelle extension par un bâtiment – socle. Ces éléments seront analysés, étudiés, et précisés lors du dépôt de la première DD.

4. Respecter les qualités morphologiques du territoire et limiter l'impact considérable du projet dans le site. Les gabarits doivent être réduits au maximum et ne doivent en aucun cas dépasser la cime des arbres. […].
   Les photomontages réalisés et intégrés à l'EIE ainsi que l'étude paysagère montrent la qualité de l'insertion paysagère du projet. De plus, comme l'a souhaité la CU, la césure donnant sur le lac a été élargie, ce qui augmente considérablement la pénétration du paysage dans le projet et en réduit l'impact. Comme le montrent les coupes du PLQ, les toitures sont en pentes et viennent renforcer l'équilibre entre la cime des arbres et la corniche des bâtiments.

   En outre, la modification de zone avait toujours affiché clairement l'urbanisation de ce périmètre en précisant le nombre de 68'000 m^2 de SBP, ce qui implique nécessairement une importante densité.
   À noter que durant l'été 2014, le chef de service du secteur (DALE), accompagné de M. le Maire de la commune de Bellevue, ont pris part, à des séances de travail chez les architectes, pour se rendre compte de l'impact des bâtiments. Aucune objection n'a été formulée.

   De surcroit, la volonté de densifier ce périmètre a toujours été une exigence émanant des différentes magistratures du DALE, ce qui a imposé de revoir inévitablement les gabarits afin de garantir un maximum de logements sans prétériter à l'urbanisme du projet mais également au reste du programme.

   Le 26 janvier 2016, le conseil municipal de Bellevue a rendu un préavis favorable sous conditions. Afin de répondre aux conditions émises par la commune de Bellevue, demandant notamment une réduction des gabarits des bâtiments à 27 m aux faîtes des toits, le projet a été réduit à 64'000 m^2 de SBP. Un retrait d'attique sur 3 côtés des bâtiments des activités a été opéré suite aux concertations faites avec M. Jean-Frédéric Lüscher, directeur du service

des monuments et des sites (SMS). De cette façon il est assuré que le gabarit des bâtiments se trouve en dessous de la cime des arbres environnants.

5. Réaliser un suivi environnemental d'exploitation permettant le contrôle des hypothèses de trafic indiquées dans le RIE.
   Se référer à la fin du chapitre 4.4 « Données de base concernant le trafic » du présent RIE.

6. Fournir, à un intervalle de 5 ans à partir de la mise en service du projet, les données des barrières du parking à la DGT. […].
   Se référer à la fin du chapitre 4.4 « Données de base concernant le trafic » du présent RIE.

7. Compléter le cahier des charges de l'EIE avec les éléments suivants :
   Protection des sols :
   Se référer au cahier des charges du RIE 2ème étape, à la fin du chapitre 5.6 « protection des sols » et au chapitre 7.2.8 résumant le cahier des charges pour la 2ème étape.

   Déchets et substances dangereuses pour l'environnement :
   Se référer au cahier des charges du RIE 2ème étape, à la fin du chapitre 5.8 « Déchets, substances dangereuses pour l'environnement » et au chapitre 7.2.10 résumant le cahier des charges pour la 2ème étape, ainsi qu'au chapitre 8.1.7 « Gestion des déchets », traitant des mesures intégrées au projet.

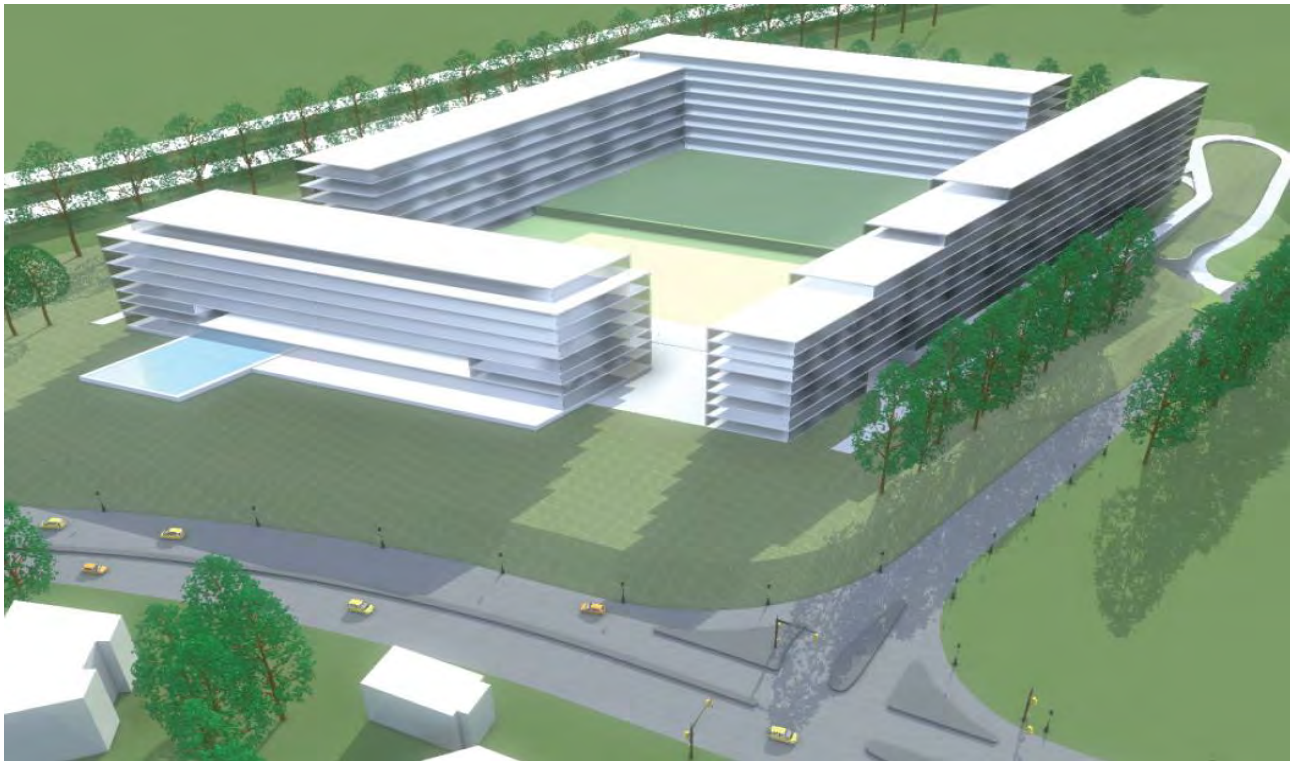
L'ensemble des modifications apportées aux rapports d'étude qui découlent des discussions entreprises avec la commune de Bellevue sont intégrées et également indiquées par des traits dans les marges du rapport d'impact et des annexes.

Annexe 4.4 :
Champ-du-Château
Volet transports
(Citec Ingénieurs conseils SA, avril 2016)

CONSTRUCTION PERRET S.A.

COMPTOIR IMMOBILIER

Maître d'ouvrage : Perret Construction SA & Comptoir Immobilier



Champ-du-Château

Rapport d'enquête préliminaire sur l'environnement (REP)

Volet Transports

Mise à jour du 29 avril 2016

citec

INGENIEURS CONSEILS

Aménagements
Modélisation
Planification
Ferroviaire
Régulation du trafic
Transports urbains
Etude d'impacts
Large events

Citec Ingénieurs Conseils SA
47, route des Acacias
Case postale 1711
CH-1211 Genève 26
Tél +41 (0)22 809 60 00
Fax +41 (0)22 809 60 01
e-mail: citec@citec.ch
www.citec.ch

Genève – Vaud – Valais – Neuchâtel – Jura – Lyon – La Réunion – Torino

Sommaire

1. Introduction 3
- 1.1. Contexte et objet de l'étude 3
- 1.2. Périmètre de l'étude 4

2. Situation actuelle 5
- 2.1. Hiérarchie du réseau 5
- 2.2. Plan des voies 6
- 2.3. Transports collectifs 8
- 2.4. Mobilités douces 10
- 2.5. Offre en stationnement 12
- 2.6. Charges de trafic 12

3. Situation future sans projet 18
- 3.1. Charges de trafic 19
- 3.2. Transports collectifs 21

4. Situation future avec projet 24
- 4.1. Hypothèses du projet 24
- 4.2. Réaménagement de la route des Romelles 32
- 4.3. Charges de trafic 39
- 4.4. Mobilités douces 49
- 4.5. Mesures d'accompagnement 50

5. Réaménagement du carrefour Romelles / Lausanne à l'horizon du P+R projeté 51

6. Synthèse et recommandations 54

7. Annexes 56

Auteurs: JU/GL/LT	Vérificateur: FV	Date validation: 29.04.2016

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

1. Introduction

1.1. Contexte et objet de l'étude

Le périmètre de Champ-du-Château fait l'objet d'un projet d'urbanisation portant sur la construction de 64'960 m^2 de surface brute de plancher, répartis entre activités, commerces, surface d'équipement public et logements. Un hôtel pourrait également voir le jour.

La présente étude sert de base à l'évaluation environnementale, en déterminant :

- **Les charges de trafic journalières à terme** avec et sans le projet (ces charges journalières seront notamment reprises pour les évaluations air et bruit)
- **Les charges de trafic aux heures de pointe**, pour permettre la vérification de l'exploitation du système de transport (le réseau est-il capable d'absorber les augmentations de trafic dues au projet sans saturations inacceptables ?)
- **Les éventuelles mesures complémentaires** à intégrer au projet et à l'étude d'impact. Ces mesures d'accompagnement peuvent être nécessaires pour des questions d'exploitation du réseau ou pour des raisons environnementales.

Le présent rapport fait suite à l'Etude Stratégique de Mobilité (ESM) datant d'octobre 2008, au *Rapport d'enquête préliminaire sur l'environnement – volet transport,* finalisé en mai 2010 et accompagnant la DR 18'258, et au *Rapport d'enquête préliminaire sur l'environnement – volet transports*, édité en février 2014. Depuis cette dernière version, le paramètre suivant a évolué :

- Les affectations des surfaces brutes de plancher ont été redistribuées, avec une augmentation des surfaces affectées aux bureaux, de 33'600 m^2 à environ 37'100 m^2 et une réduction de celles affectées aux logements, de 33'500à environ 26'000 m^2. La surface destinée à l'équipement public représente 960 m^2 au lieu de 300m^2 auparavant.

La présente mise à jour reprend également les réflexions menées sur la route des Romelles concernant le planning des aménagements à réaliser sur l'axe, contenues dans le *Rapport d'étude de réaménagement de la route des Romelles*, rendu en février 2016.

En outre, l'accessibilité à l'hôtel La Réserve, implanté en vis-à-vis de Champ-du-Château au nord de la route des Romelles, a fait l'objet d'une analyse spécifique approfondie.

Ainsi, **les plans de charges et les recommandations ci-après différent et prévalent** sur les plans de charges précédents.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

1.2. Périmètre de l'étude

Le site du projet se situe sur la commune de Bellevue, entre la bretelle autoroutière du Vengeron, la route de Lausanne, la route des Romelles et les voies de chemin de fer. La parcelle à densifier est mise en évidence sur la photo aérienne ci-dessous.

Figure 1 – Périmètre du projet Champ-du-Château

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

2. Situation actuelle

2.1. Hiérarchie du réseau

Avec l'autoroute A1 au sud, la route des Romelles au nord et la route de Lausanne à l'est, le site de Champ-du-Château est entouré d'axes appartenant au réseau primaire. Le chemin de la Chênaie ainsi que les bretelles d'accès à la route de Lausanne sont les seuls axes du réseau secondaire à proximité du projet. Les routes de Pregny et de Collex et les chemins de Valérie et de Chambésy complètent le réseau secondaire. Les tronçons restants constituent le réseau de desserte local comme présenté sur la figure ci-dessous.

Figure 2 – Hiérarchie du réseau / Situation actuelle

2.2. Plan des voies

La route des Romelles ainsi que les chemins des Tuileries et de la Chênaie sont constitués d'une voie par sens de circulation. La route de Lausanne est également formée d'une voie par sens côté Coppet, mais dispose de présélections au niveau du carrefour à feux avec la route des Romelles. En aval de ce carrefour, la route de Lausanne dispose de trois voies direction Genève et de deux voies direction Coppet. L'ensemble des branches de l'autoroute possède deux voies par sens mais une seule aux entrées / sorties, à l'exception de la bretelle d'accès direction Vaud en provenance de Genève lac qui offre deux voies.

Les carrefours implantés sur la route des Romelles sont à perte de priorité pour les sorties des chemins de desserte, alors que l'accroche de la branche autoroutière depuis Genève Aéroport et du chemin des Tuileries est aménagé en giratoire, et l'intersection avec la route de Lausanne est gérée par des feux. Le plan des voies est présenté sur la Figure 3.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

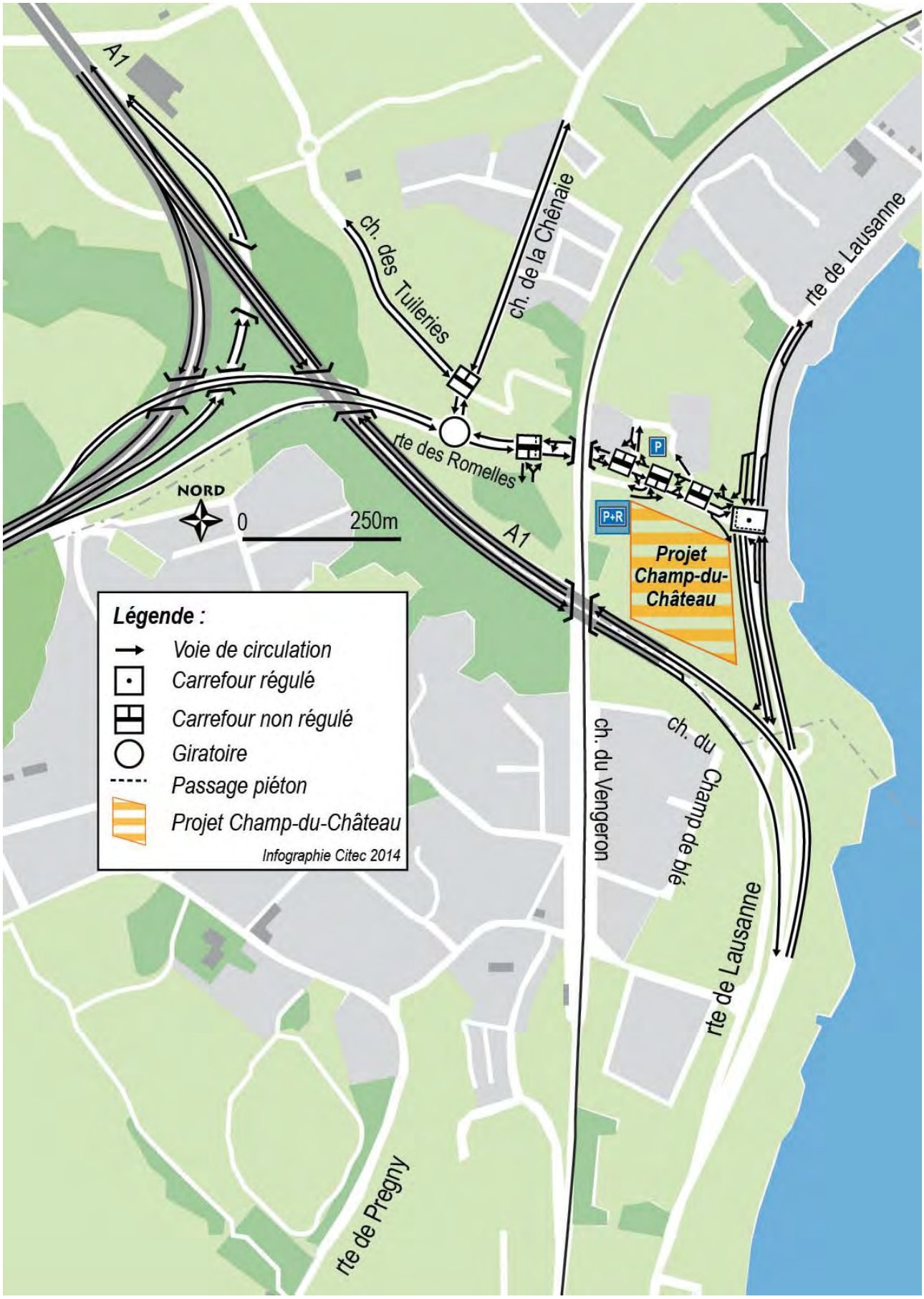


Figure 3 – Plan des voies / Situation actuelle

2.3. Transports collectifs

La principale desserte en transports en commun est constituée par les lignes CFF et l'arrêt des Tuileries bordant le projet à l'ouest. Les fréquences de passage y sont de deux trains par heure, aussi bien en direction de Genève que de Coppet. Toutefois, cette gare appartenant au réseau local, il n'y a pas actuellement de correspondance directe vers la gare de Lausanne (transbordement à Coppet ou à Genève).

Concernant les lignes de bus, l'offre est faible puisqu'on ne recense que les deux lignes suivantes dans le périmètre élargi du projet :

- Ligne V : Cornavin - C.S. la Bécassière
  - Intervalle de passage de 30 minutes aux heures de pointe.
- Ligne Z : Cornavin - Bois-Chatton
  - Intervalle de passage de 30 minutes aux heures de pointe.

L'arrêt de bus le plus proche, Valavran, se situe à plus de 1.2 kilomètres par la route, soit approximativement 30 minutes de marche à pied ; cette distance est considérée trop importante pour que les lignes soient attractives.

Malgré cela, en raison de la proximité de la gare des Tuileries et du faible temps de parcours vers Cornavin (environ 10 minutes), la desserte en transports en commun est jugée satisfaisante. La Figure 4 représente le réseau des transports publics actuel.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 4 – Transports collectifs / Situation actuelle

2.4. Mobilités douces

Plusieurs aménagements destinés aux mobilités douces existent à proximité du site.

En ce qui concerne le réseau cyclable, le principal aménagement est la piste cyclable située de part et d'autre de la route de Lausanne, et qui assure la desserte du site. La route des Romelles a été récemment équipée d'un trottoir mixte de part et d'autre des voies de circulation, ce qui sécurise grandement la circulation des vélos sur cet axe. On trouve également des aménagements sur la route de Collex, sur une partie du chemin de la Chênaie ainsi que sur le chemin de la Mojonne.

En outre, plusieurs itinéraires cyclistes sont recommandés par la carte vélo du canton. Ainsi, la route de Colovrex, le chemin des Clys, le chemin situé le long de l'autoroute et celui situé le long des voies CFF constituent les itinéraires cyclables à privilégier.

A noter toutefois que des aménagements cyclables sont prévus prochainement sur le chemin des Tuileries et la route de Valavran.

Enfin, un itinéraire CycleEvasion (itinéraire n°1 – Route du Rhône) emprunte la route de Lausanne : il s'agit d'une liaison d'intérêt cantonal et national. La Figure 5 présente les réseaux de mobilité douce.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 5 – Mobilité douce / Situation actuelle

2.5. Offre en stationnement

Dans l'état actuel, l'offre en stationnement du périmètre d'étude est principalement constituée du Parking – Relais des Tuileries, situé entre le périmètre de Champ-du-Château et les voies CFF et d'une capacité de 50 places. Les observations à répétition sur le terrain ont montré que celui-ci n'est pas utilisé à sa pleine capacité.

2.6. Charges de trafic

Trafic journalier moyen

Le trafic journalier moyen (TJM), représenté à la page suivante, a été déterminé à partir du plan de charges MMT (Modèle multimodal de transport) 1.2 de la DGT ainsi que sur la base de comptages réalisés avec un tube par la société DataCollect SA du 5 au 8 novembre 2013 et des données des compteurs automatiques de la DGT en 2014. Hormis les valeurs du compteur automatique, les charges de trafic ont été actualisées. Il a été considéré une évolution naturelle du trafic :

- de 0.5% / an sur la route de Lausanne et la route des Romelles, et
- de 0.2% / an sur le chemin des Tuileries.

Aucun projet supplémentaire n'a été considéré dans cet intervalle de temps. Les charges sur l'autoroute ont été déterminées dans le cadre du projet de réaménagement de la jonction du Grand-Saconnex ainsi que du projet de réflexion des enrobés sur le tronçon Nyon-Vengeron.

L'autoroute est logiquement la voie la plus chargée, avec près de 79'000 uv/j avant la séparation Aéroport / Genève lac (échangeur du Vengeron). Les autres axes du réseau primaire sont également fortement fréquentés, avec plus de 37'000 uv/j sur la route de Lausanne côté Genève et 16'400 uv/j pour la route des Romelles. La répartition des flux par sens de circulation est relativement homogène.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 6 – Plan de charges TJM / Situation actuelle [uv/j]

Charges aux heures de pointe

Les plans de charges aux **heures de pointe du matin et du soir,** détaillés sur les figures suivantes, proviennent de comptages réalisés par la société DataCollect SA le 05 novembre 2013. Depuis ces mesures, il a été considéré une évolution naturelle du trafic :

- de 0.5% / an sur la route de Lausanne et la route des Romelles, et
- de 0.2% / an sur le chemin des Tuileries.

Aucun projet supplémentaire n'a été considéré dans cet intervalle de temps.

A l'heure de pointe du matin (HPM), l'axe le plus fréquenté est la route de Lausanne, avec environ 2'200 uv/h sur son tronçon le plus chargé (côté Bellevue). Vient ensuite la route des Romelles avec un peu moins de 1'700 uv/h. Les flux y sont presque symétriques puisque environ 55% des véhicules se dirigent vers la route de Lausanne et 45% vers l'autoroute. Sur le chemin des Tuileries, on dénombre environ 1'000 véhicules, dont près de 80% sortent de Bellevue.

Enfin, sur les perpendiculaires à la route des Romelles, le trafic est très faible puisque l'axe le plus chargé est la sortie du parking de l'hôtel La Réserve, avec 35 uv/h deux sens confondus. Seuls cinq véhicules s'engagent en direction du P+R des Tuileries durant toute l'heure, ce qui dénote une faible utilisation de ce P+R.

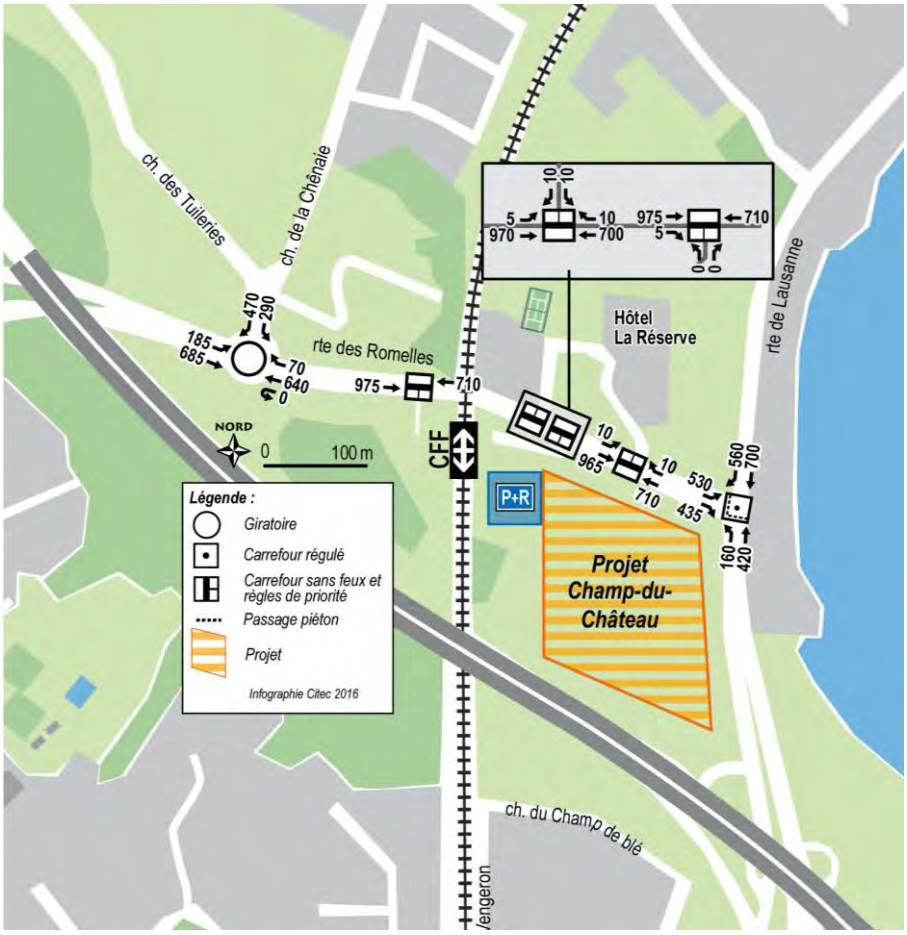


Figure 7 - Plan de charges / Situation actuelle HPM [uv/h]

A l'heure de pointe du soir (HPS), le réseau est globalement légèrement moins chargé. Le carrefour situé au croisement des routes de Lausanne et des Romelles

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

n'est traversé que par environ 2'400 uv/h contre 2'800 uv/h le matin. La route de Lausanne reste l'axe le plus fréquenté avec près de 1'900 uv/h, dont plus de 55% en direction de Lausanne. Sur la route des Romelles, on compte presque 1'300 uv/h dont près de 65% en direction de l'autoroute. Sur le chemin des Tuileries, près de 80% des 1'000 uv/h se dirigent en direction de Bellevue.

Pour finir, le trafic est plus important sur les rues perpendiculaires à la route des Romelles, avec notamment 80 uv/h sur la route de sortie du parking de l'hôtel La Réserve.

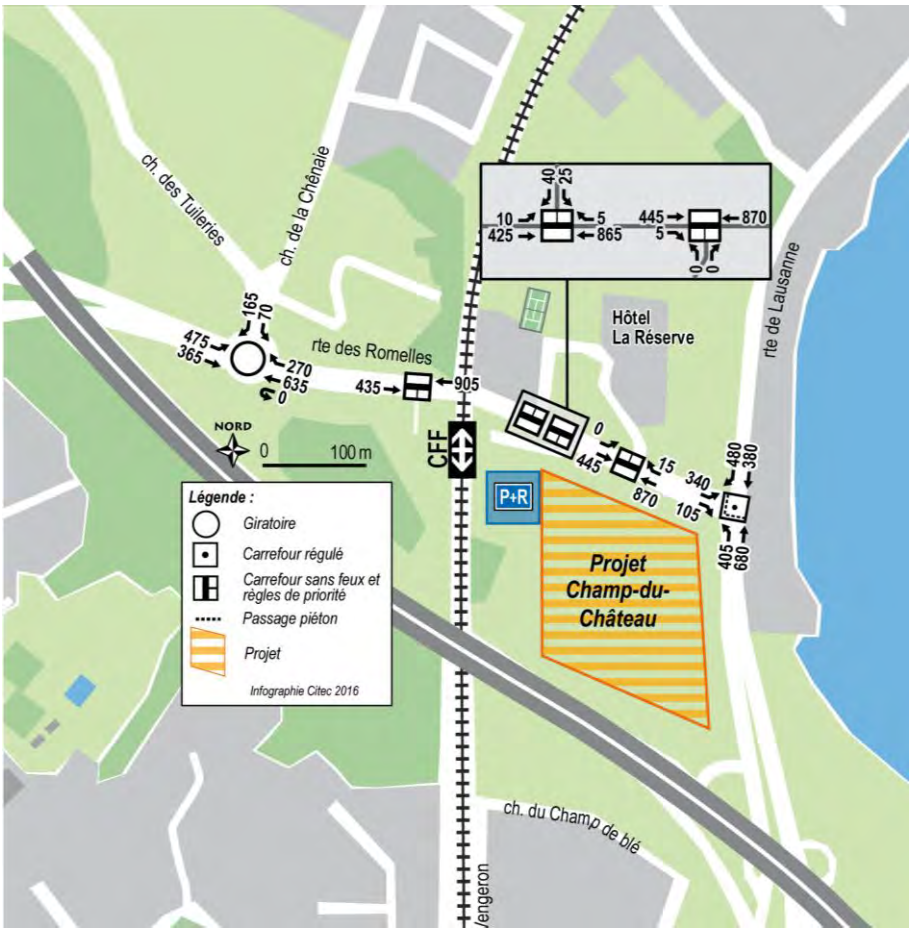


Figure 8 - Plan de charges / Situation actuelle HPS [uv/h]

Capacités utilisées

A partir des charges aux heures de pointe et du plan des voies, les capacités d'utilisation des carrefours ont été calculées et sont présentées sur la figure suivante.

L'insertion en tourne-à-gauche depuis les rues perpendiculaires vers la route des Romelles est rendue difficile par le trafic important qui circule sur cet axe prioritaire. Ceci explique que les capacités utilisées théoriques de ces intersections soient supérieures à 100%, bien que cela ne concerne qu'un faible nombre de véhicules. L'entrée au parking de La Réserve en tourne-à-gauche depuis la route des Romelles ne pose par contre pas de problème particulier, avec 55% de capacité utilisée à l'heure de pointe du matin et 65% à celle du soir.

En ce qui concerne le giratoire de la route des Romelles, la limite de capacité est atteinte en heure de pointe du matin et même légèrement dépassée en heure de pointe du soir avec 105% de capacité utilisée théorique. Avec un niveau de service « F », le temps d'attente peut être très important en heure de pointe. Cependant, les observations faites sur place le jour des comptages permettent de relativiser les résultats. En effet, aucun phénomène de file d'attente importante sur aucune des branches en heure de pointe n'a été observé.

Enfin, le carrefour à feux situé au croisement des routes de Lausanne et des Romelles est utilisé à 80% de sa capacité le matin et à 70% de sa capacité le soir. Les observations faites sur place ont démontré que les temps de vert étaient suffisants pour écouler la demande de trafic à chaque cycle, par contre d'importantes files d'attente se forment sur la route de Lausanne en direction de Genève. Cela est dû à la régulation volontariste mise en place qui limite le nombre de véhicules qui entrent en ville de Genève à ce que le réseau aval est capable d'absorber.

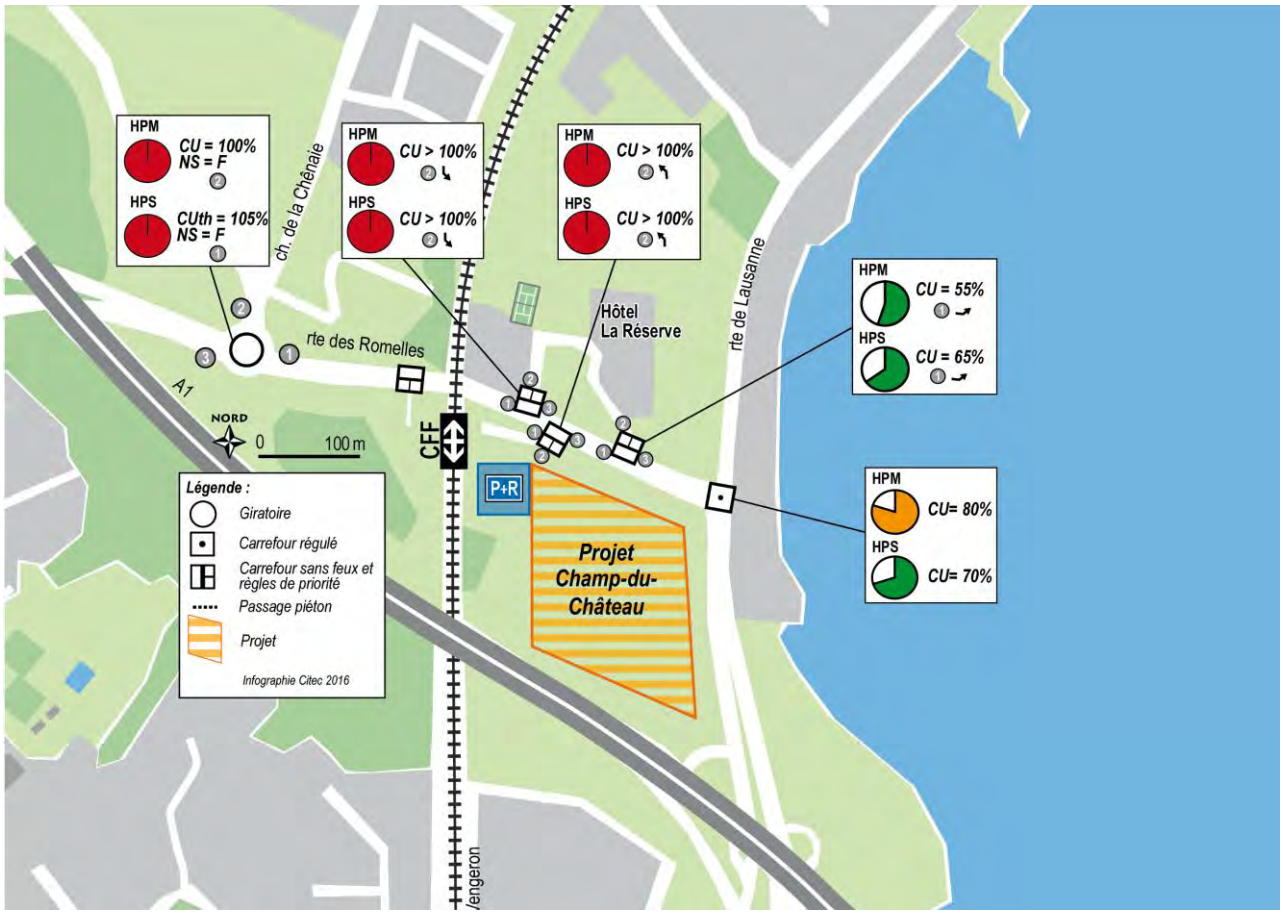


Figure 9 – Capacité utilisée des carrefours / Situation actuelle

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

3. Situation future sans projet

Afin d'évaluer les impacts du projet sur le réseau routier, il est indispensable de définir un état futur 2020 sans le projet Champ-du-Château.

Dans ce chapitre sont présentés le plan de charges de trafic futur 2020 sans projet ainsi que le réseau de transports collectifs projeté à cet horizon.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

3.1. Charges de trafic

Trafic journalier moyen

L'état futur sans projet fait état d'une situation hypothétique qui considère, à l'horizon de planification du projet (2020), l'évolution « naturelle » du trafic routier, mais pas l'urbanisation du site. La différence entre les états sans projet et avec projet représente l'impact de l'urbanisation de la parcelle au niveau des charges de trafic.

Le plan de charges sans projet est établi sur la base de la situation actuelle et de l'augmentation globale du trafic par an dans ce secteur. Les hypothèses de croissances considérées sur le réseau hors autoroute sont les mêmes que pour réaliser le plan de charges 2015, avec une évolution de +0,2 et +0,5% par an selon les axes.

Pour les tronçons autoroutiers, le calcul a été réalisé à l'envers : le plan de charges considérant la réalisation du projet Champ-du-Château a été établi dans les études pilotées par l'OFROU, et le plan de charges sans projet a pu être calculé en supprimant la génération du projet. La cohérence d'ensemble a bien sûr été contrôlée et les résultats sont proches des précédentes charges journalières, hormis sur l'autoroute où l'augmentation est très importante. La Figure 10 illustre le TJM futur sans projet pour l'horizon 2020. L'autoroute reste le tronçon le plus chargé du secteur avec plus de 84'000 uv/j suivi par la route de Lausanne côté Genève avec près de 38'500 uv/j.

Charges aux heures de pointe

Aux heures de pointe, les carrefours situés en amont du projet sont pour la plupart déjà actuellement proches de la saturation, voire saturés ; il y a donc peu d'augmentation possible de trafic durant ces périodes. . Il a néanmoins été considéré une faible évolution naturelle du trafic, identique à celle journalière de :

- de 0.5% / an sur la route de Lausanne et la route des Romelles, et
- de 0.2% / an sur le chemin des Tuileries.

Aucun projet supplémentaire n'a été considéré dans cet intervalle de temps.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 10 – Plan de charges TJM futur (2020) sans projet [uv/j]

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

3.2. Transports collectifs

En ce qui concerne la ligne CFF, la réalisation des points de croisement à Chambésy et à Mies aura pour effet d'augmenter la cadence du RER entre Coppet et Lancy-Pont-Rouge de deux trains à quatre trains par heure. Fin 2017, l'inauguration le tronçon Cornavin – Eaux-Vives – Annemasse (CEVA) aura pour conséquence une amélioration de l'offre ; de nouvelles liaisons sans transbordement vers Lausanne et Annemasse seront ainsi créées.

Le Plan Directeur des Transports en Commun (PDTC) du canton pour l'horizon 2015 – 2018[1] prévoit plusieurs modifications à proximité du projet :

- La ligne Z verra sa cadence passer de 30 à 15 minutes alors que la ligne V restera inchangée (cadence de 30 minutes).
- Le prolongement de la ligne 53 passant par les gares de Chambésy et des Tuileries est également une option imaginée. Son tracé exact n'est pas encore sûr, mais elle pourrait circuler toutes les 15 ou 30 minutes (à confirmer) sur la route des Romelles jusqu'à l'arrêt Valavran et renforcer encore la desserte de Champ-du-Château, ou alors continuer jusqu'à la gare de Genthod-Bellevue.

Cette amélioration de l'offre en transports collectifs devra être confirmée dans les mois et les années à venir, en tenant compte des paramètres budgétaires, notamment ceux liés aux impacts de la baisse des tarifs TPG acceptée par la population genevoise le 18 mai 2014.

[1] Source : RD1050 Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur le projet de plan directeur 2015-2018 du réseau des transports collectifs, 20 août 2014.

Figure 11 – Réseau TC futur selon PDTC 2015-2018 / Situation provisoire

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

4. Situation future avec projet

4.1. Hypothèses du projet

A l'heure actuelle, deux variantes d'affectation des surfaces sont encore à l'étude, à savoir :

- Variante A : logements, bureaux, commerces et hôtel ;
- Variante B : logements, bureaux, et commerces.

Le dimensionnement du stationnement et les générations de trafic journalière et aux heures de pointe sont effectués pour les deux variantes. La variante la plus défavorable est conservée pour l'établissement des plans de charges, la vérification du fonctionnement des carrefours et l'identification des mesures d'aménagement. Ainsi, quel que soit, au final, la variante du projet retenue, le fonctionnement de l'infrastructure routière sera assuré. De plus, il a été considéré que la surface destinée à l'équipement public soit de type « activité » puisque son utilisation exacte n'est pas encore connue.

Dimensionnement du stationnement

Le tableau suivant présente les ratios utilisés pour dimensionner le stationnement en fonction des caractéristiques du projet. Ces ratios, extraits des normes et recommandations cantonales en vigueur, définissent des quotas maximaux pour les emplois et minimaux pour les logements.

Par ailleurs, après consultation de l'autorité compétente, il est considéré que le projet se trouvera en secteur V lors de son achèvement en 2020 selon le règlement relatif aux places de stationnement sur fonds privés en cours de révision (L 5 05.10, Etat de Genève). Ainsi, selon ce règlement, l'offre en stationnement se rapportant aux commerces correspond à 50% des valeurs de la norme fédérale VSS SN 640 281.

Tableau 1 – Hypothèses de dimensionnement du stationnement voiture

Hôtel	0.25 places pour	1 lit	1 lit = 40 m2
Petits commerces	0.75	case employés pour 100m2 SV (max)	
	1.75	case clients pour 100m2 SV (max)	
Commerces forts générateurs	1	case employés pour 100m2 SV (max)	
	4	case clients pour 100m2 SV (max)	
Activités	1	case employés pour 100m2 SPB (max)	
	0.4	case clients pour 100m2 SPB (max)	
Logements	1	case habitants pour 100m2 SPB (min)	
	0.1	case visiteurs pour 100m2 SPB (min)	

Pour le stationnement pour handicapés, les ratios utilisés sont les suivants :

- Pour les activités : 1 case dès 500m2 de SBP (min) et 1 case pour chaque 1'000 m2 de SBP d'activités supplémentaires ;

Pour les logements : 1 case pour chaque 50 cases normales (min), mais au moins 1 case par étage.Le projet d'urbanisation du site de Champ-du-Château prévoit la

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

construction de 64'000 m² de surface brute de plancher (SBP) auxquels viendront s'ajouter 960 m² d'équipement public.

Sur la base de l'affectation détaillée des surfaces, les deux tableaux ci-après présentent le nombre de places de stationnement qui peut être construit :

Tableau 2 – Places de stationnement voitures / Variante A

Bâtiment	Surface	Hypothèses d'affectation	Surfaces brutes [m²]	Places employés/habitants	Places visiteurs/clients	Places pour handicapés	Besoin total [places]
Nord	L1	Logement	13'884	139	14	8	161
	A5a	Commerces forts générateurs	502	4	14	1	19
	L3	Utilité publique / activités	960	10	4	1	15
Ouest	L2	Logement	12'116	121	12	8	141
	A5b	Petits commerces	323	2	4	0	6
Sud	A3	Activités	18'399	184	74	19	276
Est	A4	Activités	3'776	38	15	4	57
	H	Hôtel	15'000		94	16	109
TOTAL			**64'960**				**784**

Tableau 3 – Places de stationnement voiture / Variante B

Bâtiment	Surface	Hypothèses d'affectation	Surfaces brutes [m2]	Places employés/habitants	Places visiteurs/clients	Places pour handicapés	Besoin total [places]
Nord	L1	Logement	13'884	139	14	8	161
	A5a	Commerces forts générateurs	502	4	14	1	19
	L3	Utilité publique / activités	960	10	4	1	15
Ouest	L2	Logement	12'116	121	12	8	141
	A5b	Petits commerces	323	2	4	0	6
Sud	A3	Activités	18'399	184	74	19	276
Est	A4	Activités	18'776	188	75	19	282

64'960	**900**

La valeur la plus est haute est conservée, soit **900 places pour la variante B** qui prévoit une surface plus grande affectée aux bureaux. A noter que les 15 places de stationnement dévolues aux surfaces d'équipement public devront être confirmées lorsque le programme sera connu. Le besoin en stationnement pour les deux-roues motorisés et les vélos a aussi été calculé selon les ratios suivants :

Tableau 4 – Ratios de dimensionnement du stationnement des deux-roues (motorisés et non)

Logement	1	case pour 200m2 SPB	pour les deux-roues motorisés
	1	case pour 100m2 SPB	pour les vélos
Activités	1	case pour 200m2 SPB	pour les deux-roues motorisés
	1	case pour 200m2 SPB	pour les vélos

Ces ratios sont appliqués à différentes surfaces brutes de plancher (SBP) comme présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 – Places de stationnement deux-roues / Variantes A et B

Bâtiment	Surface	Hypothèses d'affectation	Surfaces brutes [m2]	Besoin 2RM [places]	Besoin vélo [places]
Nord	L1	Logement	13'884	69	139
	A5a	Commerces forts générateurs	502	3	3
	L3	Utilité publique / activités	960	5	5
Ouest	L2	Logement	12'116	61	121
	A5b	Petits commerces	323	2	2
Sud	A3	Activités	18'399	92	92
Est	A4	Activités	18'776	94	94
TOTAL			**64'960**	**325**	**455**

Les deux variantes A et B nécessitent la construction de 325 places pour les deux-roues motorisés et d'environ 455 places pour les vélos.

Génération de trafic

Trafic journalier

Deux méthodes empiriques différentes sont utilisées afin de calculer le trafic journalier moyen généré par les nouveaux habitants, les nouveaux emplois et leurs visiteurs.

La première méthode se base sur le nombre de déplacements journaliers effectués par habitant et par emploi. Ces déplacements sont répartis selon différentes parts

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

modales et permettent ainsi d'estimer le nombre de déplacements motorisés journaliers générés par le quartier.

La seconde méthode tient compte du nombre de places de parkings qui seront créées dans le quartier. En appliquant un taux de rotation, il est également possible d'en déduire le trafic futur motorisé.

Ces deux approches complémentaires ont l'avantage de comparer et de renforcer les résultats, et ainsi, le cas échéant, d'ajuster les hypothèses considérées.

Le nombre de déplacements est établi sur la base des résultats du microrecensement fédéral 2010[2] et d'observations du comportement des habitants et employés de quartiers similaires. Il est donc raisonnable de fixer les valeurs suivantes :

- 5,5 déplacements journaliers tous modes par emploi (sauf commerces),
- 4 déplacements journaliers tous modes par habitant,
- 3 déplacements journaliers tous modes pour l'hôtel.

Ces valeurs englobent également les visiteurs attirés par les habitants et emplois.

Les taux de rotation définis pour chaque catégorie d'affectation sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 – Hypothèses sur le taux de rotation

Employés et clients de l'hôtel		1.5
Activités	employés	2.5
	clients	3.5
Petits commerces	employés	3
	clients	4
Commerces forts générateurs	employés	3
	clients	7
Deux-roues motorisés activités		3
Logements	habitants	1.2
	visiteurs	1.5
Deux-roues motorisés logements		0.5

[2] Source : *Microrecensement Mobilité et Transports 2010, La mobilité des Genevois et des Vaudois*, Rapport technique, 20 mars 2014

La répartition modale future a été fixée sur la base du microrecensement 2010, en considérant que le projet sera mieux desservi en transports en commun lors de son achèvement en 2020 qu'à l'état actuel. Il est donc considéré que 50% des personnes se déplacera en transports individuels, mis à part pour les activités qui restent avec 60%.

L'occupation des véhicules a également été basée sur le microrecensement fédéral de 2010 et a été fixée à 1,3 personnes par voiture pour le motif travail, et à 2 personnes par voiture pour tous les motifs.

Les résultats de génération de trafic pour les deux variantes sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 7 – Génération de trafic / Variante A

Bâtiment	Surface	Hypothèses d'affectation	Surfaces brutes [m2]	Génération [uv/jour]
Nord	L1	Logement	13'884	350
	A5a	Commerces (type coop)	502	200
	L3	Utilité publique / activités	960	100
Ouest	L2	Logement	12'116	350
	A5b	Commerces (autre)	323	50
Sud	A3	Activités	18'399	1'700
Est	A4	Activités	3'776	350
	H	Hôtel	15'000	500
TOTAL			**64'960**	**3'600**

Tableau 8 – Génération de trafic / Variante B

Bâtiment	Surface	Hypothèses d'affectation	Surfaces brutes [m2]	Génération [uv/jour]
Nord	L1	Logement	13'884	350
	A5a	Commerces (type coop)	502	200
	L3	Utilité publique / activités	960	100
Ouest	L2	Logement	12'116	350
	A5b	Commerces (autre)	323	50
Sud	A3	Activités	18'399	1'700
Est	A4	Activités	18'776	1'750

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

TOTAL	**64'960**	**4'500**

Le Trafic Journalier Moyen (TJM) généré par le projet est de 3'600 unités-véhicules par jour (uv/j) pour la variante A et de 4'500 uv/j pour la variante B. ***La variante B, sans hôtel, est donc conservée pour la suite des calculs.***

Trafic aux heures de pointe

Pour déterminer le trafic généré aux heures de pointe, les pourcentages d'entrée / sortie présentés dans le tableau ci-dessous ont été utilisés. Ces valeurs représentent les taux de remplissage et de vidange des places de stationnement.

Tableau 9 – Hypothèses d'entrée et sortie en heure de pointe

	HPM		HPS	
	Entrant	Sortant	Entrant	Sortant
Employés	40%	5%	10%	25%
Visiteurs employés	30%	5%	40%	40%
Deux-roues motorisés employés	30%	10%	20%	30%
Habitants	0%	25%	15%	10%
Visiteurs habitants	5%	0%	25%	30%
Deux-roues motorisés habitants	0%	10%	10%	5%
Hôtel	10%	60%	40%	20%

Les deux tableaux ci-dessous présentent la génération de trafic aux heures de pointes selon les deux variantes d'affectations des surfaces.

Tableau 10 – Génération de trafic aux heures de pointe / Variante A

HPM [uv/h]		HPS [uv/h]	
entrant	sortant	entrant	sortant
170	140	175	170
310		345	

Tableau 11 – Génération de trafic aux heures de pointe / Variante B

HPM [uv/h]		HPS [uv/h]	
entrant	sortant	entrant	sortant
245	115	195	245
355		440	

A nouveau, la variante B est la plus défavorable. A l'heure de pointe du matin, le flux entrant prédomine avec 245 uv/h ; le flux sortant est de 115 uv/h. A l'heure de pointe du soir, le projet génère un trafic sortant plus important de 245 uv/h alors que 195 uv/h entrent à cette même période.

*En conclusion, **la variante B est utilisée pour l'établissement des plans de charges** et la vérification du fonctionnement des carrefours car elle est la plus défavorable.*

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Distribution du trafic

La distribution du trafic a été déterminée à partir des origines / destinations du Modèle Multimodale Transfrontalier 2.0 (MMT, version 2.0) de la DGT. La figure ci-dessous représente les proportions par direction ainsi que les trajets des véhicules. La répartition au sein du périmètre d'étude est présentée dans le sous-chapitre suivant.

Figure 12 – Distribution sur le réseau routier du trafic généré par le projet

4.2. Réaménagement de la route des Romelles

Accessibilité au projet Champ-du-Château

La définition des principes d'accessibilité est une étape majeure dans une étude de circulation, puisqu'elle influence les itinéraires empruntés et donc l'impact du projet sur le fonctionnement du réseau.

L'accès au site de Champ-du-Château est double : il se fait depuis la route des Romelles par l'accès existant au P+R et depuis la route de Lausanne (nouvel accès). L'entrée et la sortie de et vers la route de Lausanne ne se fait qu'en tourne-à-droite, le trafic élevé sur cet axe rendant le tourne-à-gauche en provenance de Genève difficile aux heures de pointe, et celui sortant du projet en direction de Lausanne impossible.

L'accès depuis la route des Romelles s'effectue par un carrefour à feux qui permet tous les mouvements, sauf le tourner-.à-gauche pour entrer sur le site de Champ-du-Château. Les véhicules provenant du centre de Genève sont donc contraints d'effectuer un demi-tour au giratoire des Romelles comme montré sur la Figure 14.

Figure 13 – Plan des voies

Avec l'interdiction de tourner-à-gauche, les 25% venant du sud par la route de Lausanne doivent effectuer un demi-tour au giratoire des Romelles pour pouvoir entrer sur le site de Champ-du-Château. Les 15% venant du nord par la route de Lausanne préfèreront, quant à eux, continuer tout droit et entrer par l'accès est du projet.

Avec ce plan des voies, le trafic généré par le projet se distribuera de la façon suivante :

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

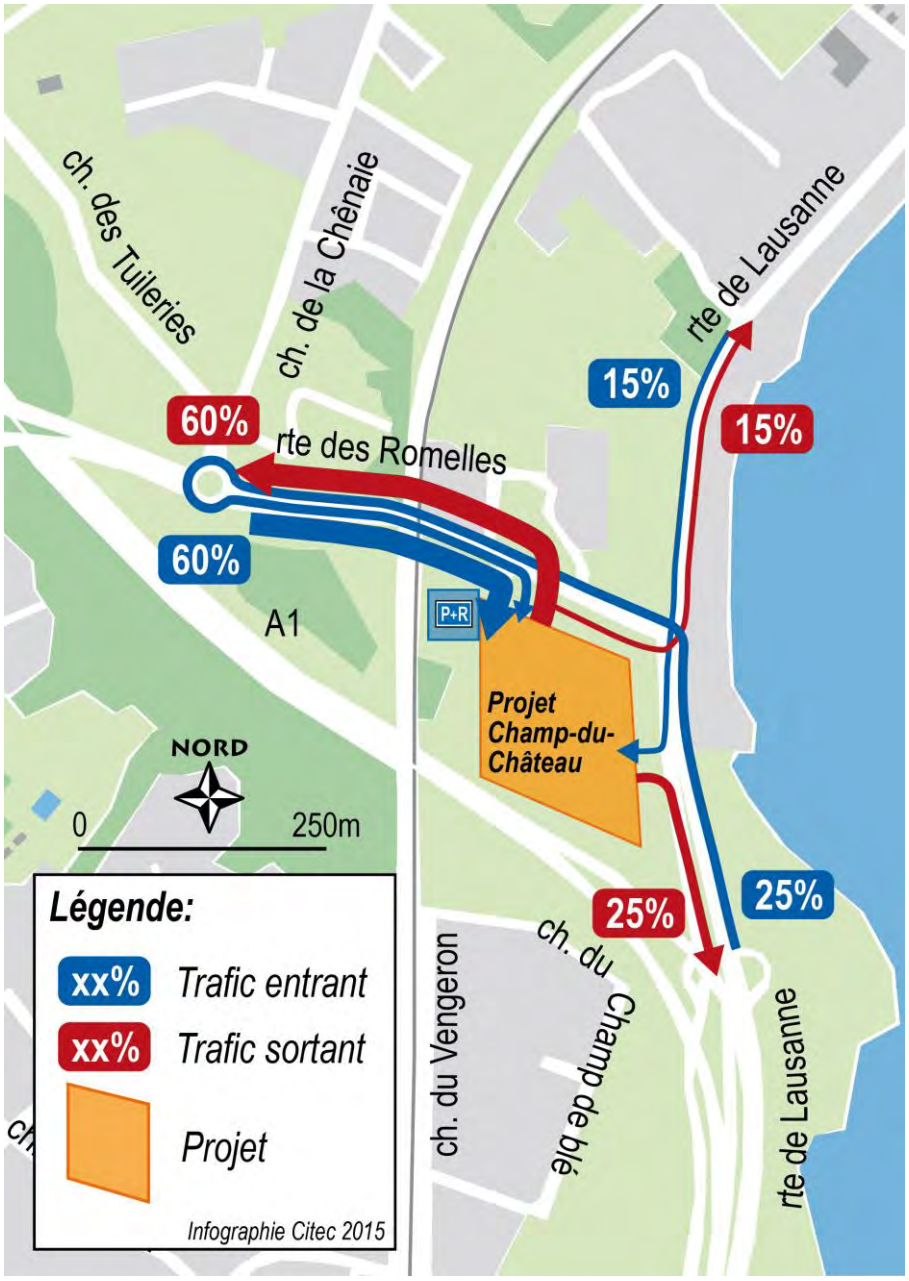


Figure 14 – Distribution du trafic généré par le projet

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Aménagements projetés

Accessibilité à l'hôtel La Réserve, au P+R et au projet

L'hôtel La Réserve, implanté le long de la route des Romelles en face du projet, s'inquiète de l'implantation d'un nouveau carrefour à feux qui risque de péjorer l'accessibilité de ses clients. De ce fait, une réflexion plus large de l'accessibilité au projet Champ-du-Château réévaluant tous les types de carrefours et tenant compte spécifiquement des entrées / sorties de l'hôtel La Réserve a été menée en été 2014.

Avec l'élargissement de la route des Romelles, une présélection de tourne-à-gauche depuis l'autoroute pour entrer dans l'hôtel sera prévue..

De plus, un carrefour à feux sera aménagé sur la route des Romelles, afin de permettre une insertion facilitée aux véhicules sortant du P+R et du projet..

L'aménagement retenu comprend également le marquage de deux passages pour piétons, le premier sur la route des Romelles côté est de l'intersection, avec la construction d'un îlot protecteur permettant l'installation des mâts de feux tricolores, le second devant l'entrée commune du projet et du P+R.

Sur la parcelle de Champ-du-Château (Figure 15), la priorité doit être donnée aux véhicules en provenance du P+R. La sortie du parking du projet se fait donc en cédez-le-passage et les voies d'accès à l'intérieur de la parcelle du projet ont été adaptées de manière à garantir des girations confortables.

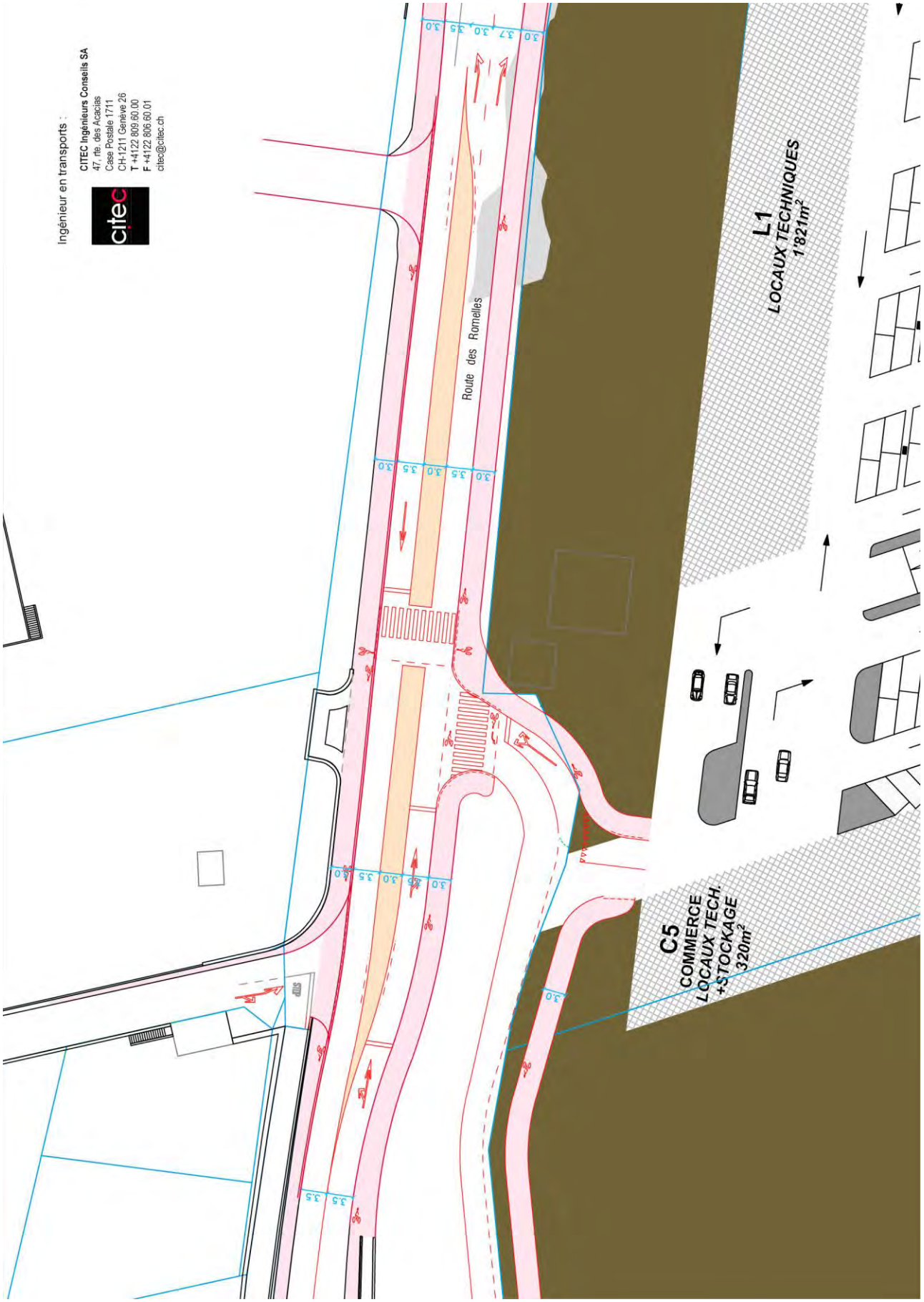


Figure 15 –Plan de réaménagement de la route des Romelles

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Giratoire Romelles / Tuileries

Un réaménagement du giratoire au débouché de l'autoroute sur la route des Romelles à l'ouest de Champ-du-Château prévoit déjà de l'agrandir en un giratoire à deux voies. Pour la suite, les plans de charges de trafic et les capacités tiendront compte de cette future modification.

Un plan de ce giratoire a déjà été dessiné :

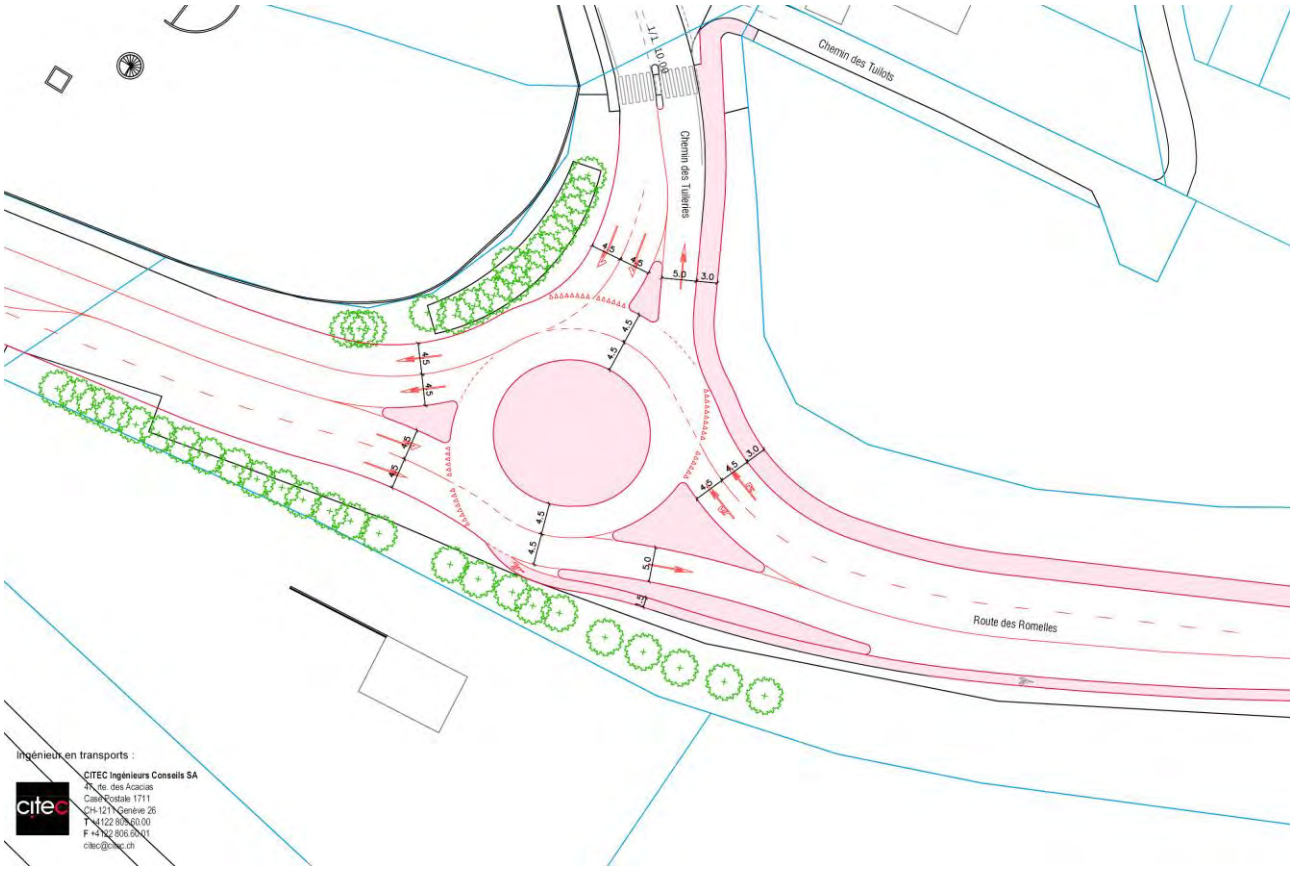


Figure 16 – Plan de réaménagement du giratoire de l'autoroute

Carrefour Romelles / Lausanne

Afin d'améliorer ce carrefour qui est déjà utilisé à 80% de sa capacité en heure de pointe du matin et de prévoir une réserve de capacité transitoire en vue du futur P+R, un bypass doit être aménagé, de la route des Romelles pour tourner à droite sur la route de Lausanne en direction de Genève.

Cet aménagement peut être une solution de transition en vue de la réalisation d'un giratoire qui sera réalisé, à un horizon ultérieur, dans le cadre de la construction d'un grand P+R à la gare des Tuileries. Il présente l'avantage de réaliser ces aménagements en conservant l'essentiel de l'existant et de prévoir une voie de bypass qui sera compatible avec le projet de giratoire (développé au chapitre 5).

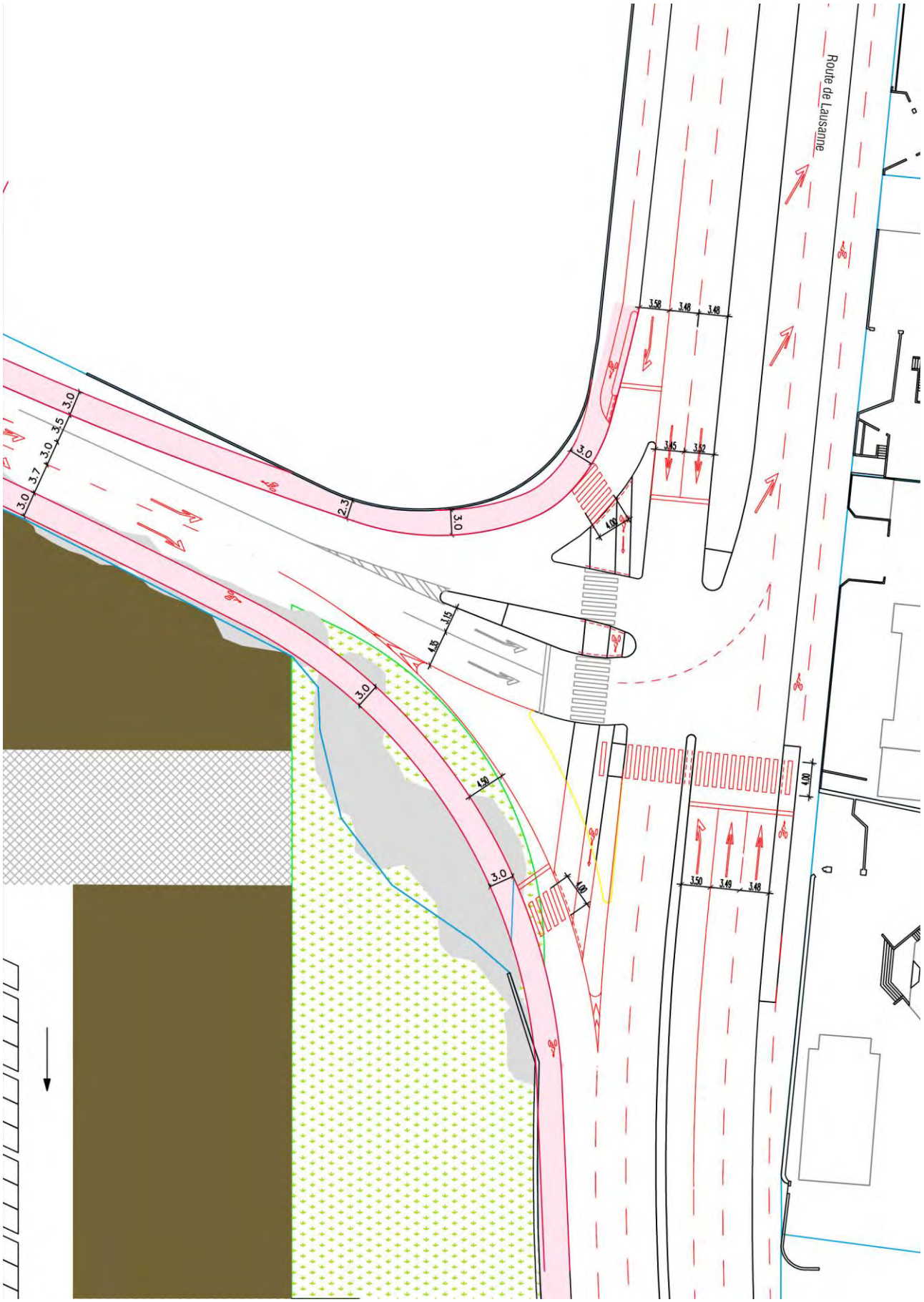


Figure 17 – Plan de réaménagement du carrefour Lausanne / Romelles avec bypass

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

4.3. Charges de trafic

Trafic Journalier Moyen généré par le projet

Le plan de charges TJM futur du projet seul montre son impact sur le réseau. Il est présenté sur la figure 18.

Des 4'500 uv/j générés par Champ-du-Château, 2'260 uv/j empruntent l'autoroute direction Aéroport et France, 1'560 uv/j empruntent la route de Lausanne direction Genève, le reste se répartit principalement entre l'autoroute direction Lausanne et la route de Lausanne direction Lausanne, ainsi que, dans une moindre mesure, sur les chemins des Tuileries et de la Chênaie. Il est à noter que les véhicules voulant prendre l'autoroute direction Lausanne doivent faire demi-tour sur la route de Lausanne (au sud) et empruntent donc celle-ci deux fois (une fois dans chaque sens).

Le TJM généré par le projet sur la route des Romelles est de 3'820 uv/j et de 900 uv/j (respectivement côté ouest et est de l'entrée nord du projet).

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 18 – Trafic journalier moyen (TJM) généré par le projet

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Le plan de charges TJM futur avec projet pour l'horizon 2020 est présenté sur la figure 19; il est obtenu en ajoutant l'impact du projet au plan de charges futur sans projet.

Le projet induit une augmentation des charges de trafic sur la majorité des axes du périmètre, mais l'augmentation est logiquement plus importante sur les tronçons situés à proximité du projet, à savoir la route des Romelles (+900 uv/j à +3'820 uv/j, soit +5% à +23%) et la route de Lausanne (+680 uv/j à +1'560 uv/j, soit +3% à +4%). L'augmentation est également importante sur la bretelle d'entrée / sortie de l'autoroute direction Genève débouchant sur la route des Romelles avec +2'260 uv/j, soit +12%. Enfin, Il y a une augmentation de +230 uv/j soit +3% sur le chemin des Tuileries.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Figure 19 – Plan de charges TJM futur (2020) avec projet

Charges aux heures de pointe

Les plans de charges futurs aux heures de pointe sont déterminés à partir des hypothèses spécifiées au chapitre 4.1.

Ils sont présentés aux pages suivantes pour chacune des heures de pointe du matin et du soir.

Comme pour la situation actuelle, l'axe le plus chargé est la route de Lausanne (au nord de la route des Romelles) à l'heure de pointe du matin (près de 2'315 uv/h) comme à celle du soir (près de 1'995 uv/h). Selon une logique pendulaire, le trafic se fait majoritairement en direction de Genève le matin et en direction du canton de Vaud le soir.

La route des Romelles fait également partie des axes fortement fréquentés à l'heure de pointe du matin (2'065 uv/h, soit +22%) et du soir (1'740 uv/h, soit +31%). Sur cette route, le trafic se fait en direction de la route de Lausanne le matin et en direction de l'autoroute le soir.

Avec entre 1'000 et 1'100 uv/h le matin comme le soir, le trafic est moindre en direction des Tuileries, et l'augmentation par rapport à la situation actuelle n'excède pas 8%. Le trafic se fait majoritairement dans le sens sortie de Bellevue le matin et en sens inverse le soir.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

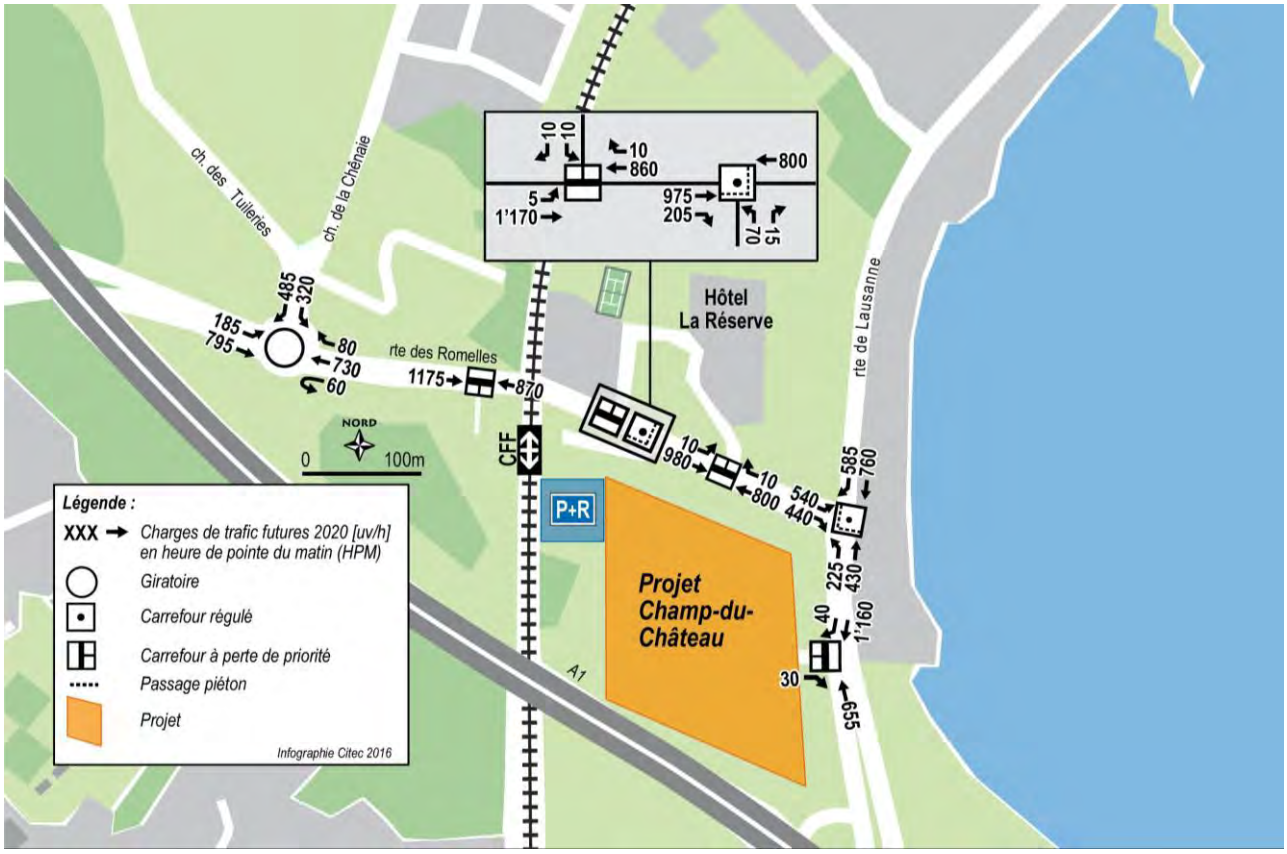


Figure 20 – Plan de charges du trafic futur à l'heure de pointe du matin (HPM 2020) avec projet [uv/h]

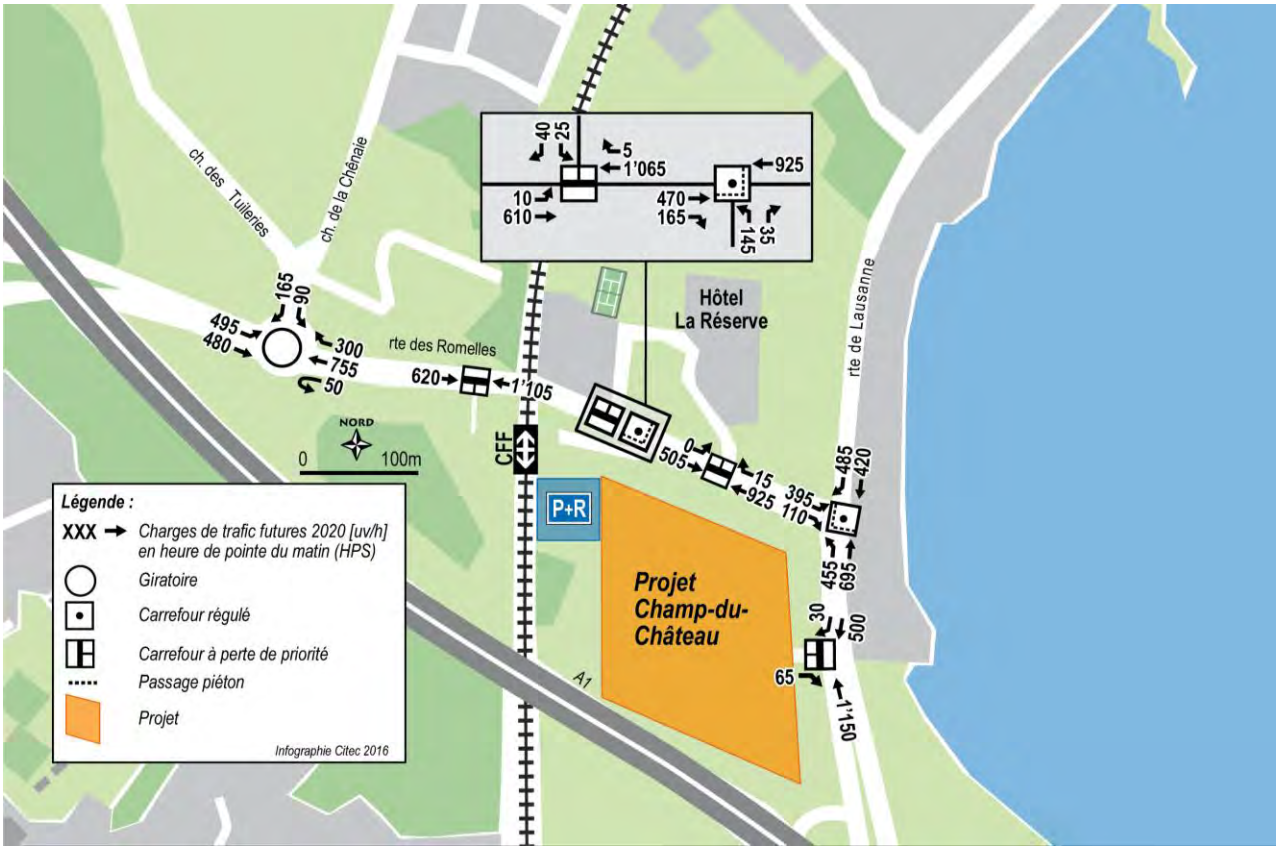


Figure 21 – Plan de charges du trafic futur à l'heure de pointe du soir (HPS 2020) avec projet [uv/h]

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

Capacités utilisées futures

A partir des charges horaires déterminées précédemment et de l'aménagement des carrefours, les capacités d'utilisation des principaux carrefours ont été calculées et sont présentées sur la figure suivante.

Le giratoire des Romelles étant déjà saturé actuellement, il est nécessaire d'y apporter des modifications. En augmentant à deux le nombre de voies à l'anneau et le nombre de voies d'entrées de toutes les branches, la capacité d'utilisation de ce giratoire passe à 65% à l'heure de pointe du matin et à 70% à celle du soir, avec un niveau de service « B », donc bon.

Le carrefour à feux route des Romelles / route de Lausanne, avec 85% de capacité utilisée à l'heure de pointe du matin et 75% à celle du soir, dispose encore d'une petite réserve de capacité.

Avec l'aménagement proposé au chapitre 4.2, le carrefour d'accès au projet depuis la route des Romelles fonctionne correctement puisque sa capacité d'utilisation est de 80% à l'heure de pointe du matin et de 70% à celle du soir. La réserve de capacité est bienvenue pour coordonner ce carrefour avec celui de la route de Lausanne et ainsi garantir la maîtrise des files d'attente. Enfin, l'accès au site depuis la route de Lausanne ne pose aucun problème et dispose d'une grande réserve de capacité, même si le flux entrant en ville le matin est dense.

L'entrée en tourne-à-gauche vers l'hôtel La Réserve ne pose pas de problème particulier, comme dans l'état actuel. L'aménagement d'une présélection est proposé afin de sécuriser l'attente des véhicules sur la route des Romelles : cette mesure a été validée par la DGT.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

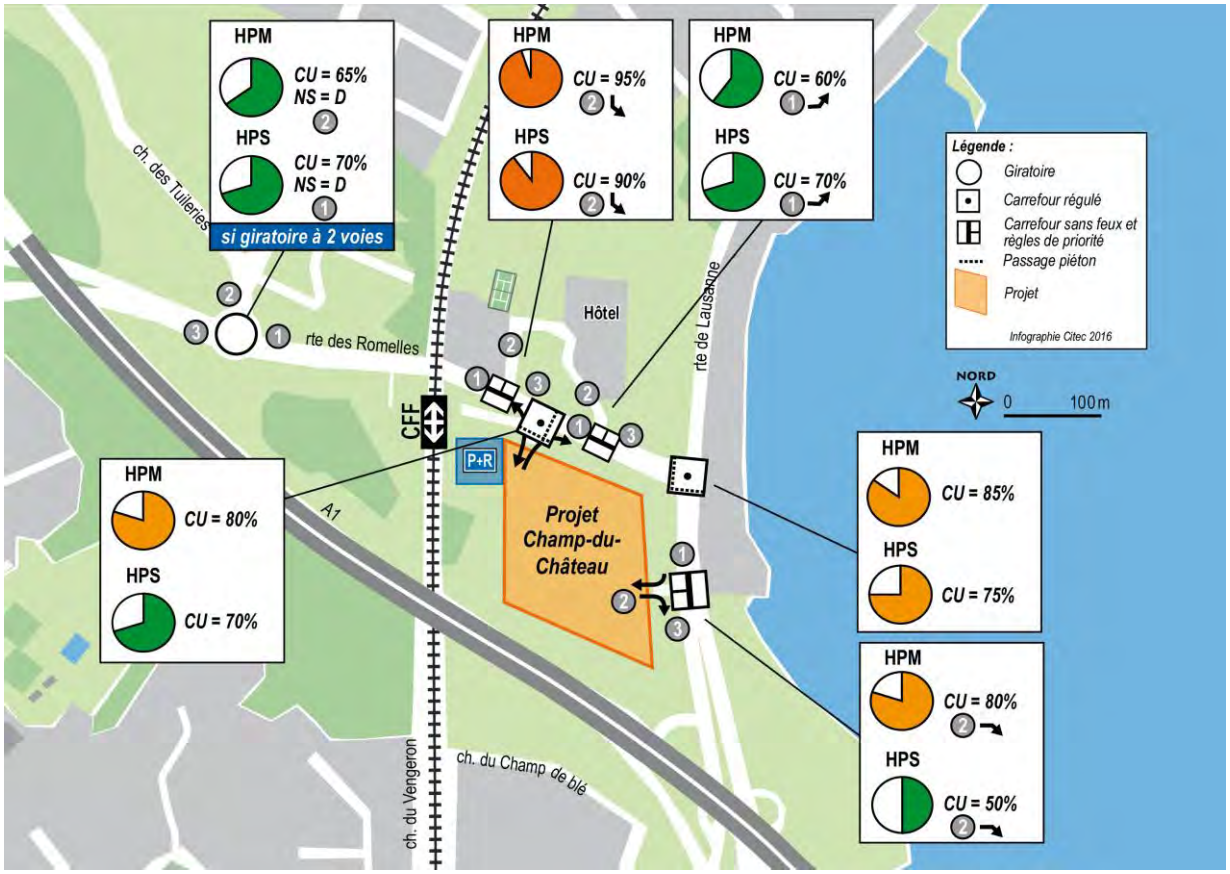


Figure 22 – Capacité utilisée future des carrefours (2020) avec projet

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

4.4. Mobilités douces

Comme le montre la figure ci-dessous, le projet sera bénéfique pour le réseau des mobilités douces puisqu'il prévoit la création d'un cheminement piétons reliant la gare des Tuileries au port du Vengeron via le P+R existant et le projet.

Ce nouvel axe piéton devra être conçu de manière à pouvoir être emprunté par les cyclistes également. En assurant le raccordement avec la piste cyclable existante située le long de la route de Lausanne, cela renforcera le réseau deux-roues existant.

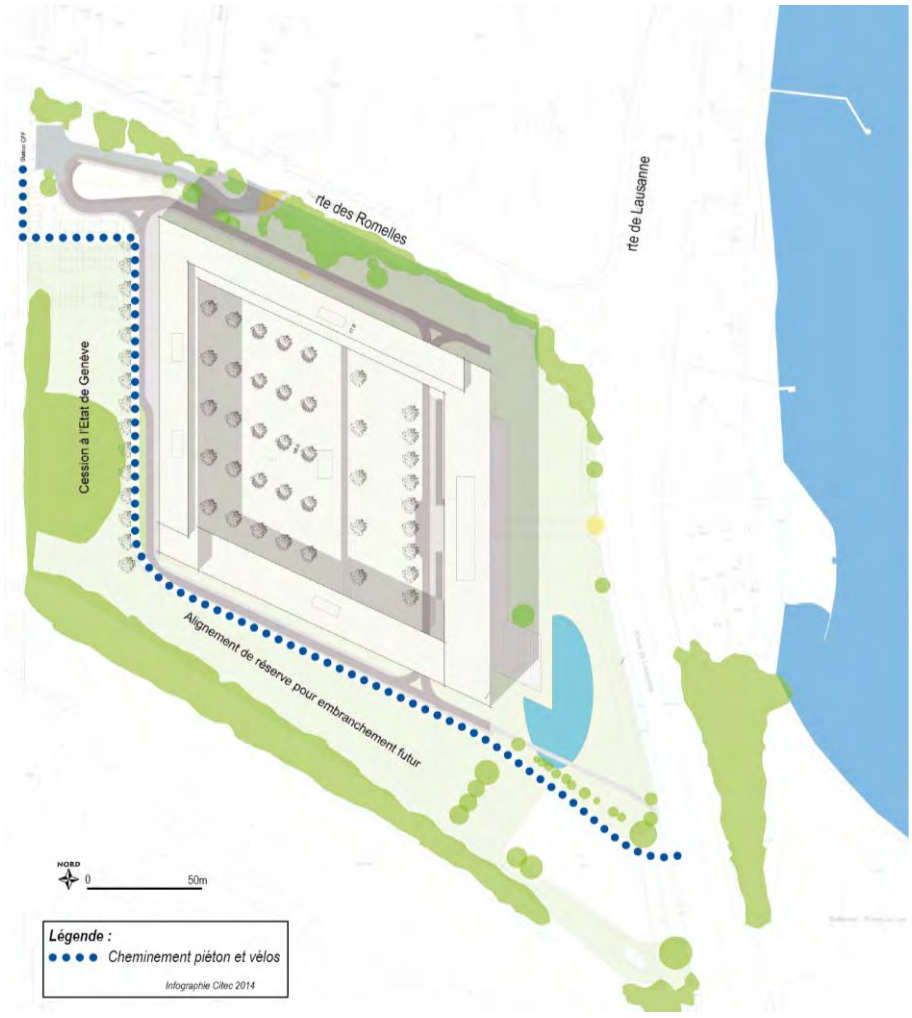


Figure 23 – Réseau de mobilité douce futur

4.5. Mesures d'accompagnement

Giratoire Romelles / Autoroute

Pour garantir le fonctionnement du réseau à la mise en service du projet et comme identifié au chapitre 4.3, le giratoire des Romelles doit être réaménagé.

Comme détaillé dans cette étude, le carrefour de la route des Romelles est déjà, à l'heure actuelle, saturé. L'ajout de trafic sur cette route, même faible, entrainera donc inévitablement la sur-saturation de ce giratoire.

Ainsi, une mesure d'accompagnement permettant la mise en œuvre du projet et améliorant la fluidité du trafic a été identifiée et est présentée sur la figure 16 (page 37). Il s'agit d'augmenter à deux le nombre de voies à l'anneau et le nombre de voies d'entrée sur toutes les branches. Afin de limiter les emprises, le diamètre extérieur du giratoire est conservé tel quel, la voie de circulation à l'anneau est doublée vers l'intérieur. Cette mesure permettra d'assurer le fonctionnement du giratoire dans les conditions de circulation les plus contraignantes.

La transformation de ce giratoire en carrefour à feux a également été évaluée. Bien qu'elle présente l'avantage d'un meilleur contrôle des flux, cette option n'a pas été retenue car elle est plus contraignante en termes d'emprises avec une capacité utilisée théorique à l'heure de pointe du matin qui dépasse 120%. Elle crée également des files d'attente sur une bretelle d'autoroute, ce qui est dangereux au vu des vitesses pratiquées et de la visibilité réduite par la courbe.

Carrefour Romelles / Lausanne

A l'horizon de réalisation du projet Champ-du-Château, ce carrefour ne nécessite pas d'être réaménagé en giratoire : c'est seulement à l'horizon de la réalisation du futur P+R de la gare des Tuileries que la solution giratoire s'avère pertinente. A court terme, seul un bypass est proposé pour effectuer librement le mouvement de tourner-à-droite de la route des Romelles vers la route de Lausanne en direction de Genève : cela permet d'assouplir le fonctionnement du carrefour et de lui donner une petite réserve de capacité.

Accès au projet et à l'hôtel La Réserve

Les accès à La Réserve sont améliorés et proposent une présélection pour entrer sur le site et une ligne de feux avancée pour faciliter la sortie sur l'accès ouest.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

5. Réaménagement du carrefour Romelles / Lausanne à l'horizon du P+R projeté

Aménagements futurs

Le carrefour à l'intersection de la route de Lausanne et la route des Romelles a aussi fait l'objet d'une étude de réaménagement en le transformant en un giratoire à deux voies à l'anneau. Cet aménagement n'est pas absolument nécessaire dans le cadre du projet Champ-du-Château ni avec un agrandissement du P+R de la gare des Tuileries à 800 places, comme le montre l'étude sur la route de Romelles..

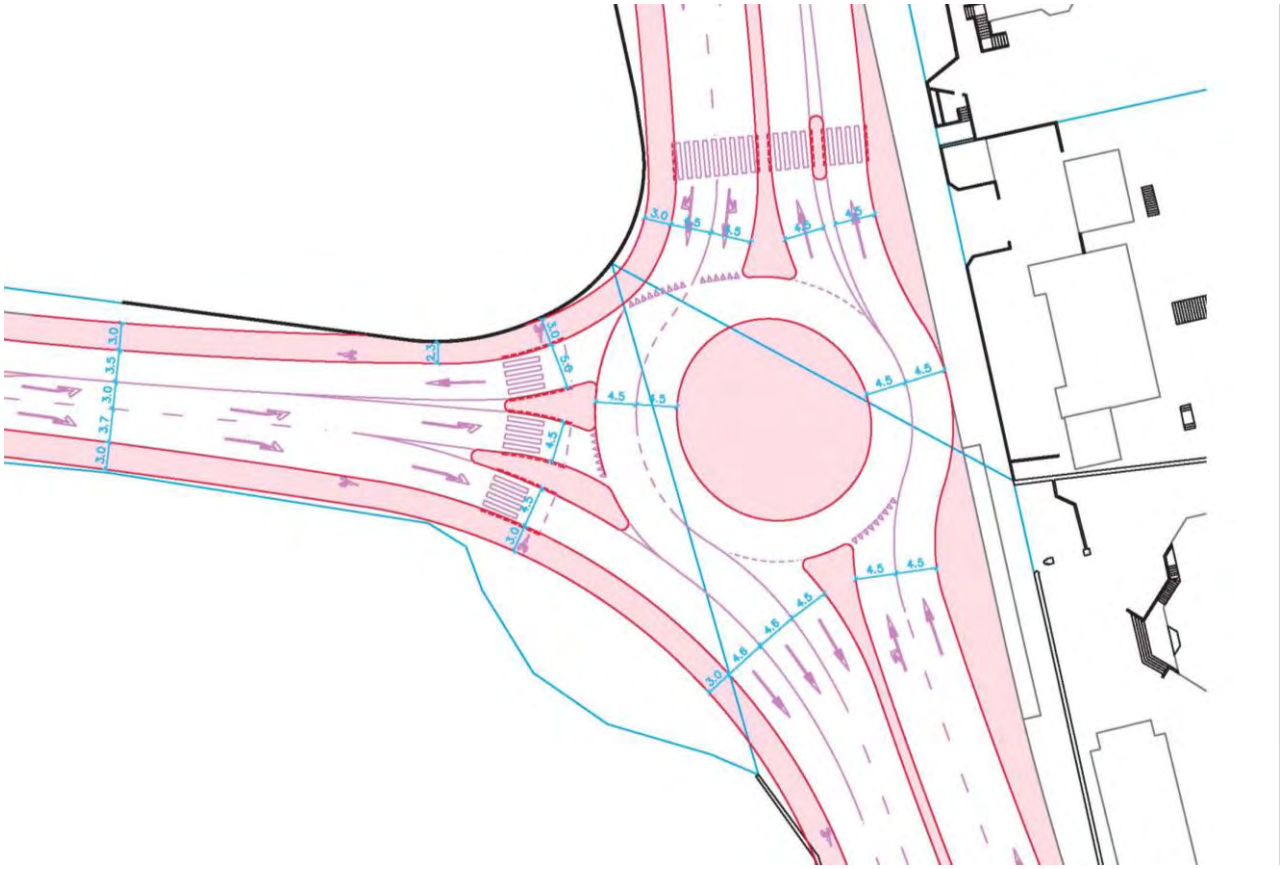


Figure 24 – Possibilité de réaménagement du carrefour rte de Lausanne / rte des Romelles

Ce giratoire comprend deux bypass, le premier depuis la route des Romelles en tourner-à-droite, et le second depuis le sud sur la route de Lausanne pour continuer sur celle-ci au nord. Son fonctionnement n'est pas explicité en détail dans le cadre de cette mise à jour de l'étude car pas nécessaire. Il est possible de se rapporter à la version précédente (du 11 janvier 2016) pour en avoir un aperçu.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

6. Synthèse et recommandations

Le projet d'urbanisation de Champ-du-Château comprend la création d'un parking de **900 places** à l'horizon 2020. Compte tenu de la proximité de la gare et de l'augmentation de l'offre en transports en commun (train et bus) dans le futur, les ratios de dimensionnement des places de stationnement de la zone V de la L5.05.10 ont été retenus afin d'anticiper la modification à venir de cette Loi, malgré le fait que le projet se situe actuellement en zone VI.

Le projet génèrera un trafic d'environ **4'500 uv/j** pour la variante la plus défavorable (logements, bureaux et commerces, sans hôtel). Les flux générés, relativement importants aux heures de pointe, peuvent être absorbés par le réseau routier sous réserve des modifications suivantes :

- Le réaménagement du giratoire de sortie l'autoroute (deux voies à l'anneau et sur chacune des trois branches entrant dans le carrefour) ;
- l'aménagement d'un nouveau carrefour à feux sur la route des Romelles pour l'accès au projet accompagné d'une ligne de feu avancée côté autoroute afin de fluidifier les mouvements de sortie de La Réserve ;
- L'entrée au projet et au P+R en tourner-à-gauche depuis la route des Romelles ne sera pas possible, obligeant les automobilistes à faire demi-tour au giratoire Romelles / Tuileries ;
- Le marquage d'une présélection pour sécuriser l'attente des automobilistes sur la route des Romelles pour entrer dans le site de l'hôtel La Réserve en tourne-à-gauche.

En outre, une entrée / sortie du projet uniquement en tourne-à-droite est prévue sur la route de Lausanne.

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

7. Annexes

A 1.1. Liste des figures

Figure 1 – Périmètre du projet Champ-du-Château 4
Figure 2 – Hiérarchie du réseau / Situation actuelle 5
Figure 3 – Plan des voies / Situation actuelle 7
Figure 4 – Transports collectifs / Situation actuelle 9
Figure 5 – Mobilité douce / Situation actuelle 11
Figure 6 – Plan de charges TJM / Situation actuelle [uv/j] 13
Figure 7 - Plan de charges / Situation actuelle HPM [uv/h] 14
Figure 8 - Plan de charges / Situation actuelle HPS [uv/h] 15
Figure 9 – Capacité utilisée des carrefours / Situation actuelle 16
Figure 10 – Plan de charges TJM futur (2020) sans projet [uv/j] 20
Figure 11 – Réseau TC futur selon PDTC 2015-2018 / Situation provisoire 22
Figure 12 – Distribution sur le réseau routier du trafic généré par le projet 31
Figure 13 – Plan des voies 32
Figure 14 – Distribution du trafic généré par le projet 33
Figure 15 –Plan de réaménagement de la route des Romelles 36
Figure 16 – Plan de réaménagement du giratoire de l'autoroute 37
Figure 17 – Plan de réaménagement du carrefour Lausanne / Romelles avec bypass 38
Figure 18 – Trafic journalier moyen (TJM) généré par le projet 40
Figure 19 – Plan de charges TJM futur (2020) avec projet 43
Figure 20 – Plan de charges du trafic futur à l'heure de pointe du matin (HPM 2020) avec projet [uv/h] 46
Figure 21 – Plan de charges du trafic futur à l'heure de pointe du soir (HPS 2020) avec projet [uv/h] 46
Figure 22 – Capacité utilisée future des carrefours (2020) avec projet 48
Figure 23 – Réseau de mobilité douce futur 49
Figure 24 – Possibilité de réaménagement du carrefour rte de Lausanne / rte des Romelles 51
Figure 25 – Plan du réaménagement de la route des Romelles et des accès au projet 58

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

A 1.2. Liste des tableaux

Tableau 1 – Hypothèses de dimensionnement du stationnement voiture..... 24
Tableau 2 – Places de stationnement voitures / Variante A 25
Tableau 3 – Places de stationnement voiture / Variante B 25
Tableau 4 – Ratios de dimensionnement du stationnement des deux-roues (motorisés et non) 26
Tableau 5 – Places de stationnement deux-roues / Variantes A et B..... 26
Tableau 6 – Hypothèses sur le taux de rotation..... 27
Tableau 7 – Génération de trafic / Variante A..... 28
Tableau 8 – Génération de trafic / Variante B..... 28
Tableau 9 – Hypothèses d'entrée et sortie en heure de pointe..... 30
Tableau 10 – Génération de trafic aux heures de pointe / Variante A 30
Tableau 11 – Génération de trafic aux heures de pointe / Variante B 30

© Citec Ingénieurs Conseils – 04 2016

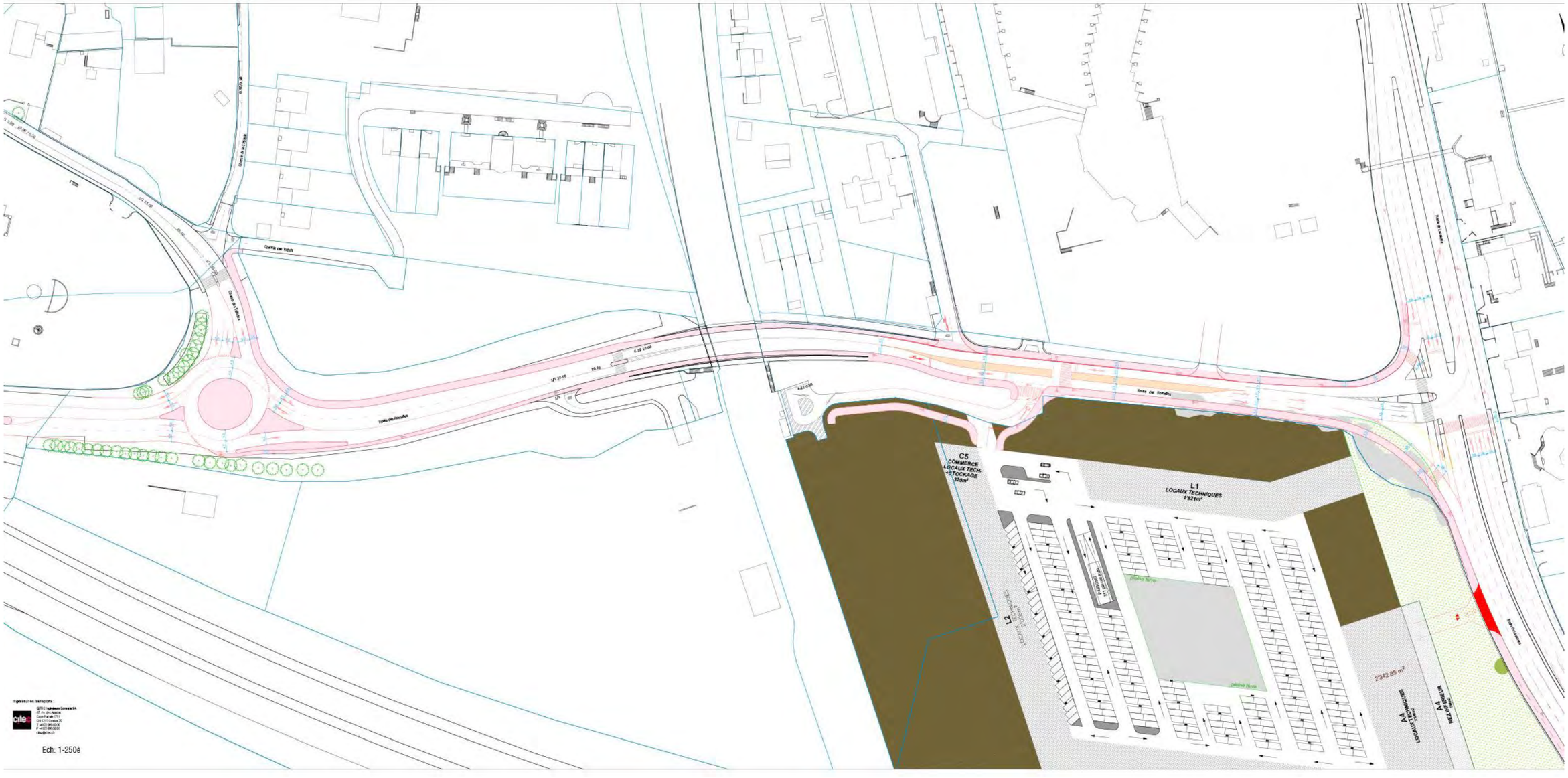


Figure 25 – Plan du réaménagement de la route des Romelles et des accès au projet

Annexe 4.5 :

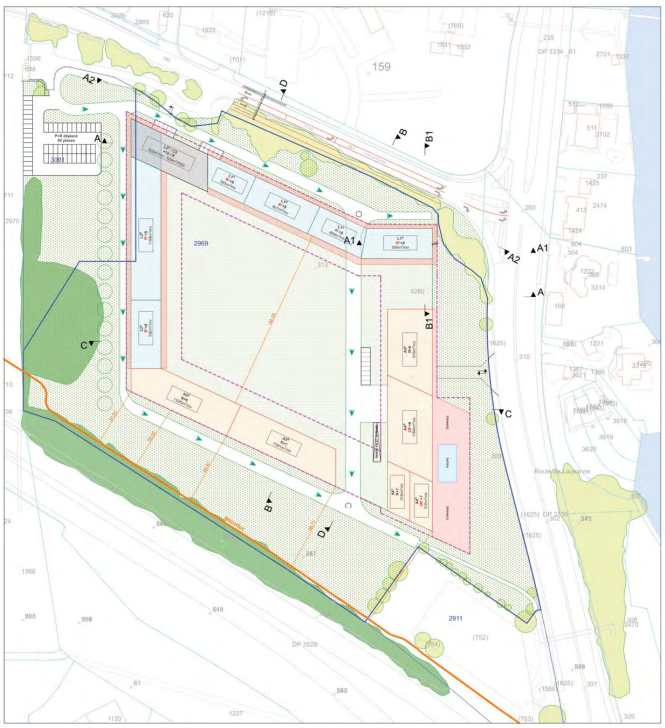
Champ-du-Château
Concept énergétique territorial

(Amstein+Walthert, septembre 2014, mise à jour partielle avril 2016)

AMSTEIN + WALTHERT

Construction Perret SA
PLQ 29'902 - Champ du Château

Concept énergétique territorial



Version 3.1 / 9 septembre 2014 (mise à jour partielle 10 mai 2016)

Amstein + Walthert SA, Rue du Grand-Pré 54-56, CP 76, CH-1211 Genève 7
Téléphone +41 22 749 83 80, Fax +41 22 738 88 13, www.amstein-walthert.ch

Impressum

Donneur d'ordre

Construction Perret SA
M. François Sautier
38 route du Bois-de-Bay
1242 Satigny

Tél. +41 22 306 17 14
E-mail : francois.sautier@cpsa.ch

Mandataire

AMSTEIN + WALTHERT SA
Rue du Grand-Pré 54-56
CP 76
CH-1211 Genève 7

Tél. +41 22 749 83 80
Fax +41 22 738 88 13

www.amstein-walthert.ch

Rédaction

Mme Céline Weber

M. Gilles Desthieux

Distribution

M. François Sautier	CPSA
M. Emile Martin	CPSA

Versions

Version 3.1

Intitulé

R130624Dest_PLQChampDuChateau_V3_1

Sommaire

Avertissement relatif à la mise à jour du PLQ (mai 2016) **7**
Résumé **8**
1 Objectifs et positionnement de l'étude **9**
2 Contenu concept énergétique territorial (CET) **10**
3 Cadres légaux et politique **11**
3.1 Niveau fédéral 11
3.2 Niveau cantonal 12
4 Périmètres de l'étude **13**
4.1 Périmètre d'entrée 13
4.2 Périmètre élargi 14
5 Etat des lieux **16**
5.1 Procédures d'aménagement en cours et plans existants 16
5.2 Qualité de l'air 16
5.3 Acteurs 19
5.4 Infrastructures 21
5.5 Évaluation de besoins énergétiques 25
6 Ressources énergétiques locales disponibles **28**
6.1 Energie solaire 28
6.2 Energie géothermique 29
6.3 Eau du lac 31
6.4 Air 31
6.5 Energie de la biomasse 32
6.6 Rejets thermiques 32
6.7 Energie éolienne 32
6.8 Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes 33
7 Scénarii d'approvisionnement **34**
7.1 Hypothèses relatives aux scénarii 34
7.2 Scénario 1 : Minimum légal 34
7.3 Scénario 2 : Eau du lac 36
7.4 Scénario 3 : Géothermie 37
7.5 Comparaison quantitative des scénarios 38
7.6 Comparaison qualitative des scénarios 39
8 Mesures, infrastructures et équipements à préciser **40**
Références **44**

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Validation et suivi des mises à jour

Version	Date	Identifiant et Visa			Descriptif succinct des mises à jour
		Auteur	Relecteur	Direction	
1	16.08.13	WEBC/ DEST	DEST/ WEBC	MAUC	
2	09.09.13	WEBC/ DEST	DEST/ WEBC	MAUC	Rajout des émissions de gaz et consommation énergie primaire
3	09.09.14	WEBC/ DEST			Mise à jour selon nouvelle version du PLQ et des surfaces
4	10.05.16	DEST			Ajout d'un avertissement en préambule relatif à la mise à jour du PLQ, qui n'induit pas de changements significatifs au niveau du CET.

Glossaire

CAD : Chauffage à distance

CCF / cogénération : Couplage chaleur force / installation produisant simultanément électricité et chaleur

COP : Coefficient de performance d'une pompe à chaleur

ECS : Eau chaude sanitaire

GLN : Genève Lac Nations, réseau de rafraichissement et chauffage basse température à partir d'eau du lac.

GeniLac® : Futur réseau de rafraichissement et chauffage basse température à partir d'eau du lac.

NO_2 : Dioxyde d'azote

OPair : Ordonnance fédérale sur la protection de l'air

PAC : Pompe à chaleur

PLQ : Plan localisé de quartier

PM 10 : Particules fines

REN : Energies renouvelables

SEER : Seasonal Energy Efficiency Ratio

SIA : Société suisse des ingénieurs et architectes

SBP : Surface brute de plancher

SRE : Surface de référence énergétique

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Avertissement relatif à la mise à jour du PLQ (mai 2016)

Le présent CET est basé sur une ancienne version du PLQ (datant de septembre 2014).

Les modifications apportées au programme de constructions par la dernière version du PLQ n'impliquent pas des changements significatifs sur les besoins énergétiques, ni ne justifient des modifications sur les stratégies d'approvisionnement.

Résumé

L'objet de cette étude est la réalisation d'un concept énergétique territorial (CET) pour le projet de PLQ 29'902 Champ-du-Château. Un tel concept vise à identifier les stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre. Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- D'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique du futur bâtiment ;
- D'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas en compromettre la valorisation future.

Le PLQ (selon version septembre 2014) prévoit une SBP totale de 68'000 m^2, dont 33'000 m^2 sont destinés aux logements, 15'000 m^2 probablement à un hôtel (sinon activités tertiaires), 19'500 m^2 à des activités tertiaires. A ces surfaces s'ajoutent 7'000 m^2 pour des salles de conférence.

Les puissances et énergies requises sont les suivants :

	Equivalent Minergie®	Equivalent Minergie-P®
Chaleur	3'100 MWh/an - 2 MW	2'462 MWh/an - 1.6 MW
Froid	1'233 MWh/an - 1.5 MW	1'233 MWh/an - 1.5 MW
Electricité (PAC non comprises)	2.5 GWh/an	2.3 GWh/an

Trois scénarios d'approvisionnement ont été étudiés :

- Minimum légal : basé sur les chaudières au gaz et la couverture de 30% des besoins d'ECS par des panneaux solaires thermiques.
- Géothermie : champs de 117 sondes géothermiques verticales permettant de couvrir les besoins de chauffage au moyen d'une PAC centralisée et une partie des besoins de froid (57%) ; les besoins d'ECS sont couverts en partie par le solaire thermique (60%) et le reste par des chaudières à gaz. Le solde des toitures est occupé par des panneaux solaires PV :
- Eau du lac : dans la perspective de GeniLac® (station de pompage au Vengeron dès 2018, soit environ un an après la livraison du quartier), alimentation d'une PAC centralisée par l'eau du lac couvrant les besoins de chaleur et de froid, panneaux solaires PV en toiture.

Sur un plan *quantitatif*, c'est le scénario faisant appel à l'eau du lac qui obtient les meilleures performances (plus faible recours à l'électricité importée du réseau, et pas de recours au gaz naturel). Ceci n'est pas surprenant, étant donné que c'est le seul scénario dans lequel l'ensemble des besoins thermiques peut être satisfait par de l'énergie renouvelable. De plus, le rendement des systèmes basés sur des PAC eau/eau étant meilleur que celui des systèmes basés sur des PAC sol/eau, le scénario basé sur l'eau du lac bénéficie d'un atout supplémentaire par rapport au scénario basé sur les sondes géothermiques. Enfin, la pose de panneaux photovoltaïques peut renforcer encore la performance environnementale déjà bonne de ce scénario.

Sur un plan *qualitatif*, les scénarii « Minimum légal » et « Eau du lac » présentent l'avantage non négligeable de la facilité de mise en œuvre et donc d'une meilleure garantie de fonctionnement. Le scénario « Eau du lac » présente cependant l'inconvénient du délai de mise en œuvre qui pousse à devoir trouver une solution transitoire. Un premier contact avec SIG en date du 10 juin 2013 a cependant montré que SIG était prêt à s'associer au projet de Champ-du-Château pour trouver une solution transitoire la plus cohérente possible. Il faut en effet préciser que CPSA a envoyé une lettre d'intention aux SIG allant dans ce sens. D'autre part, si par un malheureux concours de circonstances la station de pompage du Vengeron ne devait pas se faire[1], il serait toujours possible de recourir à la conduite momentanément désaffectée de Bellevue.

En conclusion, le scénario « Eau du lac » est le plus logique et donc le scénario recommandé. Quant au scénario « Géothermie » il est déconseillé.

[1] Précisons que, selon SIG, ce cas de figure est très improbable vu le niveau d'avancement des travaux chez SIG.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

1 Objectifs et positionnement de l'étude

L'objet de cette étude est la réalisation d'un concept énergétique territorial (CET) pour le projet de PLQ 29'902 Champ-du-Château. Un tel concept vise à identifier les stratégies d'approvisionnement énergétique pertinentes et conformes aux objectifs de la politique cantonale (objectifs rappelés à la section 2) pour le complexe de bâtiments appelé à être construit sur ce périmètre. Ce CET intervient en amont de la définition même des caractéristiques et des performances énergétiques précises du futur complexe. Il doit donc être considéré avant tout comme une étape de cadrage permettant :

- D'identifier les principaux enjeux liés à l'approvisionnement énergétique du futur bâtiment ;
- D'identifier les filières d'approvisionnement pertinentes et anticiper les actions à entreprendre pour ne pas en compromettre la valorisation future.

2 Contenu concept énergétique territorial (CET)

Depuis l'entrée en vigueur, en août 2010, de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie (L2 30), les PLQ doivent comporter un concept énergétique (L2 30, article 11, alinéa 2). Tel que défini dans la L2 30, le CET est « *une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :*

a) Organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;

b) Diminuer les besoins en énergie, notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;

c) Développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;

d) *Utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques*. » (L2 30, art 6)

Conformément au règlement d'application de la loi cantonale sur l'énergie (L2 30.01) et à la directive relative au concept énergétique territorial, le concept énergétique territorial se compose des éléments suivants :

1. Délimitation des périmètres de l'étude (périmètre restreint comprenant le PLQ et périmètre élargi comprenant la zone d'intérêt et/ou d'influence autour du périmètre restreint),
2. Etat des lieux de la qualité de l'air,
3. Evaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de la demande en énergie actuelle et future (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point b),
4. Détermination des infrastructures existantes et projetées (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point d),
5. Evaluation qualitative et quantitative (énergie et puissance) de l'offre en énergies renouvelables et locales (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point a),
6. Analyse des principaux acteurs présents dans le périmètre (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points a et c),
7. Proposition de stratégies d'approvisionnement énergétique visant la valorisation des énergies renouvelables et/ou locales ainsi que des infrastructures existantes (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 points e et f),
8. Mise en évidence des mesures, infrastructures et équipements à préciser pour les niveaux de planification inférieurs (REn L 2 30.01 Art. 12A, al. 3 point g).

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

3 Cadres légaux et politiques

Ce chapitre récapitule les orientations et/ou les objectifs quantifiés fixés par les autorités publiques à travers les lois et les programmes d'actions de politique énergétique, et auxquels devra se conformer le présent concept énergétique territorial.

3.1 Niveau fédéral

La politique énergétique fédérale se fonde sur les articles 89 à 91 de la Constitution, sur les engagements internationaux pris par la Suisse dans le cadre du Protocole de Kyoto[2], ainsi que sur les lois sur l'énergie, sur l'approvisionnement en électricité et sur le CO_2. Elle s'inscrit en outre dans la vision à long terme que représente la "Société 2000 watts", qui correspond à une division par 3 à 4 de nos consommations actuelles.

Suite à la décision d'abandon progressif de l'énergie nucléaire prise en 2011 par le Conseil Fédéral et le Parlement, des études ont été menées pour évaluer la faisabilité de cette stratégie. Rendues au printemps 2012, ces études ont confirmé que la sortie progressive du nucléaire était réalisable avec des conséquences économiques limitées[3]. Elles ont également permis de préciser les objectifs quantitatifs et qualitatifs pour la politique énergétique. Ainsi, selon le scénario "Nouvelle politique énergétique" :

- La consommation globale d'énergie et la consommation d'électricité doivent baisser respectivement de 70 TWh et de 21 TWh d'ici 2050 par rapport à la tendance actuelle ;
- La production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables doit s'accroître d'un tiers, à l'horizon 2050, et compenser la réduction progressive de production issue du nucléaire.
- Afin de garantir, notamment en hiver, la sécurité de l'approvisionnement de la Suisse, la construction d'installations de couplage chaleur-force (CCF) et de centrales à gaz à cycle combiné est nécessaire.
- Les objectifs climatiques actuels sont maintenus.

Afin d'avancer vers la réalisation de ces objectifs, un premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050 a été proposé en avril 2012. Celui-ci se compose de différents volets :

- Efficacité énergétique
- Energies renouvelables
- Taxes énergétiques
- Centrales à combustibles fossiles
- Installations pilotes et de démonstration et projets phares
- Fonction de modèle de la confédération
- Programme Suisse Energie

Le contenu de ces volets est présenté de manière détaillée dans la fiche d'information intitulée « Premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050 » publiée en avril 2012 par le Conseil Fédéral[4].

[2] Dans la cadre de ce protocole, la Suisse s'est engagée à réduire de 8% ses émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2012.
[3] OFEN, Le Conseil Fédéral définit un premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050, communiqué de presse du 18 avril 2012, Berne.
[4] Conseil Fédéral, « Premier paquet de mesures pour la stratégie énergétique 2050 », Fiche d'information 1, 18 avril 2012, Berne.

3.2 Niveau cantonal

Axée sur l'objectif de la "Société à 2000 watts sans nucléaire", la politique énergétique du Canton de Genève est basée sur les articles 167 à 170 de la Constitution cantonale ainsi que sur la loi sur l'énergie et son règlement. Dans le cadre de la dernière révision de cette loi, diverses dispositions ont été adoptées qui doivent être prises en compte pour la présente étude. On relèvera notamment :

- L'obligation de réaliser des concepts énergétiques territoriaux pour tout projet d'aménagement ainsi que sur tout périmètre désigné comme pertinent par l'autorité compétente (Art. 11 L 2 30),
- L'accroissement des exigences relatives à toute nouvelle construction ou rénovation (Art.15),
- L'accroissement des exigences concernant les performances énergétiques des bâtiments et installations des collectivités publiques (Art.16).

Si la loi fixe le cadre dans lequel la politique énergétique cantonale doit s'inscrire, c'est à travers la Conception Générale de l'Energie (CGE) – dont la dernière a été adoptée à l'unanimité du Grand Conseil début 2008 – qu'est définie une stratégie de politique publique. Cette dernière trouve ensuite sa concrétisation dans le Plan Directeur Cantonal de l'Energie, programme d'actions opérationnel, qui fixe les étapes et les moyens nécessaires, ainsi que les partenaires concernés par la mise en œuvre des objectifs de la Conception Générale.

Dans ce Plan Directeur qui, à l'instar de la CGE, est révisé lors de chaque législature, la priorité est donnée aux actions permettant de maîtriser et de réduire la consommation d'énergie pour tous les usages. Il s'agit également de repenser les filières d'approvisionnement de notre système énergétique afin de les rendre plus efficaces, et d'intégrer des énergies renouvelables au fur et à mesure de leur développement.

Le Plan Directeur Cantonal de l'Energie mettait notamment l'accent sur la planification énergétique territoriale, qui prend systématiquement en compte l'énergie dans les projets d'aménagement du territoire et qui planifie le déploiement des infrastructures énergétiques et des réseaux à l'échelle des villes et des quartiers. Cet aspect était également central dans la révision de la Loi sur l'énergie votée en 2010.

La conception Générale et le Plan Directeur de l'Energie viennent de faire l'objet d'une évaluation en vue d'adaptations visant à poursuivre les avancées vers la Société à 2000 watts sans nucléaire.

Le projet de CGE 2013 a été publié par le Conseil d'Etat le 8 mai 2013 à l'intention du Grand Conseil en vue d'une résolution approuvant cette conception. La nouvelle CGE se cale sur la Stratégie énergétique fédérale 2050 et propose les jalons suivants en matière de consommation d'énergie finale, par rapport au niveau de l'an 2000 :

- Réduire la consommation énergétique annuelle moyenne par personne de 15% d'ici 2020 et de 35% d'ici 2035;
- Réduire la consommation d'énergie thermique (combustibles et chaleur) par personne de 18% d'ici 2020 et de 37% d'ici 2035;
- Réduire la consommation d'électricité par personne de 2% d'ici 2020 et de 9% d'ici 2035.

Par ailleurs, le Conseil d'Etat souhaite que le canton contribue de manière substantielle au développement des énergies renouvelables. Cela concerne notamment :

- La production photovoltaïque qui devra doubler tous les 5 ans pour atteindre une production annuelle de 45 GWh en 2020 et de 380 GWh en 2035, ce qui correspondrait à 12% de la consommation actuelle d'électricité ;
- Les eaux de surface, dont la valorisation énergétique peut être multipliée par 10 et passer de 20 GWh aujourd'hui à quelques centaines de GWh par an;
- Le solaire thermique, qui couvre actuellement 0,2% de la consommation du canton et qui est susceptible d'être également multiplié par 10 d'ici 2035 en installant de 5'000 à 10'000 m2 de capteurs thermiques par an;
- la géothermie de faible profondeur, exploitée par des sondes ou des champs de sondes, qui pourrait théoriquement couvrir 20% de la demande actuelle en énergie de chauffage du canton.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

4 Périmètres de l'étude

La définition du périmètre de l'étude, en d'autres termes la délimitation spatiale de l'étude est importante. En effet, si le PLQ, pour lequel le concept est établi, représente clairement le périmètre restreint, ou périmètre *d'entrée* pour la démarche (selon la Directive relative au concept énergétique territorial), il ne faut pas perdre de vue qu'il y aura des interactions entre ce périmètre restreint et son voisinage. En effet, non seulement les activités du PLQ pourront influencer des bâtiments situés à l'extérieur du PLQ, mais en plus les énergies consommées dans le PLQ ne se trouveront pas nécessairement toutes directement dans la zone du PLQ. Par exemple, en cas de forts rejets thermiques à l'intérieur du PLQ, on pourra souhaiter trouver des acteurs pouvant valoriser ces rejets à l'extérieur du PLQ. D'autre part, les besoins en électricité ne pourront, en général, pas être entièrement satisfaits par les seuls panneaux photovoltaïques qui seraient posés sur les toits des bâtiments situés dans le PLQ. La Directive relative au concept énergétique territorial propose donc de définir le PLQ comme périmètre d'entrée de la démarche, et de définir un second périmètre, communément appelé périmètre *élargi*, qui délimite une zone d'influence du périmètre restreint.

4.1 Périmètre d'entrée

Le périmètre *d'entrée* correspond à celui du PLQ en projet intitulé Champ-du-Château, tel qu'il est présenté sur la Figure 1.

Ce PLQ regroupe 2 parcelles, d'une surface totale de 42'700 m^2, initialement classées en zone agricole, mais qui seront reclassées en zones 3D et d'équipement public, suite à la modification de zone à venir (automne 2013). Du point de vue de la densité de construction, le CUS maximal indiqué dans le plan est de 1.59, conduisant à une SBP de 68'000 m^2 pour les nouveaux bâtiments. Sur cette surface totale construite, 33'500 m^2 sont destinés aux logements, 15'000 m^2 à un hôtel ou bien à des activités tertiaires, 19'500 m^2 à des activités tertiaires.

Le nombre de niveaux par bâtiment est donné dans le tableau ci-dessous :

Bâtiment	Affectation	Nombre de niveaux
L1 (nord), 4 bât.	Logements	Rez+8 à 9
L2 (ouest), 3 bât.	Logements	Rez+8 à 10
A3, 2 bât.	Activités	Rez+6 à 7
A4 (est), 4 bât.	Hôtel ou activités	Rez+6 à 7

Tableau 1 : Affectation et nombre de niveaux par bâtiment

Le stationnement des voitures (928 places au total) est réparti dans 3 niveaux sous-sol. Le premier niveau contiendra également des salles de conférence d'une surface de plancher de 7'000 m^2 qui n'est pas comptabilisée dans la SBP total donnée dans le PLQ.

Le phasage des travaux est le suivant :

- Modification de zone : automne 2013
- Acceptation du PLQ : fin 2014
- Début des travaux : début 2015
- Livraison du quartier (en un bloc) : juin 2017

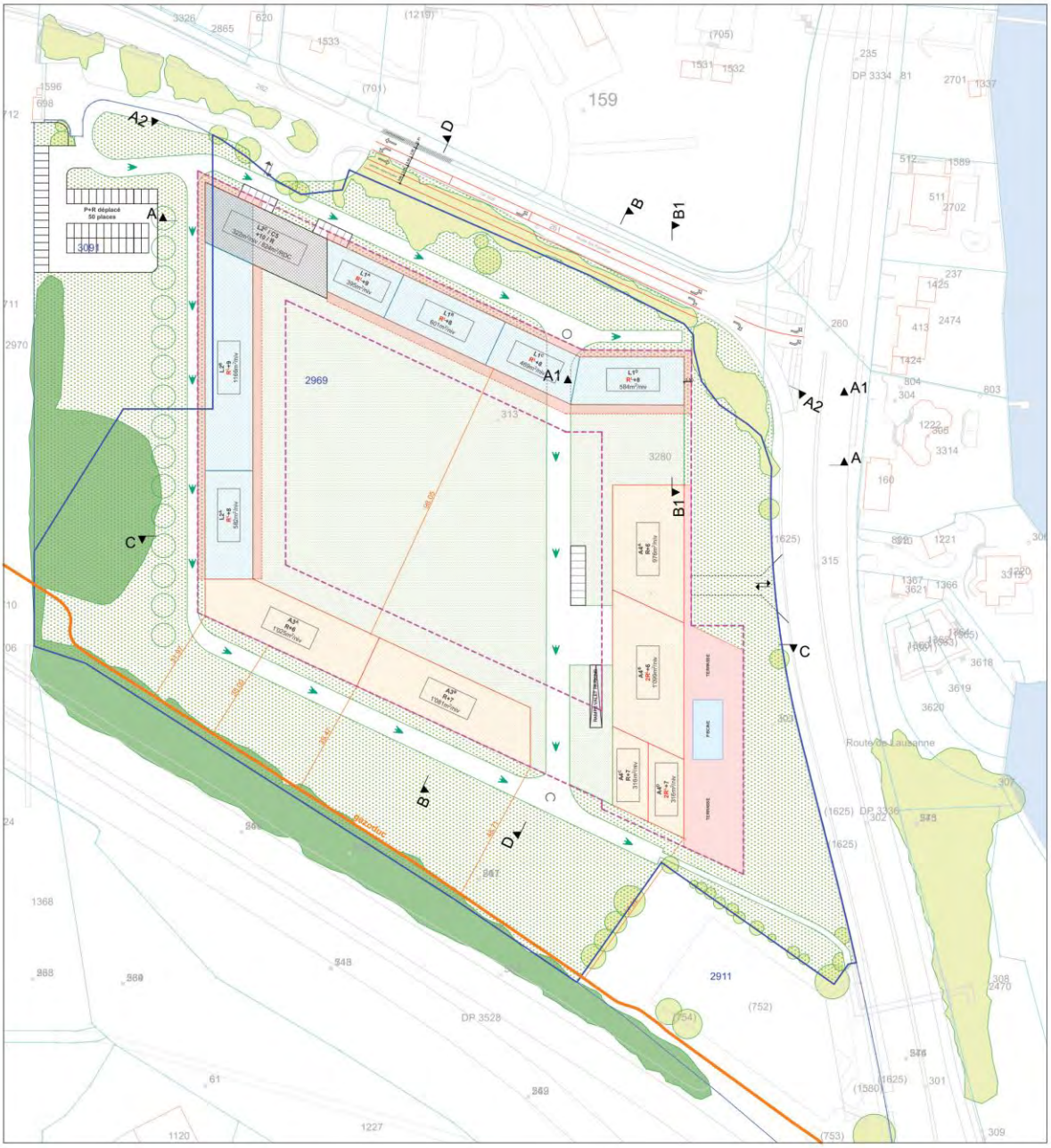


Figure 1 : Périmètre d'entrée de l'étude (périmètre du futur PLQ « Champ du Château »)

4.2 Périmètre élargi

Selon l'article 12A du Règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn), il faut que les ressources et les acteurs qui peuvent influencer le périmètre restreint, ou qui sont influencés par le périmètre restreint, soient traités chacun à une échelle spatiale pertinente, et décrits avec un degré de précision tenant compte du niveau de planification. Il n'existe donc pas un seul mais de multiples périmètres pertinents, de taille variable selon les éléments considérés.

En l'occurrence, comme cela sera vu plus loin, le principal élément extérieur au périmètre qui influence le projet est la ressource eau du lac, qui pourra constituer une variante d'approvisionnement privilégiée des futures constructions. La station de pompage actuelle de l'eau du lac pour l'eau potable est contiguë au périmètre d'entrée. La future station de pompage pour GeniLac® sera construite de l'autre côté de

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

la Route de Lausanne, côté lac. Par ailleurs, le secteur étudié se situe au niveau de la future traversée de la Rade en cours d'étude, avec des possibles interférences entre des bretelles autoroutières à aménager, le projet de PLQ et la future station de pompage de GeniLac®.

Le périmètre "élargi" présenté à la Figure 2 correspond à l'aire d'influence incluant ces éléments et enjeux.

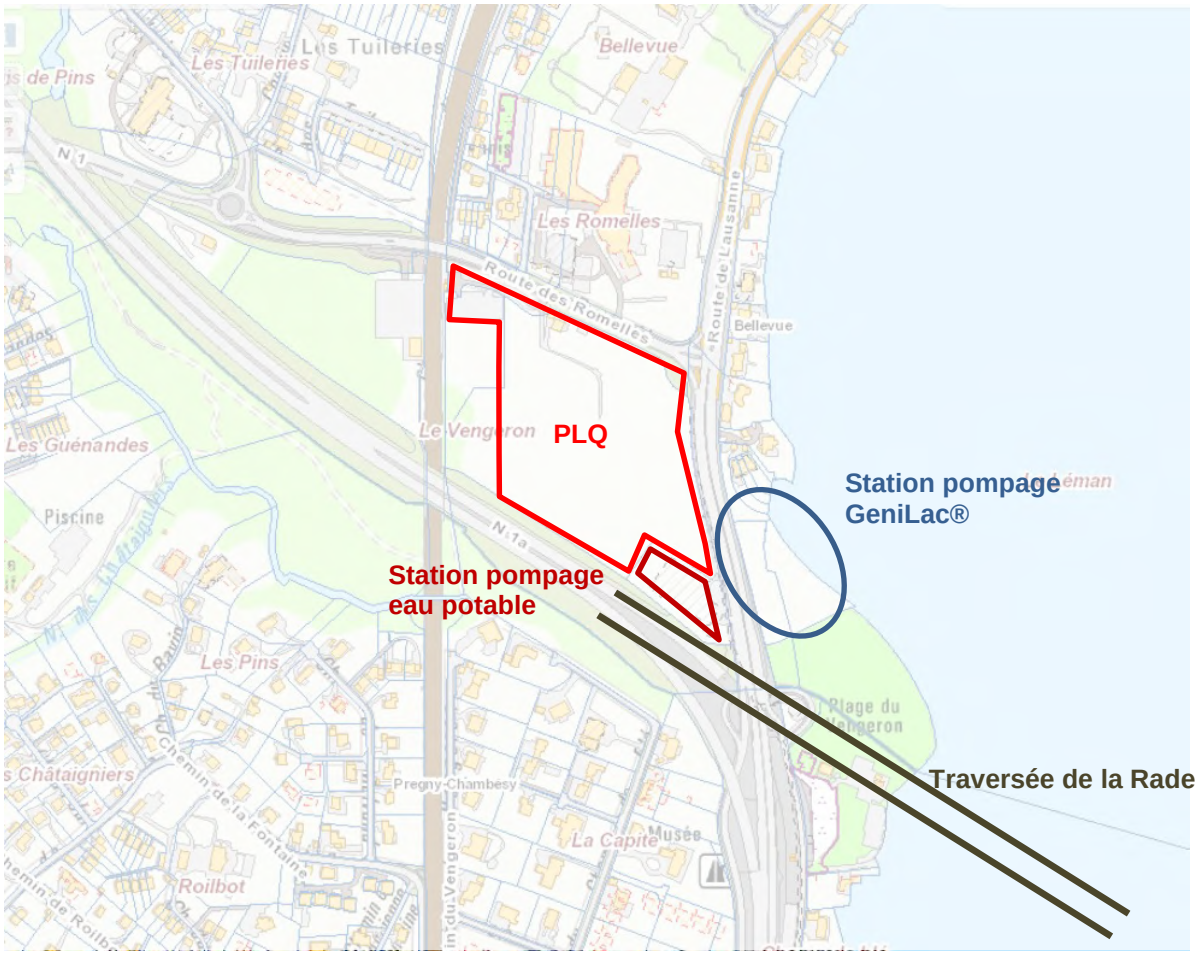


Figure 2 : Périmètre d'étude élargi

5 Etat des lieux

L'état des lieux permet de mettre en évidence et de quantifier les différents paramètres dont il convient de tenir compte lors de l'élaboration d'un concept énergétique. Ces paramètres concernent :

- les procédures d'aménagement en cours,
- La qualité de l'air,
- L'analyse des acteurs,
- Les infrastructures existantes,
- Les énergies locales/renouvelables disponibles,
- Les besoins énergétiques.

5.1 Procédures d'aménagement en cours et plans existants

Comme le montre la figure ci-dessous, le périmètre se situe dans un contexte bâti peu dense, entouré de zones villas et de zones bâties à faible densité (4A et 4B).

Mise à part la modification de zone en cours sur le périmètre d'étude, il n'y actuellement aucune procédure d'aménagement en cours à proximité.

Figure 3 : Zones d'affectation actuelles (source : STIG), et modification de zone en cours sur le périmètre (en rouge)

5.2 Qualité de l'air

5.2.1 Contexte légal

Le respect de l'Ordonnance sur la Protection de l'Air (OPair) se base principalement sur les immissions de deux polluants déterminants, qui sont le dioxyde d'azote (NO_2) et les poussières fines (PM10).

- La valeur limite à long terme pour le NO_2 est de 30 [$\mu g/m^3$].
- La valeur limite à long terme pour les PM10 est de 20 [$\mu g/m^3$].

Le SPAir assure un suivi de la qualité de l'air dans le canton de Genève à partir d'un réseau de capteurs passifs de NO_2 et de stations équipées de moniteurs (stations ROPAG).

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

5.2.2 NO_2

Comme l'indique la figure ci-dessous, les concentrations de NO_2 restent limitées dans la zone étudiée : pour le périmètre d'entrée comme pour le périmètre élargi, les valeurs se situent en effet largement en dessous des seuils légaux.

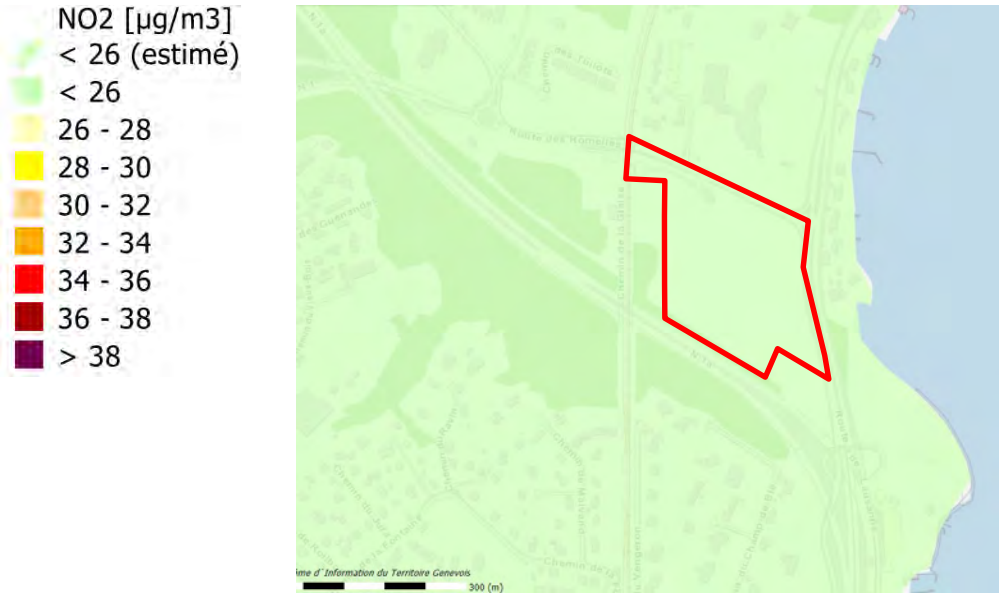


Figure 4 : Qualité de l'air: mesure de NO_2 en µg/m³ moyenne 2005-2012 (source : SITG)

5.2.3 PM10

Les données relatives à la concentration de l'air en PM10 sont fournies par les 7 stations de mesures fixes du service de protection de l'air. La Figure 5 présente la localisation de ces stations et on peut constater qu'aucune ne se situe à proximité du périmètre étudié.

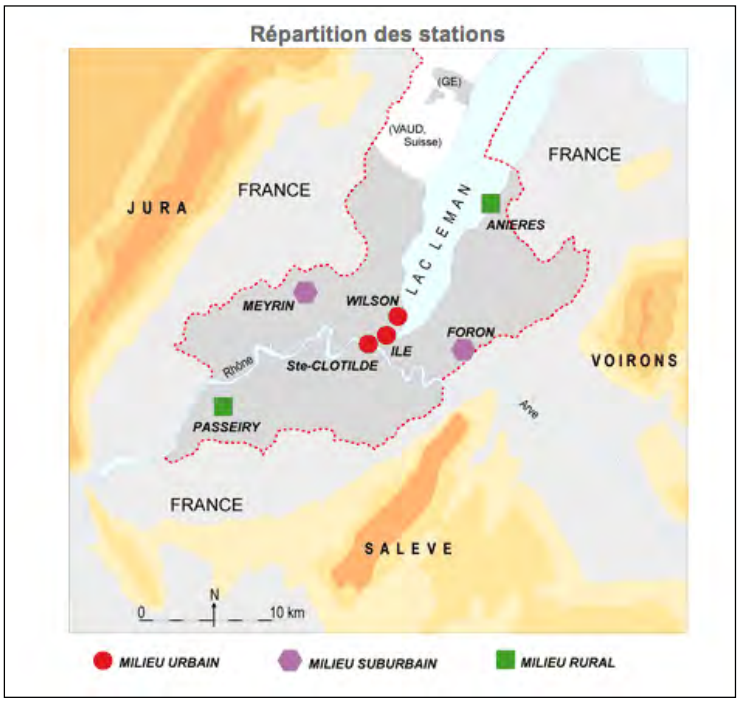


Figure 5 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air sur le Canton de Genève

Comme le montre la figure qui suit, les seuils légaux de concentration en PM10 sont dépassés de manière ponctuelle dans les zones périphériques. Etant donnée la localisation du périmètre d'étude, on peut considérer que il se situe dans une zone de dépassements ponctuels de ces seuils légaux.

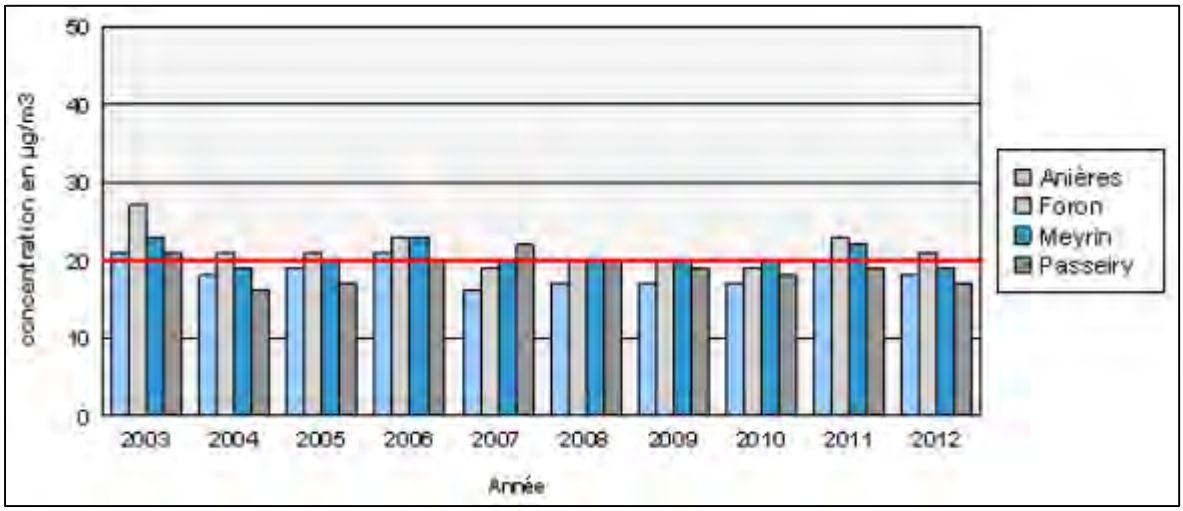


Figure 6 : Evolution des concentrations en particules fines (en µg/m3) en périphérie de Genève durant les dix dernières années (source : Service de protection de l'air du Canton de Genève)

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

5.3 Acteurs

Le tableau suivant présente les principaux acteurs concernés par les choix et les procédures de mise en œuvre d'une stratégie d'approvisionnement énergétique pour le futur PLQ Champ-du-Château. Cet inventaire des acteurs a pour objectif de contribuer à une bonne coordination entre les parties prenantes. Il doit notamment aider le maître d'ouvrage à anticiper des prises de contact avec des acteurs dont l'accord est nécessaire pour la mise en œuvre des filières d'approvisionnement souhaitées.

Etant donnée la variété des acteurs qui peuvent être amenés à intervenir tout au long de la vie d'un projet qui, au moment de la réalisation de la présente étude, en est à son démarrage, le tableau ci-dessous doit être considéré comme évolutif.

Catégories d'acteurs	Liste des acteurs et fonction	Enjeux liés à l'énergie dans le cadre de ce PLQ
Autorités publiques	Département de l'urbanisme (DU) : Validation du PLQ Office cantonal de l'énergie (OCEN) : Validation du CET Service cantonal de protection de l'air : Contraintes relatives aux installations de combustion Service cantonal « géologie-sols-déchets » (GESDEC): Contraintes relatives à la valorisation géothermique du sous-sol	DU-OCEN : En attente d'information sur le mode d'approvisionnement énergétique envisagé pour le PLQ. GESDEC : Autorisation formelle d'installation de sondes géothermiques verticales mais mise en garde sur le passage d'une galerie technique SIG ainsi que de câbles télécom à travers les parcelles concernées.
Propriétaires des parcelles du PLQ et maître d'ouvrage	Propriétaires privés des deux parcelles (agricoles) concernées par le projet. Acquisition des parcelles par le mandant (CPSA) de la présente étude.	Soumis aux obligations de la loi sur l'énergie concernant la réalisation de concepts énergétiques dans les procédures d'aménagement.
Opérateurs énergétiques / gestionnaires de réseaux	SIG : Entreprise de droit public en charge de la fourniture de gaz, électricité, chaleur et eau potable, traitement des déchets et eaux usées Autres opérateurs énergétiques : Prestations énergétiques non soumises au monopole : électricité pour les gros consommateurs, réseaux thermiques hors ceux propriétés des SIG, production / rachat d'électricité renouvelable.	SIG : Approvisionnement en électricité, en eau et en gaz Contracteur pour la production d'électricité photovoltaïque Responsable du réseau GeniLac® Exploitant de la station de pompage de l'eau du lac du Vengeron Autres opérateurs : Contracteur pour la production d'électricité photovoltaïque
Voisinages et autres acteurs	SIG (station de pompage actuelle), CFF (gare et parking relais) Etat de Genève (zone de détente du Vengeron, emplacement possible de la future station de pompage) (voir Figure 7 ci-après)	Possibilités de synergies futures avec ces acteurs du voisinage pour faire bénéficier le projet du PLQ des possibilités de raccordement au réseau eau du lac (actuel ou futur).
Futurs utilisateurs/occupants	Futurs habitants et employés travaillant dans le bâtiment.	Précision des besoins et exigences de confort ; Personnes à sensibiliser afin d'atteindre les performances visées, lors de l'exploitation.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des acteurs intervenants dans le cadre du CET

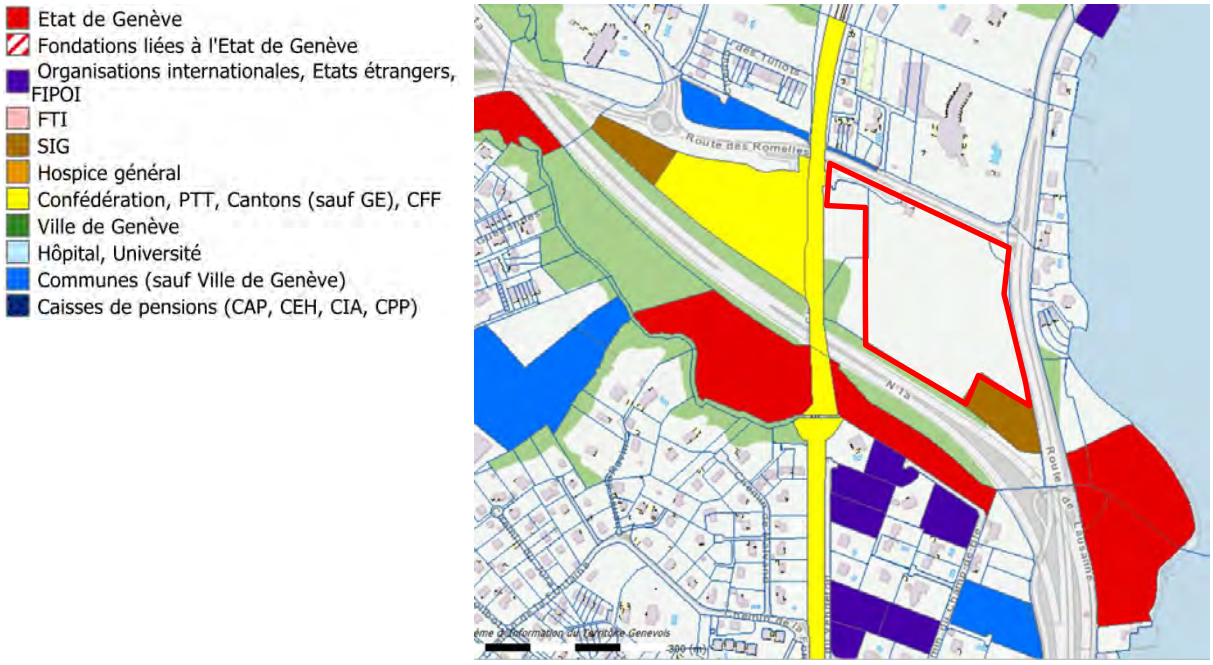


Figure 7 : Parcelles appartenant aux collectivités publiques sur et à proximité du périmètre du futur PLQ

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

5.4 Infrastructures

Cette section inventorie les infrastructures existantes et projetées, en lien avec l'approvisionnement énergétique. Les infrastructures suivantes sont analysées :

- Les réseaux énergétiques actuels : réseaux de gaz et réseau de rafraîchissement / chauffage à partir d'eau du lac (section 5.4.1),
- Les collecteurs d'eaux usées (section 5.4.2),
- Les réseaux techniques souterrains susceptibles de contraindre l'installation d'infrastructures souterraines de valorisation énergétique (section 5.4.3),
- Le réseau d'eau potable (station du Vengeron) (section 5.4.4),
- La conduite désaffectée d'eau potable à Bellevue (section 5.4.5),
- Le futur réseau énergétique GeniLac® (section 5.4.6).

5.4.1 Réseaux énergétiques actuels : réseaux de gaz

Comme le montre la Figure 8, le réseau de gaz est présent sur la zone d'étude.

Figure 8 : Tracé du réseau de gaz (en jaune) sur la zone d'étude (source : SITG, cadastre technique du sous-sol) ; un corridor de sécurité est mis en évidence autour du gazoduc (partie sud du périmètre)

5.4.2 Collecteurs d'eaux usées

Bien qu'il ne s'agisse pas directement de réseaux énergétiques, les collecteurs d'eaux usées peuvent donner lieu à une valorisation énergétique thermique, à travers la mise en place de systèmes de récupération de chaleur sur les eaux usées.

De manière plus détaillée, deux options sont envisageables pour la valorisation thermique des eaux usées :

- Récupération de chaleur au niveau du bâtiment lui-même, avec l'installation d'un stockage tampon doté d'un échangeur de chaleur (système type « Feka ») : Un tel système n'est rentable qu'au-delà d'une certaine taille, donc lorsque la production d'eaux usées du bâtiment est importante.
- Récupération directement dans le collecteur public, avec l'installation d'un échangeur de chaleur directement dans ce collecteur : Dans ce cas, différentes contraintes doivent être prises en compte :
  - D'une part, il faut un débit minimum des eaux usées de 15 l/s. En admettant une consommation de 200 l/pers/jour pour un ménage moyen [10], ceci correspondrait à un bassin de population d'environ 6'500 personnes.
  - D'autre part, ces collecteurs doivent disposer d'un diamètre supérieur ou égal à 800 mm [9][5]. Enfin, l'abaissement de température des eaux usées ne doit pas peut affecter le fonctionnement des STEP.

Figure 9 : Tracés des collecteurs d'eaux usées (collecteurs séparatifs), en rouge, sur la zone d'étude (source : SITG, cadastre technique du sous-sol)

Considérant ces contraintes, les conduites d'eau usée (séparatif) passant au nord et à l'est du périmètre ont un diamètre insuffisant (500 mm, resp. 600 mm).

[5] La taille du diamètre minimal sert, d'une part, à assurer un débit minimal requis pour des raisons économiques, et, d'autre part, à garantir un accès sécurisé aux ouvriers.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

5.4.3 Ensemble des réseaux souterrains susceptibles de contraindre l'approvisionnement énergétique

La figure suivante, est issue du cadastre technique du sous-sol fourni par le service de la mensuration officielle (SEMO). Elle montre que le périmètre du PLQ n'est pas traversé par des réseaux souterrains, ceux-ci se limitant aux bordures.

La principale contrainte, par rapport à une valorisation énergétique du sol, est la distance de sécurité (environ 5 m, corridor jaune sur la figure ci-dessous[6]) autour de la conduite gaz longeant le périmètre côté sud. A noter également les arbres et quelques tronçons de réseau au nord du périmètre qui constituent des éléments d'obstruction.

Ces éléments seront pris en compte lors de l'évaluation du potentiel géothermique local.

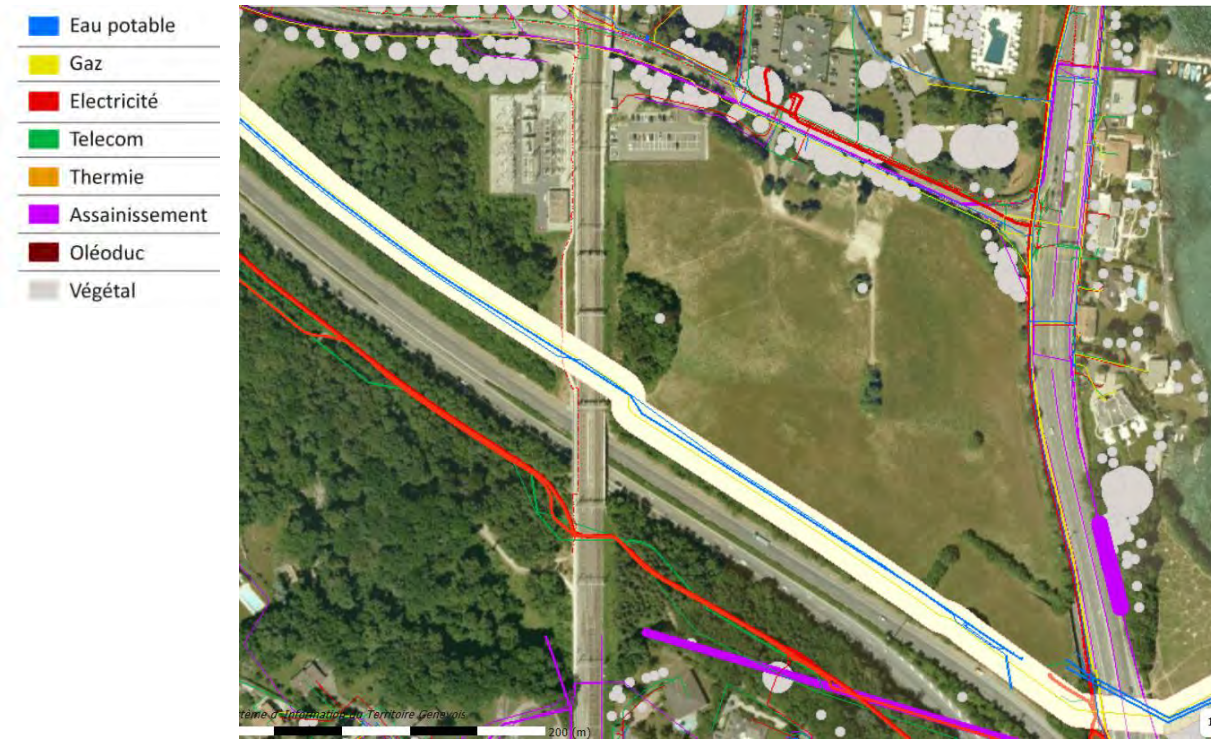


Figure 10 : Tracé des câbles et galeries techniques SIG occupant le sous-sol du PLQ (source : Cadastre technique du sous-sol, SEMO)

5.4.4 Réseau d'eau potable

L'eau est captée dans le lac à 1 km de la rive et à 35 m de profondeur. Elle est ensuite pompée[7], depuis la station de pompage du Vengeron, vers la station de traitement des Tuileries (via une conduite de 1200 mm de diamètre).

5.4.5 Conduite désaffectée à Bellevue

Une conduite désaffectée d'eau du lac, anciennement utilisée pour l'eau potable, se situe au large de Bellevue (périmètre élargi), avec une prise d'eau plus en amont que la prise actuelle au Vengeron.

Cette conduite pourrait être réactivée si cela s'avérait pertinent pour le présent PLQ.

[6] La valeur de 5m est une estimation indiquée par les Service de géologie, sol et déchets du Canton de Genève (ni SIG ni l'OCEN n'ont eu d'informations légales plus précises à ce sujet).
[7] Source : Vive la vie, été 2011, p. 7, SIG.

5.4.6 Réseau GENILAC®

Le projet GeniLac® actuellement en cours d'élaboration par les SIG consiste à développer un réseau de rafraîchissement / chauffage à partir d'eau du lac fonctionnant sur le modèle de GLN.

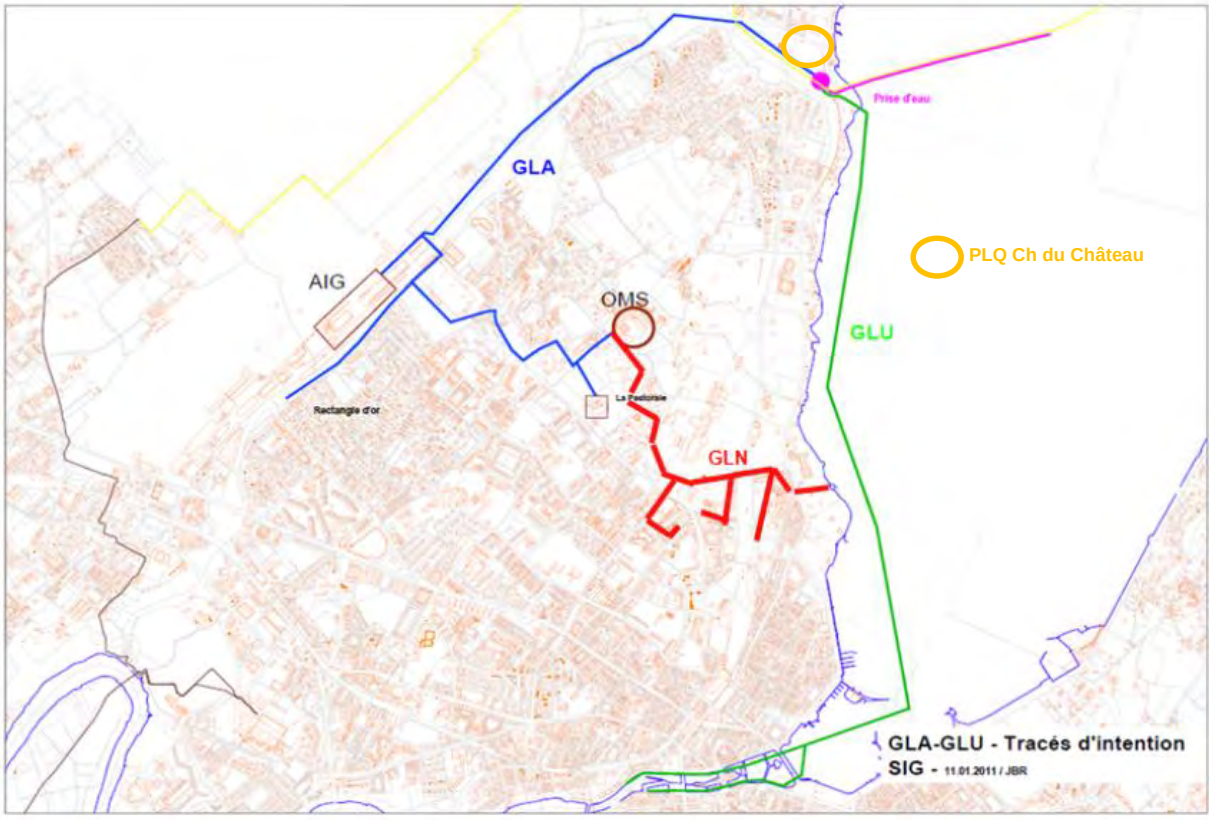


Figure 11 : Tracé d'intention du réseau GeniLac® (source : SIG, 2011)

La planification détaillée du réseau est en cours de réalisation.

Le phasage prévu des réalisations est le suivant[8] :

1. Construction d'une station de pompage provisoire d'une puissance de 20 MW pour desservir le centre-ville dès 2015.
2. Construction de la nouvelle station de pompage au Vengeron d'une puissance totale de 200 MW et extension du réseau GeniLac ® pour desservir la Gare des Eaux-Vives dès 2018.
3. Développement de la branche allant vers l'aéroport et Vernier, incertitude sur le calendrier au stade actuel.

Ainsi, en phase avec l'extension du réseau GeniLac® vers la Gare des Eaux-Vives, le périmètre du PLQ pourra être approvisionné par ce réseau dès 2018, soit 6 à 12 mois après la fin des travaux du PLQ. En conséquence, une solution transitoire devrait être définie.

[8] Selon présentation donnée à la séance aux SIG, le 10.06.13

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

5.5 Évaluation de besoins énergétiques

Cette section a pour objectif l'évaluation des besoins énergétiques thermiques (chauffage, ECS et rafraîchissement) et électriques du complexe prévu sur le futur PLQ. Les SRE prises en comptes sont résumées dans le tableau ci-dessous. On fait l'hypothèse, à ce stade, que SRE=SBP.

Au stade actuel du PLQ, il n'est pas encore clairement établi si les bâtiments A4 (secteur est) seront affectés à l'hôtellerie ou à des activités tertiaires. Entre ces deux types d'affectation, les charges thermiques sont relativement similaires en matière de refroidissement, en revanche elles sont plus élevées pour la chaleur dans le cas de l'hôtellerie, dû aux besoins d'eau chaude sanitaire. En accord avec le mandant, nous nous basons ainsi sur le cas de l'hôtellerie étant plus péjorant au niveau énergétique.

Affectation	SRE [m^2]
Logements	33 503
Hôtel	15 000
Administration	19 497
Salle de conférence	7 000

Tableau 3 : SRE prises en compte

Les hypothèses générales suivantes ont été prises pour évaluer les besoins thermiques et électriques :

- Malgré le fait que l'hôtel corresponde à la catégorie II des affectations selon la SIA (soit à du logement collectif), on a pris en compte des besoins de rafraîchissement.
- Le complexe de salles de conférences est assimilé à la catégorie III selon la norme SIA 380/1, soit à un bâtiment administratif.
- Selon les expériences du bureau Amstein+Walthert, ainsi que des expériences rapportées par la Ville de Genève, les bâtiments administratifs de type Minergie-P® consomment autant, voire même plus, de rafraîchissement que les bâtiments de type Minergie®. Ils ne sont donc pas particulièrement performants à ce niveau-là. Ceci étant, en l'absence de retours d'expérience véritablement chiffrable à l'heure actuelle, on considère, pour les bâtiments Minergie-P®, des quantités de rafraîchissement égales à celles des bâtiments de type Minergie®.
- Les besoins électriques évalués dans cette section couvrent l'éclairage, les équipements (ordinateurs, électro-ménager, appareils de télévision,…), la ventilation et les autres techniques associées aux bâtiments (selon la norme SIA 380/4 et le cahier technique 2024), mais pas l'électricité requise par les technologies de conversion d'énergie telles que PAC ou groupes froids.

Bien que la loi genevoise impose un standard de construction supérieur, au niveau énergétique, à la limite donnée par la norme SIA 380/1, les consommations correspondant à cette norme sont indiquées dans le tableau ci-dessous à titre informatif, afin de poser un référentiel pour une meilleure appréciation des consommations selon Minergie® et Minergie-P®. Pour chacun des scénarii (scénario selon la norme, scénario selon Minergie® et scénario selon Minergie-P®), les hypothèses de calculs sont les suivantes :

- **Scénario selon norme 380/1**

  Facteur de forme[9] : Selon SIA 380/1

  Chauffage : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.

  ECS : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.

  Climatisation : Selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4

[9] Le facteur de forme (ou facteur d'enveloppe) est le rapport de la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment et de sa surface de référence énergétique (SRE).

Electricité : Selon les indices de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour l'éclairage, la ventilation et les équipements ; selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4 pour les techniques diverses.

- **Scénario type Minergie® (référence Minergie® 2009)**

  Facteur de forme : Selon la norme SIA 380/1

  Chauffage : Selon les exigences primaires Minergie (90% des valeurs limites de la SIA 380/1 de l'affectation concernée) diminuées de 25 % pour tenir compte du contrôle du renouvellement d'air

  ECS : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.

  Climatisation : Selon les valeurs de l'annexe B de la SIA 380/4, adaptées en fonction de l'expérience, et en considérant un SEER de 5.

  Electricité : Selon exigences Minergie® pour l'éclairage ; - 10% par rapport aux valeurs limites de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour la ventilation (sauf pour les logements, pour lesquels + 20% ont été pris) ; selon les indices de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour les équipements et selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4 pour les techniques diverses.

- **Scénario type Minergie P® (2009)**

  Facteur de forme : Selon la norme SIA 380/1

  Chauffage : Selon les exigences primaires Minergie® (60% des valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée) diminuées de 25 % pour tenir compte du contrôle du renouvellement d'air

  ECS : Selon les valeurs limites de la norme SIA 380/1 de l'affectation concernée.

  Climatisation : Selon les valeurs de l'annexe B de la SIA 380/4, adaptées en fonction de l'expérience, et en considérant un SEER de 5,5.

  Electricité : Selon exigences Minergie® pour l'éclairage ; - 10% par rapport aux valeurs limites de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour la ventilation (sauf pour les logements, pour lesquels + 20% ont été pris) ; selon les indices de l'annexe C1 de la norme SIA 2031 pour les équipements et selon les valeurs de l'annexe B de la norme SIA 380/4 pour les techniques diverses.

Les consommations énergétiques sont données dans les tableaux ci-dessous.

	Chaleur			**Froid**		**Electricité**
	Chauffage [MWh/an]	ECS [MWh/an]	Puissance [kW]	Rafraîchissement [MWh/an]	Puissance [kW]	Equipements [MWh/an]
Logements	1 279	688	1 223	0	0	1 540
Hôtel	581	313	556	92	555	700
Administration	720	135	607	119	170	764
Salle de conférence	259	49	218	43	61	274
TOTAL	**2 839**	**1 184**	**2 604**	**254**	**786**	**3 279**

Tableau 4 : Consommations et puissances selon la 380/1

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

	Chaleur			Froid		Electricité
	Chauffage [MWh/an]	ECS [MWh/an]	Puissance [kW]	Rafraîchissement [MWh/an]	Puissance [kW]	Equipements [MWh/an]
Logements	863	688	979	0	0	1 171
Hôtel	392	313	445	571	555	532
Administration	486	135	440	487	696	594
Salle de conférence	175	49	158	175	250	213
TOTAL	**1 916**	**1 184**	**2 021**	**1 233**	**1 501**	**2 510**

Tableau 5 : Consommations et puissances selon Minergie®

	Chaleur			Froid		Electricité
	Chauffage [MWh/an]	ECS [MWh/an]	Puissance [kW]	Rafraîchissement [MWh/an]	Puissance [kW]	Equipements [MWh/an]
Logements	575	688	809	0	0	1 089
Hôtel	262	313	368	571	555	495
Administration	324	135	324	487	696	548
Salle de conférence	116	49	116	175	250	197
TOTAL	**1 278**	**1 184**	**1 618**	**1 233**	**1 501**	**2 329**

Tableau 6 : Consommations et puissances selon Minergie-P®

Le graphique ci-dessous synthétise les principales consommations qui sont liées directement à la qualité de l'enveloppe du bâtiment. On constate que la tendance, au niveau du rafraîchissement, entre des constructions selon la 380/1 et des normes dites à haute performance énergétique, est défavorable si l'on en croit les valeurs statistiques actuellement disponibles. Rappelons cependant que ces valeurs sont basées sur des modélisations, le retour sur expérience étant encore trop faible pour avoir des valeurs mesurées in situ qui soient fiables.

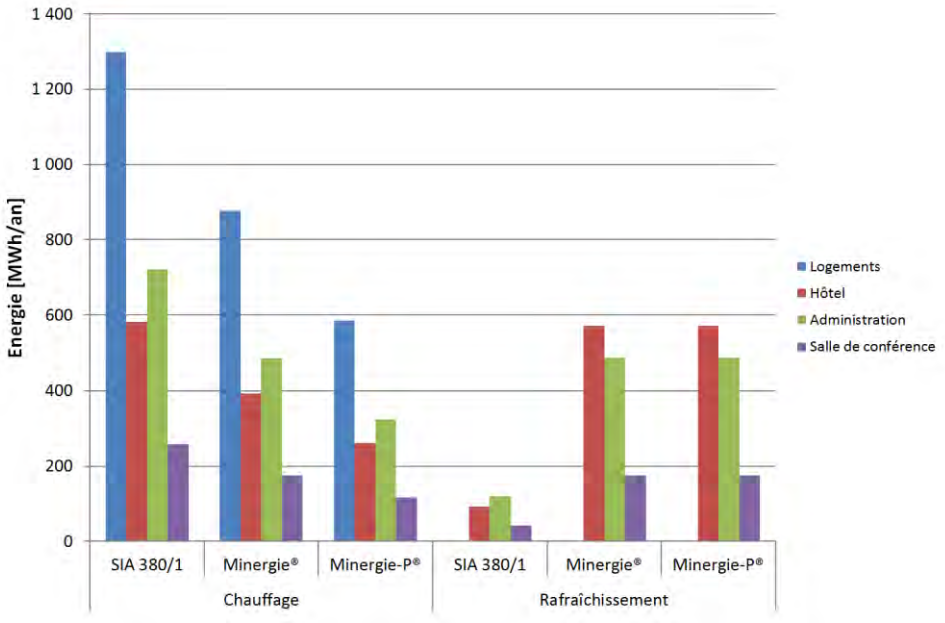


Figure 12 : Synthèse des principales consommations qui dépendent de la qualité de l'enveloppe des bâtiments

6 Ressources énergétiques locales disponibles

Cette section synthétise les ressources énergétiques locales disponibles, aussi bien en termes énergétiques qu'en termes de puissance, et leur capacité à satisfaire les besoins du PLQ.

6.1 Energie solaire

L'énergie solaire peut être valorisée de deux manières différentes : Pour générer de la chaleur (panneaux solaires thermiques), ou pour générer de l'électricité (panneaux photovoltaïques). Des panneaux hybrides permettent actuellement de générer les deux conjointement, avec des rendements quelque peu affaiblis pour la production de chaleur, mais avec l'avantage de pouvoir s'affranchir de l'arbitrage entre la production de chaleur et la production d'électricité (la place en toiture étant limitée).

Les toits des nouvelles constructions seront essentiellement des toits plats, ce qui devrait faciliter la mise en place de panneaux solaires.

Les hypothèses ci-dessous ont été faites pour évaluer le potentiel solaire :

1. L'ensoleillement annuel pour Genève est de 1'391 kWh/m^2 [1].
2. Rendements (sources : catalogues de fabricants):
    a. Panneaux photovoltaïques : 17%
    b. Panneaux solaires thermiques[10] (hypothèses : panneaux de type tubulaires, orientés plein sud, avec une inclinaison de 30°C : 62% [2].
    c. Panneaux hybrides : Rendement thermique : 50%, rendement électrique : 15%
    d. Onduleur : 95%
    e. Conduites et ballons de stockage : 90%.
3. La surface de toit utile correspond à 90% de la surface de toit totale.
4. Pour des panneaux inclinés à 30°, le rapport entre la surface des panneaux installés et la surface de toit utile est de 0,45.

Avec les hypothèses ci-dessus, et la surface de toiture brute qui se monte à 7'595 m^2, on obtient les potentiels solaires indiqués dans le tableau ci-dessous :

	Chaleur [MWh/an]	Electricité [MWh/an]
Panneaux photovoltaïques	-	711
Panneaux solaires thermiques	2'388	-
Panneaux hybrides	1'925	610

Tableau 7 : Potentiels solaires

L'énergie solaire représente un potentiel intéressant puisqu'il permet largement de couvrir 60% des besoins d'ECS (1'007 MWh/an). On précisera, cependant, que pour des raisons techniques et de météo, il n'est pas possible de couvrir 100% d'ECS avec des panneaux solaires, sans recourir à un stockage saisonnier. Or la mise en place d'un stockage saisonnier demande une étude détaillée spécifique, qui dépasse le cadre de la présente étude (la plupart des installations existantes sont au stade d'installations pilote et/ou de recherche appliquée). D'autre part, les panneaux placés sur les bâtiments administratifs, et qui serviront à produire de l'ECS pour l'hôtel et les logements, induiront la mise en place d'un système hydraulique complexe et propice aux pertes de charges et de chaleur. Si on veut s'affranchir de ces inconvénients et se limiter à la mise en place de panneaux solaires thermiques sur le bâtiment de logements et l'hôtel (soit sur une surface de toiture brute de 1'611+1'853 = 3'464 m^2), le potentiel solaire thermique baisse à 1'089 MWh/an, ce qui suffit cependant toujours largement à satisfaire 60% d'ECS pour les logements et l'hôtel, avec une installation solaire thermique performante (attention toutefois en cas d'installations telles que piscine couverte, spas,… qui augmenteraient considérablement les besoins d'ECS).

[10] Les rendements sont très dépendants de la taille du stockage, de l'orientation des panneaux ou encore des températures. 62% correspond à système performant.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Si on favorise les panneaux photovoltaïques, l'électricité produite correspond à presque 30% des besoins du scénario Minergie (711/2'460 = 0,289).

Avantages

L'avantage aussi bien des panneaux solaires thermiques que photovoltaïques est le fait que ce sont des technologies connues et relativement faciles à implémenter (attention toutefois à la taille de l'installation). De plus, l'entretien est aisé, surtout pour le photovoltaïque (pas de circuit hydraulique).

Inconvénients

Le seul inconvénient des panneaux solaires est le fait qu'ils ne permettent pas une valorisation optimale de la ressource solaire, pourtant si abondante. En effet le rendement encore relativement faible des panneaux solaires photovoltaïques, ou encore le fait que seuls 60-70% des besoins d'ECS peuvent être couverts avec des panneaux solaires thermiques, témoignent malheureusement encore d'une valorisation non optimale du rayonnement solaire. Ceci dit, il n'existe à l'heure actuelle aucune technologie comparable qui permettrait de faire mieux. A cet inconvénient il faut ajouter, pour les panneaux hybrides, la proximité immédiate des circuits électriques et hydrauliques.

Conclusion

Le potentiel solaire est conséquent pour le PLQ.

6.2 Energie géothermique

Aucune restriction relative à l'usage des sondes géothermiques n'est en vigueur au niveau des périmètres restreints et élargis, si ce n'est une distance de sécurité de 5 m de part et d'autre du gazoduc. On notera cependant qu'il n'est pas souhaitable de mettre des sondes sous les bâtiments, étant donné qu'il y aura un parking souterrain, d'une part, et que, d'autre part, l'accès à des sondes placées directement sous un bâtiment est problématique en cas de réparation. On se limitera par conséquent à considérer le terrain non construit situé autour des bâtiments, incluant la partie affectée aux terrasses (hôtel), et qui ne se trouve pas directement sous des arbres (cf Figure 13).

Figure 13 : Terrain retenu pour placer des sondes géothermiques (en bleu)

Le terrain disponible est de 8'628 m^2. On admet, de plus, les hypothèses suivantes pour déterminer le potentiel :

1. Au vu de la taille du complexe, l'énergie géothermique doit être utilisée aussi bien pour satisfaire des besoins de chaud que de froid. On se place donc dans une configuration avec recharge.
2. Les sondes sont espacées de 7,5 m les unes des autres [12].
3. Le taux de recharge du terrain se situe idéalement entre 30% et 60% [3].
4. La puissance extraite est de 40 W/m$_l$ et l'énergie de 50 kWh/m$_l$/an [3][11].
5. La puissance injectée est de 10 W/m$_l$ et l'énergie de 25 kWh/m$_l$/an [3][11].
6. Les sondes ont une longueur de 200m.

La surface de terrain disponible permet la mise en place de 117 sondes, soit une extraction énergétique de 1'173 MWh/an pour une puissance de 939 kW. En admettant une température au condenseur de la pompe à chaleur de 40°C pour le chauffage, et un rendement exergétique de 65%, obtient une énergie chaleur utile de 1'501 MWh/an. Cette énergie utile est bien inférieure à l'énergie requise considérant par exemple, le scénario Minergie® soit 1'916 MWh/an. Elle est encore plus déficitaire s'il s'agit de couvrir le chauffage et l'ECS. Il faudrait donc une chaudière gaz en appoint pour couvrir le déficit en chauffage, couplée avec du solaire thermique pour l'ECS. Si le potentiel géothermique semble intéressant, il convient de le relativiser à deux niveaux. Premièrement, la mise en place de 117 sondes est particulièrement complexe d'un point de vue hydraulique, pertes de charges, et emplacement des collecteurs. A titre de comparaison, des champs de sondes typiques, à l'heure actuelle, comprennent environ 60 sondes. Deuxièmement, au regard de la recharge du terrain, cette solution pose problème. En effet, les besoins de froid sont tels, avec le scénario type Minergie® par exemple, qu'ils permettraient une recharge du terrain bien supérieure à 60% (sans compter l'énergie de pompage, dont une partie finit aussi sous forme de dissipation dans le terrain). De plus, avec les hypothèses de puissance et énergie injectée, indiquées ci-dessus, il faudrait de fait 247 sondes pour satisfaire entièrement les besoins de froid en énergie et 751 sondes pour les besoins en puissance. Ainsi, les besoins de froid ne pourraient pas être intégralement pris en charge par les sondes, tant pour des raisons de manque de sondes que de surchauffe du terrain. La géothermie ne pourra donc pas être une solution monovalente, que ce soit pour le chaud ou le froid. Les conclusions sont similaires pour un scénario selon Minergie-P®, si ce n'est que les sondes pourraient prendre en charge une partie des besoins d'ECS.

Les principales valeurs sont résumées dans le tableau ci-dessous, pour des bâtiments de type Minergie® et Minergie-P® :

Paramètre	Minergie®	Minergie-P®
Superficie du périmètre [m^2]	6 599	6 599
Nombre de sondes max **possible** en tout	117	117
Energie de chauffage utile disponible [MWh/an]	1 501	1 501
Energie de chauffage utile requise [MWh/an]	1 916	1 278
Nombre de sondes requises pour chauffage	144	95
Nombre de sondes requises pour chauffage et ECS	231	181
Energie de froid utile max **possible** [MWh/an]	704	599

Tableau 8 : Principales valeurs liées au potentiel géothermique

Avantage

Les sondes géothermiques sont relativement faciles à mettre en place dans le PLQ étudié, étant donné que le terrain est encore vierge et que toutes les constructions sont nouvelles.

[11] Ces valeurs dépendent fortement de cas en cas, et ne sont ici que des moyennes données à titre indicatif, en l'absence de connaissances approfondies du terrain.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Inconvénient

La qualité des enveloppes de bâtiments de type administratif, construits selon des standards Minergie® ou équivalent, est telle, que les besoins de froid deviennent prédominant et les solutions basées sur les sondes compliquées. De plus, le nombre de sondes requises est spécialement élevé, engendrant une complexité réelle au niveau de la mise en place, ce d'autant plus que le système ne serait monovalent ni pour le chaud ni pour le froid.

Conclusion

Si les sondes géothermiques sont théoriquement possibles, les difficultés liées à leur mise en place rendent leur implémentation critique.

6.3 Eau du lac

Comme évoqué dans la section 5.4.6, le PLQ se trouve à proximité immédiate de la future station de pompage de GeniLac®. Etant donné les puissances et énergie en jeu pour GeniLac®, le PLQ pourrait sans problème se connecter à ce réseau, tant pour le froid en mode free-cooling, que pour le chaud par l'intermédiaire de PAC eau/eau. Le potentiel énergétique n'étant pas un problème, le tableau ci-dessous résume les principaux paramètres liés à la puissance, notamment les diamètres de conduite requis. Comme on peut le voir dans ce tableau, les diamètres sont largement en-dessous de 600 mm. Or 600 mm correspond à la taille de la conduite désaffectée au large de Bellevue. Ainsi, même dans le cas improbable où GeniLac® ne se ferait pas ou alors avec beaucoup de retard, la conduite de Bellevue pourrait être une option. On rappellera enfin que si l'option de GeniLac est retenue, une solution intermédiaire devra être mise en place, probablement avec le concours de SIG, en raison du décalage des calendriers du PLQ et de GeniLac®.

Paramètre	Minergie	Minergie-P
Puissance chaud requise [kW]	2 021	1 618
Puissance froid requise [kW]	1 501	1 501
COPa moyen [-]	5,23	5,12
Puissance évaporateur [kW]	1 635	1 302
Diamètre conduite chaud [mm]	266	238
Diamètre conduite froid [mm]	180	180

Tableau 9 : Principales valeurs liées au potentiel de l'eau du lac

Avantage

L'eau du lac est une option relativement facile à mettre en place, et offrant des COP intéressants pour les PAC.

Inconvénient

La station de pompage pour GeniLac® ne sera pas prête en même temps que la livraison du complexe faisant l'objet de ce PLQ.

Conclusion

La ressource lacustre est sans conteste une ressource très prometteuse, tant du point de vue du potentiel énergétique que de la facilité de mise en œuvre, pour le présent PLQ.

6.4 Air

Pour le chauffage des locaux, l'énergie contenue dans l'air ambiant représente une ressource énergétique intéressante. Elle est omniprésente, pour ainsi dire infinie, et sa valorisation à l'aide d'une pompe à chaleur se fait aisément. De plus, les pompes à chaleur air/eau sont moins coûteuses à l'investissement que les pompes à chaleur sol/eau, du fait qu'il ne faut pas de structures géothermiques.

La principale contrainte lors de la valorisation de cette énergie, est donnée par la quantité d'air qu'il faut faire circuler, et donc par la taille des conduites, si les unités ne sont pas placées sur le toit. Si les unités sont placées sur le toit, cette contrainte tombe.

Au niveau énergétique, il faut également noter que les pompes à chaleur air/eau ont des rendements exergétiques jusqu'à 30% moins bons que les pompes à chaleur sol/eau, ce qui se traduit par une consommation d'électricité plus élevée, voire même, dans certains cas, par un chauffage électrique direct lorsque les températures extérieures descendent en-dessous de 0°C.

Théoriquement, des pompes à chaleur air/eau jusqu'à 750 kW environ se trouvent sur le marché. Il faudrait donc 3 pompes à chaleur identiques pour le scénario type Minergie®. Ceci étant, pour des grands complexes tels que celui qui fait l'objet de la présente étude, le recours à des systèmes monovalents, basés uniquement sur les PAC air/eau et sans appoint gaz par exemple, n'est pas recommandé par certains fabricants de PAC eux-mêmes, à cause des problèmes de givrage (et donc de panne) en hiver, sitôt que la température passe en-dessous de 0°C.

Avantages

Les pompes à chaleur air/eau sont faciles à installer et à utiliser.

Inconvénients

Le risque de givrage en hiver peut mettre hors service une PAC, et donc générer des nuisances importantes.

Conclusion

L'énergie de l'air présente un potentiel à prendre en considération en l'absence de possibilités d'approvisionnement renouvelable recourant à des systèmes plus performants.

6.5 Energie de la biomasse

L'environnement urbain dans lequel se situe le quartier rend l'utilisation de la biomasse peu pertinente. D'une part, les ressources disponibles – évaluées dans le cadre du projet VIRAGE – relèvent d'une gestion régionale et, d'autre part, les contraintes de qualité de l'air restreignent grandement le recours à des installations de combustion de la biomasse (bois en particulier) en milieu urbain. Quant à la valorisation par méthanisation ou gazéification, celle-ci n'est actuellement maîtrisée que dans des installations de grande échelle et doit être réfléchie à échelle du canton de Genève dans son ensemble.

Conclusion

L'énergie de la biomasse n'apparaît donc pas comme une source d'approvisionnement pertinente pour le périmètre considéré.

6.6 Rejets thermiques

Aucune source de rejets disponible n'a été identifiée à proximité.

Conclusion

L'énergie issue des rejets thermiques ne présente aucun potentiel pour le périmètre restreint.

6.7 Energie éolienne

Le contexte urbain dans lequel se situe l'étude du concept énergétique, ne permet pas une valorisation efficace de l'énergie éolienne. De plus, avec une vitesse annuelle moyenne à Genève de 0 - 3,4 ±1 m/s à 50 m au-dessus du sol [5], Genève ne figure pas clairement parmi les sites économiquement favorables à l'implantation d'une éolienne, quelle que soit sa taille. Entre le manque de vent, la densité de la population, et la bise soufflant souvent par rafales, une éolienne n'aurait que peu de chance d'obtenir les autorisations nécessaires et ne serait clairement pas une solution raisonnable.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Conclusion

L'énergie éolienne ne présente aucun potentiel pour le périmètre restreint.

6.8 Synthèse des sources d'approvisionnement renouvelables localement pertinentes

Les principales ressources identifiées comme pertinentes pour l'approvisionnement du PLQ sont donc les suivantes :

- Solaire thermique : 2'653 MWh_{th}/an environ pour l'ensemble des toitures du PLQ.
- Solaire photovoltaïque : 711 $MWh_{él}$/an environ pour l'ensemble des toitures du PLQ.
- Géothermie (sondes couplées à des PAC): Potentiel conséquent et théoriquement valorisable, mais risques de déséquilibrage du terrain et gestion hydraulique complexe.
- Air (pompes à chaleur air/eau): Potentiel susceptible de couvrir l'ensemble des besoins de chaleur, avec néanmoins des rendements exergétiques jusqu'à 30% moins bons que les pompes à chaleur sol/eau ; aucun potentiel pour le besoins de froid.
- GéniLac® : Potentiel intéressant permettant de couvrir l'ensemble des besoins thermiques mais dépendant d'un raccordement au réseau en cours de développement ;
- Eaux usées, biomasse, rejets thermiques, énergie éolienne : Pas de potentiel.

7 Scénarii d'approvisionnement

Cette section présente 3 scénarii d'approvisionnement énergétique pour le PLQ 29'902. Pour chacune des 3 options, un schéma simplifié du système d'approvisionnement proposé, ainsi qu'une évaluation de la contribution respective des différentes ressources à la satisfaction des besoins du futur quartier, est donné.

Une synthèse comparative des scénarii est ensuite effectuée, à partir de critères quantitatifs (contribution des énergies renouvelables locales à la satisfaction des besoins; consommation absolue d'électricité importée) et qualitatifs (principaux avantages et inconvénients de chaque scénario).

7.1 Hypothèses relatives aux scénarii

Les besoins évalués dans la section 5.5 correspondent à de l'énergie utile. Or, selon la stratégie d'approvisionnement choisie, les systèmes de transformation auxquels il faut faire appel ont des rendements variables et induisent donc des besoins différents en énergie finale. Sur ce point, les hypothèses suivantes ont été utilisées comme base pour l'élaboration des scénarii qui suivent :

- PAC eau/eau : Rendement exergétique de 70% [7][12].
- Consommation d'énergie pour free cooling à partir de l'eau du lac : 8% de l'énergie utile fournie [6].
- PAC géothermique : Rendement exergétique de 65% (basé sur [11])[13]
- Consommation d'énergie pour free cooling à partir de sondes géothermiques : 10% de l'énergie fournie.
- Rendement chaudière gaz : 0.9.
- SEER compresseur pour la production de froid : 5 pour le scénario selon Minergie® et 5,5 pour le scénario selon Minergie-P®.

7.2 Scénario 1 : Minimum légal

Ce scénario représente le minimum légal que le maître d'ouvrage est tenu de respecter, soit une enveloppe permettant de consommer 20% d'énergie utile de chauffage de moins qu'un bâtiment répondant aux valeurs limites de la norme 380/1, et dont 30% des besoins d'ECS sont couverts par des panneaux solaires thermiques. Le reste des besoins de chaleur peut être couvert par une chaudière à gaz.

Comme on peut le voir en comparant les besoins de chauffage entre le Tableau 4 et le Tableau 5, le scénario selon Minergie® permettrait une économie en besoins de chauffage de 32,5% (en effet (2 839- 1 916) / 2 839 = 0,325). Cette économie est possible grâce à une meilleure enveloppe, mais aussi grâce à la ventilation contrôlée. Il est donc possible d'implémenter un scénario comprenant des panneaux solaires thermiques et une chaudière à gaz. La puissance de la chaudière, environ 2 MW pour le cas selon Minergie®[14], dépassant le seuil de 1 MW, il faudrait cependant, selon la loi genevoise, vérifier qu'il ne serait pas possible de mettre un CCF à la place de la chaudière. Or pour qu'un CCF soit rentable, il faudrait qu'il tourne au minimum 5'000 heures par année. Ceci serait faisable si l'intégralité des 70% restant de l'ECS (30% étant générés par les panneaux solaires thermiques) était produite chaque jour durant 14 heures/jour. On obtient ainsi une taille de CCF de 138 kW_{th}, soit environ 80 $kW_{él}$.

[12] Dans les calculs, on n'a considéré que 95% de ce rendement, afin de tenir compte en partie du pompage de l'eau qui doit être acheminée du réseau au PLQ.

[13] Dans les calculs, on n'a considéré que 90% de ce rendement, afin de tenir compte en partie du pompage de l'eau glycolée dans les sondes et entre les sondes et les collecteurs.

[14] Le cas selon Minergie-®P n'est pas considéré ici, car il ne serait pas possible de répondre aux exigences selon Minergie-P® avec une chaudière à gaz.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Ceci étant, si théoriquement les CCF se justifient, pratiquement des expériences faites dans d'autres pays européens montrent qu'elles peuvent poser des problèmes. En effet, lorsqu'on installe un CCF 80 $kW_{él}$, parallèlement à une chaudière de plus de 1 MW_{th}, la tendance est d'utiliser autant que possible la chaudière et de négliger le CCF. En effet, l'utilisation d'un CCF est quelque peu plus complexe que l'utilisation d'une chaudière, et donc cette dernière aura toujours la faveur des utilisateurs. De plus, une étude préliminaire menée en Grande-Bretagne sur des CCF allant jusqu'à 25 $kW_{él}$, a démontré que les émissions de CO_2 théoriques sont souvent dépassées pour des CCF de petites tailles, car les utilisateurs ont tendance à oublier que le CCF ne devrait pas être enclenché et arrêté plusieurs fois par jour, qu'il ne doit pas être opéré à des taux partiels trop faibles, ou encore qu'il ne devrait pas être enclenché pour 2-3 heures seulement [8]. Néanmoins, il convient de mentionner également que si le complexe hôtelier comprendra un centre aquatique avec piscine couverte, spas, etc, le CCF pourrait devenir une option intéressante, mais ceci devra être modélisé et vérifié dans une phase plus avancée du projet.

Au vu de ce qui précède, on se limitera ici au scénario sans CCF, le but étant d'avoir le minimum légal comme base, afin de pouvoir mieux situer les autres scénarii. On précisera enfin que, pour le froid, on fait appel dans ce scénario à des groupes froid à compression.

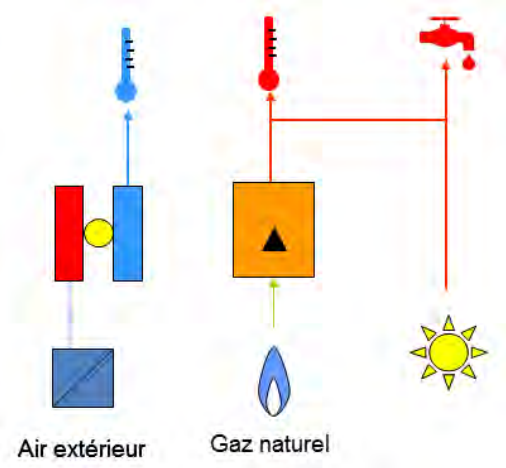


Figure 14 : Scénario « Minimum légal »

Le tableau ci-dessous indique la part des besoins qui peuvent être couverts par les panneaux solaires thermiques. Le tableau indique également la quantité de gaz et d'électricité qui est requise.

	Minergie®
Besoins de chaleur couverts par renouvelables	0%
Besoins d'ECS couverts par renouvelables	30%
Besoins de gaz pour les besoins de chaud [MWh/an]	2 745
Besoins de froid couverts par renouvelables	0%
Besoins de froid à couvrir avec des groupes froid [MWh/an]	1 233
Electricité requise pour groupes froid [MWh/an]	247
Electricité de réseau requise (équipements et groupes froid)	2 757

Tableau 10 : Fraction des besoins d'ECS couverts par les panneaux solaires thermiques dans le cas du scénario « Minimum légal », et besoins de gaz et d'électricité

7.3 Scénario 2 : Eau du lac

Ce scénario représente l'option la plus logique pour le PLQ, eu égard à la mise en place de GeniLac®. Il s'agit de satisfaire les besoins de chaud grâce à une pompe à chaleur utilisant l'eau du lac comme source froide, et de satisfaire les besoins de froid en utilisant l'eau du lac pour faire du free cooling. Des panneaux photovoltaïques peuvent prendre place sur le toit. En revanche, on évitera les panneaux solaires thermiques dès lors que les besoins d'ECS peuvent aisément être satisfaits avec la PAC eau/eau. Le principe du scénario est représenté dans le schéma ci-dessous :

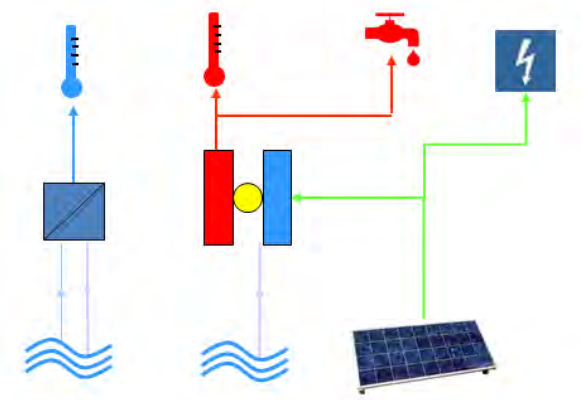


Figure 15 : Scénario « Eau du lac »

Le tableau ci-dessous indique la part des besoins qui peuvent être couverts par l'eau du lac. Le tableau indique également la quantité d'électricité qui serait requise à cet effet, pour faire tourner les PAC et les pompes principales (free-cooling et acheminement de l'eau depuis GéniLac® jusqu'au PLQ). Le tableau indique enfin également la part des besoins électriques, selon le Tableau 5 et le Tableau 6, qui pourraient être couverts par les panneaux photovoltaïques, si l'ensemble des toitures disponibles étaient recouverts.

	Minergie®	Minergie-P®
Besoins de chaleur couverts par renouvelables	100%	100%
Besoins d'ECS couverts par renouvelables	100%	100%
Besoins de froid couverts par renouvelables	100%	100%
Electricité requise pour PAC et free-cooling [MWh/an]	705	601
Besoins d'électricité des équipements (hors PAC et pompes) couverts par les panneaux PV	28%	31%
Electricité de réseau requise (équipement, PAC et pompes) si PV [MWh/an]	2 504	2 218
Electricité de réseau requise (équipements, PAC et pompes) si pas de PV [MWh/an]	3 215	2 929

Tableau 11 : Fraction des besoins couverts par l'eau du lac (et les panneaux photovoltaïques) dans le cas du scénario « Eau du lac », et besoins d'électricité

On constate qu'au niveau des besoins thermiques, l'intégralité des besoins peuvent être couverts, et qu'il n'est donc pas nécessaire de recourir à un appoint. En revanche, en ce qui concerne les besoins électriques, une quantité considérable doit être achetée, notamment pour les PAC et les pompes principales. Enfin, on rappellera que si ce scénario est choisi, il faudra trouver une solution intermédiaire avec SIG, le temps que la station de pompage du Vengeron se mette en place.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

7.4 Scénario 3 : Géothermie

La mise en place d'un scénario à base de sondes géothermiques s'avère très complexe, et ce pour les raisons suivantes :

1. nombre élevé de sondes,
2. recharge du terrain,
3. multiplication des technologies à mettre en place.

Ceci étant, les principales caractéristiques d'un tel scénario sont malgré tout données ci-après, car il n'y a pas de raison objective, à ce stade, pour l'exclure complètement.

Avec les 153 sondes admissibles, selon Minergie® par exemple, les besoins de chauffage pourraient juste être satisfaits (pour autant que les bâtiments ne consomment pas plus que les valeurs indiquées dans ce rapport, valeurs qui ne sont pas basées sur des modélisations détaillées). En admettant que le terrain soit propice à une recharge à 60%, on pourra de plus satisfaire 57% des besoins de froid en termes d'énergie. En termes de puissance, il faudrait cependant plus que 153 sondes pour le froid. Il faudra donc un groupe froid. Il faudra aussi compléter l'installation avec des panneaux solaires thermiques et une chaudière à gaz pour l'ECS, ce qui aura pour effet de complexifier davantage encore l'installation thermique. Enfin, les panneaux solaires thermiques ne nécessitant pas toute la surface de toiture, on pourra de plus, si souhaité et en option, compléter les surfaces de toit laissées libres, avec des panneaux photovoltaïques (les panneaux photovoltaïques auraient l'avantage, de pouvoir fournir de l'électricité aux groupes froid au moment où ceux-ci en ont le plus besoin, à savoir en été). Ces panneaux photovoltaïques pourront servir aussi bien les technologies satisfaisant les besoins thermiques (comme sur la figure ci-dessous), ou tout autre équipement.

La figure ci-dessous schématise ce scénario :

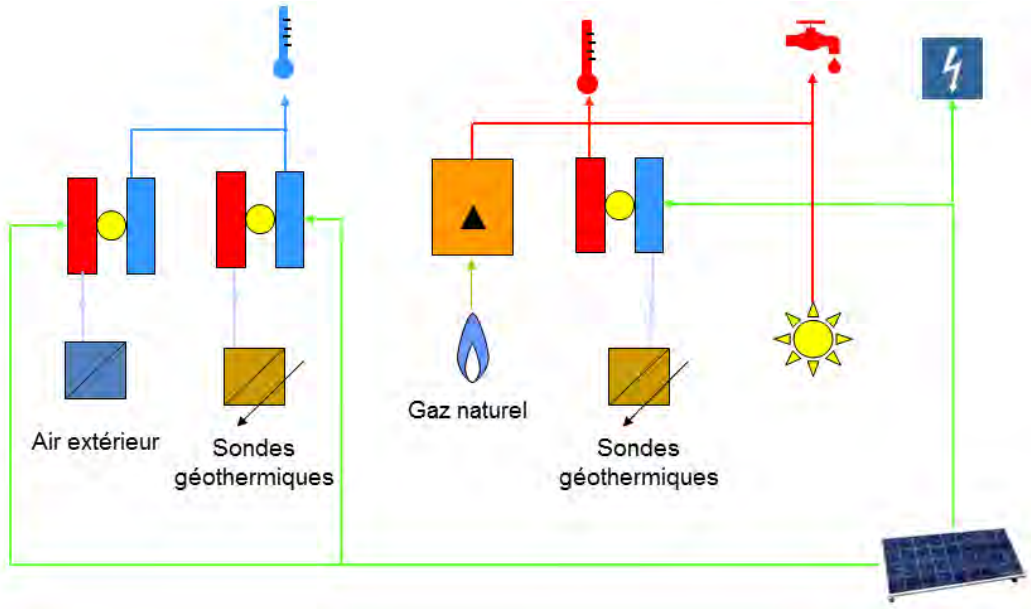


Figure 16 : Scénario « Géothermie »

Les principales valeurs relatives à ce scénario sont données dans le tableau ci-dessous. On a également donné les valeurs relatives à des constructions selon Minergie-P®, même si le fait d'avoir une chaudière à gaz n'est pas cohérent avec Minergie-P®. Pour calculer ces valeurs, on a fait l'hypothèse que les sondes ne couvraient aucun besoin d'ECS (même dans le scénario Minergie-P®). En effet, même dans le scénario selon Minergie-P®, il n'y aurait pas la place pour mettre le nombre de sondes suffisant pour couvrir l'intégralité des besoins d'ECS.

	Minergie®	Minergie-P®
Besoins de chauffage couverts par renouvelables (sondes)	78%	100%
Besoins d'ECS couverts par renouvelables (solaire thermique)	60%	60%
Besoins de froid couverts par renouvelables (sondes)	57%	49%
Besoins d'ECS à couvrir avec du gaz [MWh/an]	474	474
Besoins de chauffage à couvrir avec du gaz [MWh/an]	415	0
Besoins de froid à couvrir avec des groupes froid [MWh/an]	529	634
Electricité requise pour PAC, free-cooling et groupes froid [MWh/an]	642	494
Besoins d'électricité des équipements (hors PAC, pompes et groupes froid) couverts par les panneaux PV	20%	21%
Electricité de réseau requise (équipement, PAC, pompes et groupes froid) si PV [MWh/an]	2 652	2 323
Electricité de réseau requise (équipements, PAC, pompes et groupes froid) si pas de PV [MWh/an]	3 152	2 823
Gaz requis - énergie finale [MWh/an]	988	526

Tableau 12 : Fraction des besoins couverts par la géothermie et les panneaux solaires thermiques (et les panneaux photovoltaïques le cas échéant) dans le cas du scénario « Géothermie » ; besoins d'électricité et de gaz

7.5 Comparaison quantitative des scénarios

Dans cette section, les différents scénarios sont comparés d'un point de vue quantitatif. Etant donné que le "mix électrique" genevois (offre SIG vitale bleue) est considéré comme renouvelable, la comparaison des scénarii du strict point de vue de leur part de renouvelable est loin d'être suffisante. Le choix a donc été fait de les comparer en fonction de la contribution des énergies renouvelables et locales à la satisfaction des besoins thermiques du périmètre, de la quantité d'électricité ou de gaz qu'il faut importer du réseau, des émissions de CO_2 [13] et de la consommation d'énergie primaire [13]. Précisons que pour l'électricité, le tableau indique la quantité à importer pour satisfaire aussi bien les besoins liés aux équipements que les besoins liés aux PAC, groupes froids et pompes.

Les critères de comparaison et les valeurs relatives sont donnés dans le tableau ci-dessous :

	Scénario gaz		Scénario Lac avec PV		Scénario Lac sans PV		Scénario Géothermie avec PV		Scénario Géothermie sans PV	
	Minergie®	Minergie-P®	Minergie®	Minergie-P®	Minergie®	Minergie-P®	Minergie®	Minergie-P®	Minergie®	Minergie-P®
Contribution des ressources renouvelables à la satisfaction des besoins thermiques (sans compter l'électricité pour PAC, pompes et groupes froid)	8%	N.A.	100%	100%	100%	100%	67%	70%	67%	70%
Electricité importée [MWh/an]	2 757	N.A.	2 504	2 218	3 215	2 929	2 652	2 323	3 152	2 823
Gaz importé [MWh/an]	3 050	N.A.	0	0	0	0	988	526	988	526
Emissions de CO_2 [ton/an]	912	N.A.	160	141	205	187	407	275	439	307
Energie primaire [MWh/an]	7 354	N.A.	4 674	4 275	4 485	4 086	5 665	4 675	5 533	4 543

Tableau 13 : Critères de comparaison quantitatifs

Sans surprise, c'est le scénario faisant appel à l'eau du lac qui obtient les meilleures performances (plus faible recours à l'électricité importée du réseau, et pas de recours au gaz naturel). Ceci n'est pas surprenant, étant donné que c'est le seul scénario dans lequel l'ensemble des besoins thermiques peut être satisfait par de l'énergie renouvelable. De plus, le rendement des systèmes basés sur des PAC eau/eau étant meilleur que celui des systèmes basés sur des PAC sol/eau, le scénario basé sur l'eau du lac bénéficie d'un atout supplémentaire par rapport au scénario basé sur les sondes géothermiques.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

En ce qui concerne la pose de panneaux photovoltaïques, elle peut réduire les émissions de CO_2 mais elle augmente la consommation d'énergie primaire[15].

En conclusion, selon les critères quantitatifs, le scénario « Eau du lac » est le plus performant.

7.6 Comparaison qualitative des scénarios

Une comparaison qualitative est également utile. Le tableau suivant récapitule ainsi les principaux avantages et inconvénients de chaque scénario.

Scénario	Avantages	Inconvénients
« Minimum légal »	Facilité de mise en œuvre	Recours aux énergies fossiles impliquant notamment des incertitudes tarifaires et des émissions de CO_2.
« Eau du lac »	Facilité de mise en œuvre Effet « marketing » non négligeable	Potentiel délai de 1-2 année(s) environ entre la livraison du complexe et la mise en place de GeniLac®, impliquant la mise en place de solutions transitoires
« Géothermie »	Mise en place possible dans les délais, pour la livraison du complexe	Système « usine à gaz » très complexe et donc plus facilement faillible Très grande taille du champ de sondes, ne bénéficiant d'aucun retour sur expérience Proximité du lac pouvant générer des problèmes lors de la pose de sondes

Tableau 14 : Critères de comparaison qualitatifs

Selon les critères qualitatifs, les scénarii « Minimum légal » et « Eau du lac » présentent l'avantage non négligeable de la facilité de mise en œuvre et donc d'une meilleure garantie de fonctionnement. Le scénario « Eau du lac » présente cependant l'inconvénient du délai de mise en œuvre qui pousse à devoir trouver une solution transitoire. Un premier contact avec SIG en date du 10 juin a cependant montré que SIG était prêt à s'associer au projet de Champ-du-Château pour trouver une solution transitoire la plus cohérente possible. D'autre part, si par un malheureux concours de circonstances la station de pompage du Vengeron ne devait pas se faire[16], il serait toujours possible de recourir à la conduite momentanément désaffectée de Bellevue. En effet, l'étude de la remise en fonction de cette conduite est déjà à l'ordre du jour pour SIG.

En conclusion, le scénario « Eau du lac » est le plus logique et donc le scénario recommandé. Quant au scénario « Géothermie » il est déconseillé.

[15] Cette apparente contradiction vient des facteurs d'énergie primaire du CT 2031, qui sont très élevés pour l'électricité photovoltaïque.

[16] Précisons que, selon SIG, ce cas de figure est très improbable vu le niveau d'avancement des travaux chez SIG.

8 Mesures, infrastructures et équipements à préciser

Selon les sections 7.5 et 7.6, le scénario « Eau du lac » est le scénario recommandé aussi bien selon les critères quantitatifs que qualitatifs.

Ce scénario se matérialisera par les équipements et infrastructures suivants à prévoir :

- Réservations d'espaces en toitures (90% des toitures des bâtiments A1, B, C, D) pour les panneaux solaires PV permettant de couvrir les besoins électriques des PAC et une partie des autres équipements électriques[17].
- Un local technique pour deux PAC centrales (puissance totale de 2 MW dans le cas de Minergie®, 1.6 MW dans le cas de Minergie P®).
- Les sous-stations par bâtiment permettant de distribuer localement la chaleur et le froid.
- Le réseau primaire alimentant les PAC centrales par GeniLac® se situant de préférence au niveau des voies de circulation.
- Le réseau secondaire reliant les PAC centrales aux sous-station se situant également au niveau des voies de circulation.

La Figure 17 résume l'emplacement de ces équipements, en indiquant un ordre de grandeur des surfaces nécessaires pour les locaux techniques (PAC centrales et sous-station), tiré des normes SIA 382/1 et SIA 384/1. A noter que l'emplacement des locaux techniques dans le sous-sol (1er niveau) tient compte des indications données par le plan des sous-sol (Plan 1201.PLQ.4b établi par le bureau Favre & Guth architectes ingénieurs et associés).

[17] Rappelons que ces panneaux sont optionnels et les réservations relatives à ces panneaux données à titre indicatif.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

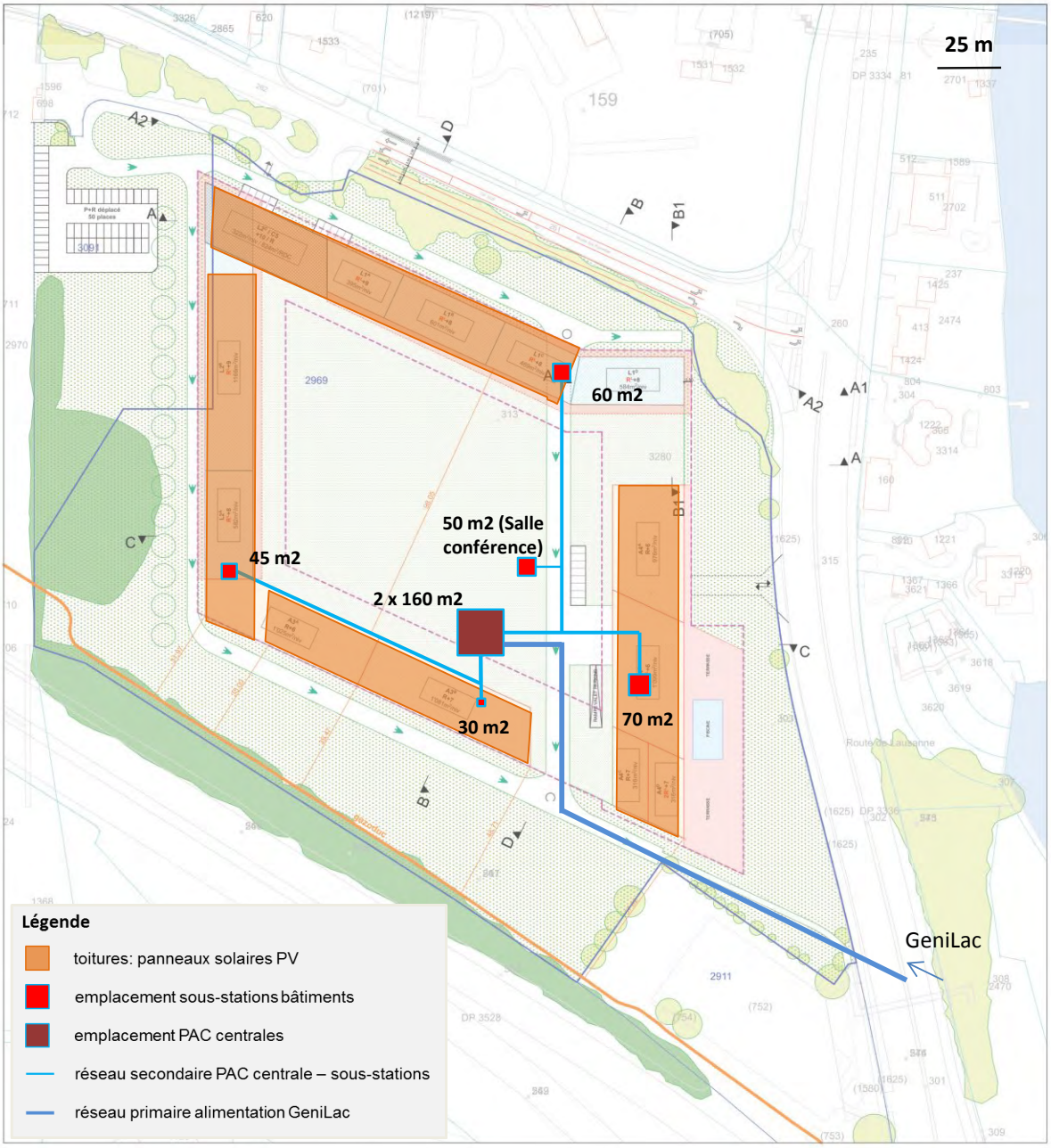


Figure 17 : Schéma de réservation des équipements et infrastructures énergétiques pour le scénario « Eau du lac »

La Figure 18 résume l'emplacement des équipements dans le cas du scénario « Géothermie ». Comme pour le scénario « Eau du lac », les bâtiments sont alimentés en chauffage par une PAC centralisée. Il s'agit en outre de prévoir un réseau reliant les sondes et centralisant ainsi la chaleur et le froid collectés. Les toitures combinent panneaux solaires thermiques (60% ECS) et PV. Les sous-stations des bâtiments de logement (A) et de l'hôtel (D) impliquent l'installation de chaudières à gaz pour l'ECS en complément du solaire thermique.

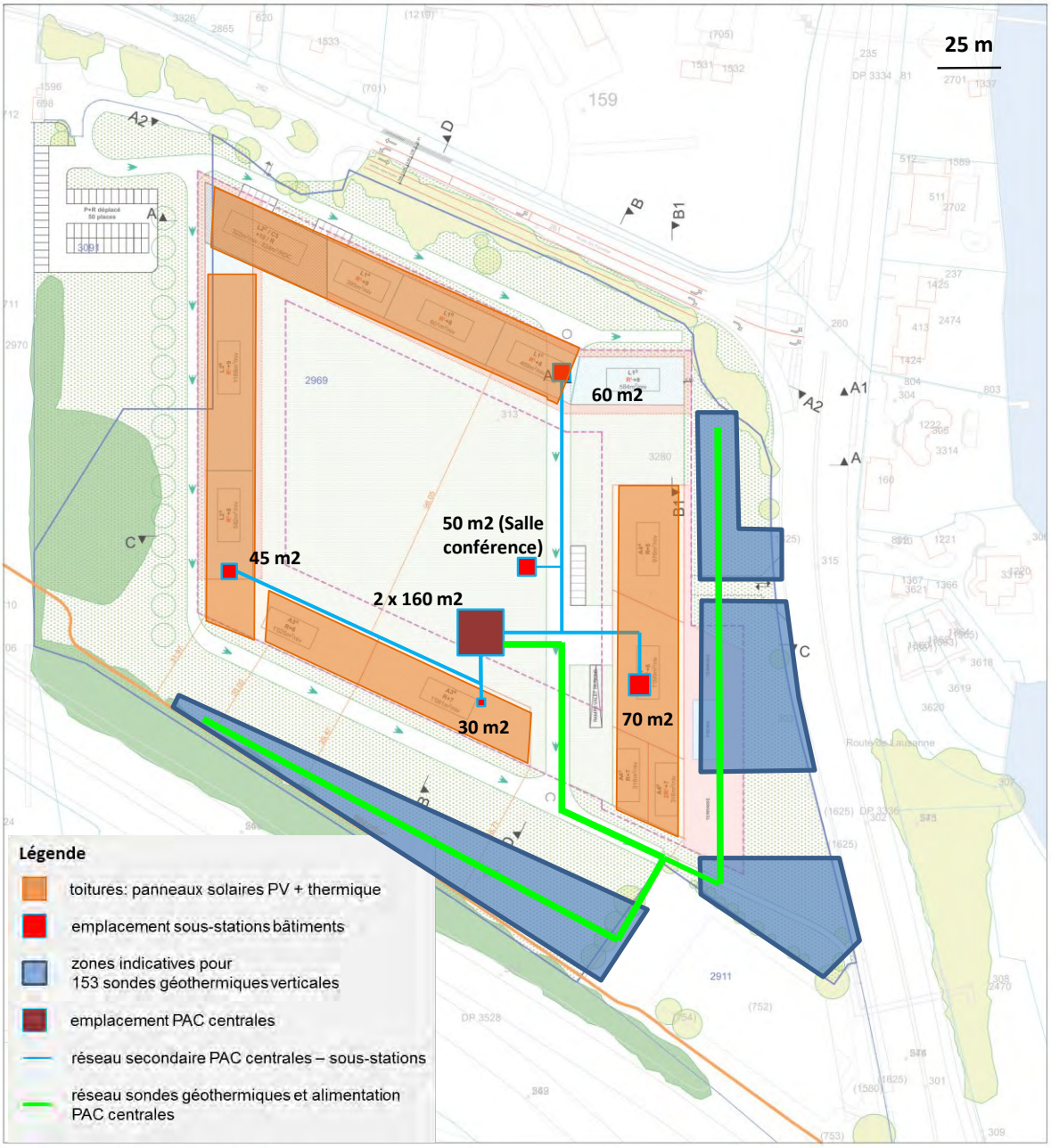


Figure 18 : Schéma de réservation des équipements et infrastructures énergétiques pour le scénario « Géothermie »

La Figure 19 résume l'emplacement des équipements dans le cas du scénario « Minimum légal » basé sur le gaz, les groupes froids et le solaire thermique (30% ECS) dont les capteurs sont situés uniquement sur les toitures des bâtiments de logement (A1) et de l'hôtel (D). L'ordre de grandeur des surfaces nécessaires pour les locaux techniques (chaudières à gaz et groupes-froid) est tiré des normes SIA 382/1 et SIA 384/1.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

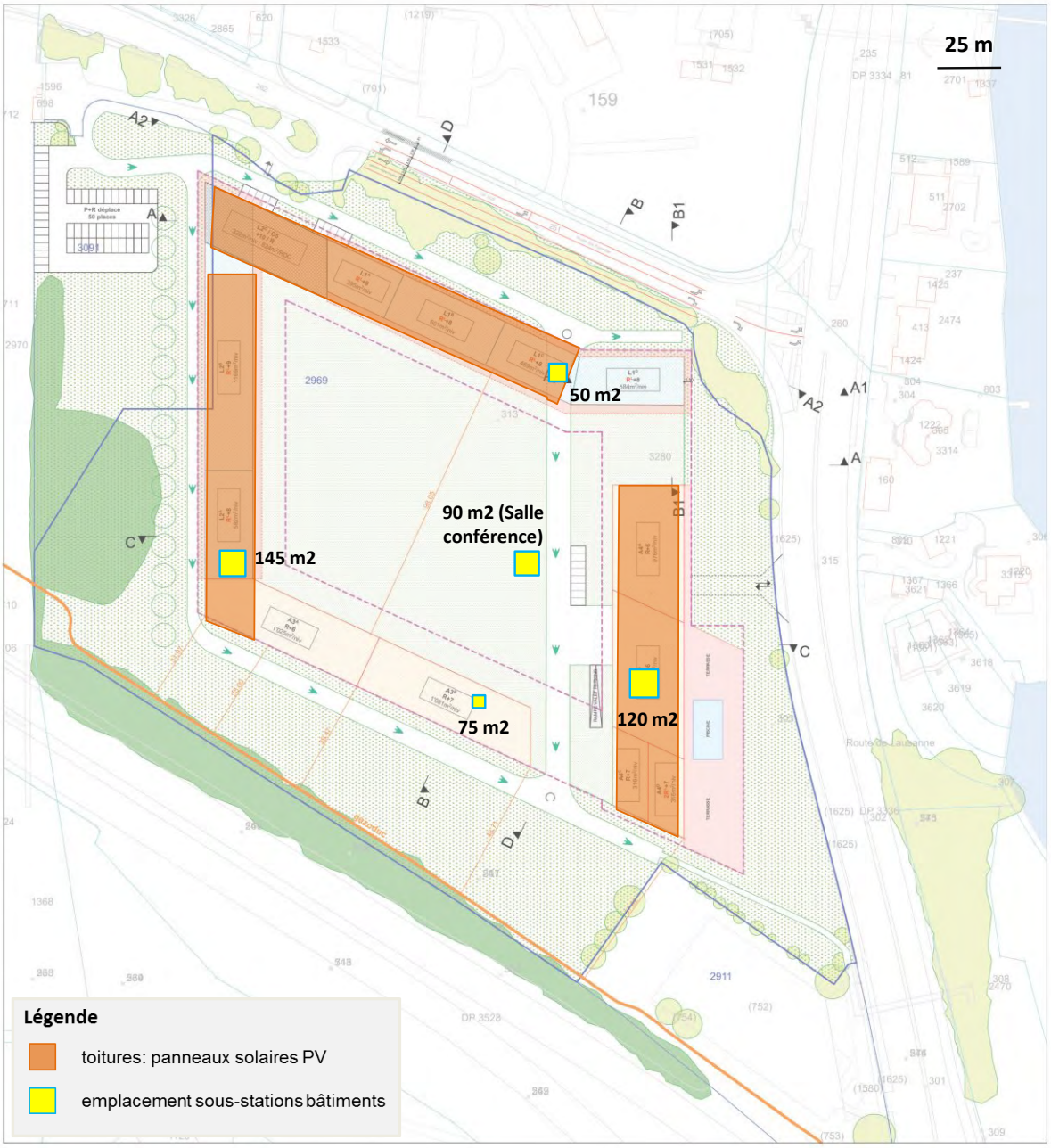


Figure 19 : Schéma de réservation des équipements et infrastructures énergétiques pour le scénario « Minimum légal »

Références

[1] http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php, accédé le 12 juillet 2013.

[2] http://www.viessmann.ch/de/services/toolbox/interaktive_programme/esop-online.html, accédé le 12 juillet 2013.

[3] *Dimensionnement de sondes géothermiques pour le chauffage et le rafraîchissement*, Prof. Daniel Pahud, Cours donné le 16 juin 2001 à l'UNIGE.

[4] Voir notamment : Canton de Genève, Plan de gestion des déchets du canton de Genève 2009-2012, 56 p.

[5] http://www.wind-data.ch/windkarte/index.php?lng=fr, accédé le 15.07.2013.

[6] Communication personnelle SIG

[7] PAC à haute température – Etat de l'art, Amstein+Walthert, Weber C., Mai 2012 (Etude réalisée sous mandat SIG).

[8] *The Carbon Trust's Small*-Scale *CHP field trial update*, Carbon Trust UK, November 2005.

[9] *Chauffer et rafraîchir grâce aux eaux usées – Guide pour les maîtres d'ouvrage et les communes*, SuisseEnergie.

[10] http://www.trinkwasser.ch/fr/, accédé le 04.03.2011.

[11] *Kriteiren für « Best-Practice » von verschiedenen Wärmepumpen-Systemen*, Hubacher P., Rognon F., 19. Tagung des Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte des Bundesamts für Energie, 26. Juni 2013, Burgdorf.

[12] Communication personnelle donnée lors du cours sur la Géothermie, Journée Romande de la Géothermie, Yverdon, 29 novembre 2011.

[13] *SIA CT 2031*, édition 2009.

© AMSTEIN + WALTHERT - GENEVE

Annexe 5.2 :

Analyse acoustique des niveaux sonores en façade du PLQ (Acouconsult, mai 2016)

Acoustique Architecturale
& Bruits de l'Environnement
Robert Beffa & collaborateurs
1207 GENEVE • 4 rue de l'Avenir
Téléphone (+41) 022 786 31 77
Télécopie (+41) 022 786 32 56
contact@acouconsult.ch
TVA n° CHE - 114. 034. 247

Genève le 9 mai 2016

Association Construction Perret SA / Comptoir Immobilier
Projet Champ du Chateau

Pour adresse: **CONSTRUCTION PERRET SA**

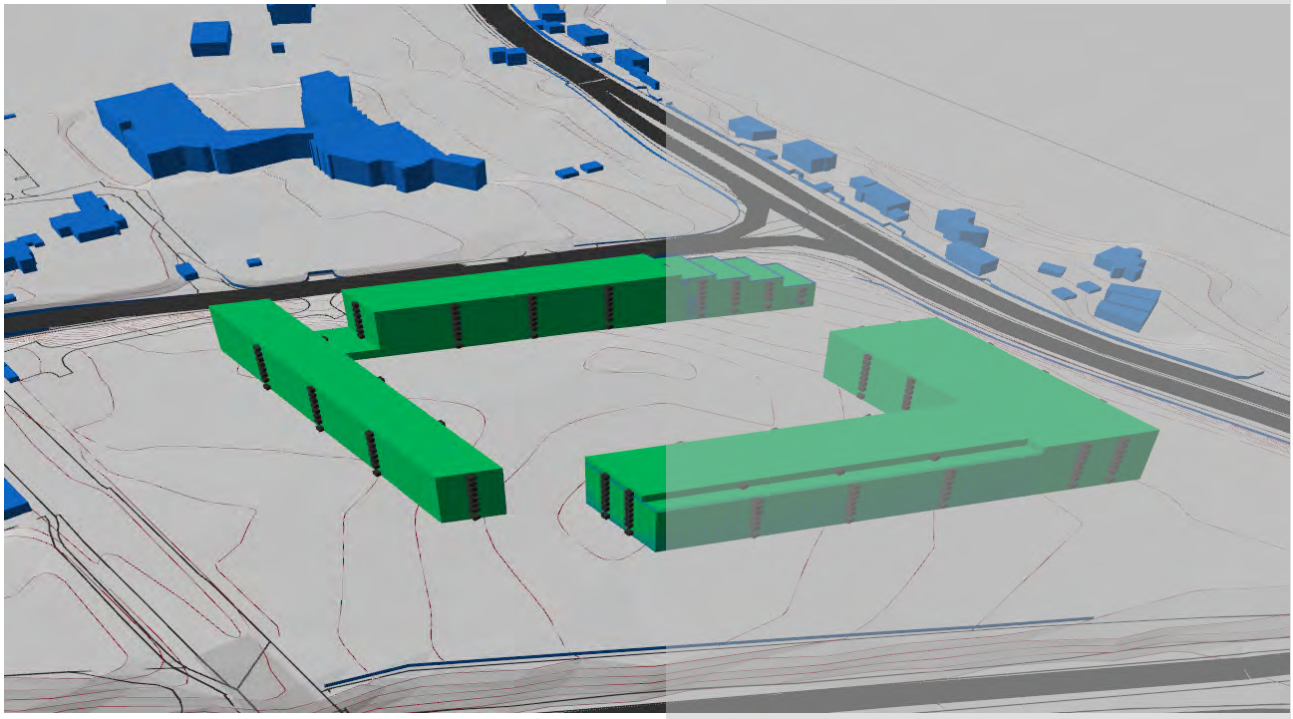
38 Route du Bois de Bay

1242 SATIGNY

A l'attention de Mr SAUTIER

n/réf : 216.2495 / AL
Objet : Champ du Château : Analyse acoustique des niveaux sonores en façade du PLQ

CHAMP DU CHATEAU
Bellevue



Niveaux sonores en façade
Evaluations relatives aux bruits routier et ferroviaire :
- aspect réglementaire,
- évaluation des niveaux d'exposition en façade du projet

SOMMAIRE

1. MANDAT 3

2. EXIGENCES REGLEMENTAIRES – ORDONNANCE SUR LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT 3

2.1 Degré de sensibilité de la parcelle 3
2.2 Valeurs limites applicables 3
2.3 Annexe 3 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier 3
2.4 Annexe 4 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic ferroviaire 3
2.5 Annexe 5 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic aérien 3

3. PRESENTATION DU PROJET 4

4. METHODE EMPLOYEE POUR DETERMINER LES NIVEAUX SONORES 4

4.1 Eléments pris en compte 4
4.2 Paramètres influençant la propagation acoustique étudiée 5
4.3 Précision du modèle 5
4.4 Calage du modèle – Bruit du trafic routier 5
4.5 Points de calcul [Annexe 2] 5

5. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT ROUTIER 5

5.1 Bâtiment L1 – Logements 6
5.2 Bâtiment A3 – Activités / Commerces 6
5.3 Bâtiment L2 – Logements 6
5.4 Bâtiment A4 – Activités 7
5.5 Bâtiment A5 – Hôtellerie (ou Activités) 7
5.6 Remarques importantes pour la suite du développement du projet 8

6. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT DU CHEMIN DE FER 8

7. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN 8

8. QUESTION DES AMBIANCES 9

9. CONCLUSIONS 10

1. MANDAT

Suite au préavis environnemental et technique envoyé pour le Rapport d'Enquête Préliminaire (REP), et plus spécialement suite aux demandes faites par le SABRA relativement à la problématique bruit, ainsi qu'aux changements demandés par la commune de Bellevue, l'Association Construction Perret SA / Comptoir Immobilier nous a mandaté afin de pouvoir déterminer de manière plus précise les niveaux sonores en façade des bâtiments du PLQ.
Ce nouveau rapport intègre les modifications de charges de trafic pour les situations 2015 et 2020, disponibles dans le rapport du mois d'avril 2016 du bureau CITEC.

2. EXIGENCES REGLEMENTAIRES – ORDONNANCE SUR LA PROTECTION CONTRE LE BRUIT

L'Ordonnance sur la Protection contre le Bruit fixe les niveaux limites à ne pas dépasser au milieu des fenêtres ouvertes **des locaux à usage sensible au bruit** (chambres, séjours, etc.). Si ces valeurs sont dépassées, des mesures constructives (typologie, mesures de protection à la source, etc.) doivent être prises afin de protéger les pièces sensibles. Cependant, les exigences fixées par l'OPB ne sont pas applicables aux espaces extérieurs (jardin, terrasse, etc.).

Dans notre cas, les constructions sont concernées par trois sources de bruit (déjà existantes) : **trafic routier, trafic ferroviaire et trafic aérien**.

2.1 *Degré de sensibilité de la parcelle*

Sur la base des informations disponibles sur le guichet cartographique du canton de Genève, la parcelle sera située en degré de sensibilité au bruit **DS III.**

Remarque : la répartition des affectations du PLQ assurera la mixité entre logements et activité (41% de logements et de 59% d'activités), ce qui permet la conservation en DSIII de ce PLQ

2.2 *Valeurs limites applicables*

Le projet se situe sur une nouvelle zone à bâtir (actuellement, la majeure partie du terrain est classée en zone agricole), qui est déjà exposée au bruit. Dans ce cas, l'article 29 de l'OPB est alors applicable, ce qui implique que les **Valeurs de Planification (VP)** doivent être respectées pour l'ensemble du projet.

2.3 *Annexe 3 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier*

Les exigences fixées par l'OPB (Annexe 3, bruit routier) sont les suivantes :

Degré de sensibilité (DS)	**Valeurs de Planification (VP)**	
	Jour*	Nuit**
III – *Logements*	$L_r \leq 60$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)
III – *Locaux d'exploitation*	$L_r \leq 65$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)

**période de jour : 06h00 / 22h00* ***période de nuit : 22h00 / 06h00*

2.4 *Annexe 4 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic ferroviaire*

Les exigences fixées par l'OPB (Annexe 4, bruit des chemins de fer) sont identiques que celles définies pour l'annexe 3, y compris pour les horaires de périodes Jour et Nuit.

2.5 *Annexe 5 relative aux valeurs limites d'exposition au bruit du trafic aérien*

Les exigences fixées par l'OPB (Annexe 5, bruit du trafic aérien) sont les suivantes :

Degré de sensibilité (DS)	**Valeur Limite d'Immission (VLI)**			
	Période 5h-6h	Période 6h-22h	Période 22h-23h	Période 23h-24h
III – *Logements*	$L_r \leq 50$ dB(A)	$L_r \leq 60$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)	$L_r \leq 50$ dB(A)
III – *Locaux d'exploitation*	$L_r \leq 55$ dB(A)	$L_r \leq 65$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)	$L_r \leq 55$ dB(A)

3. PRESENTATION DU PROJET

Le projet tel que prévu contient deux immeubles de logements (bâtiments L1 et L2), un immeuble destiné à des activités type mini-supermarché (bâtiment A3), un immeuble d'activités (bâtiment A4), ainsi qu'un immeuble destiné à un projet d'hôtellerie voire d'activités (bâtiment A5).

Concernant les bâtiments L1 et L2, il est prévu la possibilité de construire des balcons, avec une emprise comprise entre 2 et 3 m, et un garde-corps de 1 m de haut.

4. METHODE EMPLOYEE POUR DETERMINER LES NIVEAUX SONORES

Un contrôle des niveaux sonores en façade, notamment pour le bruit routier et le bruit ferroviaire étant nécessaire, le choix de réaliser une modélisation acoustique du projet a été pris.
Cette solution permet d'apporter une réponse plus précise quant aux façades exposées au bruit (calcul des niveaux sonores par bâtiment et par étage), et permettra de déterminer différentes stratégies de protection vis-à-vis du bruit.

4.1 *Eléments pris en compte*

Les éléments suivants ont été pris en compte dans le modèle de calcul :

- **Topographie** : La zone étudiée a été modélisée sur la base des données disponibles sur le guichet cartographique du canton de Genève, ainsi que sur la base de compléments fournis par un géomètre pour la parcelle concernée.

- **Bâtiments** : Les immeubles projetés ont été modélisés sur la base des plans et coupes transmis par l'architecte. Les bâtiments existants ont été modélisés sur la base du plan cadastral (hauteur déterminée sur la base des informations disponibles auprès du SITG). *Les garde-corps sont considérés comme des garde-corps pleins (vitrage ou opaque).*
- **Sources sonores - Routes** : Les charges de trafic ont été prises dans le rapport du 29 avril 2016 du bureau CITEC. Les charges de trafic prises en compte sont données en annexe 1 de ce rapport. De plus, le revêtement de la Route des Romelles a été remplacé par un revêtement phonoabsorbant de type Sapaphone 4, pour lequel l'efficacité acoustique sur le long terme a été prise en compte (gain de 1 dB(A)).
- **Sources sonores - Trains** : Les hypothèses relatives au trafic ferroviaire sont prises sur la base du cadastre des émissions 2015, émis par les CFF pour chaque tronçon de rail. L'hypothèse relativement à l'émission a été de considérer que la valeurs $L_{r,e}$ fournie correspond à un tronçon de 1 m de rail (équivalence L_w/m).

4.2 *Paramètres influençant la propagation acoustique étudiée*

Le modèle de calcul permet de prendre en compte l'influence de différents éléments, notamment :

- Atténuation pour la distance,
- Réflexions,
- Absorption des différentes surfaces (sol, bâtiments, murs, etc.),
- Effet de sol,
- Effets d'écran produits par les bâtiments, les obstacles naturels et construits.

4.3 *Précision du modèle*

La marge d'incertitude est estimée à ± 2 dB. Malgré cette incertitude non négligeable, il faut relever que les résultats peuvent parfaitement être comparés entre eux avec une marge moindre. Les résultats sont donnés à 0.1 dB près uniquement pour d'éventuelles comparaisons entre les différentes situations de calcul.

4.4 *Calage du modèle – Bruit du trafic routier*

Le modèle de calcul a été calé sur la base des valeurs d'immission disponibles sur le guichet cartographique de l'état de Genève (bruit du trafic routier pour les logements soumis au bruit des 3 routes prises en compte pour ce projet). Le calage a été effectué à ± 1 dB(A) pour les récepteurs choisis.
Remarque : Les données pour les récepteurs situés à la Route des Romelles correspondent à la situation avant la réalisation de la piste cyclable et le changement du revêtement routier.

4.5 *Points de calcul [Annexe 2]*

Pour l'ensemble des bâtiments du PLQ, les évaluations ont été effectuées au milieu de chaque façade, pour chaque bâtiment, et pour chaque étage (1.5 m par rapport au niveau de l'étage).

La présentation des résultats se fera, premièrement par bâtiment, puis par façade et enfin par étage.

5. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT ROUTIER

Un tableau de résultats complet est disponible en annexes 3 et 4 de ce rapport, avec les deux années de référence pour les charges de trafic (2015 et 2020).
Deux variantes ont été calculées relativement au bruit routier :

- Variante 1 : PLQ sans les balcons
- Variante 2 : PLQ avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution (bâtiments L1 et L2)

Remarque préalable : La réalisation de balcons nécessite la mise en œuvre d'absorption en sous-face de dalles, pour être réellement efficaces. C'est sur cette base que nous avons effectué nos évaluations.

Les résultats donnent les informations suivantes, pour les différents bâtiments :

5.1 *Bâtiment L1 – Logements*

Remarque préalable : *Le rez-de-chaussée est considéré comme un étage d'activités, donc avec des valeurs limites définies pour des locaux d'exploitation.*

5.1.1 Charges de trafic 2015

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :
Le bâtiment L1 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur l'ensemble de ses façades, hormis sa façade Ouest, avec des dépassements pouvant aller jusque 9 dB(A) de Nuit pour la façade Est (côté Route de Lausanne).

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :
On observerait une nette amélioration de la situation (passage de 54 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 14 récepteurs pour cette variante). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés majoritairement sur la façade Est et en tête de bâtiment côté Est (avec plus de dépassements observés pour la façade Nord que la façade Sud). Elle présente un dépassement maximum de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Optimisation du projet :
Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements situés en tête de bâtiment côté Est, de telle manière qu'il existe au moins un ouvrant protégé (sans dépassement des VP) pour ces pièces spécifiques.

5.1.2 Charges de trafic 2020

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :
Le bâtiment L1 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur l'ensemble de ses façades, hormis sa façade Ouest, avec des dépassements pouvant aller jusque 10 dB(A) de Nuit pour la façade Est (côté Route de Lausanne).

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :
On observerait une nette amélioration de la situation (passage de 57 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 16 récepteurs pour cette variante). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés majoritairement sur la façade Est et en tête de bâtiment côté Est (avec plus de dépassements observés pour la façade Nord que la façade Sud). Elle présente un dépassement maximum de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Optimisation du projet :
Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements situés en tête de bâtiment côté Est, de telle manière qu'il existe au moins un ouvrant protégé (sans dépassement des VP) pour ces pièces spécifiques.

5.2 *Bâtiment A3 – Activités / Commerces*

5.2.1 Charges de trafic 2015

Aucun dépassement des Valeurs de Planification n'est observé.

5.2.2 Charges de trafic 2020

Malgré l'augmentation de trafic prévisible pour la situation 2018, aucun dépassement des Valeurs de Planification n'est observé.

5.3 *Bâtiment L2 – Logements*

Remarque préalable : *Le rez-de-chaussée est considéré comme un étage d'activités, donc avec des valeurs limites définies pour des locaux d'exploitation.*

5.3.1 Charges de trafic 2015

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :
Le bâtiment L2 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur la quasi-totalité des étages des façades Nord et Sud, ainsi que des dépassements sur la façade Ouest (côté Train).
Aucun dépassement n'est observé pour la façade Est, se trouvant à l'intérieur du PLQ.

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :

On observerait une amélioration de la situation (passage de 24 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 12 récepteurs pour cette variante). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés sur la façade Sud (autoroute), ainsi que pour les points de la façade Ouest situés également proches de l'autoroute. Le dépassement maximal observé serait alors de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Optimisation du projet :
Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements favorisant les pièces non-sensibles (Cuisines non-habitables, salles de bain et WC) sur la façade Ouest, ou favoriser des pièces traversantes.
Cependant, en considérant que la contribution principale des récepteurs en dépassement est l'autoroute, les projets d'assainissement du bruit actuellement en cours d'étude permettront alors vraisemblablement de diminuer voire de respecter les Valeurs de Planification pour la majorité des récepteurs.

5.3.2 Charges de trafic 2020

Variante 1 – Bâtiments sans balcons :
Le bâtiment L2 présente un dépassement des Valeurs de Planification sur la quasi-totalité des étages des façades Nord et Sud, ainsi que des dépassements sur la façade Ouest (côté Train).
Aucun dépassement n'est observé pour la façade Est, se trouvant à l'intérieur du PLQ.

Variante 2 – Bâtiments avec l'ensemble des balcons du périmètre d'évolution :
On observerait une amélioration de la situation (passage de 24 récepteurs en dépassement de nuit pour la variante 1, à 15 récepteurs pour cette variante). Les récepteurs toujours en dépassement sont localisés sur la façade Sud (autoroute), ainsi que pour les points de la façade Ouest situés également proches de l'autoroute. Le dépassement maximal observé serait alors de 3 dB(A) de Jour et de 5 dB(A) de Nuit.

Optimisation du projet :
Afin de permettre le respect des Valeurs de Planification pour l'ensemble des récepteurs, il faudrait alors favoriser une typologie des logements favorisant les pièces non-sensibles (Cuisines non-habitables, salles de bain et WC) sur la façade Ouest, ou favoriser des pièces traversantes.
Cependant, en considérant que la contribution principale des récepteurs en dépassement est l'autoroute, les projets d'assainissement du bruit actuellement en cours d'étude permettront alors vraisemblablement de diminuer voire de respecter les Valeurs de Planification pour la majorité des récepteurs.

5.4 *Bâtiment A4 – Activités*

5.4.1 Charges de trafic 2015

Un dépassement des Valeurs de Planification serait observé uniquement pour la façade Sud , ainsi que pour les étages supérieurs de la façade Ouest. **Un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera donc nécessaire.**
Remarque : La façade la plus exposée au bruit se situant au Sud, les risques de surchauffe seront également à prendre en considération vis-à-vis d'une solution ne permettant pas une ouverture des fenêtres sur cette façade.

5.4.2 Charges de trafic 2020

Malgré l'augmentation de trafic prévisible pour la situation 20120, aucune autre façade supplémentaire n'est soumise à un dépassement des Valeurs de Planification.

5.5 *Bâtiment A5 – Hôtellerie (ou Activités)*

Remarques préalables : *Les études effectuées pour ce bâtiment ont pris comme hypothèse que l'hôtel serait ventilé de manière suffisante, afin de pouvoir le considérer comme un local d'exploitation.*

5.5.1 Charges de trafic 2015

Un dépassement des Valeurs de Planification serait observé pour les façades Est et Sud du bâtiment A5. **Un traitement spécifique relativement à la ventilation (bâtiments sans ouvrants avec ventilation suffisante) et à l'aération des locaux sera donc nécessaire.**
Les façades Nord et Ouest ne présenteraient aucun dépassement des Valeurs de Planification.

5.5.2 Charges de trafic 2020

Malgré l'augmentation de trafic prévisible pour la situation 2020, aucune autre façade supplémentaire n'est soumise à un dépassement des Valeurs de Planification.

5.6 *Remarques importantes pour la suite du développement du projet*

Le Canton était, en mai 2015, en cours d'étude pour l'assainissement de la Route de Lausanne, mais la zone du PLQ est également prise en compte dans un projet d'assainissement réalisé par l'OFROU (Autoroute et Route de Lausanne dans ce secteur). Les valeurs pour 2020 ne tiennent actuellement pas compte des éventuelles modifications et gains pouvant découler de ces projets d'assainissement.

Sur la base du dossier actuellement en cours de validation, nous avons effectué une estimation du gain qui serait possible pour la Route de Lausanne (-4 dB(A) à l'émission), ce qui aurait une influence positive sur les façades Est, Nord et Sud des bâtiments L1 et A4. De plus, aucune évaluation relative à l'amélioration de la situation pour un assainissement de la bretelle d'autoroute n'a également été prise en compte.

Il sera donc important de reprendre, au moment de l'étude du projet de construction, ces évaluations, afin de trouver les solutions optimales pour la protection contre le bruit (vérification des récepteurs sensibles présentant encore un dépassement des Valeurs de Planification, choix de typologies adéquates pour ces cas particuliers ou tout autre solution admissible par le canton), tout en alliant les différentes contraintes architecturales liées à ce site (notamment vue sur le Lac).

6. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT DU CHEMIN DE FER

Un tableau de résultats complet est disponible en annexe 5 de ce rapport, pour la variante sans balcons uniquement.

Les résultats indiquent que les VP sont respectées pour l'ensemble des récepteurs pour cette variante, ce qui implique que la réalisation des balcons ne pourra qu'améliorer l'exposition au bruit des récepteurs.

7. CONTROLE DU RESPECT DES VALEURS LIMITES RELATIVEMENT AU BRUIT DU TRAFIC AERIEN

Les immissions de bruit disponibles sur la parcelle concernée par le PLQ, et fournies par le SABRA dans le préavis environnemental, sont :

	BRUIT DES AVIONS			
	5h - 6h	**6h - 22h**	**22h - 23h**	**23h - 24h**
L_r actuel	-	54-56 dB(A)	45-47 dB(A)	< 45 dB(A)

Le contrôle du respect des exigences OPB pour le bruit du trafic aérien est donc le suivant :

	BRUIT DES AVIONS			
	5h - 6h	**6h - 22h**	**22h - 23h**	**23h - 24h**
Bâtiment L1 *Logement*	-	OK	OK	OK
Bâtiment C5 *Commerces*	-	OK	OK	OK
Bâtiment L2 *Logement*	-	OK	OK	OK
Bâtiment A3 *Activités*	-	OK	OK	OK
Bâtiment A4 *Hôtellerie OU Activités*	-	OK	OK	OK

8. QUESTION DES AMBIANCES

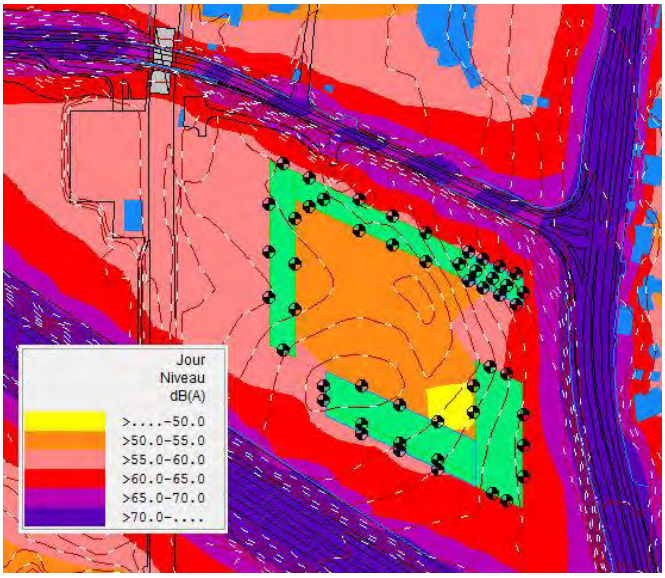
Concernant les espaces extérieurs, aucune exigence n'est légalement applicable. Cependant, et sur demande du SABRA, un contrôle de l'ambiance des espaces extérieurs doit être effectué.

Sur la base des évaluations du niveau sonore calculé pour une hauteur relative de 1.8 m (grille de niveaux sonores ci-dessous), on peut donc observer que les 2 trouées entre les bâtiments (côté autoroute et Route de Lausanne) limitent les effets d'écran apportés par l'ensemble des bâtiments.

Ces espaces extérieurs sont soumis à des niveaux sonores inférieurs à 55 dB(A), sauf aux passages entre les bâtiments (entre 60 et 65 dB(A)).

Ces niveaux sonores sont de 10 à 15 dB(A) en dessous des valeurs proches des axes routiers, ce qui permet de ressentir une différence importante entre ces deux espaces (espace « routier » et espace du PLQ).

Un aménagement paysager adéquat permettra de renforcer cette différenciation entre l'extérieur et l'intérieur de l'îlot. Des lieux d'échange et de repos pourraient être proposés aux usagers dans la zone la plus calme (à l'angle formé par les bâtiments A4 et A5), où les niveaux sont inférieurs à 50 dB(A).



Remarque : pour comparaison, des niveaux sonores proches de 50 dB(A) correspondent à des rues très peu fréquentées ou à un secteur résidentiel, alors que des niveaux sonores proches de 60 dB(A) correspondent à un centre-ville ou à une rue de distribution.

9. CONCLUSIONS

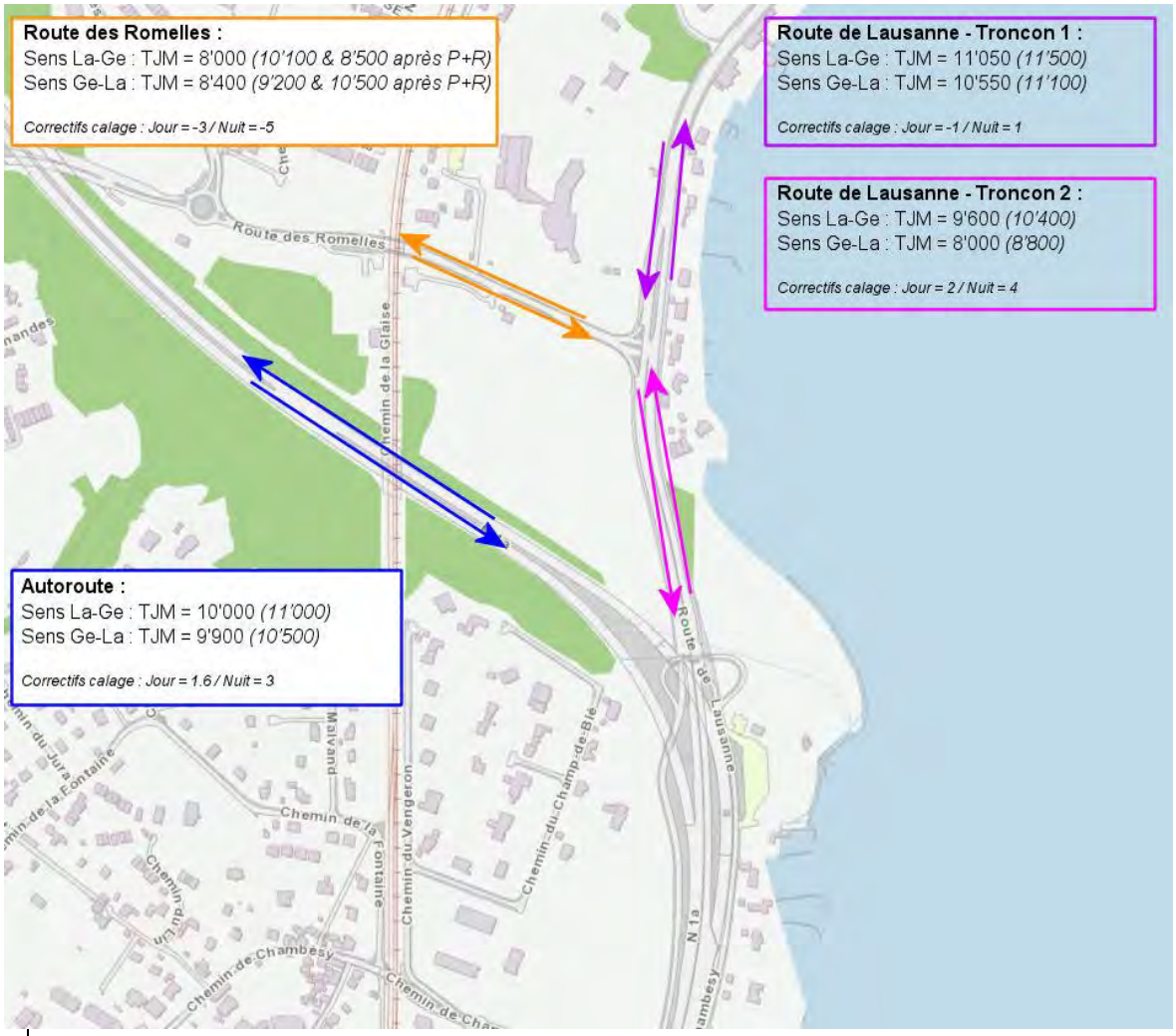
Le projet est soumis à trois sources de bruit différentes, soit le bruit routier, le bruit du chemin de fer et le bruit du trafic aérien.
Relativement au bruit du chemin de fer et au bruit du trafic aérien, les Valeurs de Planification OPB seraient respectées pour l'ensemble du PLQ.
Relativement au bruit routier, la variante du PLQ visant à mettre en place des balcons pour *les bâtiments de logements L1 et L2* (emprise variable, avec garde-corps **plein de 1 m de hauteur, et absorption en sous-face**) sera à appliquer, afin de limiter le nombre de récepteurs subissant un dépassement des Valeurs de Planification.
Concernant *le bâtiment à activités commerciales A3*, aucune mesure de protection n'est à prévoir.
Pour *les bâtiments d'activités et d'hôtellerie A4 et A5*, ils devront être ventilés mécaniquement pour assurer un renouvellement d'air suffisant pour le confort des personnes et ainsi permettre la considération de l'hôtel en tant que local d'exploitation au sens de l'OPB.

Attention, les projets d'assainissement actuellement en cours d'étude par le Canton et la Fédération, relativement à la Route de Lausanne et à l'Autoroute, pourront apporter une amélioration de la situation, et permettre la diminution du nombre de récepteurs sensibles en dépassement des Valeurs de Planification.
Dans tous les cas, une vérification et un dimensionnement au moment de l'étude du projet (autorisation de construire) de ces mesures de protection devront être effectués.

Chargée du dossier

Audrey LEDESERT
Ingénieur en Acoustique

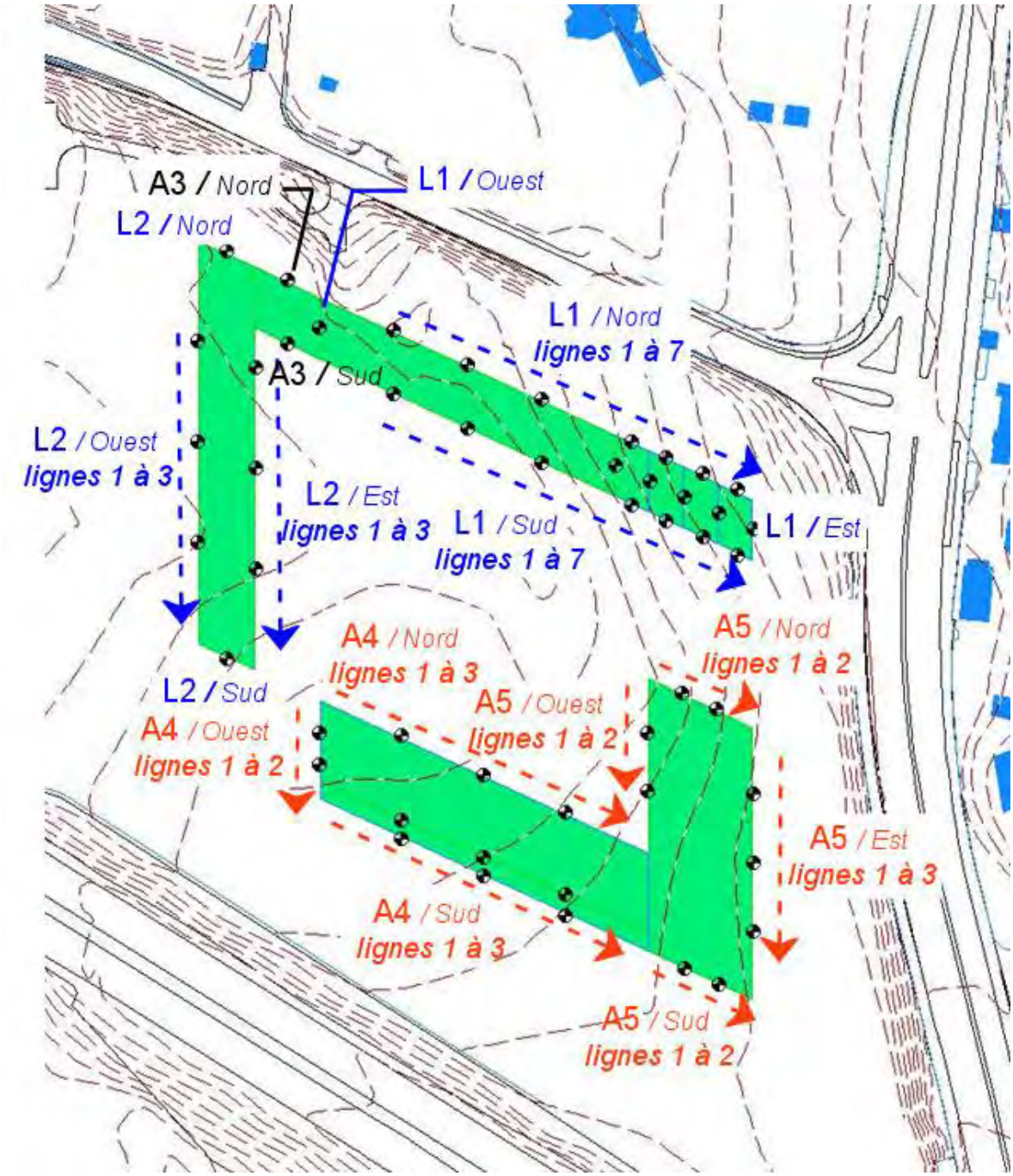
ANNEXE 1 :
TRAFIC ROUTIER PRIS EN COMPTE SUR LES TRONCONS



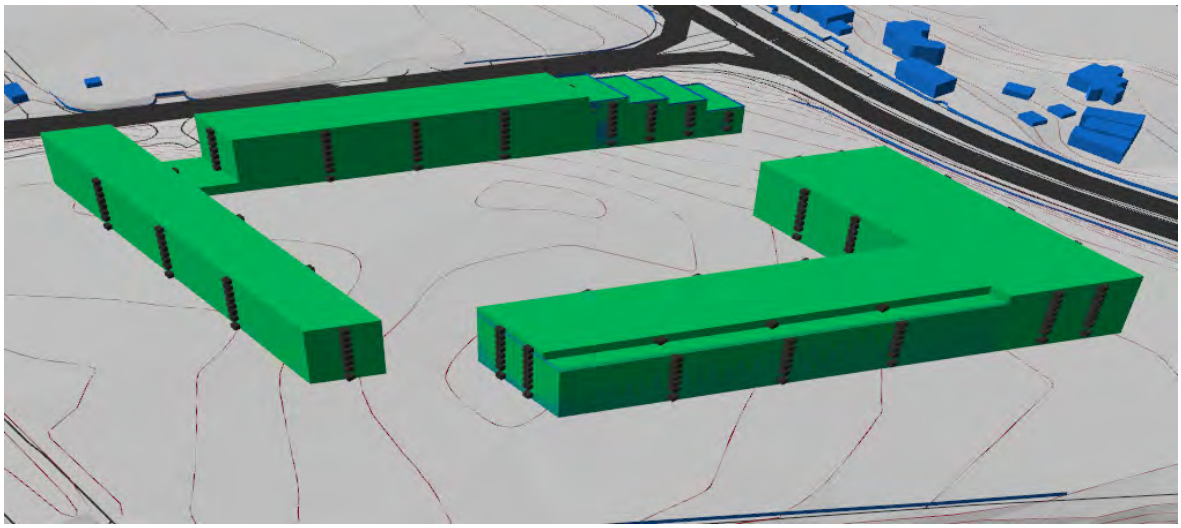
Les trafics indiqués en premier correspondent au trafic 2015, ceux indiqués entre parenthèse correspondent au trafic 2020.

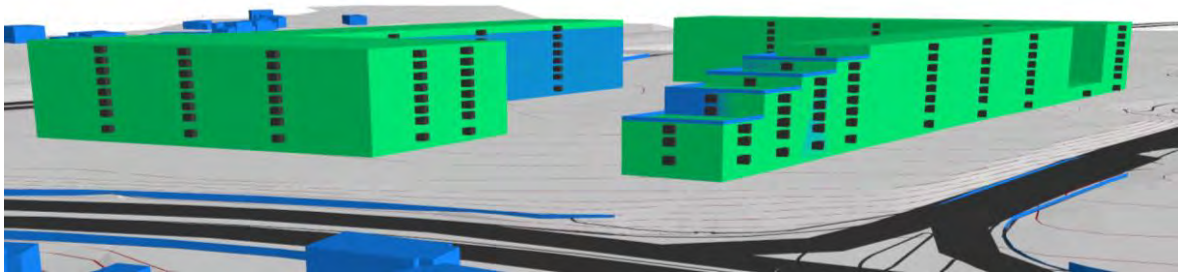
ANNEXE 2 :
POSITIONNEMENT DES RECEPTEURS EN FACADE

Positionnement des noms de façade pour chaque bâtiment :



Vues 3 D avec positionnement des récepteurs par étage :





Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L1 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	47.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
			III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	54.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	56.7	-	-	-
			III	E	VP	65	55	59.2	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	49.9	42.9	-	-
			III		VP	60	50	50.7	43.7	-	-
			III		VP	60	50	52.2	45.2	-	-
			III		VP	60	50	55.9	48.7	-	-
			III		VP	60	50	57.4	50.3	-	-
			III		VP	60	50	59.4	*52.1*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.7*	*54.4*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	50.9	43.7	-	-
			III		VP	60	50	51.8	44.6	-	-
			III		VP	60	50	53.6	46.3	-	-
			III		VP	60	50	57.1	49.8	-	-
			III		VP	60	50	58.9	*51.5*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	60.4	*53.1*	-	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.7*	*55.3*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	51.9	44.6	-	-
			III		VP	60	50	53.0	45.6	-	-
			III		VP	60	50	54.8	47.4	-	-
			III		VP	60	50	58.3	*50.9*	-	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	59.7	*52.3*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.2*	*53.8*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	52.9	45.5	-	-
			III		VP	60	50	54.0	46.5	-	-
			III		VP	60	50	55.6	48.1	-	-
			III		VP	60	50	58.9	*51.4*	-	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	60.3	*52.9*	-	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.8*	*54.4*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	53.8	46.3	-	-
			III		VP	60	50	54.7	47.1	-	-
			III		VP	60	50	56.5	49.0	-	-
			III		VP	60	50	59.5	*52.0*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*60.9*	*53.4*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	54.6	47.0	-	-
			III		VP	60	50	55.5	47.9	-	-
			III		VP	60	50	57.1	49.5	-	-
			III		VP	60	50	60.1	*52.6*	-	*dép. de 3 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	55.6	48.1	-	-
			III		VP	60	50	56.4	48.9	-	-
			III		VP	60	50	57.7	50.2	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	*66.6*	*58.9*	*dép. de 7 dB(A)*	*dép. de 9 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*67.1*	*59.4*	*dép. de 7 dB(A)*	*dép. de 9 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	58.8	*51.3*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*63.4*	*55.7*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	57.5	50.0	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.5	48.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.5	47.9	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	57.2	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.8	-	-	-
			III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	60.3	49.8	-	-
			III		VP	60	50	*60.7*	50.4	*dép. de 1 dB(A)*	-
			III		VP	60	50	*61.4*	*51.4*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.7*	*53.3*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.4*	*54.2*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.2*	*55.4*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.5*	*57.1*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*61.8*	*51.2*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.0*	*51.6*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.4*	*52.4*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.3*	*54.0*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.9*	*54.9*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.7*	*56.0*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.9*	*57.5*	*dép. de 6 dB(A)*	*dép. de 8 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	*62.1*	*51.6*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.4*	*52.1*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.7*	*52.8*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.7*	*54.5*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.3*	*55.4*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.0*	*56.4*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*62.3*	*51.8*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.5*	*52.3*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.9*	*53.1*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.9*	*54.8*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.5*	*55.6*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.1*	*56.5*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	*62.3*	*51.9*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.6*	*52.5*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.0*	*53.3*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.1*	*55.0*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.5*	*55.8*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*62.3*	*52.0*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.6*	*52.6*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.1*	*53.5*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.1*	*55.2*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*62.3*	*52.1*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.6*	*52.8*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.1*	*53.7*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	53.8	-	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.4	46.0	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.3	46.8	-	-
		R+4	III		VP	60	50	57.7	47.3	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.2	47.8	-	-
		R+6	III		VP	60	50	58.4	48.2	-	-
		R+7	III		VP	60	50	58.8	48.9	-	-
Bâtiment A3	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.1	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.6	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L2 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	56.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	59.5	*52.4*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*61.2*	*53.8*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	*62.3*	*54.8*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*63.7*	*56.1*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	*64.3*	*56.7*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*65.1*	*57.5*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*66.5*	*58.9*	*dép. de 7 dB(A)*	*dép. de 9 dB(A)*
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	47.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	49.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.9	43.3	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.0	45.0	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.4	45.6	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.7	44.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.6	46.0	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.8	46.8	-	-
		R+3	III		VP	60	50	55.1	45.6	-	-
		R+3	III		VP	60	50	54.7	46.9	-	-
		R+3	III		VP	60	50	55.1	47.7	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.4	46.6	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.6	47.5	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.9	48.3	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.8	47.1	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.3	48.1	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.8	49.2	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.9	47.4	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.1	48.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.5	49.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.3	48.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.4	48.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	58.1	50.4	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	56.4	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	*60.7*	49.8	*dép. de 1 dB(A)*	-
		R+2	III		VP	60	50	*61.6*	*50.6*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	*61.8*	*50.9*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*61.9*	*51.0*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	*61.9*	*51.1*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*61.8*	*51.1*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*61.8*	*51.3*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	52.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	52.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.1	47.1	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.1	47.6	-	-
		R+1	III		VP	60	50	56.0	48.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.2	48.0	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.2	48.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.3	49.8	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.1	48.8	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.2	49.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.5	*50.8*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	57.9	49.5	-	-
		R+4	III		VP	60	50	59.2	*51.5*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	58.1	50.2	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.5	50.1	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.7	*50.7*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	59.9	*52.1*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	59.0	50.4	-	-
		R+6	III		VP	60	50	59.3	*51.3*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*60.9*	*53.1*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	59.4	*50.9*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	59.9	*51.9*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*61.3*	*53.5*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :

- TJM 2015 CITEC

- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A4 (Activités)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	58.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	58.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.3	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.2	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.6***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.1***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.0	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	49.2	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	48.4	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	50.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	48.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	51.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	51.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	52.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	52.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	52.4	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	54.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	54.4	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	55.3	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	55.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.3	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	55.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	56.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	58.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	59.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	60.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	61.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	61.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	62.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	62.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.0***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A5 (Activités et/ou Hôtellerie)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	60.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	60.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.0	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.9***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.9***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***66.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***65.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***65.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	60.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	62.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	64.4	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	47.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	45.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.0	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.0	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.8	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.6	-	-	-

* Cas spécifique de l'hôtellerie : la considération des locaux d'exploitation doit être vue en fonction de la ventilation des locaux fermés (extrait OPB : *"Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique (l'allègement pour local d'exploitation) que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées."*)

Remarques :
Les données relatives au revêtement de la Route des Romelles correspondent à l'état APRES les travaux liés à la réalisation de la piste cyclable.
De même, les valeurs d'immission du bruit issues de la Route de Lausanne devraient, vraisemblablement, être revues dans un futur plus ou moins proche, étant donné que celle-ci devrait faire l'objet d'un assainissement (actuellement, dossier en cours au Canton, mais sera revu par l'OFROU).

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L1 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
			III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	54.8	-	-	-
			III	E	VP	65	55	56.5	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	49.0	42.1	-	-
			III		VP	60	50	49.6	42.7	-	-
			III		VP	60	50	51.3	44.3	-	-
			III		VP	60	50	54.6	47.5	-	-
			III		VP	60	50	55.8	48.7	-	-
			III		VP	60	50	57.1	50.0	-	-
			III		VP	60	50	58.4	***51.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	50.7	43.6	-	-
			III		VP	60	50	50.7	43.7	-	-
			III		VP	60	50	52.3	45.1	-	-
			III		VP	60	50	55.3	48.0	-	-
			III		VP	60	50	56.3	49.0	-	-
			III		VP	60	50	57.3	50.1	-	-
			III		VP	60	50	58.7	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	51.7	44.6	-	-
			III		VP	60	50	52.3	45.1	-	-
			III		VP	60	50	53.5	46.2	-	-
			III		VP	60	50	55.7	48.4	-	-
			III		VP	60	50	56.7	49.3	-	-
			III		VP	60	50	58.0	***50.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	52.4	45.1	-	-
			III		VP	60	50	53.0	45.6	-	-
			III		VP	60	50	53.9	46.5	-	-
			III		VP	60	50	55.8	48.3	-	-
			III		VP	60	50	56.6	49.2	-	-
			III		VP	60	50	57.9	50.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	53.4	45.9	-	-
			III		VP	60	50	53.5	46.0	-	-
			III		VP	60	50	54.1	46.7	-	-
			III		VP	60	50	55.9	48.5	-	-
			III		VP	60	50	57.4	49.9	-	-
		R+6	III		VP	60	50	53.2	45.7	-	-
			III		VP	60	50	53.3	45.8	-	-
			III		VP	60	50	54.0	46.5	-	-
			III		VP	60	50	56.6	49.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	54.1	46.6	-	-
			III		VP	60	50	54.0	46.5	-	-
			III		VP	60	50	54.5	47.0	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	***62.8***	***55.4***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	***62.5***	***55.0***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	58.8	***51.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	***61.3***	***53.7***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	57.6	50.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.7	49.0	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.5	47.9	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	57.2	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.8	-	-	-
			III	E	VP	65	55	61.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	58.2	48.1	-	-
			III		VP	60	50	58.4	48.5	-	-
			III		VP	60	50	58.7	49.1	-	-
			III		VP	60	50	59.6	50.4	-	-
			III		VP	60	50	59.9	***51.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***
			III		VP	60	50	60.2	***51.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***
			III		VP	60	50	***60.9***	***52.6***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 3 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	58.1	48.1	-	-
			III		VP	60	50	58.2	48.5	-	-
			III		VP	60	50	58.5	49.1	-	-
			III		VP	60	50	59.2	50.3	-	-
			III		VP	60	50	59.5	***50.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***
			III		VP	60	50	59.8	***51.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***
			III		VP	60	50	60.4	***52.2***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	57.7	48.0	-	-
			III		VP	60	50	57.9	48.5	-	-
			III		VP	60	50	58.2	49.0	-	-
			III		VP	60	50	58.7	49.9	-	-
			III		VP	60	50	59.0	50.4	-	-
			III		VP	60	50	59.8	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	57.2	47.7	-	-
			III		VP	60	50	57.4	48.1	-	-
			III		VP	60	50	57.6	48.6	-	-
			III		VP	60	50	58.1	49.4	-	-
			III		VP	60	50	58.4	49.8	-	-
			III		VP	60	50	59.1	50.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.6	47.3	-	-
			III		VP	60	50	56.8	47.7	-	-
			III		VP	60	50	57.1	48.2	-	-
			III		VP	60	50	57.7	49.1	-	-
			III		VP	60	50	58.6	50.3	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.7	47.9	-	-
			III		VP	60	50	57.5	48.0	-	-
			III		VP	60	50	57.4	48.3	-	-
			III		VP	60	50	57.9	49.6	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.6	46.8	-	-
			III		VP	60	50	55.9	47.1	-	-
			III		VP	60	50	56.2	47.6	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	54.5	-	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.2	47.0	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.4	48.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	58.9	48.6	-	-
		R+5	III		VP	60	50	59.3	49.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.2	47.3	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.3	47.6	-	-
Bâtiment A3	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.5	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.6	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L2 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	56.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	59.4	***52.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	***61.0***	***53.6***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	***62.0***	***54.5***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	***62.4***	***54.8***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	***62.9***	***55.3***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	***62.8***	***55.2***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	***62.7***	***55.1***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	47.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	49.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.2	42.7	-	-
		R+1	III		VP	60	50	50.9	43.7	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.5	44.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.8	43.8	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.2	44.6	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.8	45.7	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.2	44.2	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.2	45.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.9	46.5	-	-
		R+4	III		VP	60	50	52.6	44.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	53.4	45.4	-	-
		R+4	III		VP	60	50	54.5	47.0	-	-
		R+5	III		VP	60	50	52.4	44.2	-	-
		R+5	III		VP	60	50	53.3	45.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	54.8	47.2	-	-
		R+6	III		VP	60	50	52.7	44.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	53.4	45.4	-	-
		R+6	III		VP	60	50	54.9	47.4	-	-
		R+7	III		VP	60	50	53.5	45.6	-	-
		R+7	III		VP	60	50	53.7	45.8	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.2	47.6	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	56.4	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	57.9	47.4	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.7	47.3	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.2	47.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.6	46.6	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.0	46.3	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.3	46.6	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.3	46.1	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	52.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	52.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	54.7	46.8	-	-
		R+1	III		VP	60	50	54.9	47.4	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.8	48.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	55.5	47.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	55.9	48.3	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.0	49.5	-	-
		R+3	III		VP	60	50	56.1	48.2	-	-
		R+3	III		VP	60	50	56.8	49.0	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.0	50.4	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.7	48.8	-	-
		R+4	III		VP	60	50	58.6	***50.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	57.5	49.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	57.1	49.1	-	-
		R+5	III		VP	60	50	57.8	50.0	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.9	***51.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	57.4	49.5	-	-
		R+6	III		VP	60	50	58.3	50.4	-	-
		R+6	III		VP	60	50	59.2	***51.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	57.8	49.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	58.5	***50.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	59.1	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A4 (Activités)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	58.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	58.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.3	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.2	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.6***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.1***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	49.2	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	48.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	48.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	47.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	52.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	52.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	50.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	52.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.5	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	55.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	56.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	58.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	59.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	60.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	61.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	61.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	62.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	62.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.0***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2015 CITEC
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A5 (Activités et/ou Hôtellerie)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	60.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	60.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.0	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.9***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.9***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***66.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***65.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***65.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.4	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	60.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	61.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	62.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	63.5	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	64.4	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	47.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	45.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	49.5	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	50.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	50.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	51.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-

* Cas spécifique de l'hôtellerie : la considération des locaux d'exploitation doit être vue en fonction de la ventilation des locaux fermés (extrait OPB : *"Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique (l'allègement pour local d'exploitation) que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées."*)

Remarques :
Les données relatives au revêtement de la Route des Romelles correspondent à l'état APRES les travaux liés à la réalisation de la piste cyclable.
De même, les valeurs d'immission du bruit issues de la Route de Lausanne devraient, vraisemblablement, être revues dans un futur plus ou moins proche, étant donné que celle-ci devrait faire l'objet d'un assainissement (actuellement, dossier en cours au Canton, mais sera revu par l'OFROU).

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L1 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	49.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	50.5	-	-	-
			III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
			III	E	VP	65	55	55.2	-	-	-
			III	E	VP	65	55	57.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	59.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	50.2	43.3	-	-
			III		VP	60	50	51.0	44.0	-	-
			III		VP	60	50	52.6	45.6	-	-
			III		VP	60	50	56.2	49.1	-	-
			III		VP	60	50	57.8	50.4	-	-
			III		VP	60	50	59.7	*52.5*	-	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.1*	*54.8*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	51.2	44.1	-	-
			III		VP	60	50	52.1	45.0	-	-
			III		VP	60	50	53.9	46.7	-	-
			III		VP	60	50	57.5	50.2	-	-
			III		VP	60	50	59.3	*51.9*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*60.8*	*53.5*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.0*	*55.6*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	52.3	44.9	-	-
			III		VP	60	50	53.3	46.0	-	-
			III		VP	60	50	55.1	47.7	-	-
			III		VP	60	50	58.7	*51.2*	-	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	60.1	*52.6*	-	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.6*	*54.2*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	53.3	45.8	-	-
			III		VP	60	50	54.3	46.8	-	-
			III		VP	60	50	56.0	48.5	-	-
			III		VP	60	50	59.3	*51.8*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*60.7*	*53.2*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.2*	*54.7*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	54.2	46.7	-	-
			III		VP	60	50	55.0	47.5	-	-
			III		VP	60	50	56.8	49.3	-	-
			III		VP	60	50	59.8	*52.4*	-	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.2*	*53.8*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	54.9	47.4	-	-
			III		VP	60	50	55.8	48.3	-	-
			III		VP	60	50	57.4	49.9	-	-
			III		VP	60	50	60.4	*52.9*	*dép. de 0 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	56.0	48.4	-	-
			III		VP	60	50	56.8	49.3	-	-
			III		VP	60	50	58.1	50.4	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	*67.0*	*59.3*	*dép. de 7 dB(A)*	*dép. de 9 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*67.4*	*59.7*	*dép. de 7 dB(A)*	*dép. de 10 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	59.1	*51.7*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*63.7*	*56.0*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	57.9	50.3	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.8	49.2	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.8	48.2	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.4	-	-	-
			III	E	VP	65	55	57.5	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.4	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	61.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	64.0	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	*60.7*	50.2	*dép. de 1 dB(A)*	-
			III		VP	60	50	*61.0*	*50.7*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 1 dB(A)*
			III		VP	60	50	*61.7*	*51.7*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.0*	*53.6*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.7*	*54.5*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.5*	*55.7*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.8*	*57.4*	*dép. de 6 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*62.2*	*51.5*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.3*	*51.9*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.7*	*52.7*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.6*	*54.3*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.2*	*55.2*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.1*	*56.3*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*66.2*	*57.9*	*dép. de 6 dB(A)*	*dép. de 8 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	*62.5*	*51.9*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.7*	*52.4*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.0*	*53.1*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.0*	*54.8*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.6*	*55.7*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.3*	*56.7*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*62.6*	*52.1*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.8*	*52.6*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.2*	*53.4*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.2*	*55.1*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.8*	*55.9*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
			III		VP	60	50	*65.4*	*56.8*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 7 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	*62.6*	*52.2*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.9*	*52.8*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.3*	*53.6*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.4*	*55.3*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.9*	*56.1*	*dép. de 5 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*62.6*	*52.3*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.9*	*52.9*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.4*	*53.8*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
			III		VP	60	50	*64.4*	*55.4*	*dép. de 4 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*62.6*	*52.5*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 2 dB(A)*
			III		VP	60	50	*62.9*	*53.1*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 3 dB(A)*
			III		VP	60	50	*63.5*	*54.0*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	54.1	-	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.7	46.3	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.6	47.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	58.1	47.6	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.5	48.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	58.8	48.5	-	-
		R+7	III		VP	60	50	59.2	49.2	-	-
Bâtiment A3	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.5	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.9	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L2 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	56.8	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	59.9	***52.7***	-	***dép. de 3 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	***61.6***	***54.2***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	***62.7***	***55.1***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	***64.0***	***56.4***	***dép. de 4 dB(A)***	***dép. de 6 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	***64.7***	***57.0***	***dép. de 5 dB(A)***	***dép. de 7 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	***65.5***	***57.8***	***dép. de 5 dB(A)***	***dép. de 8 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	***66.9***	***59.2***	***dép. de 7 dB(A)***	***dép. de 9 dB(A)***
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	47.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.2	43.6	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.4	45.4	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.7	46.0	-	-
		R+2	III		VP	60	50	54.0	44.9	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.9	46.4	-	-
		R+2	III		VP	60	50	54.1	47.1	-	-
		R+3	III		VP	60	50	55.5	46.0	-	-
		R+3	III		VP	60	50	55.0	47.2	-	-
		R+3	III		VP	60	50	55.4	48.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.8	47.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.9	47.8	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.3	48.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	57.1	47.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.7	48.5	-	-
		R+5	III		VP	60	50	57.2	49.5	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.3	47.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.5	49.0	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.9	50.2	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.7	48.4	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.8	49.3	-	-
		R+7	III		VP	60	50	58.5	50.4	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	56.8	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	***61.0***	50.1	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III		VP	60	50	***61.9***	***51.0***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 1 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	***62.1***	***51.2***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	***62.2***	***51.3***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 1 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	***62.2***	***51.4***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 1 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	***62.2***	***51.5***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 1 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	***62.2***	***51.6***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 2 dB(A)***
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	53.4	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.2	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.9	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.5	47.5	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.5	47.9	-	-
		R+1	III		VP	60	50	56.4	49.0	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.6	48.3	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.6	48.9	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.7	50.2	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.5	49.1	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.6	49.8	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.9	***51.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	58.3	49.8	-	-
		R+4	III		VP	60	50	59.6	***51.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	58.5	***50.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	58.9	50.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	59.1	***51.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	60.2	***52.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	59.4	***50.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	59.6	***51.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+6	III		VP	60	50	***61.2***	***53.4***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 3 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	59.8	***51.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	60.2	***52.2***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+7	III		VP	60	50	***61.6***	***53.8***	***dép. de 2 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A4 (Activités)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	58.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.6***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.9***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.7***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.4***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.3	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.3	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	49.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	48.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	50.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	52.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	52.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	53.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	52.2	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	54.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	54.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	52.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	54.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	54.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	55.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	56.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.7	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	56.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	56.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	59.1	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	60.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	60.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	61.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	61.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	63.1	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	62.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.2	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***65.7***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments sans balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A5 (Activités et/ou Hôtellerie)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	60.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.3	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.1	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.1	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.6***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.9***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***67.2***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	65.2	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***66.1***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***65.6***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.9***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.1	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	62.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	63.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	63.9	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	63.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	64.8	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	48.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	46.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.9	-	-	-

* Cas spécifique de l'hôtellerie : la considération des locaux d'exploitation doit être vue en fonction de la ventilation des locaux fermés (extrait OPB : *"Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique (l'allègement pour local d'exploitation) que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées."*)

Remarques :
Les données relatives au revêtement de la Route des Romelles correspondent à l'état APRES les travaux liés à la réalisation de la piste cyclable.
De même, les valeurs d'immission du bruit issues de la Route de Lausanne devraient, vraisemblablement, être revues dans un futur plus ou moins proche, étant donné que celle-ci devrait faire l'objet d'un assainissement (actuellement, dossier en cours au Canton, mais sera revu par l'OFROU).

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L1 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	48.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	50.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	53.4	-	-	-
			III	E	VP	65	55	54.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	56.6	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	49.2	42.3	-	-
			III		VP	60	50	49.8	42.9	-	-
			III		VP	60	50	51.4	44.5	-	-
			III		VP	60	50	54.7	47.6	-	-
			III		VP	60	50	55.9	48.8	-	-
			III		VP	60	50	57.2	50.1	-	-
			III		VP	60	50	58.5	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	50.8	43.7	-	-
			III		VP	60	50	50.9	43.8	-	-
			III		VP	60	50	52.4	45.2	-	-
			III		VP	60	50	55.4	48.1	-	-
			III		VP	60	50	56.4	49.1	-	-
			III		VP	60	50	57.4	50.2	-	-
			III		VP	60	50	58.8	***51.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	51.9	44.7	-	-
			III		VP	60	50	52.5	45.2	-	-
			III		VP	60	50	53.6	46.3	-	-
			III		VP	60	50	55.8	48.5	-	-
			III		VP	60	50	56.8	49.4	-	-
			III		VP	60	50	58.2	***50.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	52.6	45.2	-	-
			III		VP	60	50	53.1	45.8	-	-
			III		VP	60	50	54.0	46.6	-	-
			III		VP	60	50	55.9	48.5	-	-
			III		VP	60	50	56.7	49.3	-	-
			III		VP	60	50	58.1	50.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	53.7	46.3	-	-
			III		VP	60	50	53.8	46.4	-	-
			III		VP	60	50	54.4	47.0	-	-
			III		VP	60	50	56.1	48.7	-	-
			III		VP	60	50	57.5	50.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	53.4	45.9	-	-
			III		VP	60	50	53.5	46.0	-	-
			III		VP	60	50	54.1	46.7	-	-
			III		VP	60	50	56.7	49.2	-	-
		R+7	III		VP	60	50	54.2	46.7	-	-
			III		VP	60	50	54.2	46.7	-	-
			III		VP	60	50	54.6	47.1	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	***62.9***	***55.5***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	***62.6***	***55.1***	***dép. de 3 dB(A)***	***dép. de 5 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	58.9	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	***61.4***	***53.8***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 4 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	57.7	50.2	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.8	49.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.6	48.0	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	57.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	58.2	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	58.3	48.2	-	-
			III		VP	60	50	58.5	48.6	-	-
			III		VP	60	50	58.8	49.2	-	-
			III		VP	60	50	59.7	50.4	-	-
			III		VP	60	50	60.0	***51.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***
			III		VP	60	50	60.3	***51.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***
		R+2	III		VP	60	50	***61.0***	***52.6***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 3 dB(A)***
			III		VP	60	50	58.2	48.2	-	-
			III		VP	60	50	58.3	48.6	-	-
			III		VP	60	50	58.6	49.2	-	-
			III		VP	60	50	59.3	50.4	-	-
			III		VP	60	50	59.6	***50.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***
			III		VP	60	50	59.9	***51.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+3	III		VP	60	50	***60.6***	***52.3***	***dép. de 1 dB(A)***	***dép. de 2 dB(A)***
			III		VP	60	50	57.8	48.1	-	-
			III		VP	60	50	58.0	48.6	-	-
			III		VP	60	50	58.3	49.1	-	-
			III		VP	60	50	58.8	50.0	-	-
			III		VP	60	50	59.1	50.4	-	-
			III		VP	60	50	59.8	***51.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+4	III		VP	60	50	57.3	47.8	-	-
			III		VP	60	50	57.4	48.2	-	-
			III		VP	60	50	57.7	48.7	-	-
			III		VP	60	50	58.2	49.5	-	-
			III		VP	60	50	58.5	49.9	-	-
			III		VP	60	50	59.2	***50.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***
		R+5	III		VP	60	50	56.9	47.9	-	-
			III		VP	60	50	57.1	48.2	-	-
			III		VP	60	50	57.3	48.6	-	-
			III		VP	60	50	57.8	49.4	-	-
			III		VP	60	50	58.8	50.4	-	-
			III		VP	60	50	57.8	48.0	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.6	48.1	-	-
			III		VP	60	50	57.5	48.3	-	-
			III		VP	60	50	58.0	49.7	-	-
			III		VP	60	50	55.7	46.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	56.0	47.2	-	-
			III		VP	60	50	56.3	47.7	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	54.6	-	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.3	47.1	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.5	48.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	59.0	48.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	59.5	49.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	57.3	47.4	-	-
		R+7	III		VP	60	50	57.4	47.7	-	-
Bâtiment A3	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.7	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L2 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	56.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	59.7	*52.6*	-	*dép. de 3 dB(A)*
		R+2	III		VP	60	50	*61.3*	*53.9*	*dép. de 1 dB(A)*	*dép. de 4 dB(A)*
		R+3	III		VP	60	50	*62.3*	*54.7*	*dép. de 2 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	*62.6*	*55.0*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	*63.3*	*55.8*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 6 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	*63.1*	*55.5*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	*62.9*	*55.3*	*dép. de 3 dB(A)*	*dép. de 5 dB(A)*
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	47.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.3	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.4	42.9	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.0	43.8	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.7	44.9	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.9	43.9	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.4	44.8	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.0	45.9	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.3	44.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.4	45.6	-	-
		R+3	III		VP	60	50	54.1	46.7	-	-
		R+4	III		VP	60	50	52.7	44.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	53.5	45.6	-	-
		R+4	III		VP	60	50	54.7	47.2	-	-
		R+5	III		VP	60	50	52.8	44.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	53.7	46.0	-	-
		R+5	III		VP	60	50	55.2	47.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	52.8	44.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	53.6	45.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	55.1	47.6	-	-
		R+7	III		VP	60	50	53.6	45.7	-	-
		R+7	III		VP	60	50	53.9	46.0	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.4	47.8	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	56.5	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	58.0	47.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.8	47.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.3	47.2	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.7	46.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	56.6	47.5	-	-
		R+6	III		VP	60	50	56.4	46.7	-	-
		R+7	III		VP	60	50	55.4	46.2	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	54.9	47.1	-	-
		R+1	III		VP	60	50	55.1	47.7	-	-
		R+1	III		VP	60	50	56.1	48.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	55.7	47.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	56.1	48.5	-	-
		R+2	III		VP	60	50	57.2	49.7	-	-
		R+3	III		VP	60	50	56.3	48.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	57.0	49.3	-	-
		R+3	III		VP	60	50	58.3	50.4	-	-
		R+4	III		VP	60	50	56.9	49.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	58.8	*51.1*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+4	III		VP	60	50	57.7	49.9	-	-
		R+5	III		VP	60	50	58.4	*50.9*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	59.0	*51.6*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+5	III		VP	60	50	59.9	*52.5*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	57.6	49.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	58.5	*50.7*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+6	III		VP	60	50	59.5	*51.8*	-	*dép. de 2 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	58.0	50.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	58.8	*51.0*	-	*dép. de 1 dB(A)*
		R+7	III		VP	60	50	59.4	*51.7*	-	*dép. de 2 dB(A)*

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A4 (Activités)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	58.8	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.7***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***67.3***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.9***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.6***	-	***dép. de 3 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.4***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	61.2	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	49.4	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	48.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	48.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.6	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	48.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	52.0	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	52.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	52.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	53.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.4	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	53.5	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.9	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	54.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.7	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	55.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	56.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	59.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	59.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	60.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	61.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	61.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	63.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	62.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***65.6***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.4***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit routier (Annexe 3).

PLQ (Bâtiments avec balcons) avec :
- TJM 2020 CITEC avec Projet
- Revêtement phonoabsorbant de la Route des Romelles

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A5 (Activités et/ou Hôtellerie)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	60.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	60.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	63.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.1	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	64.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.0	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	65.2	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***65.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.6***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***65.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***67.0***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***67.2***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***67.2***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	62.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	61.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	64.3	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***66.2***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	***65.8***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+2	III	E	VP	65	55	65.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+3	III	E	VP	65	55	***66.0***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+4	III	E	VP	65	55	***66.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+5	III	E	VP	65	55	***66.3***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.8***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+6	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 1 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.7***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.6***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
		R+7	III	E	VP	65	55	***66.5***	-	***dép. de 2 dB(A)***	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	57.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	59.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	60.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	62.8	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	62.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	63.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	62.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	63.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	63.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	64.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	63.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	64.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	63.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	64.5	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	48.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	47.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	48.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	45.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	49.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.3	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.3	-	-	-

* Cas spécifique de l'hôtellerie : la considération des locaux d'exploitation doit être vue en fonction de la ventilation des locaux fermés (extrait OPB : *"Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique (l'allégement pour local d'exploitation) que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées."*)

Remarques :
Les données relatives au revêtement de la Route des Romelles correspondent à l'état APRES les travaux liés à la réalisation de la piste cyclable.
De même, les valeurs d'immission du bruit issues de la Route de Lausanne devraient, vraisemblablement, être revues dans un futur plus ou moins proche, étant donné que celle-ci devrait faire l'objet d'un assainissement (actuellement, dossier en cours au Canton, mais sera revu par l'OFROU).

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit ferroviaire - horizon 2015 (Annexe 4).
PLQ (Bâtiments sans balcons)

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L1 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	36.4	-	-	-
			III	E	VP	65	55	36.5	-	-	-
			III	E	VP	65	55	35.9	-	-	-
			III	E	VP	65	55	36.0	-	-	-
			III	E	VP	65	55	35.7	-	-	-
			III	E	VP	65	55	35.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	34.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	37.3	32.1	-	-
			III		VP	60	50	37.5	32.1	-	-
			III		VP	60	50	37.3	31.6	-	-
			III		VP	60	50	37.0	31.4	-	-
			III		VP	60	50	36.5	30.9	-	-
			III		VP	60	50	35.8	30.2	-	-
			III		VP	60	50	35.4	29.8	-	-
		R+2	III		VP	60	50	37.8	32.5	-	-
			III		VP	60	50	38.1	32.6	-	-
			III		VP	60	50	37.9	32.1	-	-
			III		VP	60	50	37.6	31.9	-	-
			III		VP	60	50	37.3	31.7	-	-
			III		VP	60	50	36.5	30.8	-	-
			III		VP	60	50	36.0	30.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	38.4	33.0	-	-
			III		VP	60	50	38.7	33.0	-	-
			III		VP	60	50	38.5	32.7	-	-
			III		VP	60	50	38.2	32.4	-	-
			III		VP	60	50	37.9	32.2	-	-
			III		VP	60	50	37.3	31.6	-	-
		R+4	III		VP	60	50	38.8	33.3	-	-
			III		VP	60	50	39.4	33.6	-	-
			III		VP	60	50	39.1	33.3	-	-
			III		VP	60	50	38.9	33.1	-	-
			III		VP	60	50	38.5	32.8	-	-
			III		VP	60	50	38.1	32.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	39.4	33.8	-	-
			III		VP	60	50	40.1	34.2	-	-
			III		VP	60	50	39.8	33.8	-	-
			III		VP	60	50	39.2	33.4	-	-
			III		VP	60	50	38.9	33.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	40.1	34.3	-	-
			III		VP	60	50	40.8	34.8	-	-
			III		VP	60	50	40.5	34.5	-	-
			III		VP	60	50	39.9	34.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	40.9	35.1	-	-
			III		VP	60	50	41.6	35.6	-	-
			III		VP	60	50	41.3	35.2	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	31.4	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	31.8	26.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	32.5	27.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	32.3	27.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	33.4	28.0	-	-
		R+5	III		VP	60	50	33.8	28.3	-	-
		R+6	III		VP	60	50	34.6	29.1	-	-
		R+7	III		VP	60	50	35.4	29.8	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	42.6	-	-	-
			III	E	VP	65	55	41.2	-	-	-
			III	E	VP	65	55	40.3	-	-	-
			III	E	VP	65	55	39.4	-	-	-
			III	E	VP	65	55	39.1	-	-	-
			III	E	VP	65	55	38.8	-	-	-
			III	E	VP	65	55	38.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	43.8	38.2	-	-
			III		VP	60	50	42.4	36.8	-	-
			III		VP	60	50	41.4	35.9	-	-
			III		VP	60	50	40.4	34.9	-	-
			III		VP	60	50	40.0	34.5	-	-
			III		VP	60	50	39.7	34.3	-	-
			III		VP	60	50	39.5	34.0	-	-
		R+2	III		VP	60	50	44.7	38.9	-	-
			III		VP	60	50	43.1	37.4	-	-
			III		VP	60	50	42.1	36.5	-	-
			III		VP	60	50	40.9	35.3	-	-
			III		VP	60	50	40.6	35.0	-	-
			III		VP	60	50	40.3	34.7	-	-
			III		VP	60	50	40.0	34.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	45.2	39.3	-	-
			III		VP	60	50	43.8	38.0	-	-
			III		VP	60	50	42.7	37.0	-	-
			III		VP	60	50	41.5	35.8	-	-
			III		VP	60	50	41.2	35.5	-	-
			III		VP	60	50	40.8	35.2	-	-
		R+4	III		VP	60	50	45.7	39.7	-	-
			III		VP	60	50	44.2	38.3	-	-
			III		VP	60	50	43.2	37.4	-	-
			III		VP	60	50	42.1	36.3	-	-
			III		VP	60	50	41.7	35.9	-	-
			III		VP	60	50	41.3	35.6	-	-
		R+5	III		VP	60	50	45.9	39.8	-	-
			III		VP	60	50	44.6	38.6	-	-
			III		VP	60	50	43.5	37.6	-	-
			III		VP	60	50	42.4	36.5	-	-
			III		VP	60	50	42.1	36.2	-	-
		R+6	III		VP	60	50	46.2	40.0	-	-
			III		VP	60	50	44.9	38.9	-	-
			III		VP	60	50	43.9	37.9	-	-
			III		VP	60	50	42.8	36.8	-	-
		R+7	III		VP	60	50	46.7	40.5	-	-
			III		VP	60	50	45.2	39.1	-	-
			III		VP	60	50	44.2	38.2	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	42.5	-	-	-
		R+2	III		VP	60	50	43.5	37.9	-	-
		R+3	III		VP	60	50	44.2	38.5	-	-
		R+4	III		VP	60	50	44.8	38.9	-	-
		R+5	III		VP	60	50	45.5	39.5	-	-
		R+6	III		VP	60	50	46.0	39.9	-	-
		R+7	III		VP	60	50	46.7	40.6	-	-
Bâtiment A3	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	36.0	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	44.4	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit ferroviaire - horizon 2015 (Annexe 4).
PLQ (Bâtiments sans balcons)

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment L2 (Logements)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	49.6	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	51.7	45.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	52.6	46.5	-	-
		R+3	III		VP	60	50	53.3	47.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	53.9	47.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	54.5	48.2	-	-
		R+6	III		VP	60	50	54.6	48.3	-	-
		R+7	III		VP	60	50	54.7	48.4	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	36.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	39.5	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	40.3	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	43.8	38.0	-	-
		R+1	III		VP	60	50	40.8	36.0	-	-
		R+1	III		VP	60	50	41.1	36.3	-	-
		R+2	III		VP	60	50	45.3	39.3	-	-
		R+2	III		VP	60	50	41.2	36.3	-	-
		R+2	III		VP	60	50	41.4	36.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	45.8	39.6	-	-
		R+3	III		VP	60	50	41.3	36.2	-	-
		R+3	III		VP	60	50	41.3	36.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	45.5	39.4	-	-
		R+4	III		VP	60	50	41.8	36.5	-	-
		R+4	III		VP	60	50	41.6	36.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	45.9	39.7	-	-
		R+5	III		VP	60	50	42.0	36.5	-	-
		R+5	III		VP	60	50	42.0	36.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	44.9	38.7	-	-
		R+6	III		VP	60	50	41.0	35.5	-	-
		R+6	III		VP	60	50	41.8	36.2	-	-
		R+7	III		VP	60	50	45.4	39.3	-	-
		R+7	III		VP	60	50	41.1	35.5	-	-
		R+7	III		VP	60	50	42.3	36.6	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	45.8	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	47.5	41.6	-	-
		R+2	III		VP	60	50	48.3	42.3	-	-
		R+3	III		VP	60	50	49.0	42.9	-	-
		R+4	III		VP	60	50	49.7	43.5	-	-
		R+5	III		VP	60	50	50.3	44.1	-	-
		R+6	III		VP	60	50	51.0	44.7	-	-
		R+7	III		VP	60	50	51.5	45.2	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	50.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.7	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	50.7	-	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.8	46.8	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.7	46.8	-	-
		R+1	III		VP	60	50	52.7	46.8	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.9	47.7	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.8	47.6	-	-
		R+2	III		VP	60	50	53.8	47.7	-	-
		R+3	III		VP	60	50	54.6	48.4	-	-
		R+3	III		VP	60	50	54.6	48.3	-	-
		R+3	III		VP	60	50	54.6	48.4	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.3	49.1	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.2	49.0	-	-
		R+4	III		VP	60	50	55.2	49.0	-	-
		R+5	III		VP	60	50	55.7	49.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	55.7	49.4	-	-
		R+5	III		VP	60	50	55.6	49.4	-	-
		R+6	III		VP	60	50	55.9	49.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	55.9	49.6	-	-
		R+6	III		VP	60	50	55.9	49.6	-	-
		R+7	III		VP	60	50	56.1	49.8	-	-
		R+7	III		VP	60	50	56.0	49.7	-	-
		R+7	III		VP	60	50	56.0	49.7	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit ferroviaire - horizon 2015 (Annexe 4).
PLQ (Bâtiments sans balcons)

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A4 (Activités)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	45.9	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	45.0	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	43.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	47.5	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	46.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	44.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	48.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	46.7	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	45.5	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	48.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	47.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	46.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	49.2	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	47.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	46.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	49.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	48.2	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	46.9	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	48.6	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	47.3	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	46.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	45.8	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	45.3	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	39.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	38.2	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	39.0	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	40.2	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	38.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	40.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	40.6	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	39.4	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	40.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	41.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	39.9	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	40.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	41.1	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	39.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	40.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	41.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	40.3	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	41.0	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	42.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	40.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	41.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	42.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	41.1	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	41.5	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	47.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	48.1	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	49.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.1	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	50.7	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	50.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	51.4	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.3	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	51.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	51.8	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	52.3	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	52.8	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	52.6	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	53.1	-	-	-

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Détermination des niveaux Lr OPB pour le bruit ferroviaire - horizon 2015 (Annexe 4).
PLQ (Bâtiments sans balcons)

			Données		Valeur	Exigence OPB / Route		Valeur IMMI		Respect exigence	
			DS	Exploitation	Limite	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Bâtiment A5 (Activités et/ou Hôtellerie)	Façade Sud	R	III	E	VP	65	55	42.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	42.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	43.3	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	43.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	43.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	43.5	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	44.4	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	44.0	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	44.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	44.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	44.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	44.5	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	45.7	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	45.3	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	46.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	45.6	-	-	-
	Façade Est	R	III	E	VP	65	55	30.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	30.3	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	30.1	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	30.8	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	30.7	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	30.5	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	31.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	30.9	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	30.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	31.3	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	31.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	31.1	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	31.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	31.5	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	31.4	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	31.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	31.5	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	31.4	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	32.2	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	32.0	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	32.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	34.2	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	34.1	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	34.2	-	-	-
	Façade Nord	R	III	E	VP	65	55	36.1	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	29.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	37.6	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	30.6	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	38.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	31.8	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	38.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	32.9	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	38.6	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	34.1	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	38.6	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	34.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	39.1	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	35.8	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	38.7	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	37.0	-	-	-
	Façade Ouest	R	III	E	VP	65	55	37.6	-	-	-
		R	III	E	VP	65	55	37.9	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	38.4	-	-	-
		R+1	III	E	VP	65	55	32.2	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	39.0	-	-	-
		R+2	III	E	VP	65	55	39.2	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	39.6	-	-	-
		R+3	III	E	VP	65	55	39.8	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	39.7	-	-	-
		R+4	III	E	VP	65	55	39.9	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	39.7	-	-	-
		R+5	III	E	VP	65	55	39.9	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	41.0	-	-	-
		R+6	III	E	VP	65	55	41.5	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	42.0	-	-	-
		R+7	III	E	VP	65	55	41.8	-	-	-

* Cas spécifique de l'hôtellerie : la considération des locaux d'exploitation doit être vue en fonction de la ventilation des locaux fermés (extrait OPB : "*Pour les locaux de restaurants et hôtels, il ne s'applique (l'allègement pour local d'exploitation) que dans la mesure où ces locaux sont suffisamment aérés, même lorsque les fenêtres sont fermées.*")

Remarques :
Les données relatives au revêtement de la Route des Romelles correspondent à l'état APRES les travaux liés à la réalisation de la piste cyclable.
De même, les valeurs d'immission du bruit issues de la Route de Lausanne devraient, vraisemblablement, être revues dans un futur plus ou moins proche, étant donné que celle-ci devrait faire l'objet d'un assainissement (actuellement, dossier en cours au Canton, mais sera revu par l'OFROU).

ACOUCONSULT Sàrl
4 Rue de l'Avenir - 1207 GENEVE
Tel : 022.786.31.77 // Mail : contact@acouconsult.ch

Annexe 5.5.4 :

Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux
(zs ingénieurs civils SA, mai 2015, mise à jour partielle mai 2016)

COMMUNE DE BELLEVUE

Plan Localisé de Quartier Champ-du-Château

Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux

2 rue des grand'portes
ch 1213 onex (genève)
t + 41 (0) 22 879 55 66
f + 41 (0) 22 879 55 65
e info@zssa.ch
i www.zssa.ch
membre usic
n° tva che-105.843.503 tva

IDENTIFICATION DU DOCUMENT

Projet		PLQ Champ du Château
Type		DOC
Emetteur		ZS ingénieurs civils
Numéro		001
Indice		E

ASSURANCE QUALITE

Indice	*Date*	*Auteur*	*Vérifié par*	*Approuvé par*	*Objet de la révision*
A	22/01/14	ST	JC	VC	Première diffusion officielle
B	01/10/14	JC	JC	JC	Changement d'affectation SBP. Chap 4.3
C	18/03/15	JC	JC	JC	Modification du plan 2561-01-A / Intégration du Projet Rte des Romelles Chap. 5.1.2.3
D	06/05/15	JC	JC	JC	Modification du plan 2561-01-B et 2561-02-A / Modification de l'implantation du bassin de rétention Chap. 5.1.2.5
E	13/05/16	JC	JC	JC	Modification du plan PLQ (Annexe 11-1201.CDC.PLQ du 12.05.2016) et ajout d'un paragraphe en préambule

Table des matières

1. PREAMBULE 1

2. INTRODUCTION 2

2.1. Mandat 2

2.2. Travaux effectués 3

3. PLQ CHAMP-DU-CHATEAU 4

3.1. Situation générale 4

3.1.1. Situation et régime de zone 4

3.1.2. Système d'assainissement actuel 5

3.2. Projet d'urbanisation 5

3.3. Potentiel d' infiltration 6

3.4. Découpage en sous bassins versants 7

3.5. Taux d'imperméabilisation à saturation du PLQ 7

3.6. Variantes d'évacuation des eaux pluviales 9

3.6.1. Estimation du débit de pointe généré par le projet d'urbanisation 9

3.6.2. Mode d'évacuation des eaux pluviales 9

3.7. Contrainte de rejet dans les équipements publics de la route des Romelles 11

3.7.1. Outils de planification existants 11

3.7.2. Modélisation hydrodynamique 12

3.7.3. Définition de la contrainte de rejet 14

3.8. Evacuation des eaux usées 16

4. ETUDE DE VARIANTES 17

4.1. Description des variantes 17

4.1.1. Variante 1 : Raccord sur Collecteur DN 800 existant Route des Romelles 17

4.1.2. Variante 2 : Ruisseau canalisé ''Le Vengeron'' 17

4.1.3. Variante 3 : Evacuation par le Lac 17

4.2. Choix de la variante de gestion des eaux pluviales 18

5. DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS D'ASSAINISSEMENT 20

5.1. Objectifs et contraintes 20

5.2. Ouvrages de gestion des eaux pluviales 20

5.2.1. Gestion centralisée hors toitures 20

5.2.1.1. Méthode simplifiée : Feuille de calcul de la DGEau 20

5.2.1.2. Méthode des pluies 21

5.2.2. Gestion en série : rétention en toiture végétalisée + bassin de rétention 21

5.2.2.1. Stockage sur toitures 21

5.2.2.2. Bassin de rétention hors toitures - Méthodes simplifiées 21

5.2.3. Gestion en série : rétention en toiture gravier + bassin de rétention 22

5.2.3.1. Stockage sur toitures 22

5.2.3.2. Bassin de rétention hors toitures - Méthodes simplifiées 22

5.2.4. Comparaison des solutions de rétention 23

5.3. Evacuation des eaux usées 24

5.3.1. Calcul du débit à évacuer 24

5.3.2. Raccordement au réseau des eaux usées 24

6. SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION 25

6.1. Réseau d'eaux pluviales 25

6.1.1. Description des équipements 25

6.1.2. Dimensionnement des équipements 25

6.1.2.1. Validation du dimensionnement des ouvrages 25

6.1.2.2. Gestion des eaux sur toitures végétalisées 26

6.1.2.3. Bassin sec de rétention à ciel ouvert 27

6.1.2.4. Bassin de rétention enterré 27

6.1.2.5. Noues et Tranchées stockantes 28

6.1.3. Réseau de collecteurs des eaux pluviales 28

6.2. Réseau des eaux usées 29

6.3. Estimation sommaire des coûts 30

7. ANNEXES 31

1. PREAMBULE

Le nouveau plan du PLQ en date du 04/05/16 apporte des adaptations vis-à-vis de l'agencement des bâtiments ainsi que des aménagements de surfaces, avec pour modification :

- les surfaces brut de plancher (SBP) passant de 68'000 m2 à 64'000 m2 avec une répartition des surfaces différente suivant leur destination (logements, activités, administration),
- les surfaces au sol en termes de surfaces réduites, liées à l'ajustement des aménagements.

Après examen et bien que la SBP soit diminuée de l'ordre de 6%, le débit de pointe pour l'évacuation des eaux usées est augmenté de l'ordre de 19% (en lien avec le calcul statistique d'équivalent-habitant suivant le mode d'affectation des bâtiments) mais reste sans impact sur le dimensionnement des canalisations d'eaux usées préconisé.

L'analyse succincte des surfaces réduites suivant les nouveaux aménagements du PLQ ne présente pas de variation significative du coefficient de ruissellement moyen de la parcelle. On notera toutefois qu'il est possible que les dimensions du bassin de rétention nécessitent une adaptation sans pour autant changer les ordres de grandeur de ce dernier, aussi les modifications apportées restent sans impact sur le concept de gestion des eaux pluviales préconisé.

En conclusion et après coordination avec le DGEAU, la nouvelle image (provisoire) du PLQ ne modifie en rien les principes du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux de la parcelle, qui restent donc valables et sont applicables au nouveau PLQ.

2. INTRODUCTION

2.1. Mandat

Dans le cadre de l'élaboration du Plan Localisé de Quartier (PLQ) du Champ du Château, le bureau ZS Ingénieurs civils SA a été mandaté par l'entreprise CONSTRUCTION PERRET SA pour établir le schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux.

Le PLQ concerne la construction d'un complexe de bâtiments d'activités sans nuisance composé de logements, de bâtiment hôtelier et de bâtiments administratifs, ainsi qu'un garage souterrain sur les parcelles 2969 et 3091 situées sur la commune de Bellevue. Ce projet est mené par le bureau d'architectes FAVRE & GUTH SA.

Dans le cadre de l'enquête technique relative au projet de PLQ et compte tenu du défaut partiel en équipement d'assainissement, la direction générale de l'eau (DGEau) a émis un préavis le 7 décembre 2011 stipulant la nécessité de réaliser un schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux préalablement au dépôt de la première requête en autorisation de construire.

Cette étude locale, s'inscrivant dans le contexte plus global des plans régionaux et généraux d'évacuation des eaux, doit être réalisée dans l'esprit et en coordination avec ces derniers, afin de garantir une cohérence à toutes les échelles de planification.

L'étude de schéma directeur a pour objectif de fixer, pour l'ensemble du périmètre de projet, les éventuels équipements publics et privés à mettre en œuvre en vue :

- d'une mise en séparatif intégrale des constructions futures;
- de prendre en compte la problématique de la gestion de l'eau le plus en amont possible du projet d'aménagement, en concertation entre les promoteurs, architectes et/ou urbanistes concernés, afin de garantir une mise en œuvre de mesures coordonnées, rationnelles et intégrées au projet;
- de garantir une capacité hydraulique suffisante des équipements publics situés en aval du périmètre de projet.

2.2. Travaux effectués

Les travaux effectués dans le cadre de l'élaboration du présent schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux sont les suivants :

- Récolte des données de base auprès des instances et des intervenants concernés (Commune, services de l'Etat, promoteur, etc…).
- Description des équipements d'assainissement existants et présentation de l'état futur de l'urbanisation.
- Rappel des exigences relatives au débit rejeté dans les réseaux et cours d'eau concernés.
- Etudes des variantes et comparaison en fonction des contraintes de raccordement au réseau.
- Calculs hydrauliques de l'état futur du PLQ (pour les EU et les EP) en tenant compte des possibilités de rétention (EP). Dimensionnement des collecteurs.
- Examen des possibilités de raccorder le périmètre du projet sur les systèmes d'assainissement existants y compris vérification hydrauliques et recherches de solutions alternatives.
- Etablissement du rapport de synthèse «schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux».
- Illustration avec plans, notes de calculs et autres documents.

3. PLQ CHAMP-DU-CHÂTEAU

3.1. Situation générale

3.1.1. Situation et régime de zone

Le projet de PLQ présente une emprise d'environ 5.65 ha sur les parcelles 2969, 3091 et 3529 situées sur la Commune de Bellevue délimitées par la route des Romelles, la route de Lausanne, le Chemin de la Glaise et l'autoroute N1 Genève-Lausanne.

Le périmètre du PLQ du Champ-du-Château concerné par l'étude présente une topographie plutôt plane au centre de la parcelle n° 2969 et une pente de 7.5% orientée vers le lac (altitudes comprises entre 388 m et 381 m).

Figure 1 : Plan de situation (Source SITG).

Dans le cadre des nouveaux aménagements, la zone parking et le bâtiment existant seront démolis, tandis que le cordon boisé entourant la parcelle sera conservé au plus proche de sa configuration actuelle.

Le périmètre du PLQ est représenté sur le plan ci-dessous et concerne des parcelles actuellement affectées à de la zone agricole et ferroviaire. Le périmètre du projet de PLQ de Champ du Château a fait l'objet d'une procédure de déclassement des parcelles 2969, 3091 et 3529 pour créer une zone de développement 3 destinée à l'habitation, au commerce, et aux activités du secteur tertiaire (gabarit maximum : 21.00m).

Figure 2 : Régime de zone (Source SITG).

Dans le cadre de la procédure susvisée, la DGEau a émis un préavis qui définit les contraintes associées au projet d'aménagement, dont notamment l'établissement et la validation du présent rapport.

Extrait du préavis technique de la DGEau

''Un schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux polluées et non polluées de l'ensemble du secteur du plan de zone devra être élaboré et approuvé par nos services préalablement au dépôt de la 1ère requête en autorisation de construire.''

Le schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux polluées et non polluées constitue un élément contraignant pour le dépôt des futures requêtes en autorisation de construire et fait partie intégrante des documents à établir préalablement à l'adoption du PLQ par le Conseil d'Etat.

3.1.2. Système d'assainissement actuel

La figure ci-dessus représente la position des réseaux publics existants, à savoir :

- Le collecteur EP des Romelles du réseau secondaire, propriété de la commune de Bellevue;
- Le collecteur EP de la route de Lausanne du réseau privé cantonal, propriété de l'Etat de Genève;
- Les collecteurs EP sur la parcelle du PLQ du réseau privé, propriété des promoteurs.

Figure 3 : Cadastre du réseau d'assainissement des eaux (Source SITG).

3.2. Projet d'urbanisation

Le PLQ de Champ-du-Château, illustré en annexe 1, prévoit la construction de bâtiments destinés au logement, à l'hôtellerie et à des activités du secteur tertiaire.

L'emprise totale du PLQ couvre 56'465 m^2 en incluant les voies d'accès au complexe hôtelier. Sur cette surface sont réalisés 4 bâtiments représentant un total de 68'000 m^2 de surface brute de plancher (SBP) avec la répartition suivante :

- 20'000 m^2 sont destinés au logement,
- 15'000m^2 destinés à un hôtel
- 33'000m^2 à des activités tertiaires

L'indice d'utilisation du sol (IUS) est de 1.59.

Les immeubles comporteront 3 niveaux de sous-sol. Une partie des sous-sols sera utilisée pour le complexe hôtelier, local technique, activités; la seconde partie sera affectée aux parkings. Le garage souterrain permettra d'avoir 1004 places de stationnement répartis sur les 3 niveaux de sous-sol (sous-sol 1 : 114 places, sous-sol 2 : 382 places, sous-sol 3 : 508 places).

3.3. Potentiel d' infiltration

D'après le diagnostic du PGEE (rapport d'état sur l'infiltration), illustré par la carte ci-dessous, la capacité d'infiltration des eaux est mauvaise sur le périmètre du projet en raison de la faible perméabilité des formations en place.

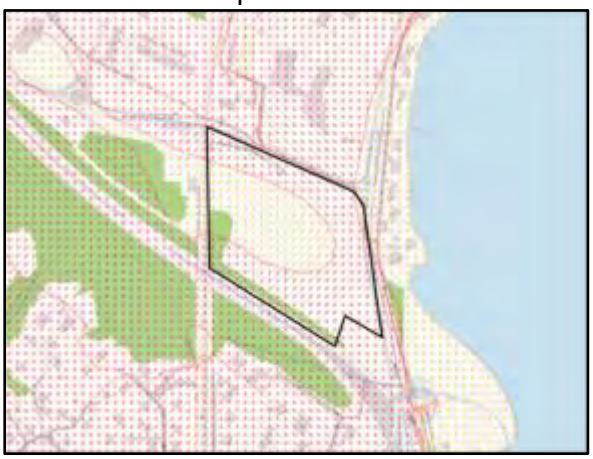


Figure 4 : Potentiel d'infiltration des eaux pluviales (Source SITG).

En effet, les sondages dans la zone du PLQ, ci-joints en annexe n° 3 font ressortir une très faible perméabilité. Le terrain est composé essentiellement d'alternance de marnes (marno-calcaires avec des phases gréseuses) et d'une couverture de limon argileux.

Dès lors, l'infiltration active, tant en surface qu'en profondeur, d'eaux non polluées ne peut pas être retenue pour la gestion des eaux pluviales du PLQ.

Compte tenu de ce qui précède, **tout dispositif d'infiltration centralisée est écartée**.

3.4. Découpage en sous bassins versants

Le plan des aménagements paysagers fourni par les architectes du projet de PLQ a permis de définir les limites des sous bassins versants du périmètre d'étude.

Il a été identifié 3 sous bassins versants en fonction des écoulements des eaux pluviales. Ces derniers sont représentés par la figure 5 ci-dessous et délimités plus précisément en annexe 1.

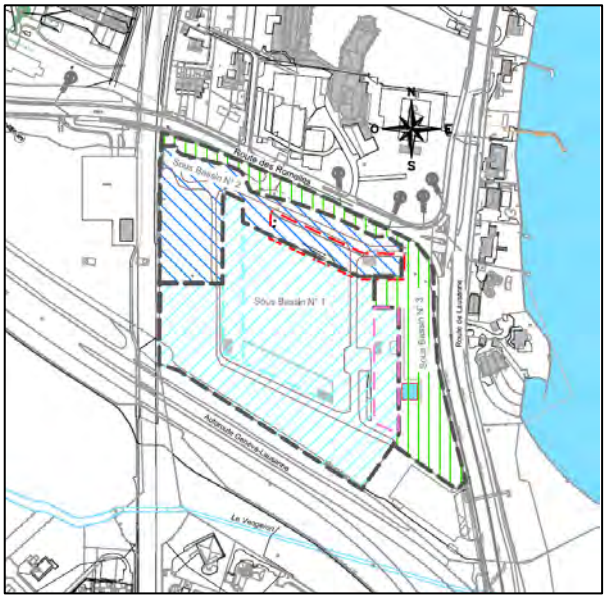


Figure 5 : Découpage en sous bassins versants

Aussi pour chaque sous bassin versant, il a été calculé les surfaces réduites avec les coefficients de ruissellement définis au paragraphe 2.5.

3.5. Taux d'imperméabilisation à saturation du PLQ

Les architectes responsables du projet ont fait des choix de conception afin de limiter l'imperméabilisation des sols et de retarder l'écoulement des eaux pluviales (mise en place de terre végétale sur les parkings souterrains, toitures plates, cheminements perméables …).

A partir du plan des aménagements extérieurs du projet de PLQ, un découpage des surfaces de même affectation et, à ce titre de même coefficient de ruissellement, a été réalisé.

Le plan en annexe n° 1 illustre le découpage susvisé.

Par ailleurs, les coefficients de ruissellement attribués sont issus des directives communiquées par la DGEau lors des séances de travail tenues au Département, à savoir :

- Cr=0.65 pour de la toiture végétalisée avec une épaisseur de terre végétale d'un minimum de 15cm
- Cr=0.90 pour une toiture en gravier
- Cr=0.95 pour le balcon en béton
- Cr=0.50 pour les terrasses de bâtiments (pavés filtrants)
- Cr=0.90 pour les surfaces minérales (parkings extérieurs, voie de circulation automobile)

- Cr=0.50 pour l'engazonnement des surfaces sur dalle, situées au-dessus du garage souterrain (épaisseur de terre végétale de 35 cm au minimum)
- Cr=0.15 pour les surfaces herbacées entourant les bâtiments (pleine masse).

Le tableau ci-dessous donne une synthèse des surfaces par mode d'affectation.

Bassin versant	S_{Totale} [m^2]	$S_{Réduite}$ [m^2]	Cr [-]	S_{Balcon} [m^2]	$S_{Terrasse}$ [m^2]	$S_{Toitures}$ [m^2]	$S_{Prairie}$ [m^2]	$S_{TV\ sur\ dalle}$ [m^2]	S_{Route} [m^2]
BV n°1	32'700	14'729	45%	630	400	6'610	11'190	11'320	2'550
BV n°2	12'400	5'736	46%	590	490	2'280	6'250		2'790
BV n°3	11'380	2'734	24%	360	720		9'320	620	360
PLQ	**56'480**	**23'199**	**41%**	1'580	1'610	8'890	26'760	11'940	5'700

Tableau 1 : Calcul du coefficient de ruissellement par sous bassin versant.

En définitive, le périmètre du projet présente une emprise de **56'480 m^2 pour une surface réduite de 23'199 m^2 imperméable**, soit un coefficient de ruissellement de l'ordre de **41%**.

3.6. Variantes d'évacuation des eaux pluviales

3.6.1. Estimation du débit de pointe généré par le projet d'urbanisation

D'après la directive IDF 2009 pour les pluies genevoises, l'intensité de pluie calculée pour une pluie ayant un temps de retour de 10 ans et pour une durée d'averse de 15min est de l'ordre de 85 mm/h.

L'application de la méthode rationnelle considérant une pluie uniforme (Tc 15 min, T 10 ans) sur le périmètre d'urbanisation ($S_{Réduite}$ de 23'199 m^2) permet d'estimer en **première approximation** le débit de pointe au niveau de l'exutoire à près de **550 l/s.**

3.6.2. Mode d'évacuation des eaux pluviales

Lors de la séance de lancement tenue courant juillet 2013, la DGEau a présenté les trois variantes d'évacuation envisageables dictées tant par les conditions locales que par la géométrie des équipements préexistants.

Les variantes d'évacuation peuvent être identifiées selon la nature de l'exutoire, à savoir :

- Les **collecteur EP de la route des Romelles** pour la variante **n° 1**
- Le ruisseau canalisé du **Vengeron** pour la variante **n° 2**
- Un **nouvel équipement** (micro-tunnelier) reliant le périmètre du PLQ au lac pour la variante **n° 3**

La figure ci-après en donne une illustration de principe.

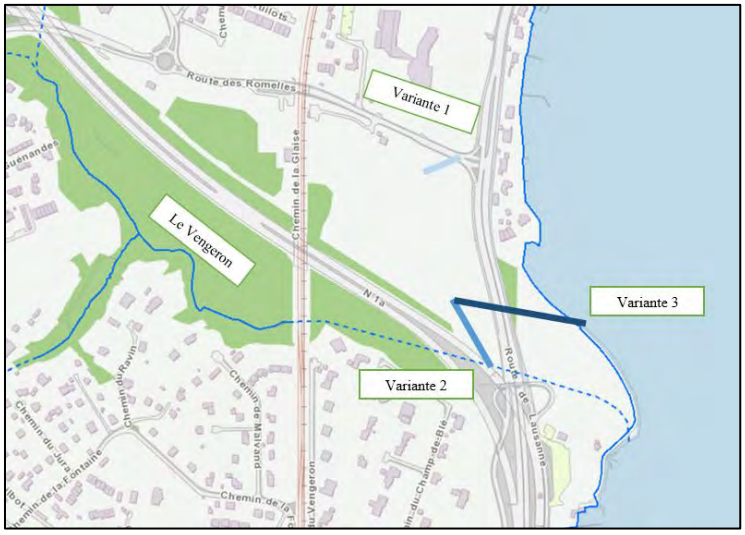


Figure 6 : Variantes de principe pour l'évacuation des eaux pluviales.

Dès lors, il s'agissait d'en préciser les contours et d'effectuer une analyse sommaire selon des facteurs techniques, administratifs, financiers et environnementaux.

A cet effet, le tableau page suivante donne une synthèse des variantes étudiées, ainsi que les principales contraintes à répercuter sur le projet de PLQ.

Variante d'évacuation	Description	Contraintes
Variante 1 «Romelles»	Raccord sur les équipements publics de la route des Romelles	Périmètre d'urbanisation situé en dehors du périmètre d'assainissement des eaux. **Respect de la contrainte quantitative** de rejet fixée par la DGEau en fonction de la réserve de capacité à saturation des sous bassins versants existants.
Variante 2 «Vengeron»	Raccord sur le ruisseau canalisé du Vengeron	**Contraintes constructives** sur le raccordement physique. **Respect de la contrainte quantitative** de rejet «Vengeron» dictée par les risques d'inondation en cas d'évènement majeur, à savoir : **20 l/s/ha T10 ans.**
Variante 3 «Lac»	Mise en œuvre d'un nouveau collecteur jusqu'au lac	**Absence de contrainte quantitative** : milieu récepteur non sensible (lac). **Contraintes constructives** ➔ Forage dirigé/micro tunnelier sous l'assiette de la route cantonale et les parcelles privées voisines du lac. ➔ Création d'un nouvel exutoire dans le lac : contraintes DGNP pour travaux en milieu lacustre, installations de chantier extrêmement lourdes (chambre confinée et pompage pour garantir des conditions de fouilles à sec).

Tableau 2 : Variantes de principe et contraintes respectives.

3.7. Contrainte de rejet dans les équipements publics de la route des Romelles

La mise en œuvre de la 1ère variante de raccordement nécessite un approfondissement des connaissances actuelles relatives à l'hydraulique du système d'assainissement EP de la route des Romelles.

En effet, la modification de zone et plus particulièrement le projet de PLQ n'ont pas été retenus dans les outils de planification tant passé (Plan Directeur des égouts : PDE) qu'actuel (Plan général d'évacuation des eaux : PGEE).

3.7.1. Outils de planification existants

La figure ci-après représente un extrait du PDE de la commune de Bellevue. On note que le périmètre d'urbanisation y figure de manière tronquée, et se voit caractérisé par un coefficient de ruissellement volumique de 10 %(équivalent de zone agricole).

Il en résulte que le dimensionnement initial des collecteurs EP **n'appréhendait en aucun cas une densification du périmètre de projet.**

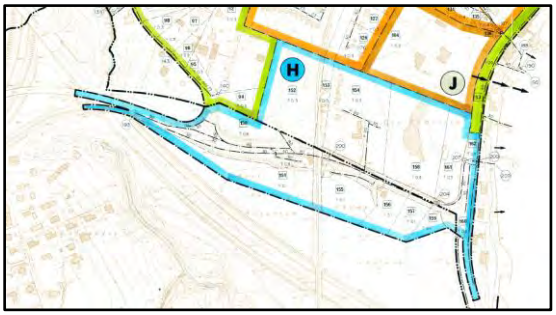


Figure 7 : Extrait du PDE de la commune de Bellevue.

En ce qui concerne le PGEE, la figure ci-après représente un extrait de la carte des contraintes. On note que le périmètre d'urbanisation ne fait pas l'objet d'un sous bassin versant spécifique.

Figure 8 : Extrait du PGEE de la commune de Bellevue, carte des contraintes.

Dans ce contexte, la carte des contraintes et les conclusions du rapport d'état sur les débits d'eaux à évacuer ne peuvent être valorisées en l'état pour définir une contrainte de rejet propre au périmètre d'étude.

En raison du caractère lacunaire des informations à disposition, les préavis techniques délivrés par la DGEau (PZ n°29882-506 et DR n° 18258) prévoyaient le respect d'un **coefficient de ruissellement de 10%** pour toute nouvelle construction.

Il s'agit de la contrainte de rejet exigée par défaut pour tout projet situé hors périmètre d'assainissement.

3.7.2. Modélisation hydrodynamique

Néanmoins et compte tenu de l'importance du projet de PLQ, la DGEau a conduit une expertise hydraulique de l'ensemble du bassin de la route des Romelles afin d'en évaluer la **réserve de capacité effective** et d'adapter en conséquence la contrainte de rejet initialement (Cr 10%).

L'expertise hydraulique des équipements des Romelles a été effectuée par l'intermédiaire du logiciel de simulation hydrodynamique SWMM, développé par l'agence de protection de l'environnement américaine (EPA).

Cet outil permet de reproduire le comportement d'un système d'assainissement suite à un évènement de pluie isolé (simulation évènementielle), ainsi que sur des séries de pluies de plus de 20 ans (simulation continue) issues de stations de mesures genevoises ou reconstituées par des méthodes statistiques.

Le logiciel est constitué de deux principaux modules :

- Le **modèle hydrologique** qui décrit la réaction des bassins versants suite à un événement pluvieux (transformation pluie-débit : fonction de production et de transfert);
- Le **modèle hydraulique** ou d'acheminement qui décrit le comportement du réseau suite à l'introduction des débits calculés par le modèle hydrologique.

a. Modèle hydrologique – Onde cinématique (B)

Le modèle hydrologique utilisé (onde cinématique) correspond à la famille des modèles déterministes dans la mesure où ils exploitent les paramètres physiques et l'organisation réelle des sous bassins versants du périmètre d'étude élargi.

La limite des sous-bassins versants correspond au découpage effectué dans le PGEE qui répond aux caractéristiques physiques des terrains (pente, orientation, modelage, parcellaire, barrières physiques aux écoulements, etc.) et à l'organisation réelle des réseaux d'assainissement.

Le modèle distingue deux catégories d'occupation du sol, à savoir : les fractions perméables et imperméables, caractérisées par des coefficients de rugosité distincts.

L'imperméabilisation des sols correspond à l'état de saturation (horizon 20 ans), obtenu par la confrontation de l'état actuel (analyse de photos aériennes fausses couleurs effectuées dans le cadre du PREE) et les projections de densification actualisées dans le cadre du PGEE.

La part active des surfaces perméables est reproduite dans le temps par le modèle d'infiltration empirique de Horton qui tient compte de la capacité d'absorption du sol en début et fin d'événement pluvieux.

Les pertes initiales (et phénomène d'interception) sont également prises en compte avec une différenciation selon qu'on se situe sur une surface perméable ou imperméable.

La mise en œuvre du modèle de transfert (onde cinématique sur un plan incliné) nécessite finalement le renseignement des paramètres physiques des sous bassins versants issus de l'analyse du modèle numérique de terrain, à savoir : la pente, la longueur et la largeur.

Le tableau ci-après donne une synthèse des paramètres utilisés dans le modèle hydrologique.

Bassins versants	
Découpage	PGEE (adapté par la DGEau)
Taux d'imperméabilisation [%]	Selon PGEE, état futur (adapté par la DGEau)
Taux de raccordement [%]	**100%**
Longueur, largeur, pente	DGEau selon l'orientation principale des écoulements (exploitation du MNT 2012)
Rugosité des surfaces perméables et imperméables [$m^{1/3}/s$]	$K_{Perméable}$=**75** / $K_{Imperméable}$=**10**
Infiltration	
Capacités d'absorption initiale et finale [mm/h]	I_o =**150** / I_f =**50**
Durée d'assèchement du sol (Drying Time) [j]	**7**
Constante de temps : (Decay Const.) [h]	**4**
Pertes initiales (mm)	
Hauteur d'eau stockée sur les surfaces perméables et imperméables [mm]	$P_{Perméable}$=**1** / $P_{Imperméable}$= **2.5**
Pourcentage de la surface imperméable dépourvue de stockage [%]	**25 %**

Tableau 3 : Paramètre du modèle hydrologique.

b. Modèle hydraulique – Onde dynamique

SWMM utilise une routine de calculs fondée sur la résolution des équations de «Barré de Saint-Venant» ce qui permet de reproduire correctement les écoulements en charge et l'influence de ces derniers sur les tronçons de collecteurs situés en amont : on parle alors de modélisation hydrodynamique.

La rugosité des conduites constitue le seul paramètre à renseigner pour le modèle hydraulique.
Dans notre cas, les conduites en ciment sont caractérisées par une **rugosité de 75 $m^{1/3}/s$**.

3.7.3. Définition de la contrainte de rejet

Dans un souci de réalisme, une modélisation continue a été conduite sur le bassin versant de la route des Romelles. Il s'agit d'une part d'une série de pluies stochastiques, d'une durée de 20 ans développée par le mandataire modélisation (bureau B+C) dans le cadre des plans régionaux d'évacuation des eaux (PREE) et d'autre part d'une série de pluie mesurée à Chevrier sur une durée de 32 ans.

La figure ci-après donne une schématique du modèle développé, ainsi que le point de raccordement théorique du PLQ sur les équipements publics de la route des Romelles.

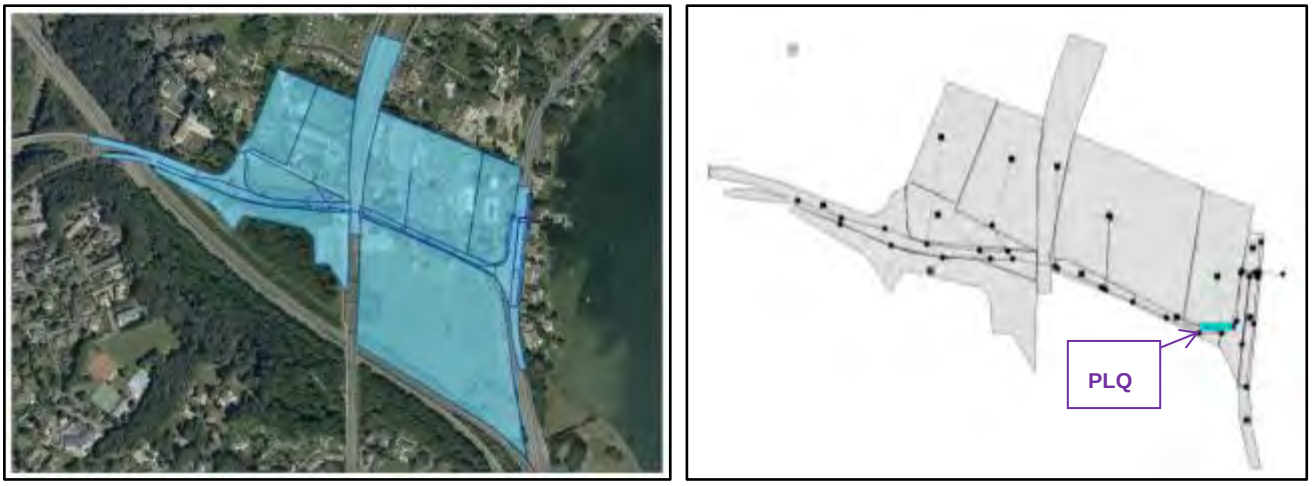


Figure 9 : Plan de situation des sous bassins versants modélisés et schématique du modèle de simulation.

Les figures ci-après représentent le profil en long du système de collecte en aval du point d'introduction du périmètre de projet, pour un événement de temps de retour 10 ans.

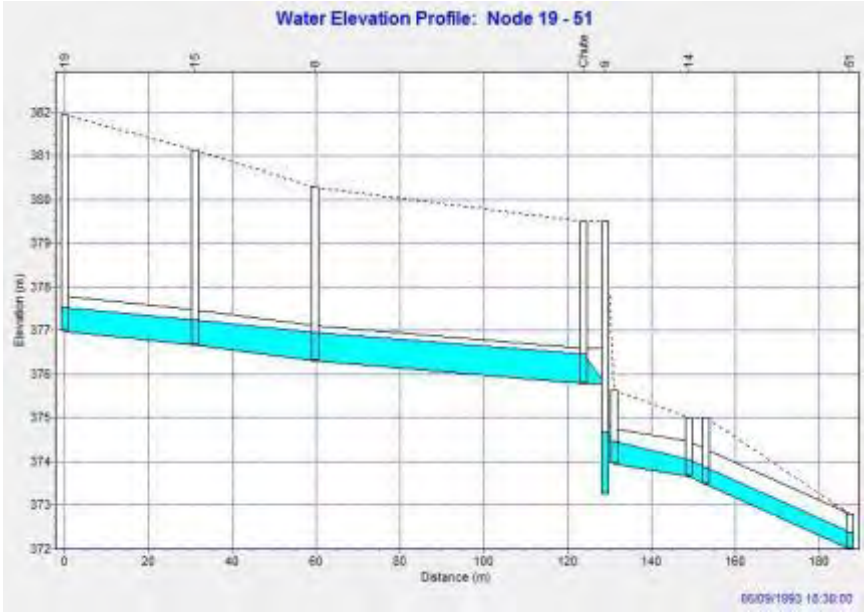


Figure 10 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n°19) – **Situation future sans PLQ.**

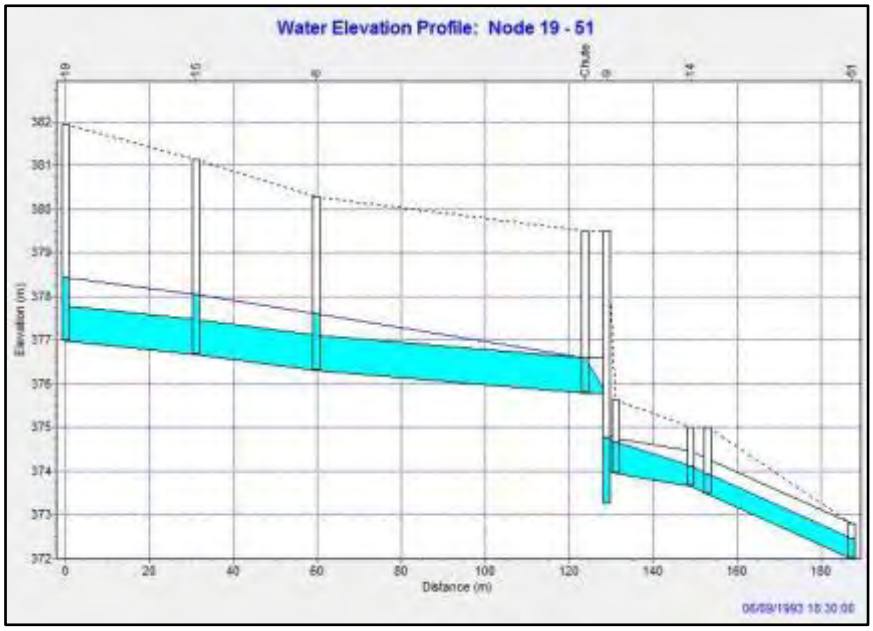


Figure 11 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n^{0}19) - **Situation future sans contrainte de rejet sur le périmètre du PLQ.**

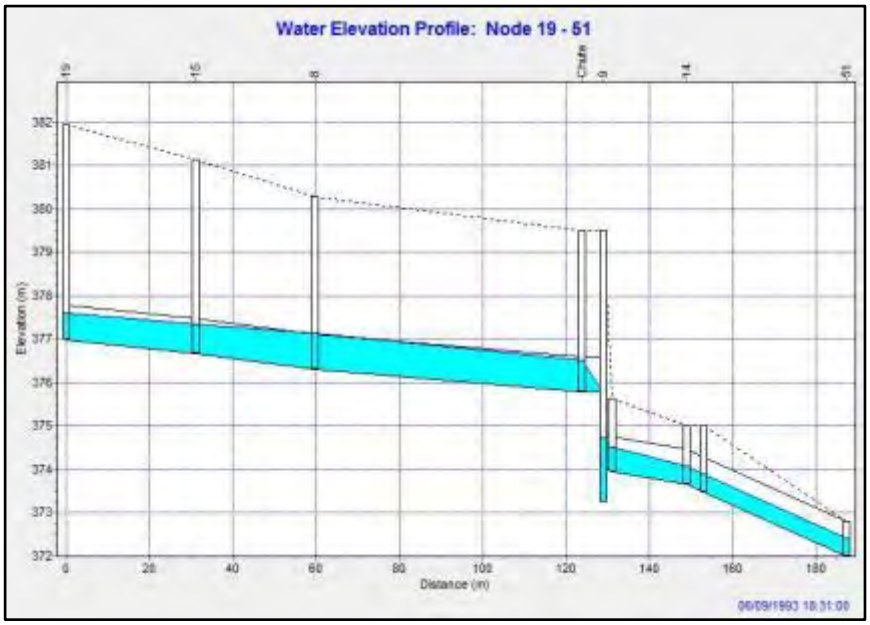


Figure 12 : Ligne d'eau en aval du point de raccord du PLQ (n^{0}19) - **Situation future avec une contrainte de rejet fixée à 50 l/s/ha T 10 ans sur le périmètre du PLQ.**

La modélisation de l'état futur d'urbanisation des sous-bassins versants existants **sans réalisation du PLQ** (cf. figure 9) conduit à un niveau de remplissage quasi maximal du système de collecte située à l'aval de ce dernier. Le collecteur EP de la route des Romelles présente dès lors une réserve de capacité extrêmement limitée.

La modélisation de l'état futur **avec réalisation du PLQ sans mesures de gestion** conduit à une mise en charge inacceptable du système de collecte aval (>100 % du diamètre en place).

Fort de ce constat, la DGEau fixe le débit de rejet admissible **à 50 l/s/ha pour un temps de retour de 10 ans.**

La modélisation de l'état futur **avec réalisation du PLQ accompagnée de mesures de gestion** est illustrée par la figure 11.

3.8. Evacuation des eaux usées

L'évacuation des eaux polluées pourra se faire en se raccordant au collecteur existant DN 500 situé sous la route des Romelles et la route de Lausanne entre les cheminées n° 1012 et n° 1015.

Le collecteur d'eaux usées appartient au réseau primaire, propriété de SIG. Le système de collecte EU est en très bon état, mise en service il y a moins de 3 ans dans le cadre du renforcement du réseau lac rive droite.

Les SIG doivent impérativement être informés préalablement à l'intervention sur le réseau primaire. Ils procèderont ensuite au contrôle de la bienfacture du raccord après réalisation de ce dernier par l'entreprise adjudicatrice des travaux.

4. ETUDE DE VARIANTES

4.1. Description des variantes

4.1.1. Variante 1 : Raccord sur Collecteur DN 800 existant Route des Romelles

Le débit de restitution ne doit pas excéder la limite de capacité du collecteur d'eaux pluviales existant.

Des mesures de gestion des eaux pluviales devront donc être prises sur le périmètre du PLQ pour respecter le débit de restitution admissible (**50 l/s/ha T 10 ans**) et ne pas créer de risque d'inondation en aval de ce dernier.

4.1.2. Variante 2 : Ruisseau canalisé ''Le Vengeron''

Afin de préserver le régime hydrologique du milieu récepteur et de limiter les risques d'inondation, le SECOE exige le respect de la contrainte de rejet de 20 l/s/ha pour un temps de retour de 30 ans pour toute urbanisation dans le bassin versant du Vengeron.

Le Plan Régional d'Evacuation des Eaux (PREE) devrait faire évoluer cette contrainte dès finalisation de l'étude sur le secteur «lac rive droite».

En l'état, le respect de la contrainte susvisée conduit à la mise en œuvre de mesures de gestion plus conséquentes que pour la 1ère variante :

- Le débit admissible est plus faible (**20 l/s/ha contre 50 l/s/ha** pour la 1ère variante);
- L'objectif de protection est plus important (**30 ans contre 10 ans** pour la 1ère variante).

Il serait donc nécessaire de procéder à un laminage plus important des eaux pluviales générées par le PLQ et, à ce titre, d'implanter des ouvrages de rétention plus volumineux.

4.1.3. Variante 3 : Evacuation par le Lac

Le SECOE ne fixe aucune contrainte quantitative pour le déversement des eaux non polluées au lac.

Le principal désavantage de cette variante réside dans la mise en œuvre et le coût des travaux d'assainissement hors périmètre du PLQ.

En effet, il serait difficilement envisageable de procéder par une fouille ouverte sur la route de Lausanne et les parcelles adjacentes compte tenu de l'importance des nuisances.

Cette variante nécessiterait donc la mise en œuvre de travaux spéciaux de type forages dirigés ou micro-tunnelier.

De plus, la création d'un nouvel exutoire dans le lac nécessiterait d'importantes négociations avec la DGNP pour travaux en milieu lacustre, ainsi que des installations de chantier extrêmement lourdes (chambre confinée et pompage pour garantir des conditions de fouilles à sec).

Du fait de l'importance des coûts et des contraintes techniques inhérentes à cette variante, cette dernière est jugée économiquement non viable et ne sera pas plus approfondie.

Une variante 3bis a également été envisagée avec un raccordement au collecteur de la route des Romelles évacuant 300 l/s (50 l/s/ha) et un collecteur supplémentaire évacuant au lac les débits excédentaires. Il s'agirait d'un dédoublement du collecteur existant de la route des Romelles.

En plus du surcoût, cette variante 3bis présente des inconvénients majeurs tels que la traversée de la route de Lausanne. Cette variante ne sera donc pas approfondie davantage.

4.2. Choix de la variante de gestion des eaux pluviales

Le tableau page suivante donne une comparaison synthétique des 3 variantes d'évacuation des eaux pluviales.

Variantes	Variante 1 Romelles	Variante 2 Vengeron	Variante 3 Lac
Gestion quantitative sur le périmètre du PLQ	$V_{Respect\ 50\ l/s/ha\ T10\ ans}$	$V_{Respect\ 20\ l/s/ha\ T30\ ans}$	$V = 0\ m^3$
Hydraulique des systèmes publics d'assainissement	Péjore la situation actuelle	Absence de modification de l'état actuel	Absence de modification de l'état actuel
Risque d'inondation du Vengeron	Absence de modification de l'état actuel	Péjore la situation actuelle	Absence de modification de l'état actuel
Réalisation des raccords privés	Raccord classique en calotte	Intervention compliquée sur galerie	Raccord classique fil d'eau
Contraintes de chantier hors PLQ	Absence d'intervention	Absence d'intervention	Travaux spéciaux et intervention en milieu lacustre
Contraintes d'exploitation	Absence de modification de l'état actuel	Absence de modification de l'état actuel	Nouvel équipement à entretenir
Coût de la variante	Volume de rétention modeste	Volume de rétention important	Travaux spéciaux très onéreux

Tableau 4 : Comparaison de variantes.

En accord avec la DGEau, **la solution préconisée est la variante n° 1** avec une gestion quantitative des eaux pluviales à la parcelle par le biais de mesures sur toitures et d'une rétention à ciel ouvert.

5. DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS D'ASSAINISSEMENT

5.1. Objectifs et contraintes

Le concept de gestion et d'évacuation des eaux retenu pour évacuer les eaux pluviales du PLQ doit tenir compte de la faisabilité technique d'une part et du coût des équipements d'autre part.

Le schéma directeur doit être établi en respectant notamment les prescriptions suivantes :

- Séparation intégrale des eaux polluées (eaux usées domestiques) et des eaux non polluées (eaux pluviales récoltées sur le bassin versant), regards de visite et d'entretien distincts.
- Prise en compte des directives fixées par la DGEau en réponse au plan directeur des égouts (PDE), ainsi qu'aux plans régionaux et généraux d'évacuation des eaux (PREE et PGEE).
- Concrétisation de toutes les opportunités pour diminuer le taux d'imperméabilisation des surfaces aménagées afin de limiter les débits de pointe à laminer avant rejet au réseau.
- Dimensionnement des collecteurs EP sur la base du débit généré pour un temps de retour de 10 ans.
- Dimensionnement des collecteurs EU sur la base du débit de pointe généré à saturation du périmètre de projet.

5.2. Ouvrages de gestion des eaux pluviales

5.2.1. Gestion centralisée hors toitures

Hypothèses d'aménagement :

- Toitures végétalisées (Cr 0.65);
- Absence de dispositif de rétention sur toiture.

5.2.1.1. Méthode simplifiée : Feuille de calcul de la DGEau

Le calcul peut être mené par la méthode simplifiée pour dimensionner des bassins de rétention, méthode documentée dans le fascicule Gestion quantitative des eaux pluviales, de la DGEau.

Par ailleurs, il est important de noter que la surface du bassin versant (5.65 ha) est supérieure aux valeurs recommandées pour l'utilisation de cette méthode.

La régulation se fait par un orifice calibré : **α=0.67**, contrainte **50 l/s/ha T 10 ans**.

Par la méthode simplifiée, le bassin de rétention aura un volume utile de l'ordre de **304 m^3**. (Voir Annexe 4 pour le détail des calculs).

5.2.1.2. Méthode des pluies

La méthode des pluies est utilisée pour calculer le volume utile de rétention. Nous considérons un temps de concentration de 5 minutes.

La régulation se fait par un orifice calibré : **α=0.67**, contrainte **50 l/s/ha T 10 ans**.

Par la méthode des pluies, le bassin de rétention aura un volume de rétention de l'ordre de **248 m^3** (voir Annexe 5 pour le détail des calculs).

La différence s'explique notamment par la prise en compte du temps de concentration.

5.2.2. Gestion en série : rétention en toiture végétalisée + bassin de rétention

Hypothèses d'aménagement :

- Toitures végétalisées (Cr 0.65) ;
- Stockage sur toiture, **débit de fuite estimé à 10 l/s** pour l'ensemble des bâtiments du PLQ.

5.2.2.1. Stockage sur toitures

D'après la méthode des pluies, en considérant un débit de fuite de 10l/s, nous préconisons la mise en œuvre d'une rétention de l'ordre de **171 m^3**, ce qui correspond à une lame d'eau d'environ **2 cm** sur l'ensemble des toitures (voir Annexe 6.1 pour le détail des calculs).

5.2.2.2. Bassin de rétention hors toitures - Méthodes simplifiées

Le bassin de rétention hors toiture recueille les débits générés par les surfaces hors toitures, ainsi que le débit de fuite de ces dernières limité à 10 l/s.

D'après la méthode des pluies, le volume utile nécessaire du bassin de rétention hors toiture est de l'ordre de **141 m^3**. (Annexe 6.2)

5.2.3. Gestion en série : rétention en toiture gravier + bassin de rétention

Hypothèses d'aménagement :

- Toitures en graviers (Cr 0.9) ;
- Stockage sur toiture, **débit de fuite estimé à 10 l/s** pour l'ensemble des bâtiments du PLQ.

5.2.3.1. Stockage sur toitures

D'après la méthode des pluies, en considérant un débit de fuite de 10l/s, nous préconisons la mise en œuvre d'une rétention de l'ordre de **274 m^3**, ce qui correspond à une lame d'eau d'environ **3 cm** sur l'ensemble des toitures (voir Annexe 7.1 pour le détail des calculs).

5.2.3.2. Bassin de rétention hors toitures - Méthodes simplifiées

Le bassin de rétention hors toiture recueille les débits générés par les surfaces hors toitures, ainsi que le débit de fuite de ces dernières limité à 10 l/s.

D'après la méthode des pluies, le volume utile nécessaire du bassin de rétention hors toiture reste inchangé, soit **141 m^3**. (Annexe 7.2)

5.2.4. Comparaison des solutions de rétention

Le tableau ci-après donne une comparaison synthétique des 3 sous variantes de gestion des eaux pluviales.

Variantes	Sous variante 1 Toitures végétalisées sans rétention	Sous variante 2 Rétention sur toitures végétalisées	Sous variante 3 Rétention sur toitures gravier
Volume de rétention hors toitures	V utile ~248m^3	V utile ~141m^3	V utile ~141m^3
Dispositif de rétention sur toitures	NON	OUI V= 171 m^3 Q_{Fuite} =10 l/s	OUI V=274 m^3 Q_{Fuite} =10 l/s
Contraintes spécifiques aux toitures	Surcoût pour la végétalisation de la toiture Etanchéité traditionnelle Entretien plus lourd	Surcoût pour la végétalisation de la toiture Soins spécifiques pour l'étanchéité Entretien plus lourd	Soins spécifiques pour l'étanchéité Entretien sommaire

Tableau 5 : Comparaison des sous variantes de gestion des eaux.

A noter que le volume d'excavation pour le bassin de rétention n'est pas significatif par rapport à l'excavation totale des bâtiments et du parking souterrain.

Les solutions avec gestion des eaux sur toitures en gravier ou végétalisées sont les plus intéressantes du fait qu'elles permettent de réduire le volume utile du bassin de rétention hors toitures par deux par rapport à la 1ère sous variante.

La toiture végétalisée présente entre autre quelques avantages non négligeables tels que :

- aménagement naturel, lieu d'accueil pour la petite faune (oiseaux…),
- absorption des poussières atmosphériques et du dioxyde de carbone,
- isolation acoustique grâce à la terre,
- performance thermique, réduction des besoins de climatisation grâce aux végétaux,
- protection de l'étanchéité.

En définitive, la solution avec un aménagement des toitures en gravier semble être la plus économique, alors que la mise en œuvre de toitures végétalisées est plus en phase avec les objectifs liés au développement durable.

5.3. Evacuation des eaux usées

5.3.1. Calcul du débit à évacuer

Le tableau ci-après donne une synthèse du mode d'affectation des bâtiments retenu dans le cadre du PLQ .

Tableau modifié selon plan annexe 11 n°1201.PLQ2.10.A3	**Affectation**	**Surface brute de plancher**	**Equivalent habitant**
Bâtiment A3, A5	*Activités administratives*	*17'000 m2*	*189 EH*
Bâtiment L1	*Habitation*	*15'000 m2*	*375 EH*
Bâtiment L2	*Habitation*	*18'000 m2*	*450 EH*
Bâtiment A4	*Activité hôtelière*	*18'000 m2*	*600 EH*
TOTAL			*1614 EH*

Le PLQ prévoit la construction de deux bâtiments destinés à du logement présentant une surface brute de plancher de 33'000 m^2. Avec une statistique de 40m^2 / par EH, il faut compter sur 825 EH à saturation de ce dernier.

Le PLQ prévoit la construction d'un hôtel présentant une surface brute de plancher de 18'000 m^2. Avec une statistique de 30m^2 / par EH, il faut compter sur 600 EH à saturation de ce dernier.

Le PLQ prévoit la construction de plusieurs bâtiments administratifs présentant une surface totale brute de plancher de 17'000 m^2. Avec une statistique de 30m^2 / par EH, il faut compter sur 189 EH à saturation de ce dernier.

En définitive le PLQ comptera 1'614 EH à horizon de saturation.

Il est considéré un débit de pointe de 0.017 l/s/EH, soit un débit de pointe dimensionnant pour la conduite de **27.5 l/s**.

5.3.2. Raccordement au réseau des eaux usées

Apres contrôle, le dimensionnement ne dépasse pas le diamètre 250 mm. Par ailleurs, la législation cantonale prévoit un diamètre minimal de 250 mm pour le raccord sur les équipements publics.

Le collecteur des eaux usées sur la route des Romelles devrait permettre de reprendre les eaux usées de la parcelle du PLQ.

Le raccordement au réseau primaire devra se faire entre les chambres n° 1012 et n° 1015.

6. SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION

6.1. Réseau d'eaux pluviales

6.1.1. Description des équipements

Le comparatif des solutions et des variantes étudiées ci-dessous a permis au maitre d'ouvrage d'arrêter son choix, en concertation avec la DGEau. Une réunion avec toutes les parties prenantes a d'ailleurs permis de conclure sur une solution équilibrée.

Les équipements spécifiques à la gestion des eaux pluviales du PLQ de Champ du Château peuvent être synthétisés comme suit :

- Toitures végétalisées et gérées sur l'ensemble des bâtiments;
- Bassin de rétention enterré dans le bâtiment L1 destiné à du logement;
- Prairie inondable à ciel ouvert située entre le bâtiment A4 et la route de Lausanne;
- Tranchée stockante le long à la route de Lausanne;

Il avait été évoqué la possibilité que la chaussée parallèle à la route des Romelles soit avec une structure réservoir affectée à la rétention. Cet ouvrage enterré reste discret tout en permettant la mise en œuvre d'un volume de stockage supplémentaire.

Néanmoins cette solution reste difficilement applicable pour les terrains avec une forte pente, supérieure à 1%. Il faudrait alors prévoir un ensemble de cloisons et vortex implantés en série.

Dès lors, ce système n'est pas approfondi d'avantage du fait du contexte local, de la difficulté de réalisation, des coûts induits et des possibles risques de colmatage de la structure dans le temps.

6.1.2. Dimensionnement des équipements

Le débit de rejet dans le collecteur des Romelles est limité à **50 l/s/ha pour T 10 ans**.

6.1.2.1. Validation du dimensionnement des ouvrages

Les équipements privés et les sous bassins versants planifiés dans le cadre du PLQ ont été intégrés au modèle de simulation hydrodynamique et ont fait l'objet d'une modélisation avec deux séries de pluies continue, d'une durée respective de 20 ans et 32 ans, afin de vérifier leur bon dimensionnement. Il en résulte que le dimensionnement des deux bassins de rétention et des toitures est en adéquation avec les objectifs fixés et permettent de respecter la contrainte de rejet dans le collecteur des Romelles.

Le tableau 7 fournit une synthèse des débits par bassin versant pour un événement de temps de retour 10 ans.

Sous Bassin versant 1		
Surface réduite	14729	m^2
Débit de pointe (T 10 ans)	325	l/s
Débit de fuite des toitures	7.6	l/s
Débit de rejet après laminage	170	l/s
Sous Bassin versant 2		
Surface réduite	5736	m^2
Débit de pointe (T 10 ans)	132	l/s
Débit de fuite des toitures	2.4	l/s
Débit de rejet après laminage	25	l/s
Sous Bassin versant 3		
Surface réduite	2734	m^2
Débit de rejet	57	l/s

Tableau 6 : Synthèse des débits par sous bassins versants.

Le tableau 8 donne des indications sur les volumes mobilisés dans les différents bassins de rétentions prévus et le débit de sortie du PLQ pour différents temps de retour.

Temps de retour	Débit de sortie du PLQ (l/s)	Volume utile du bassin à ciel ouvert (m^3)	Volume utile du bassin enterré (m^3)
2 mois	75	15	2
6 mois	120	18	5
1 an	145	27	22
2 ans	170	35	35
5 ans	200	40	55

Tableau 8 : Synthèse des caractéristiques hydrauliques et hydrologiques.

6.1.2.2. Gestion des eaux sur toitures végétalisées

Le concept de gestion des eaux pluviales retenu prévoit la mise en œuvre de toitures végétalisées et gérées pour l'ensemble des bâtiments.

Dès lors, il a été considéré pour l'ensemble des toitures un débit de rejet de 10 l/s, ce qui correspond à 25 descentes de toit avec un débit de fuite de 0.4 l/s par unité.

Potentiellement, les toitures végétalisées et gérées peuvent stocker 171m^3 avec une lame d'eau de l'ordre 2cm (fonction de la surface réellement dédiée).

Les débits de fuite en toiture ont été intégrés au modèle hydrodynamique.

Le système mis en place de toiture végétalisée et gérée nécessite au moins deux visites annuelles d'entretien afin de garantir un bon fonctionnement (débit de fuite et volume de stockage).

6.1.2.3. Bassin sec de rétention à ciel ouvert

La prairie inondable à ciel situé *initialement en parallèle de l'autoroute, a été déplacé contre la route de Lausanne afin de tenir compte d'éventuels emprises pour une nouvelle bretelle d'accès à l'autoroute*. Il a été choisi de faire un bassin à ciel ouvert assez peu apparent (léger remodelage) en relation avec les dimensions du sous bassin versant n° 1.

Ce bassin de rétention à ciel ouvert devra être conçu en coordination avec les architectes paysagistes. Il a été choisi de ne pas imposer une contrainte trop forte sur les dimensions de ce dernier.

Dans les calculs menés et présentés sur la feuille Excel en annexe n° 8, il a été considéré un débit de rejet de 210 l/s pour un débit d'entrée de 345 l/s (sous bassin versant n°1). Par conséquent le volume utile de ce bassin de rétention à ciel ouvert est de l'ordre de 70m3.

Cet ouvrage pourrait se traduire par une dépression de l'ordre de 50cm sur une emprise de 140 m^2.

A ce stade du projet et en l'absence d'information sur les aménagements extérieurs, il n'est pas possible de donner plus de précision quant à la géométrie de l'ouvrage qui sera définie ultérieurement au moment de la préparation du projet d'ouvrage.

La pente des talus sera la plus faible possible pour en faciliter l'entretien. Le fond du bassin sera muni d'une rigole d'évacuation constituée de boulets. L'ouvrage présentera une hauteur de 50cm avec une garde de 30cm pour éviter toute surverse incontrôlée.

A l'exutoire, un système de type dégrilleur + dépotoir permettra d'éviter toute intrusion d'encombrants dans les canalisations. L'ouvrage de régulation de type orifice calibré régulera le débit de sortie à 210 l/s.

6.1.2.4. Bassin de rétention enterré

Le bâtiment de logements est prévu en première étape. Dans ces conditions, il apparait nécessaire d'avoir un système de rétention spécifique à ce sous bassin versant.

Aussi, l'avantage d'avoir plusieurs systèmes de rétention est d'avoir un meilleur contrôle de la gestion des eaux pluviales à toutes les étapes du projet. Il a été admis en coordination avec le maitre d'ouvrage la possibilité d'utiliser une partie des volumes en sous-sol pour faire un bassin de rétention enterré.

Les niveaux en sortie de l'ouvrage de rétention devront permettre un écoulement gravitaire des eaux pluviales jusqu'au collecteur public de la route des Romelles.

Le bassin de rétention relatif au sous bassin versant n° 2 est dimensionné pour permettre un laminage des eaux pluviales permettant le respect de la contrainte des 50 l/s/ha sur l'ensemble du PLQ.

Ce dimensionnement permet d'assurer la gestion des eaux pluviales pendant la 1ère étape de réalisation.

Le débit de rejet relatif au sous bassin versant n° 2 est donc limité à **25l/s.**

Dans ces conditions, et d'après la feuille Excel en annexe n° 9, le bassin de rétention enterré a un volume utile de 85m3. Cet ouvrage enterré dans le bâtiment se vidangera complètement après un évènement pluvieux. A l'exutoire un organe de contrôle de type Vortex régule le débit de sortie à 25 l/s.

6.1.2.5. Noues et Tranchées stockantes

Concernant la gestion des eaux périphériques relatives au sous bassin versant n° 3, une tranchée stockante est prévue le long de la Route de Lausanne et *une noue ou tranchée stockante initialement prévue parallèlement à la route des Romelles sera abandonnée pour cause d'élargissement de la dudit route*.

A noter que la réduction de surface du sous bassin versant n°3 (de l'ordre de 15%) lié à l'élargissement de la route n'impact pas ou peu le volume de stockage.

De ce fait, l'impact du projet routier n'étant pas significatif par rapport aux adaptations nécessaire au PLQ, aucune modification ne sera apportée aux calculs/ tableaux récapitulatifs ni à la capacité stockante de la tranchée implantée en parallèle de la route de Lausanne (excepté Annexe n°10 avec nouvelles surface réduite et plan 2561-01-A intégrant le projet d'élargissement de la route des Romelles).

La tranchée stockante ou la noue en contre bas du talus permettrait de récolter les eaux. Il y existe un certain laminage des eaux pluviales qui s'opère par mise en charge au niveau de la chambre de régulation située en amont du raccord sur le collecteur des Romelles.

Ce laminage n'a néanmoins pas été pris en compte dans les calculs.

La tranchée stockante et la noue le long de la route des Romelles avait été dimensionnées dans la feuille Excel en annexe n°10 en considérant qu'il ne se fait pas de rétention sans organe de rétention.

La tranchée stockante est implantée le long de la route de Lausanne. Cette technique permet de récolter les eaux pluviales tout en étant économique et facile à mettre en œuvre.

La tranchée est remplie de matériaux de type boulets avec une porosité de l'ordre de 30% sur une hauteur de 1.50 m et une largeur de 1 m. Un système de drainage des eaux pluviales de diamètre 200 mm évacue les eaux à la chambre de contrôle. Ce diamètre de 200 mm assurera la pérennité de l'ouvrage (risque de colmatage du drain), ainsi qu'un entretien plus aisé. A l'exutoire de la tranchée stockante, un exutoire composé d'un regard visitable permettra d'assurer l'entretien de ce drain.

6.1.3. Réseau de collecteurs des eaux pluviales

Les équipements de gestion des eaux claires sont reliés par un réseau de collecteur autour des bâtiments. Le diamètre de ces collecteurs a été dimensionné avec une pente de 1%. Lors de la phase du projet définitif, les diamètres pourront être optimisés. Ces collecteurs peuvent être remplacés par des fossés à ciel ouvert le long des routes afin de diminuer les couts de construction.

Les eaux pluviales des différents sous bassins versants sont acheminées vers la chambre n° 1, chambre de contrôle située à l'angle de la parcelle 2969. Cette chambre de contrôle est équipée d'un Vortex pour réguler le débit de sortie à 300 l/s.

Depuis cette chambre de contrôle, les eaux pluviales sont rejetées gravitairement dans le collecteur des Romelles entre les chambre n° 355 et n° 283.

6.2. Réseau des eaux usées

Le réseau des collecteurs des eaux usées ceinture les bâtiments et suit le plus possible les réseaux des eaux claires afin d'optimiser les coûts de réalisation.

Les collecteurs des eaux usées reprennent les eaux des bâtiments pour les acheminer vers une chambre derrière le bâtiment L1. Depuis cette chambre, le collecteur se raccordera au réseau public des eaux usées à la chambre n° 1013, selon l'annexe n° 2.

Les collecteurs des eaux usées ont un diamètre 250 mm minimum et une pente minimale de 1%.

6.3. Estimation sommaire des coûts

Il a été fait un estimatif sommaire des coûts pour déterminer l'enveloppe globale du coût des travaux liés à ces équipements de gestion des eaux pluviales.

Ouvrages	Quantité	Unité	Prix
Toitures végétalisées et gérées (Fourniture et Pose)	1	gl	405' 000 CHF
Bassin sec de rétention	1	gl	35' 000 CHF
Tranchée stockante, L=180m	1	gl	40'000 CHF
Chambre n° 1 de contrôle	1	gl	10' 000 CHF
TOTAL HT			**490'000 CHF**

Tableau 9 : Estimation sommaire des coûts.

7. ANNEXES

Annexe n° 1 : Plan 2561-01 : plan des équipements de gestion des eaux pluviales
Annexe n° 2 : Plan 2561-02 : plan des équipements de gestion des eaux usées
Annexe n° 3 : Sondages dans la zone du PLQ
Annexe n° 4 : Calcul sans rétention en toiture végétalisée, méthode simplifiée
Annexe n° 5 : Calcul sans rétention en toiture végétalisée, méthode des pluies
Annexe n° 6.1 :Gestion en série, rétention en toiture végétalisée, méthode des pluies
Annexe n° 6.2 :Gestion en série (toiture vég.), bassin de rétention, méthode des pluies
Annexe n° 7.1 :Gestion en série, rétention en toiture gravier, méthode des pluies
Annexe n° 7.2 :Gestion en série (toiture gravier), bassin de rétention, méthode des pluies
Annexe n° 8 : Dimensionnement du bassin de rétention à ciel ouvert, méthode des pluies
Annexe n° 9 : Dimensionnement du bassin de rétention enterré, méthode des pluies
Annexe n° 10 : Dimensionnement des noues / tranchées stockantes, méthode des pluies
Annexe n° 11 : Plan n°1201.PLQ2.10.A3 – (Favre et Guth SA)

Annexe n° 3 : Sondages dans la zone du PLQ

AUTOROUTE GENEVE - LAUSANNE

BRETELLE VERSOIX - COINTRIN

DEP DES TRAVAUX PUBLICS -GENEVE-

FORE PAR STUMP SONDAGES S.A. - GENEVE -

FORAGE N° 40

ALTITUDE TERRAIN : Z = 381.04 m.

COORDONNEES Y = 500.672 ... X = 112.796 ...

497.010

ECHELLE 1:100

DESS : 25 février 1964 Du.

P & C. DERIAZ - ING. CONSEIL - GENEVE -

GENRE DE FORAGE	GEOLOGIE	U.S.C.S.	ALTITUDES m/mer	PROF. m.	EPAISSEUR DES COUCHES	OBSERVATIONS	COUPE	W% γ T/m³	N°
			381.04	0.-					
Ø 130 Rot.	Terrasse lacustre	GM-ML	380.34	0.70	0.80	0.50 (11) 2)			
			380.14	0.90					
		GW	379.64	1.40	0.50	1.30 (12) b)		10.0	
	Glacio-lacustre (auct.)	CL	377.44	3.60	2.20	2.80 (4) c)		18.9 / 18.3 γ 2.13	27
	Zone de transition	CL	376.54	4.50	0.90	4.00 (8) d)		19.9	24
8.80 Ø 100 Rot. 10.00	Moraine argileuse würmienne	CL	376.04	5.00	5.55	7.60 (8) e)		20.7	
			374.74	6.30				22.0 γ 2.08	14
			374.04	7.00				21.9	
			373.44	7.60				19.2	12
			373.00	8.00					
			371.64	9.40				23.5 γ 2.06	
			370.99	10.05				16.8	31
Ø 100 Rot. 14.00	altérée	mo	370.34	10.70	3.95			4.3	
	Molasse bigarrée (Chattien inférieur)	mo	369.84	11.20					
			369.54	11.50				5.4	
			368.94	12.10					
			368.64	12.40				5.0	
			368.54	12.50					
			367.04	14.00		f)		9.0 γ 2.37	

DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS

SONDAGE N° 1134

TERRASSE LACUSTRE

a) Gravier légèrement sableux, limoneux, brun, à éléments généralement d'origine alpine, arrondis et subanguleux Ø 3-5 cm. Massif, assez compact, peu plastique.
0,7o - 0,9o devient plus limoneux.

b) Sable grossier, ± graveleux, gris, à éléments subanguleux, Ø 1-6 cm. Massif, compact, pas plastique.

GLACIO-LACUSTRE (AUCT)

c) Argile marneuse, beige à gris-clair, à fissures de retrait, à rares petits cailloux anguleux, Ø 1 cm et traces de racines par endroits Feuilleté, ferme à dur, plastique à assez plastique.

ZONE DE TRANSITION

d) Limon légèrement marneux, légèrement argileux, beige clair à gris, apparemment sans cailloux, à fissures de retrait gris-clair. Cette couche paraît faire la transition entre c) et e). Feuilleté, mou, assez plastique.

MORAINE ARGILEUSE WURMIENNE

e) Limon argileux, gris beige à gris, à rares cailloux alpins, subanguleux, quelquefois striés, Ø 1-2 cm. A fissures de retrait dans le haut. Massif à mal stratifié, ferme à mou, plastique à assez plastique.

→ 5,oo traces de racines.
6,3o - 6,5o quelques galets de calcaire noir Ø 8 cm.
→ 7,oo fissures de retrait.
7,6o - 8,oo légèrement sableux.
Dès 8,oo débris de molasse.
9,4o - 9,6o légèrement sableux.

MOLASSE BIGARREE (CHATTIEN INFERIEUR)

f) Alternances de marnes calcaires, de grès micacés, de marnes gréseuses, bariolés. Plaqueté et stratifié, dur à très dur, peu à pas plastique.
10,o5 - 10,7o marnes lie-de-vin et vertes, altérées.
10,7o - 11,2o marnes gréseuses lie-de-vin.
11,2o - 11,5o marnes gréseuses brunes et vertes.
11,5o - 11,7o marnes gréseuses bariolées.
11,7o - 12,1o marnes bariolées.
12,1o - 12,2o marnes lie-de-vin.
12,2o - 12,4o grès lie-de-vin et olive.
12,4o - 12,5o grès lie-de-vin.
12,5o - 14,oo grès lie-de-vin et olive.

Le rapport et les plans y afférant sont destinés aux personnes directement intéressées par l'affaire en marge. Toute reproduction est interdite sans autorisation et ces documents ne peuvent être remis à des tierces personnes sans consentement des auteurs.

CADASTRE GEOLOGIQUE - GENÈVE

SONDAGE N° 2608

ADDUCTION D'EAU SUPER CERN.

STATION DE FILTRATION.

S. G. I. — GENEVE

PIERRE et CLAUDE DERIAZ INGENIEURS CONSEILS — GENEVE

FORAGE N° 6

TERRAIN : 382.7o | INCLINAISON : VERT.

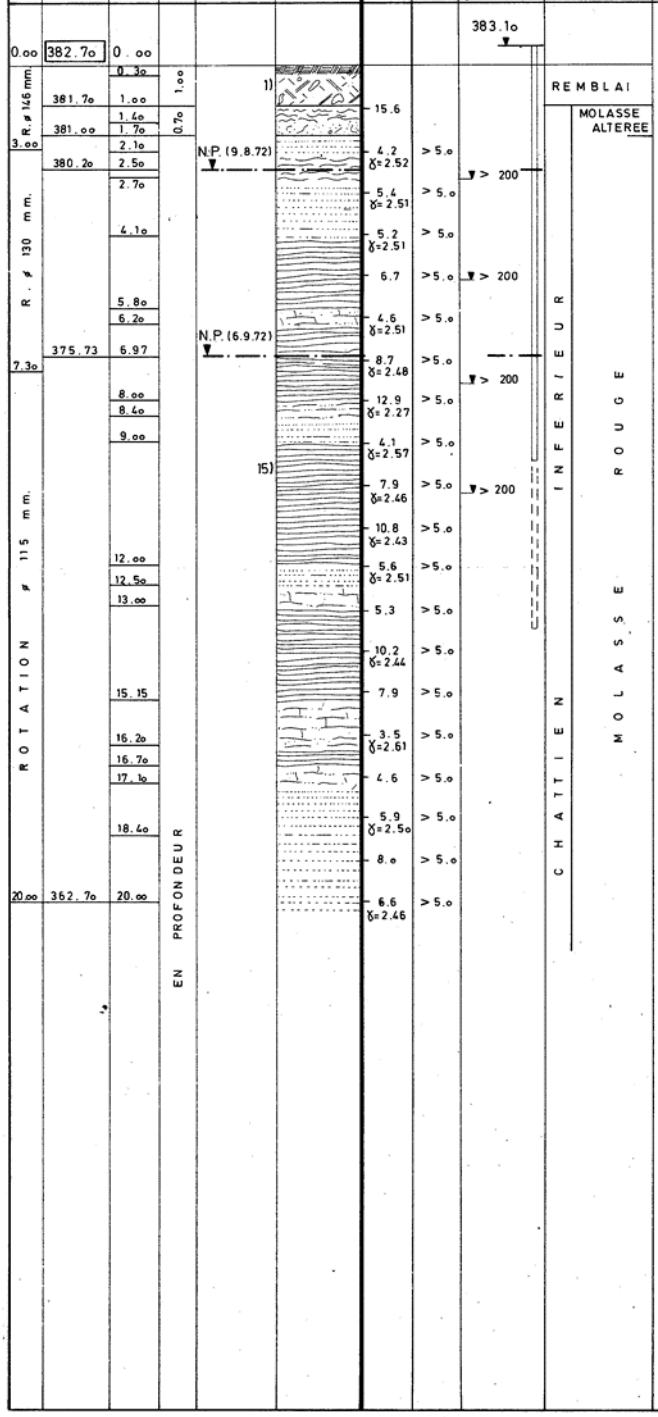
FORE PAR : SWISSBORING S.A. LAUSANNE

DATE : 3. 11. 1972.

ECHELLE : 1 : 100

1486.106

DESS : | VISE :



COORDONNEES : X ~~122.600~~ 122.646

Y 500..643

0,oo – 0,30 m: sol végétal

REMBLAI

Dépôt à structure chaotique de limon argileux, brun à brun rougeâtre, à texture grumeleuse, riche en débris rognonneux de molasse rouge.
Assise peu compacte.

MOLASSE ROUGE

Alternance de marne, de marno-calcaire, gréseux ou non, et de grès, bicolore.

Molasse altérée : 1,oo – 1,70 m

1,oo–1,40 m: marne désagrégée, oxydée, bicolore
1,40–1,70 m: grès arénisé.
Assises moyennement compactes.

Molasse saine : en profondeur

1,70–2,10 m: grès
2,10–2,70 m: marne grumeleuse
2,70–4,10 m: grès fin marneux
4,10–5,80 m: marne
5,80–6,20 m: marno-calcaire gréseux
6,20–8,oo m: marne ocellée, plaquetée
8,oo–8,40 m: marne gréseuse
8,40–9,oo m: grès fin. marneux
9,oo–12,oo m: marne
12,oo–12,50 m: grès fin, marneux
12,50–13,oo m: marno-calcaire gréseux
13,oo–15,15 m: marne ocellée, plaquetée
15,15–16,20 m: marno-calcaire gréseux
16,20–16,70 m: marne
16,70–17,10 m: marno-calcaire gréseux
17,10–18,40 m: grès moyen
18,40–20,oo m: grès grossier
Assises très compactes.

HYDROLOGIE

Niveau d'eau à –25,0 m (380,20 m/mer) et –3,10 m (379,60 m/mer) du 9 au 11 .8. 1972
A –6,97 m (375,73 m/mer) le 6.9.72

9649

500 465
122 792

SOUS-STATION LES TUILERIES – CFF

Installation en plein air 132/15 KV

FORAGE No 1043–04

Coordonnées :

Altitude : 388.70 [m/mer]

Exécuté par : FORTINI SA

Dates d'exécution : 11.12.92

Inclinaison : Verticale

P. AMSLER GEOTECHNIQUE FONDATIONS S.A.
31, rue de Chêne-Bougeries
1224 Genève
Tel: 022/349 80 88 Fax: 022 349 51 22

Ech : 1:50e

Visé : Fv

Echantillons: remanié; peu remanié; non remanié

Essais "in situ": Pénétromètre dynamique: Von Moos; SPT mouton en surface; SPT mouton en fond de trou; niveau nappe; venue d'eau; scissomètre à palette

Mode de perforation	Altitude [m/mer]	Profondeur [m]	Profil	Description géotechnique des sols	Classification USCS	Identification géologique	Phase	Numérotation	Echantillons No	Type	Prof.	Equipement	Essais "in situ" Nature Profondeur	Caractéristiques de l'état du sol qup	w	ρ	ρd
	388.70								–	–	m		m	kPa	%	t.m-3	t.m-3
Rotation métal dur à sec ø 130	388.35	0.35		Limon oraganique à graviers, pierres et blocs Couleur : brun	OL-MG	T.V.		1ac				NEANT					
	388.10	0.60		Sable limoneux à graviers et nombreuses pierres à la base et traces charbonneuses et tourbe	GW-GM	HOLOCENE Basse Terrasse		4ab									
	387.95	0.75		Limon à traces charbonneuses Couleur : beige	CL	Colluvions		3c12									
				Limon peu argileux, lamine de limon et de sable fin ainsi que de nodules crayeux Consistance : très dure Disparition progressive des niveaux crayeux Dès 3.35 m : augmentation des graviers alpins et diminution des lits de sable fin	CL	RETRAIT WURMIEN	Limono-sableuse	6c 1	1		1.90 2.00		1.50 8, 10, 13 } 23 Humide	175, 360, 425, 450, 200, 425, 450, 450, 225, 400, 425			
	384.80	3.90							2		3.75 3.85		3.90 6, 7, 11 } 18	250, 350, 250, 200, 150, 175, 125, 150, 200, 175, 150			
ø 120				Consistance : dure Limon argileux avec gravier et quelques varves jusqu'à 5.20 m Couleur : gris-bleu	CL		Limono-argileuse	6d 12									
ø 100				Dès 7.10 m : exoclastes de moraines remaniées (de 5 à 20 cm) Consistance : molle Dès 9.15 m : augmentation des "blocs" de moraines (50-70 %)				6d 2	3		7.00 7.10		7.10 3, 4, 4 } 8	170, 100, 70, 50, 75, 100, 50, 70, 60, 75, 50, 25, 50, 60, 75			
	377.70	11.00															
	377.45	11.25		Limon à graviers Couleur : beige-gris	ML GM-ML	MORAINE WURMIENNE	Limono-argileuse	7ca 12						150			

FIN DU FORAGE

Annexe n° 4 : Calcul sans rétention en toiture végétalisée, méthode simplifiée

		Dimensionnement du bassin de rétention	
Surface à assainir	S	[ha]	5.65 ha
Coefficient de ruissellement	Cr	[-]	0.41
Surface réduite	$S_{Réd}$	[ha]	2.32ha
Temps de retour	T	[ans]	10 ans
Débit max autorisé	$q_{S\,max}$	[l/s/ha]	53.20 l/s/ha
Débit de sortie maximum	$Q_{S\,max}$	[l/s]	300 l/s d' après le calcul de la capacité du collecteur des Romelles
Débit de sortie spécifique	$q^*_{s\,max}$	[l/s/ha réd]	300 l/s / 2.32ha réd =129 l/s/ha réd
Coefficient α	α	[-]	0.67
Débit de sortie moyen	$q^*_{s\,moy}$	[l/s/ha réd]	0.67 x 129 l/s/ha réd = 86.43 l/s/ha réd
Volume spécifique de rétention	V^*_R	[m3/ ha réd]	$V^*_R = 1090 \text{ x } q_{s\,moy}^{-0.4753} = 131 \text{ m3/ ha réd}$
Volume utile de rétention	V_R	[m3]	131 m3/ ha réd x 2.32 ha réd = 304 m3

Annexe N°5 : Calcul sans rétention en toiture végétalisée, méthode des pluies

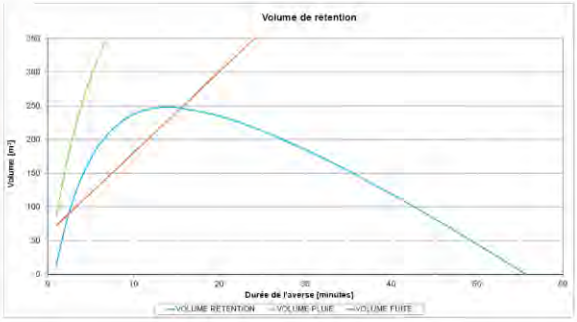
- Annexe : 100 % Gestion hors toiture -

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m²	56'480
Cr (-)	0.41

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite (m²)	23'199
Exutoire	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	53
Débit de sortie maximal (l/s)	299
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha$_{brut}$)	129.0
Coefficient α	0.67
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha$_{red}$)	86.45
Temps de concentration (min)	5



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	1427.5	86	72	13
2.000	110.111	30.485	198.335	0.055	1278.1	153	84	69
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	1157.1	208	96	112
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	1057.1	254	108	145
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	973.0	292	120	172
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	901.4	325	132	192
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	839.6	353	144	208
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	785.8	377	156	221
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	738.4	399	168	230
10.000	58.385	17.316	108.083	0.030	696.5	418	181	237
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	659.1	435	193	242
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	625.5	450	205	246
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	595.1	464	217	248
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	567.6	477	229	248
15.000	45.134	13.635	84.183	0.023	542.5	488	241	248
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	446.5	536	301	235
25.000	31.864	9.597	59.358	0.016	382.5	574	361	213
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	336.7	606	421	185
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	302.3	635	481	154
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	275.4	661	542	119
45.000	21.353	6.287	39.362	0.011	253.6	685	602	83
50.000	19.875	5.806	36.568	0.010	235.6	707	662	45
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	220.5	728	722	6
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	207.5	747	782	-35
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	186.3	782	903	-120
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	169.7	815	1023	-208
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	156.3	844	1143	-299
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	145.2	871	1264	-392
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	135.9	897	1384	-487
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	127.8	920	1504	-584
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	120.9	943	1625	-682
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	114.8	964	1745	-781
150.000	9.406	2.618	16.977	0.005	109.4	985	1865	-881
180.000	8.307	2.294	14.948	0.004	96.3	1040	2226	-1186
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	86.5	1090	2587	-1497
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	78.8	1135	2948	-1814
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	72.6	1176	3309	-2133
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	67.4	1214	3670	-2456
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	55.2	1324	4874	-3550
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	47.2	1417	6077	-4660
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	41.6	1497	7280	-5784
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	37.3	1568	8484	-6915
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	34.0	1633	9687	-8054
900.000	2.776	0.714	4.863	0.001	31.3	1692	10890	-9198
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	29.1	1747	12094	-10347
1100.000	2.422	0.617	4.228	0.001	27.2	1798	13297	-11499
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	25.6	1846	14501	-12654
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	24.2	1891	15704	-13812
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	23.0	1934	16907	-14973
1500.000	1.961	0.493	3.406	0.001	21.9	1975	18111	-16135
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	21.0	2014	19314	-17300
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	20.1	2051	20517	-18466
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	19.3	2087	21721	-19633
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	18.6	2122	22924	-20802
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	18.0	2155	24127	-21972
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	17.4	2187	25331	-23144

	Meth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m³)	248	304

Macro V*R :	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs ^ (-0.4975))	173
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	251
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	304
T : 30 ans = 1302* (qs ^ (-0.4738))	365

Annexe N°6.1 : Gestion en série, rétention en toiture végétalisée, méthode des pluies

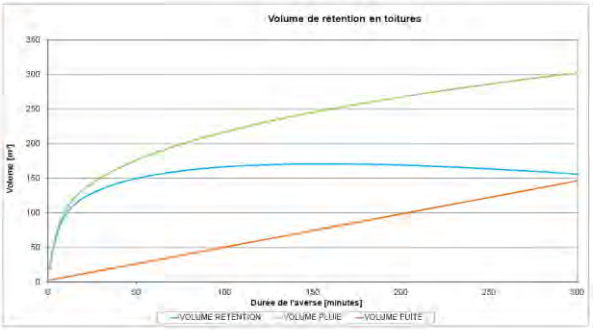
- Annexe : Gestion sur toiture végétalisée -

Caractéristiques de la toiture

Surface totale raccordée m²	8'890
Aménagement de toiture	Végétalisé
Cr (-)	0.65

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite (m^2)	5'779
Exutoire	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Débit de sortie maximal (l/s)	10.00
Débit de sortie spécifique maximum ($l/s/ha_{red}$)	17.31
Coefficient α	0.80
Débit de sortie spécifique moyen ($l/s/ha_{red}$)	13.84
Temps de concentration (min)	5



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	355.6	21	3	18
2.000	110.111	30.485	198.335	0.055	318.4	38	3	35
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	288.2	52	4	48
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	263.3	63	4	59
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	242.4	73	5	68
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	224.5	81	5	76
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	209.1	88	6	82
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	195.7	94	6	88
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	183.9	99	7	93
10.000	58.385	17.316	108.083	0.030	173.5	104	7	97
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	164.2	108	8	101
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	155.8	112	8	104
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	148.2	116	9	107
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	141.4	119	9	110
15.000	45.134	13.635	84.183	0.023	135.1	122	10	112
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	111.2	133	12	121
25.000	31.864	9.597	59.358	0.016	95.3	143	14	129
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	83.9	151	17	134
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	75.3	158	19	139
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	68.6	165	22	143
45.000	21.353	6.267	39.362	0.011	63.2	171	24	147
50.000	19.875	5.806	36.568	0.010	58.7	176	26	150
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	54.9	181	29	152
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	51.7	186	31	155
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	46.4	195	36	159
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	42.3	203	41	162
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	38.9	210	46	165
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	36.2	217	50	167
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	33.8	223	55	168
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	31.8	229	60	169
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	30.1	235	65	170
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	28.6	240	70	171
150.000	9.406	2.618	16.977	0.005	27.3	245	74	171
180.000	8.307	2.294	14.948	0.004	24.0	259	89	170
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	21.5	271	103	168
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	19.6	283	118	165
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	18.1	293	132	161
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	16.8	302	146	156
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	13.7	330	194	135
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	11.8	353	242	110
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	10.4	373	290	82
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	9.3	391	338	52
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	8.5	407	386	20
900.000	2.776	0.714	4.863	0.001	7.8	421	434	-13
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	7.3	435	482	-47
1100.000	2.422	0.617	4.228	0.001	6.8	448	530	-83
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	6.4	460	578	-119
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	6.0	471	626	-155
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	5.7	482	674	-193
1500.000	1.961	0.493	3.406	0.001	5.5	492	722	-230
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	5.2	502	770	-269
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	5.0	511	818	-307
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	4.8	520	866	-346
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	4.6	529	914	-386
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	4.5	537	962	-426
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	4.3	545	1010	-466

	Meth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m^3)	171	181
Lame d'eau (cm)	1.9	2.0

Macro V*R=	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs ^ (-0.4975))	107
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	152
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	181
T : 30 ans = 1302* (qs ^ (-0.4738))	217

Annexe N°6.2 : Gestion en série (toiture vég.), bassin de rétention, méthode des pluies

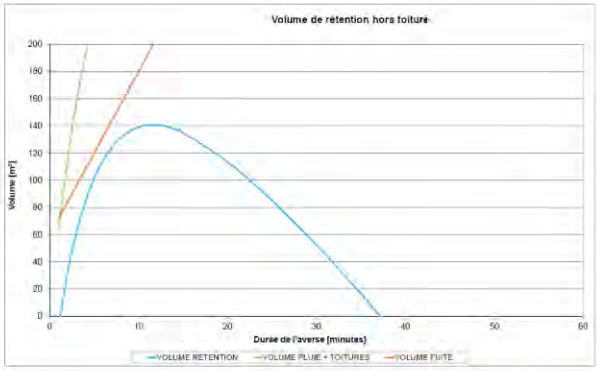
- Annexe : Gestion hors toiture végétalisée-

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m²	56'480
Surface **totale** raccordée **hors toiture(s) gérée(s)** m²	47'590
Surface **réduite** raccordée **hors toiture(s) gérée(s)** m²	17'421
Débit de toiture(s) maximum (l/s)	10.0
Cr projet (-)	0.41
Cr hors toiture (-)	0.37

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite hors toiture (m²)	17'421
Exutoire:	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	53
Débit de sortie maximal (l/s)	299
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha$_{red}$)	171.83
Coefficient α	0.67
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha$_{red}$)	115.13
Temps de concentration (min)	5



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE + TOITURES	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	1072.0	85	72	-7
2.000	110.111	30.485	198.335	0.055	959.7	116	84	32
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	868.9	158	96	62
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	793.8	193	108	85
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	730.7	222	120	102
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	676.9	247	132	115
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	630.5	288	144	125
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	590.1	288	156	132
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	554.5	305	168	136
10.000	58.385	17.316	108.083	0.030	523.0	320	181	139
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	494.9	333	193	141
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	469.7	345	205	141
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	446.9	356	217	140
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	426.2	366	229	138
15.000	45.134	13.635	84.183	0.023	407.4	376	241	135
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	335.3	414	301	113
25.000	31.864	9.597	59.358	0.016	287.2	446	361	85
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	252.9	473	421	52
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	227.0	498	481	18
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	206.8	520	542	-21
45.000	21.353	6.287	39.362	0.011	190.5	541	602	-60.4
50.000	19.875	5.806	36.568	0.010	177.0	561	662	-101.0
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	165.6	579	722	-142.7
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	155.8	597	782	-185.3
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	139.9	630	903	-273
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	127.4	660	1023	-363
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	117.4	688	1143	-455
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	109.0	714	1264	-549
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	102.0	739	1384	-645
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	96.0	763	1504	-741
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	90.8	786	1625	-838
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	86.2	808	1745	-937
150.000	9.406	2.618	16.977	0.005	82.2	829	1865	-1036
180.000	8.307	2.294	14.948	0.004	72.3	889	2226	-1337
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	65.0	944	2587	-1643
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	59.2	996	2948	-1952
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	54.5	1045	3309	-2264
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	50.6	1092	3670	-2579
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	41.4	1234	4874	-3639
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	35.5	1364	6077	-4713
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	31.2	1484	7280	-5796
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	28.0	1598	8484	-6886
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	25.5	1706	9687	-7981
900.000	2.776	0.714	4.863	0.001	23.5	1811	10890	-9080
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	21.9	1912	12094	-10182
1080.000	2.452	0.628	4.282	0.001	20.7	1991	13056	-11066
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	19.3	2106	14501	-12394
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	18.2	2200	15704	-13504
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	17.3	2293	16907	-14615
1440.000	2.016	0.508	3.504	0.001	17.0	2329	17389	-15060
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	15.8	2472	19314	-16841
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	15.1	2561	20517	-17957
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	14.5	2647	21721	-19073
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	14.0	2733	22924	-20191
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	13.5	2818	24127	-21309
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	13.0	2902	25331	-22428

	Meth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m³)	141	204

Surf réduite equivalente de toiture (m2)
428

Macro V*R	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 884 * (qs ^ (-0.4975))	115
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	168
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	204
T : 30 ans = 1302* (qs ^ (-0.4738))	245

Annexe N°7.1 : Gestion en série, rétention en toiture gravier, méthode des pluies

- Annexe : Gestion sur toiture gravier -

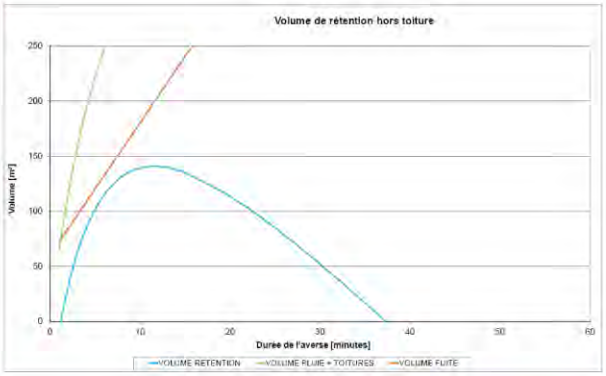
- Annexe : Gestion hors toiture gravier-

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m²	58'480
Surface totale raccordée **hors toiture(s) gérée(s)** m²	47'590
Surface **réduite** raccordée **hors toiture(s) gérée(s)** m²	17'420
Débit de toiture(s) maximum (l/s)	10.0
Cr projet (-)	0.45
Cr hors toiture (-)	0.37

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite hors toiture (m²)	17'420
Exutoire:	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	53
Débit de sortie maximal (l/s)	299
Débit de sortie spécifique maximum ($l/s/ha_{red}$)	171.84
Coefficient α	0.67
Débit de sortie spécifique moyen ($l/s/ha_{red}$)	115.13
Temps de concentration (min)	5



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE + TOITURES	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	1072.0	65	72	-7
2.000	110.111	30.485	198.335	0.055	959.7	116	84	32
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	868.9	158	96	62
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	793.8	193	108	85
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	730.7	222	120	102
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	676.9	247	132	115
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	630.5	269	144	125
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	590.1	288	156	132
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	554.5	305	168	136
10.000	58.385	17.316	108.083	0.030	523.0	320	181	139
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	494.9	333	193	141
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	469.7	345	205	141
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	446.9	358	217	140
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	426.2	366	229	138
15.000	45.134	13.635	84.183	0.023	407.4	376	241	135
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	335.3	414	301	113
25.000	31.864	9.597	59.358	0.016	287.2	446	361	85
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	252.9	473	421	52
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	227.0	498	481	16
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	206.8	520	542	-21
45.000	21.353	6.267	39.362	0.011	190.5	541	602	-60.4
50.000	19.875	5.806	36.568	0.010	176.9	561	662	-101.0
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	165.5	579	722	-142.7
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	155.8	597	782	-185.4
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	139.9	630	903	-273
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	127.4	660	1023	-363
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	117.4	688	1143	-455
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	109.0	714	1264	-549
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	102.0	739	1384	-645
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	96.0	763	1504	-741
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	90.8	786	1625	-838
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	86.2	808	1745	-937
150.000	9.406	2.618	16.977	0.005	82.2	829	1865	-1036
180.000	8.307	2.284	14.948	0.004	72.3	889	2226	-1337
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	65.0	944	2587	-1643
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	59.2	996	2948	-1952
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	54.5	1045	3309	-2264
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	50.6	1091	3670	-2579
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	41.4	1234	4874	-3639
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	35.5	1364	6077	-4713
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	31.2	1484	7280	-5796
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	28.0	1598	8484	-6886
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	25.5	1706	9687	-7981
900.000	2.776	0.714	4.863	0.001	23.5	1811	10890	-8080
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	21.9	1912	12094	-10182
1080.000	2.452	0.626	4.282	0.001	20.7	1991	13056	-11066
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	19.3	2106	14501	-12394
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	18.2	2200	15704	-13504
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	17.3	2293	16907	-14615
1440.000	2.016	0.508	3.504	0.001	17.0	2329	17389	-15060
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	15.8	2472	19314	-16842
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	15.1	2560	20517	-17957
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	14.5	2647	21721	-19073
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	14.0	2733	22924	-20191
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	13.5	2818	24127	-21309
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	13.0	2902	25331	-22428

	Meth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m^3)	141	204

Surf reduite equivalente de toiture (m2)
428

Macro V*R :	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs ^ (-0.4975))	115
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	168
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	204
T : 30 ans = 1302 * (qs ^ (-0.4738))	245

Annexe N°7.2 : Gestion en série (toiture gravier), bassin de rétention, méthode des pluies

Annexe N°8 : Dimensionnement du bassin de rétention à ciel ouvert, méthode des pluies

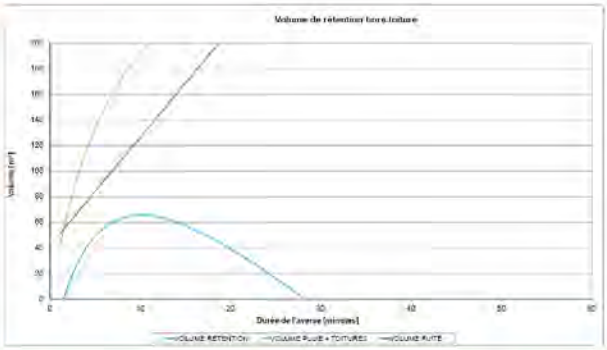
- Annexe : Gestion hors toiture végétalisée -

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m²	32700
Surface totale raccordée hors toiture(s) gérée(s) m²	26990
Surface réduite raccordée hors toiture(s) gérée(s) m²	10432
Débit de toiture(s) maximum (l/s)	7.9
Cr projet (-)	0.45
Cr hors toiture (-)	0.40

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite hors toiture (m²)	10432
Exutoire	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	64.2
Débit de sortie maximal (l/s)	210
Débit de sortie spécifique maximum ($l/s/m^2_{red}$)	201.30
Coefficient a	0.67
Débit de sortie spécifique moyen ($l/s/m^2_{red}$)	134.87
Temps de concentration (min)	5



DURÉE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE + TOITURES	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.833	33.687	221.536	0.062	641.9	39	51	-12
2.000	110.111	30.486	196.335	0.055	574.7	70	59	11
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	520.3	95	68	27
4.000	90.145	25.616	164.038	0.046	475.3	119	76	40
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	437.6	134	84	49
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	405.3	149	93	56
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	377.6	152	101	50
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	353.4	173	110	64
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	332.1	183	118	65
10.000	58.386	17.318	108.083	0.030	313.2	192	127	66
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	296.4	201	135	66
12.000	52.249	15.629	97.050	0.027	281.3	208	144	64
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	267.6	215	152	63
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	255.2	221	160	60
15.000	45.134	13.636	84.183	0.023	243.9	226	169	58
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	200.8	250	211	39
25.000	31.894	9.597	59.358	0.016	172.0	269	253	16
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	151.4	286	295	-9
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	136.0	301	338	-36
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	123.8	315	380	-64
45.000	21.353	6.267	39.392	0.011	114.1	328	422	-93.6
50.000	19.875	5.808	36.668	0.010	106.0	341	464	-123.6
55.000	18.628	5.418	34.245	0.010	99.1	352	507	-154.3
60.000	17.564	5.087	32.196	0.009	93.3	363	549	-185.6
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	83.8	384	633	-249
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	76.3	403	718	-315
90.000	13.318	3.791	24.264	0.007	70.3	421	802	-381
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	65.3	437	886	-449
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	61.1	453	971	-517
120.000	10.949	3.078	19.830	0.006	57.5	469	1056	-587
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	54.4	483	1140	-656
140.000	9.859	2.752	17.815	0.005	51.6	497	1224	-727
150.000	9.405	2.618	16.977	0.005	49.2	511	1309	-797
160.000	8.997	2.498	16.228	0.004	47.0	524	1393	-869
180.000	8.279	2.294	14.948	0.004	43.3	550	1562	-1012
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	38.9	586	1816	-1229
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	35.4	620	2068	-1449
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	32.6	652	2322	-1670
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	30.3	683	2575	-1892
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	24.8	778	3419	-2641
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	21.2	865	4263	-3398
600.000	3.658	0.958	6.452	0.002	18.7	947	5107	-4161
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	16.8	1024	5952	-4927
800.000	3.009	0.779	5.279	0.001	15.3	1099	6796	-5697
900.000	2.775	0.714	4.863	0.001	14.1	1171	7640	-6469
1000.000	2.586	0.662	4.518	0.001	13.1	1242	8484	-7242
1080.000	2.452	0.620	4.282	0.001	12.4	1297	9160	-7862
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	11.5	1377	10173	-8795
1380.000	2.161	0.547	3.763	0.001	10.9	1443	11017	-9573
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	10.4	1508	11861	-10353
1440.000	2.018	0.508	3.504	0.001	10.2	1534	12192	-10658
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	9.4	1635	13549	-11914
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	9.0	1698	14394	-12696
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	8.7	1756	15236	-13478
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	8.4	1821	16082	-14261
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	8.1	1881	16926	-15045
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	7.8	1941	17770	-15829

	Méth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m³)	66	114

Surf réduite équivalente de toiture (m2)
326

Méthode VSA	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs ^ (-0.4875))	84
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	94
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	114
T : 30 ans = 1302 * (qs ^ (-0.4738))	137

Annexe N° 9 : Dimensionnement du bassin de rétention enterré, méthode des pluies

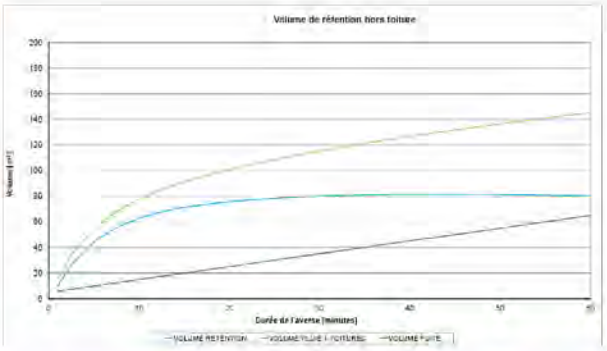
- Annexe : Gestion hors toiture végétalisée -

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m^2	12'400
Surface totale raccordée hors toiture(s) gérée(s) m^2	10'120
Surface réduite raccordée hors toiture(s) gérée(s) m^2	4'254
Débit de fuite(s) maximum (l/s)	2.4
Cr projet (-)	0.46
Cr hors toiture (-)	0.42

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite hors toiture (m^2)	4'254
Exutoire	Romellles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	20
Débit de sortie maximal (l/s)	25
Débit de sortie spécifique maximum $(l/s/ha_{red})$	58.77
Coefficient α	0.67
Débit de sortie spécifique moyen $(l/s/ha_{red})$	39.37
Temps de concentration (min)	9



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE + TOITURES	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m³
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	261.9	16	6	10
2.000	110.111	30.486	198.335	0.055	234.4	28	7	21
3.000	99.133	27.830	179.557	0.050	212.2	39	8	31
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	193.8	47	9	38
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	178.4	54	10	44
6.000	76.309	22.087	139.982	0.039	165.3	60	11	49
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	154.0	66	12	54
8.000	66.164	19.413	121.936	0.034	144.1	70	13	57
9.000	62.027	18.300	114.592	0.032	135.4	74	14	60
10.000	58.365	17.316	108.083	0.030	127.7	78	15	63
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	120.9	81	16	65
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	114.7	84	17	67
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	109.1	87	18	69
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	104.1	89	19	70
15.000	45.134	13.636	84.183	0.023	99.5	92	20	72
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	81.9	101	25	76
25.000	31.864	9.557	59.358	0.016	70.1	109	30	79
30.000	28.144	8.409	52.286	0.015	61.7	115	35	80
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	55.4	121	40	81
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	50.5	127	45	82
45.000	21.353	6.267	39.362	0.011	46.5	133	50	83.8
50.000	19.875	5.808	36.668	0.010	43.2	137	55	81.8
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	40.4	141	60	81.0
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	38.0	146	65	80.3
70.000	15.805	4.549	28.909	0.008	34.2	154	75	78
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	31.1	161	85	75
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	28.7	168	95	73
100.000	12.397	3.513	22.553	0.006	26.6	174	105	69
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	24.9	180	115	65
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	23.4	185	125	60
130.000	10.366	2.904	18.761	0.005	22.2	192	136	56
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	21.1	197	146	51
150.000	9.400	2.618	16.977	0.005	20.1	202	156	46
180.000	8.307	2.294	14.948	0.004	17.7	217	186	31
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	15.9	230	216	14
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	14.4	243	246	-4
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	13.3	254	276	-22
300.000	5.897	1.584	10.486	0.003	12.4	266	307	-41
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	10.1	300	407	-107
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	8.7	333	508	-176
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	7.6	361	608	-247
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	6.8	388	709	-320
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	6.2	415	809	-394
900.000	2.776	0.714	4.869	0.001	5.7	440	910	-470
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	5.3	464	1010	-546
1080.000	2.462	0.626	4.282	0.001	5.1	483	1080	-607
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	4.7	511	1211	-700
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	4.4	534	1312	-777
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	4.2	556	1412	-856
1440.000	2.016	0.508	3.504	0.001	4.1	565	1452	-887
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	3.8	600	1613	-1013
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	3.7	621	1714	-1093
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	3.5	642	1814	-1172
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	3.4	663	1915	-1252
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	3.3	683	2015	-1332
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	3.2	703	2116	-1412

	Meth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m^3)	82	83

Surface réduite équivalente de toiture (m2)
103

Metric V'R+	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs^ (-0.4075))	48
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	69
T : 10 ans = 1090 * (qs^ (-0.4753))	80
T : 30 ans = 1302* (qs ^ (-0.4738))	100

Annexe N° 10 : Dimensionnement des noues et tranchées stockantes, méthode des pluies

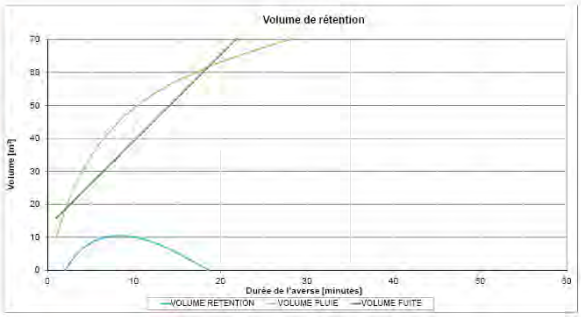
- Annexe : 100 % Gestion hors toiture -

Caractéristiques du projet

Surface totale raccordée m^2	11'380
Cr (-)	0.24

Bases hydrologiques et techniques

Surface réduite (m^2)	2'734
Exutoire	Romelles
Temps de retour (ans)	10
Contrainte de rejet (l/s/ha)	57
Débit de sortie maximal (l/s)	65
Débit de sortie spécifique maximum ($l/s/ha_{red}$)	237.7
Coefficient α	0.67
Débit de sortie spécifique moyen ($l/s/ha_{red}$)	159.29
Temps de concentration (min)	5



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	VOLUME PLUIE	VOLUME FUITE	VOLUME RETENTION
minutes	a	b	mm/h	l/s/m2	l/s	m3	m3	m3
1.000	123.823	33.687	221.529	0.062	168.2	10	16	-6
2.000	110.111	30.485	198.335	0.055	150.6	18	18	0
3.000	99.133	27.839	179.557	0.050	136.4	25	21	4
4.000	90.145	25.615	164.038	0.046	124.6	30	24	6
5.000	82.652	23.720	150.997	0.042	114.7	34	26	8
6.000	76.309	22.087	139.882	0.039	106.2	38	29	10
7.000	70.870	20.664	130.294	0.036	99.0	42	31	10
8.000	66.154	19.413	121.939	0.034	92.6	44	34	10
9.000	62.027	18.305	114.593	0.032	87.0	47	37	10
10.000	58.385	17.316	108.083	0.030	82.1	49	39	10
11.000	55.147	16.429	102.275	0.028	77.7	51	42	9
12.000	52.249	15.629	97.059	0.027	73.7	53	44	9
13.000	49.641	14.902	92.350	0.026	70.1	55	47	8
14.000	47.280	14.241	88.077	0.024	66.9	56	50	7
15.000	45.134	13.635	84.183	0.023	63.9	58	52	5
20.000	37.094	11.245	69.284	0.019	52.6	63	65	-2
25.000	31.864	9.597	59.358	0.016	45.1	68	78	-11
30.000	28.144	8.409	52.256	0.015	39.7	71	91	-20
35.000	25.339	7.519	46.919	0.013	35.6	75	105	-30
40.000	23.137	6.826	42.738	0.012	32.5	78	118	-40
45.000	21.353	6.267	39.362	0.011	29.9	81	131	-50
50.000	19.875	5.806	36.568	0.010	27.8	83	144	-60
55.000	18.626	5.418	34.212	0.010	26.0	86	157	-71
60.000	17.554	5.087	32.195	0.009	24.5	88	170	-82
70.000	15.805	4.549	28.908	0.008	22.0	92	196	-104
80.000	14.431	4.129	26.333	0.007	20.0	96	222	-126
90.000	13.319	3.791	24.254	0.007	18.4	99	248	-149
100.000	12.397	3.513	22.533	0.006	17.1	103	274	-172
110.000	11.618	3.278	21.082	0.006	16.0	106	300	-195
120.000	10.949	3.078	19.839	0.006	15.1	108	327	-218
130.000	10.368	2.904	18.761	0.005	14.2	111	353	-242
140.000	9.858	2.752	17.815	0.005	13.5	114	379	-265
150.000	9.406	2.618	16.977	0.005	12.9	116	405	-289
180.000	8.307	2.294	14.948	0.004	11.4	123	483	-361
210.000	7.479	2.051	13.423	0.004	10.2	128	562	-433
240.000	6.829	1.862	12.228	0.003	9.3	134	640	-506
270.000	6.303	1.710	11.263	0.003	8.6	139	719	-580
300.000	5.867	1.584	10.465	0.003	7.9	143	797	-654
400.000	4.823	1.286	8.562	0.002	6.5	156	1058	-902
500.000	4.143	1.094	7.327	0.002	5.6	167	1320	-1153
600.000	3.659	0.958	6.452	0.002	4.9	176	1581	-1404
700.000	3.295	0.857	5.794	0.002	4.4	185	1842	-1657
800.000	3.008	0.778	5.279	0.001	4.0	192	2103	-1911
900.000	2.776	0.714	4.863	0.001	3.7	199	2365	-2165
1000.000	2.584	0.662	4.518	0.001	3.4	206	2626	-2420
1100.000	2.422	0.617	4.228	0.001	3.2	212	2887	-2675
1200.000	2.282	0.580	3.979	0.001	3.0	218	3149	-2931
1300.000	2.161	0.547	3.763	0.001	2.9	223	3410	-3187
1400.000	2.055	0.518	3.573	0.001	2.7	228	3671	-3443
1500.000	1.961	0.493	3.406	0.001	2.6	233	3933	-3700
1600.000	1.876	0.471	3.256	0.001	2.5	237	4194	-3956
1700.000	1.800	0.450	3.121	0.001	2.4	242	4455	-4213
1800.000	1.732	0.432	2.999	0.001	2.3	246	4716	-4470
1900.000	1.669	0.415	2.888	0.001	2.2	250	4978	-4728
2000.000	1.612	0.400	2.787	0.001	2.1	254	5239	-4985
2100.000	1.559	0.386	2.694	0.001	2.0	258	5500	-5243

	Méth des pluies	Abaque
Volume de rétention (m^3)	10	27

Macro V*R	VOLUME RETENTION (m3)
T : 2 ans = 684 * (qs ^ (-0.4975))	15
T : 5 ans = 940 * (qs ^ (-0.4845))	22
T : 10 ans = 1090 * (qs ^ (-0.4753))	27
T : 30 ans = 1302* (qs ^ (-0.4738))	32

Éléments de base du programme d'équipement (selon art. 3, al. 3, LGZD)

Servitude de passage public à pied et tous véhicules

Servitude de passage public à pied et à vélo

Cession gratuite au DP communal destinée à la création d'une voie de desserte pour les futurs bâtiments, de trottoirs et d'un espace public proche de la halte CFF, ainsi qu'à l'élargissement de la route des Romelles

Espace à réaménager pour accéder à la gare des Tuileries et au nouveau quartier ainsi que l'élargissement de la route des Romelles à la charge des constructeurs selon convention à venir.

Périmètre réservé pour le passage en sous-sol de voies d'accès nécessaire au projet de la traversée du Lac

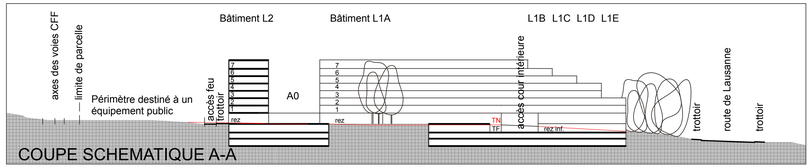
Éléments figurant à titre indicatif (selon art. 3, al. 4, LGZD)

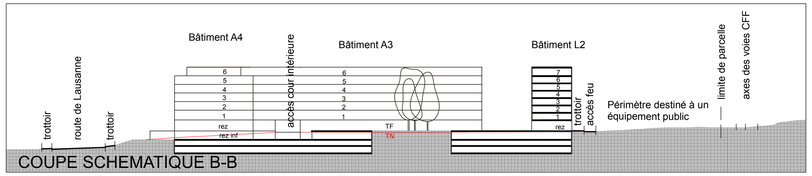
Bâtiments à démolir

Périmètre du P+R de 53 places existant à déplacer

Arbres et végétation à abattre

Pour l'abattage des arbres situés le long de la route des Romelles et la route de Lausanne, se référer à l'inventaire de l'étude du bureau ECOTEC à l'Annexe 5.12b de l'Etude d'impact sur l'environnement 1ère étape datée d'octobre 2013 mise à jour en mai 2016.





AMENAGEMENT suite (selon article 3. alinéa 1, LGZD)

- Des mesures constructives doivent être prises sur les façades des bâtiments L1B,C, D, E conformément aux articles 31 et 32 de l'ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit, du 15 décembre 1986 (RS 814.41;OPB).

- Les mesures de réduction des risques OPAM, décrites dans l'étude d'impact sur l'environnement 1ère étape, chapitre 5.10 doivent être appliquées.

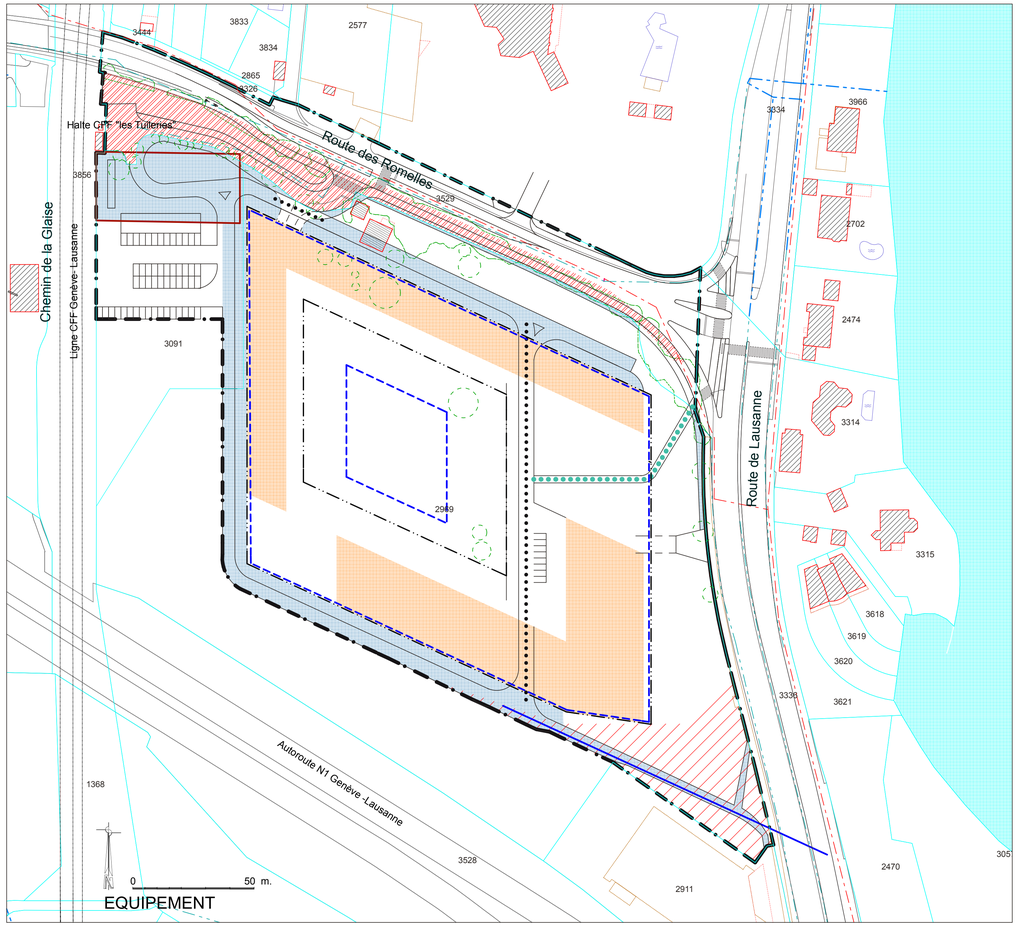
- Lors du chantier, seule une fouille en travaux spéciaux verticale sera acceptée au droit de la partie faisant l'objet du constat de nature forestière N°2013-32c sur les parcelles N°2969 et 3091, hors du périmètre de validité du plan à l'Ouest, afin de protéger les arbres.

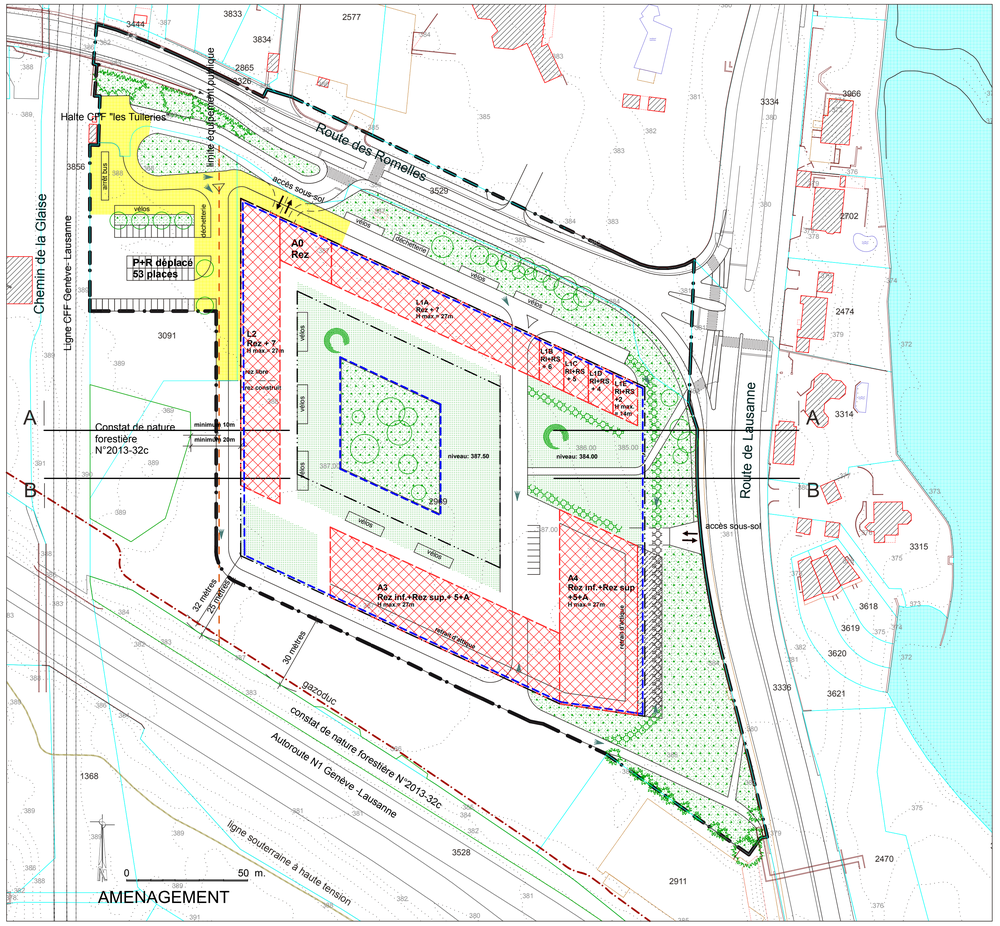
- Le déplacement des 53 places du P+R existantes dans le cadre de la réalisation des constructions prévues par le PLQ le long des voies CFF est à la charge des constructeurs. L'accès au P+R reste inchangé, soit depuis la route des Romelles, dans l'attente d'un nouveau projet de P+R.

TABLEAU DE REPARTITION ET LOCALISATION DES DROITS À BATIR

parcelle N°	zone d'affectation	surface terrain		droit à bâtir (SPB)		localisation
2969 pour partie	dév.3	35'992	m2	62'798	m2	A0, L1A, L1B, L1C, L1D, L1E, L2, A3, A4
3091 pour partie	dév.3	689	m2	1'202	m2	L2
TOTAL en dév.3		**36'681**	**m2**	**64'000**	**m2**	

Nota: une modification de la localisation des droitsà bâtir pourra intervenir, si nécessaire, sous réserve de l'accord des propriétaires concernés et du département





AMENAGEMENT (selon article 3. alinéa 1, LGZD)

Périmètre de validité du plan — DS OPB III

Aire d'implantation des bâtiments y compris les balcons

Implantation des constructions projetées. Le nombre de niveau est indiqué sur le plan
Césure obligatoire d'un seul tenant de 44m minimum entre les bâtiments côté Lac
Prévoir une césure entre les bâtiments côté Sud
Affectation :
Bâtiment A0: commerces
Bâtiments L1A, L1B, L1C, L1D, L1E,
et L2: logements
Rez du bâtiment L1A et/ou L2: équipement public
Bâtiments A3: activités sans nuisances
Bâtiments A4: hôtel et/ou activités sans nuisances

Limite d'emprise des constructions en sous-sol et aire d'implantation du garage souterrain

Vélos — Aires de stationnement des vélos en surface sécurisées

Engazonnement et plantations : en pleine terre / sur dalle

Espace public à aménager / terrasse

Végétation existante maintenue

Place de jeu

déchetterie — Récupération des déchets

Accès des véhicules d'intervention

Accès au parking souterrain

Accès pour les véhicules d'intervention sur pleine terre/sur sous-sol

Arbre et arbuste à planter

Notes :
La surface brute de plancher (SBP) est limitée à 64'000 m2 dont 26'000 m2 destinés aux logements et 38'000 m2 destiné à un hôtel et/ou des activités. A cela s'ajoute 960 m2 destinés à un équipement public. Soit un indice d'utilisation du sol (IUS) de 1.74 maximum et un indice de densité (ID) de 2.27

Stationnement voitures : TOTAL 900 places
260 places habitants situées au sous-sol
26 places visiteurs/habitants situées au sous-sol
378 places activités situées au sous-sol
167 places visiteurs/activités situées au sous-sol
55 places pour handicapés
14 places équipement public

Stationnement vélos dans des abris sécurisés : TOTAL 455 places
260 places habitants situées pour moitié à l'extérieur et pour l'autre moitié au rez des bâtiments
190 places activités situées pour moitié à l'extérieur et pour l'autre moitié au rez des bâtiments
Stationnement deux-roues motorisés au sous-sol: TOTAL 325 places
130 places habitants et 195 places activités

- Le nombre de place de stationnement des voitures pour les logements a été déterminé en application des ratios visés par l'art.5 al.1 du règlement relatif aux places de stationnement sur fond privés, du 16 décembre 2015 (RSG L 5 05.10; ci-après RPSFP), pour le secteur V, à savoir, pour les habitants, 1,0 place minimum pour 100m2 de SBP et pour les visiteurs 0,1 place minimum pour 100m2 de SBP.
- Le nombre de place de stationnement des voitures pour les activités a été déterminé selon l'art.6 al.3 du règlement relatif aux places de stationnement sur fond privés, du 16 décembre 2015 (RSG L 5 05.10; ci-après RPSFP), à savoir en application des ratios de la norme VSS SN 640 281 du 1er février 2006, pour le secteur V, avec le facteur de réduction de 50%.

Les aires d'implantation des places extérieures correspondent aux emprises de ces éléments telles que fixées par le plan. De même, les secteurs d'accès aux places de parcage et au garage souterrain correspondent à leurs accès tels que fixés par le plan.

- Les accès des véhicules d'intervention se conformeront à la directive N°7 de l'inspectorat cantonal du feu. Chaque logement sera accessible sans entrave par les sapeurs pompiers (art. 96 RALCI).
- Les emplacements pour des postes de transformation des Services Industriels sont réservés.
- Les aménagement extérieurs sont dessinés à titre indicatif et devront faire l'objet d'une étude d'ensemble soumise à la DGNP (plan d'aménagement paysager PAP) qui sera jointe au dossier lors du dépôt de la première requête définitive en autorisation de construire.
- L'aménagement de l'espace public autour de la halte des Tuileries jusqu'au carrefour avec la route des Romelles fait partie intégrante du PAP et sera élaboré en collaboration avec la commune et le département.
- Les espaces libre de construction hors sol seront non clôturés.
- Les toitures plates devront être végétalisées pour créer des milieux de substitution et comporteront des panneaux solaires et seront équipées de régulateurs de débit pour les eaux pluviales afin de faire de la rétention en toiture. Leur conception devra être soumise conjointement à la DGNP et à la DGEau lors des demandes en autorisation de construire.

Les dérogations aux règles de distances et vues droites entre les bâtiments L2 et L1A puis L2 et A3 prévus par le PLQ respectent les normes de la zone 2.

Les constructeurs des immeubles compris dans le périmètre sont tenus de respecter les recommandations de l'EIE et de participer aux coûts d'étude et de réalisation des mesures de compensation, au prorata des SBP créées.

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE

DÉPARTEMENT DE L'AMÉNAGEMENT, DU LOGEMENT ET DE L'ÉNERGIE

Office de l'urbanisme — **Direction du développement urbain - rive droite**

BELLEVUE

Feuille Cadastrale : 9

Parcelles N°s : **2969 part., 3091part. 3529.**

Plan localisé de quartier

Champ-du-Château

Ce PLQ fait l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement (EIE) 1ère étape, au sens de l'article 10a de la loi fédérale sur la protection de l'environnement (RS 814.01; LPE).

Ce PLQ est accompagné des documents suivants qui complètent les dispositions du règlement type défini selon l'article 3 du règlement d'application de la loi générale sur les zones de développement RSG (L 1 35.1; RGZD) et font partie intégrante du PLQ:
- Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux daté de octobre 2013 et mis à jour le 18 mars 2015.
- Concept énergétique territorial (cf art.11 al 2 de la loi cantonale sur l'énergie, du 18 décembre 1986-RSG L 2 30) établi le 16 septembre 2013 et validé par l'Office cantonal de l'énergie (OCEN) le 9 décembre 2013 (N° de validation 2013 - 09).

Adopté par le Conseil d'Etat le : — Visa : — Timbres :

Adopté par le Grand Conseil le :

Echelle 1 / 1'000 — Date 3 novembre 2014 — Dessin AP

Modifications

Indice	Objets	Date	Dessin
	Synthèse de l'enquête technique	28 avril 2015	AP
	Mise au point légende	12 mai 2015	AP
	Synthèse enquête technique 2	12 juin 2015	AP
	Pesée des intérêts	14 sept. 2015	AP
	Réponses aux lettres d'obs.et au préavis CM	12 mai 2016	AP

Code GIREC
Secteur / Sous-secteur statistique: **06 - 00 - 040** — Code alphabétique: **BLV**
Code Aménagement (Commune / Quartier): **506**
Archives Internes — Plan N° **29 902** — Indice
CDU **711.5**

COMMUNE DE BELLEVUE

PLQ Champ du Château
Commune de Bellevue

Aménagement des parcelles
N° 2969, 3091 et 3529

Plan Localisé de Quartier
Gestion des eaux pluviales

N° de plan :
2561-01A Plan des équipements EP

Indice	Modification	Date	Dess.
A	Intégration du Projet Rte des Romelles	23.03.15	GM
B	Modification emplacement bassin de rétention	28.04.15	GM
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			

Ingénieurs civils:
Nom : ZS ingénieurs civils sa
Adresse : Rue des Grand'Portes 2
1213 Onex
tel. : 022/879.55.66
fax. : 022/879.55.65
e-mail : info@zssa.ch

Echelle : 1:1000
Commune : Commune de Bellevue
Date : 22.01.2014
Dessiné : TA
Contrôlé : CH
Fichier : M:\Dessin\GC\2561 - PLQ champ du Château\
N° de réf. : 2561-01.dwg

Légende associée aux sous bassins versants :

- Limite du bassin versant associé au PLQ de Champs-du-Château
- Limite des sous bassin versant
- Rivière, Le Vengeron
- 387.00 Courbe de niveau du TN actuel
- +387.50 Niveau du TN projet selon le plan d' aménagement paysager
- Bâtiment logement projeté
- Bâtiment hôtelier projeté
- Bâtiment administratif projeté

Légende : surfaces par coefficient de ruissellement

- Surface Balcon, Cr = 0.95
- Surface Terrasse en pavés filtrants, Cr = 0.50
- Surface Toiture végétalisée, Cr = 0.65
- Surface Prairie extensive, Cr = 0.15
- Surface végétalisée sur garage, Cr = 0.50 ép TV : 35cm
- Surface Route, Cr = 0.90

Légende associée à la gestion des eaux pluviales

- Eaux pluviales existantes
- Eaux pluviales projetées
- Chambre existante d' eaux pluviales
- Chambre projetée d' eaux pluviales
- Système de régulation du débit rejeté en toiture
- Bassin de rétention

Découpage en sous bassin versant
Situation 1:2000

Calcul du coefficient de ruissellement par sous bassin versant

Bassin versant	S_{Totale} [m²]	$S_{Réduite}$ [m²]	Cr [-]	S_{Balcon} [m²]	$S_{Terrasse}$ [m²]	$S_{Toitures}$ [m²]	$S_{Prairie}$ [m²]	$S_{TV\ sur\ dalle}$ [m²]	S_{Route} [m²]
BV n°1	32'700	14'729	45%	630	400	6'610	11'190	11'320	2'550
BV n°2	12'400	5'736	46%	590	490	2'280	6'250		2'790
BV n°3	11'380	2'734	24%	360	720		9'320	620	360
PLQ	**56'480**	**23'199**	**41%**	1'580	1'610	8'890	26'760	11'940	5'700

Calcul des volumes de rétention par sous bassin versant

Sous bassin versant N° 1		
Surface réduite	14729	m2
Débit pluie T=10 ans ; t=15 min	345	L/s
Débit de fuite en toiture végétalisée et réglée	7.60	L/s
Laminage ; Débit limité à	210	L/s
Bassin de rétention à ciel ouvert de volume	70	m3
Sous bassin versant N° 2		
Surface réduite	5736	m2
Débit pluie T=10 ans ; t=15 min	133	L/s
Débit de fuite en toiture végétalisée et réglée	2.4	L/s
Laminage ; Débit limité à	25	L/s
Bassin de rétention enterré de volume	85	m3
Sous bassin versant N° 3		
Surface réduite	2734	m2
Débit pluie T=10 ans ; t=15 min	65	L/s
Volume de rétention	10	m3
Débit maximum autorisé	**300**	**L/s**

NOTE : LES COLLECTEURS DE TRANSPORT PEUVENT ETRE REMPLACES PAR DES FOSSES A CIEL OUVERT LE LONG DES VOIES DE DESSERTE

Coupe de principe A-A : Tranchée stockante
1:50

Coupe de principe B-B : Bassin de rétention à ciel ouvert
1:50

COMMUNE DE BELLEVUE

PLQ Champ du Château
Commune de Bellevue

Aménagement des parcelles
N° 2969, 3091 et 3529

Plan Localisé de Quartier

Gestion des eaux usées

N° de plan :

2561-02 Plan des équipements EU

Indice	Modification	Date	Dess.
A	Modification emplacement bassin de rétention	12.05.15	GM
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			

Ingénieurs civils:
Nom : ZS ingénieurs civils sa
Adresse : Rue des Grand'Portes 2
1213 Onex
tel. : 022/879.55.66
fax. : 022/879.55.65
e-mail : info@zssa.ch

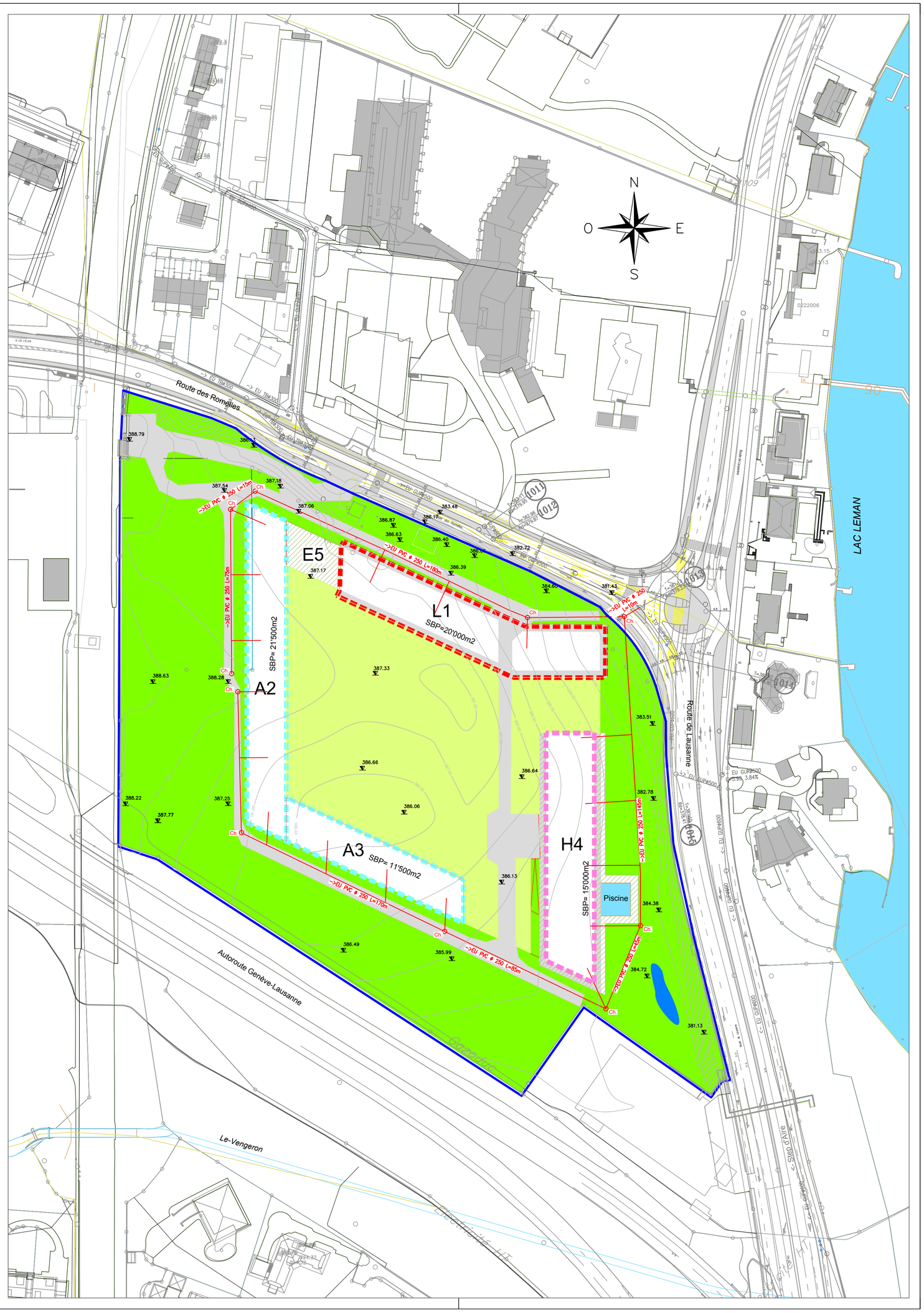
Echelle : 1:1000
Commune : Commune de Bellevue
Date : 22.01.2014
Dessiné : ST
Contrôlé : JC
Fichier : M:\Dessin\GC\2561 - PLQ champ du Château\
N° de réf. : 2561-02.dwg

Légende associée aux sous bassins versants :

- Limite du bassin versant associé au PLQ de Champs-du-Château
- Rivière, Le Vengeron
- 387.00 — Courbe de niveau du TN actuel
- +387.50 — Niveau du TN projet
- Bâtiment logement projeté
- Bâtiment hôtelier projeté
- Bâtiment administratif projeté

Légende associée à la gestion des eaux usées :

- Eaux usées existantes
- Eaux usées projetées
- Chambre existante des eaux usées
- Chambre projetée des eaux usées



Annexe 5.6a :

Sondage N°2608

CADASTRE GEOLOGIQUE - GENÈVE

SONDAGE N° 2608

ADDUCTION D'EAU SUPER CERN.

STATION DE FILTRATION.

S. G. I. — GENEVE

PIERRE et CLAUDE DERIAZ INGENIEURS CONSEILS — GENEVE

FORAGE N° 6

TERRAIN : 382.7o | INCLINAISON : VERT.

FORE PAR : SWISSBORING S.A. LAUSANNE

DATE : 3. 11. 1972.

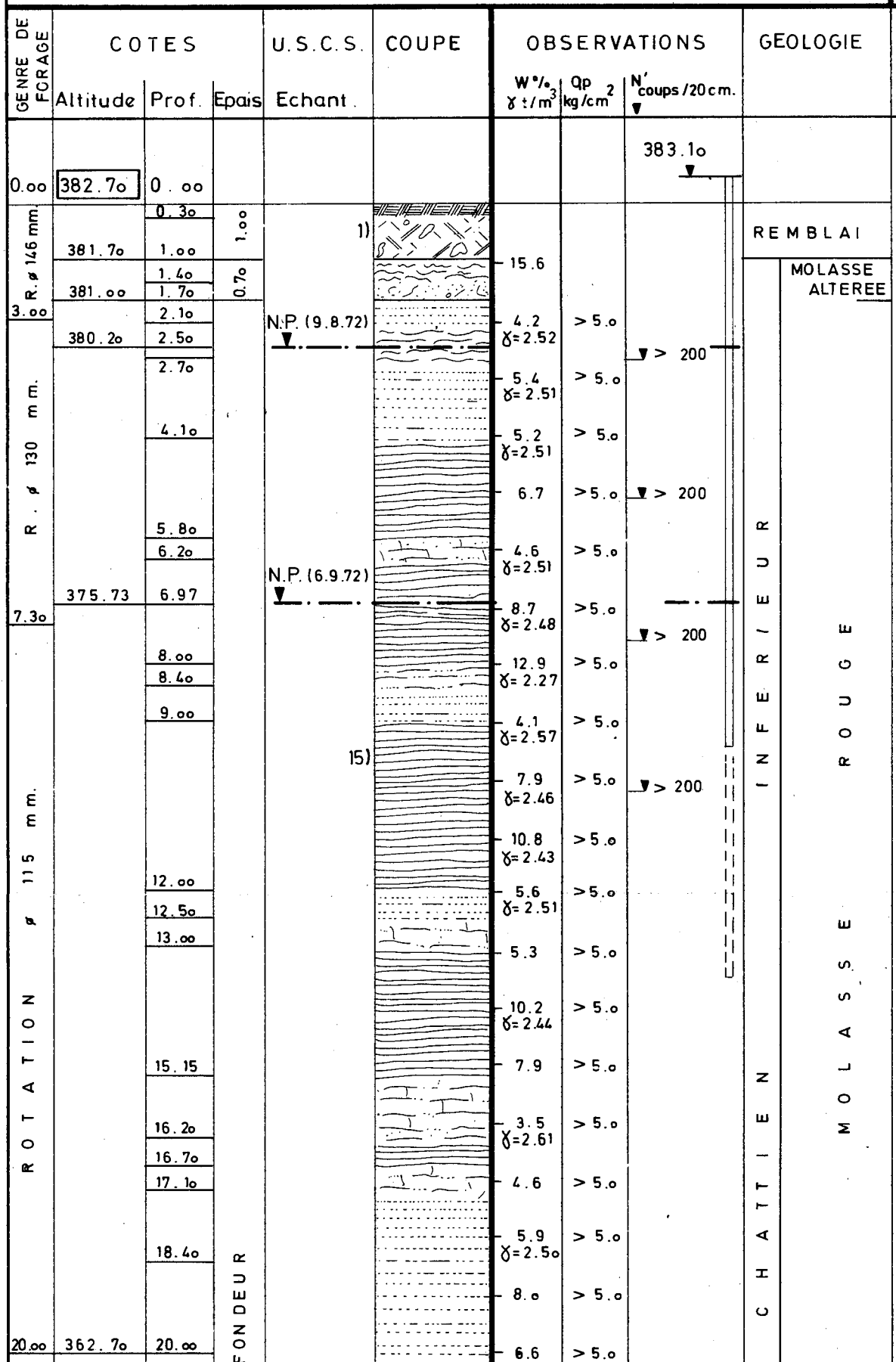
ECHELLE : 1 : 100

1486.1o6

DESS : | VISE :

COORDONNEES : X ~~122.600~~ 122.646

Y 500.643



0,oo - 0,30 m: sol végétal

REMBLAI

Dépôt à structure chaotique de limon argileux, brun à brun rougeâtre, à texture grumeleuse, riche en débris rognonneux de molasse rouge.
Assise peu compacte.

MOLASSE ROUGE

Alternance de marne, de marno-calcaire, gréseux ou non, et de grès, bicolore.

Molasse altérée : 1,oo - 1,70 m

1,oo-1,40 m: marne désagrégée, oxydée, bicolore
1,40-1,70 m: grès arênisé.
Assises moyennement compactes.

Molasse saine : en profondeur

1,70-2,10 m: grès
2,10-2,70 m: marne grumeleuse
2,70-4,10 m: grès fin marneux
4,10-5,80 m: marne
5,80-6,20 m: marno-calcaire gréseux
6,20-8,oo m: marne ocellée, plaquetée
8,oo-8,40 m: marne gréseuse
8,40-9,oo m: grès fin. marneux
9,oo-12,oo m: marne
12,oo-12,50 m: grès fin, marneux
12,50-13,oo m: marno-calcaire gréseux
13,oo-15,15 m: marne ocellée, plaquetée
15,15-16,20 m: marno. calcaire gréseux
16,20-16,70 m: marne
16,70-17,10 m: marno-calcaire gréseux
17,10-18,40 m: grès moyen
18,40-20,oo m: grès grossier
Assises très compactes.

HYDROLOGIE

Niveau d'eau à -25,0 m (380,20 m/mer) et -3,10 m (379,60 m/mer) du 9 au 11 .8. 1972
A -6,97 m (375,73 m/mer) le 6.9.72

Annexe 5.6b :

Sondage N°9649

FONDS CANTONAL DE GEOLOGIE

SONDAGE No 9649

500.465
122.792

SOUS-STATION LES TUILERIES – CFF

Installation en plein air 132/15 KV

FORAGE No 1043-04

Coordonnées :

Altitude : 388.70 [m/mer]

Exécuté par : FORTINI SA

Dates d'exécution : 11.12.92

Inclinaison : Verticale

P. AMSLER GEOTECHNIQUE
FONDATIONS S.A.
31, rue de Chêne-Bougeries
1224 Genève
Tel: 022/349 80 88 Fax: 022 349 51 22

Ech : 1:50e

Visé : Fv

Echantillons : remanié / peu remanié / non remanié

Essais "in situ" : Pénétromètre dynamique — Von Moos / SPT mouton en surface / SPT mouton en fond de trou ; niveau nappe / venue d'eau / scissomètre à palette

Mode de perforation	Altitude [m/mer]	Profondeur [m]	Profil	Description géotechnique des sols	Classification USCS	Identification géologique	Phase	Numérotation	Echantillons No	Echantillons Type	Echantillons Prof.	Equipement	Essais "in situ" Nature Profondeur	Caractéristiques de l'état du sol qup	w	ρ	ρd
	388.70								–	–	m		m	kPa	%	t.m-3	t.m-3
ø 130	388.35	0.35		Limon oraganique à graviers, pierres et blocs Couleur : brun	OL-MG	T.V.		1ac									
	388.10	0.60		Sable limoneux à graviers et nombreuses pierres à la base et traces charbonneuses et tourbe	GW-GM	HOLOCENE Basse Terrasse		4ab									
	387.95	0.75		Limon à traces charbonneuses Couleur : beige	CL	Colluvions		3c12									
				Limon peu argileux, laminé de limon et de sable fin ainsi que de nodules crayeux Consistance : très dure	CL		Limono-sableuse	6c 1	1		1.90 2.00		1.50 ▽ 8 ▽ 10 ▽ 13 } 23	175 350 425 450 200 425 450 450 225 400			
				Disparition progressive des niveaux crayeux Dès 3.35 m : augmentation des graviers alpins et diminution des lits de sable fin									○→ Humide	425			
sec	384.80	3.90							2		3.75 3.85		3.90 ▽ 6 ▽ 7 ▽ 11 } 18	250 350 250 200 150 175			
Rotation métal dur ø 120				Consistance : dure Limon argileux avec gravier et quelques varves jusqu'à 5.20 m Couleur : gris-bleu	CL	RETRAIT WURMIEN	Limono-argileuse	6d 12				NEANT		125 150 200 175 150 170 100 70 50 75			
ø 100				Dès 7.10 m : exoclastes de moraines remaniées (de 5 à 20 cm) Consistance : molle				6d 2	3		7.00 7.10		7.10 ▽ 3 ▽ 4 ▽ 4 } 8	100 50 70 60 75 50 25			
				Dès 9.15 m : augmentation des "blocs" de moraines (50-70 %)										50 60			
	377.70	11.00												75			
	377.45	11.25		Limon à graviers Couleur : beige-gris	ML GM-ML	MORAINE WURMIENNE	Limono-argileuse	7co 12						150			

FIN DU FORAGE

Annexe 5.6c :

Rapport d'analyse des sols (Sol Conseil, mai 2015)

SOL • CONSEIL

CHANGINS Route de Duillier 50 Case postale 1381 CH-1260 NYON 1
tél. 058 460 43 04
info@sol-conseil.ch

ISO 17025/STS 213

SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST
SERVICE SUISSE D'ESSAI
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA
SWISS TESTING SERVICE

Date de réception	5.05.15
Sortie du laboratoire	13.05.15
Membre S-C	.
Copie à	.

Mme, M., Firme
ECOTEC ENVIRONNEMENT Razurel Pierre
Rue François-Ruchon 3
1203 **GENEVE**

Rapport d'analyse

Nyon, le 13.05.15

N° d'identification S-C N°, Nom de parcelle Profondeur de prélèvement	15 T 2656 CdC-CFF 0-5	15 T 2657 CdC-CFF 5-20	15 T 2658 CdC-Z3 0-5	15 T 2659 CdC-Z3 5-20	15 T 2660 CdC-Z1 0-20	15 T 2661 CdC-Z2 0-20
Carte de visite						
MO % (titration)					4.2	4.1
pH (H2O)					7.6	7.4
CaCO3 tot. % (HCl conc.)					10	4
Granulométrie (sédimentation)						
Argile %					25.2	26.6
Silt %					39.6	35.4
Sable %					35.2	38.0
Métaux lourds (HNO3 rap. 1:10)						
Hg mg/kg	0.22	0.22	0.17	0.18	0.12	
Cd mg/kg	0.23	0.14	0.26	0.32	0.14	
Ni mg/kg	29.0	28.4	30.8	34.4	56.4	
Cu mg/kg	50.5	48.2	31.2	29.2	24.9	
Pb mg/kg	36.7	36.7	65.5	59.3	23.9	
Cr mg/kg	31.5	30.9	26.9	28.7	42.7	
Co mg/kg	5.59	6.65	5.51	6.05	8.86	
Mo mg/kg	0.32	0.15	0.18	0.16	0.50	
Zn mg/kg	60.2	57.2	88.9	76.3	49.8	
Appréciation du gravier			X	XXX		XXX

Ces analyses sont conformes aux exigences PER

Conseiller : M. Trentini

Ces résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. Les clients peuvent, sur demande, obtenir des informations plus précises sur les méthodes d'analyse utilisées. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale.

* Méthodes n'entrant pas dans le champ d'application de l'accréditation ISO 17025

(1) pour MO>20 %, méthode par calcination

(09F00102 01.07.11)

SOL • CONSEIL

CHANGINS Route de Duillier 50 Case postale 1381 CH-1260 NYON 1
tél. 058 460 43 04
info@sol-conseil.ch

ISO 17025/STS 213

SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST
SERVICE SUISSE D'ESSAI
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA
SWISS TESTING SERVICE

Date de réception	5.05.15
Sortie du laboratoire	13.05.15
Membre S-C	.
Copie à	.

Mme, M., Firme
ECOTEC ENVIRONNEMENT Razurel Pierre
Rue François-Ruchon 3
1203 **GENEVE**

Rapport d'analyse

Nyon, le 13.05.15

N° d'identification S-C	15 T 2662					
N°, Nom de parcelle	CdC-Z1+Z2					
Profondeur de prélèvement	20-60					
Carte de visite						
MO % (titration)	1.8					
pH (H2O)	7.9					
CaCO3 tot. % (HCl conc.)	11					
Granulométrie (sédimentation)						
Argile %	25.8					
Silt %	39.4					
Sable %	34.8					
Appréciation du gravier	XXX					

Ces analyses sont conformes aux exigences PER

Conseiller : M. Trentini

Ces résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. Les clients peuvent, sur demande, obtenir des informations plus précises sur les méthodes d'analyse utilisées. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale.

* Méthodes n'entrant pas dans le champ d'application de l'accréditation ISO 17025

(1) pour MO>20 %, méthode par calcination

(09F00102 01.07.11)

SOL • CONSEIL

Laboratoire et bureau d'études au service de l'agronomie et de la protection de l'environnement

Nyon, le 12.05.2015

Ecotec Environnement SA
Pierre Razurel
3, rue François Ruchon
1203 Genève

Date de réception: 05.05.2015
Sortie du laboratoire: 12.05.2015
Membre Sol-Conseil: -
Copie à: -

Rapport d'analyse

	Echantillons	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (mg/kg)**	**15T 2658** CdC-Z3 (0-5cm)	**15T 2660** CdC-Z1 (0-20cm)
Acenaphtene	<0.02	<0.02
Acenaphtylene	0.03	<0.02
Anthracene	0.02	<0.02
Benzo(a)anthracene	0.14	0.08
Benzo(a)pyrene	0.13	0.05
Benzo(b)fluoranthene	0.21	0.09
Benzo(ghi)perylene	0.08	<0.02
Benzo(k)fluoranthene	0.05	<0.02
Chrysene	0.10	0.04
Dibenzo(a,h)anthracene	0.02	<0.02
Fluoranthene	0.18	0.10
Fluorene	<0.02	<0.02
Indeno(123cd)pyrene	0.11	0.04
Naphthalene	<0.02	<0.02
Phenanthrene	0.06	0.05
Pyrene	0.14	0.07
Somme (seulement à titre indicatif)	*1.27*	*0.52*

Conseiller: Mélanie Trentini

La désignation des méthodes d'analyses et les conditions générales sont consultables dans la liste des prestations disponible sur www.sol-conseil.ch ou sur demande à info@sol-conseil.ch.

* Méthodes n'entrant pas dans le champ d'application de l'accréditation ISO 17'025.
** Analyses sous-traitées auprès d'un laboratoire accrédité.

Ces résultats d'analyses correspondent aux échantillons transmis au laboratoire. Les clients peuvent, sur demande, obtenir des informations plus précises sur les méthodes d'analyse utilisées. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que dans sa forme intégrale.

Rte de Duillier 50 –1260 Nyon 1 – +41(0)58.460.43.04 – www.sol.conseil.ch – info@sol-conseil.ch
Adresse dès le 1er juin 2015 : Route de Nyon 21, 1196 Gland, 022.361.00.11

Annexe 5.10.4.1 :

Überbauung Champ-du-Château : Überprüfung der Störfallsituation
(suisseplan Ingenieure, avril 2016)

suisseplan Ingenieure AG Zürich
Thurgauerstrasse 60
CH-8050 Zürich
T: +41 (0)44 315 17 17
F: +41 (0)44 315 17 18
zh@suisseplan.ch
www.suisseplan.ch

G500 Vengeron - Vernier

Überbauung Champ-du-Château, Bellevue (GE): Überprüfung der Störfallsituation

(Stand 29.4.2016:
Mit risikomindernden Massnahmen an der Leitung und mit Projektstand Überbauung Champ-du-Château 8.4.2016)

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Für den Leitungsabschnitt G500 (10"/50 bar) entlang der Autobahn A1a im Gebiet Champ-du-Château in Bellevue GE wurde die Störfallsituation im Rahmen des Screenings Personenrisiko überprüft (Bericht Nr. Z12715-1 vom 30.11.2012). Das Risiko in diesem Leitungsabschnitt ergab den Ampelwert grün, d.h. die Summenkurve liegt vollständig im akzeptablen Bereich bzw. das Ausmass liegt unter 0.3. Die Summenkurve für die angrenzende Unterquerung der Bahnlinie Genf - Nyon durch die G500 liegt in der Mitte Übergangsbereich.

Die Risikosituation für frühere Projektstände der Überbauung des Gebietes Champ-du-Château (PLQ 1201 - Champ-du-Château Plan n° 1201.PLQ4a, 27.01.2014 sowie 15.8.2014, favre & guth sa architectes ingénieurs et associés) wurde bereits in den bisherigen Notizen zur Überprüfung der Störfallsituation vom 13.6.2014, 30.9.2014. 31.8.2015 und 25.11.2015 dargestellt.

1.2 Fragestellung

Zur detaillierteren Überprüfung der Störfallsituation im Gebiet Champ-du-Chateau wird im vorliegenden Dokument für die Ist-Situation eine Summenkurve gemäss Rahmenbericht 2010 gerechnet, d.h. der Strassenverkehr wird mitberücksichtigt in den Berechnungen, auch wenn er unter die Ausschlusskriterien gemäss Screening-Methodik fällt.

Um die Erhöhung des Risikos durch die aktuell geplante Überbauung Champ-du-Château (Projektstand 8.4.2016) zu überprüfen, wurde die Summenkurve unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungen im Einflussbereich der Erdgashochdruckleitung G500 gerechnet.

Zusätzlich wurde die Zukunft auch mit risikomindernden Massnahmen an der Leitung berechnet.

Im vorliegenden Gutachten wird nur die Störfallsituation für die im PLQ vom 8.4.2016 dargestellte Anordnung, Geschossflächenzahl und Nutzung der Gebäude überprüft. Diese Risikoberechnungen

können nicht auf allfällige andere Anordnung oder Nutzung der Gebäude innerhalb der Baulinie (aire d'implantation) übertragen werden.

1.3 Grundlagen

- PLQ 1201 Champ-du-Château, plan n° 1201.CDC.PLQ.MP.E1, favre & guth sa architects ingénieurs et associés, 08.04.2016
- Distribution des surfaces Champ du château, erhalten von Construction Perret SA am 12.4.2016
- Mail GAZNAT SA vom 22.4.2016 betreffend risikomindernde Massnahmen an der Leitung
- Situationsplan No G 500-01, GAZNAT SA, 22.10.2013
- Situationsplan No G 500-02, GAZNAT SA, 22.10.2013
- Construction Perret: Champ-du-Château, Etude OPAM, BG Ingénieurs Conseils, 26.11.2013
- Construction Perret SA / Comptoir Immoblier. Le Champ-du-Château, OPAM-Etude de risque, Alain Pasche, Août 2011
- Überprüfung der Störfallsituation für G500 Vengeron - Vernier, Bericht Nr. Z12715-1, suisseplan, 30.11.2013

2 Technische Daten

2.1 Leitung im Ist Zustand

Für den betrachteten Abschnitt G500 Vengeron - Vernier gelten folgende technischen Angaben:

Tab. 1 Technische Daten der G500-01, Flugmarkierung 500 - 504 (Ist-Zustand) (Gebiet Champ-du-Château in Bellevue GE)

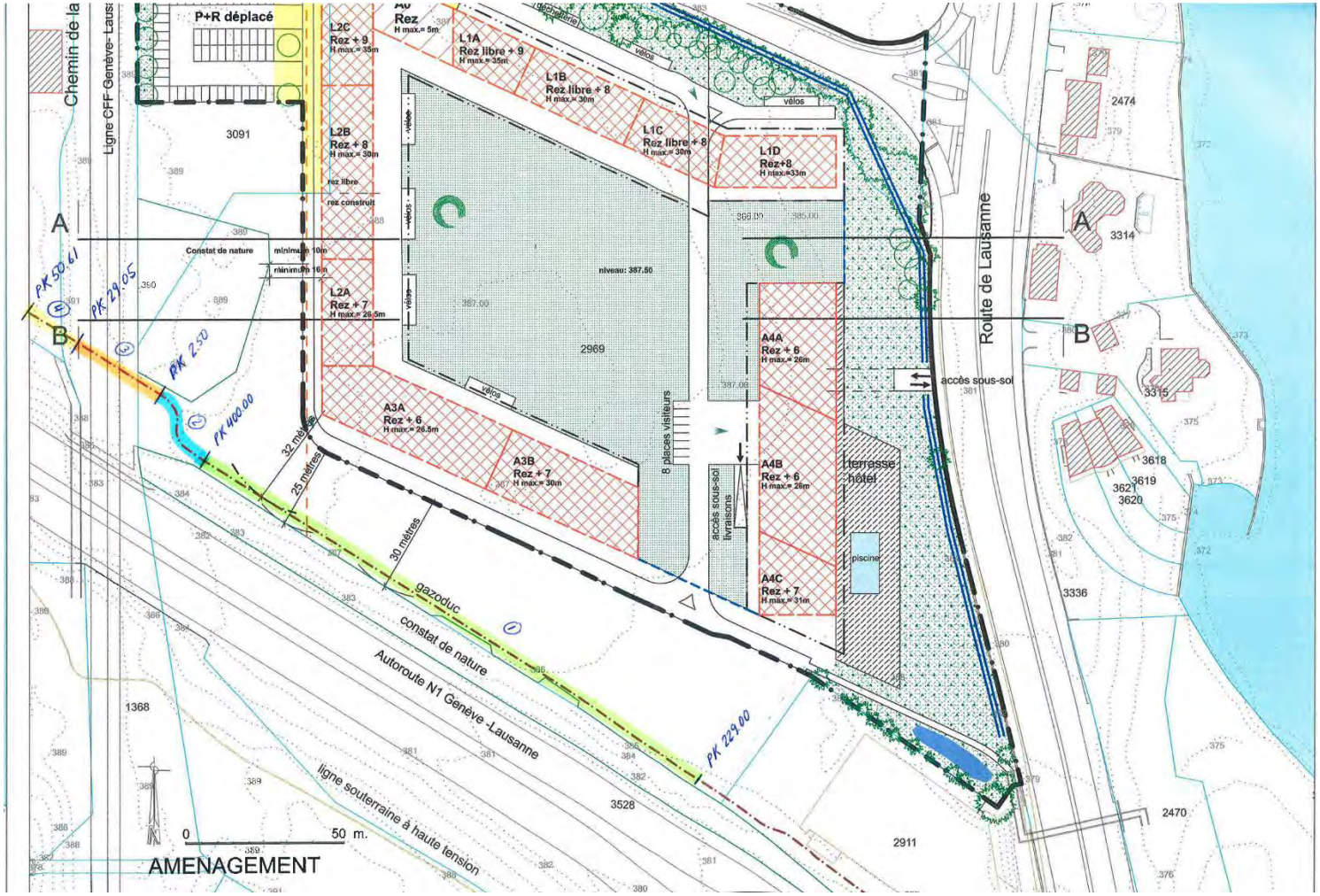
	G500-1
Nennweite	10"
Rohraussendurchmesser	273 mm
Bewilligungsdruck (MOP)	50 bar
Rohrwandstärke	5 mm
Rohrmaterial	RSt 38.7
Streckgrenze	245 N/mm^2
Überdeckung	mind. 1.1 m
Schutzplatten	teilweise
Baujahr	1974
Trasseekontrolle	wöchentlich
Lage der Leitung	Innerhalb Bauzone (Abfrage SITG vom 18.04.2016)

2.2 Risikomindernde Massnahmen an der Leitung

Gemäss Angabe Gaznat vom 22.4.2016 (Secteurs siehe Abb. 1):

- Secteur 1 (grün):
  Changement d'épaisseur du tube de 5 mm à 10 mm, profondeur du gazoduc à 2,5 m, pose de dalles de protection (pk229.00 à pk400.00 du plan G500-01)
- Secteur 2 (blau):
  Pas de changement de l'épaisseur du gazoduc, *recouvrement de 2,5 m et pose de dalles de protection* (pk400.00 du plan G500-01 à pk2.50 du plan G500-02)
- Secteur 3 (orange):
  Epaisseur 5 mm (pas de changement), gaine de protection (existante) (pk2.50 à pk29.05 du plan G500-02)
- Secteur 4 (gelb):
  Epaisseur 5 mm (pas de changement), *dalles de protection* (pk29.05 à pk50.61 du plan G500-02)

Abb. 1 Risikomindernde Massnahmen an der Leitung gemäss Angabe GAZNAT SA vom 22.4.2016
(Anmerkung: Die eingezeichnete Überbauung Champ-du-Château entspricht nicht dem aktuellen Projektstand)

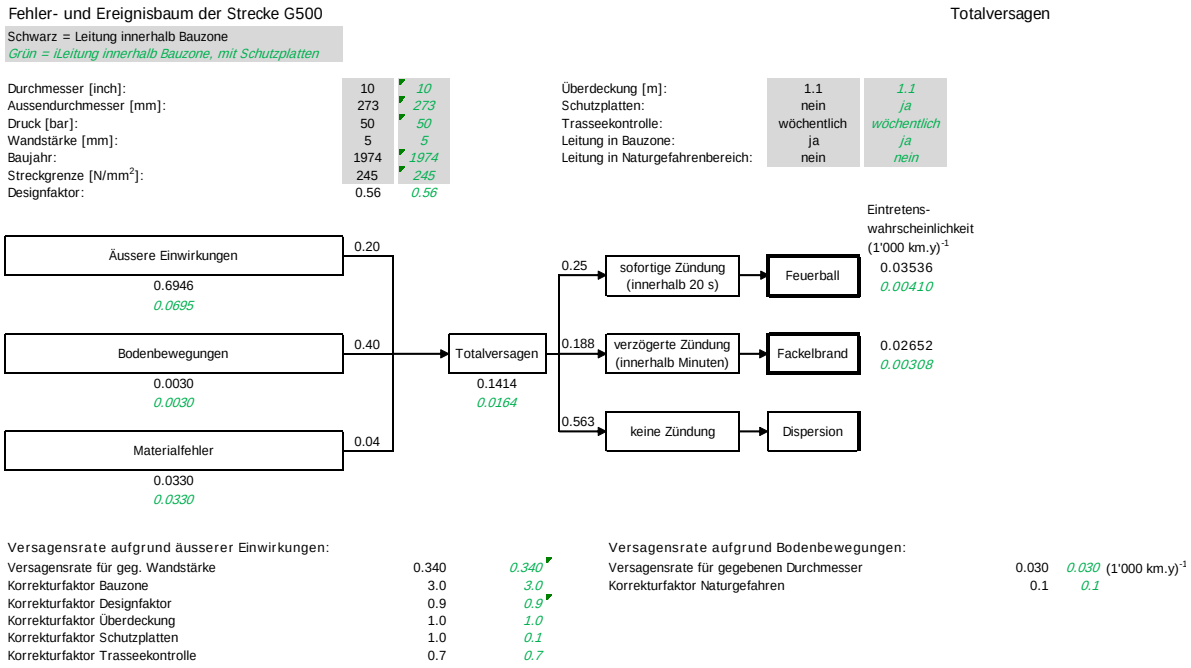


3 Störfallszenarien

3.1 Leitung im Ist Zustand

Die 10"/50 bar Leitung weist im zu beurteilenden Abschnitt keine Besonderheiten auf, welche eine spezielle Störfallbetrachtung notwendig machen würden. Deshalb ist der massgebende Störfall mit der grössten Gefährdung von Personen das Totalversagen (englisch full bore rupture (FBR)) der Rohrleitung.

Abb. 2 Fehler- und Ereignisbaum der Leitung Vengeron-Vernier (10"/50 bar)



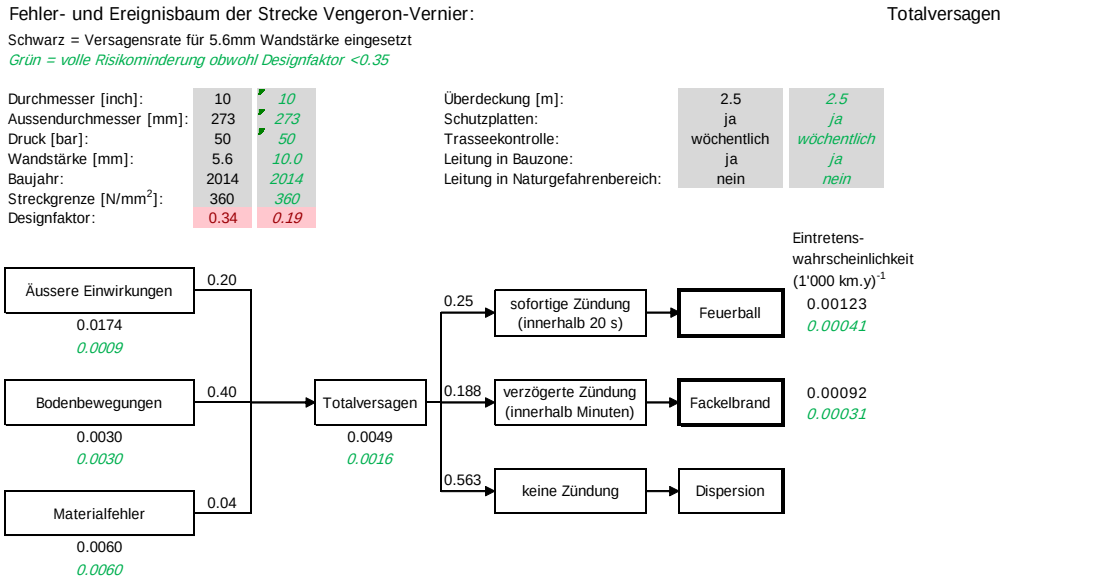
Gemäss Abfrage SITG vom 18.04.2016 liegt die Leitung innerhalb der Bauzone (Zone de développement 3), so dass der Korrekturfaktor K (Bauzone) = 3 auf die durchschnittliche Versagensrate aufgrund von Einwirkungen Dritter angewendet wird für die Berechnung der Summenkurve.

Die G500 liegt im betrachteten Gebiet gemäss "Carte Dangers de crues et inondations" (Abfrage SITG am 18.4.2016) nicht im Gefahrenbereich von Überschwemmungen und Hochwasser. Deshalb wird in der vorliegenden Studie die durchschnittliche Versagensrate aufgrund Bodenbewegungen mit dem Faktor 0.1 korrigiert.

3.2 Risikomindernde Massnahmen an der Leitung

Die Risikoberechnungen in den Kapiteln 6.2.2 und 6.4.2 "Risikomindernde Massnahmen an der Erdgashochdruckleitung" basieren auf den folgenden Szenarien und Versagensraten:

Abb. 3 Fehler- und Ereignisbaum der Leitung Vengeron-Vernier (10"/50 bar) mit Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung und mit Wandstärkenerhöhung



Gemäss Rahmenbericht dürfen bei der Erhöhung der Wandstärke die Versagensraten gemäss Tab. 17 im Rahmenbericht (2010) nur bis zu einem Designfaktor von 0.35 angewendet werden. Wird durch die Erhöhung der Wandstärke der Designfaktor kleiner als 0.35, so erfolgt die Beurteilung der Risikominderung in Absprache mit den zuständigen Behörden.

Die Variante der vollen Risikominderung (Versagensrate aufgrund von äusseren Einwirkungen 0.02 pro 1'000 km y für 10 mm Wandstärke) trotz Designfaktor von 0.19 (grün im Fehler- und Ereignisbaum in Abb. 3), müsste also zuerst mit den Behörden abgesprochen werden.

Wird die Mindestversagensrate aufgrund äusseren Einwirkungen für einen Designfaktor von ca. 0.35 eingesetzt (analog Tab. 18, Rahmenbericht 2010), so ergibt dies eine Versagensrate von 0.26 pro 1'000 km y (entspricht der Versagensrate aufgrund von äusseren Einwirkungen für eine Wandstärke von 5.6 mm).

4 Einflussbereiche

Für die Auswirkung eines Brandszenarios auf den Menschen ist die empfangene Wärmestrahlungsdosis massgebend. Zur Bestimmung der Anzahl betroffener Personen werden die nachfolgend aufgelisteten Letalitätsradien und Letalitäten verwendet. Dabei wird unterschieden, ob sich die Personen im Freien oder in Gebäuden aufhalten.

Tab. 2 Letalitätsradien und Letalitäten für Personen im Freien nach dem Totalversagen einer 10"/50 bar Leitung

	Expositionszeit	R_0	R_{25}	R_{50}	R_{75}	R_{100}
Feuerball (FE)	6.5 sec	90 m	66 m	53 m	44 m	37 m
Fackelbrand (FA)	30 sec	71 m	48 m	37 m	31 m	26 m
Letalität für beide Brandszenarien			10%	35%	60%	85%	100%

Tab. 3 Letalitätsradien und Letalitäten für Personen in Gebäuden nach dem Totalversagen der 10"/50 bar Leitung

	$R_{0\ FA}$	$R_{25\ FA}$	$R_{50\ FA}$	$R_{ZI\ FE}$[1)]	$R_{75\ FA}$	$R_{100\ FA}$	$R_{ZI\ FA}$[2)]
Letalitätsradien	71 m	48 m	37 m	31 m	31 m	26 m	12 m
Letalität Feuerball (FE)	10%	25%	45%	--%	95%	100%	100%
Letalität Fackelbrand (FA)	0%	5%	10%	10%	35%	75%	100%

[1)] Der Radius R_{ZI} Feuerball markiert die maximale Distanz zum Brandzentrum, innerhalb der das Gebäudeinnere bei intakten Fenstern während der Abbranddauer des Feuerballs in Brand gerät.

[2)] Der Radius R_{ZI} Fackelbrand markiert die maximale Distanz, innerhalb derer das Gebäudeinnere bei einem Fackelband und bei intakten Fenstern innerhalb maximal 15 s Feuer fängt.

5 Belegungsannahmen

5.1 Wohn- und Arbeitsbevölkerung

5.1.1 Ist-Zustand

Für die Belegung der Wohnbevölkerung in den bestehenden Überbauungen wurden die Daten aus der geocodierten Bevölkerungsstatistik, Stand 2014, des Bundesamtes für Statistik verwendet.

Für die Belegung der Arbeitsbevölkerung in den bestehenden Überbauungen wurden die Daten aus der geocodierten Betriebszählung, Stand 2013, des Bundesamtes für Statistik verwendet.

5.1.2 Geplante Überbauung Champ-du-Château (PLQ 1201 - Champ-du-Château, 8.4.2016)

Gemäss PLQ vom 8.4.2016 ist für den Ost- und Südflügel eine Büro- und/oder Hotelnutzung vorgesehen (Activités administratives et/ou hôtelières), für den Westflügel eine Wohnnutzung. Die übrigen Gebäude befinden sich ausserhalb des Einflussbereichs der Erdgashochdruckleitung G 500. Beim Ostflügel ist zudem eine Terrasse vorgesehen.

Da sich eine Büro- und eine Hotelnutzung unterschiedlich auf das Risikobild auswirken können und keine eindeutige Zuordnung bzw. Trennung der Büro- und der Hotelnutzung im PLQ vom 8.4.2016 vorgegeben ist, werden drei Versionen für die geplante Überbauung im Gebiet Champ-du-Château berechnet.

- Version I:
  Ostflügel vorwiegend mit Hotelnutzung und einem kleinen Teil Büronutzung, Südflügel mit Büronutzung, gemäss Tabelle Distribution des surfaces Champ du chateau, Etudes d'impacts printemps 2016, erhalten am 12.4.2016
- Version II:
  Ostflügel und Südflügel mit Büronutzung
- Version III:
  Ostflügel und Südflügel mit Hotelnutzung

In der vorliegenden Risikoanalyse wird nur die Störfallsituation für die im PLQ vom 8.4.2016 dargestellte Anordnung, Geschossflächenzahl und Nutzung der Gebäude überprüft. Für eine allfällige andere Anordnung oder Nutzung der Gebäude innerhalb der Baulinie (aire d'implantation) sind die Risikoberechnungen nicht gültig.

Tab. 4 Geschätzte Personenzahl PLQ 1201 - Champ-du-Château, 8.4.2016

	Nutzungs-art	BGF [1,2)]	Personen-dichte [3)]	Anzahl Personen	Aufenthaltsdauer	Bemerkungen
Alle Varianten						
Nordflügel						ausserhalb Einflussbereich G500
	commerce					ausserhalb Einflussbereich G500
Terrasse		ca. 650 m^2		30	2 Stunden/Tag, 6 Monate/Jahr	teilweise im Einflussbereich G500
Westflügel	Wohnen	12'116 m^2	1 P./37 m^2	330	Präsenzfaktoren Wohnen	teilweise im Einflussbereich G500
Version I: Ostflügel v.a. als Hotel und Südflügel als Büro genutzt, gemäss Tabelle Distribution des surfaces Champ du chateau, Etudes d'impacts printemps 2016, erhalten am 12.4.2016						
Südflügel	Büro	18'399 m^2	1 P./16 m^2 BGF	1150	Präsenzfaktoren Arbeiten	im Einflussbereich G500
Ostflügel	Hotel	15'000 m^2	1 P./30 m^2 BGF	500	Personenbelegung Hotel wurde vereinfacht mit den Präsenzfaktoren Wohnen gerechnet (ohne Berücksichtigung Anteil Personal und Gäste und ohne Berücksichtigung Auslastung des Hotels)	teilweise im Einflussbereich G500
	Büro	3776 m^2	1 P./16 m^2 BGF	240	Präsenzfaktoren Arbeiten	teilweise im Einflussbereich G500

Version II: Alle Gebäude "Bâtiments destinés à des activités administratives et/ou Hôtelières" als Bürofläche angenommen						
Südflügel	Büro	18'399 m^2	1 P./16 m^2 BGF	1150	Präsenzfaktoren Arbeiten	im Einflussbereich G500
Ostflügel	Büro	18'776 m^2	1 P./16 m^2 BGF	1200	Präsenzfaktoren Arbeiten	teilweise im Einflussbereich G500
Version III: Alle Gebäude "Bâtiments destinés à des activités administratives et/ou Hôtelières" als Hotelfläche angenomme						
Südflügel	Hotel	18'399 m^2	1 P./30 m^2 BGF	615	Personenbelegung Hotel wurde vereinfacht mit den Präsenzfaktoren Wohnen gerechnet (ohne Berücksichtigung Anteil Personal und Gäste und ohne Berücksichtigung Auslastung des Hotels)	im Einflussbereich G500
Ostflügel	Hotel	18'776 m^2	1 P./30 m^2 BGF	625		teilweise im Einflussbereich G500

1) Bruttogeschossfläche (BGF) gemäss PLQ 1201 - Champ-du-Château, Plan n° 1201.CDC.PLQ.MP.E1, letzte Änderung vom 8.4.2016, favre & guth sa architectes ingénieurs et associés

2) Bruttogeschossfläche (BGF) gemäss Distribution des surfaces Champ du château, erhalten von Construction Perret SA am 12.4.2016

3) "Etude OPAM", BG Ingénieurs Conseils, vom 26.11.2013, Kap. 2.5, Tab. 3 (Hypothèse 2: Densification des activités), Belegung Terrasse: Schätzung suisseplan

Abb. 4 PLQ 1201 Champ-du-Château, 8.4.2016

Tab. 5 Distribution des surfaces Champ du château, erhalten von Construction Perret SA am 12.4.2016

Distribution des surfaces Champ du chateau

	L2 (ouest)	L2 (ouest)	L1 (nord Romelle)	L1 (nord Romelle)	L1 (nord Romelle)	A4 (est-lac)	A4 (est-lac)	A3 (sud-autoroute)
Etudes d'impacts juin 2015 enquête publique à sept 2015								
surfaces	18370	322	15133	502	300	15000	2800	15823
affectations	Logement	commerce	logement	commerce	utilité publique	Hotel/ activité	activité	activité
Etudes d'impacts printemps 2016 procédure d'opposition : suite consensus état commune ...								
surfaces	12116	323	13884	502	960	15000	3776	18399
affectations	Logement	commerce	logement	commerce	utilité publique	Hotel/ activité	activité	activité

5.2 Präsenzfaktoren

Tab. 6 Präsenzfaktoren

	Wochentag (7.00 – 19.00)	Nacht während Woche (19.00 – 7.00)	Wochenendtag (7.00 – 19.00)	Nacht am Wochenende (19.00 – 7.00)
Wohnbevölkerung	30% (davon 10% draussen)	90% (davon 1% draussen)	60% (davon 10% draussen)	100% (davon 1% draussen)
Arbeits-bevölkerung (Büro, Gewerbe)	80% (davon 10% draussen)	5% (davon 5% draussen)	5% (davon 10% draussen)	0%

5.3 SBB-Linie Genf – Nyon

Für die Bahnlinie Genf - Coppet, Nyon, Morges, Lausanne, Yverdon wurde gemäss Rahmenbericht 2010, Fahrplan sowie einer Begehung vor Ort am 8.11.2012 folgende Passagierzahlen ermittelt:

Tab. 7 Belegungsannahmen SBB-Linie Genf - Coppet, Nyon, Morges, Lausanne, Yverdon (Auszug Überprüfung der Störfallsituation für G500 Vengeron - Vernier, Bericht Nr. Z12715-1, suisseplan, 30.11.2013)

Szenarium / Zuglinie	Anz. Züge pro Stunde	Personen pro Zug	Bemerkung
IR, IC, ICN, EC	10		Annahme 300 m lange Züge
S Bahn, RE	7		Annahme 100 m lange Züge
Total Stosszeiten (4 h/Tag)	40	500	300 m langer Zug
	28	200	100 m langer Zug
Total übrige Zeit (15 h/Tag)	150	300	300 m langer Zug
	105	100	100 m langer Zug

5.4 Autobahn A1

Tab. 8 Automatische Verkehrszählung ASTRA im Jahr 2011, Zählstelle Nr. 68 an der A1 COLOVREX-LAC

	Richtung Lausanne	Richtung Genf
Täglicher Verkehr		
DTV (täglicher Verkehr)	9'848 Motorfahrzeuge pro Tag	9'113 Motorfahrzeuge pro Tag
DWV (täglicher Werktagsverkehr)	10'505 Motorfahrzeuge pro Tag	9'611 Motorfahrzeuge pro Tag
Spitzenverkehr morgens (7. Tagesstunde)		
durchschnittlich	ca. 400 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 800 Motorfahrz. pro Stunde
an Werktagen	ca. 450 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 1'100 Motorfahrz. pro Stunde
Spitzenstunde abends (17. Tagesstunde)		
durchschnittlich	ca. 900 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 500 Motorfahrz. pro Stunde
an Werktagen	ca. 1'050 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 450 Motorfahrz. pro Stunde

Eine Überprüfung dieser Spitzenverkehrsstunden (LIVE TRAFIC, http://www.tomtom.com/livetraffic) ergab auf den betroffenen Autobahnabschnitt keine Stausituationen weder am Morgen noch am Abend (Abfragen 4.3.2014 bis 21.3.2014 und Abfragen vom 11.09.2014 bis 30.09.2014).

Für die vorliegende Überprüfung der Risikosituation Ist-Zustand wird deshalb morgens die Spitzenstunde in Fahrtrichtung Genf und abends die Spitzenstunde in Fahrtrichtung Lausanne übernommen. Die restliche Tageszeit wird mit dem normalen DWV gerechnet. Die Nacht wird wegen des geringen Verkehrs (<< 200 Fahrzeuge pro Stunde) in der Risikoberechnung vernachlässigt, das Ausmass für den Nachtverkehr liegt <0.3.

Tab. 9 Fahrzeugabstand pro Fahrtrichtung auf A1 (COLOVREX-LAC)

	Richtung Lausanne	Richtung Genf
Spitzenverkehr morgens (7. Tagesstunde)		
Fahrgeschwindigkeit	90 km/h [1)]	50 km/h [2)]
durchschnittlich	ca. 400 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 800 Motorfahrz. pro Stunde
	==> 1 Fahrzeug pro 225 m	==> 1 Fahrzeug / 60 m
an Werktagen	ca. 450 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 1'100 Motorfz. pro Stunde
	==> 1 Fahrzeug pro 200 m	==> 1 Fahrzeug / 45 m
Spitzenstunde abends (17. Tagesstunde)		
Fahrgeschwindigkeit	70 km/h [2)]	70 km/h [1)]
durchschnittlich	ca. 900 Motorfahrz. pro Stunde	ca. 500 Motorfahrz. pro Stunde
	==> 1 Fahrzeug pro 80 m	==> 1 Fahrzeug / 140 m
an Werktagen	ca. 1'050 Motorfz. pro Stunde	ca. 450 Motorfahrz. pro Stunde
	==> 1 Fahrzeug pro 65 m	==> 1 Fahrzeug / 155 m
Restlicher Tagesverkehr (10 Stunden pro Tag)		
Fahrgeschwindigkeit	90 km/h [1)]	70 km/h [1)]
DTV (täglicher Verkehr)	ca. 660 Motorfz. pro Stunde [2)]	ca. 610 Motorfz. pro Stunde [2)]
	==> 1 Fahrzeug pro 135 m	==> 1 Fahrzeug / 115 m
DWV (täglicher	ca. 700 Motorfz. pro Stunde [2)]	ca. 640 Motorfz. pro Stunde [2)]
Werktagsverkehr)	==> 1 Fahrzeug pro 125 m	==> 1 Fahrzeug / 110 m

[1)] Quelle: OPAM-Etude de risque, Août 2011

[2)] Annahme: Temporeduktion während Spitzenstunden gegenüber Tagesdurchschnitt: 20 km/h

[3)] durchschnittlicher stündlicher Verkehr = 6.7% des DTV/DWV (Quelle: Rahmenbericht 2010 und Lärmschutzverdnung (LSV), Anhang 6)

Es wird mit 1.3 Passagieren pro Motorfahrzeug gerechnet (Pendelverkehr).

5.5 Route de Lausanne

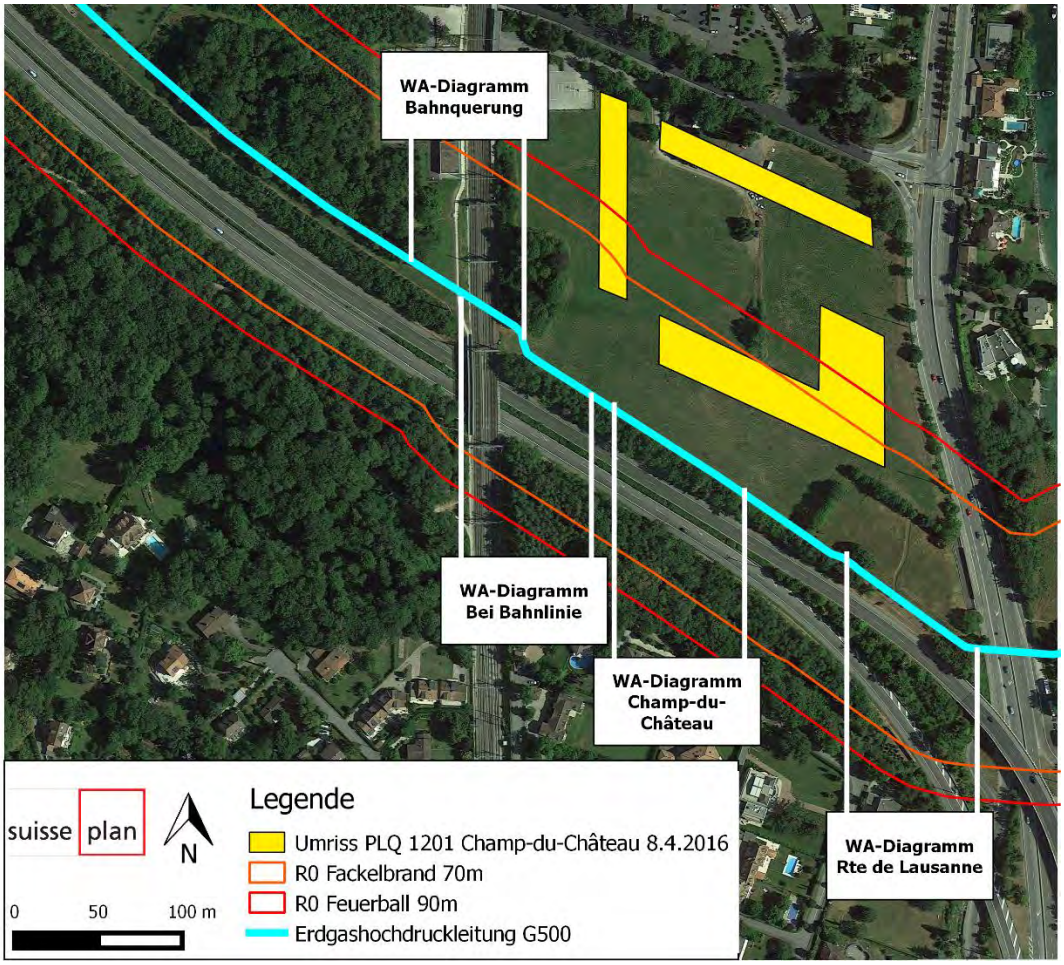
(Auszug Bericht GENILAC: Analyse de risque, suisseplan, 3.10.2013)

Pour la route principale K1 Genève-Nyon-Lausanne que les données du poste n° 1 du comptage suisse automatique de la circulation routière (CSACR) au sud-ouest de Rolle sont disponibles. Le trafic journalier moyen (TJM) mesuré à ce poste est 6'612 véhicules par jour et le trafic journalier moyen des jours ouvrables (TJMO) est 6'943 véhicules (année 2011).

Pour le tronçon de la route principale au Vengeron un TJM un peu plus haut d'env. 10'000 véhicules est supposé. Roulant à une vitesse de 60 km/h, la densité de véhicules résultante est d'env. 1 véhicule par 350 m sur chacune des 4 voies. En moyenne, 1.3 passages par véhicule sont supposés.

6 Risikoermittlung

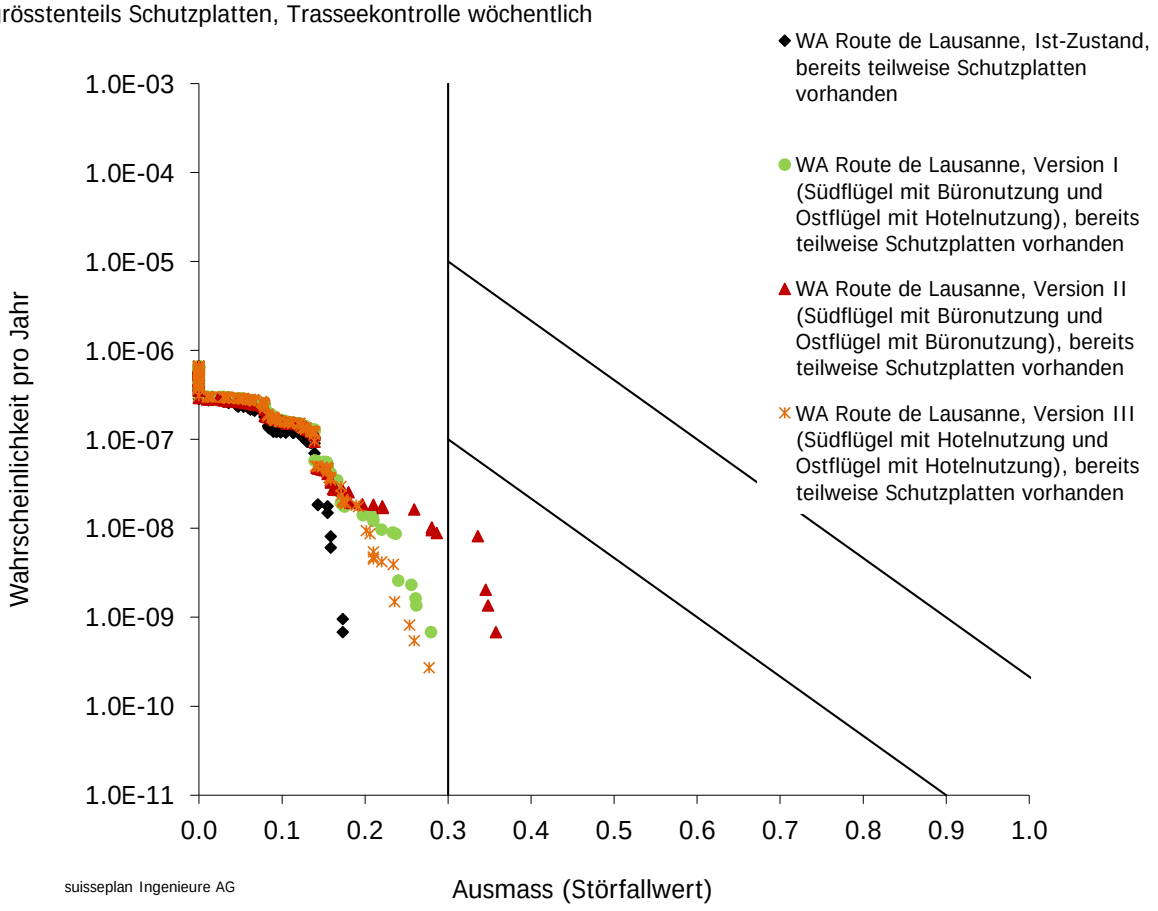
Abb. 5 Übersicht Lage der W-A-Diagramme mit geplanter Überbauung Champ du Château (gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, plan n° 1201.CDC.PLQ.MP.E1, favre & guth sa architects ingénieurs et associés, 08.04.2016)



6.1 W-A-Abschnitt bei der Route de Lausanne

Abb. 6 W-A-Diagramm bei der Route de Lausanne (ca. pk 94 bis 194 plan No: G 500-01): Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016 Personenbelegung Version I, II und III

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 4 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, grösstenteils Schutzplatten, Trasseekontrolle wöchentlich



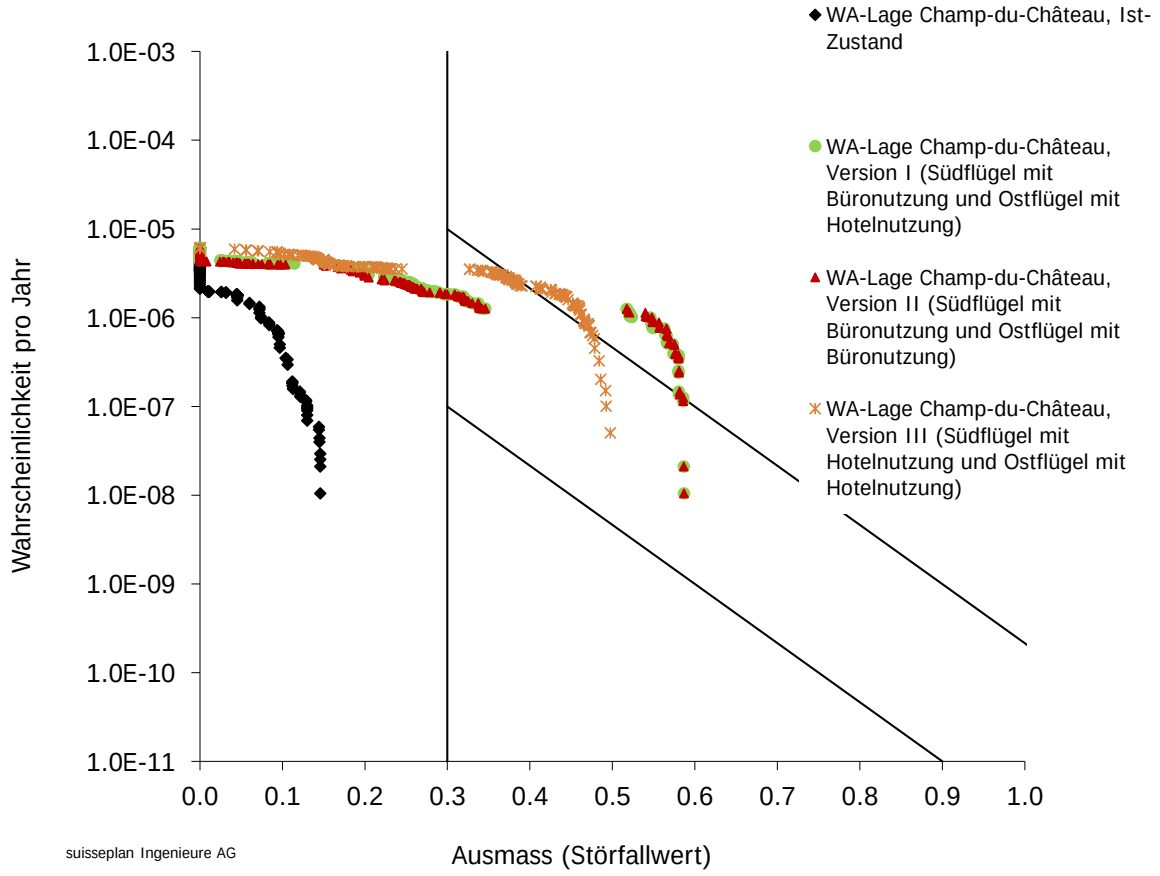
6.2 W-A-Abschnitt Champ-du-Château

(W-A-Abschnitt mit höchstem Risiko im Bereich der geplanten Überbauung)

6.2.1 Leitung im Ist Zustand

Abb. 7 W-A-Diagramm Champ-du-Château (ca. pk 255 bis 355 plan No: G 500-01): Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016 Personenbelegung Version I, II und III

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, keine Schutzplatten,Trasseekontrolle wöchentlich



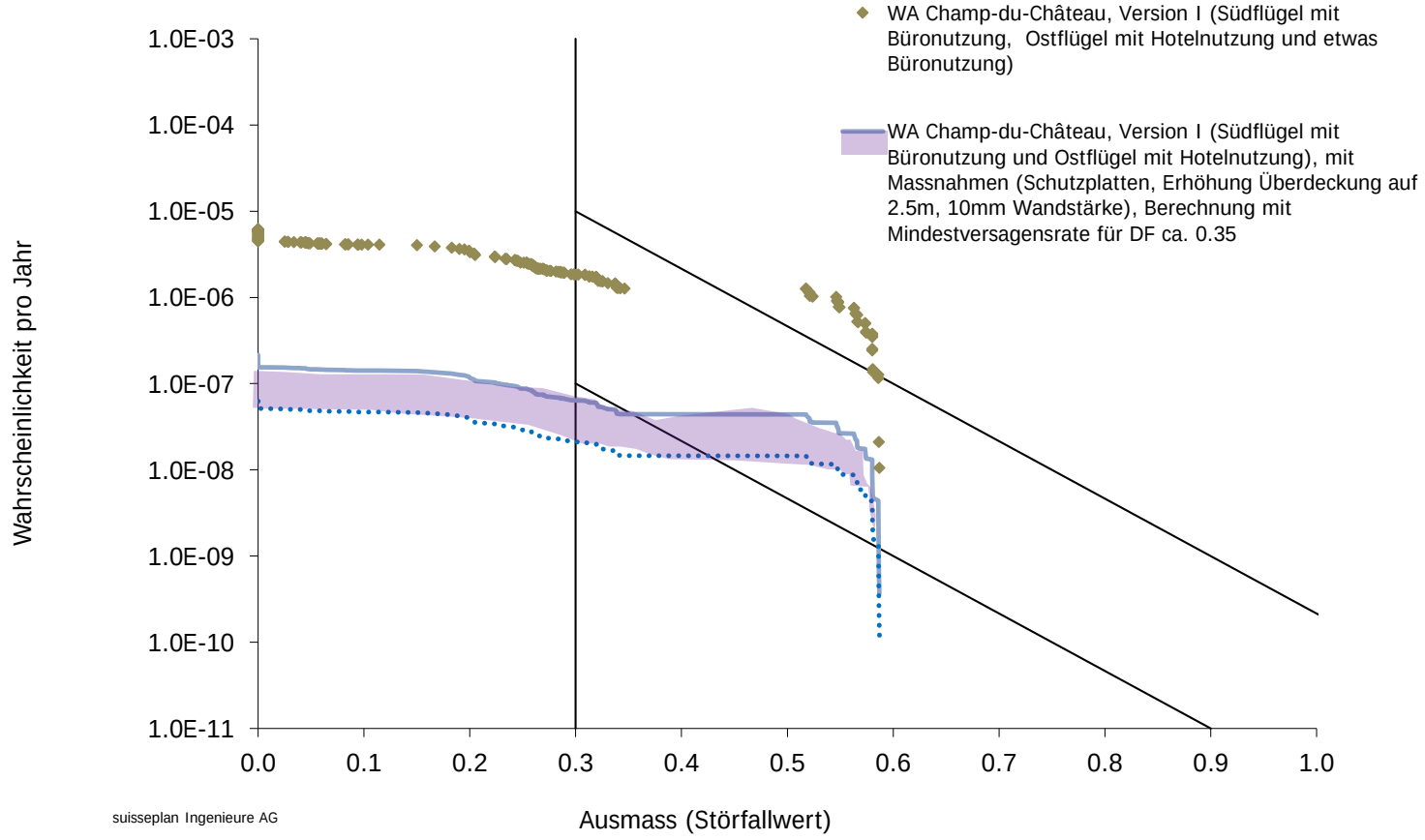
6.2.2 Risikomindernde Massnahmen an der Erdgashochdruckleitung

(Risikomindernde Massnahmen gemäss Abb. 1 in Kapitel 2.2)

Die dunkelblaue Summenkurve (Linie) zeigt jeweils die Situation mit einer Mindestversagensrate aufgrund äusseren Einwirkungen bei einem Designfaktor von ca. 0.35 (minimale Risikominderung). In Absprache mit den Behörden ist allenfalls die Berechnung einer etwas höheren Risikominderung möglich. Das heisst, bei einer Wandstärkenerhöhung auf 10 mm würde sich die Summenkurve im lila markierten Bereich befinden.

Abb. 8 W-A-Diagramm Champ-du-Château (ca. pk 255 bis 355 plan No: G 500-01):
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie 10 mm Wandstärke);
Personenbelegung Version I, d.h. Ostflügel mit Hotelnutzung und etwas Büronutzung, Südflügel mit Büronutzung

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, Trasseekontrolle wöchentlich



suisseplan Ingenieure AG

Abb. 9 W-A-Diagramm Champ-du-Château (ca. pk 255 bis 355 plan No: G 500-01):
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie 10 mm Wandstärke),
Personenbelegung Version II, d.h. Ostflügel und Südflügel mit Büronutzung

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, Trasseekontrolle wöchentlich

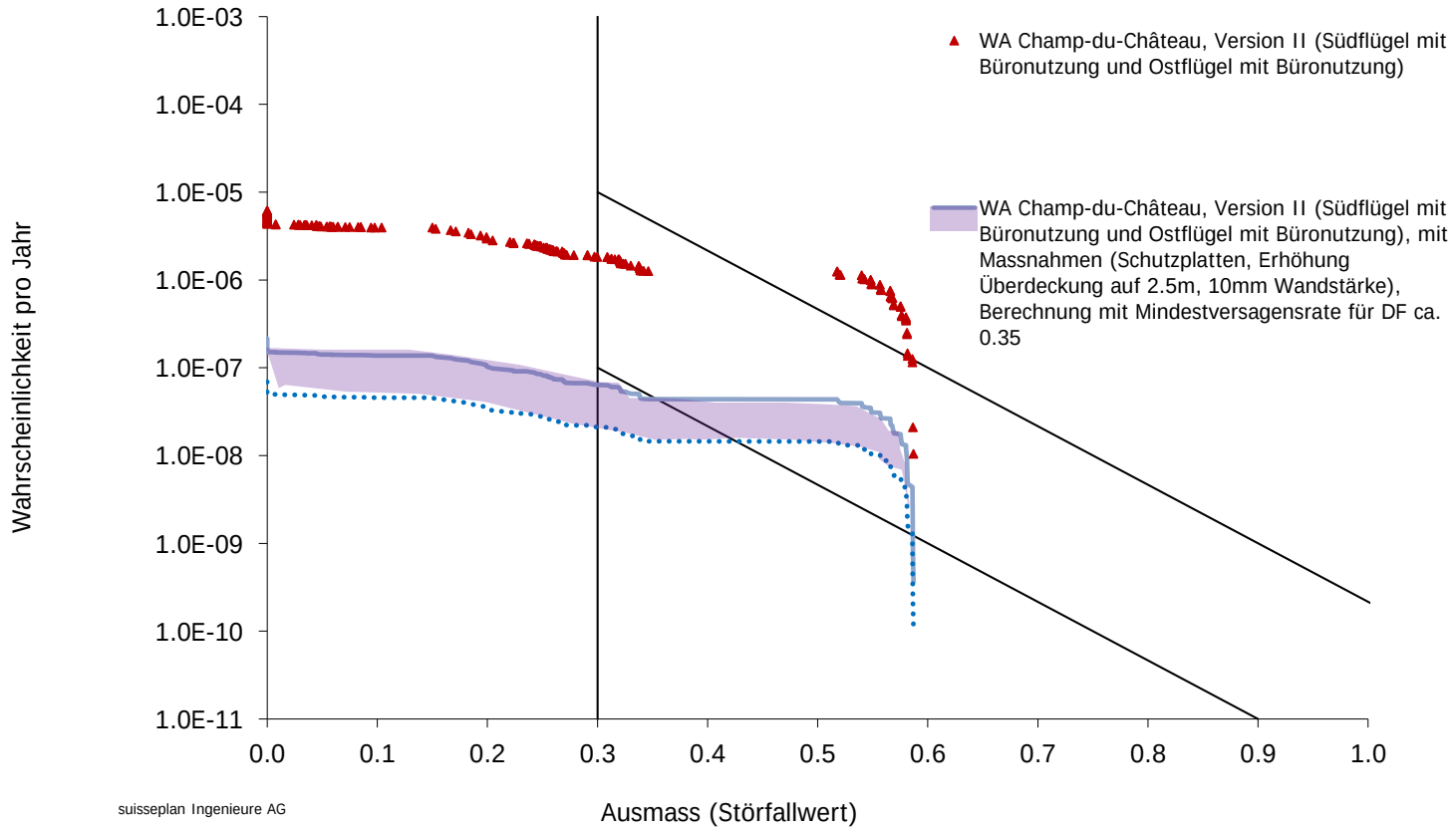
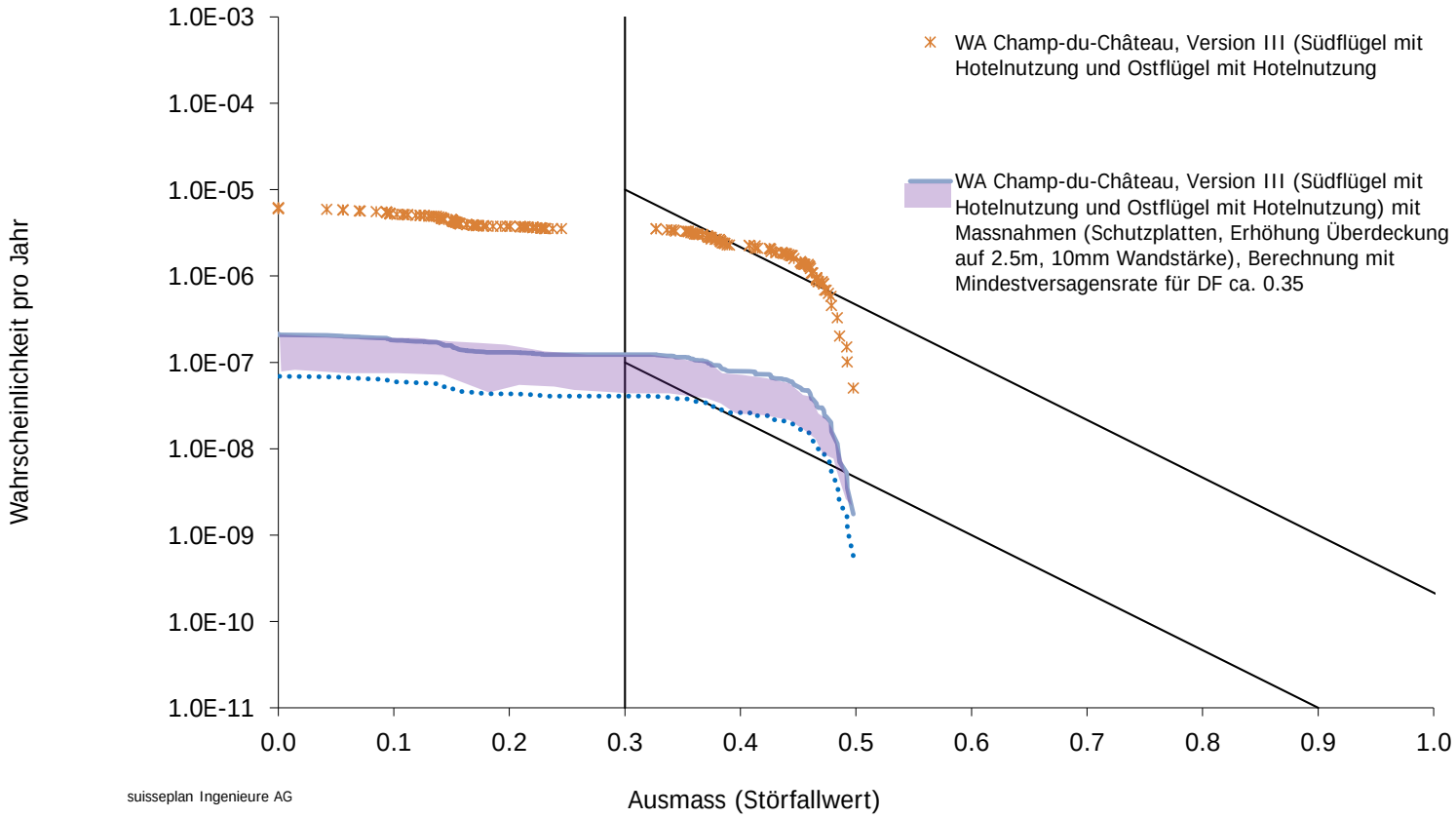


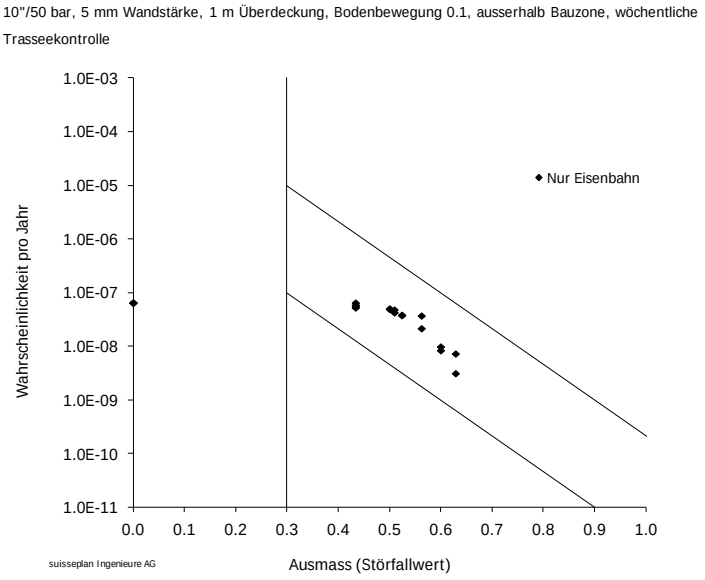
Abb. 10 W-A-Diagramm Champ-du-Château (ca. pk 255 bis 355 plan No: G 500-01)
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie 10 mm Wandstärke);
Personenbelegung Version III, d.h. Ostflügel und Südflügel mit Hotelnutzung

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, Trasseekontrolle wöchentlich



6.3 W-A-Abschnitt bei der Bahnquerung

Abb. 11 W-A-Diagramm Unterquerung der Bahnlinie Genf - Nyon (nur Berücksichtigung Zugspassagiere, ohne Berücksichtigung anderer Verkehrsträger wie Autobahn) (Auszug Überprüfung der Störfallsituation für G500 Vengeron - Vernier, Bericht Nr. Z12715-1, suisseplan, 30.11.2013)



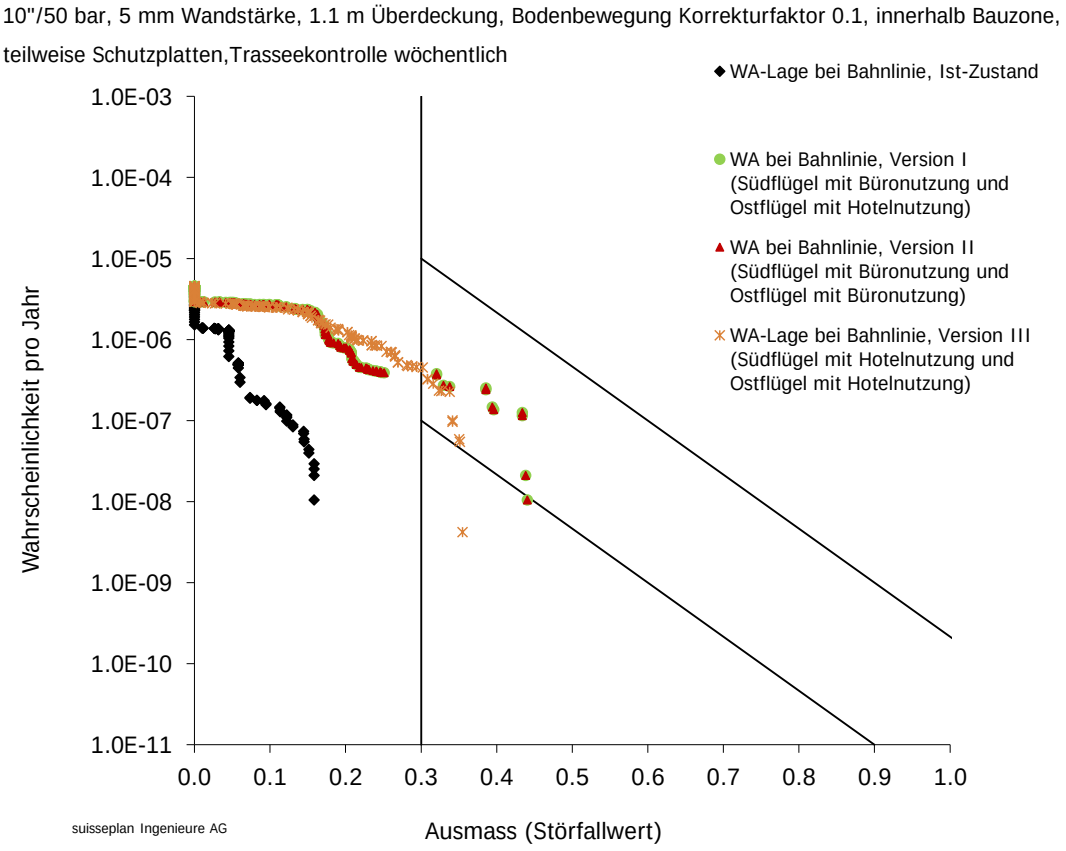
Die Summenkurve für die Bahnquerung der Linie Genf-Nyon ohne Berücksichtigung anderer Verkehrsträger (Autobahn A1) im Einflussbereich der Erdgashochdruckleitung liegt in der Mitte Übergangsbereich. Weil das Ausmass verursacht durch den Strassenverkehr auf der A1a <0.3 ist, kann die gleichzeitige Betroffenheit von Zugspassagieren und Autos in der vorliegenden Risikoanalyse vernachlässigt werden.

Die Einflussbereiche des W-A-Abschnitts für die Bahnquerung (Abb. 11) und des W-A-Abschnitts auf der Höhe der geplanten Überbauung Champ-du-Château (Abb. 7) (je 100 m Abschnitte gemäss Rahmenbericht 2010) überlagern sich nicht.

6.4 W-A-Abschnitt bei der Bahnlinie

6.4.1 Leitung im Ist Zustand

Abb. 12 W-A-Diagramm bei der Bahnlinie (ca. pk 366 plan No: G 500-01 bis pk 34.5 plan No: G 500-02)
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
Personenbelegung Version I, II und III



Der W-A-Abschnitt für die Bahnquerung (Abb. 11), in welchem nur die Zugpassagiere berücksichtigt sind, überlagert mit dem W-A-Abschnitt bei der Bahnlinie (Abb. 12), in welchem die Zugpassagiere nicht berücksichtigt sind. Die bei einem Totalversagen an der Leitung gleichzeitige Betroffenheit von Bahnpassagieren und Personen in der geplanten Überbauung Champ-du-Château wird in der vorliegenden Risikoanalyse nicht berechnet.

Die Summenkurven in diesem Abschnitt fallen im Vergleich zum Bericht vom 25.11.2015, Abb. 13 ff, tiefer aus. Dies ist auf die geänderte Anordnung des West- und des Südflügels der Überbauung zurückzuführen. Die beiden Gebäudeflügel sind im neuen Projektstand vom 8.4.2016 nun weiter vom W-A-Abschnitt bei der Bahnlinie entfernt, so dass sich tiefere Ausmasse ergeben.

6.4.2 Risikomindernde Massnahmen an der Erdgashochdruckleitung

(Risikomindernde Massnahmen gemäss Abb. 1 in Kapitel 2.2)

Die dunkelblaue Summenkurve (Linie) zeigt jeweils die Situation mit einer Mindestversagensrate aufgrund äusseren Einwirkungen bei einem Designfaktor von ca. 0.35 (minimale Risikominderung). In Absprache mit den Behörden ist allenfalls die Berechnung einer etwas höheren Risikominderung möglich. Das heisst, bei einer Wandstärkenerhöhung auf 10 mm würde sich die Summenkurve im violett schraffierten Bereich befinden.

Abb. 13 W-A-Diagramm bei der Bahnlinie (ca. pk 366 plan No: G 500-01 bis pk 34.5 plan No: G 500-02)
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie teilweise 10 mm Wandstärke);
Personenbelegung Version I, d.h. Ostflügel mit Hotelnutzung und etwas Büronutzung, Südflügel mit Büronutzung

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, teilweise Schutzplatten,Trasseekontrolle wöchentlich

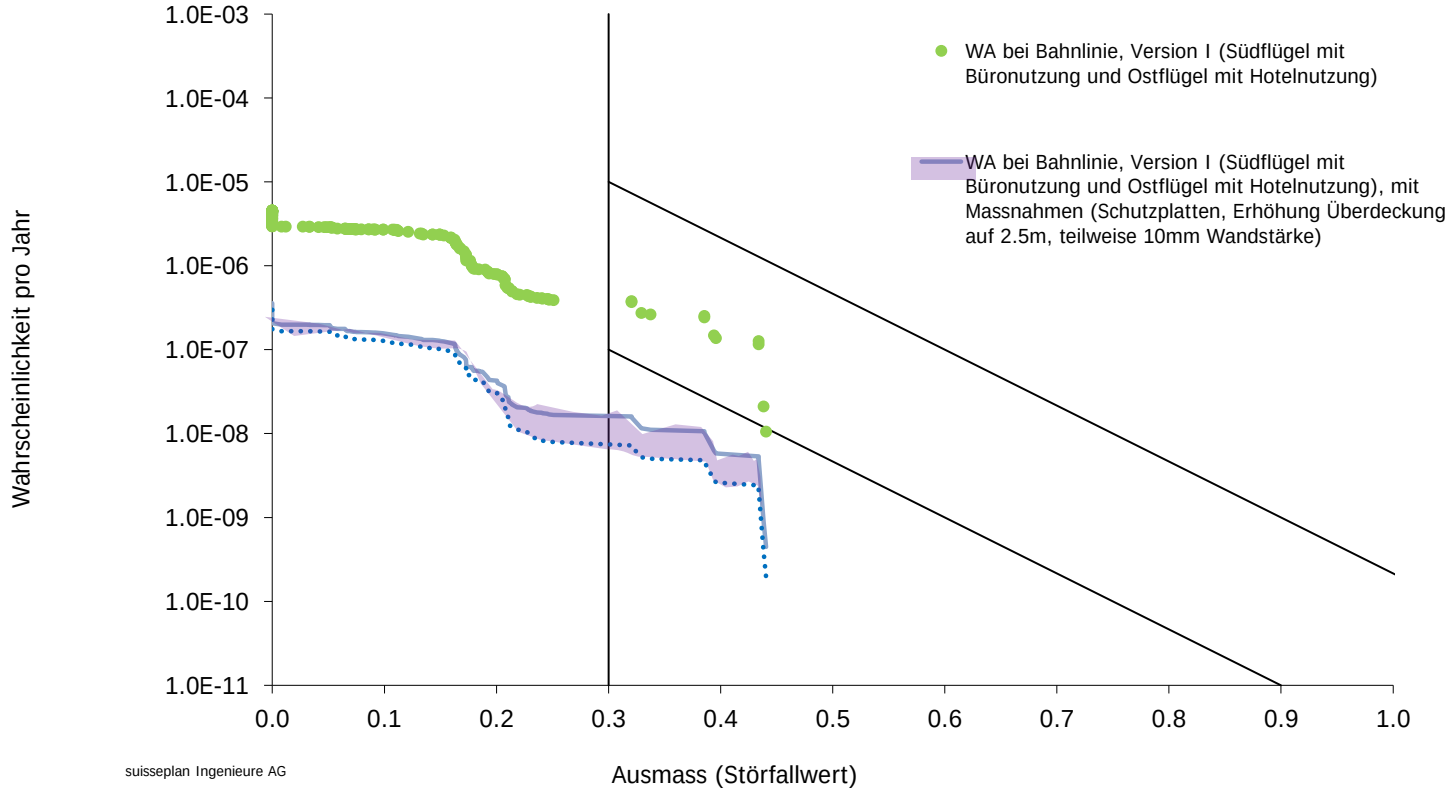


Abb. 14 W-A-Diagramm bei der Bahnlinie (ca. pk 366 plan No: G 500-01 bis pk 34.5 plan No: G 500-02)
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie teilweise 10 mm Wandstärke);
Personenbelegung Version II, d.h. Ostflügel und Südflügel mit Büronutzung

10"/50 bar, 5 mm Wandstärke, 1.1 m Überdeckung, Bodenbewegung Korrekturfaktor 0.1, innerhalb Bauzone, teilweise Schutzplatten,Trasseekontrolle wöchentlich

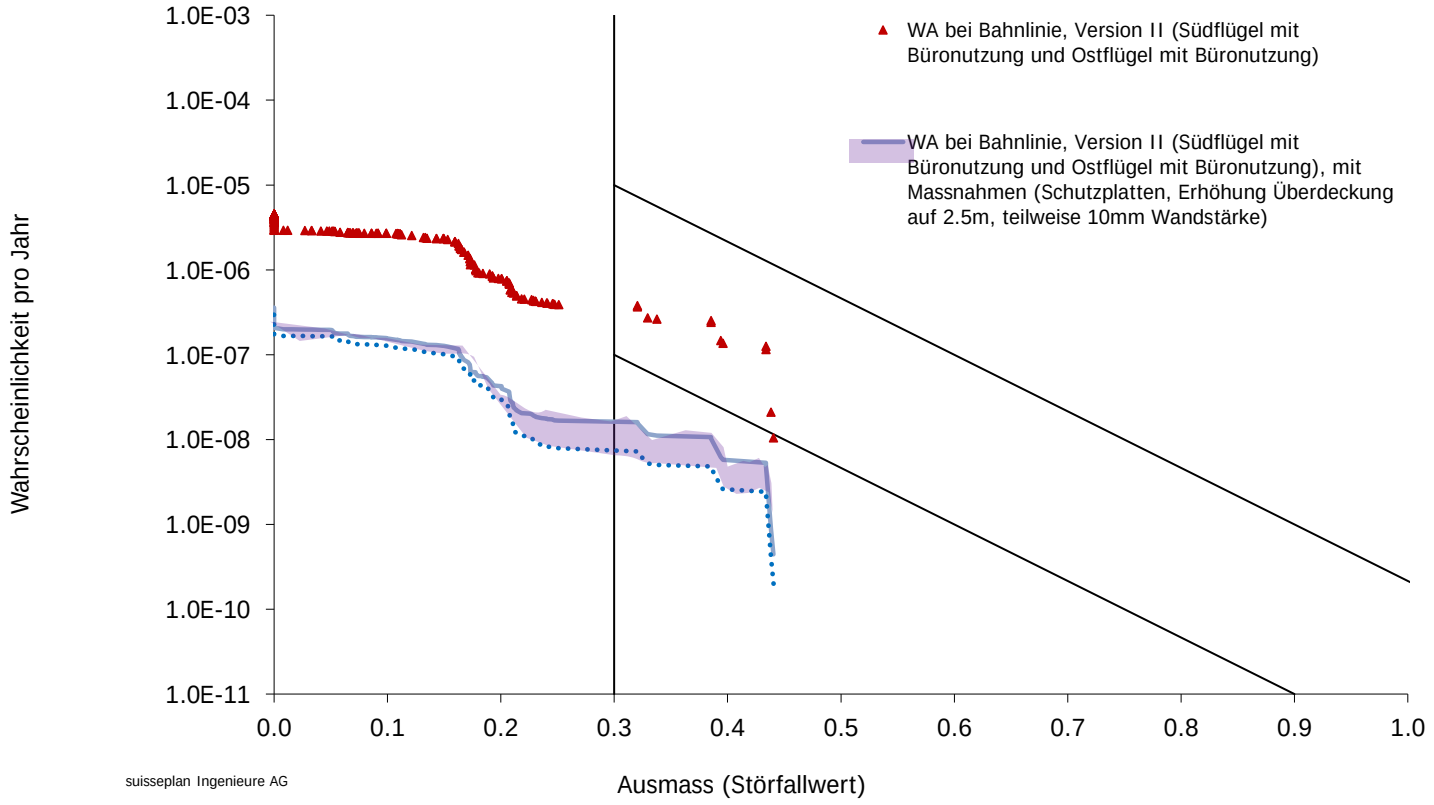
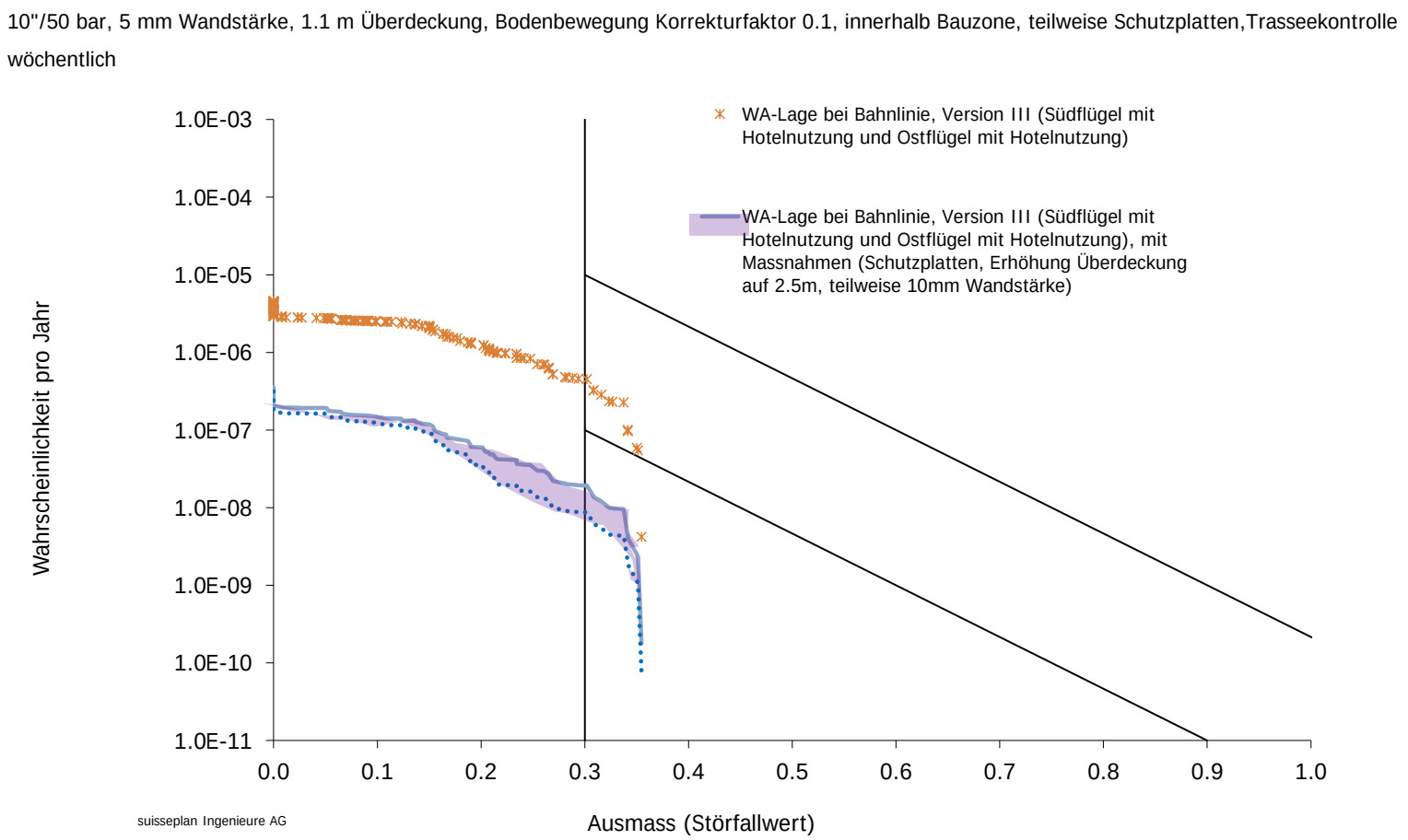


Abb. 15 W-A-Diagramm bei der Bahnlinie (ca. pk 366 plan No: G 500-01 bis pk 34.5 plan No: G 500-02)
Geplante Überbauung gemäss PLQ 1201 Champ-du-Château, 08.04.2016
mit nachträglichen Schutzmassnahmen an der Leitung (Schutzplatten, 2.5 m Überdeckung sowie teilweise 10 mm Wandstärke);
Personenbelegung Version III, d.h. Ostflügel und Südflügel mit Hotelnutzung



Annexe 5.10.4.2 :

Mise à jour de l'étude de risques détaillée OPAM - voies CFF
(BG Ingénieurs Conseils, avril 2016)

7293.51-RN002/Def/Patd
29 avril 2016

Construction Perret SA

CHAMP-DU-CHÂTEAU

MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES DÉTAILLÉE OPAM - VOIES CFF

BG Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 61 - Case postale 241 - CH-1001 Lausanne
T +41 58 424 11 11 **– F** +41 58 424 11 22 **–** lausanne@bg-21.com **–** www.bg-21.com
CHE-116.329.587 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS

CHAMP-DU-CHÂTEAU

MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES DÉTAILLÉE OPAM - VOIES CFF

VERSION	- a b
DOCUMENT	7293.51-RN002/Def/Patd
DATE	29 avril 2016
ELABORATION	Stéphanie PATAUD
VISA	Raphaël DEFERT
COLLABORATION	Antoine BAILLY Benjamin ARTERO GAL-LARDO
DISTRIBUTION	Construction Perret SA (1 ex.) BG (1 ex.)

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	**Introduction**	**9**
1.1	Contexte – Présentation	9
1.2	Objet de l'étude de risque détaillée	10
2.	**Localisation du tronçon étudié**	**12**
2.1	Caractéristiques du tronçon étudié	12
2.2	Topographie des lieux	13
3.	**Données d'entrée et hypothèses retenues**	**14**
3.1	Localisation de l'accident retenu	14
3.2	Produits sélectionnés	14
3.3	Hypothèses de trafic	14
3.4	Densités retenues	16
3.4.1	Densités de population du projet	16
3.4.2	Densité de population - Hors projet	17
4.	**Détermination des évènements élémentaires et calculs de fréquence**	**18**
4.1	Produits représentatifs	18
4.2	Scenarii d'occupation	18
4.3	Prise en compte de la rose des vents	19
4.4	Description des phénomènes	22
4.5	Description des scenarii	23
4.6	Ajustement des densités par scénario	25
4.7	Détermination des fréquences d'accident de base	26
4.8	Arbres des conséquences et probabilités conditionnelles	28
4.8.1	Arbres des évènements liés à l'essence et probabilités conditionnelles	28
4.8.2	Arbres des évènements liés au propane et probabilités conditionnelles	30
4.8.3	Arbres des évènements liés au chlore et probabilités conditionnelles	33
5.	**Détermination de la gravité des évènements**	**35**
5.1	Hypothèses pour le calcul de la gravité des scenarii	35
5.1.1	Hypothèses concernant les seuils d'effets létaux	35

5.1.2	Hypothèses de prise en compte des conditions atmosphériques	37
5.1.3	Hypothèses de protection des bâtiments	39
5.1.4	Hypothèses sur l'évacuation des personnes	42
5.2	Densités de population	42
5.2.1	Occupation de Champ-du-Château	42
5.2.2	Densité des personnes au sein de Champ-du-Château	43
5.2.3	Autres densités utilisées pour les calculs de gravité	46
5.3	Calculs de la gravité des scenarii	46
5.3.1	Scenarii associés à l'essence	47
5.3.2	*Scenarii* liés au propane	53
5.3.3	*Scenarii* associés au chlore	60
5.3.4	Gravité des *scenarii* avec prise en compte de l'évacuation	68
5.3.5	Indice d'accident majeur	68
6.	**Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques – Sans Gazoduc**	**69**
6.1	Situation actuelle	70
6.2	Situation projetée - À l'horizon 2030	71
6.2.1	Hypothèse de trafic basse à 2030	71
6.2.2	Hypothèse de trafic haute à 2030	74
7.	**Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques – Avec Gazoduc**	**77**
7.1.	Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État actuel	77
7.2.	Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État projeté – Hypothèse basse	80
7.3.	Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État projeté – Hypothèse haute	82
8.	**Mesures de réduction des risques**	**84**
9.	**Conclusion**	**86**

Annexes

Indications pour une étanchéité à l'air dans la construction neuve et la rénovation

Table des Figures

Figure 1. Positionnement du projet Champ du Château vis-à-vis des différentes sources de risques OPAM 9
Figure 2. Localisation du projet Champ-du-Château et de la ligne CFF avoisinante 11
Figure 3. Tronçon étudié du segment A108 12
Figure 4. Profils en long du terrain au niveau du projet Champ-du-Château 13
Figure 5. Détail du projet Champ-du-Château 16
Figure 6. Rose des vents de la station météorologique Genève-Cointrin 19
Figure 7. Orientation des vents au niveau de la parcelle de Champ-du-Château 21
Figure 8. Arbre des évènements - substances associées à l'essence 29
Figure 9. Arbre des évènements - substances associées au propane 32
Figure 10 : Arbre des évènements - substances associées au chlore 34
Figure 11. Seuils et zones d'effets létaux35
Figure 12. Extrait de [11] - Soit P_E la probabilité de décès, $F_{E,in}$ et $F_{E,out}$ sont respectivement les fractions de la population décédée à l'intérieur et à l'extérieur suite à une exposition à un produit toxique 41
Figure 13. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Fuite de 10 centimètres – Occurrence Jour/Nuit 48
Figure 14. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Rupture totale – Occurrence Jour 49
Figure 15. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Rupture totale – Occurrence Nuit 50
Figure 16. Schéma des zones des effets du feu de nappe sur le projet Champ-du-Château 52
Figure 17. Schéma des zones des effets létaux du BLEVE sur le projet Champ-du-Château 54
Figure 18. Flash Fire - Fuite de 5 cm - Occurrence de jour/nuit 56
Figure 19. Flash Fire - Rupture catastrophique - Occurrence de jour 57
Figure 20. Flash Fire - Rupture catastrophique - Occurrence de nuit 58
Figure 21. Chlore – Fuite 1 centimètre – Vent Nord-Est – Occurrence de jour 61
Figure 22. Chlore – Fuite 1 centimètre – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit 62
Figure 23. Chlore – Fuite 5 centimètres – Vent Nord-Est – Occurrence de jour 63
Figure 24. Chlore – Fuite 5 centimètres – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit 64
Figure 25. Chlore – Rupture – Vent Nord-Est – Occurrence de jour 65
Figure 26. Chlore – Rupture – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit 66
Figure 27. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse A – Sans Champ-du-Château 70
Figure 28. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Sans Champ-du-Château 71
Figure 29. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Avec Champ-du-Château 72
Figure 30. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Avec / Sans Champ-du-Château 73
Figure 31. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Sans Champ-du-Château 74
Figure 32. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Avec Champ-du-Château 75

Figure 33. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Avec / Sans Champ-du-Château 76
Figure 34. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État actuel - Sans Champ-du-Château 78
Figure 36. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État actuel - Avec Champ-du-Château 79
Figure 37. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État projeté - Hypothèse basse - Sans Champ-du-Château 80
Figure 38. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État projeté - Hypothèse basse - Avec Champ-du-Château 81
Figure 39. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État projeté - Hypothèse haute - Sans Champ-du-Château 82
Figure 40. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État projeté - Hypothèse haute - Avec Champ-du-Château 83

Liste des Tableaux

Tableau 1. Tonnages actuels et projetés selon l'hypothèse de trafic basse 15
Tableau 2. Tonnages actuels et projetés selon l'hypothèse de trafic haute 15
Tableau 3. Affectations et occupation des bâtiments du projet 17
Tableau 4. *Scenarii* d'occupation 18
Tableau 5. Répartition des vents au niveau de la station météorologique de Genève-Cointrin 20
Tableau 6. Liste des produits et des sous-*scenarii* 22
Tableau 7. Liste des sous-*scenarii* pour l'Essence 23
Tableau 8. Liste des sous-*scenarii* pour le Propane 24
Tableau 9. Liste des sous-*scenarii* pour le Chlore 25
Tableau 10. Calculs de fréquences – Hypothèse A 26
Tableau 11. Calculs de fréquences – Hypothèse B 27
Tableau 12. Calculs de fréquences – Hypothèse C 27
Tableau 13. Probabilités conditionnelles des *scenarii* liés à l'essence 28
Tableau 14. Probabilités conditionnelles des *scenarii* liés au propane 30
Tableau 15. Probabilités conditionnelles des scenarii liés au chlore 33
Tableau 16. Seuils des effets thermiques du BLEVE 35
Tableau 17. Seuils des effets thermiques du feu torche et du feu de nappe 36
Tableau 18. Seuils des effets de surpression du VCE 36
Tableau 19. Seuils des effets toxiques du chlore 37
Tableau 20. Scenarii sensiblement impactés par les conditions atmosphériques 37
Tableau 21. Classes de stabilité atmosphérique 38
Tableau 22. Facteurs de protection en bâtiments utilisés dans la méthode screening 39
Tableau 23. Distances et seuils d'effets létaux associés aux effets thermiques et de surpression 39
Tableau 24. Facteurs de protection en bâtiments déterminés pour le Quartier de l'Étang pour le scénario BLEVE 40
Tableau 25. Taux de protection des bâtiments 41
Tableau 26. Affectations et occupation des bâtiments du projet 42
Tableau 27. Superficies des barres du projet calculées sous ArcGIS 43

Tableau 28. Densités moyennes par profil d'occupant 43
Tableau 29. Densités Jour – Nuit de la barre Nord pour les logements 44
Tableau 30. Densités Jour – Nuit de la barre Sud pour les bureaux 44
Tableau 31. Densités Jour – Nuit de la barre Est pour les activités 45
Tableau 32. Densités Jour – Nuit de la barre Ouest pour les logements 45
Tableau 33. Densités Jour – Nuit du Supermarché 45
Tableau 34. Densités Jour – Nuit des zones résidentielles 46
Tableau 35. Surfaces d'effet maximales du Flash Fire - Essence 47
Tableau 36. Gravité du scénario de Flash Fire (essence) 51
Tableau 37. Distances aux seuils des effets létaux du feu de nappe 51
Tableau 38. Gravité du scénario de feu de nappe 52
Tableau 39. Distances aux seuils des effets létaux du BLEVE 53
Tableau 40. Gravité du scénario de BLEVE de jour 54
Tableau 41. Gravité du scénario de BLEVE de nuit 55
Tableau 42. Surfaces d'effet maximales du Flash Fire 58
Tableau 43. Gravité du scénario de Flash Fire (propane) avec Champ-du-Château 59
Tableau 44. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche (supposé horizontal) 59
Tableau 45. Gravité des *scenarii* de feu torche horizontal avec et sans le projet Champ-du-Château 60
Tableau 46. Gravité des scenarii de chlore – Fuite de 1 centimètre 67
Tableau 47. Gravité des scenarii de chlore – Fuite de 5 centimètres 67
Tableau 48. Gravité des scenarii de chlore – Rupture totale 67
Tableau 49. Poids de l'évolution des hypothèses B et C par rapport au trafic actuel 77

Documents réglementaires de référence

OPAM, documents généraux

[1] Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) 814.01 du 7 octobre 1983

[2] Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs (OPAM) 814.012 du 27 février 1991

[3] Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM), OFEV, mise à jour 2008

[4] Directive "Critères d'appréciation I pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, 1996

[5] Directive "Critères d'appréciation II pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, août 2001

Transport ferroviaire de marchandises dangereuses

[6] Guide de planification - coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs le long des installations ferroviaires significative sous l'angle des risques, ARE/OFEV/OFT, mars 2009

[7] Documentation scientifique, screening des risques du rail pour la population, OFEV, août 2008

[8] Dokumentation Grundlagen Screening, Personenrisken Bahn 2011, OFT, Februar 2013

[9] Risques pour la population liés au transport ferroviaire de marchandises dangereuses, estimation actualisée des risques sur l'ensemble du réseau (screening 2011), OFT/CFF/OFEV, décembre 2011

[10] Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn, Unterarbeitsgruppe "Beurteilungskriterien Verkehrswege"

Autres

[11] « Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from hazardous materials », Committee for the Prevention of Disasters caused by dangerous substances, TNO (1989)

[12] Seuils de Toxicité Aiguë-Chlore (Cl2) rapport final, INERIS, janvier 2000

[13] Rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures, Carbura, 2005

[14] Fiche N°1 de la circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28/12/2006 : "EDD : Eléments pour la détermination de la gravité des accidents"

1. Introduction

1.1 Contexte – Présentation

Dans le cadre du projet Champ-du-Château, un complexe regroupant des commerces, des logements, des bureaux ainsi qu'un hôtel est actuellement à l'étude sur le territoire de la commune de Bellevue. Ce projet immobilier est assujetti aux problématiques de l'Ordonnance sur la Protection Contre les Accidents Majeurs (OPAM) de par sa proximité immédiate avec plusieurs sources de risques, notamment :

- Le Gazoduc Suisse Romand GSR (tronçon G500 Vengeron-Vernier) ;
- La ligne CFF Genève – Lausanne, utilisée pour le Transport de Marchandises Dangereuses (TMD) ferroviaire ;
- L'Autoroute A1 et la Route de Lausanne utilisées pour le Transport de Marchandises Dangereuses par voies routières.

La Figure 1 illustre l'implantation du projet vis-à-vis de ces sources de risques OPAM.

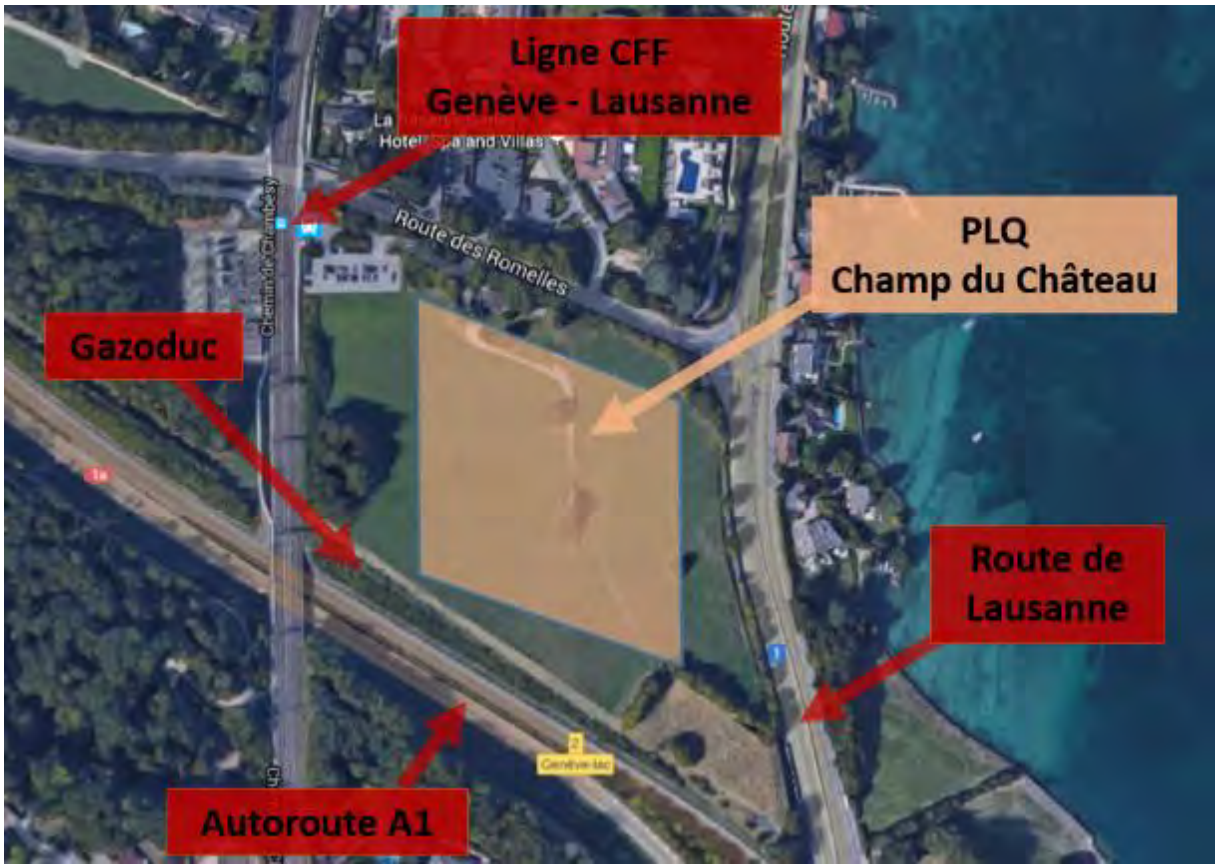


Figure 1. Positionnement du projet Champ du Château vis-à-vis des différentes sources de risques OPAM

De précédentes évaluations des risques OPAM ont été élaborées par BG Ingénieurs Conseils (ci-après nommé BG) en 2013-2014, pour chacune des sources de risques précitées. Ainsi les niveaux de risque de la ligne CFF Genève – Lausanne, de l'Autoroute A1 et de la Route de Lausanne ont dans un premier temps été évalués par l'intermédiaire d'études screening. Les courbes Probabilité – Conséquence (P-C) obtenues étant situées dans le domaine intermédiaire d'acceptabilité, l'autorité compétente a demandé la réalisation d'études de risques détaillées pour la ligne CFF Genève – Lausanne et l'Autoroute A1. Concernant l'évaluation des risques liés au gazoduc, BG a réalisé les premières études OPAM qui ont ensuite été reprises par la société Suisseplan.

Depuis la réalisation de ces études, le projet Champ du Château a subi des évolutions concernant l'implantation des bâtiments, les affectations et les densités de population. Ces modifications de projet nécessitent la mise à jour des études de risques détaillées CFF et Autoroute A1.

Le présent rapport d'étude OPAM constitue ainsi l'évaluation de risques détaillée des voies de chemin de fer CFF longeant le projet Champ-du-Château.

1.2 Objet de l'étude de risque détaillée

Une étude détaillée de risques a pour objectif de :

- Modéliser divers *scenarii* accidentels possibles, pour différentes périodes de temps ;
- Déterminer leurs conséquences en termes de nombre de victimes ;
- D'associer des fréquences d'occurrence propres pour chaque scénario dans son contexte.

Une courbe cumulative des risques est créée et le niveau de risques peut être comparé avec les critères d'acceptabilité de l'OPAM.

Par rapport à la méthode screening, une étude de risques correspond à une étude plus fine des *scenarii* accidentels et de leur quantification en fréquence et en gravité. Pour la réalisation de l'étude de risques, BG Ingénieurs Conseils utilise des outils de modélisation poussés et prend en compte les paramètres locaux des *scenarii*.

La valeur ajoutée d'une étude de risques détaillée en comparaison d'un screening est :

- Un meilleur degré de définition des populations riveraines (dans le screening, il s'agit de bandes de densité homogènes) ;
- Une prise en compte de la rose des vents (directions et classes de stabilité atmosphérique) dans les calculs de dispersion atmosphérique de produits inflammables et toxiques ;
- Un focus géographique sur le projet (contrairement au screening qui vise à traiter de longs tronçons);
- Si nécessaire, un nombre de *scenarii* accidentels plus important ;
- La possibilité de prendre en compte des mesures de réduction des risques intégrées au projet (adaptation des distances d'effet et des fréquences d'occurrence des *scenarii*) ;
- La possibilité de tenir compte, le cas échéant, de la topographie ou tout autre élément contextuel particulier.

Le calcul des fréquences d'occurrence sera basé sur les arbres des conséquences du modèle screening, avec des adaptations lorsque nécessaire.

Le projet Champ-du-Château est situé à proximité de la voie de chemin de fer CFF, section Cornavin - Lausanne (tronçon screening CFF A108), utilisée pour le Transport de Marchandises Dangereuses ferroviaire. Cette infrastructure de transport est soumise à l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM).

En conséquence, l'influence du projet Champ-du-Château sur le niveau du risque actuel induit par la voie de chemin de fer CFF doit être examinée à l'aide d'une évaluation détaillée des risques. L'objectif d'une telle étude est de déterminer l'acceptabilité du projet Champ-du-Château et de déterminer, le cas échéant, des mesures appropriées de réduction des risques.

La Figure 2 présente la parcelle du projet Champ-du-Château (situation actuelle, sans le projet) et son positionnement par rapport à la voie de chemin de fer CFF.

Figure 2. Localisation du projet Champ-du-Château et de la ligne CFF avoisinante

2. Localisation du tronçon étudié

2.1 Caractéristiques du tronçon étudié

Le tronçon longeant la partie Ouest du projet Champ-du-Château fait partie du tronçon A108 (section Cornavin - Lausanne) comme illustré par la Figure 3.

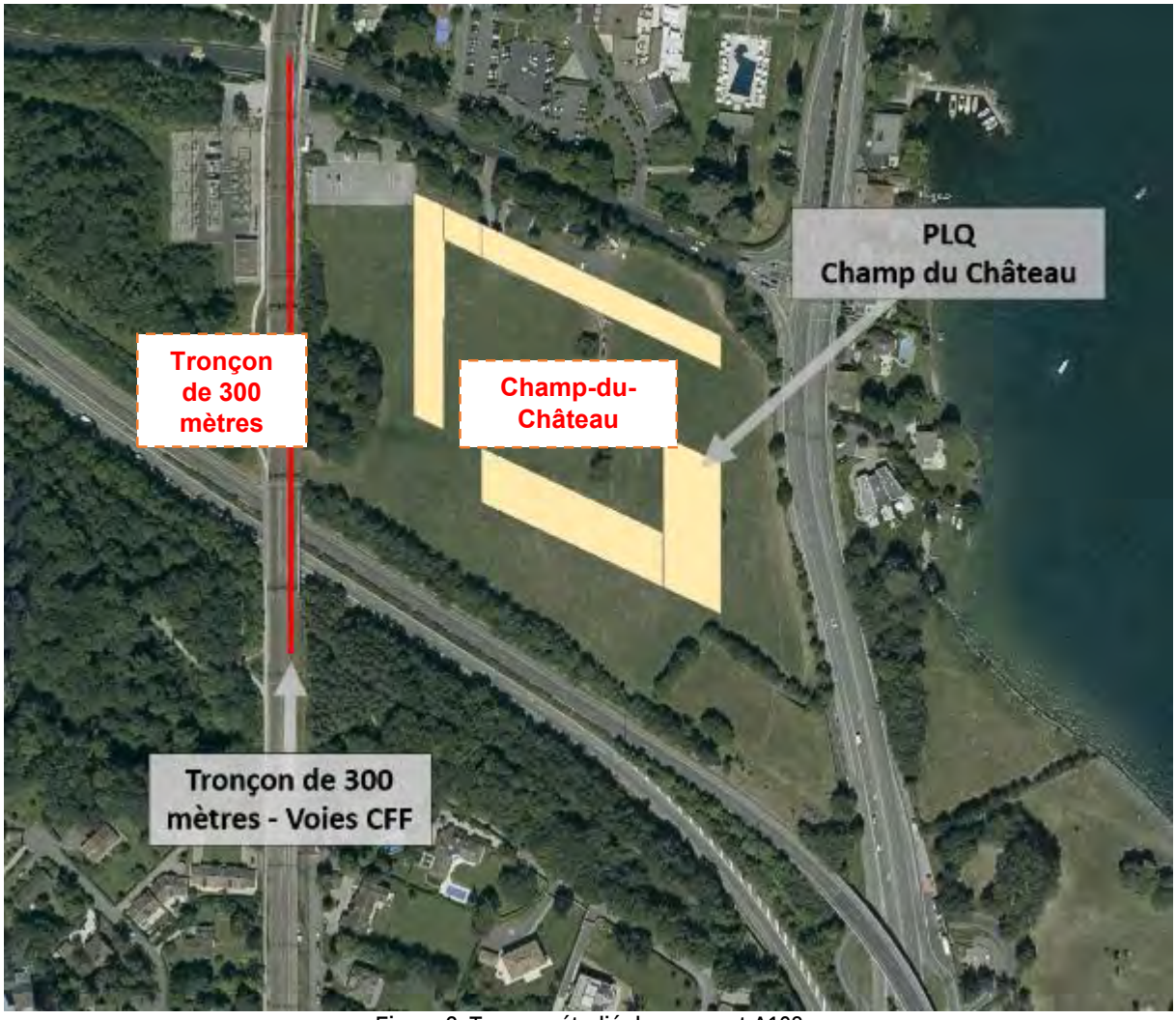


Figure 3. Tronçon étudié du segment A108

Sur cette section, les trains circulent à la vitesse de 80 km/h. La ligne est utilisée pour le transport de marchandises dangereuses et se trouve de ce fait soumise à l'OPAM.

2.2 Topographie des lieux

Le bâtiment Ouest du projet Champ-du-Château est le plus proche des voies CFF et se situe à environ 58 mètres.

Les *scenarii* envisagés dans cette étude auront pour origine le tronçon de la voie CFF étudiée. Selon les *scenarii* et le lieu considéré, le relief peut revêtir une importance considérable dans la propagation des phénomènes dangereux étudiés.

Le relief entre les voies CFF et le projet Champ-du-Château est très peu marqué, comme illustré par la Figure 4. Ainsi, le relief est considéré comme neutre sur les effets d'épandage de liquides.

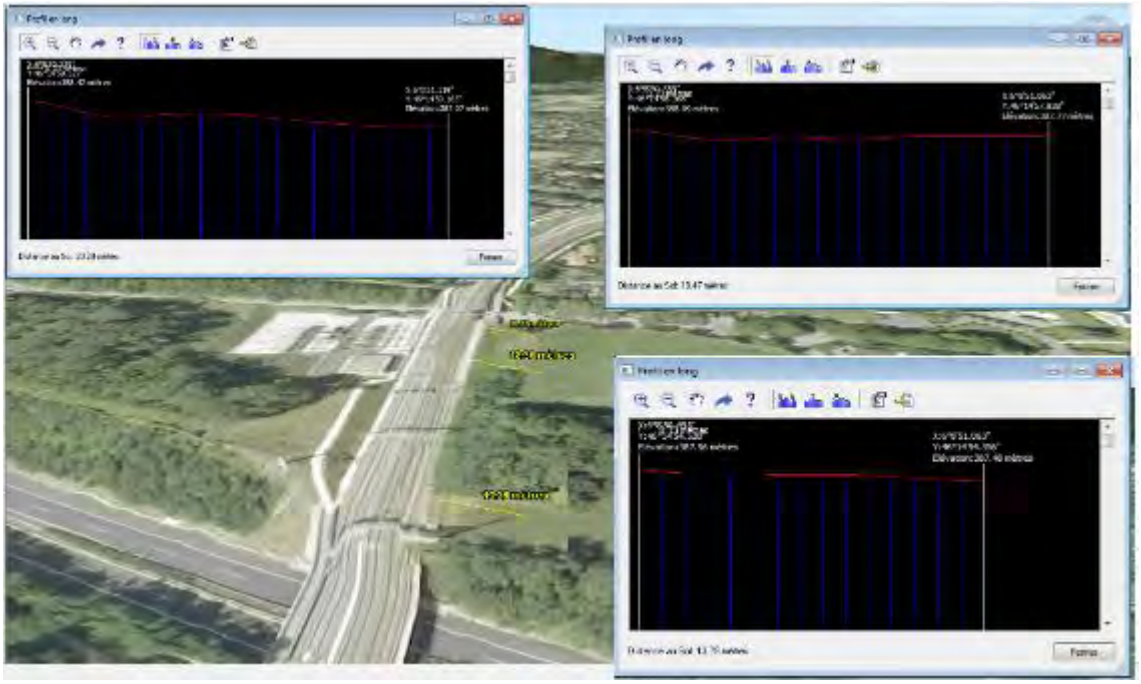


Figure 4. Profils en long du terrain au niveau du projet Champ-du-Château

3. Données d'entrée et hypothèses retenues

3.1 Localisation de l'accident retenu

L'objectif de cette étude est de s'inscrire dans la situation la plus défavorable : le "*worst case".* De ce fait, la localisation de l'accident s'effectuera à l'emplacement de la voie maximisant l'impact sur les bâtiments du projet Champ-du-Château. Pour ce faire, l'accident a été positionné au croisement du gazoduc et de la ligne CFF.

3.2 Produits sélectionnés

La méthode screening repose sur la prise en compte de trois produits phares. Ainsi, les marchandises dangereuses pouvant donner lieu à des *scenarii* de type OPAM sont associées aux produits suivants :

- L'essence (pour les liquides inflammables) ;
- Le propane (pour les gaz inflammables) ;
- Le chlore (pour les toxiques).

3.3 Hypothèses de trafic

Le trafic de marchandises dangereuses actuel ne reflète pas le trafic lorsque le projet Champ-du-Château sera effectif. Ainsi, des projections de trafic doivent être effectuées afin d'évaluer des niveaux de risques correspondant à des horizons futurs.

À cet effet, le SERMA a communiqué à BG Ingénieurs Conseils trois situations de trafic à étudier :

- La situation actuelle correspondant avec les tonnages annuels actuels, par type de produit **(hypothèse A)** :
  - Essence : 319'365 tonnes par an ;
  - Propane : 1'848 tonnes par an ;
  - Chlore : 19'671 tonnes par an.
- La situation avec les tonnages annuels projetés à l'horizon 2030 selon une hypothèse basse, par type de produit **(hypothèse B)** :
  - Essence : 341'155 tonnes par an ;
  - Propane : 5'000 tonnes par an ;
  - Chlore : 27'923 tonnes par an.

- La situation avec les tonnages annuels projetés à l'horizon 2030 selon une hypothèse haute, par type de produit **(hypothèse C)** :
  - Essence : 719'694 tonnes par an ;
  - Propane : 15'000 tonnes par an ;
  - Chlore : 129'900 tonnes par an.

Il convient de noter que les hypothèses B et C présentent une augmentation significative par rapport à l'état du trafic actuel (hypothèse A). Le Tableau 1 et le Tableau 2 présentent les évolutions dans le détail de ces hypothèses.

Tableau 1. Tonnages actuels et projetés selon l'hypothèse de trafic basse

Produit	Tonnage annuel Situation actuelle	Tonnage annuel Hypothèse basse	Évolution
Essence	319'365	341'155	+7%
Propane	1'848	5'000	+171%
Chlore	19'671	27'923	+42%

Tableau 2. Tonnages actuels et projetés selon l'hypothèse de trafic haute

Produit	Tonnage annuel Situation actuelle	Tonnage annuel Hypothèse haute	Évolution
Essence	319 365	719 694	+125%
Propane	1 848	15 000	+712%
Chlore	19 671	129 900	+560%

3.4 Densités retenues

3.4.1 Densités de population du projet

Le projet Champ-du-Château est composé de quatre "barres" (Nord, Sud, Est et Ouest), et d'un supermarché, comme indiqués sur la Figure 5.

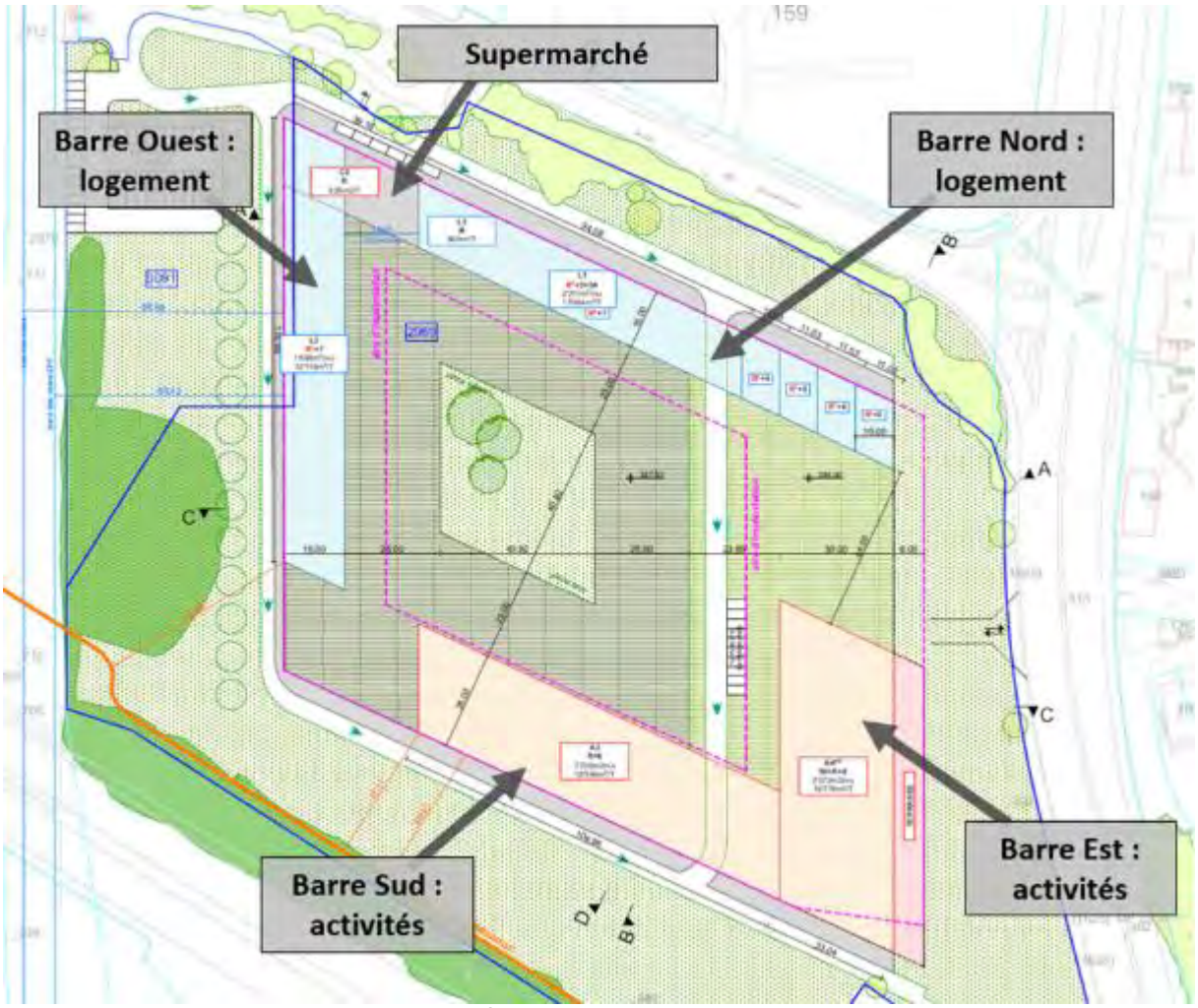


Figure 5. Détail du projet Champ-du-Château

Les données concernant les affectations et les Surfaces Brutes de Plancher (SBP) des différents bâtiments constituant le projet Champ-du-Château sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3. Affectations et occupation des bâtiments du projet

Localisation des barres	Affectations des locaux	SBP (en m²)	Hypothèses de densité	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	13'884	2,72 personnes / 100 m²	378
Barre Ouest	Logements	12'116	2,72 personnes / 100 m²	330
Barre Sud	Activités	18'399	1 personne / 12 m²	1'533
Barre Est	Activités	18'776	1 personne / 12 m²	1'565
Supermarché	Activités	825	1 personne / 12 m²	69
Total		**64'000**		**3'875**

3.4.2 Densité de population - Hors projet

Le projet Champ-du-Château est entouré principalement de zones résidentielles et de zones agricoles.

Dans cette étude, une densité nulle a été considérée pour les zones agricoles.

Les zones résidentielles ont été le plus finement possible prises en compte. Les densités associées à ces zones résidentielles sont issues de la littérature qui recommande d'utiliser la valeur de 4'760 habitants pour 1 km^2. Un coefficient multiplicateur de 1.17, correspondant à l'augmentation de la population à l'horizon 2030, a également été appliqué.

4. Détermination des évènements élémentaires et calculs de fréquence

4.1 Produits représentatifs

Les produits représentatifs retenus dans cette étude sont les suivants :

- L'essence (représentatif des liquides inflammables) ;
- Le propane (représentatif des gaz inflammables) ;
- Le chlore (représentatif des produits toxiques).

4.2 Scenarii d'occupation

La distinction des périodes jour / nuit permet de tenir compte :

- Des variations horaires dans le trafic de marchandises dangereuses ;
- Du taux de présence des personnes pendant la journée et la nuit ;
- Des conditions atmosphériques (jour/nuit).

Les *scenarii* d'occupation retenus sont illustrés par le Tableau 4.

Les pourcentages du Tableau 4 représentent le nombre effectif de personnes selon le cas considéré par rapport au maximum théorique.

Tableau 4. *Scenarii* d'occupation

Répartition des expositions				
Profils	Jour		Nuit	
	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
Habitants	3%	27%	1%	89%
Activité	8%	72%	5%	0%
Habitants	21	191	6	630
Postes de travail	253	2'280	152	6
TOTAL	**275**	**2'471**	**158**	**636**

Dans le cas présent, l'étude tient compte de taux de présence variables à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments le jour et la nuit selon l'affectation retenue.

4.3 Prise en compte de la rose des vents

Dans le cadre des calculs réalisés, la rose des vents issue de la station météorologique de Genève-Cointrin a été retenue, illustrée par la Figure 6.

Cette rose des vents présente deux orientations dominantes :

- Nord-Est ;
- Et Sud-Ouest.

Les modélisations réalisées dans cette étude tiennent compte de ces deux orientations.

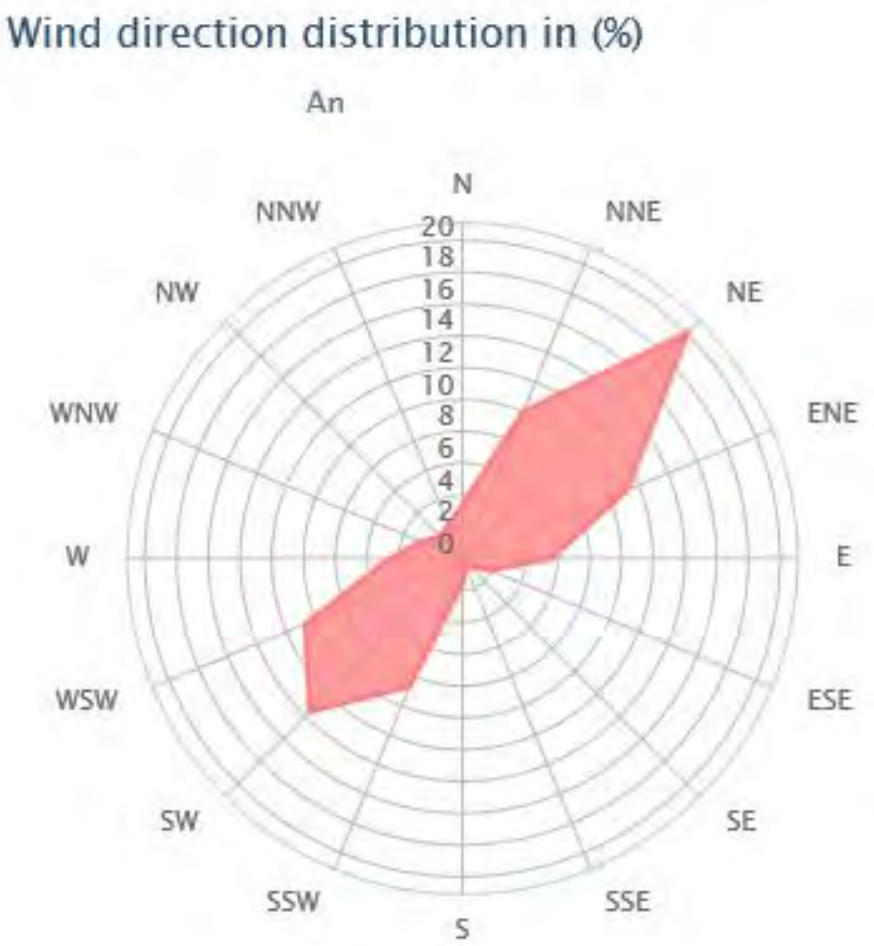


Figure 6. Rose des vents de la station météorologique Genève-Cointrin

Le Tableau 5 ci-après indique la répartition de manière chiffrée, ainsi que les hypothèses de probabilité associées aux deux situations considérées dans le cadre de cette étude de risques.

Tableau 5. Répartition des vents au niveau de la station météorologique de Genève-Cointrin

Provenance du vent	% du temps	Discrétisation	Somme	Probabilité associée
N	3	Vers Champ-du-Château	46	0.55
NNE	9			
NE	19			
ENE	11			
E	4			
ESE	0	Non considéré	0	0
SE	0			
SSE	0			
S	2	Vers une zone résidentielle	38	0.45
SSW	8			
SW	13			
WSW	11			
W	4			
WNW	2	Non considéré	5	0
NW	1			
NNW	2			
Calme	11	Non considéré	11	0

La Figure 7 est une superposition de la rose des vents et du plan de situation. Ainsi, les conditions météorologiques auront un rôle clef dans l'orientation des dispersions atmosphériques, soit vers le projet Champ-du-Château, soit vers la zone résidentielle située au Sud-Ouest de l'autre côté de l'autoroute A1.

Figure 7. Orientation des vents au niveau de la parcelle de Champ-du-Château

4.4 Description des phénomènes

Les phénomènes retenus dans cette étude sont identiques à ceux du screening CFF et brièvement résumés dans le Tableau 6.

Tableau 6. Liste des produits et des sous-*scenarii*

Produit	Type d'accidents	Effet	Influence des vents	Commentaire
Essence	Feu de nappe	Thermique	Non	Surface au sol de la nappe[1] : - Fuite instantanée de 600 m²
	Flash-Fire	Thermique	Oui	Développement de la nappe en champ libre de manière illimitée
Propane	BLEVE[2]	Thermique + Surpression	Non	La distinction entre BLEVE « Chaud » et « Froid » a été faite dans les calculs
	Jet enflammé horizontal	Thermique	Non	Deux orientations différentes de jet enflammé ont été calculées selon les vents dominants du secteur. Dans la méthode Screening CFF, une seule orientation est envisagée.
	Flash-Fire	Thermique	Oui	
	VCE[3]	Surpression	Oui	Calculé selon la méthode multi-énergie (indice de la courbe 6 avec calcul des zones encombrées)
Chlore	Dispersion	Toxique	Oui	Trois *scenarii* de fuite sont étudiés : - Fuite continue de 1 cm de diamètre - Fuite continue de 5 cm de diamètre - Fuite instantanée

Note :

- Le cas du VCE avec scénario d'essence n'est pas retenu étant donné que les effets du Flash-Fire sont majorants par rapport au VCE. Ainsi, les effets du VCE sont couverts.

[1] Réf : TNO – Yellow Book

[2] BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

[3] VCE : Vapour Cloud Explosion

4.5 Description des scenarii

Les *scenarii* et les probabilités d'occurrence associées sont issus de la méthode screening CFF.

Le Tableau 7, le Tableau 8 et le Tableau 9 décrivent en détails l'ensemble des *scenarii*. Quelques *scenarii* du screening CFF n'ont toutefois pas été considérés dans la présente étude et sont notés en grisés. Dans ce cas, ces exclusions sont assorties d'une explication/justification.

Tableau 7. Liste des sous-*scenarii* pour l'Essence

Produit	*Scenarii* de base	Occurrence	
		1	2
Essence	Type de fuite : Continue / Instantanée	0.8	0.2
	Fuite continue - Allumage : Oui / Non	0.6	0.4
	Fuite instantanée - Allumage : Oui / Non	0.7	0.3
	Fuite continue - Allumage différé : Oui / Non	0.17	0.83
	Fuite instantanée - Allumage différé : Oui / Non	0.14	0.86
	Évacuation des personnes en danger : Oui / Non Selon le screening CFF, la probabilité d'une évacuation réussie de personnes mises en danger atteint 2% dans le cas envisagé. Dans la présente étude, les cas suivants sont retenus en termes d'évacuation des personnes : de jour 50% d'évacuation réussie et de nuit 16% d'évacuation réussie	0.50 (Jour) 0.16 (Nuit)	0.50 (Jour) 0.84 (Nuit)
	Train-voyageur exposé : Oui / Non En accord avec le SERMA, et compte tenu de sa faible probabilité, ce scénario n'a pas été retenu. Cette hypothèse est minorante par rapport au screening CFF.	0	1

Tableau 8. Liste des sous-*scenarii* pour le Propane

Produit	*Scenarii* de base	Occurrence	
		1	2
Propane	Type de fuite : Continue / Instantanée	0.95	0.05
	Fuite continue – Allumage immédiat : Oui / Non	0.7	0.3
	Fuite instantanée – Allumage immédiat : Oui / Non	0.9	0.1
	Fuite continue - Allumage : Différé / Aucun	0.4	0.6
	Fuite instantanée - Allumage : Différé / Aucun	0.8	0.2
	Autre wagon exposé : Oui / Non	0.02[4]	0.98[5]
	Intervention sur autres wagons : Oui / Non	0.5	0.5
	Nuage de gaz : Oui / Non	0.7	0.3
	Train-voyageur exposé : Oui / Non En accord avec le SERMA, et compte tenu de sa faible probabilité, ce scénario n'a pas été retenu. Cette hypothèse est minorante.	0	1
	Évacuation des personnes en danger : Oui / Non La probabilité d'évacuation réussie dans le cas du BLEVE atteint respectivement 36% et 16% selon la période Jour / Nuit. Pour effectuer le calcul correspondant aux gravités, l'hypothèse qu'en cas d'évacuation réussie, 50% des personnes ont pu être mises en sécurité avant la survenance du BLEVE a été retenue.	0.36 (Jour) 0.16 (Nuit)	0.64 (Jour) 0.84 (Nuit)

[4] Jet enflammé horizontal parallèle à la voie CFF

[5] Jet enflammé horizontal perpendiculaire à la voie CFF (hypothèse : Répartition de part et d'autre de la voie CFF = 50/50)

Tableau 9. Liste des sous-*scenarii* pour le Chlore

Produit	*Scenarii* de base	Occurrence	
		1	2
Chlore	Type de fuite : Continue / Instantanée	0.95	0.05
	Fuite continue : Grosse / Petite	0.21	0.79
	Intervention réussie en cas de petite fuite continue le Jour : Oui / Non	0.2	0.8
	Intervention réussie en cas de petite fuite continue la Nuit : Oui / Non	0.1	0.9
	Période Jour : Vent / Calme	0.8	0.2
	Période Nuit : Vent / Calme	0.3	0.7
	Train-voyageur exposé : Oui / Non En accord avec le SERMA, ce scénario n'a pas été retenu. Cette hypothèse est minorante.	0	1
	Évacuation des personnes en danger : Oui / Non Selon le screening CFF, la probabilité d'une évacuation réussie de personnes mises en danger atteint 16% dans le cas présent. Pour cette étude, nous avons supposé 16% des cas avec évacuation réussie de nuit et 36% des cas avec évacuation réussie de jour. En outre, nous avons supposé que l'effet protecteur des bâtiments par rapport à un nuage toxique est égal à 50%. Cette hypothèse est minorante par rapport au screening CFF.	0.36 (Jour) 0.16 (Nuit)	0.64 (Jour) 0.84 (Nuit)

4.6 Ajustement des densités par scénario

Les phénomènes dangereux associés aux substances retenues ne se développent pas de la même manière dans le temps et dans l'espace.

À titre d'exemple, lors d'un BLEVE de wagon de propane sur le tronçon CFF étudié, une personne située au 6ème étage de la barre Ouest ressentira les mêmes effets qu'une personne située au 2ème étage.

À titre de comparaison, dans le cas d'un Flash Fire d'un wagon de propane sur le tronçon CFF étudié, les effets de ce phénomène dangereux se ressentiront sur les deux premiers niveaux environ de la barre Ouest.

Afin de tenir compte de ces particularités, les conséquences ont été ajustées par des facteurs correcteurs dans nos calculs afin d'être au plus juste de la réalité attendue.

4.7 Détermination des fréquences d'accident de base

Les taux de propagation par défaut pour chaque produit phare sont issus de la méthodologie screening CFF ([7] et [8]). Des calculs sont réalisés afin d'obtenir les fréquences globales d'accident (perte de confinement des produits).

Ces calculs sont réalisés par produit, par année, par volume de marchandise et pour un tronçon de 100 mètres de chemin de fer. Dans notre étude, les calculs de fréquences ont été réalisés selon les trois hypothèses (A, B et C) de volumes de marchandises projetés. Le Tableau 10, le Tableau 11 et le Tableau 12 présentent les calculs des fréquences des hypothèses A, B et C.

Tableau 10. Calculs de fréquences – Hypothèse A

Paramètres influents	Essence	Propane	Chlore
Taux par défaut (évènements/wagon-citerne, par an et pour 100 mètre)	3.40×10^{-11}	3.40×10^{-12}	6.90×10^{-13}
Volume de marchandise par an	319'365 t/an	1'848 t/an	19'671 t/an
Capacité unitaire moyenne d'un wagon-citerne	60 tonnes	42 tonnes	53 tonnes
Nombre de wagons-citernes par an	5'323	44	371
Facteur correcteur vitesse	1 (80km/h)	1 (80km/h)	1 (80km/h)
Facteur correcteur HFO	1.3	1.3	1.3
Fréquence d'accident globale (perte de confinement du produit), par an et pour 100 mètres. Pour précision, aucun aiguillage n'est présent sur le tronçon étudié.	2.35×10^{-7}	1.94×10^{-10}	3.33×10^{-10}

Tableau 11. Calculs de fréquences – Hypothèse B

Paramètres influents	Essence	Propane	Chlore
Taux par défaut (évènements/wagon-citerne, par an et pour 100 mètre)	3.40×10^{-11}	3.40×10^{-12}	6.90×10^{-13}
Volume de marchandise par an	341'155 t/an	5'000 t/an	27'923 t/an
Capacité unitaire moyenne d'un wagon-citerne	60 tonnes	42 tonnes	53 tonnes
Nombre de wagons-citernes par an	5'686	119	527
Facteur correcteur vitesse	1 (80km/h)	1 (80km/h)	1 (80km/h)
Facteur correcteur HFO	1.3	1.3	1.3
Fréquence d'accident globale (perte de confinement du produit), par an et pour 100 mètres. Pour précision, aucun aiguillage n'est présent sur le tronçon étudié.	2.51×10^{-7}	5.26×10^{-10}	4.73×10^{-10}

Tableau 12. Calculs de fréquences – Hypothèse C

Paramètres influents	Essence	Propane	Chlore
Taux par défaut (évènements/wagon-citerne, par an et pour 100 mètre)	3.40×10^{-11}	3.40×10^{-12}	6.90×10^{-13}
Volume de marchandise par an	719'694 t/an	15'000 t/an	129'900 t/an
Capacité unitaire moyenne d'un wagon-citerne	60 tonnes	42 tonnes	53 tonnes
Nombre de wagons-citernes par an	11 995	357	2 451
Facteur correcteur vitesse	1 (80km/h)	1 (80km/h)	1 (80km/h)
Facteur correcteur HFO	1.3	1.3	1.3
Fréquence d'accident globale (perte de confinement du produit), par an et pour 100 mètres. Pour précision, aucun aiguillage n'est présent sur le tronçon étudié.	5.30×10^{-7}	1.58×10^{-09}	2.20×10^{-09}

4.8 Arbres des conséquences et probabilités conditionnelles

4.8.1 Arbres des évènements liés à l'essence et probabilités conditionnelles

Les fréquences des situations élémentaires sont calculées à l'aide de la méthode de l'arbre des conséquences, en se basant sur les arbres et sur les valeurs des probabilités conditionnelles utilisées dans la méthode screening. Quelques adaptations ont néanmoins été réalisées, afin d'obtenir des résultats plus précis et plus adaptés au contexte local. Les commentaires associés aux différents arbres justifient ces adaptations.
La fréquence annuelle d'évènements calculée au 4.7, (cf. Tableau 10, Tableau 11 et Tableau 12) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements donne l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le Tableau 13 indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées.

Tableau 13. Probabilités conditionnelles des *scenarii* liés à l'essence

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Cinétique de libération	Fuite continue : 0.8	Rupture totale : 0.2	Probabilité utilisée dans le screening (circulation à 80 km/h), cf. [7]
Ignition suite à fuite continue	Oui : 0.6	Non : 0.4	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Ignition suite à rupture totale	Oui : 0.7	Non : 0.3	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Délais d'inflammation suite à fuite continue	Immédiat : 0.83	Retardé : 0.17	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Délais d'inflammation suite à rupture totale	Immédiat : 0.86	Retardé : 0.14	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements de la Figure 8 ci-après.

Remarque :

- Concernant les inflammations de nuage de gaz à l'air libre, seul le Flash Fire a été conservé. Le phénomène de VCE occasionne moins de dommages aux habitants et/ou aux travailleurs de Champ-du-Château. Ainsi, de façon conservative, il a été considéré que l'ensemble des inflammations de nuage de gaz donne lieu à un Flash Fire.

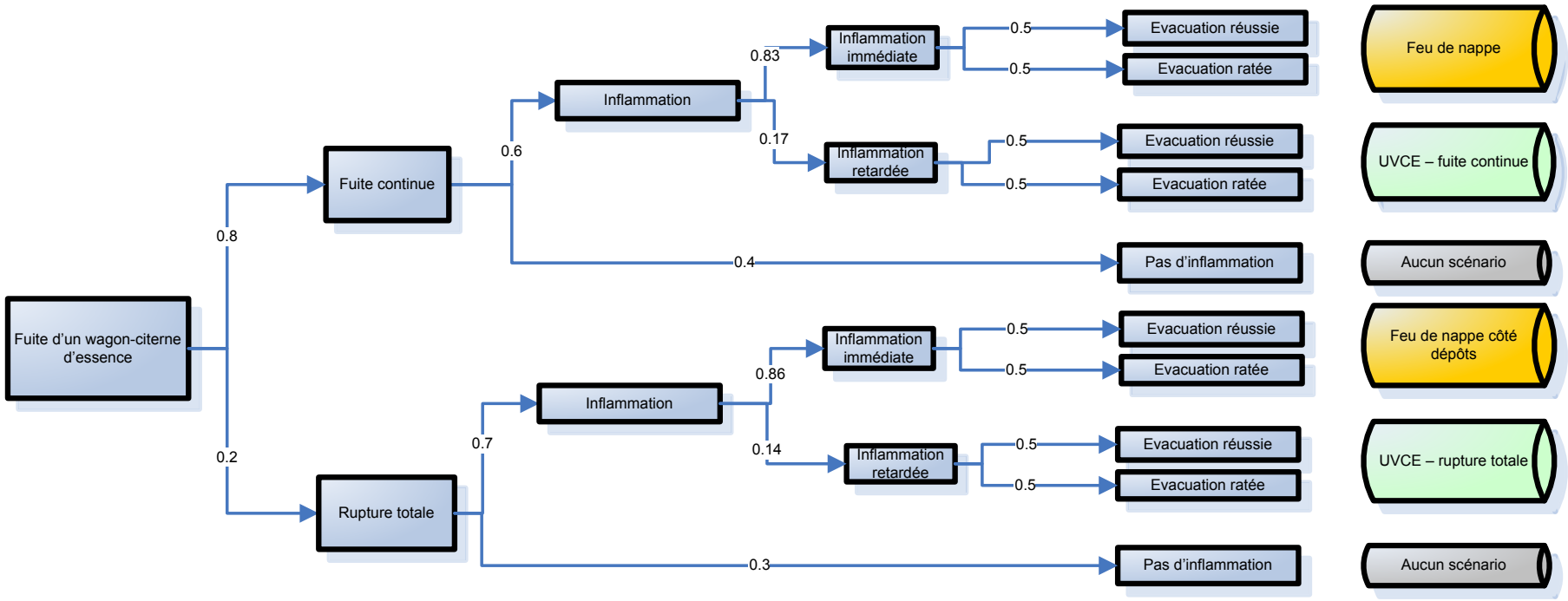


Figure 8. Arbre des évènements - substances associées à l'essence

4.8.2 Arbres des évènements liés au propane et probabilités conditionnelles

La fréquence annuelle d'évènements calculée au 4.7, (cf. Tableau 10, Tableau 11 et Tableau 12) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements donne l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le Tableau 14 indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées.

Tableau 14. Probabilités conditionnelles des *scenarii* liés au propane

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Cinétique de libération	Fuite continue : 0.95	Rupture totale : 0.05	Probabilité utilisée dans le screening (circulation à 80 km/h), cf. [7]
Inflammation immédiate du produit suite à une fuite continue	Oui : 0.7	Non : 0.3	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Inflammation immédiate du produit suite à une rupture totale	Oui : 0.9	Non : 0.1	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Inflammation retardée du produit suite à une fuite continue	Oui : 0.4	Non : 0.6	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Inflammation retardée du produit suite à une rupture totale	Oui : 0.8	Non : 0.2	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Propagation de l'évènement à un autre wagon-citerne (effet domino)	Oui : 0.02	Non : 0.98	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Intervention sur le wagon-citerne touché (si effet domino)	Oui : 0.5	Non : 0.5	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Type d'évènement engendré par l'inflammation du gaz une fois libéré	Flash Fire : 0.7	Feu torche : 0.3	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Orientation du jet (feu torche)	Trois occurrences sont utilisées : Flamme horizontale >45° : 0.33 Flamme horizontale <45° : 0.33 Flamme verticale : 0.33		L'orientation du jet dépend de la localisation de la fuite sur la citerne. On discrétise la réalité en trois situations "horizontale > ou < 45°" et "verticale".
Orientation de la fuite de gaz (Flash Fire suite à une fuite continue)	Vers Champ-du Château : 0.5	Vers zone résidentielle Sud-Ouest : 0.5	L'orientation de la fuite dépend de la localisation de la fuite sur la citerne
Période de survenance	Jour : 0.25	Nuit : 0.75	75% du propane est transporté de nuit et 25% de jour
Orientation du vent (Flash Fire suite à rupture totale)	Vers Champ-du Château : 0.55	Vers zone résidentielle Sud-Ouest : 0.45	Rose des vents Genève-Cointrin, cf. § 4.3 Dans le cas d'une fuite continue, l'orientation du nuage de gaz est déterminée par la position de la fuite au niveau de la citerne du fait de la forte pression du jet. En revanche, dans le cas de la rupture totale, le vent conditionne l'orientation du nuage.

Remarques :

- On note que la direction du vent n'est prise en compte que pour le cas de la dispersion du nuage de gaz suite à la rupture totale de la citerne. En effet, étant donné les niveaux de pression de la citerne de propane, le produit est projeté de la citerne avec une vitesse telle que le sens et la vitesse du vent ont une influence négligeable sur l'orientation du nuage.
- Concernant les inflammations de nuage de gaz à l'air libre, seul le Flash Fire a été conservé. Le phénomène de VCE occasionne moins de dommages aux habitants et/ou aux travailleurs de Champ-du-Château. Ainsi, de façon conservative, il a été considéré que l'ensemble des inflammations de nuage de gaz donnent lieu à un Flash Fire.
- Le cas du BLEVE faisant suite à l'éventrement d'une citerne suite à un choc (rupture totale, inflammation immédiate), représentant 85% des cas de BLEVE, a été traité de la même manière, pour le calcul de la gravité, qu'un BLEVE classique (suite à l'échauffement prolongé de la citerne). En réalité, il s'agit du phénomène de BLEVE dit "froid" (le produit n'ayant pas été échauffé préalablement à la rupture) dont les effets sont nettement inférieurs à ceux du BLEVE dit "chaud". Le fait d'associer au BLEVE froid les conséquences du BLEVE chaud constitue donc une mesure conservative (majoration des risques). Par cohérence, les hypothèses d'évacuation liées au BLEVE froid correspondent donc également au cas du BLEVE chaud.

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements de la Figure 9.

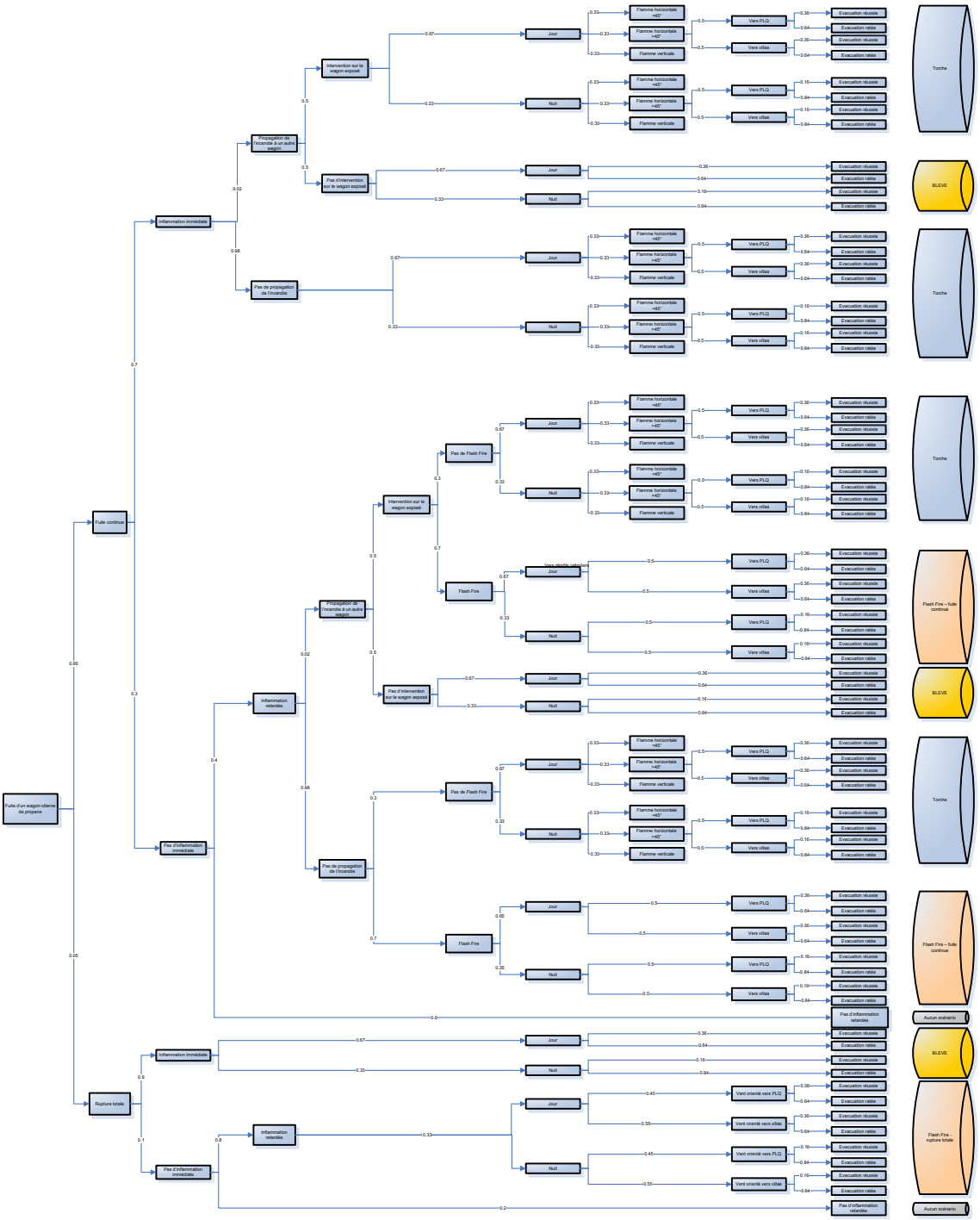


Figure 9. Arbre des évènements - substances associées au propane

4.8.3 Arbres des évènements liés au chlore et probabilités conditionnelles

La fréquence annuelle d'évènements calculée au 4.7, (cf. Tableau 10, Tableau 11 et Tableau 12) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements donne l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le Tableau 15 indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées.

Tableau 15. Probabilités conditionnelles des scenarii liés au chlore

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Cinétique de libération	Fuite continue : 0.95	Rupture totale : 0.05	Probabilité utilisée dans le screening (circulation à 80 km/h), cf. [7]
Type de fuite (si fuite continue)	Petite brèche (1 cm) : 0.79	Grande brèche (5 cm) : 0.21	Probabilité utilisée dans le screening, cf. [7]
Période de survenance	Jour : 0.25	Nuit : 0.75	75% du chlore est transporté de nuit et 25% de jour.
Orientation du vent	Vers Champ-du-Château : 0.55	Côté zone résidentielle Sud-Ouest : 0.45	Rose des vents Cointrin, cf. paragraphe §4.3
Évacuation des personnes de jour	Réussie : 0.36	Ratée : 0.64	Probabilité utilisée dans le screening, quelle que soit la période de survenance (jour ou nuit), cf. [7] Les conditions d'accessibilité sont considérées comme correctes.
Évacuation des personnes de nuit	Réussie : 0.16	Ratée : 0.84	Les hypothèses proposées par le screening ne distinguent pas les situations de jour et de nuit pour le chlore. La probabilité de réussite d'une évacuation réussie de nuit a été évaluée à la baisse par rapport à la probabilité générique du screening (36% de réussite) en utilisant la valeur de probabilité d'évacuation réussie de nuit pour le propane, cf. [7] Les conditions d'accessibilité sont considérées comme correctes.

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements de la Figure 10.

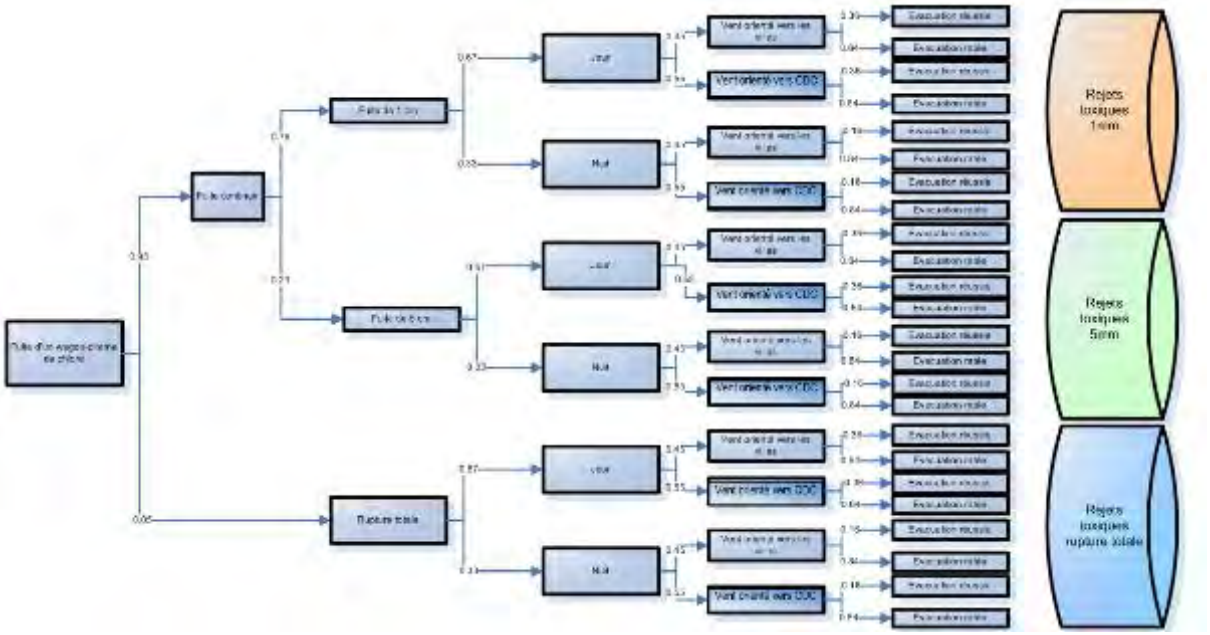


Figure 10 : Arbre des évènements - substances associées au chlore

5. Détermination de la gravité des évènements

5.1 Hypothèses pour le calcul de la gravité des scenarii

5.1.1 Hypothèses concernant les seuils d'effets létaux

Le Tableau 16, le Tableau 17, le Tableau 18 et le Tableau 19 indiquent, pour chaque type d'effet (regroupement par *scenarii*), les seuils des effets létaux considérés, ainsi que la létalité considérée dans les zones comprises entre ces seuils d'effet.

Pour chaque seuil d'effet, une zone de létalité est associée et est comprise entre deux seuils d'effets létaux consécutifs, comme illustré par la Figure 11.

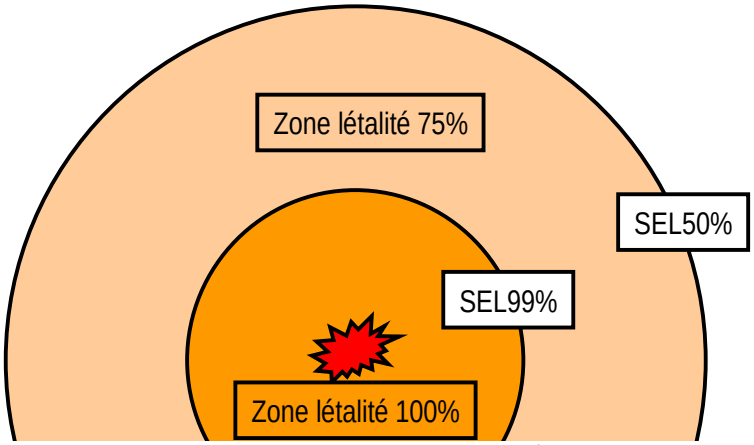


Figure 11. Seuils et zones d'effets létaux

Effets thermiques du BLEVE :

Tableau 16. Seuils des effets thermiques du BLEVE

Seuil létal	Dose thermique associée	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	1 000 (kW/m2)4/3.s	3%
SEL5%	1 800 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	27.5%
SEL50%	2 400 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	75%
SEL99%	5 700 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	100%
SEL99.99%	7 950 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	100%

Effets thermiques (feu torche et feu de nappe) :

Tableau 17. Seuils des effets thermiques du feu torche et du feu de nappe

Seuil létal	Dose thermique associée	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	15 kW/m2	25%
SEL5%	24 kW/m2	75%
SEL50%	55 kW/m2	100%

Flash Fire (essence et propane) :

Les effets du Flash Fire sont délimités par la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII). 50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont considérés comme mortellement blessées.

Effets de surpression (UVCE) :

Tableau 18. Seuils des effets de surpression du VCE

Seuil létal	Flux de surpression associé	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
Bris de vitres	20 mbar	Bris de vitres
Troubles auditifs	170 mbar	5%
SEL10% (à l'air libre)	210 mbar	17,5%
SEL25% (à l'air libre)	340 mbar	47,5%
SEL70% (à l'air libre)	480 mbar	85%

Effets toxiques du chlore :

Tableau 19. Seuils des effets toxiques du chlore

Seuil létal	Concentration associée	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	160 ppm / 30 minutes	5,5%
SEL10%	180 ppm / 30 minutes	30%
SEL50%	300 ppm / 30 minutes	75%

5.1.2 Hypothèses de prise en compte des conditions atmosphériques

Le paragraphe 4.3 indique la rose des vents dans le secteur de Champ-du-Château. D'autre part, différentes conditions de stabilité atmosphérique influent sur la dispersion de produits dans l'air. Le Tableau 20 indique les *scenarii* pour lesquels les conditions atmosphériques ont une influence marquée.

Tableau 20. Scenarii sensiblement impactés par les conditions atmosphériques

Scénario dont les effets dépendent fortement des conditions atmosphériques (vitesse et direction du vent, classe de stabilité)		
	OUI	NON
Essence		UVCE Feu de nappe
Propane	Flash Fire	BLEVE Feu torche (horizontal et vertical)
Chlore	Fuite 1cm Fuite 5 cm Rupture totale	

Pour les quatre *scenarii* influencés par les conditions atmosphériques, la démarche suivante a été menée :

- La vitesse du vent a été choisie égale à 3m/s, correspondant à la vitesse moyenne enregistrée par la station météo de Genève-Cointrin (très peu de variation annuelle) ;
- Les deux directions de vent les plus marquées par la rose des vents sont étudiées (vers Champ-du-Château et vers la zone résidentielle), avec un calcul de gravité propre à chaque direction ;
- Une classe de stabilité représentative a été choisie respectivement pour le jour et pour la nuit. Une atmosphère stable a été retenue pour la nuit et une atmosphère neutre ou instable pour le jour. Le choix de cette classe a été effectué en choisissant celle conduisant aux effets les plus majorants, parmi les classes les plus représentatives.

Le Tableau 21 indique les classes de stabilité atmosphériques rencontrées en fonction de la vitesse du vent et des conditions ambiantes (jour/nuit). Les lignes surlignées correspondent aux conditions atmosphériques les plus susceptibles d'être rencontrées dans le cadre de cette étude :

Tableau 21. Classes de stabilité atmosphérique

Vitesse du vent à 10 mètres de hauteur	JOUR			NUIT	
	Rayonnement solaire incident			Nébulosité	
m/s	Fort	Modéré	Faible	Entre 4/8 et 7/8	<3/8
<2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Ainsi, pour chacun des *scenarii* impactés par les conditions atmosphériques, une zone d'effet représentative est choisie pour le jour et pour la nuit.

5.1.3 Hypothèses de protection des bâtiments

5.1.3.1 Protection contre le scénario BLEVE

En s'appuyant sur les valeurs fournies dans le screening et sur les distances des effets thermiques et de surpression associés aux scénarios BLEVE (modélisations réalisées spécifiquement), des facteurs de protection en bâtiment vis-à-vis de ce scénario ont été déterminés et pris en compte dans les calculs.

Les facteurs de protection en bâtiment fournis dans le screening sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 22. Facteurs de protection en bâtiments utilisés dans la méthode screening

Bandes screening	Facteurs de protection en bâtiment
0 – 50 m	40%
50 – 200 m	70%
200 – 500 m	Létalité nulle

Dans le screening, les distances d'effet de surpression considérées pour le BLEVE sont respectivement de 35, 40 et 55 mètres. Ces distances d'effet correspondent respectivement aux Seuils des Effets Létaux (SEL) 70%, 25% et 10% présentés dans le Tableau 23. En raison du risque potentiel de destruction des bâtiments, aucun facteur de protection n'est appliqué aux bâtiments se trouvant à l'intérieur de ces distances d'effets, donc à moins de 55 mètres.

Tableau 23. Distances et seuils d'effets létaux associés aux effets thermiques et de surpression

Type d'effets	Distances d'effets	Seuils des Effets Létaux (SEL)
Surpression	0 – 35 m	100% – 70%
	35 – 40 m	70% – 25%
	40 – 55 m	25% – 10%
Thermique	0 – 80 m	100% – 99%
	80 – 150 m	99% – 50%
	150 – 220 m	50% – 10%

En ce qui concerne les distances d'effets thermiques considérées pour le BLEVE, elles sont respectivement de 80, 150 et 220 mètres, et correspondent respectivement aux SEL 99%, 50% et 1% présentés dans le Tableau 23.

À l'intérieur du premier cercle (0 à 80 mètres), compte tenu du taux de létalité de 99%, et des rayons d'effets de surpression explicités ci-dessus, aucun facteur de protection n'est appliqué aux bâtiments.

Pour les deux bandes suivantes, les facteurs de protection en bâtiment déterminés sont issus de la méthodologie du screening, à savoir une protection de 40% pour les bâtiments se trouvant entre 80 et 150 mètres, et une protection de 70% pour les bâtiments situés entre 150 et 220 mètres.

Les facteurs de protection associés aux bâtiments de Champ-du-Château vis-à-vis du scénario BLEVE de propane sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 24. Facteurs de protection en bâtiments déterminés pour le Quartier de l'Étang pour le scénario BLEVE

Zones d'effets thermiques	Facteurs de protection en bâtiment déterminés pour le projet Champ-du-Château
0 – 80 m	0%
80 – 150 m	40%
150 – 220 m	70%

Il est important de souligner que ces facteurs de protection déterminés pour Champ-du-Château pour le scénario BLEVE restent largement majorants en comparaison des facteurs utilisés dans la méthode du screening.

5.1.3.2 Protection contre les effets thermiques des autres scénarios

Pour les autres *scenarii* donnant lieux à des effets thermiques (feu de nappe et flashfire), l'utilisation d'un facteur de réduction de la gravité pour les personnes se trouvant à l'intérieur d'un bâtiment est justifiée dans la mesure où les effets ne donnent pas lieu à un incendie du bâtiment. En effet, d'après [11], les bâtiments protègent les personnes situées à l'intérieur, à condition que le flux thermique soit inférieur à 35 kW/m^2 et que les flammes n'enveloppent pas le bâtiment.

Compte tenu des flux thermiques de ces scénarios (§ 5.1.1), les facteurs de protection bâtiment considérés sont les suivants :

- Pour le scénario feu de nappe, la protection des bâtiments permet de diminuer le taux de personnes touchées à 30% (cf. screening) ;
- Pour le Flash Fire, il est considéré forfaitairement que 50% des personnes sont protégées.

Dans le cadre de cette étude, les hypothèses choisies sont majorantes par rapport aux hypothèses indiquées dans [11] indiquant qu'aucune personne ne serait touchée dans les mêmes conditions.

5.1.3.3 Protection contre les effets toxiques

D'après [11], seules 10% des personnes présentes dans les bâtiments sont touchées par des effets toxiques.

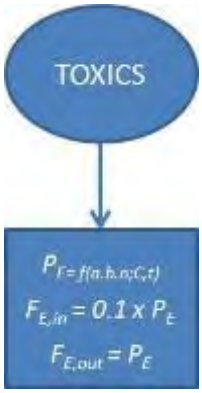


Figure 12. Extrait de [11] - Soit P_E la probabilité de décès, $F_{E,in}$ et $F_{E,out}$ sont respectivement les fractions de la population décédée à l'intérieur et à l'extérieur suite à une exposition à un produit toxique

Dans le cadre de la présente étude, il sera considéré de manière conservative que 50% des personnes situées à l'intérieur d'un bâtiment sont affectées par les effets toxiques. Cette hypothèse est majorante par rapport aux hypothèses indiquées dans la Figure 12.

5.1.3.4 Récapitulatif

Les taux de protection apportés par les bâtiments selon les scénarios sont synthétisés dans le Tableau 25.

Tableau 25. Taux de protection des bâtiments

Produit	Scénario	Effet de protection bâtiments
Essence	Feu de nappe	70%
Propane	BLEVE	0 – 80 m : 0% 80 – 150 m : 40% 150 – 220 m : 70%
	Flash Fire	50%
	Feu torche	50%
Chlore	Fuite 1 cm	50%
	Fuite 5 cm	50%
	Rupture totale	50%

5.1.4 Hypothèses sur l'évacuation des personnes

Un facteur a été intégré afin de représenter le fait que les personnes exposées aux scenarii étudiés ont la possibilité d'évacuer et ainsi de se mettre à l'abri de certains effets.

Pour représenter cela, ainsi que les différents moyens qui sont offerts aux habitants pour évacuer (issues de secours, organisation en cas de sinistre pour les entreprises, etc.), on considère que dans certains cas (probabilité conditionnelle), une partie des personnes situées dans les zones d'effet a pu s'échapper.

L'évacuation des personnes est représentée par les deux paramètres suivants :

- La probabilité conditionnelle que l'évacuation ait lieu et qu'elle se passe dans de bonnes conditions;
- La part des personnes sauvées grâce à cette évacuation.

Dans le cas de base, il est considéré qu'en cas d'évacuation réussie, le nombre de décès suite au scénario est divisé par deux. Les probabilités conditionnelles du succès de l'évacuation ont été présentées dans la partie 4.8.

Pour rappel, ces valeurs sont des hypothèses forfaitaires, inspirées du screening CFF.

5.2 Densités de population

5.2.1 Occupation de Champ-du-Château

Les données concernant les affectations et les Surfaces Brutes de Plancher (SBP) des différents bâtiments constituant le projet Champ-du-Château sont présentées dans le Tableau 26.

Tableau 26. Affectations et occupation des bâtiments du projet

Localisation des barres	Affectations des locaux	SBP (en m²)	Hypothèses de densité	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	13'884	2,72 personnes / 100 m²	378
Barre Ouest	Logements	12'116	2,72 personnes / 100 m²	330
Barre Sud	Bureaux	18'399	1 personne / 12 m²	1'533
Barre Est	Activités/Bureaux	18'776	1 personne / 12 m²	1'565
Supermarché	Activités	825	1 personne / 12 m²	69
Total		**64'000**		**3'875**

Hormis pour certains phénomènes dangereux, il est nécessaire de ramener les densités du projet au niveau du sol.

Un traitement avec le logiciel ArcGIS a permis de calculer les superficies des bâtiments sur un seul niveau et d'y associer des densités spécifiques. Le Tableau 27 présente ces densités qui seront utilisées dans l'étude réalisée.

Tableau 27. Superficies des barres du projet calculées sous ArcGIS

Localisation des barres	Affectations des locaux	SBP (en m²)
Barre Nord	Logements	2'216
Barre Ouest	Logements	1'861
Barre Sud	Bureaux	2'728
Barre Est	Activités/Bureaux	2'372
Supermarché	Activités	338
Total		**9'515**

Selon les superficies calculées avec ArcGIS, l'occupation du projet Champ-du-Château possède une surface totale de 407'133 m² comme illustré par le Tableau 28.

Tableau 28. Densités moyennes par profil d'occupant

Profils	Total	Densité [pers/km2]
Habitants	707	173'461
Postes de travail	3'167	582'322
TOTAL	**3'874**	**407'133**

En outre, les taux de présence à l'intérieur des bâtiments selon les périodes de temps correspondent aux pourcentages d'occupation fournis dans la méthodologie du screening (cf. Tableau 4). En ce qui concerne les personnes supposées être présentes à l'extérieur des bâtiments, une estimation forfaitaire a été proposée pour chaque période de temps. Compte tenu de la configuration du projet, il a été considéré que ces personnes étaient présentes dans la zone centrale située au cœur des 4 bâtiments du projet.

5.2.2 Densité des personnes au sein de Champ-du-Château

Dans le cadre de cette étude, la surface de chaque barre ramenée au sol a été calculée et une densité propre à chaque barre est considérée pour le calcul de gravité. De même, l'affectation des bâtiments est prise en compte au cas par cas.

5.2.2.1 Barre Nord

La barre "Nord" du projet Champ-du-Château recevra uniquement des "Logements".

La SBP de la barre "Nord" est de 13'884 m² et la surface ramenée au niveau du sol est de 2'216 m².

Avec une hypothèse d'une personne présente tous les 37 m² de SBP pour l'affectation "Logements", le nombre maximal de personnes présentes dans la barre "Nord" est de 378 personnes.

Sur la base de ces éléments, une densité ramenée au sol, par affectation et par occurrence jour/nuit de la barre Nord a été réalisée et est illustrée par le Tableau 29.

Tableau 29. Densités Jour – Nuit de la barre Nord pour les logements

Densités (personne/m²) - Barre Nord Logements	
Jour	Nuit
0.046010.06074	0.151840.18222

5.2.2.2 Barre Sud

La barre "Sud" du projet Champ-du-Château recevra des "Activités".

La surface brute de plancher (SBP) est de 18'399 m², et la surface ramenée au niveau du sol est de 2'728 m².

Avec l'hypothèse d'une personne présente tous les 12 m² de SBP pour l'affectation "Activités", le nombre maximal de personnes présentes dans la barre "Sud" est de 1'533 personnes.

Sur la base de ces éléments, une densité ramenée au sol, par affectation et par occurrence jour/nuit de la barre Sud a été réalisée et est illustrée par le Tableau 30.

Tableau 30. Densités Jour – Nuit de la barre Sud pour les bureaux

Densités (personne/m²) - Barre Sud Commerces	
Jour	Nuit
0.40467	0.00112

5.2.2.3 Barre Est

La barre "Est" du projet Champ-du-Château recevra des "Activités".

La SBP est de 18'776 m² et la surface ramenée au niveau du sol est de 2'372 m².

Selon l'hypothèse d'une personne présente tous les 12 m² de SBP pour la barre "Est", le nombre maximal de personnes présentes est de 1'565 personnes.

~~La SBP est de 17 850 m². La surface ramenée au niveau du sol est de 2 725 m².~~

Sur la base de ces éléments, une densité ramenée au sol, par affectation et par occurrence jour/nuit de la barre Est a été réalisée et est illustrée par le Tableau 31.

Tableau 31. Densités Jour – Nuit de la barre Est pour les activités

Densités (personne/m²) - Barre Sud Commerces	
Jour	Nuit
0.047494	0.00132

5.2.2.4 Barre Ouest

La barre "Ouest" du projet Champ-du-Château recevra uniquement des "Logements".

La SBP des logements sera de 12'116 m² et la surface ramenée au sol est de 1'861 m².

Selon l'hypothèse d'une personne présente tous les 37 m² de SBP pour l'affectation "Logements", le nombre maximal de personnes présentes dans la barre "Ouest" est de 330 personnes.

Sur la base de ces éléments, une densité ramenée au sol, par affectation et par occurrence jour/nuit de la barre Ouest a été réalisée et est illustrée par le Tableau 32.

Tableau 32. Densités Jour – Nuit de la barre Ouest pour les logements

Densités (personne/m²) - Barre Sud Commerces	
Jour	Nuit
0.04781	0.15778

5.2.2.5 Supermarché

La SBP du supermarché sera de 825 m² et la surface ramenée au sol est de 338 m².

Selon l'hypothèse d'une personne présente tous les 12 m² de SBP pour l'affectation "Activités", le nombre maximal de personnes présentes est de 70 personnes.
Sur la base de ces éléments, une densité ramenée au sol, par affectation et par occurrence jour/nuit de la barre Ouest a été réalisée et est illustrée par le Tableau 33.

Tableau 33. Densités Jour – Nuit du Supermarché

Densités (personne/m²) - Barre Sud Commerces	
Jour	Nuit
0.14645	0.00041

5.2.3 Autres densités utilisées pour les calculs de gravité

Pour les zones résidentielles situées au Sud et au Nord du projet Champ-du-Château, une densité, issue de la littérature, de 4'760 personnes par km^2, correspondant à ce type d'aménagements urbains (cf.[14]). En tenant compte de cette hypothèse et des taux d'occupation jour/nuit, les densités dans les zones résidentielles selon l'occurrence jour/nuit et le positionnement intérieur/extérieur sont illustrées par le Tableau 34.

Tableau 34. Densités Jour – Nuit des zones résidentielles

Densités (personne/m²) - Barre Sud Commerces	
Jour	Nuit
0.0013	0.0035

~~Autres densités utilisées pour les calculs de gravité~~

~~Pour les zones résidentielles situées au Sud et au Nord du projet Champ-du-Château, une densité, issue de la littérature, de 4'760 personnes par km², correspondant à ce type d'aménagements urbains (cf.[14]). En tenant compte de cette hypothèse et des taux d'occupation jour/nuit, les densités dans les zones résidentielles selon l'occurrence jour/nuit et le positionnement intérieur/extérieur sont illustrées par le Tableau 33.~~

~~1.1 Tableau 33. Densités Jour – Nuit des zones résidentielles~~

5.3 Calculs de la gravité des scenarii

Les résultats présentés par la suite tiennent compte des trois hypothèses de projections de trafic présentées précédemment, afin de cerner au plus juste les risques inhérents au transport de marchandises dangereuses du tronçon CFF étudié dans cette étude.

Pour rappel, l'**hypothèse A** fait référence aux tonnages annuels suivants, par type de produit :

- Essence : 319'365 tonnes par an ;
- Propane : 1'848 tonnes par an ;
- Chlore : 19'671 tonnes par an.

Pour rappel, l'**hypothèse B** fait référence aux tonnages annuels suivants, par type de produit :

- Essence : 341'155 tonnes par an ;
- Propane : 5'000 tonnes par an ;
- Chlore : 27'923 tonnes par an.

Pour rappel, l'**hypothèse C** fait référence aux tonnages annuels suivants, par type de produit :

- Essence : 719'694 tonnes par an ;
- Propane : 15'000 tonnes par an ;
- Chlore : 129'900 tonnes par an.

5.3.1 Scenarii associés à l'essence

Les *scenarii* impliquant l'essence sont l'UVCE, le Flash Fire ainsi que le feu de nappe.

Effets d'une inflammation de nuage de gaz - UVCE et Flash Fire (essence) :

Lors de la formation d'un nuage de gaz suite à l'évaporation d'un produit inflammable, les deux scenarii possibles sont le Flash Fire, induisant des effets thermiques et l'UVCE, induisant des effets de surpression.

La distance des effets du Flash Fire est déterminée selon la LII. Le relief entre les voies CFF et le projet Champ-du-Château est faible. Cette topographie est propice à la propagation d'un nuage inflammable sur le projet Champ-du-Château.

De façon majorante, il est considéré que l'ensemble des *scenarii* d'inflammation de nuage de gaz sont des Flash Fire.

Les modélisations indiquent que les surfaces des nuages inflammables sont illustrées par le Tableau 35.

Tableau 35. Surfaces d'effet maximales du Flash Fire - Essence

Phénomène	Jour	Nuit
Fuite de 10 centimètres	6 318 m^2	12 659 m^2
Rupture totale	19 336 m^2	23 998 m^2

50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont considérées comme mortellement blessées.

De plus, on considère que 50% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées, contrairement aux personnes à l'air libre.

On considère également que seules 30% des personnes subissent les effets du scénario étant donné la hauteur de la majeure partie des bâtiments (les limites de la LIE sont calculées au niveau du sol).

Les différents nuages inflammables calculés selon plusieurs conditions atmosphériques sont représentés par la Figure 13, la Figure 14 et la Figure 15.

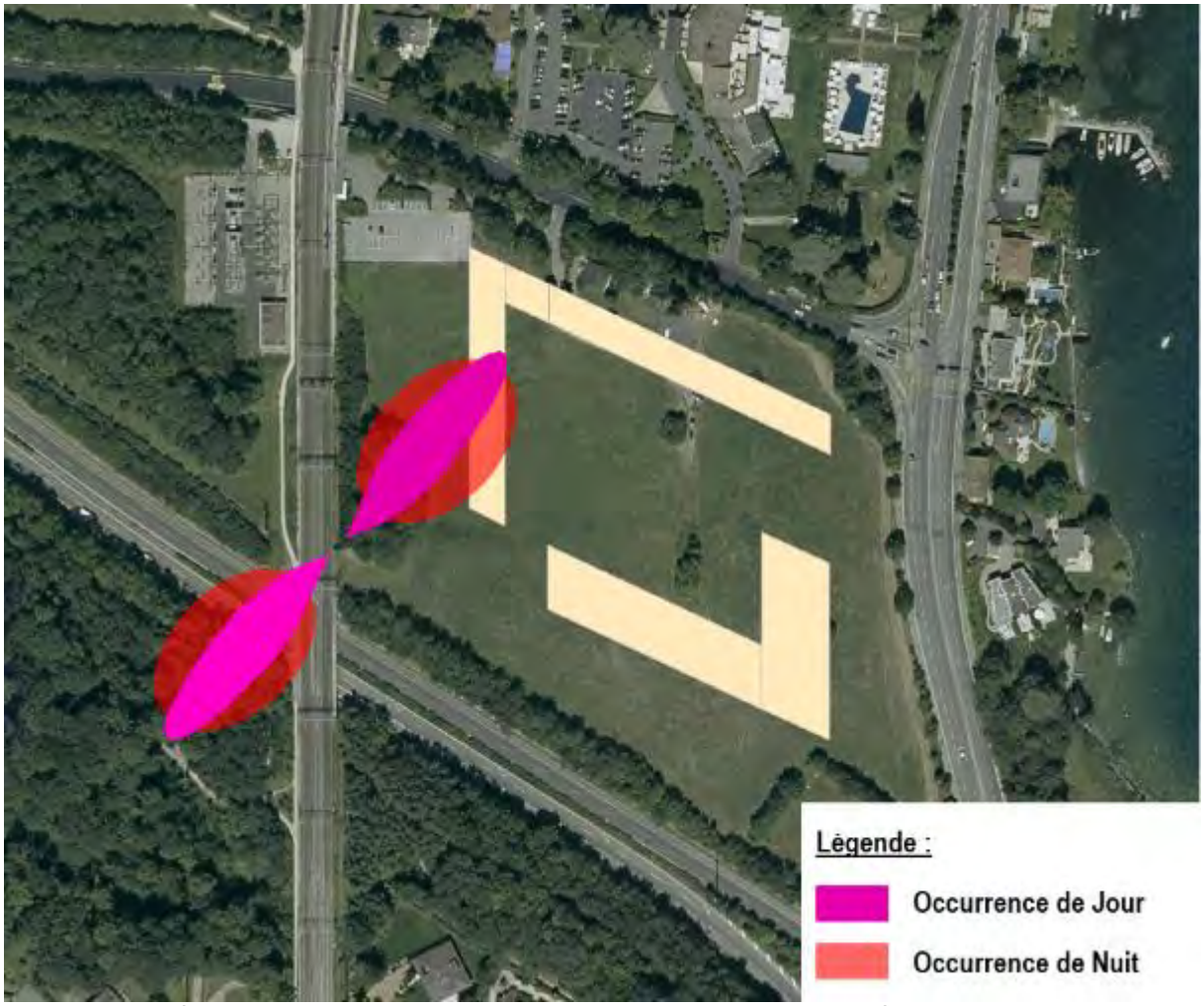


Figure 13. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Fuite de 10 centimètres – Occurrence Jour/Nuit

Figure 14. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Rupture totale – Occurrence Jour

Figure 15. Schéma des zones des effets du Flash-Fire Essence - Rupture totale – Occurrence Nuit

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario sont illustrés par le Tableau 36, sans considérer l'évacuation des personnes :

Tableau 36. Gravité du scénario de Flash Fire (essence)

Gravité su scénario en tenant compte du projet Champ-du-Château				
Occurrence d'apparition	Fuite continue		Rupture totale	
	Vers Champ-du-Château	Vers zones résidentielles Sud-Ouest	Vers Champ-du-Château	Vers zones résidentielles Sud-Ouest
Jour	2	0	14	0
Nuit	5	0	21	0

Effets du feu de nappe :

Les seuils des effets du feu de nappe (flux thermiques) sont indiqués au paragraphe 5.1.1. Les distances associées à chaque seuil sont illustrées par leTableau 37.

Tableau 37. Distances aux seuils des effets létaux du feu de nappe

Seuil létal	Rupture thermique associée	Distance par rapport au front de flamme	Létalité de la zone associée
SEL 1%	15 kW/m2	38 mètres	25%
SEL 50%	24 kW/m2	18 mètres	75%
SEL 99%	55 kW/m2	Non atteint	100%

Parmi les deux tailles de nappe proposées par le TNO (300m^2 et 600m^2), seule la nappe de 600 m^2 a été retenue, dans une approche majorante. Les valeurs de rayonnement ont été calculées pour une telle nappe circulaire. Ainsi, les seuils d'effet mentionnés dans le Tableau 37 doivent être appliqués à partir du bord de la nappe.

La Figure 16 fait état des distances d'effets occasionnées par une nappe d'essence de 600 m^2.

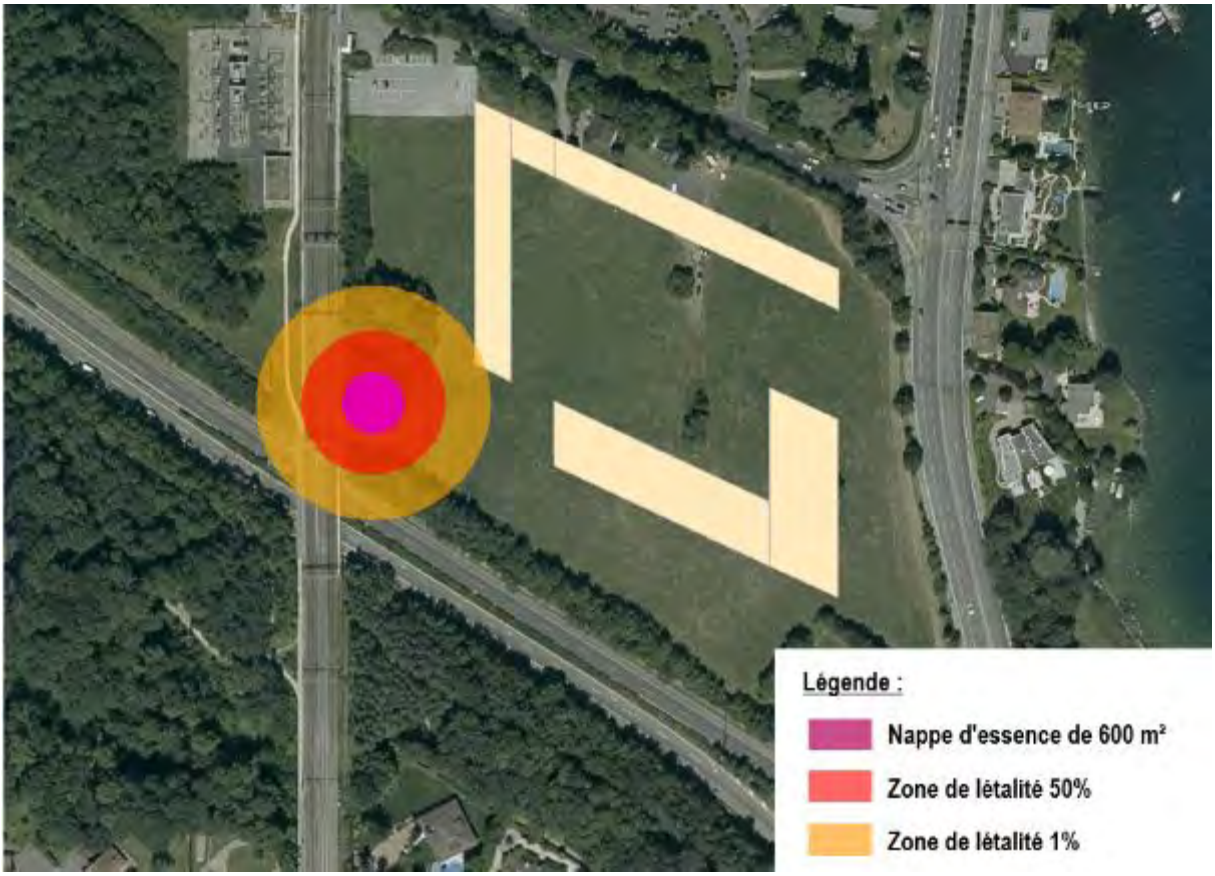


Figure 16. Schéma des zones des effets du feu de nappe sur le projet Champ-du-Château

On considère que les conséquences du feu de nappe faisant suite à une rupture totale et à une fuite continue sont les mêmes.

Les victimes sont déterminées, conformément à la méthodologie présentée aux chapitres précédents.

Notamment, 70% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées, contrairement aux personnes à l'air libre.

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario sont illustrés par le Tableau 38.

Tableau 38. Gravité du scénario de feu de nappe

Gravité (nombre de décès)		
Évacuation	**Avec le projet Champ-du-Château**	**Sans le projet Champ-du-Château**
Évacuation réussie	0	0
Évacuation ratée	0	0

5.3.2 *Scenarii* liés au propane

Les *scenarii* impliquant le propane sont le BLEVE, le feu torche ainsi que le Flash Fire.

BLEVE :

Le calcul de gravité est effectué de la façon suivante pour le BLEVE :

- La surface du projet Champ-du-Château incluse dans chacune des zones d'effet du BLEVE est calculée. Pour rappel, le BLEVE est positionné au croisement du gazoduc et de la ligne CFF.
- Le nombre de personnes présentes (résidents et travailleurs) sous chacun des rayons d'effet est ainsi déduit (de jour et de nuit) ;
- Le taux de létalité est appliqué pour chacune des zones afin de connaître le nombre de décès associé au scénario.

Les seuils des effets du BLEVE (doses thermiques) sont indiqués au paragraphe 5.1.1. Les distances associées à chaque seuil sont illustrées par le Tableau 39.

Tableau 39. Distances aux seuils des effets létaux du BLEVE

Seuil létal	Dose thermique associée	Rayon associé à ce seuil	Létalité de la zone associée
SEL 1%	1000 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	220 mètres	3%
SEL 5%	1800 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	160 mètres	27,5%
SEL 50%	2400 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	150 mètres	75%
SEL 99%	5700 $(kW/m^2)^{4/3}.s$	80 mètres	100%

La Figure 17 illustre les effets létaux du BLEVE à 99%, 50%, 5% et 1%.

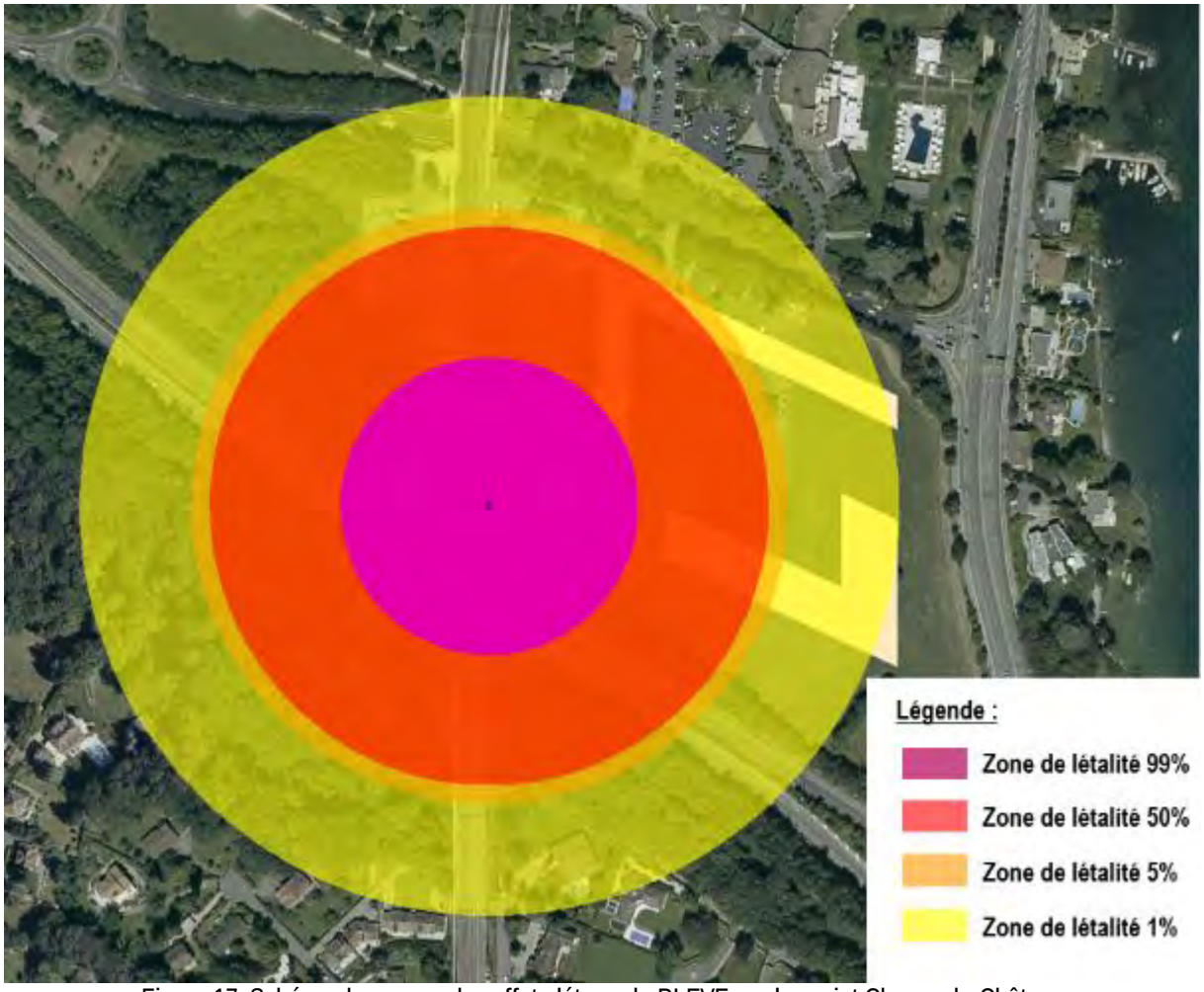


Figure 17. Schéma des zones des effets létaux du BLEVE sur le projet Champ-du-Château

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario sont illustrés par le Tableau 40 et le Tableau 41.

Tableau 40. Gravité du scénario de BLEVE de jour

Gravité de jour (nombre de décès)		
Évacuation	**Avec le projet Champ-du-Château**	**Sans le projet Champ-du-Château**
Évacuation réussie	206	0
Évacuation ratée	412	0

Tableau 41. Gravité du scénario de BLEVE de nuit

Gravité de nuit (nombre de décès)		
Évacuation	**Avec le projet Champ-du-Château**	**Sans le projet Champ-du-Château**
Évacuation réussie	107	0
Évacuation ratée	214	0

Flash Fire (propane) :

Les effets du Flash Fire sont déterminés en fonction de la taille et de la forme du nuage inflammable (i.e. avec une concentration comprise entre la LIE et la LSE). On distingue les *scenarii* liés à une fuite continue (5 centimètres) et les *scenarii* faisant suite à une rupture totale. En effet, le nuage inflammable n'aura alors pas la même forme ni la même taille dans ces deux cas.

Les conditions météorologiques retenues conformément au paragraphe 5.1.2 sont les suivantes (plusieurs conditions ont été étudiées) :

- Pour la fuite continue :
  - De jour : (B, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).
- Pour la rupture totale :
  - De jour : (C, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).

Il s'agit en effet des conditions donnant lieux aux effets les plus importants parmi les conditions les plus représentatives.

Le nuage inflammable a été calculé en considérant la libération de 42 tonnes de propane, de façon continue et de façon spontanée. Ce dernier est orienté vers le projet Champ-du-Château et vers la zone résidentielle, de jour et de nuit (taille du nuage inflammable différente), comme illustré par la Figure 18, la Figure 19 et la Figure 20.

Figure 18. Flash Fire - Fuite de 5 cm - Occurrence de jour/nuit

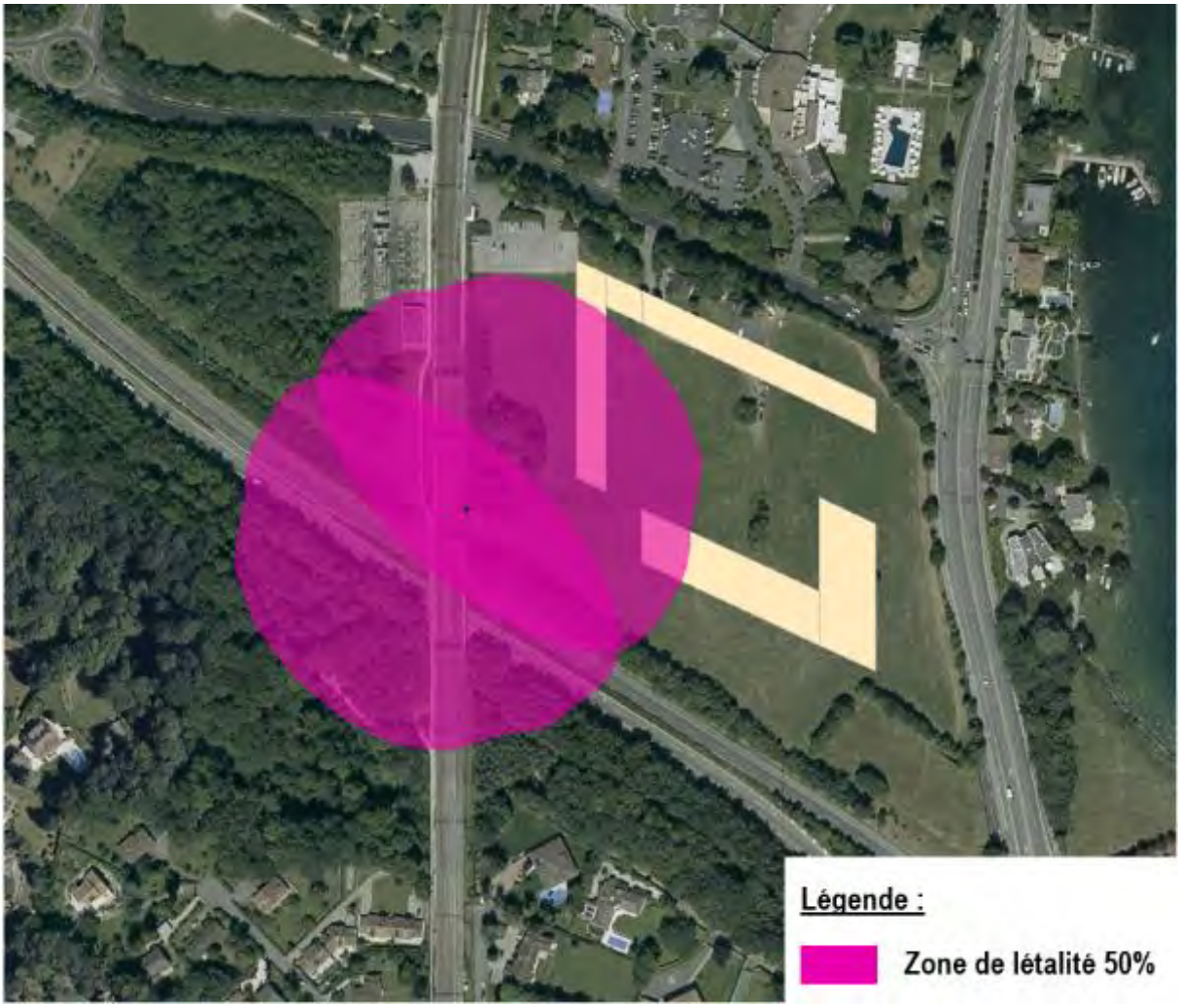


Figure 19. Flash Fire - Rupture catastrophique - Occurrence de jour

Figure 20. Flash Fire - Rupture catastrophique - Occurrence de nuit

Les surfaces des nuages inflammables des modélisations sont illustrées par le Tableau 42.

Tableau 42. Surfaces d'effet maximales du Flash Fire

Phénomène	Jour	Nuit
Fuite de 5 centimètres	1 253 m^2	2 115 m^2
Rupture totale	14 102 m^2	17 885 m^2

Ainsi, ces surfaces sont reportées directement pour le calcul de la gravité. La surface est convertie en population, selon les densités (de jour/de nuit) du projet Champ-du-Château ou des zones résidentielles situées au Sud-Ouest et au Nord, suivant l'orientation de la fuite.

Il est ensuite considéré que 50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont mortellement blessées.

De plus, on considère que 50% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées, contrairement aux personnes à l'air libre.

Un effet protecteur lié à la hauteur est pris en considération dans les calculs réalisés.

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario Flash Fire propane sont illustrés par le Tableau 43, avec et sans considération de la présence du projet Champ-du-Château.

Tableau 43. Gravité du scénario de Flash Fire (propane) avec Champ-du-Château

Gravité su scénario					
	Occurrence d'apparition	Fuite continue		Rupture totale	
		Vers Champ-du-Château	Vers zones résidentielles Sud-Ouest	Vers Champ-du-Château	Vers zones résidentielles Sud-Ouest
Avec projet	Jour	3	0	45	0
	Nuit	17	0	23	0
Sans projet	Jour	0	0	0	0
	Nuit	0	0	0	0

Feu torche :

L'orientation du jet dépend de la localisation de la fuite sur la citerne. La situation retenue est un jet horizontal pouvant causer des dommages sur les personnes présentes sur le site de Champ-du-Château ou dans les zones résidentielles avoisinantes.

Notons que les cas d'un jet de flamme orienté vers d'autres wagons-citernes sont couverts dans le cadre de l'arbre des évènements (effet dominos).

Les seuils des effets du feu torche (flux thermiques) sont indiqués au paragraphe 5.1.1.

De façon majorante, les distances d'effet d'un feu torche horizontal ont été considérées.

Les distances associées à chaque seuil sont illustrées par le Tableau 44 pour un feu torche parfaitement horizontal.

Tableau 44. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche (supposé horizontal)

Seuil létal	Flux thermique associée	Distance maximale dans le sens de la flamme	Létalité de la zone associée
SEL 1%	15 kW/m^2	87 mètres	25%
SEL 50%	24 kW/m^2	80 mètres	75%
SEL 99%	55 kW/m^2	70 mètres	100%

Les effets varient très peu en fonction des conditions atmosphériques. En effet, le jet de gaz inflammables est projeté à très grande vitesse au regard du niveau de pression important dans la citerne.

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario avec un feu torche horizontal sont illustrés par le Tableau 45, en considérant que le jet est orienté vers le projet Champ-du-Château et en considérant que le projet Champ-du-Château n'est pas réalisé.

Tableau 45. Gravité des *scenarii* de feu torche horizontal avec et sans le projet Champ-du-Château

	Torche horizontale		
	Niveau d'évacuation	**Jour**	**Nuit**
Orientation Nord-Est Avec projet	Évacuation réussie	1	2
	Évacuation ratée	2	4
Orientation Nord-Est Sans projet	Évacuation réussie	0	0
	Évacuation ratée	0	0

Dans les cas où le jet est orienté du côté des zones résidentielles, aucune victime ne sera à dénombrer.

Dans le cas du feu torche horizontal, l'effet de protection du bâtiment n'est pas considéré. En effet, ce scénario engendre des flux thermiques dépassant 35kW/m^2 appliqués sur le bâtiment. Avec ces niveaux thermiques, il est impossible de garantir que le bâtiment ne prendra pas feu (cf. paragraphe 0). De ce fait, l'éloignement des personnes situées en hauteur n'est pas non plus considéré. En effet, le risque d'effondrement lié à ce scénario peut potentiellement atteindre les personnes sur tous les étages des bâtiments touchés.

5.3.3 *Scenarii* associés au chlore

Trois *scenarii* de dispersion de chlore sont étudiés :

- Fuite de 1 centimètre ;
- Fuite de 5 centimètre ;
- Rupture totale.

Pour l'ensemble des *scenarii* de dispersion toxique de chlore, les conditions qui sont finalement retenues sont les suivantes (majorantes parmi les plus représentatives) :

- De jour : (C, 3) ;
- De nuit : (F, 3).

La forme et la taille du nuage toxique sont liées aux conditions atmosphériques. Ainsi, un nuage de forme différente est considéré de jour et de nuit, conformément au paragraphe 5.1.2.

En outre, deux directions sont considérées :

- Vers la zone résidentielle à l'opposé du projet Champ-du-Château vis-à-vis de l'autoroute ;
- Vers le projet Champ-du-Château.

Les résultats obtenus pour un vent nord-est, grâce aux modélisations, sont illustrés par les figures suivantes.

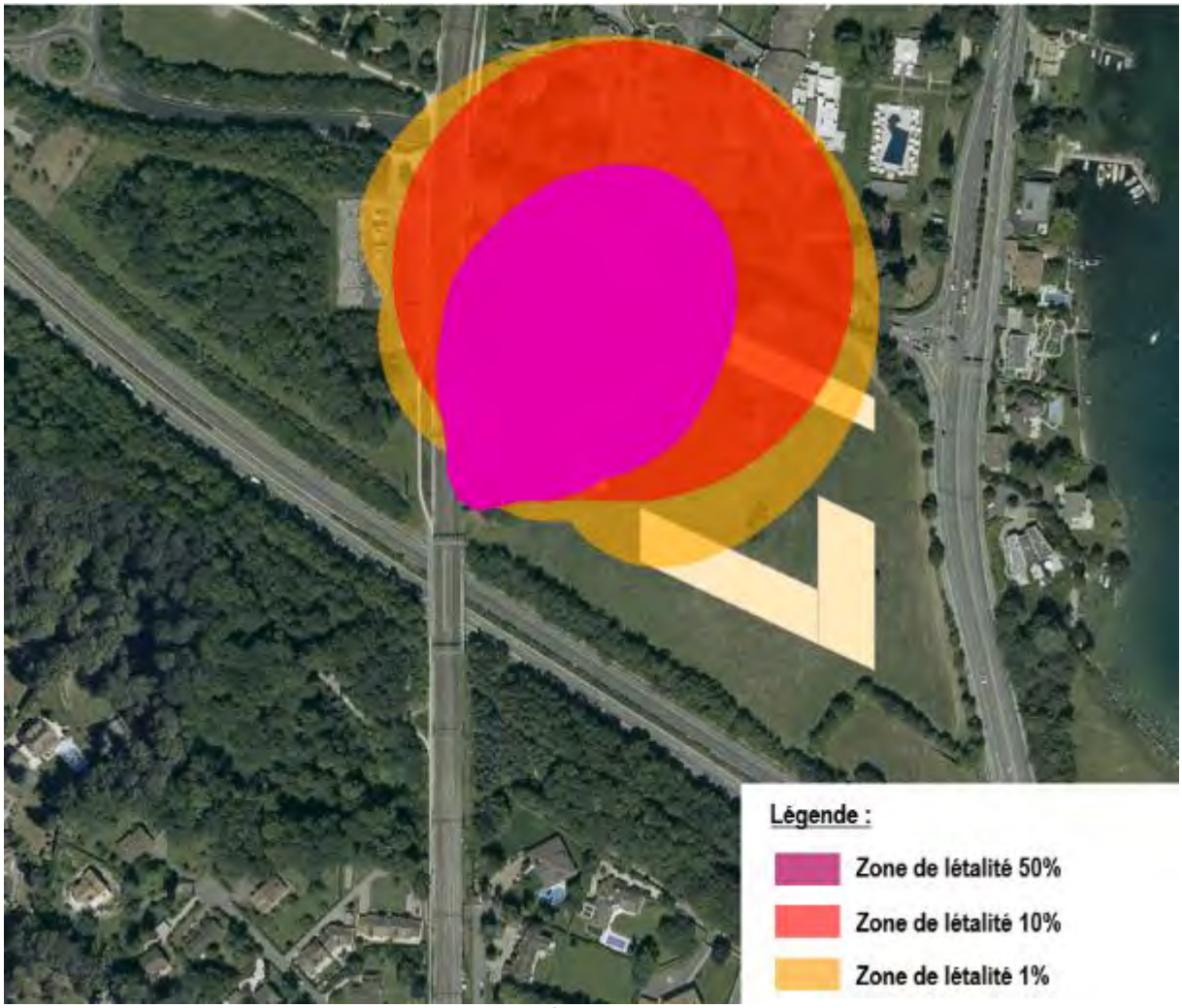


Figure 21. Chlore – Fuite 1 centimètre – Vent Nord-Est – Occurrence de jour

Figure 22. Chlore – Fuite 1 centimètre – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit

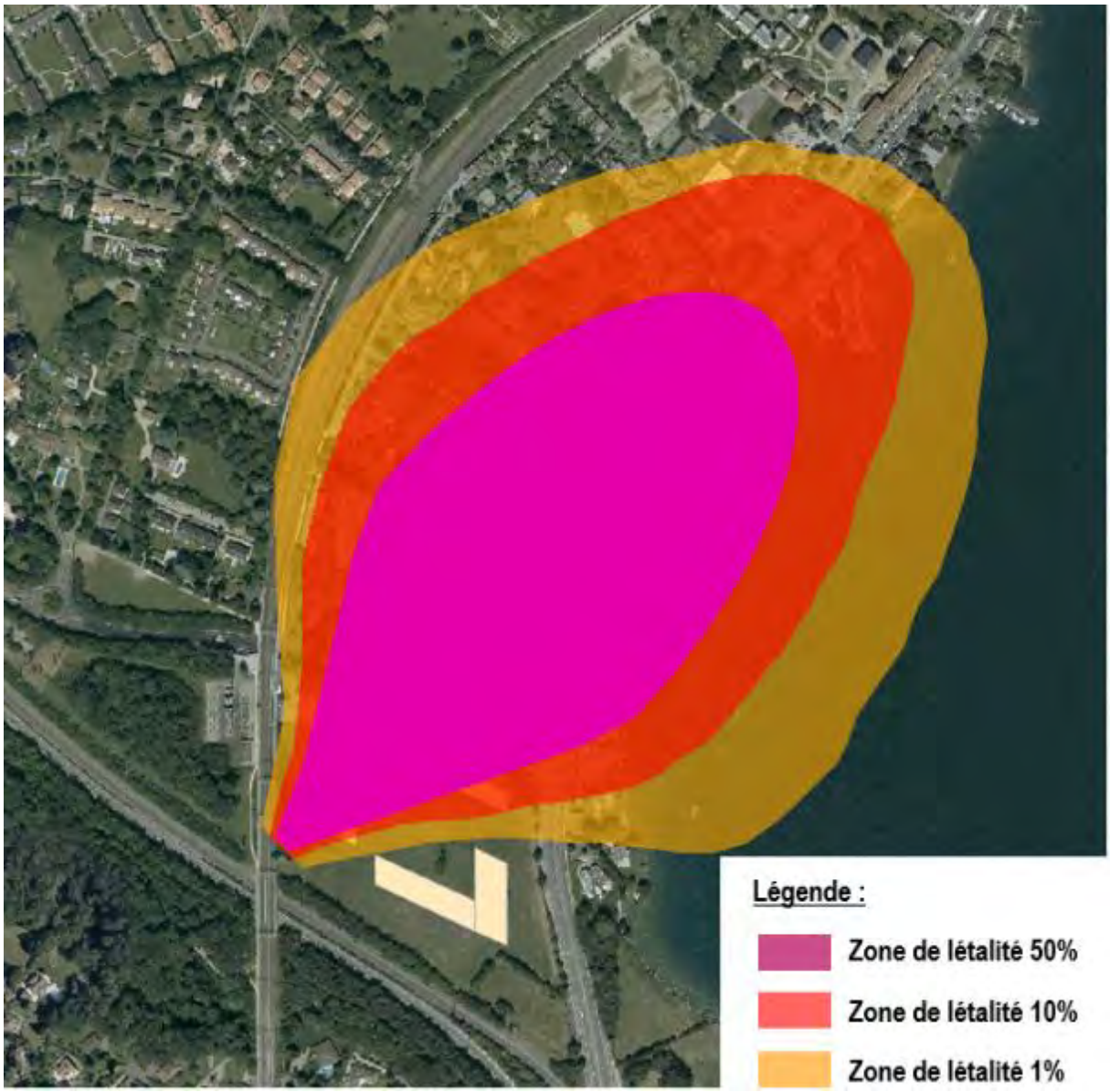


Figure 23. Chlore – Fuite 5 centimètres – Vent Nord-Est – Occurrence de jour

Figure 24. Chlore – Fuite 5 centimètres – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit

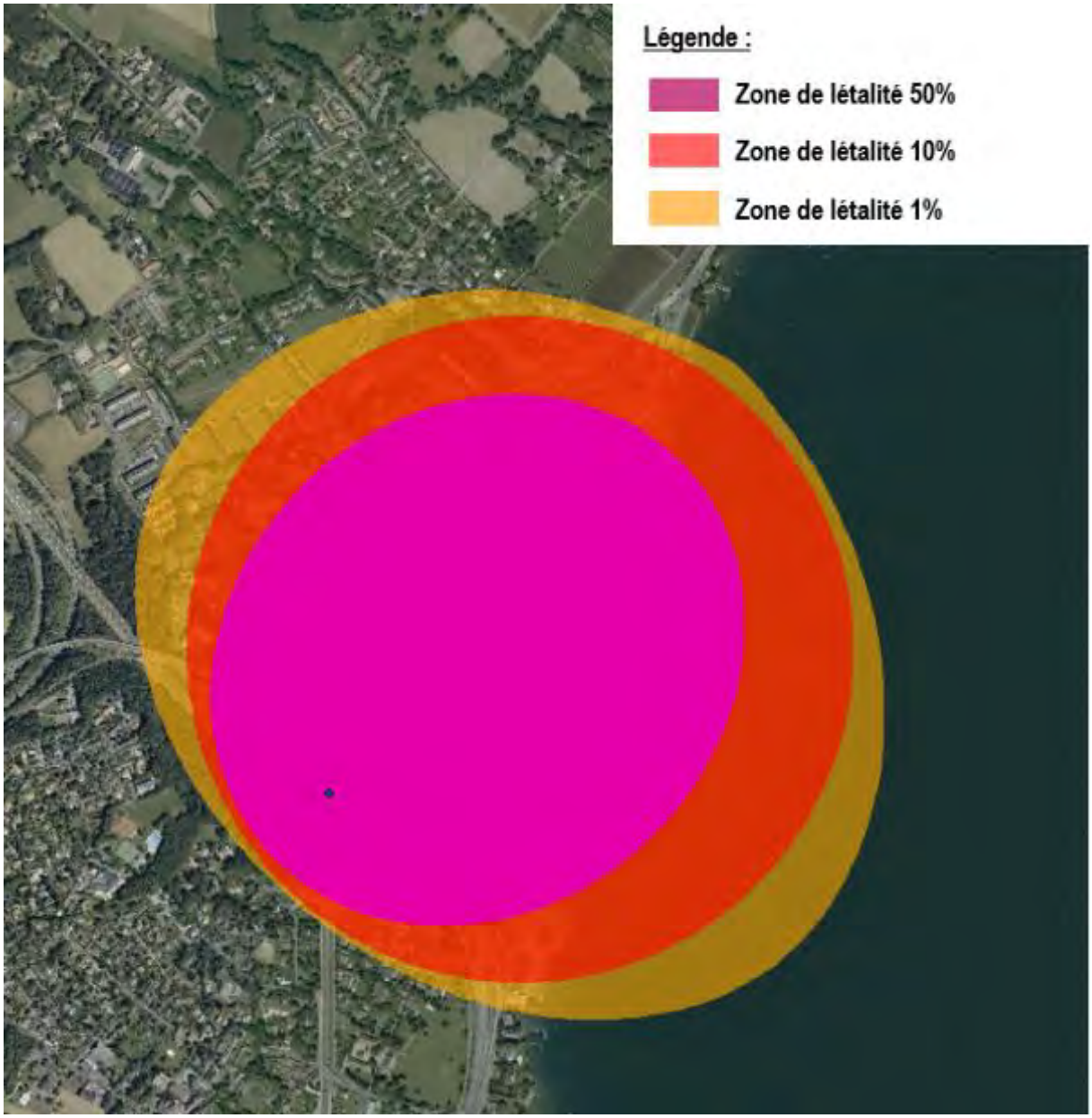


Figure 25. Chlore – Rupture – Vent Nord-Est – Occurrence de jour

Figure 26. Chlore – Rupture – Vent Nord-Est – Occurrence de nuit

Pour ces *scenarii* les effets protecteurs des bâtiments sont considérés, conformément au paragraphe 0 qui indique une réduction de 50% des personnes touchées.

Les gravités calculées pour le scénario fuite de chlore de 1 centimètre sont illustrées par le Tableau 46.

Tableau 46. Gravité des scenarii de chlore – Fuite de 1 centimètre

Gravité chlore – Fuite 1 cm				
Situation	Vent vers Champ-du-Château		Vent vers zones résidentielles	
	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)
Sans projet	187	5	229	7
Avec projet	449	105	229	7

Les gravités calculées pour le scénario fuite de chlore de 5 centimètre sont illustrées par le Tableau 47.

Tableau 47. Gravité des scenarii de chlore – Fuite de 5 centimètres

Gravité chlore – Fuite 5 cm				
Situation	Vent vers Champ-du-Château		Vent vers zones résidentielles	
	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)
Sans projet	561	87	1'001	118
Avec projet	666	193	1'001	118

Les gravités calculées pour le scénario rupture totale d'un wagon de chlore sont illustrées par le Tableau 48.

Tableau 48. Gravité des scenarii de chlore – Rupture totale

Gravité chlore – Rupture totale				
Situation	Vent vers Champ-du-Château		Vent vers zones résidentielles	
	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)	Nuit (F, 3)	Jour (C, 3)
Sans projet	1'607	371	3'239	536
Avec projet	1'964	1'503	3'643	1'668

5.3.4 Gravité des *scenarii* avec prise en compte de l'évacuation

Tous les *scenarii* présentés précédemment sont déclinés en deux variantes représentant une évacuation "réussie" ou "ratée".

Le cas de l'évacuation "ratée" donne la gravité présentée précédemment, puisqu'aucune hypothèse d'évacuation n'a été formulée pour obtenir les niveaux de gravité précédents.

En cas d'évacuation "réussie", un facteur correcteur sur le nombre de décès est appliqué. Dans le cas de base, on considère que pour une évacuation "réussie", 50% des décès sont évités.

Ces deux variantes de chaque scénario sont intégrées à l'arbre des causes. La probabilité conditionnelle de "réussite" de l'évacuation varie selon la nature du produit (notamment gaz ou liquide) et selon qu'on se trouve pendant le jour ou la nuit (les évacuations étant considérées plus aisées de jour que de nuit).

5.3.5 Indice d'accident majeur

Conformément à [3], le nombre de décès est converti en indice d'accident majeur selon la formule suivante :

Soit n le nombre de décès et N l'indice d'accident majeur :
$$N = 0.3 \times \log(n)$$

Par la suite, les résultats seront directement donnés en indice d'accident majeur.

6. Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques – Sans Gazoduc

Afin de construire une courbe cumulative de risques, chaque niveau de gravité est associé à une fréquence d'occurrence. Les résultats du chapitre 5 sont à relier avec les arbres présentés au chapitre 4.8.

Plusieurs horizons d'analyse (2016 et 2030) et plusieurs hypothèses de trafic ferroviaire ont été retenus :

- La première considère la situation actuelle (2016) avec le trafic ferroviaire actuel issu du screening CFF ;
- La deuxième considère l'horizon projeté (2030) avec le trafic ferroviaire de 2030 extrapolé selon une hypothèse basse ;
- La troisième considère l'horizon projeté (2030) avec le trafic ferroviaire de 2030 extrapolé selon une hypothèse haute.

Ainsi, les courbes de risque seront présentées par produit et par hypothèse, sans prendre en compte le risque induit par le gazoduc.

6.1 Situation actuelle

La figure suivante présente les courbes cumulatives de risques par substances tracées pour la situation actuelle, à savoir sans l'intégration du projet Champ-du-Château.

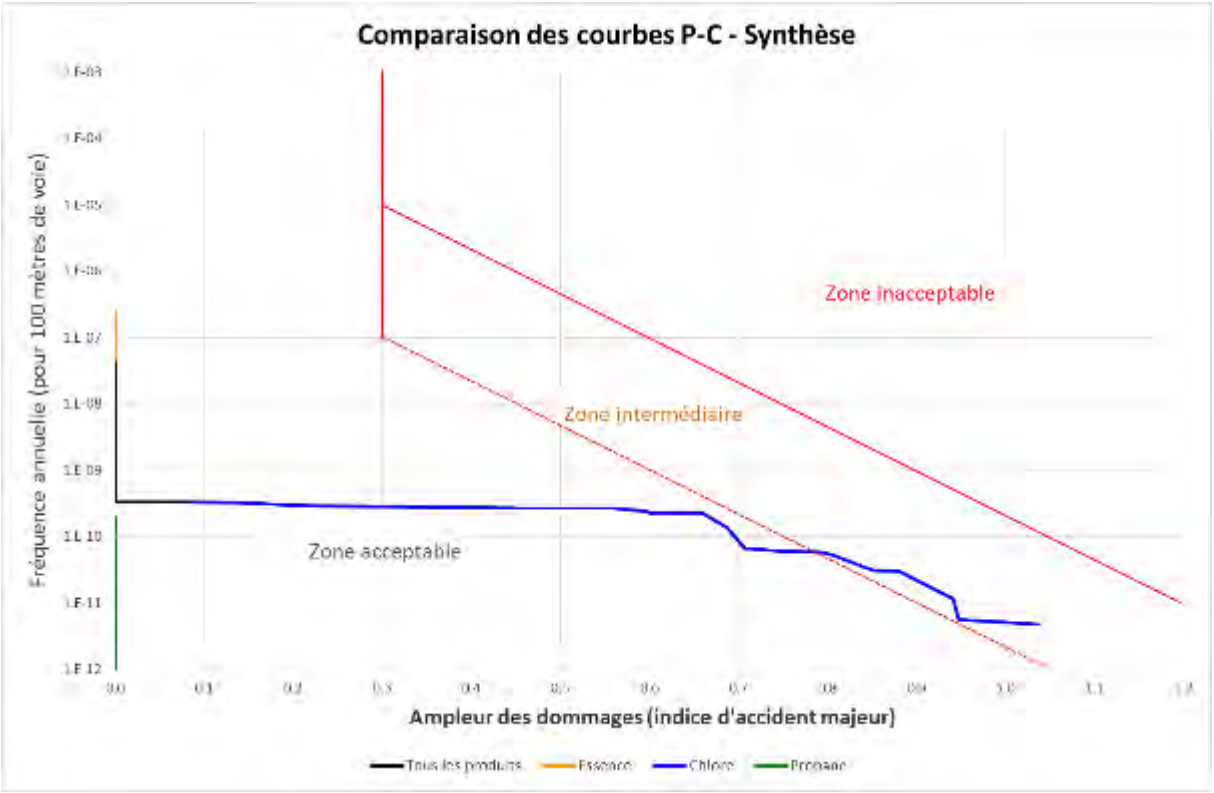


Figure 27. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse A – Sans Champ-du-Château

La courbe cumulative associée aux *scenarii* chlore se situe dans la zone intermédiaire d'acceptabilité au sens de l'OPAM. L'ensemble des courbes des *scenarii* de l'essence et du propane se situe en zone acceptable.

6.2 Situation projetée - À l'horizon 2030

6.2.1 Hypothèse de trafic basse à 2030

Les paragraphes suivants considèrent les calculs selon l'hypothèse de trafic basse en 2030.

6.2.1.1 Sans le projet Champ-du-Château

Le niveau de risque à l'horizon 2030, sans considérer le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic basse, est illustré par la figure suivante pour l'ensemble des substances.

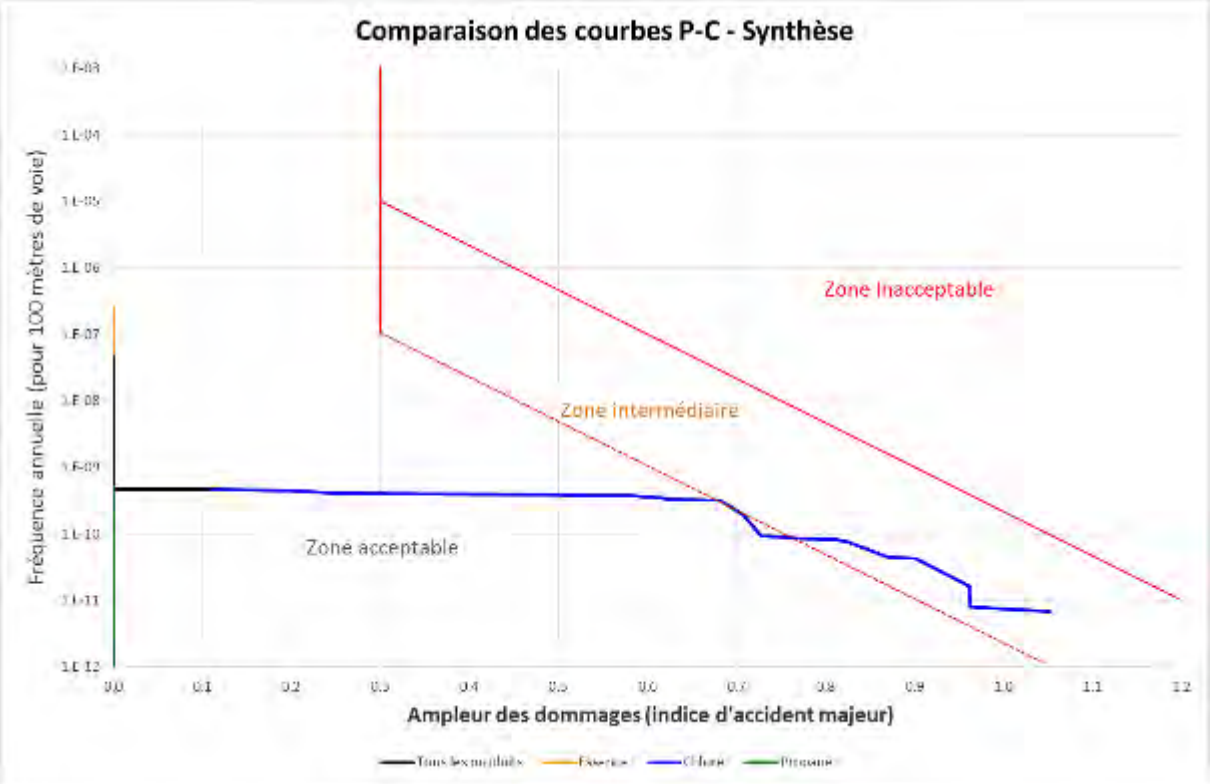


Figure 28. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Sans Champ-du-Château

La courbe cumulative associée aux *scenarii* chlore se situe dans la zone intermédiaire inférieure d'acceptabilité au sens de l'OPAM. L'ensemble des courbes des *scenarii* de l'essence et du propane se situe en zone acceptable.

6.2.1.2 Avec le projet Champ-du-Château

Le niveau de risque à l'horizon 2030, en intégrant le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic basse, est illustré par la figure suivante pour l'ensemble des substances.

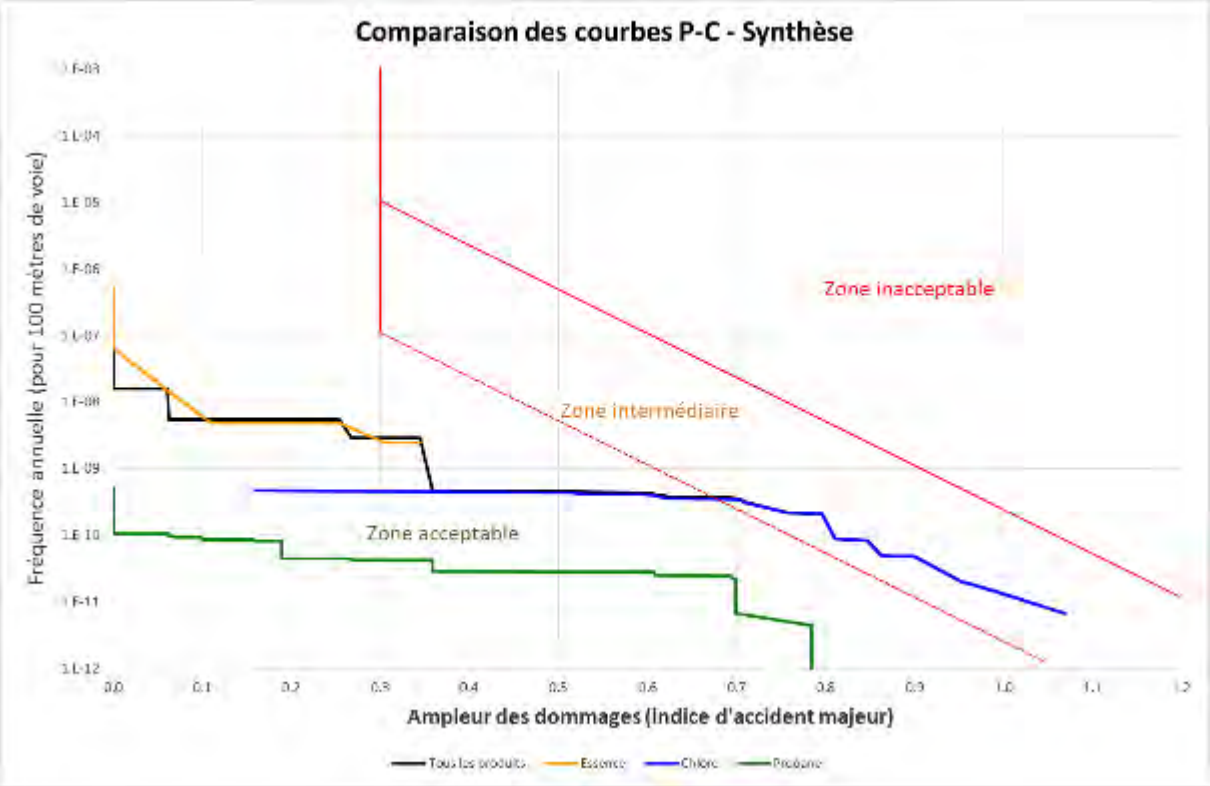


Figure 29. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Avec Champ-du-Château

Le niveau de risques induit par les voies CFF à l'horizon 2030 en intégrant le projet, et selon une hypothèse de trafic basse, se situe en zone intermédiaire inférieure selon les critères de l'OPAM.

La courbe cumulative associée aux *scenarii* chlore se situe dans la zone intermédiaire inférieure, tandis que l'ensemble des courbes des *scenarii* associés à l'essence et au propane se situe en zone acceptable.

6.2.1.3 Synthèse à l'horizon 2030 – Hypothèse de trafic basse

La figure suivante illustre le niveau de risque à l'horizon 2030, avec et sans le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic basse.

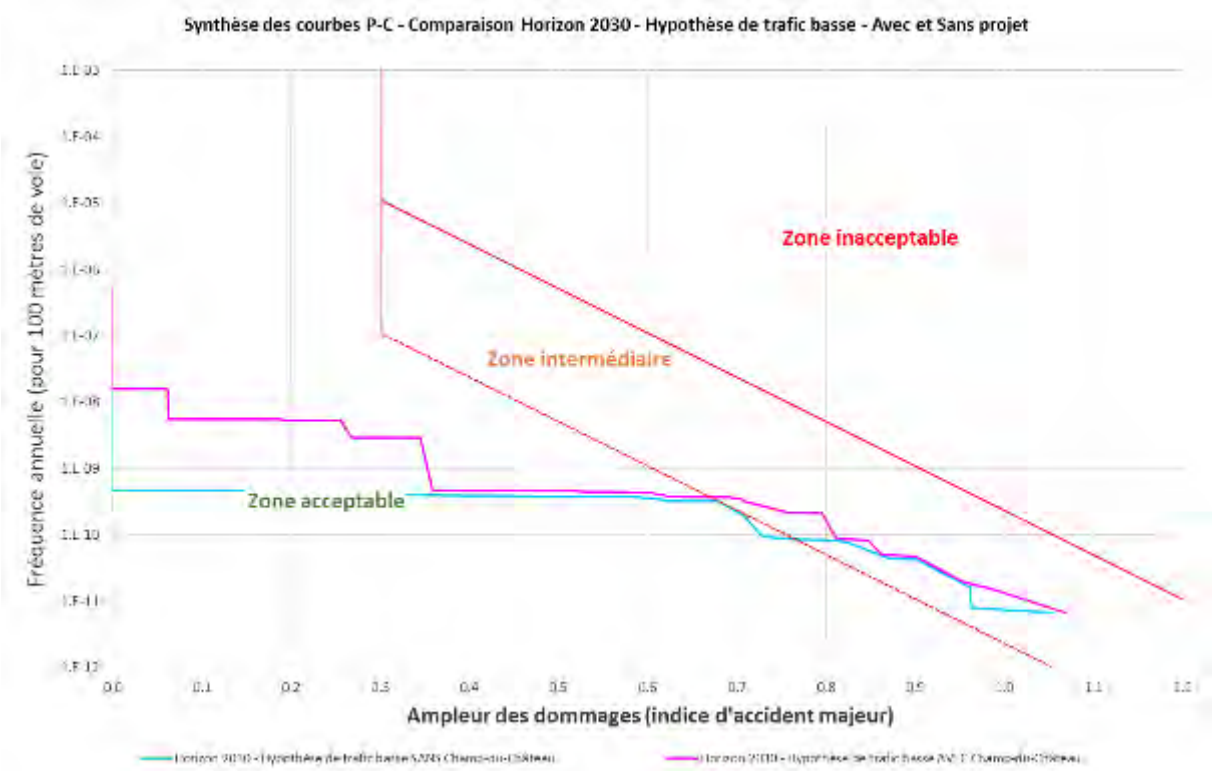


Figure 30. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse B – Avec / Sans Champ-du-Château

En considérant l'**hypothèse de trafic basse (B)**, la courbe globale se situe dans le domaine intermédiaire inférieur d'acceptabilité au sens de l'OPAM, avec ou sans considérer le projet Champ-du-Château.

Le produit engendrant un niveau de risque le plus important est le chlore, avec ou sans le projet Champ-du-Château. En effet, les effets du chlore présentent des distances d'effet significatives. Dans la configuration initiale, l'emprise importante du chlore occasionne un niveau de risque élevé, réduisant de ce fait l'influence relative du projet sur le niveau de risque global

6.2.2 Hypothèse de trafic haute à 2030

Les paragraphes suivants considèrent les calculs selon l'hypothèse de trafic haute en 2030.

6.2.2.1 Sans le projet Champ-du-Château

Le niveau de risque à l'horizon 2030, sans considérer le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic haute, est illustré par la figure suivante pour l'ensemble des substances.

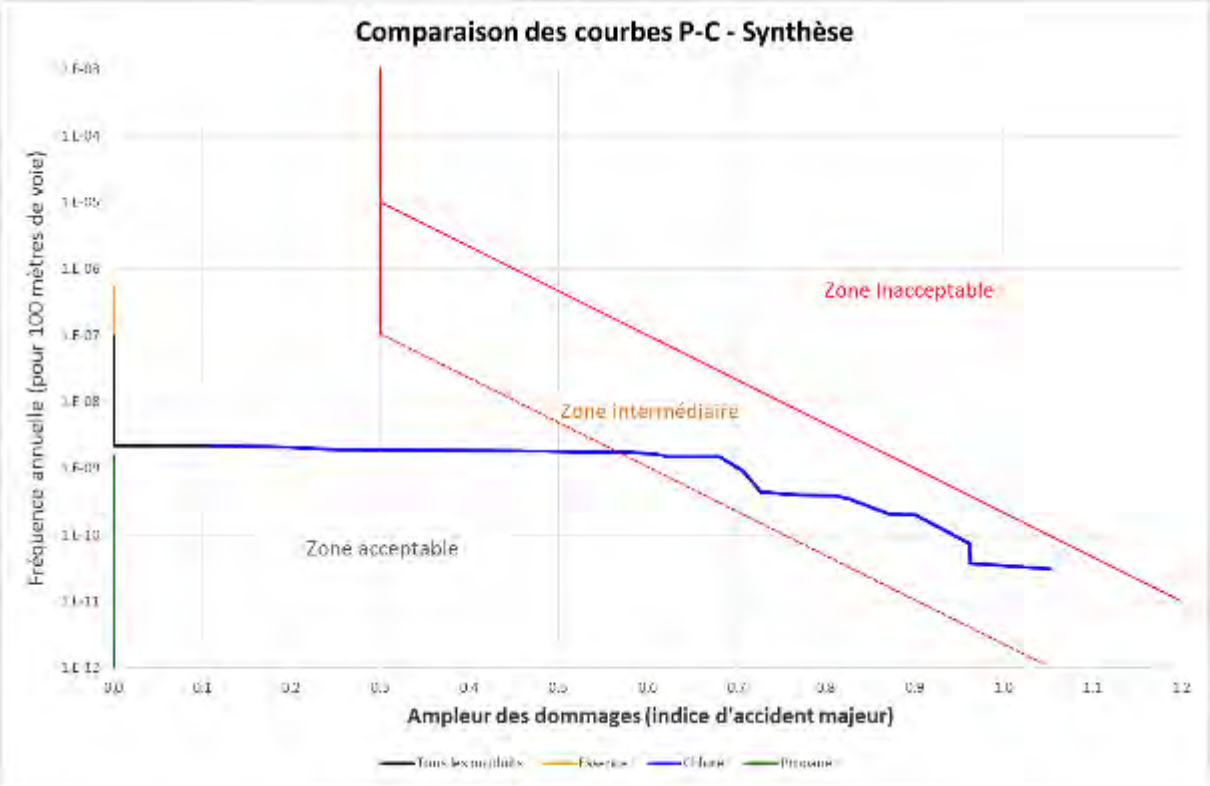


Figure 31. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Sans Champ-du-Château

La courbe cumulative associée aux *scenarii* chlore se situe dans la zone intermédiaire supérieure d'acceptabilité au sens de l'OPAM. L'ensemble des courbes des *scenarii* de l'essence et du propane se situe en zone acceptable.

6.2.2.2 Avec le projet Champ-du-Château

Le niveau de risque à l'horizon 2030, en intégrant le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic haute, est illustré par la figure suivante pour l'ensemble des substances.

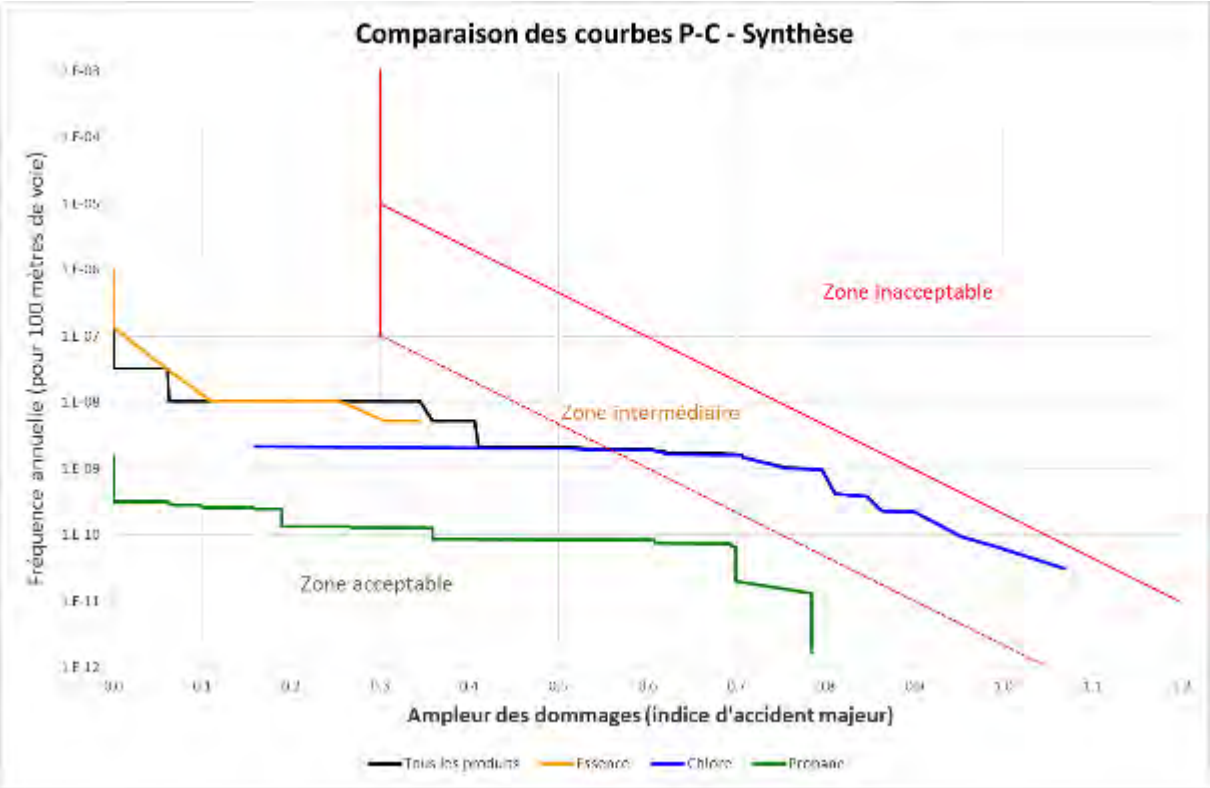


Figure 32. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Avec Champ-du-Château

Le niveau de risques induit par les voies CFF à l'horizon 2030 en intégrant le projet, et selon une hypothèse de trafic haute, se situe en zone intermédiaire supérieure selon les critères de l'OPAM.

La courbe cumulative associée aux *scenarii* chlore se situe dans la zone intermédiaire supérieure, tandis que l'ensemble des courbes des *scenarii* associés à l'essence et au propane se situe en zone acceptable.

6.2.2.3 Synthèse à l'horizon 2030 – Hypothèse de trafic haute

La figure suivante illustre le niveau de risque à l'horizon 2030, avec et sans le projet Champ-du-Château, et selon une hypothèse de trafic haute.

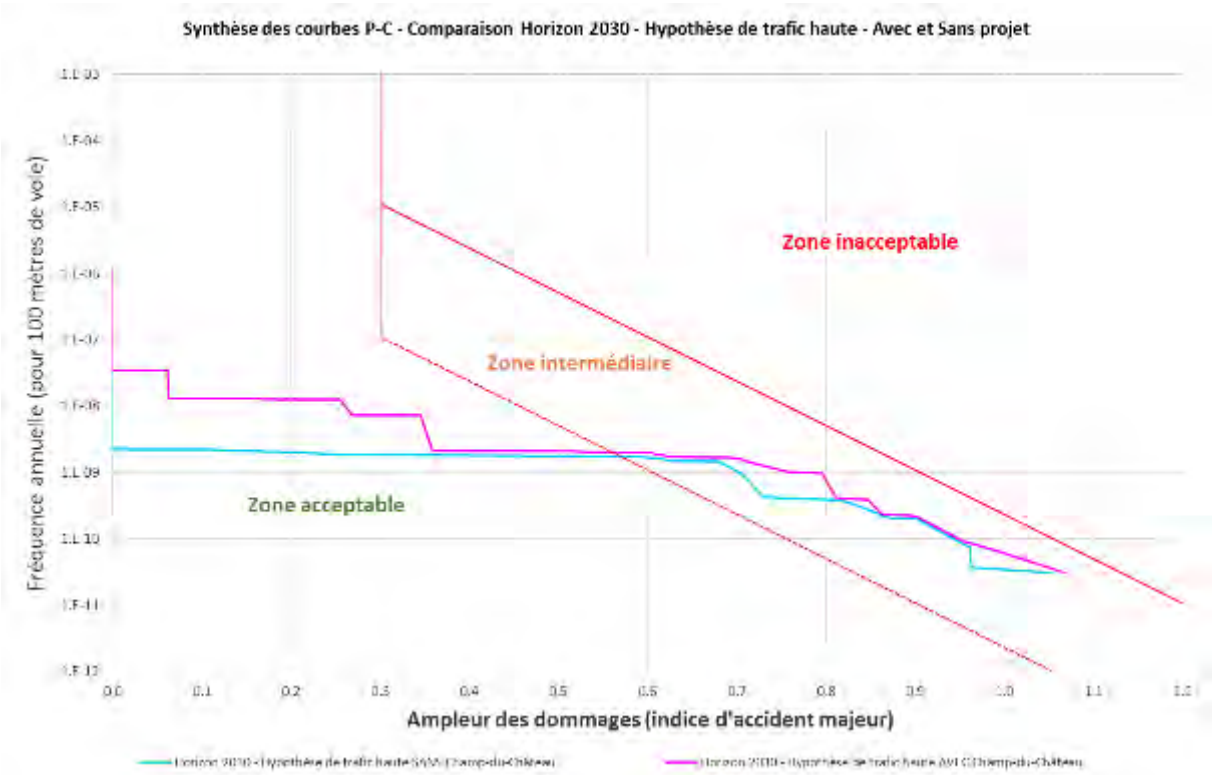


Figure 33. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF – Hypothèse C – Avec / Sans Champ-du-Château

Les courbes cumulatives, à l'horizon 2030 selon l'hypothèse de trafic haute, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM.

Cette superposition illustre le fait que l'intégration du projet Champ-du-Château a un impact sur le niveau de risque, qui reste cependant mesuré.

L'**hypothèse de trafic C** présentant le niveau de trafic le plus élevé a comme incidence de déplacer la courbe relative aux *scenarii* de propane en zone intermédiaire supérieure. Pour mémoire, les augmentations de trafic des hypothèses B et C par rapport à l'hypothèse A du trafic actuel sont illustrées par le

Tableau 49.

Tableau 49. Poids de l'évolution des hypothèses B et C par rapport au trafic actuel

Produit	Tonnage annuel selon l'hypothèse A	Tonnage annuel selon l'hypothèse B	Tonnage annuel selon l'hypothèse C
Essence	319 365	+7%	+125%
Propane	1 848	+171%	+712%
Chlore	19 671	+42%	+560%

On rappelle à ce stade que les résultats présentés sont majorants, compte tenus des nombreuses hypothèses retenues, notamment en ce qui concerne la modélisation des phénomènes accidentels.

7. Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques – Avec Gazoduc

Gaznat a réalisé une étude de risques sur le Gazoduc Suisse Romand GSR longeant le projet Champ-du-Château. Deux approches ont été envisagées dans l'étude menée par Gaznat :

- Une approche sans mesure de réduction des risques ;
- Une approche intégrant des mesures de réduction des risques (enfouissement, tubes épais, dalle béton, etc.).

L'approche retenue dans le cadre du projet Champ-du-Château est celle tenant compte des mesures de réduction des risques pour le gazoduc.

L'OPAM prévoit en principe d'évaluer le risque source de risques par source de risques, avant de comparer le niveau de risque avec les courbes d'acceptabilité. Sur la demande du SERMA, l'exercice a été néanmoins réalisé de sommer les risques provenant de deux sources de risques :

- Le Gazoduc Suisse Romand GSR ;
- Et les voies de chemin de fer CFF.

Ainsi, les parties 7.1, 7.2 et 7.3 présenteront les résultats tenant compte des risques induits par les voies CFF et les risques induits par le Gazoduc avec mesures de réduction des risques, selon les différents horizons d'analyse et hypothèses de trafic.

7.1. Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État actuel

La courbe obtenue à l'issue des calculs sans le projet Champ-du-Château et avec la présence du Gazoduc est illustrée par la Figure 34.

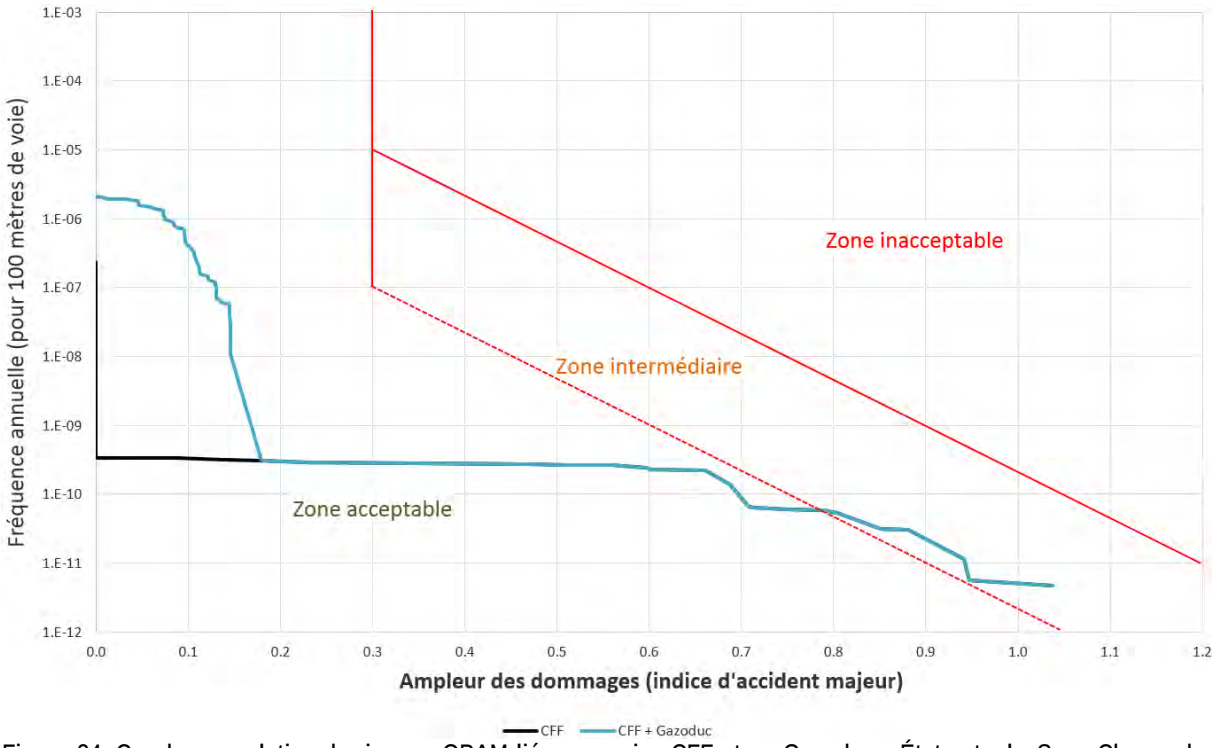


Figure 34. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État actuel - Sans Champ-du-Château

Dans l'état actuel, la prise en compte du gazoduc n'impacte la courbe P-C que dans la zone d'indice de gravité inférieur à 0,3.

La courbe obtenue avec prise en compte du projet Champ-du-Château et avec la présence du Gazoduc est illustrée par la Figure 35 (avec et sans mesures de réduction des risques).

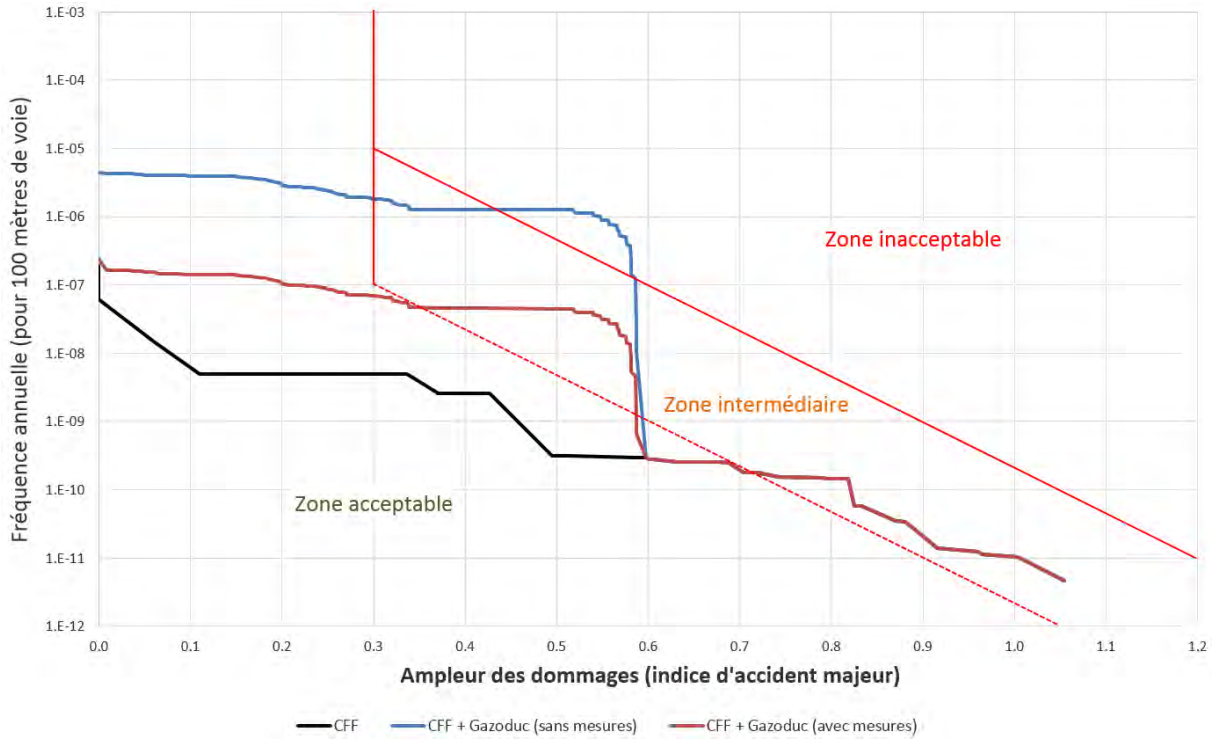


Figure 35. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État actuel - Avec Champ-du-Château

Avec les mesures de réduction des risques (plaques de protection, enfouissement et augmentation de l'épaisseur de la conduite), la courbe globale est maintenue en zone intermédiaire.

7.2. Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État projeté – Hypothèse basse

La courbe obtenue à l'issue des calculs sans le projet Champ-du-Château et avec la présence du gazoduc dans la situation projeté avec une hypothèse basse de trafic est illustrée par la Figure 37.

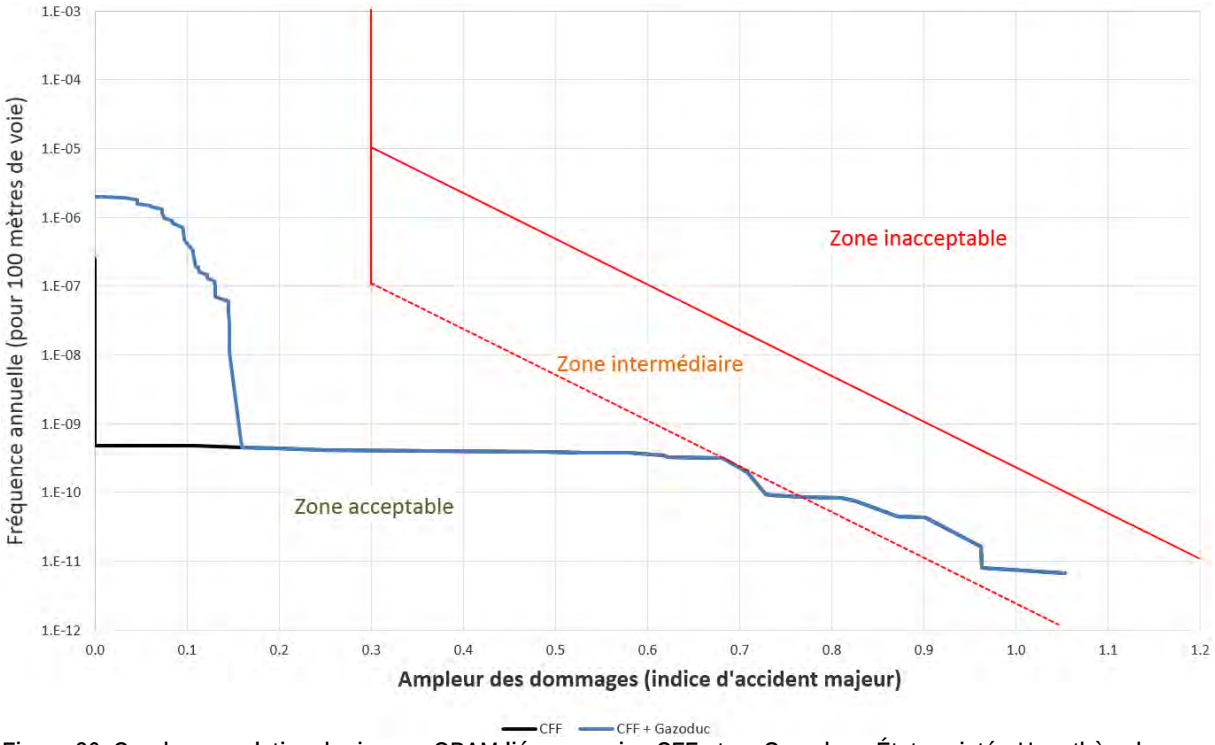


Figure 36. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État projeté - Hypothèse basse - Sans Champ-du-Château

La courbe obtenue à l'issue des calculs avec le projet Champ-du-Château et avec la présence du Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques est illustrée par la Figure 38.

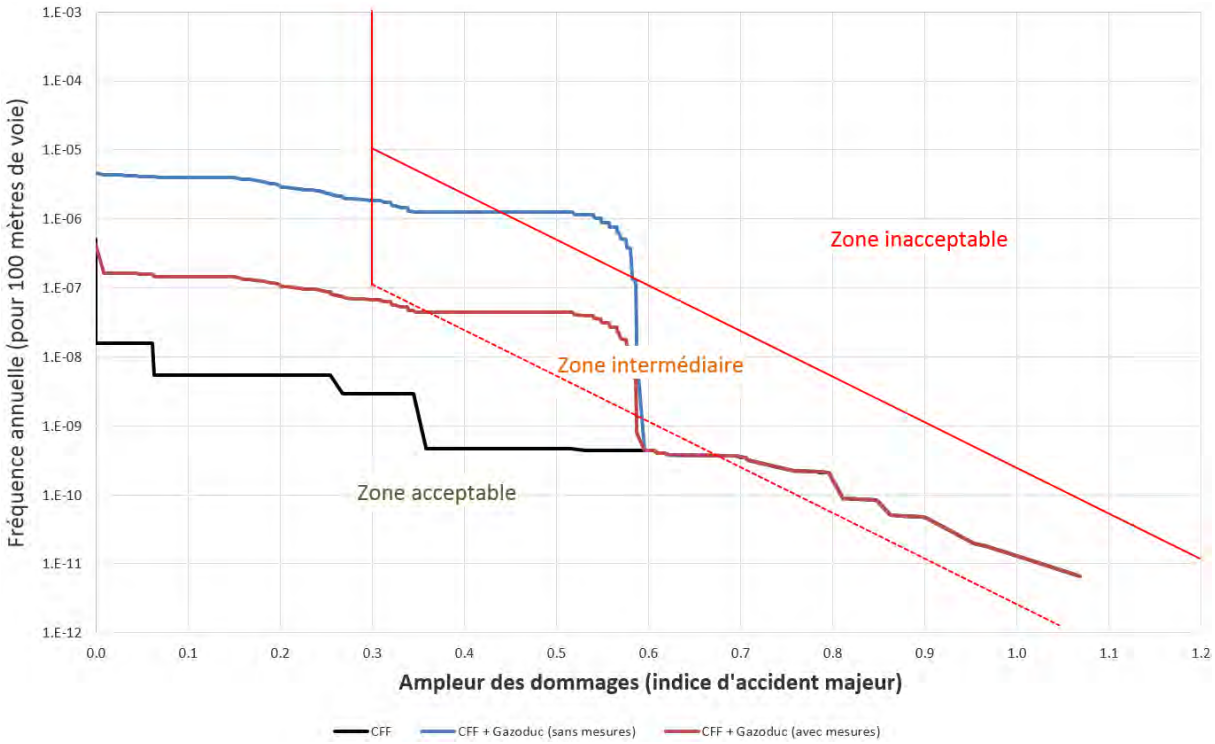


Figure 37. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État projeté - Hypothèse basse - Avec Champ-du-Château

Avec les mesures de réduction des risques (plaques de protection, enfouissement et augmentation de l'épaisseur de la conduite), la courbe globale est maintenue en zone intermédiaire pour la situation future et hypothèse basse de trafic CFF.

7.3. Résultats avec et sans le projet Champ-du-Château – État projeté – Hypothèse haute

La courbe obtenue à l'issue des calculs sans le projet Champ-du-Château et avec la présence du gazoduc dans la situation projeté avec une hypothèse haute de trafic est illustrée par la Figure 39.

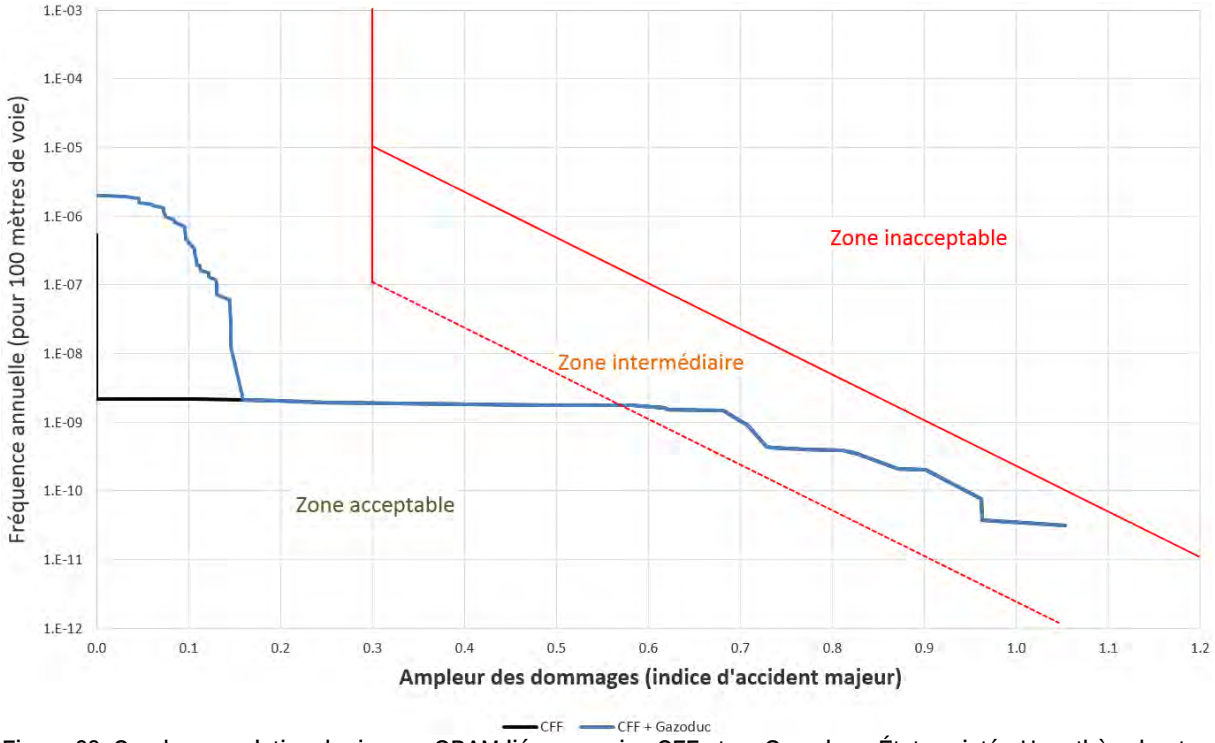


Figure 38. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc - État projeté - Hypothèse haute - Sans Champ-du-Château

La courbe obtenue à l'issue des calculs avec le projet Champ-du-Château et avec la présence du Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques est illustrée par la Figure 40.

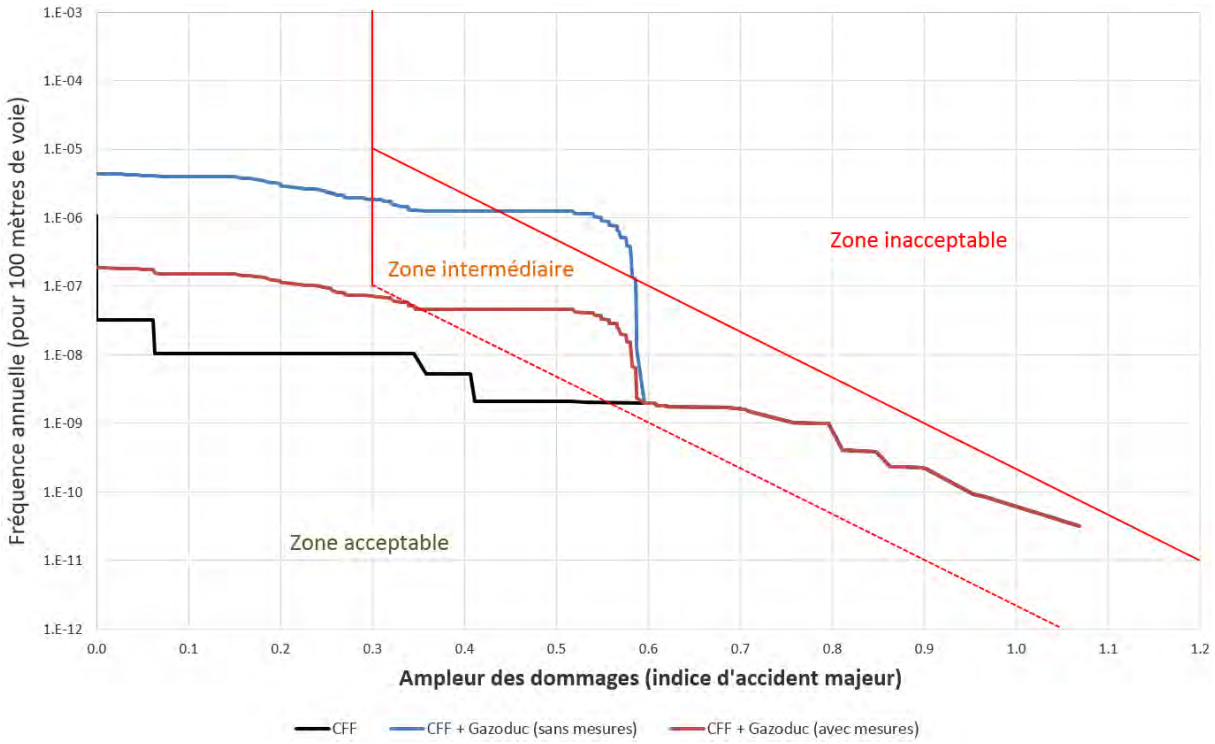


Figure 39. Courbe cumulative de risques OPAM liés aux voies CFF et au Gazoduc avec et sans mesures de réduction des risques - État projeté - Hypothèse haute - Avec Champ-du-Château

Avec les mesures de réduction des risques (plaques de protection, enfouissement et augmentation de l'épaisseur de la conduite), la courbe globale est maintenue en zone intermédiaire pour la situation future et hypothèse haute de trafic CFF.

8. Mesures de réduction des risques

Au regard des résultats de l'étude de risques détaillée, il apparaît que la substance représentative la plus critique est la substance chlore. En effet :

- En ce qui concerne l'essence, la distance entre les voies et le projet est suffisamment importante pour limiter fortement les risques ;
- En ce qui concerne le propane, le niveau de transit (même dans le cadre de l'hypothèse C) permet de limiter le niveau de risque de cette substance représentative.

Dès lors, les réflexions menées pour limiter les risques ont été orientées vis-à-vis des substances toxiques. Ainsi, ces mesures concernent principalement :

- La détection de cette substance ;
- La diffusion de consignes pour les habitants en cas d'événement ;
- L'étanchéité du bâtiment Ouest.

Ces points sont développés ci-après.

Mesures techniques :

Installer un système permettant de détecter la présence dans l'atmosphère de chlore ou de propane, d'alerter les populations et de confiner le bâtiment le plus rapidement possible :

- Installer des capteurs de chlore et des capteurs de propane le long de la voie ferrée (environ tous les 10 mètres) ;
- Installer un système de Gestion Technique Centralisée qui permet de créer des asservissements entre les systèmes de détection et les systèmes d'alerte et de gestion de la ventilation ;
- Installer des alarmes dans les appartements des bâtiments de logements.

Mesures organisationnelles :

Mettre en place un système d'alerte adapté en cas d'évènement :

- Si les capteurs détectent un dépassement de seuil de chlore, un signal coupe la ventilation mécanique et diffuse un message sonore invitant les habitants à se confiner. Les habitants devront colmater les ouvertures avec un scotch adapté afin de rendre le confinement optimum ;
- Si les capteurs détectent un dépassement de seuil autre que le chlore, un message sonore invite les habitants à évacuer les bâtiments ;
- Si les capteurs sont détruits (renversement d'un train) un signal coupe la ventilation et déclenche un message sonore invitant les habitants à se confiner.

Mesures structurelles :

L'annexe 1 présente les indications pour une étanchéité à l'air dans la construction neuve et la rénovation.

Concevoir un bâtiment étanche aéraulique contre les produits toxiques pour la barre Ouest :

- Les bâtiments devront présenter un taux de renouvellement d'air (volume renouvelé par heure sous une dépression de 50 Pa, dénommé n50, st) inférieur ou égal à 0,5 vol/h ;
- L'étanchéité du bâtiment fera l'objet d'un contrôle durant la construction par des tests de mesures afin de garantir cette valeur.

Finalité de ces mesures :

L'intégration de ces mesures de réduction des risques est de nature à réduire les risques, en particulier pour les *scenarii* chlore.

9. Conclusion

Les courbes "probabilités - conséquences" des risques CFF, sans prendre en compte le risque induit par le gazoduc, et selon les hypothèses de trafic A, B et C, atteignent la zone intermédiaire d'acceptabilité au sens de l'OPAM.

La présence du projet Champ-du-Château augmente légèrement le niveau de risque au sens de l'OPAM.

L'analyse des résultats permet de conclure que les niveaux de risques calculés pour les voies CFF, à l'horizon 2030, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans la zone intermédiaire au sens de l'OPAM. L'intégration du projet Champ-du-Château présente un impact mesuré sur le niveau de risque. **Néanmoins, on relèvera que le niveau de risques évalué sur la base du présent projet est inférieur à celui estimé dans la précédente étude (17 octobre 2014, rapport 7293.29-RN005a).**

Une telle situation doit normalement faire l'objet d'une pesée des intérêts. Dans cette pesée des intérêts, la prise en compte de nombreuses hypothèses majorantes dans les calculs de gravité doit être intégrée à la réflexion, notamment :

- Parmi les hypothèses relatives au projet Champ-du-Château, c'est l'hypothèse de densification maximale qui a été retenue ;
- Parmi les hypothèses de protection des personnes dans les bâtiments, les pourcentages de protections les plus faibles ont été retenus (lorsque plusieurs sources fournissaient des hypothèses différentes) ;
- Dans l'ensemble des modélisations réalisées, les conditions majorantes (pour un jeu de conditions représentatives) ont été systématiquement considérées) ;
- La nappe formant le nuage inflammable (Flash-Fire) est supposée être la même en cas de fuite continue ou de déversement brutal ;
- En cas de formation de nuage inflammable, il a été considéré que le phénomène était dans 100% des cas un Flash-Fire (conséquences majorantes par rapport à un VCE) ;
- Pour l'accident "feu torche horizontal" seuls les scénarios en direction du projet Champ-du-Château ont été pris en compte.

Il est également rappelé que la mise en œuvre des mesures de réduction des risques présentées préalablement permettra de réduire le niveau de risques global.

Annexe

exenco Sàrl
www.exenco.ch

14 chemin Pré-Fleuri 1228 Plan-les-Ouates 022/734.09.32

Indications pour une étanchéité à l'air dans la construction neuve et la rénovation.

Ce document résume les enjeux de l'étanchéité à l'air dans les rénovations et les constructions neuves pour tous types de bâtiments, administratifs, industriels et résidentiels.

L'étanchéité à l'air est mesurée sur une surface délimitant une zone définie selon l'usage et les directives applicables.

Les labels tels que Minergie-P et Passivhaus imposent un niveau de fuite maximum. Il faut donc, dès la conception, être attentifs aux éléments de façade ainsi que sensibiliser les corps de métier concernés.

Contenu

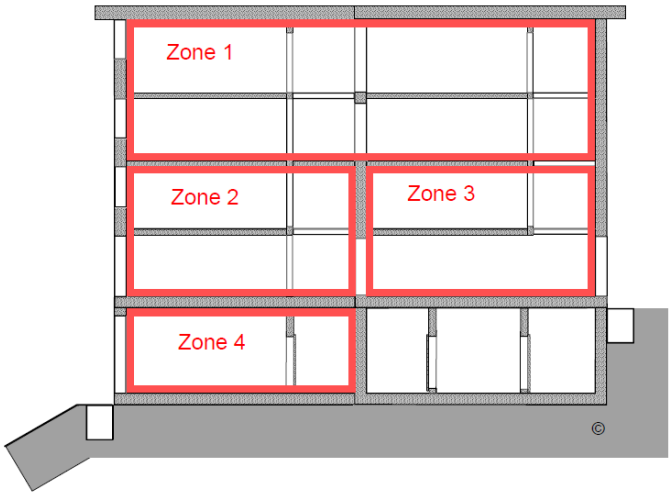
1. Notion d'étanchéité à l'air 2
2. La mesure 4
3. Les exigences 5
4. Éléments de façade 6

1. Notion d'étanchéité à l'air

Les performances des constructions selon les labels énergétiques font appel à un bâtiment construit selon un niveau d'exigence et une utilisation appropriée. L'importance des défauts est d'autant plus grande pour ce type de bâtiment, la mesure de l'étanchéité à l'air permet de valider certains aspects de la construction.

L'étanchéité à l'air est par ailleurs un critère important pour l'ensemble des éléments à risque suivants :

- Polluants/odeur (de l'extérieur)
- Nuisances sonores (joints de fenêtres)
- Courants d'air
- Température ambiante trop basse
- Dégâts à l'ouvrage (condensation)
- Ventilation (dysfonctionnement)
- Pertes d'énergie (par exfiltration)
-



Graphique 3
Dans les immeubles collectifs, chaque appartement doit présenter une étanchéité à l'air relativement aux autres appartements! Conséquence: Chaque appartement constitue une zone de mesure séparée et doit être mesuré et évalué pour lui-même.

Source : Instructions de mesurage Édition mars 2011 – Minergie

Exemple de surface dans un logement collectif, le périmètre de l'appartement est déterminant

La zone à mesurer peut être considérée selon différentes approches. Bien que définie dans les directives, la réalisation d'un concept de mesure permet de valider les surfaces critiques avant la réalisation des travaux de finition.

Ainsi il est possible de mesurer par exemple des bâtiments industriels par une simple mesure ou les différentes arcades commerciales séparément.

Dans le cas d'immeuble, les directives autorisent un échantillonnage. Il est donc superflu de mesurer tous les appartements. Le type de construction étant identique une mesure de 10 à 20% des appartements peut être considéré comme représentative.

Figure 4 : Identification des différents types d'appartements bâtiment 8 allées, moitié nord-ouest

2. La mesure

La mesure d'étanchéité à l'air est possible dès que l'enveloppe, c'est-à-dire toutes les surfaces délimitant la zone à mesurer vers les zones attenante sont terminées. Ainsi la mesure pourra se faire pendant ou après les travaux de finition. Ceux-ci influencent faiblement le résultat, toutefois ils rendent la recherche de fuite et les travaux de corrections plus compliqués.
Nous favorisons donc une mesure avant les travaux de finition. Dès que la mesure de certification est faite, plus aucun passage à travers l'enveloppe ne doit être réalisé.

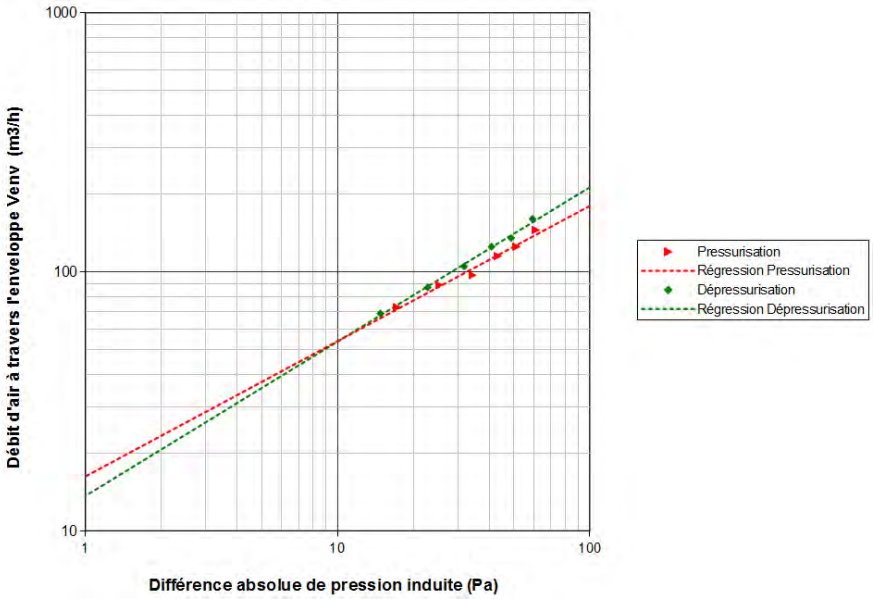
L'équipement se compose de :

- un ou plusieurs ventilateurs calibrés avec plusieurs calibres adaptés aux volumes à mesurer.
- une ou plusieurs portes souples pouvant s'ajuster temporairement aux cadres en place et permettant le maintien du ventilateur.
- Une jauge de mesure, cette unité permet le contrôle du ventilateur et fournit les débits de fuite.

La mesure se décompose en 2 situations :

- la surpression : le volume « gonflé » tel un ballon ce qui aura pour effet de plaquer les fenêtres à battant ainsi que les pars-vapeurs en toiture. Les résultats obtenus dans ce cas de figure sont en règle générale meilleurs.

- la dépression : le volume est « vidé » de son air. Les mouvements d'air et les fuites ponctuelles se ressentent sans outils de visualisation.



Droites de mesure, représentant les points de mesure à différentes pressions selon les 2 états.

3. Les exigences

Le système de mesure permet d'obtenir un débit de fuite à différentes pressions, cette relation non linéaire est utilisée pour obtenir un débit de fuite à 50Pa. (V_{50})

En tenant compte de la taille de l'enveloppe, il en résulte la **perméabilité à l'air** à 50 Pa, **q_{50}**, exprimé en [m3/h/m2]

$$q_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_E} \left[\frac{m^3}{h * m^2}\right]$$

V_{50} : Débit à 50 Pa calculé selon régression par moindres carrés en [m^3/h]

A_E : Aire de l'enveloppe intérieure de la zone mesurée [m^2]

En tenant compte du volume intérieur, il en résulte le **taux de renouvellement d'air** à 50Pa, **n_{50}**, exprimé en [1/h].

$$n_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{V_T} = \frac{A_E}{V_T} * q_{50} \left[\frac{1}{h}\right]$$

Pour Minergie le taux de renouvellement est standardisé selon un facteur de forme constant. Il se calcule comme suit :

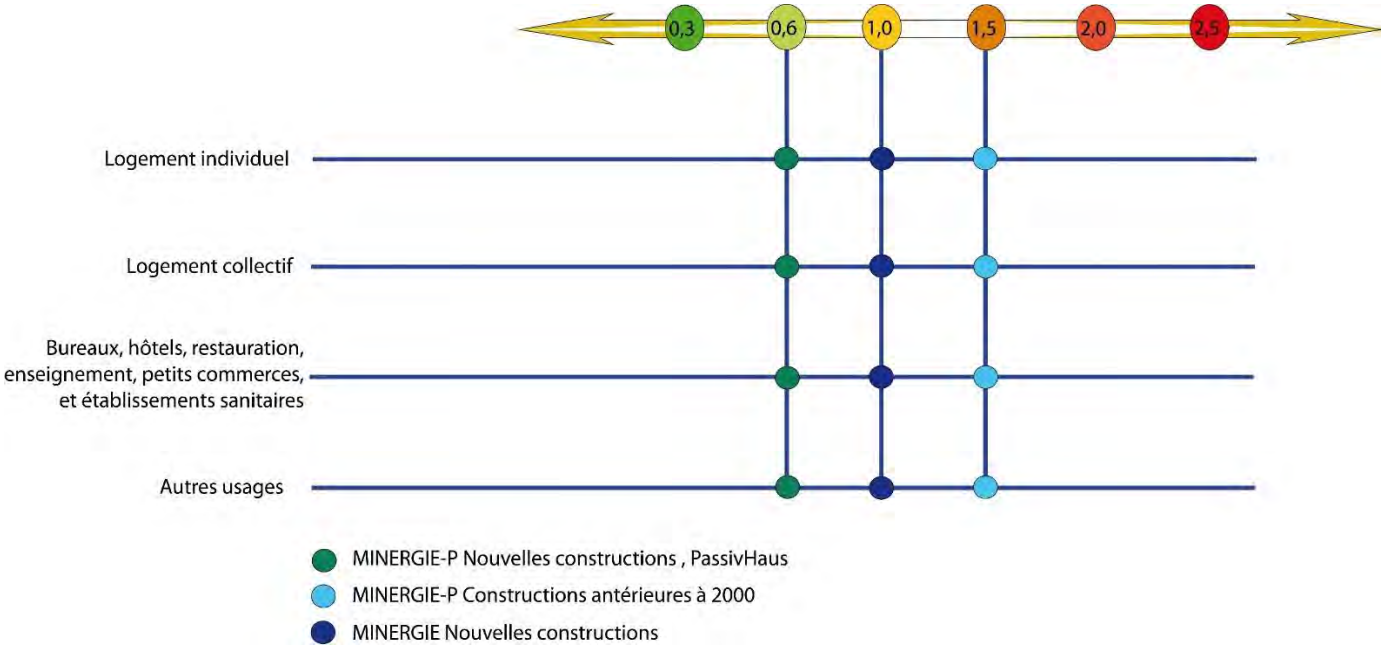
$$n_{50,st} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_E} * 0.8 \left[\frac{1}{h}\right]$$

V50Pa : Débit à 50 Pa calculé selon régression des points de mesure par moindres carrés en [m^3/h]

A_E : Aire de l'enveloppe intérieure de la zone mesurée [m^2]

0.8 : Facteur de forme standardisé (A_E / V_T = 0.8)

Valeurs usuelles du taux de renouvellement d'air – $n_{50.st}$



Pour plus de détails, se référer à la norme EN13829

4. Éléments de façade

L'étanchéité à l'air touche l'enveloppe d'une zone. Soit les surfaces latérales, ainsi que le plafond et le sol. Les éléments de constructions telles que fenêtre et portes ont une importance non négligeable.

La performance d'un ouvrant, porte ou fenêtre est garantie par les joints. Ceux-ci fonctionneront sur un cadre monté sans vrillage et avec un réglage soigné.

Ci-contre une porte non étanche par manque de réglage.

Fuite entre la structure et la fenêtre. Lors de la mise en place des vitres, veiller à plaquer le verre aux joints pour obtenir l'étanchéité.

Joint de porte non fonctionnel. Attention aux réglages.

Annexe 5.10.4.4:

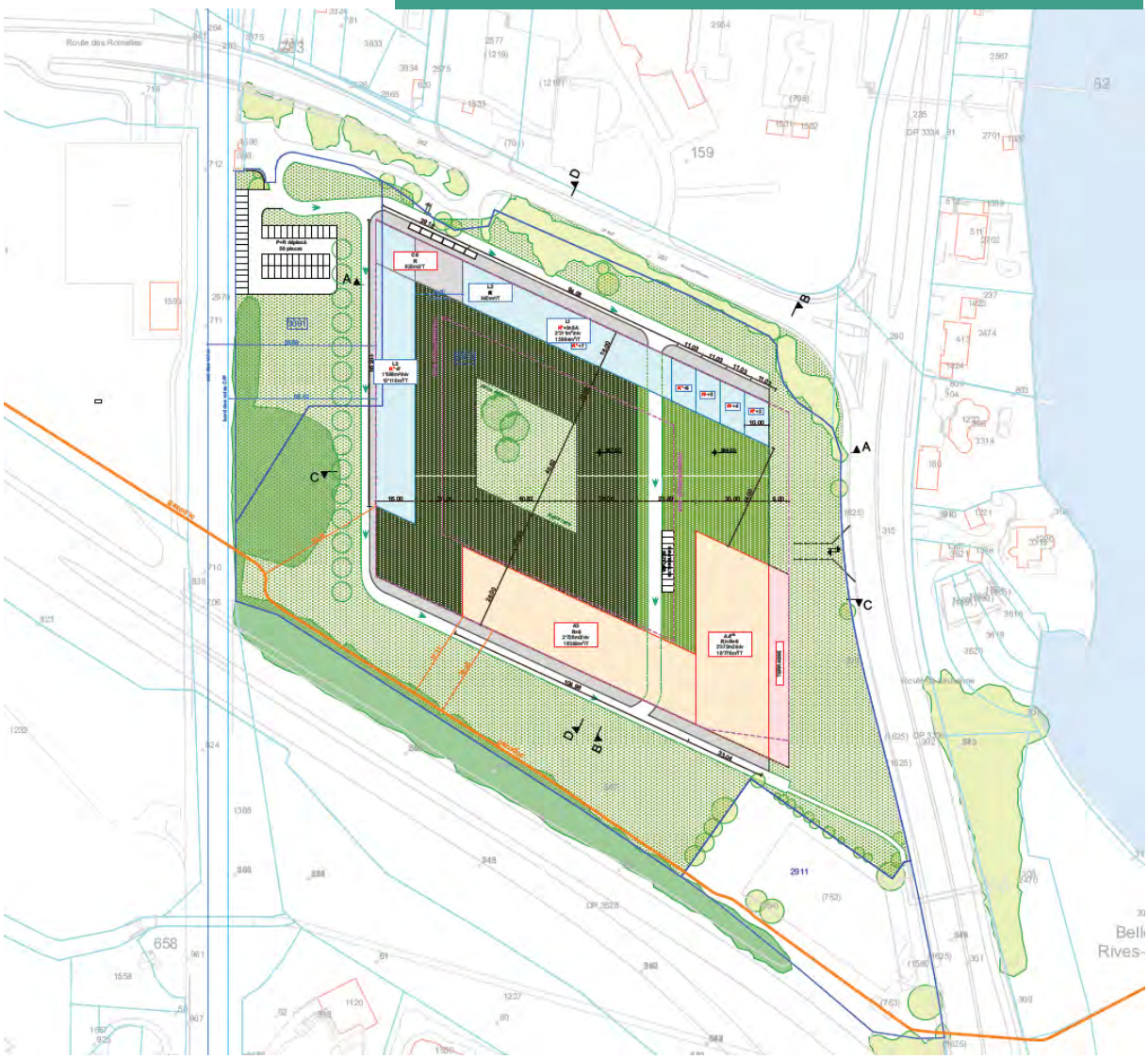
Mise à jour de l'étude de risque détaillée OPAM – Autoroute A1 (BG Ingénieurs Conseils, avril 2016)

7293.51-RN001/Def/Baly
28 avril 2016

Construction Perret SA

PLQ CHAMP-DU-CHÂTEAU

MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES DÉTAILLÉE OPAM - AUTOROUTE A1



BG Ingénieurs Conseils SA
Avenue de Cour 61 - Case postale 241 - CH-1001 Lausanne
T +41 58 424 11 11 **– F** +41 58 424 11 22 **–** lausanne@bg-21.com **–** www.bg-21.com
CHE-116.329.587 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS

PLQ CHAMP-DU-CHÂTEAU

MISE À JOUR DE L'ÉTUDE DE RISQUES DÉTAILLÉE OPAM - AUTOROUTE A1

VERSION	- a b
DOCUMENT	7293.51-RN001/Def/Baly
DATE	28 avril 2016
ELABORATION	Antoine BAILLY
VISA	Raphaël DEFERT
COLLABORATION	Stéphanie PATAUD Benjamin ARTERO GAL-LARDO
DISTRIBUTION	Construction Perret SA (1 ex.) BG (1 ex.)

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1.	**Introduction**	**8**
1.1	Contexte – Présentation	8
1.2	Objet de l'étude de risque détaillée	9
2.	**Présentation du tronçon d'autoroute étudié**	**10**
2.1	Tronçon étudié	10
2.2	Topographie des lieux	11
3.	**Données d'entrée et hypothèses retenues**	**13**
3.1	Densités de population du projet	13
3.2	Données de trafic	14
3.2.1	Produits représentatifs	14
3.2.2	Volume et composition du trafic	15
3.3	Prise en compte de la rose des vents	17
3.4	Localisation de l'accident retenu	20
4.	**Détermination des évènements élémentaires et calculs de fréquence**	**21**
4.1	Scenarii d'occupation	21
4.2	Description des accidents et des sous-scénarios	22
4.3	Détermination des taux de perte de chaque produit représentatif	25
4.4	Arbre des évènements et fréquences d'accident globale	25
4.4.1	Arbre des évènements liés à l'essence et probabilités conditionnelles	25
4.4.2	Arbre des évènements liés au propane et probabilités conditionnelles	28
4.4.3	Arbre des évènements liés à l'ammoniac et probabilités conditionnelles	32
5.	**Détermination de la gravité des évènements**	**34**
5.1	Hypothèses pour le calcul de la gravité des scenarii	34
5.1.1	Les hypothèses concernant les seuils d'effets létaux	34
5.1.2	Hypothèses de prise en compte des conditions atmosphériques	36
5.1.3	Hypothèse de protection des bâtiments	37
5.1.4	Hypothèse sur l'évacuation des personnes	38
5.2	Densités de population et emploi	39
5.2.1	Taux de présence	39

5.2.2	Personnes présentes sur l'autoroute	39
5.2.3	Projet Champ-du-Château (Horizon 2030)	43
5.2.4	Densité de population et d'emploi (Horizon 2030)	45
5.3	Calculs de la gravité des scénarios	45
5.3.1	Scénarios associés à l'essence	45
5.3.2	Scénarios associés au propane	49
5.3.3	Scénarios associés à l'ammoniac	57
6.	**Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques**	**61**
7.	**Conclusion**	**65**

Table des Figures

Figure 1. Positionnement du projet Champ-du-Château vis-à-vis des différentes sources de risques OPAM 8
Figure 2. Tronçon étudié de l'Autoroute A1 10
Figure 3. Topographie de l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château (partie Ouest) 11
Figure 4. Topographie de l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château (partie Est) 12
Figure 5. Détail du projet Champ-du-Château 13
Figure 6 : Volume de trafic à l'horizon 2016 (Source : étude CITEC) 15
Figure 7. Rose des vents de la station météorologique Genève-Cointrin 17
Figure 8. Orientation des vents au niveau de la parcelle de Champ-du-Château 19
Figure 9. Localisation de la position d'accident retenue 20
Figure 10. Arbres des évènements - substances associées à l'essence 27
Figure 11. Arbres des évènements - substances associées au propane 31
Figure 12. Arbres des évènements - substances associées à l'ammoniac 33
Figure 13. Seuils et zones d'effets létaux 34
Figure 14. Détail du projet Champ-du-Château 43
Figure 15. Courbes cumulatives de risques OPAM liés à l'Autoroute A1, par famille de scénarios 62
Figure 16. Courbes cumulatives de risques OPAM liés à l'Autoroute A1, par produit 63
Figure 17. Courbes cumulatives de risques liés à l'Autoroute A1, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château 64

Liste des Tableaux

Tableau 1. Affectations et occupation des bâtiments du projet 14
Tableau 2. Hypothèses de trafic considérées 16
Tableau 3. Composition du trafic TMD (valeurs par défaut du screening) 16
Tableau 4. Répartition des vents au niveau de la station météorologique de Genève-Cointrin 18
Tableau 5. Scénarios d'occupation 21
Tableau 6. Description des accidents et des scénarios étudiés 24
Tableau 7. Calculs de fréquences 25
Tableau 8. Probabilités conditionnelles des scénarios liés à l'essence 26
Tableau 9. Probabilités conditionnelles des scénarios liés au propane 29
Tableau 10. Probabilités conditionnelles des scénarios liés à l'ammoniac 32
Tableau 11. Seuils des effets thermiques du BLEVE 34
Tableau 12. Seuils des effets thermiques du feu torche et du feu de nappe 35
Tableau 13. Seuils des effets de surpression de l'UVCE 35
Tableau 14. Seuils des effets toxiques de l'ammoniac 36
Tableau 15. Scénarios sensiblement impactés par les conditions atmosphériques 36
Tableau 16. Classes de stabilité atmosphérique 37
Tableau 17. Taux de protection des bâtiments (%) 38
Tableau 18. Délais entre accident et scénarios 40
Tableau 19. Calcul de bouchon par type de cinétique de scénario 41
Tableau 20. Nombre de personnes par mètre linéaire, selon le trafic horaire 42
Tableau 21. Affectations et occupation des bâtiments du projet 44
Tableau 22. Distances d'effet maximales du Flash-Fire (essence) 46

Tableau 23. Gravité du scénario de Flash-Fire essence - Fuite continue 47
Tableau 24. Gravité du scénario sur l'autoroute – Flash-Fire essence 47
Tableau 25. Distances aux seuils des effets létaux du feu de nappe 47
Tableau 26. Gravité du scénario de Feu de nappe essence 48
Tableau 27. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets immédiats (t_0+20s) 48
Tableau 28. Gravité du scénario de feu de nappe 49
Tableau 29. Distances aux seuils des effets létaux du BLEVE 50
Tableau 30. Gravité du scénario de BLEVE pour les populations riveraines 50
Tableau 31. Gravité du scénario sur l'autoroute – BLEVE 50
Tableau 32. Distances d'effet maximales du Flash-Fire (propane) 51
Tableau 33. Gravité du scénario de Flash-Fire propane - Fuite continue 52
Tableau 34. Gravité du scénario sur l'autoroute de Flash-Fire propane - Fuite continue 52
Tableau 35. Gravité du scénario de Flash-Fire propane - Rupture totale 53
Tableau 36. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche horizontal 54
Tableau 37. Gravité du scénario de feu torche horizontal 54
Tableau 38. Gravité du scénario sur l'autoroute de feu torche horizontal 55
Tableau 39. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche (vertical) 55
Tableau 40. Gravité du scénario de feu torche vertical 56
Tableau 41. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets retardés (t0+60s) 56
Tableau 42. Gravité du scénario de feu torche vertical 57
Tableau 43. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets toxiques (t0+500s) 58
Tableau 44. Seuils des effets létaux - Fuite continue d'ammoniac 58
Tableau 45. Gravité du scénario de fuite continue d'ammoniac 59
Tableau 46. Gravité du scénario sur l'autoroute – Fuite continue d'ammoniac 59
Tableau 47. Seuils des effets létaux – Rupture totale d'ammoniac 59
Tableau 48. Gravité du scénario de rupture totale d'ammoniac 60
Tableau 49. Gravité du scénario sur l'autoroute – Rupture totale d'ammoniac 60

Documents réglementaires de référence

OPAM, documents généraux

[1] Loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) 814.01 du 7 octobre 1983

[2] Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs (OPAM) 814.012 du 27 février 1991

[3] Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM), OFEV, mise à jour 2008

[4] Directive "Critères d'appréciation I pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, 1996

[5] Directive "Critères d'appréciation II pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, août 2001

[6] Guide de planification : Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, ARE/OFEV/OFT/OFEN/OFROU, octobre 2013

[7] Explications relatives au "Rapport-cadre de l'estimation de l'ampleur des dommages et de l'étude de risques standardisées", Sécurité des installations de gaz à haute pression, Révision 2010

[8] Document scientifique, screening des risques du rail pour la population, version finale août 2008, traduction OFT, mars 2009, OFEV-OFT

Transport de marchandises dangereuses par route

[9] Logiciel "Screening des routes de grand transit", version 1.0

[10] Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, Manuel du logiciel "Screening des routes de grand transit", version 1.0, 12 avril 2011

[11] Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, Rapport sur la méthode du screening, 1er avril 2011

1. Introduction

1.1 Contexte – Présentation

Dans le cadre du projet Champ-du-Château, un complexe regroupant des commerces, des logements, ainsi que des bureaux est actuellement à l'étude sur le territoire de la commune de Bellevue. Ce projet immobilier est soumis aux problématiques de l'Ordonnance sur la Protection Contre les Accidents Majeurs (OPAM) de par sa proximité immédiate avec plusieurs sources de risques, notamment :

- Le Gazoduc Suisse Romand GSR (tronçon G500 Vengeron-Vernier) ;
- La ligne CFF Genève – Lausanne, utilisée pour le Transport de Marchandises Dangereuses (TMD) ferroviaire ;
- L'Autoroute A1 et la Route de Lausanne utilisées pour le Transport de Marchandises Dangereuses par voies routières.

La figure suivante illustre l'implantation du projet vis-à-vis de ces sources de risques OPAM.

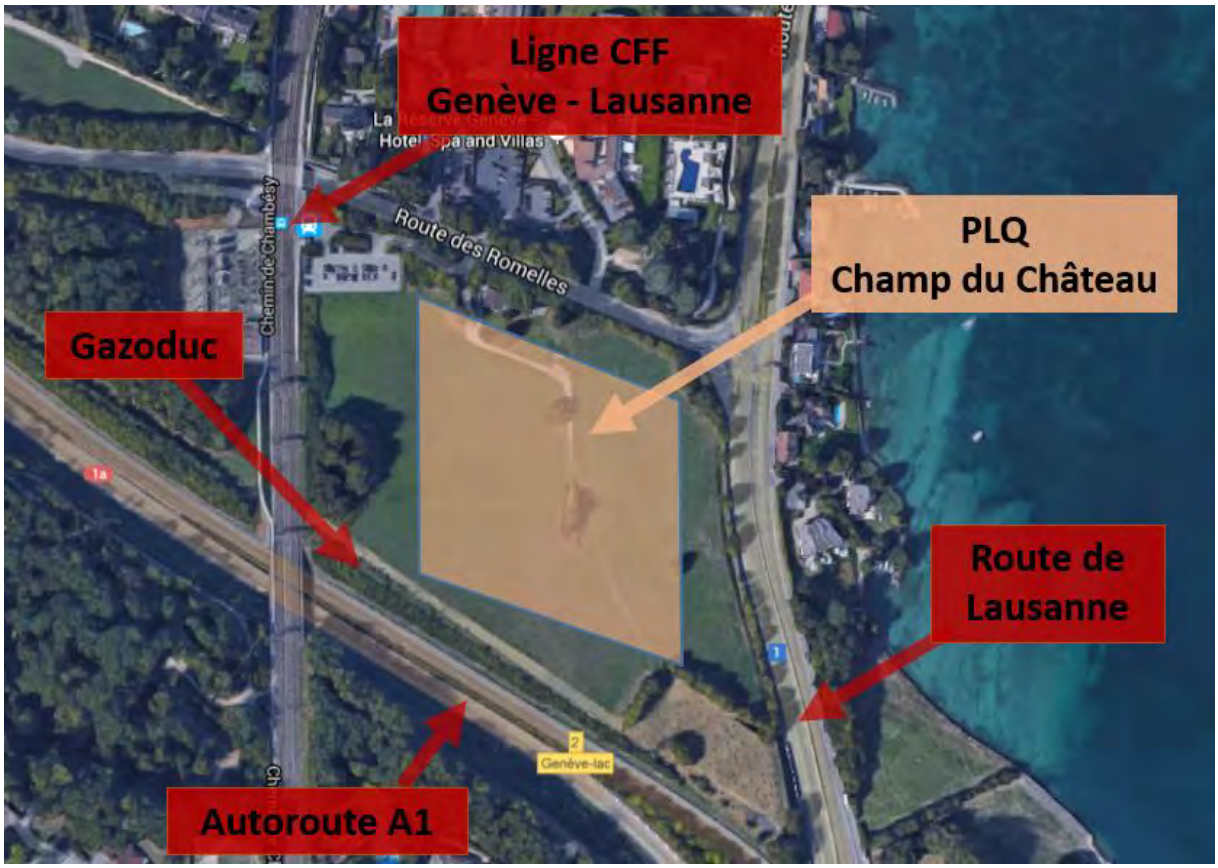


Figure 1. Positionnement du projet Champ-du-Château vis-à-vis des différentes sources de risques OPAM

De précédentes évaluations des risques OPAM ont été élaborées par BG Ingénieurs Conseils (ci-après nommé BG) en 2013-2014, pour chacune des sources de risques précitées. Ainsi les niveaux de risque de la ligne CFF Genève – Lausanne, de l'Autoroute A1 et de la Route de Lausanne ont dans un premier temps été évalués par l'intermédiaire d'études screening. Les courbes Probabilité – Conséquence (P-C) obtenues étant situées dans le domaine intermédiaire d'acceptabilité, l'autorité compétente a demandé la réalisation d'études de risques détaillées pour la ligne CFF Genève – Lausanne et l'Autoroute A1. Concernant l'évaluation des risques liés au gazoduc, BG a réalisé les premières études OPAM qui ont ensuite été reprises par la société Swissplan.

Depuis la réalisation de ces études, le projet Champ-du-Château a subi des évolutions concernant l'implantation des bâtiments, les affectations et les densités de population. Ces modifications de projet nécessitent la mise à jour des études de risques détaillées CFF et autoroute A1.

Le présent rapport d'étude OPAM constitue ainsi l'évaluation de risques détaillée de l'Autoroute A1 qui longe le projet Champ-du-Château.

1.2 Objet de l'étude de risque détaillée

Une étude détaillée de risques a pour objectif de :

- Modéliser divers *scenarii* accidentels possibles, pour différentes périodes de temps ;
- Déterminer leurs conséquences en termes de nombre de victimes ;
- D'associer des fréquences d'occurrence propres pour chaque scénario dans son contexte.

Une courbe cumulative des risques est ainsi créée et le niveau de risques peut être comparé avec les critères d'acceptabilité de l'OPAM.

Par rapport à la méthode screening, une étude de risques correspond à une étude plus fine des *scenarii* accidentels et de leur quantification en fréquence et en gravité. Pour la réalisation de l'étude de risques, BG utilise des outils de modélisation poussés et prend en compte les paramètres locaux des *scenarii*.

La valeur ajoutée d'une étude de risques détaillée en comparaison d'un screening est :

- Un meilleur degré de définition des populations riveraines (dans le screening, il s'agit de bandes de densité homogènes) ;
- Une prise en compte de la rose des vents (directions et classes de stabilité atmosphérique) dans les calculs de dispersion atmosphérique de produits inflammables et toxiques ;
- Un focus géographique sur le projet (contrairement au screening qui vise à traiter de longs tronçons);
- Si nécessaire, un nombre de *scenarii* accidentels plus important ;
- La possibilité de prendre en compte des mesures de réduction des risques intégrées au projet (adaptation des distances d'effet et des fréquences d'occurrence des *scenarii*) ;
- La possibilité de tenir compte de la topographie ou tout autre élément contextuel particulier.

Ainsi, l'objectif d'une telle étude est de déterminer l'acceptabilité du projet Champ-du-Château et de déterminer, le cas échéant, des mesures appropriées de réduction des risques.

2. Présentation du tronçon d'autoroute étudié

2.1 Tronçon étudié

Le tronçon de l'autoroute A1 concerné par l'évaluation des risques correspond à l'emprise du projet sur la route. Le tronçon étudié est représenté en rouge sur la figure ci-dessous :

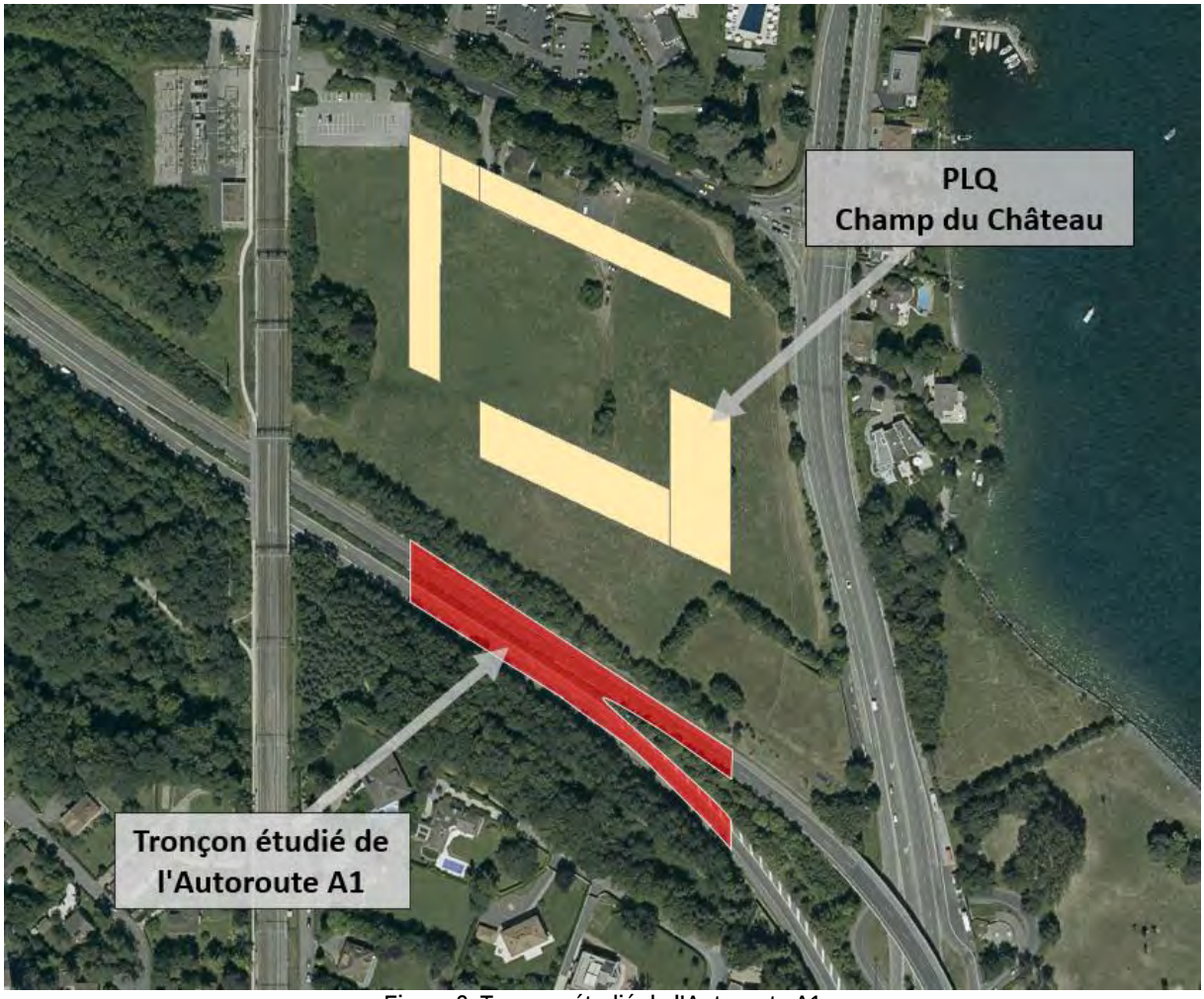


Figure 2. Tronçon étudié de l'Autoroute A1

Il s'agit d'une autoroute bidirectionnelle à deux voies par sens de circulation sur laquelle la vitesse de circulation est limitée à 80km/h.

2.2 Topographie des lieux

L'Autoroute A1 et le projet Champ-du-Château sont séparés par un talus de 2.5 à 6m de haut. Cette topographie particulière permet d'isoler naturellement les personnes présentes dans le projet Champ-du-Château de la source de danger représentée par l'Autoroute A1. La topographie de l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château est illustrée par les figures suivantes.

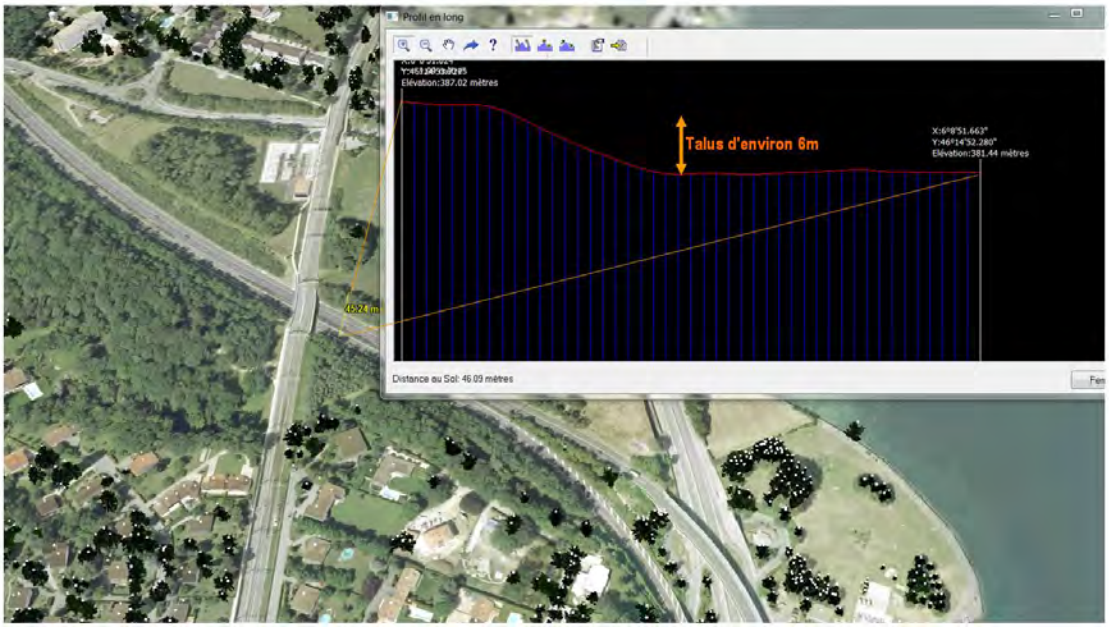


Figure 3. Topographie de l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château (partie Ouest)

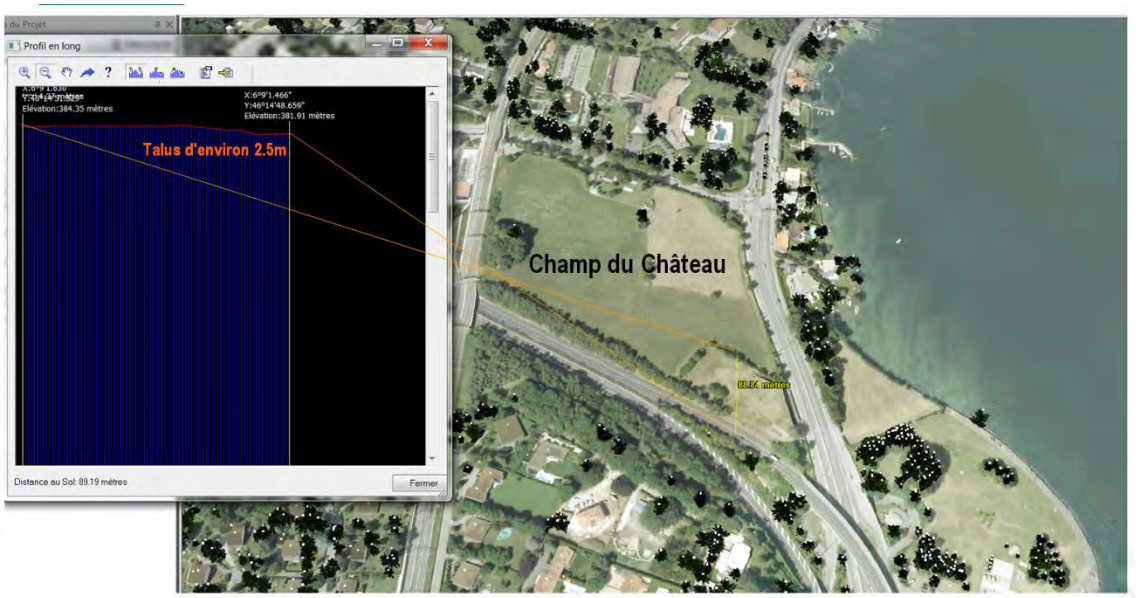


Figure 4. Topographie de l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château (partie Est)

Le talus est de nature à empêcher totalement l'écoulement d'un liquide issu d'un véhicule transportant des matières dangereuses (toxiques, liquides inflammables…etc.) dans l'enceinte du projet Champ-du-Château. Il permet également de limiter la dispersion d'un éventuel nuage de gaz toxique ou inflammable en direction du projet. L'effet est d'autant plus marqué que l'ammoniac et l'essence sont des gaz plus lourds que l'air.

3. Données d'entrée et hypothèses retenues

3.1 Densités de population du projet

Le projet Champ-du-Château est composé de quatre "barres" (Nord, Sud, Est et Ouest) et d'un supermarché, comme indiqués sur la Figure 5.

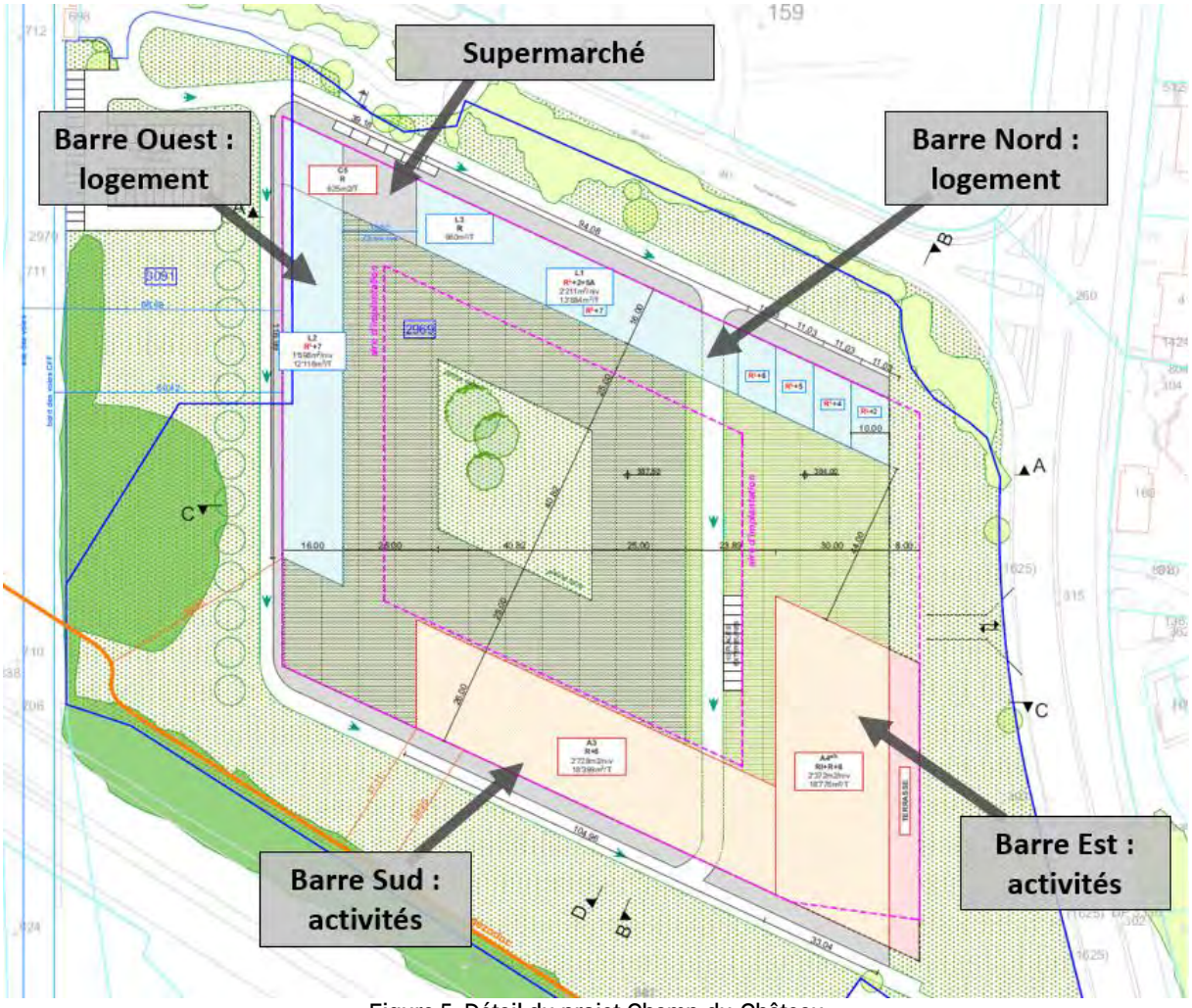


Figure 5. Détail du projet Champ-du-Château

Les données concernant les affectations et les Surfaces Brutes de Plancher (SBP) des différents bâtiments constituant le projet Champ-du-Château sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1. Affectations et occupation des bâtiments du projet

Localisation des barres	Affectations des locaux	SBP (en m²)	Hypothèses de densité	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	13'884	2,72 personnes / 100 m²	378
Barre Ouest	Logements	12'116	2,72 personnes / 100 m²	330
Barre Sud	Activités	18'399	1 personne / 12 m²	1'533
Barre Est	Activités	18'776	1 personne / 12 m²	1'565
Supermarché	Activités	825	1 personne / 12 m²	69
Total		**64'000**		**3'875**

3.2 Données de trafic

3.2.1 Produits représentatifs

Dans la méthode screening, les marchandises dangereuses pouvant donner lieu à des scénarios de type OPAM sont associées à l'un des trois produits représentatifs suivants :

- l'essence (représentatif des liquides inflammables) ;
- le propane (représentatif des gaz inflammables) ;
- le chlore (représentatif des produits toxiques).

On notera que le chlore n'est pas transporté par voie routière mais uniquement par train dans le Canton de Genève. De ce fait, le chlore est remplacé par l'ammoniac dans la liste des substances représentatives des produits toxiques transportés. Cette démarche a été acceptée par le SERMA au vu du contexte local pour des projets similaires et elle permet de ne pas surévaluer le risque, l'ammoniac étant moins toxique que le chlore.

Ainsi, les marchandises dangereuses pouvant donner lieu à des *scenarii* de type OPAM sont associées aux produits suivants :

- **L'essence** (pour les liquides inflammables) ;
- **Le propane** (pour les gaz inflammables) ;
- **L'ammoniac** (pour les toxiques).

3.2.2 Volume et composition du trafic

L'objet du présent chapitre est d'indiquer le trafic journalier moyen (TJM) global considéré pour les calculs. La figure suivante indique, à l'horizon 2016, la charge de trafic dans les différentes sections autour du projet (source : étude CITEC), avec et sans supposer la réalisation du projet du Champ-du-Château. Par ailleurs, deux hypothèses sont considérées pour chacun des cas : une hypothèse "haute" (chiffre sur fond rouge) et une hypothèse "de base" (chiffre sur fond vert) :

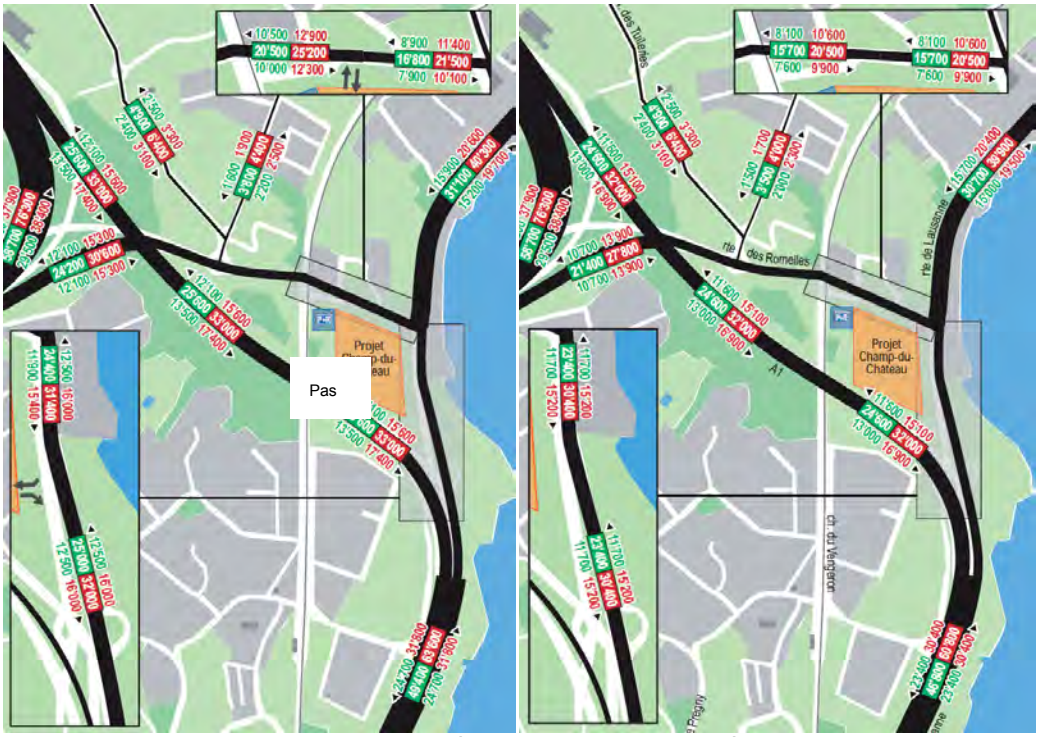


Figure 6 : Volume de trafic à l'horizon 2016 (Source : étude CITEC)

Ces valeurs sont utilisées afin d'être extrapolées à 2030, avec une hypothèse de croissance de 2% par an. Ainsi, les trafics déterminés selon les différentes hypothèses sont présentés dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2. Hypothèses de trafic considérées

Autoroute A1		
Présence du projet Champ-du-Château	**Hypothèse**	**TJM 2030 (véh./jour)**
Non	De base	32'459
Non	Haute	42'223
Oui	De base	33'779
Oui	Haute	43'543

On note que la variation de trafic entre les hypothèses de base et haute de trafic est de l'ordre de 30%. **De façon conservative, seule l'hypothèse de trafic haute sera étudiée**. Ainsi, sur le tronçon étudié, le TJM retenu à l'horizon 2030 est de 43'543 véh/jour.

Les autres données concernant le transport de marchandises dangereuses étant indisponibles, les hypothèses du screening routier sont réutilisées.

Tableau 3. Composition du trafic TMD (valeurs par défaut du screening)

Données de trafic (somme des deux sens)	Proportion	Nombre de véhicules/jour	Nombre de véhicules/an
TJM	-	43'543	15'893'195
PL	6.7% du TJM	2'917	1'064'844
TMD	8% des PL	233	85'188
Liquides inflammables (associés à l'essence)	60% des TMD	140	51'113
Gaz inflammables (associées au propane)	1% des TMD	2	852
Toxiques (associées à l'ammoniac[1])	0.05% des TMD	0.1	43
Part du transport durant les heures de travail (08:00 - 17:00 Lu - Ve)	70%	-	-

[1] L'ammoniac est utilisé comme substance représentative des toxiques et non pas le chlore (voir §3.2.1).

3.3 Prise en compte de la rose des vents

Dans le cadre des calculs réalisés, la rose des vents issue de la station météorologique de Genève-Cointrin a été retenue, illustrée par la Figure 7.

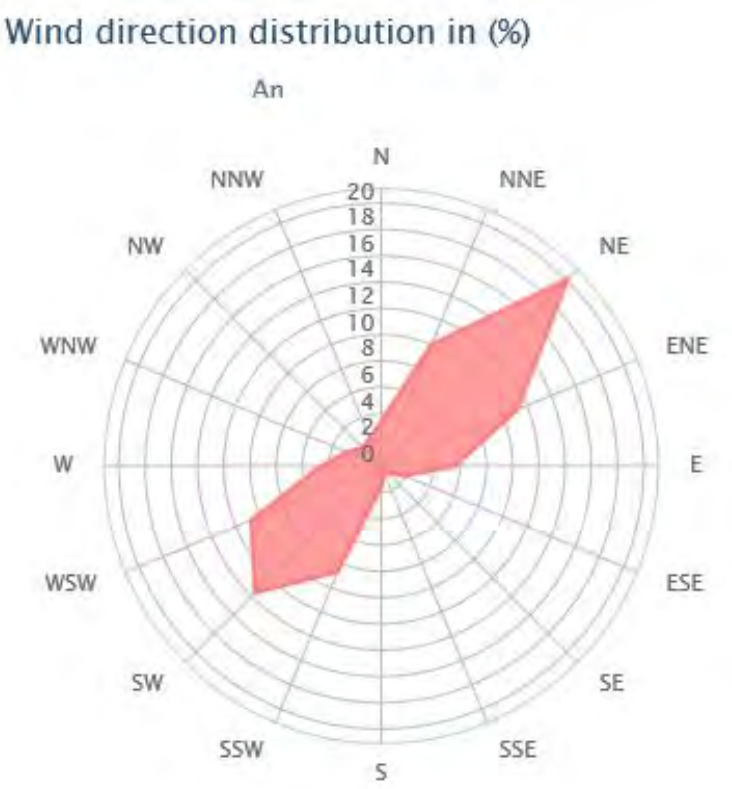


Figure 7. Rose des vents de la station météorologique Genève-Cointrin

Cette rose des vents présente deux orientations dominantes :

- Nord-Est ;
- Et Sud-Ouest.

Les modélisations réalisées dans cette étude tiennent compte de ces deux orientations. Le Tableau 4 ci-après indique la répartition de manière chiffrée, ainsi que les hypothèses de probabilité associées aux deux situations considérées dans le cadre de cette étude de risques.

Tableau 4. Répartition des vents au niveau de la station météorologique de Genève-Cointrin

Provenance du vent	% du temps	Discrétisation	Somme	Probabilité associée
N	3	Vers la zone résidentielle	46	0.55
NNE	9			
NE	19			
ENE	11			
E	4			
ESE	0	Non considéré	0	0
SE	0			
SSE	0			
S	2	Vers Champ-du-Château	38	0.45
SSW	8			
SW	13			
WSW	11			
W	4			
WNW	2	Non considéré	5	0
NW	1			
NNW	2			
Calme	11	Non considéré	11	0

La Figure 8 est une superposition de la rose des vents et du plan de situation. Ainsi, les conditions météorologiques auront un rôle clef dans l'orientation des dispersions atmosphériques, soit vers le projet Champ-du-Château, soit vers la zone résidentielle située au Sud-Ouest de l'autre côté de l'Autoroute A1.

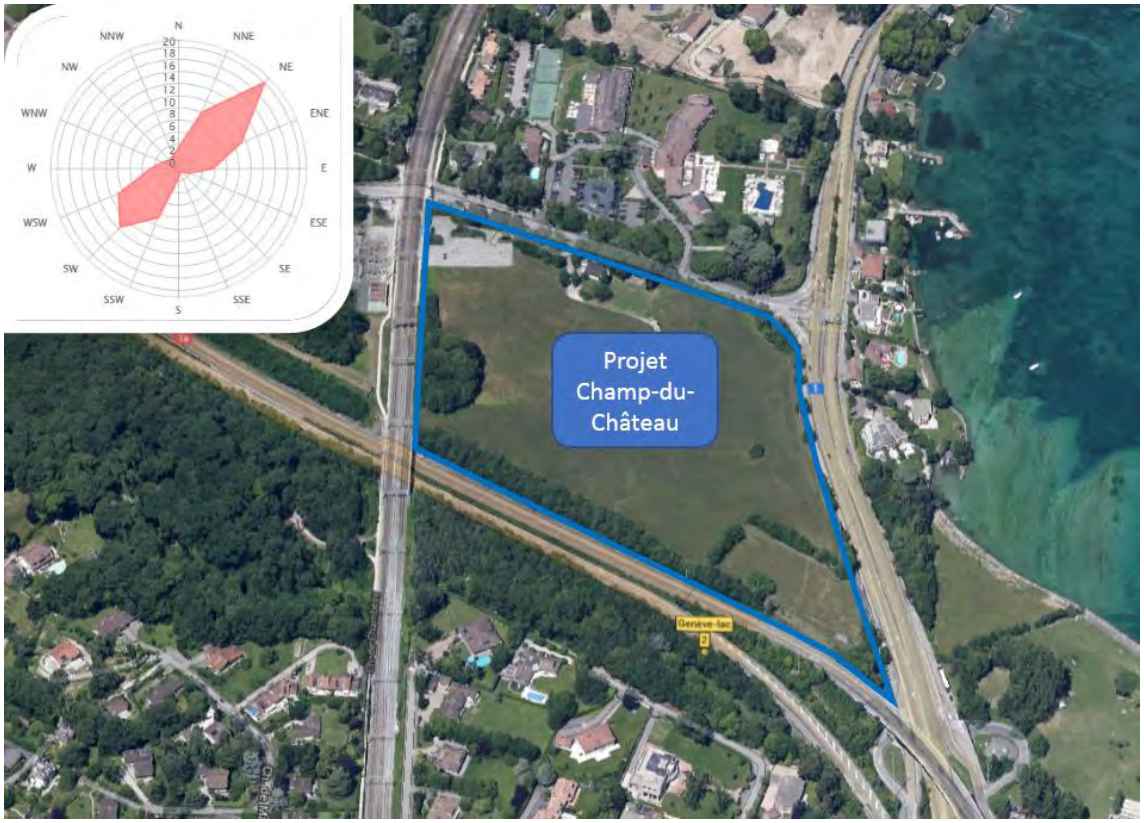


Figure 8. Orientation des vents au niveau de la parcelle de Champ-du-Château

3.4 Localisation de l'accident retenu

La position d'accident retenue se situe à l'angle Sud-Ouest du projet, qui constitue l'emplacement le plus majorant vis-à-vis du projet Champ-du-Château compte tenu de la rose des vents. En effet, cette situation correspond au *"worst case",* c'est à dire à la localisation d'accident la plus défavorable engendrant l'impact maximal au niveau des bâtiments du projet Champ-du-Château.

La localisation de la position d'accident retenu est illustrée sur la sur la figure suivante par un cercle rouge. Pour apprécier plus facilement l'échelle des distances, des cercles concentriques ont été dessinés sur le plan à des distances respectives de 50, 100 et 200 mètres par rapport au point de localisation retenu pour l'accident.

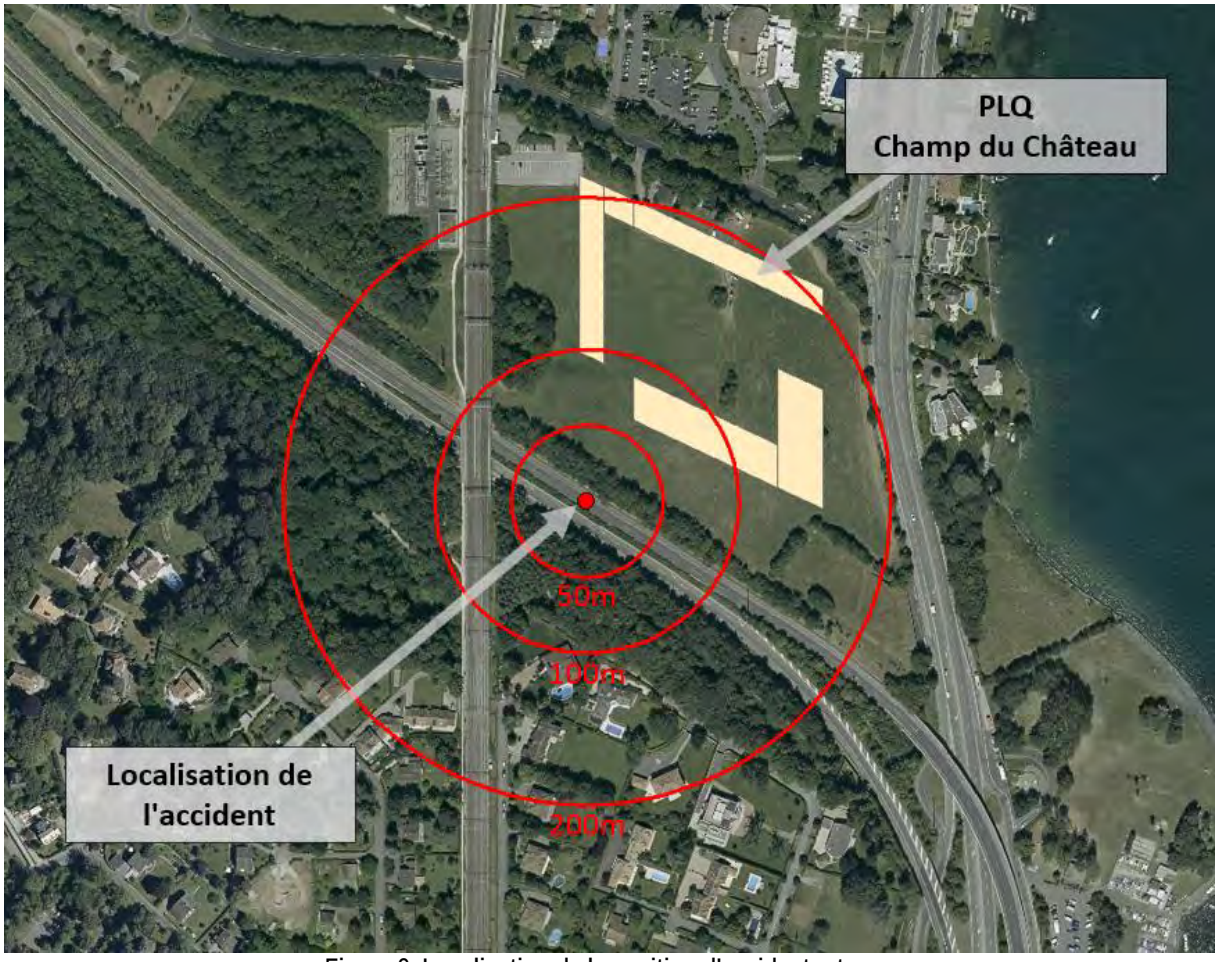


Figure 9. Localisation de la position d'accident retenue

4. Détermination des évènements élémentaires et calculs de fréquence

4.1 Scenarii d'occupation

La distinction des périodes jour / nuit permet de tenir compte :

- des heures durant lesquelles le TMD est autorisé (de 5h à 22) ;
- des variations de trafic (dont les heures de pointe) ;
- du taux de présence des personnes pendant la journée et la nuit ;
- des conditions atmosphériques (jour/nuit).

Au total, trois scénarios d'occupation (base hebdomadaire) sont étudiés en fonction des horaires suivants. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5. Scénarios d'occupation

Scénario d'occupation	Moment de la journée	Tranche horaire	Base hebdo-madaire	Type de trafic	Taux de Présence (population)	TMD autorisé
1	Jour	Heures de pointe de jour : de 6 à 8h et de 17 à 19h	20 (=4x5)	Sem_Pointe	Sem_Jour	Oui
2	Jour	Heures creuses de jour : de 8 à 17h et de 19h à 22h	72 (=12x6)	Sem_Jour	Sem_Jour	Oui
3	Nuit	Heures de nuit : de 22 à 6h	48 (=8*6)	Sem_Nuit	Sem_Nuit	Non

La possibilité de présence d'un bus à proximité immédiate de l'accident est également systématiquement traitée.

Les scénarios considérés sont les mêmes que ceux de la méthode screening, mais certains sous-scénarios ont été ajoutés, notamment :

- le Flash-Fire suite à la formation d'un nuage d'essence ;
- le feu torche vertical.

Chacun de ces scénarios et sous-scénarios fait l'objet de modélisations afin de déterminer, de façon adaptée au contexte local, les différentes distances d'effet (seuils des effets létaux).

4.2 Description des accidents et des sous-scénarios

Le Tableau 6 récapitule l'ensemble des accidents et scénarios traités dans le cadre de l'analyse de risque détaillée (les arbres des évènements figurent au chapitre 4.4).

Produit	Accident	Définition des scénarios		
Essence	Feu de nappe	Jour		
		Nuit		
	Flash-Fire	Fuite continue	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
			Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
		Rupture totale	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
			Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
Propane	BLEVE	Jour		
		Nuit		
	Flash-Fire	Fuite continue	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
			Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
		Rupture totale	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
			Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château
				Vent vers la zone résidentielle
	Feu torche	Flamme verticale	Jour	
			Nuit	

Produit	Accident	Définition des scénarios		
	Feu torche	Flamme horizontale	Orientation vers Champ-du-Château	Jour
				Nuit
			Orientation vers la zone résidentielle	Jour
				Nuit
Ammoniac	Fuite de 8,3 kg/s	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château	[redacted]
			Vent vers la zone résidentielle	
		Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château	
			Vent vers la zone résidentielle	
	Rupture totale	Jour (atmosphère instable)	Vent vers Champ-du-Château	
			Vent vers la zone résidentielle	
		Nuit (atmosphère neutre à stable)	Vent vers Champ-du-Château	
			Vent vers la zone résidentielle	

Tableau 6. Description des accidents et des scénarios étudiés

4.3 Détermination des taux de perte de chaque produit représentatif

La fréquence de perte H (par année et 100 m) de chaque produit représentatif est calculé selon le §4.2 de la méthodologie screening [11] avec les données suivantes :

Tableau 7. Calculs de fréquences

Données	Essence	Propane	Ammoniac
TJM (véh/j)	43'543		
$f_{accident}$	1		
PL (% du TJM)	6.7		
TMD (% du PL)	8		
PST_i (% du TMD)	60	1	0.05
Nombre de camions par an	48'275	805	40
h_j pour les **autoroutes** (1/véh/100m)	9.0E-10	9.0E-11	9.0E-11
H (1/an/100m)	**7.667E-5**	**1.278E-7**	**6.389E-9**

4.4 Arbre des évènements et fréquences d'accident globale

Les fréquences des situations élémentaires sont calculées à l'aide de la méthode de l'arbre des conséquences, en se basant sur les arbres et sur les valeurs des probabilités conditionnelles utilisées dans la méthode screening [11]. Quelques adaptations ont néanmoins été réalisées, afin d'obtenir des résultats plus précis et plus adaptés au contexte local (notamment ajout de sous-scénarios). Les commentaires associés aux différents arbres justifient ces adaptations.

4.4.1 Arbre des évènements liés à l'essence et probabilités conditionnelles

La fréquence annuelle d'évènements calculée au paragraphe 4.3, (cf. Tableau 5. Scénarios d'occupation) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements identifie l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le Tableau 8 indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées.

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Mode de libération	Fuite continue : 0.9	Rupture totale : 0.1	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Ignition suite à une fuite continue	Oui : 0.2	Non : 0.8	Probabilité utilisée dans le screening routier [11]. On note que dans le cas du gasoil, l'ignition est nettement plus difficile que l'essence.
Ignition suite à une rupture totale	Oui : 0.4	Non : 0.6	Probabilité utilisée dans le screening routier [11]. On note que dans le cas du gasoil, l'ignition est nettement plus difficile que l'essence.
Délais d'inflammation suite à fuite continue	Immédiat : 0.83	Retardé : 0.17	Probabilités reprises du propane (§4.4.2), le screening routier ne traitant pas le cas du Flash-Fire correspondant à une inflammation retardée.
Délais d'inflammation suite à rupture totale	Immédiat : 0.86	Retardé : 0.14	Probabilités reprises du screening CFF [8], le screening routier ne traitant pas le cas du Flash-Fire correspondant à une inflammation retardée.
Période de survenance	Jour : 0.67	Nuit : 0.33	On considère 8h (22h-6h) de nuit et 16 h de journée (6h-22h).
Orientation du vent	Vers Champ-du-Château 29847 : 0.45	Vers la zone résidentielle : 0.55	Rose des vents Cointrin, (cf. §3.3). De façon majorante, il est considéré que tous les vents n'étant pas orientés en direction du projet Champ-du-Château le sont dans le sens opposé (vers la zone résidentielle).
Conditions de trafic en cas de scénario de jour[2]	Heures de pointe : 0.25	Heures normales : 0.75	Sur une journée de 16h, On considère 4h (2 le matin et 2 le soir) de pointe et 12h normales.
Présence de bus dans les 50 premiers mètres du bouchon	Oui : 0.021	Non : 0.979	La valeur de la probabilité de présence d'un bus est adaptée au prorata de la longueur du bouchon si ce dernier mesure moins de 50 m.

Tableau 8. Probabilités conditionnelles des scénarios liés à l'essence

[2] Pour les scénarios de nuit, un seul type de trafic est considéré (trafic de nuit).

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements suivant :

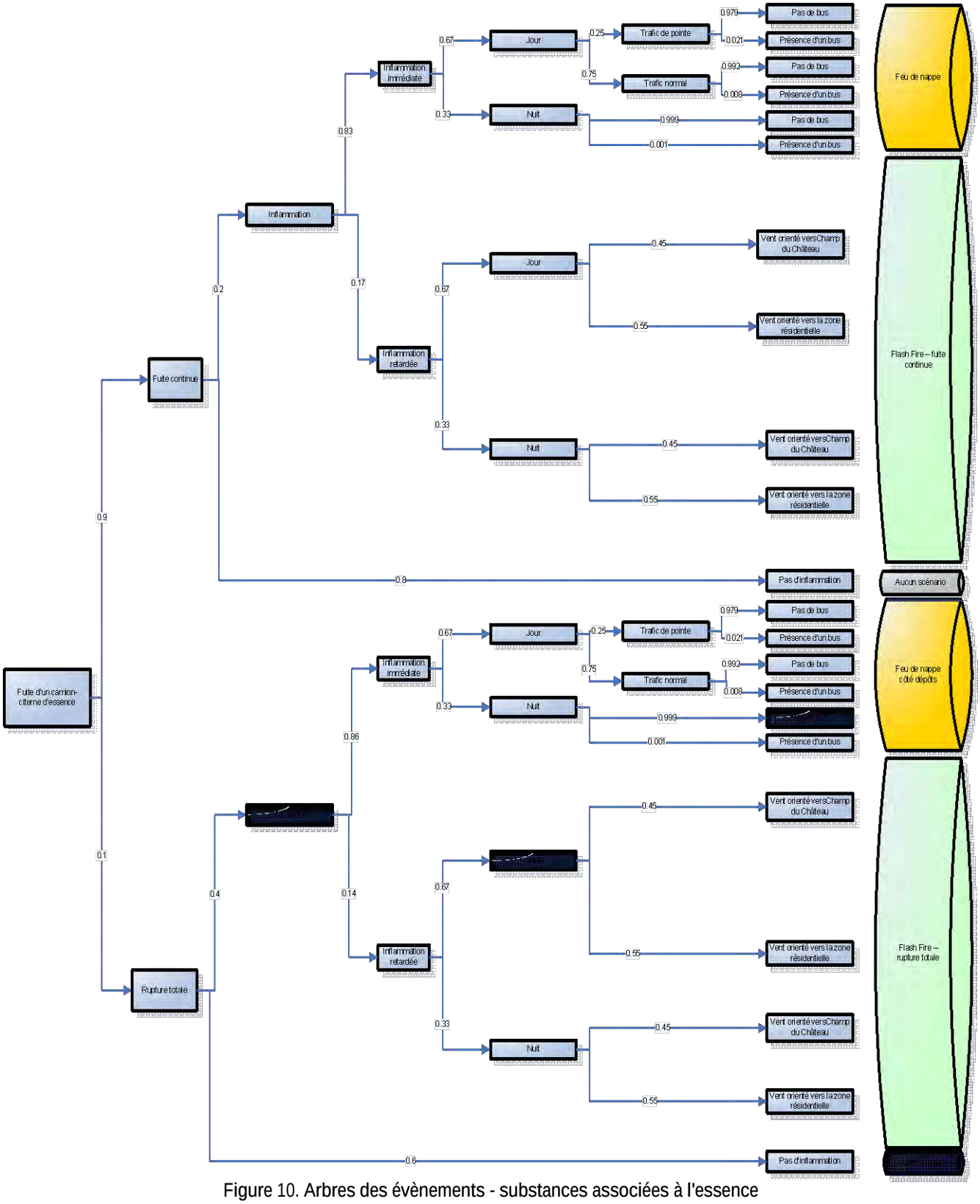


Figure 10. Arbres des évènements - substances associées à l'essence

4.4.2 Arbre des évènements liés au propane et probabilités conditionnelles

La fréquence annuelle d'évènements calculée au paragraphe 4.3, (cf. Tableau 5. Scénarios d'occupation) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements donne l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le tableau suivant indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées :

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Mode de libération	Fuite continue : 0.95	Rupture totale : 0.05	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Ignition suite à une fuite continue	Oui : 0.3	Non : 0.7	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Ignition suite à une rupture totale	Oui : 0.7	Non : 0.3	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Délais d'inflammation suite à fuite continue	Immédiat : 0.83	Retardé : 0.17	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Délais d'inflammation suite à rupture totale	Immédiat : 0.93	Retardé : 0.07	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Période de survenance	Jour : 0.67	Nuit : 0.33	On considère 8h (22h-6h) de nuit et 16 h de journée (6h-22h).
Conditions de trafic en cas de scénario de jour[3]	Heures de pointe : 0.25	Heures normales : 0.75	Sur une journée de 16h, On considère 4h (2 le matin et 2 le soir) de pointe et 12h normales.
Présence de bus dans les 50 premiers mètres du bouchon	Oui : 0.021	Non : 0.979	La valeur de la probabilité de présence d'un bus est adaptée au prorata de la longueur du bouchon si ce dernier mesure moins de 50 m.

[3] Pour les scénarios de nuit, un seul type de trafic est considéré (trafic de nuit).

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Orientation du jet (feu torche horizontal)	Perpendiculaire à l'autoroute : 0.5	Dans le sens de l'autoroute : 0.5	La direction du jet dépend de la localisation de la fuite sur la citerne. On discrétise la réalité en deux situations correspondant aux deux orientations principales : en direction de l'autoroute ou perpendiculaire à l'autoroute.
Orientation de la fuite de gaz (Flash-Fire)	Perpendiculaire à l'autoroute : 0.5	Dans le sens de l'autoroute : 0.5	La direction du jet dépend de la localisation de la fuite sur la citerne. On discrétise la réalité en deux situations correspondant aux deux orientations principales.
Orientation du vent (pour libération suite à une rupture totale)	Vers Champ-du-Château 29847 : 0.45	Vers la zone résidentielle : 0.55	Rose des vents Cointrin, (cf. §3.3). De façon majorante, il est considéré que tous les vents n'étant pas orientés en direction du projet Champ-du-Château le sont dans le sens opposé (vers la zone résidentielle).
Orientation de la dispersion de la torche	Vers le projet Champ-du-Château : 0.5	Du côté opposé au projet Champ-du-Château : 0.5	Equirépartition.

Tableau 9. Probabilités conditionnelles des scénarios liés au propane

Remarques

- On note que la direction du vent n'est prise en compte que pour le cas de la dispersion du nuage de gaz suite à la rupture totale de la citerne. En effet, dans le cas d'une fuite continue, vu les niveaux de pression de la citerne de propane, le produit est projeté de la citerne avec une vitesse telle que le sens et la vitesse du vent n'ont qu'une influence négligeable sur l'orientation du nuage ;
- Concernant les inflammations de nuage de gaz à l'air libre, seul le Flash-Fire a été conservé. Le phénomène d'UVCE présente en effet des distances d'effet moins importantes (compte tenu d'un environnement considéré comme modérément confiné au sens de la méthode multi-énergie). Ainsi, de façon conservative, il a été considéré que l'ensemble des inflammations de nuage de gaz donnent lieu à un Flash-Fire.

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements suivant :

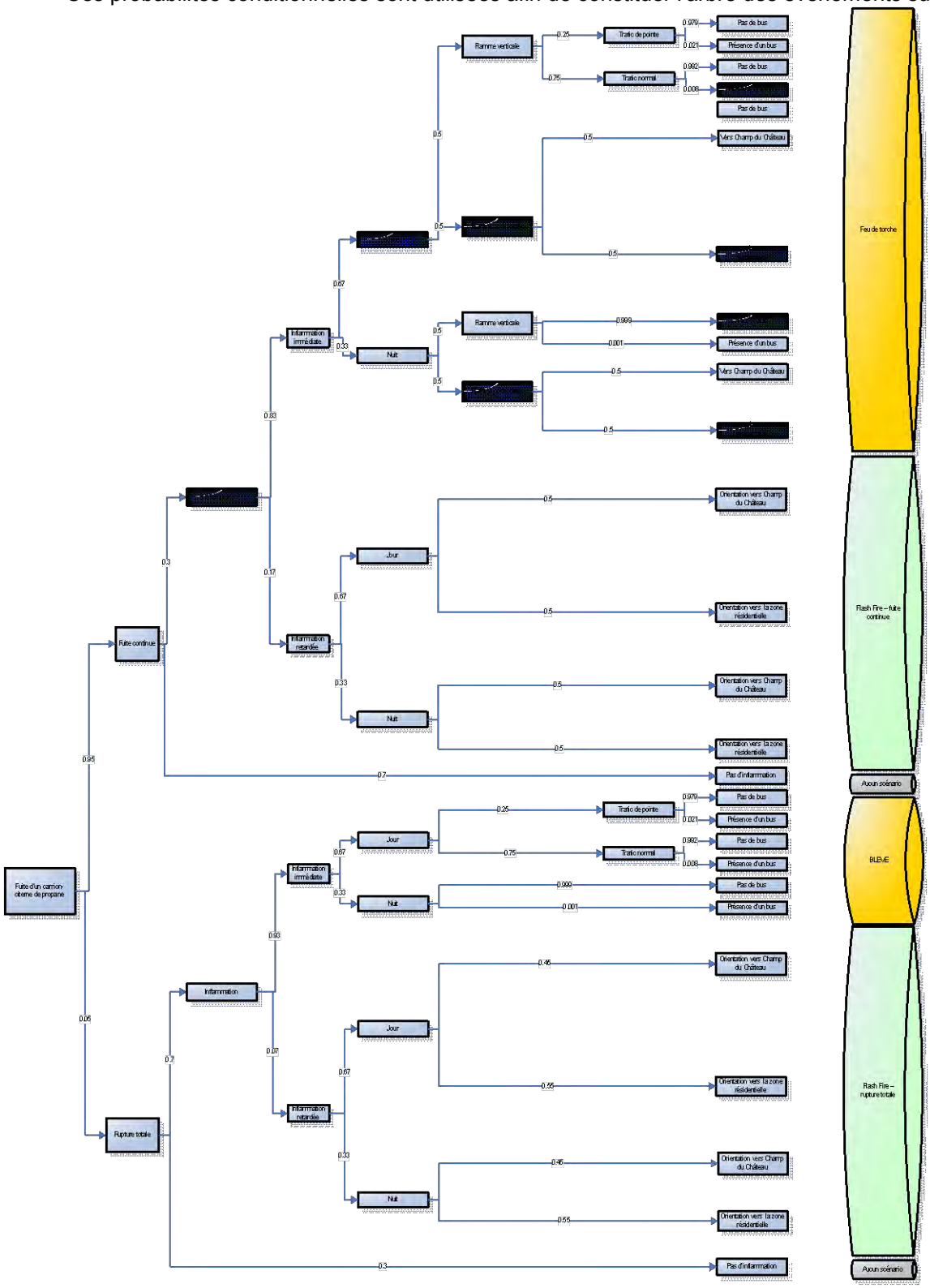


Figure 11. Arbres des évènements - substances associées au propane

4.4.3 Arbre des évènements liés à l'ammoniac et probabilités conditionnelles

La fréquence annuelle d'évènements calculée au paragraphe 4.3, (cf. Tableau 5. Scénarios d'occupation) concerne l'ensemble des pertes de confinement de produits.

L'arbre des évènements donne l'ensemble des situations possibles suite à cette libération de produit, avec les probabilités associées à chaque cas. Le tableau suivant indique les probabilités conditionnelles utilisées, avec les sources ou justifications associées :

Élément contextuel du scénario	Occurrence 1	Occurrence 2	Justification des probabilités conditionnelles
Mode de libération	Fuite continue : 0.95	Rupture totale : 0.05	Probabilité utilisée dans le screening routier [11].
Période de survenance	Jour : 0.67	Nuit : 0.33	On considère 8h (22h-6h) de nuit et 16 h de journée (6h-22h).
Conditions de trafic en cas de scénario de jour[4]	Heures de pointe : 0.25	Heures normales : 0.75	Sur une journée de 16h, On considère 4h (2 le matin et 2 le soir) de pointe et 12h normales.
Présence de bus dans les 50 premiers mètres du bouchon	Oui : 0.021	Non : 0.979	La valeur de la probabilité de présence d'un bus est adaptée au prorata de la longueur du bouchon si ce dernier mesure moins de 50 m.
Orientation du vent	Vers Champ-du-Château: 0.45	Vers la zone résidentielle : 0.55	Rose des vents Cointrin, (cf. §3.3). De façon majorante, il est considéré que tous les vents n'étant pas orientés en direction du projet Champ-du-Château le sont dans le sens opposé (vers la zone résidentielle).
Orientation de la dispersion du nuage vers le projet	Vers le projet Champ-du-Château : 0.5	Du côté opposé au projet Champ-du-Château : 0.5	Equirépartition.

Tableau 10. Probabilités conditionnelles des scénarios liés à l'ammoniac

[4] Pour les scénarios de nuit, un seul type de trafic est considéré (trafic de nuit).

Ces probabilités conditionnelles sont utilisées afin de constituer l'arbre des évènements suivant :

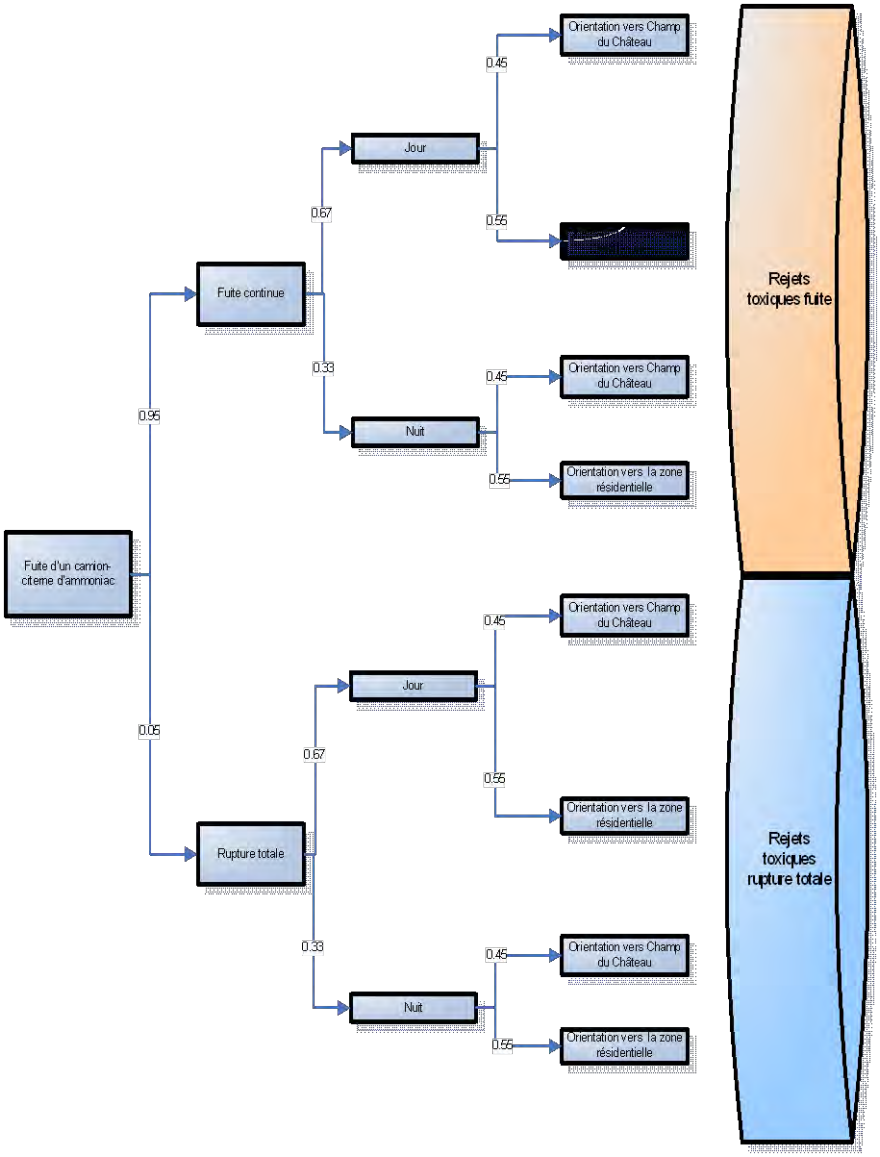


Figure 12. Arbres des évènements - substances associées à l'ammoniac

Par rapport au screening routier, la méthode employée prévoit le cas de présence de bus pour chacune des conditions de trafic possibles (pointe, normal, nuit), alors que le screening ne le prévoit que pour la situation en période normale.

5. Détermination de la gravité des évènements

5.1 Hypothèses pour le calcul de la gravité des scenarii

5.1.1 Les hypothèses concernant les seuils d'effets létaux

Les tableaux suivants indiquent, pour chaque type d'effet, les seuils des effets létaux considérés, ainsi que la létalité considérée dans les zones comprises entre ces seuils d'effet.

Pour chaque seuil d'effet, une zone de létalité est associée et est comprise entre deux seuils d'effets létaux consécutifs, comme l'illustre le schéma suivant :

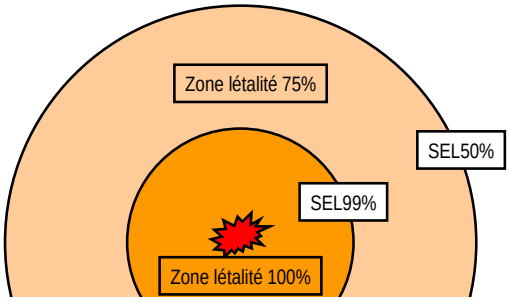


Figure 13. Seuils et zones d'effets létaux

Effet thermique du BLEVE

Tableau 11. Seuils des effets thermiques du BLEVE

Seuil létal	Dose thermique[5] associée [(kW/m²)$^{4/3}$.s]	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	1'000	3%
SEL5%	1'800	28%
SEL50%	2'400	75%
SEL99%	5'700	100%

[5] Ces valeurs sont issues du rapport « Sécurité des installations de gaz à haute pression » (Suisse Plan, 2010).

Effet thermique (feu torche, feu de nappe)

Tableau 12. Seuils des effets thermiques du feu torche et du feu de nappe

Seuil létal	Flux thermique[6] (kW/m²) Durée d'exposition = 30 s	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	15	25%
SEL50%	24	75%
SEL99%	57	100%

Flash-Fire (propane)

Les effets du Flash-Fire sont délimités par la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII). Il est supposé que 50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont mortellement blessées.

Effets de surpression (VCE, BLEVE)

Tableau 13. Seuils des effets de surpression de l'UVCE

Seuil létal	Surpression (mbar)	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1% (à l'air libre)	140	5%
SEL10% (à l'air libre)	210	18%
SEL25% (à l'air libre)	340	48%
SEL70% (à l'air libre)	480	83%
SEL95% (à l'air libre)	1'000	98%

Si la surpression atteint 0.4 bar, alors on estime qu'il y a 20 à 50% de létalité des personnes situées à l'intérieur des bâtiments dû à leur effondrement[7] (ces victimes sont ajoutées en plus des victimes dues à la surpression). Le taux de létalité augmente avec la taille du bâtiment. Pour le calcul, nous avons retenu un taux de létalité de 35%.

[6] Ces valeurs sont issues du rapport « Sécurité des installations de gaz à haute pression » (Suisse Plan, 2010).

[7] Ces valeurs sont issues du rapport « Sécurité des installations de gaz à haute pression » (Suisse Plan, 2010).

Effets toxiques de l'ammoniac

Tableau 14. Seuils des effets toxiques de l'ammoniac

Seuil létal	Concentration associée	Létalité de la zone comprise entre ce seuil et le seuil supérieur
SEL1%	4'767 ppm / 30 minutes	5.5%
SEL10%	5'335 ppm / 30 minutes	30%
SEL50%	6'120 ppm / 30 minutes	75%
SEL99%	9'373 ppm / 30 minutes	100%

5.1.2 Hypothèses de prise en compte des conditions atmosphériques

Le paragraphe 3.3 indique la rose des vents dans le secteur du projet. D'autre part, il existe différentes conditions de stabilité atmosphérique qui influent sur la dispersion de produits dans l'air. Le tableau suivant indique les scénarios pour lesquels les conditions atmosphériques ont une influence marquée :

Tableau 15. Scénarios sensiblement impactés par les conditions atmosphériques

Seuil létal	Scénarios dont les effets dépendent des conditions atmosphériques (vitesse et direction du vent, classe de stabilité)	
	Oui	Non
Essence	Flash-Fire	Feu de nappe
Propane	Flash-Fire (et indirectement VCE)	BLEVE Feu torche
Chlore	Dispersion d'un nuage toxique	-

Pour les 4 scénarios dépendant des conditions météo, la démarche suivante a été menée :

- la vitesse de vent a été choisie égale à 3 m/s, ce qui correspond à la vitesse moyenne enregistrée par la station météo de Genève Cointrin (très peu de variation annuelle) ;
- deux directions de vent opposés sont étudiées : dans le sens du projet Champ-du-Château et dans le sens opposé (vers la zone résidentielle) ;
- une classe de stabilité représentative a été choisie respectivement pour le jour et pour la nuit. Une atmosphère stable a été retenue pour le jour et une atmosphère neutre ou instable pour la nuit. Le choix de cette classe a été effectué en choisissant celle conduisant aux effets les plus majorants, parmi les classes les plus représentatives.

Le tableau suivant indique les classes de stabilité atmosphériques rencontrées en fonction de la vitesse du vent et des conditions ambiantes (jour/nuit…). Les lignes surlignées correspondent aux conditions atmosphériques les plus susceptibles d'être rencontrées dans le cadre de cette étude :

Vitesse du vent à 10 m	JOUR			NUIT	
	Rayonnement solaire incident			Nébulosité	
[m/s]	Fort	Modéré	Faible	Entre 4/8 et 7/8	<3/8
<2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Tableau 16. Classes de stabilité atmosphérique

Ainsi, pour chacun des scénarios impactés par les conditions atmosphériques, une zone d'effets représentative par rapport à la vitesse du vent est retenue pour le jour et pour la nuit. Pour chacune de ces périodes, la condition atmosphérique représentative induisant les plus importantes distances d'effet est systématiquement retenue.

5.1.3 Hypothèse de protection des bâtiments

Selon les types d'accidents étudiés, un facteur de réduction de la gravité pour les personnes se trouvant à l'intérieur des bâtiments est appliqué.

Les valeurs retenues sont issues de la méthode Screening Route ou du rapport-cadre Carbura et résumées ci-dessous. Dans chaque cas, la valeur la plus conservative a été retenue.

Produit	Type d'accident	Taux de protection (%) des bâtiments[8] :	
		Valeur de référence (Source)	Utilisé dans cette étude
Essence	Feu de nappe (Effet thermique)	De 70 à 90 (Screening Route - La fuite se produit sur la chaussée)	70
	Flash-Fire (Effet thermique)	De 70 à 90 (Screening Route - La fuite se produit sur la chaussée)	70
Propane	Jet enflammé (Effet thermique)	Par similitude avec le feu de nappe	70
	Flash-Fire (Effet thermique)	90 (Rapport-cadre « Carbura »)	90
	VCE (Effet de pression)	De 40 à 70 (Screening Route – Nuage de gaz)	40
	BLEVE (Effet de pression)	40 (Screening Route – Rupture instantanée de 12 tonnes)	40
Ammoniac	Nuage toxique (Effet toxique)	De 40 à 60 (Screening Route)	40

Tableau 17. Taux de protection des bâtiments (%)

À contrario, dans le cas d'un accident caractérisé par des effets de surpression, lorsque celle-ci atteint la valeur limite de 400 mbar, un taux de létalité de 35% est appliqué aux personnes survivantes présentes dans le bâtiment pour tenir compte des dégâts corporels provoqués par l'effondrement partiel ou total de celui-ci (voir §5.1.1).

5.1.4 Hypothèse sur l'évacuation des personnes

Un facteur a été intégré afin de représenter le fait que les personnes exposées aux scenarii étudiés ont la possibilité d'évacuer et ainsi de se mettre à l'abri de certains effets.

Pour représenter cela, ainsi que les différents moyens qui sont offerts aux habitants pour évacuer (issues de secours, organisation en cas de sinistre pour les entreprises, etc.), on considère que dans certains cas (probabilité conditionnelle), une partie des personnes situées dans les zones d'effet a pu s'échapper.

[8] Le nombre de victimes dans un bâtiment est nul si le taux de protection du bâtiment est de 100%.

L'évacuation des personnes est représentée par les deux paramètres suivants :

- La probabilité conditionnelle que l'évacuation ait lieu et qu'elle se passe dans de bonnes conditions;
- La part des personnes sauvées grâce à cette évacuation.

Dans le cas de base, il est considéré qu'en cas d'évacuation réussie, le nombre de décès suite au scénario est divisé par deux. Les probabilités conditionnelles du succès de l'évacuation ont été présentées dans la partie 4.4.

Pour rappel, ces valeurs sont des hypothèses forfaitaires, inspirées du screening CFF.

5.2 Densités de population et emploi

On distingue les trois zones suivantes :

- l'autoroute, notamment avec la formation d'un bouchon de véhicules en amont de l'accident initial ;
- le projet Champ-du-Château, dont le périmètre se situe à proximité de l'autoroute ;
- la zone au Sud du projet Champ-du-Château comprenant principalement une zone résidentielle.

5.2.1 Taux de présence

Les taux de présence à l'intérieur des bâtiments selon les périodes de temps correspondent aux pourcentages d'occupation fournis dans la méthodologie du screening. En ce qui concerne les personnes supposées être présentes à l'extérieur des bâtiments, une estimation forfaitaire a été proposée pour chaque période de temps. Compte tenu de la configuration du projet, il a été considéré que ces personnes étaient présentes dans la zone centrale située au cœur des 4 bâtiments du projet.

5.2.2 Personnes présentes sur l'autoroute

On distingue les personnes présentes dans le bouchon en formation, en amont de l'accident, et les personnes présentes sur les voies du sens opposé (les deux sens sont distincts, empêchant qu'un accident dans un sens bloque la circulation dans l'autre), où le trafic est supposé fluide.

5.2.2.1 Personnes présentes dans le bouchon

Les hypothèses de formation de bouchon, d'occupation des véhicules et de comportement des usagers sont reprises du screening [11].

Les formules utilisées sont les suivantes :

$$n_{véhic} = \frac{TJM \cdot \alpha_{TJM} \cdot f_{TJM} \cdot \Delta t_{bouchon}}{2 \cdot \Delta t_{période}}$$

Avec :

TJM Le trafic journalier moyen.

α_{TJM} Part des véhicules (rapportée au nombre total de véhicules) durant la période concernée (donnée spécifique locale).

$\Delta t_{période}$ Durée de la période considérée par journée (9 h par jour, soit 32'400 s; période restante de 8 h, soit 28'800 s).

f_{TJM} Facteur d'écart (par rapport à la moyenne) du volume du trafic (nombre de véhicules passant à l'endroit considéré par unité de temps) au moment de l'accident. Pour le scénario "volume moyen de trafic", on utilise par définition la valeur 1. Pour les scénarios volume du trafic "supérieur" ou "inférieur" à la moyenne, on prend pour volume instantané du trafic une valeur respectivement 2 fois supérieure ou de moitié inférieure à la moyenne.

$\Delta t_{bouchon}$ Durée caractéristique de formation du bouchon (voir ci-dessus).

$$l_{bouchon} = \frac{n_{véhic} \cdot s_{véhic-véhic}}{n_{voies}}$$

Avec :

$s_{véhic-véhic}$ Distance moyenne entre les véhicules du bouchon (voir l'hypothèse ci-dessus). Lorsqu'un bus se trouve dans l'embouteillage, on augmente cette distance de 10 m.

n_{voies} Nombre de voies par sens de circulation (variable locale).

$$n_{pers.bouchon} = n_{véhic} \cdot \rho_{pers}$$

Avec :

ρ_{pers} Nombre de personnes par véhicule (voir l'hypothèse ci-dessus).

Ces formules permettent d'obtenir, en fonction du délai après le début de l'accident, quelle est la longueur du bouchon formé et combien de personnes sont présentes. Or, la durée à considérer est précisée dans le guide du screening [11] :

Effets instantanés	20 s	Feu torche, feu de nappe, BLEVE
Effets retardés	60 s	Flash-Fire
Effets toxiques	500 s	Rejets d'ammoniac (fuite et rupture totale)

Tableau 18. Délais entre accident et scénarios

Le tableau suivant indique les paramètres considérés pour le calcul des longueurs de bouchon et de la présence des usagers de l'autoroute à proximité des scénarios accidentels (selon la méthode du screening [11]).

TJM [véh/j]	43'543
Interdistance véh à l'arrêt [m]	6.5
Nombre de voies	2
Nombre de personnes par véhicule	1.5

Nombre de véhicules		**Heures de pointe**	**Heures creuses**	**Heures de nuit**
Part de véhicules		53%	38%	9%
Facteur d'écart		2	1	0.5
T période [h]		4	12	8
T période [s]		14'400	43'200	28'800
Nombre de véhicules en bouchon				
Effets instantanés (20s)		**32**	**4**	**1**
Effets retardés (60s)		**96**	**11**	**2**
Effets toxiques (500s)		**801**	**96**	**17**
Longueur bouchon [m]				
Effets instantanés (20s)		**104.2**	**12.4**	**2.2**
Effets retardés (60s)		**312.5**	**37.3**	**6.6**
Effets toxiques (500s)		**2'604.3**	**311.2**	**55.3**
Nombre de personnes total dans bouchon				
Effets instantanés (20s)		**48**	**6**	**1**
Effets retardés (60s)		**144**	**17**	**3**
Effets toxiques (500s)		**1'202**	**144**	**26**
Nombre de personnes total dans bouchon	**Facteur F sauvetage individuel**			
Effets instantanés (20s)	F=1	**48**	**6**	**1**
Effets retardés (60s)	F=0.9	**130**	**16**	**3**
Effets toxiques (500s)	F=0.8	**962**	**115**	**20**

Tableau 19. Calcul de bouchon par type de cinétique de scénario

5.2.2.2 Personnes présentes sur les voies du sens opposé

L'interdistance moyenne I entre véhicules est obtenue grâce à la formule suivante :

$I = V/T_{horaire}$

V est la vitesse de circulation des véhicules (ici, 60 km/h). Le trafic horaire $T_{horaire}$ par sens de circulation est calculé pour chaque période de trafic (heures de pointe, heures normales, heures de nuit), de la façon suivante :

$T_{horaire} = TJM \times \alpha_{TJM} / (2 \times \Delta t_{période})$

Le nombre de personnes moyen présent par mètre linéaire est de :

$N_{pers/m} = 1/I \times 1.5$

Avec 1.5 personnes en moyenne par véhicule.

On obtient les valeurs suivantes qui seront utilisées pour déterminer le nombre d'usagers présents dans les différentes zones d'effet des scénarios :

	Heures de pointe	Heures creuses	Heures de nuit
Trafic horaire par sens [véh/h]	2884	689	244
Interdistance entre véhicule [m]	28	116	327
Nombre de personne par mètre	**0.054**	**0.013**	**0.005**

Tableau 20. Nombre de personnes par mètre linéaire, selon le trafic horaire

5.2.3 Projet Champ-du-Château (Horizon 2030)

Le projet Champ-du-Château est composé de quatre "barres" (Nord, Sud, Est et Ouest) et d'un supermarché, comme indiqués sur la figure suivante.

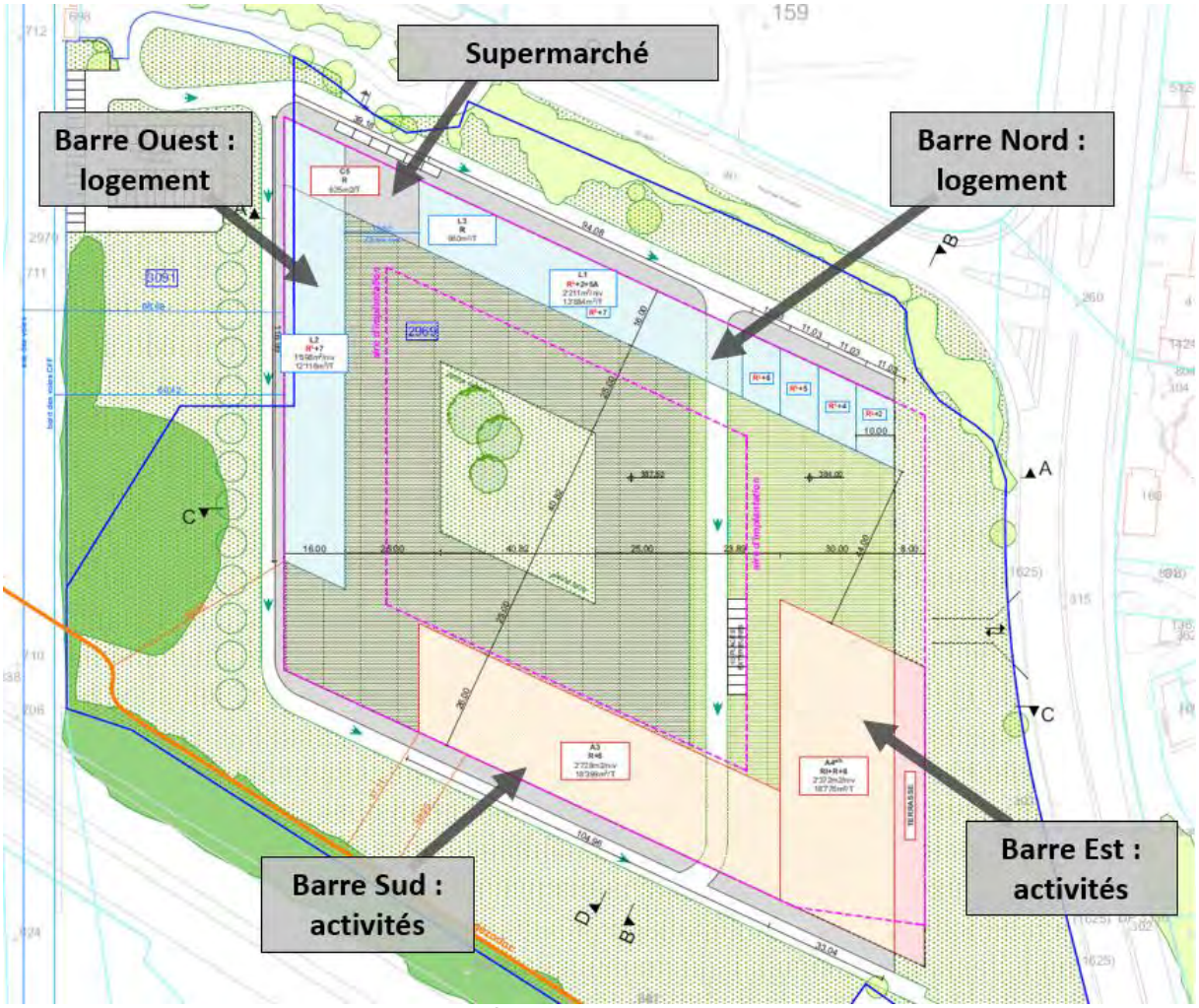


Figure 14. Détail du projet Champ-du-Château

Les données concernant les affectations et les Surfaces Brutes de Plancher (SBP) des différents bâtiments constituant le projet Champ-du-Château sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 21. Affectations et occupation des bâtiments du projet

Localisation des barres	Affectations des locaux	SBP (en m²)	Hypothèses de densité	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	13'884	2,72 personnes / 100 m²	378
Barre Ouest	Logements	12'116	2,72 personnes / 100 m²	330
Barre Sud	Activités	18'399	1 personne / 12 m²	1'533
Barre Est	Activités	18'776	1 personne / 12 m²	1'565
Supermarché	Activités	825	1 personne / 12 m²	69
Total		**64'000**		**3'875**

Il convient ici de rappeler que ces densités doivent être considérées comme des maximums possibles, quelles que soient les variantes de projet futures.

Pour calculer le nombre de personnes impactées par les accidents étudiés, les hypothèses d'occupation indiquées précédemment ont été utilisées, en appliquant la formule suivante :

Nombre décès $_{total}$ = Nombre personnes présentes par bâtiment $_{total}$ x TP x TM x S

Avec :

- TP = Taux de présence (voir *Erreur ! Source du renvoi introuvable.*) ;
- TM = Taux de mortalité (dépend de chaque accident, cf. §5.1.1) ;
- S = Fraction de la surface projetée du bâtiment impacté par la distance d'effet de l'accident.

Calcul du nombre de personnes présentes par bâtiment

Le nombre de personnes présentes par bâtiment (intérieur et extérieur) est calculé en fonction des taux de présence (voir) et des hypothèses d'occupation des ilots.

Nombre de personnes touchées par l'accident (dans chaque bâtiment)

La surface du projet impacté par la zone d'effet de l'accident est calculée de façon précise pour chaque bâtiment à l'aide du logiciel ArcGIS. En associant ces surfaces d'impact avec les densités de personne au sein du projet, le nombre de personnes touchées par l'accident sur l'ensemble du projet est connu.

Nombre de décès par bâtiment

Le nombre de décès est calculé en associant le nombre de personnes touchées par l'accident au taux de létalité des différents accidents.

5.2.4 Densité de population et d'emploi (Horizon 2030)

Les seules zones susceptibles d'être impactées par un scénario accidentel en dehors du projet Champ-du-Château sont les zones résidentielles situées de l'autre côté de l'Autoroute A1 (villas). En ce qui concerne les densités de population et d'emploi de cette zone, une densité moyenne de 4'760 personnes/m^2 a été utilisée. Cette valeur est issue de la littérature de référence suivante : *Étude de Dangers, Fiche 1: Éléments pour la détermination de la gravité des accidents, France, 28/12/2006.* Un coefficient multiplicateur de 1.17 a été appliqué. Il correspond à l'augmentation de population à l'horizon 2030 d'après les données du PDC 2030 (par rapport à 2010).

5.3 Calculs de la gravité des scénarios

5.3.1 Scénarios associés à l'essence

Les scénarios impliquant l'essence sont le Flash-Fire ainsi que le feu de nappe.

5.3.1.1 Effets du Flash-Fire (essence)

Les effets du Flash-Fire sont déterminés en fonction de la taille et de la forme du nuage inflammable (i.e. avec une concentration comprise entre la LIE et la LSE). On distingue les scénarios liés à une fuite continue (13.3 kg/s pendant 25 minutes) et les scénarios faisant suite au déversement brutal de la citerne. En effet, le nuage inflammable issu de la nappe n'aura alors pas la même forme ni la même taille dans ces deux cas.

Les conditions qui ont été retenues comme majorantes parmi les conditions les plus représentatives sont les suivantes :

- Pour la fuite continue :
  - De jour : (C, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).
- Pour la rupture totale :
  - De jour : (C, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).

Le nuage inflammable a été calculé en considérant une nappe formée par la libération d'une citerne de 20 tonnes d'essence (fuite continue ou déversement brutal). Ce nuage est issu d'une nappe ayant une surface de 2'120 m^2.

Afin de prendre en compte les conditions majorantes, la surface de la nappe est considérée comme étant identique pour une fuite continue et pour un déversement brutal.

Pour chaque scénario, le nuage inflammable est orienté vers le projet Champ-du-Château et dans le sens de l'autoroute, de jour et de nuit (la taille du nuage inflammable correspondant est différente).

Les modélisations indiquent les limites à la LIE suivantes (limites du nuage inflammable) :

Tableau 22. Distances d'effet maximales du Flash-Fire (essence)

	Jour	Nuit
Fuite continue	63 m	67 m
Déversement brutal	115 m	98 m

Scénarios orientés vers le projet Champ-du-Château

Il est considéré que les limites du projet Champ-du-Château (limite de la parcelle) se trouvent à 20m de l'autoroute. La barre Sud, qui est le bâtiment le plus proche de l'autoroute est situé à 60m de cette dernière. Ainsi, tous les scénarios atteignent ce dernier.

Les distances minimum et maximum du nuage étant respectivement de 63m et 116m (cf. Tableau 22), le nuage atteindra le projet entre 43 et 96m (compte tenu de la distance de 20m entre l'autoroute et les limites du projet)

La surface touchée du projet Champ-du-Château correspond à l'intersection de l'aire du cercle représentant la distance d'effet du Flash-Fire avec l'aire du projet impacté par le nuage. Ces aires ont été calculées par le biais du logiciel ArcGIS.

Ainsi, la surface touchée est reportée directement pour le calcul de la gravité. La surface est convertie en population, selon les densités du projet (cf. §5.2.3)

Il est ensuite considéré que 50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont mortellement blessées.

De plus, on considère que 70% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées, contrairement aux personnes à l'air libre.

Scénarios orientés hors du projet Champ-du-Château

Pour le calcul de la gravité hors du projet, la surface impactée (calculé via ArcGIS) est multipliée par la densité calculée issue des données du PDC 2030 (cf. §5.2.4). Dans le cas de la fuite continue, aucune habitation en dehors du projet n'est impactée par les effets du Flash-Fire. Dans le cas de la rupture totale, une seule habitation (300m^2) est impactée. Une densité moyenne de 4'760 personnes/km^2 (cf. §5.2.4) est multipliée à cette surface afin d'obtenir le nombre de personnes impactées.

La gravité du scénario de Flash-Fire d'essence suite à une fuite continue est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 23. Gravité du scénario de Flash-Fire essence - Fuite continue

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**2**	**0**	**2**
Nuit	**1**	**0**	**1**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 24. Gravité du scénario sur l'autoroute – Flash-Fire essence

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	0	0
Jour / trafic normal	0	0
Nuit / trafic de nuit	0	0

Comme l'indique le tableau précédent, la gravité est nulle pour les usagers de l'autoroute. En effet, le Flash-Fire étant orienté soit vers le projet Champ-du-Château, soit vers la zone résidentielle, il est considéré que les véhicules ne sont pas impactés par les effets thermiques du Flash-Fire.

5.3.1.2 Effets du feu de nappe

Les seuils des effets du feu de nappe (flux thermiques) sont indiqués au paragraphe 5.1.1. Les distances associées à chaque seuil sont les suivantes :

Tableau 25. Distances aux seuils des effets létaux du feu de nappe

Seuil létal	Flux thermique associé (kW/m²)	Distance par rapport au véhicule accidenté	Zone de létalité associée
L1%	15	37 m	25%
L50%	24	23 m	75%
L99%	57	Non atteint	100%

Les distances d'effet prennent en compte la formation d'une nappe rectangulaire d'une surface au sol de l'ordre de 2'120m^2 (surface calculée sur la base d'un équilibre entre débit sortant et débit consommé : absorbé par le sol et brulé par combustion).

La barre Sud du projet Champ-du-Château est la plus proche de l'emplacement de l'accident. Elle se situe à environ 60 m de l'autoroute. Les bâtiments du projet ne sont donc pas atteints par les effets de ce scénario.

Du côté de la zone résidentielle, aucune habitation n'est touchée au vu des distances d'effets du feu de nappe.

De ce fait, ce scénario n'engendrerait pas de victimes parmi les populations riveraines.

La gravité du scénario de feu de nappe d'essence pour les populations riveraines est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 26. Gravité du scénario de Feu de nappe essence

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**0**	**0**	**0**
Nuit	**0**	**0**	**0**

Les victimes sur l'autoroute sont considérées conformément à la méthodologie du screening. Les effets du feu de nappe sont considérés comme apparaissant à t_0+20 s, d'après [11].

Tableau 27. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets immédiats (t_0+20s)

		Heures de pointe	Heures normales	Heures de nuit
Bouchon	Longueur bouchon [m]	104	12	2
	Nombre de personnes total dans bouchon après auto-évacuation	48	6	1
Circulation fluide	Nombre de personne par mètre linéaire	0.054	0.013	0.005

En cas de présence d'un bus, le nombre de personnes présentes est considéré égal à 50 personnes. Afin de tenir compte du fait que ces personnes ne sont pas toutes dans des zones à 100% de létalité (a fortiori pour les scénarios à faibles distances d'effet), un facteur de correction du risque de 0.5 est appliqué.

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario sont les suivants :

Tableau 28. Gravité du scénario de feu de nappe

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	12	24
Jour / trafic normal	3	15
Nuit / trafic de nuit	1	13

5.3.2 Scénarios associés au propane

Les scénarios impliquant le propane sont le BLEVE, le Flash-Fire ainsi que le feu torche.

5.3.2.1 BLEVE

Le calcul de gravité pour le BLEVE prend en compte simultanément :

- les victimes sur l'autoroute ;
- les victimes dans le projet Champ-du-Château ;
- les victimes hors du projet Champ-du-Château, dans la zone résidentielle.

En effet, ce scénario présente des effets concentriques (cercles centrés sur le camion-citerne accidenté).

Le comptage des victimes sur l'autoroute s'effectue de la même façon que pour les scénarios présentés précédemment. Pour les personnes présentes dans le projet Champ-du-Château et hors projet, les densités de personnes utilisées sont présentés aux chapitres 5.2.3 et 5.2.4.

Les seuils des effets du BLEVE (doses thermiques) sont donnés au paragraphe 5.1.1. Les distances associées à chaque seuil sont les suivantes :

Tableau 29. Distances aux seuils des effets létaux du BLEVE

Seuil létal	Dose thermique associée $[(kW/m^2)^{4/3}.s]$	Rayon associé à ce seuil	Zone de létalité associée
SEL1%	1'000	135 m	3%
SEL5%	1'800	97 m	28%
SEL50%	2'400	80 m	75%
SEL99%	5'700	30 m	100%

De plus, on considère que 40% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées.

La gravité du scénario de BLEVE propane pour les populations riveraines est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 30. Gravité du scénario de BLEVE pour les populations riveraines

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**117**	**1**	**118**
Nuit	**31**	**4**	**35**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 31. Gravité du scénario sur l'autoroute – BLEVE

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	38	75
Jour / trafic normal	7	44
Nuit / trafic de nuit	2	40

5.3.2.2 Flash-Fire (propane)

Les effets du Flash-Fire sont déterminés en fonction de la taille et de la forme du nuage inflammable (i.e. avec une concentration comprise entre la LIE et la LSE). On distingue les scénarios liés à une fuite continue (33.3 kg/s pendant 3 minutes) et les scénarios faisant suite au déversement brutal de la citerne. En effet, le nuage inflammable issu de la nappe n'aura alors pas la même forme ni la même taille dans ces deux cas.

Les conditions qui ont été retenues comme majorantes parmi les conditions les plus représentatives, conformément au paragraphe 5.1.2 sont les suivantes :

- Pour la fuite continue :
  - De jour : (B, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).
- Pour la rupture totale :
  - De jour : (C, 3) ;
  - De nuit : (F, 3).

Pour chaque scénario, le nuage inflammable est orienté vers le projet Champ-du-Château et vers l'autoroute, de jour et de nuit (taille du nuage inflammable différente).

Les modélisations indiquent les limites à la LIE suivantes (limites du nuage inflammable) :

Tableau 32. Distances d'effet maximales du Flash-Fire (propane)

	Jour	Nuit
Fuite continue	122 m	138 m
Déversement brutal	86 m	101 m

Scénarios orientés vers le projet Champ-du-Château

Il est considéré que les limites du projet Champ-du-Château se trouvent à 20m de l'autoroute. Ainsi, tous les scénarios de Flash-Fire suite à une fuite, de jour ou de nuit, atteignent ce dernier.

La surface touchée du Champ-du-Château correspond à l'intersection de l'aire du cercle représentant la distance d'effet du Flash-Fire avec l'aire du projet impacté par le nuage. Ces aires ont été calculées par le biais du logiciel ArcGIS.

Ainsi, la surface touchée est reportée directement pour le calcul de la gravité. La surface est convertie en population, selon les densités du projet (cf. §5.2.3)

Il est ensuite considéré que 50% des personnes situées dans le nuage inflammable (délimité par la limite à la LII) sont mortellement blessées.

De plus, on considère que 90% des personnes présentes dans les bâtiments sont protégées, contrairement aux personnes à l'air libre (cf. §5.1.3).

Scénarios orientés hors du projet Champ-du-Château

Pour le calcul de la gravité hors du projet, la surface impactée (calculé via ArcGIS) est multipliée par la densité calculée issue des données du PDC 2030 (cf. §5.2.4).

Dans le cas de la fuite continue, aucune habitation en dehors du projet n'est impactée par les effets du Flash-Fire. Dans le cas de la rupture totale, une seule habitation (300m^2) est impactée. Une densité moyenne de 4'760 personnes/km^2 (cf. §5.2.4) est multipliée à cette surface afin d'obtenir le nombre de personnes impactées.

La gravité du scénario de Flash-Fire propane suite à un déversement brutal est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 33. Gravité du scénario de Flash-Fire propane - Fuite continue

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**42**	**1**	**43**
Nuit	**16**	**11**	**27**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 34. Gravité du scénario sur l'autoroute de Flash-Fire propane - Fuite continue

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	0	0
Jour / trafic normal	0	0
Nuit / trafic de nuit	0	0

Comme l'indique le tableau précédent, la gravité est nulle pour les usagers de l'autoroute. En effet, le Flash-Fire étant orienté soit vers le projet Champ-du-Château, soit vers la zone résidentielle, il est considéré que les véhicules ne sont pas impactés par les effets thermiques du Flash-Fire.

La gravité du scénario de Flash-Fire propane suite à un déversement brutal est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 35. Gravité du scénario de Flash-Fire propane - Rupture totale

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**11**	**0**	**11**
Nuit	**6**	**0**	**6**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont strictement identiques au scénario de Flash-Fire fuite continue (orientation du vent perpendiculaire à l'autoroute).

5.3.2.3 Feu torche

Le feu torche est un scénario de relativement courte distance d'effets. Deux types de feux torches sont considérés, en fonction de la localisation de la fuite :

- Le feu torche horizontal ;
- Le feu torche vertical.

Les seuils des effets du feu torche (flux thermiques) sont indiqués au paragraphe 5.1.1.

Feu torche horizontal

Le feu torche horizontal donne lieu à des effets sous forme d'un panache orienté dans la direction de la fuite. Afin de prendre en compte un cas majorant sur l'impact du projet, seuls les scénarios en direction du Champ-du-Château ont été pris en compte.

- La fuite est orientée perpendiculairement à l'autoroute, du côté du projet Champ-du-Château ;
- La fuite est orientée perpendiculairement à l'autoroute, du côté opposé au projet Champ-du-Château.

Les distances associées à chaque seuil sont les suivantes pour le feu torche horizontal :

Tableau 36. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche horizontal

Seuil létal	Flux thermique associé (kW/m²)	Distance maximale dans le sens de la flamme	Zone de létalité associée
SEL1%	15	91 m	25%
SEL50%	24	84 m	75%
SEL99%	57	74 m	100%

Vu les distances d'effet, le Champ-du-Château est atteint par les effets de ce scénario. La méthode de calcul du nombre de victime est la même que pour les scénarios précédents. La surface impactée du projet est mesurée par le biais du logiciel ArcGIS pour connaître le nombre de décès.

Pour le calcul de la gravité hors du projet, la surface impactée (calculé via ArcGIS) est multipliée par la densité calculée issue des données du PDC 2030 (cf. §5.2.4).

La gravité du scénario de feu de torche horizontal est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 37. Gravité du scénario de feu torche horizontal

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**57**	**0**	**57**
Nuit	**15**	**1**	**16**

Il s'avère que les effets varient très peu en fonction des conditions atmosphériques. En effet, le jet de gaz inflammables est projeté à très grande vitesse vu le niveau de pression important dans la citerne.

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 38. Gravité du scénario sur l'autoroute de feu torche horizontal

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	0	0
Jour / trafic normal	0	0
Nuit / trafic de nuit	0	0

Comme l'indique le tableau précédent, la gravité est nulle pour les usagers de l'autoroute. En effet, le feu torche étant considéré orienté soit vers le projet Champ-du-Château, soit vers la zone résidentielle, il est considéré que les véhicules ne sont pas impactés par les effets thermiques du Flash-Fire.

Feu torche vertical

Le feu torche vertical, quant à lui, donne des effets qui sont considérés comme circulaires autour du jet. Chacune des distances d'effet est alors représentées par un cercle et les aires d'effet de chaque niveau de létalité sont calculées, puis associées aux densités rencontrées.

Tableau 39. Distances aux seuils des effets létaux du feu torche (vertical)

Seuil létal	Flux thermique associé (kW/m²)	Distance maximale dans le sens de la flamme	Zone de létalité associée
SEL1%	15	40 m	25%
SEL50%	24	26 m	75%
SEL99%	57	5 m	100%

Vu les distances d'effet, les bâtiments du projet Champ-du-Château ne sont pas atteint par les effets de ce scénarios. En effet, la barre sud est située à environ 60m de l'autoroute.

Du côté de la zone résidentielle, aucune habitation n'est touchée au vu des distances d'effets du feu torche vertical. La gravité du scénario de feu de torche vertical est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 40. Gravité du scénario de feu torche vertical

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**0**	**0**	**0**
Nuit	**0**	**0**	**0**

Les victimes sur l'autoroute du feu de torche vertical sont considérées conformément à la méthodologie du screening ([11]). Le nombre d'usagers présents sur le linéaire correspondant à la distance d'effet est calculé. Pour cela, la longueur du bouchon en amont de l'incident est déterminée conformément au paragraphe 5.2.2.1, pour un scénario de type "retardé". L'état du bouchon est alors considéré à t_0+60 s. En outre, du côté où la circulation est supposée fluide, et en amont du bouchon, le nombre de personnes à compter, par mètre linéaire, est également indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 41. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets retardés (t0+60s)

		Heures de pointe	Heures normales	Heures de nuit
Bouchon	Longueur bouchon [m]	295	35	6
	Nombre de personnes total dans bouchon après auto-évacuation	123	15	3
Circulation fluide	Nombre de personne par mètre linéaire	0.068	0.016	0.006

En cas de présence d'un bus, le nombre de personnes présentes est considéré égal à 50 personnes. Afin de tenir compte du fait que ces personnes ne sont pas toutes dans des zones à 100% de létalité (a fortiori pour les scénarios à faibles distances d'effet), un facteur de correction du risque de 0.5 est appliqué.

Les résultats en termes de nombres de décès du scénario sont les suivants :

Tableau 42. Gravité du scénario de feu torche vertical

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	12	27
Jour / trafic normal	5	18
Nuit / trafic de nuit	1	17

5.3.3 Scénarios associés à l'ammoniac

Deux scénarios de dispersion d'ammoniac sont étudiés :

- Fuite de 8.3 kg/s pendant 1 minute ;
- Rupture totale de la citerne.

Pour l'ensemble des scénarios de dispersion toxique d'ammoniac, les conditions qui sont retenues sont les suivantes (majorantes parmi les plus représentatives) :

- De jour : (C, 3) ;
- De nuit : (F, 3).

La forme et la taille du nuage toxique est très liée aux conditions atmosphériques. Ainsi, un nuage de forme différente est considéré de jour et de nuit, conformément au paragraphe 5.1.2.

La longueur du bouchon considérée est celle correspondant à 500 secondes après le début de l'événement, étant la durée caractéristique pendant laquelle les effets du produit dangereux se déploient.

Tableau 43. État du bouchon de véhicules pour les scénarios aux effets toxiques (t0+500s)

		Heures de pointe	Heures normales	Heures de nuit
Bouchon	Longueur bouchon [m]	2'604	311	55
	Nombre de personnes total dans bouchon après auto-évacuation	962	115	20

Contrairement aux autres scénarios, les véhicules en circulation dans un trafic fluide ne sont pas comptés dans le nombre de personnes affectées par les effets du scénario, qui sont épargnées vu leur temps d'exposition très faible.

5.3.3.1 Rejet toxique suite à une fuite continue

Les seuils d'effets létaux considérés sont les suivants, ils correspondent à une exposition de 30 minutes:

Tableau 44. Seuils des effets létaux - Fuite continue d'ammoniac

Seuil létal	Concentration associée	Nuit (F,3)	Jour (C,3)
SEL1%	4'767 ppm	100	105
SEL10%	5'335 ppm	90	90
SEL50%	6'120 ppm	85	75
SEL99%	9'373 ppm	65	50

Deux directions sont considérées :

- Vers la zone résidentielle à l'opposé du projet Champ-du-Château vis-à-vis de l'autoroute ;
- Vers le projet Champ-du-Château.

Pour le calcul de la gravité hors du projet, la surface impactée (calculé via ArcGIS) est multipliée par la densité calculée issue des données du PDC 2030 (cf. §5.2.4).

La gravité du scénario fuite continue d'ammoniac est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 45. Gravité du scénario de fuite continue d'ammoniac

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**82**	**0**	**82**
Nuit	**29**	**1**	**30**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 46. Gravité du scénario sur l'autoroute – Fuite continue d'ammoniac

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	27	77
Jour / trafic normal	27	77
Nuit / trafic de nuit	21	71

5.3.3.2 Rejet toxique suite à une rupture totale

Les seuils d'effets létaux considérés sont les suivants, ils correspondent à une exposition de 30 minutes:

Tableau 47. Seuils des effets létaux – Rupture totale d'ammoniac

Seuil létal	Concentration associée	Nuit (F,3)	Jour (C,3)
SEL1%	4'767 ppm	330	100
SEL10%	5'335 ppm	250	80
SEL50%	6'120 ppm	105	70
SEL99%	9'373 ppm	60	35

Plusieurs directions sont considérées :

- Vers la zone résidentielle à l'opposé du projet Champ-du-Château vis-à-vis de l'autoroute ;
- Vers le projet Champ-du-Château.

Vu les distances d'effet, le projet est atteint par les effets de ce scénario. La méthode de calcul du nombre de victime est la même que pour les scénarios précédents.

Pour ces scénarios, il est considéré que les bâtiments offrent un effet protecteur, conformément au paragraphe §5.1.3 qui indique une réduction de 40% des personnes touchées.

Pour le calcul de la gravité hors du projet, la surface impactée (calculé via ArcGIS) est multipliée par la densité calculée issue des données du PDC 2030 (cf. §5.2.4).

fLa gravité du scénario fuite d'ammoniac, rupture totale est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 48. Gravité du scénario de rupture totale d'ammoniac

Gravité indiquée en nombre de décès	Champ-du-Château	Hors Champ-du-Château	Total (Champ-du-Château + Hors Champ-du-Château)
Jour	**51**	**0**	**51**
Nuit	**152**	**335**	**487**

Les résultats en termes de nombres de décès sur l'autoroute du scénario sont les suivants :

Tableau 49. Gravité du scénario sur l'autoroute – Rupture totale d'ammoniac

Gravité du scénario	Sans présence de bus	Avec présence de bus
Jour / trafic de pointe	24	74
Jour / trafic normal	24	74
Nuit / trafic de nuit	23	73

6. Résultats sous forme de courbes cumulatives de risques

Conformément à l'OPAM, le nombre de décès est converti en indice d'accident majeur selon la formule suivante :

Soit n le nombre de décès et N l'indice d'accident majeur :
$$N = 0.3 \times \log(n)$$

Par la suite, les résultats sont directement indiqués en indice d'accident majeur.

Afin de construire une courbe cumulative de risques, chaque niveau de gravité calculé (sur la base d'un scénario placé dans un contexte donné : période de temps, orientation du vent, etc.) est associé à une fréquence d'occurrence propre. Les résultats du chapitre 5.3 sont donc à relier avec les arbres présentés au chapitre 4.4.

Au total, 166 situations élémentaires, correspondant chacune à un point sur la courbe ci-dessous, ont été calculées avec la détermination de leurs fréquences et de leurs gravités respectives.

La Figure 15 présente les courbes cumulatives de risques engendrées par l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château obtenues pour chaque famille de scénarios.

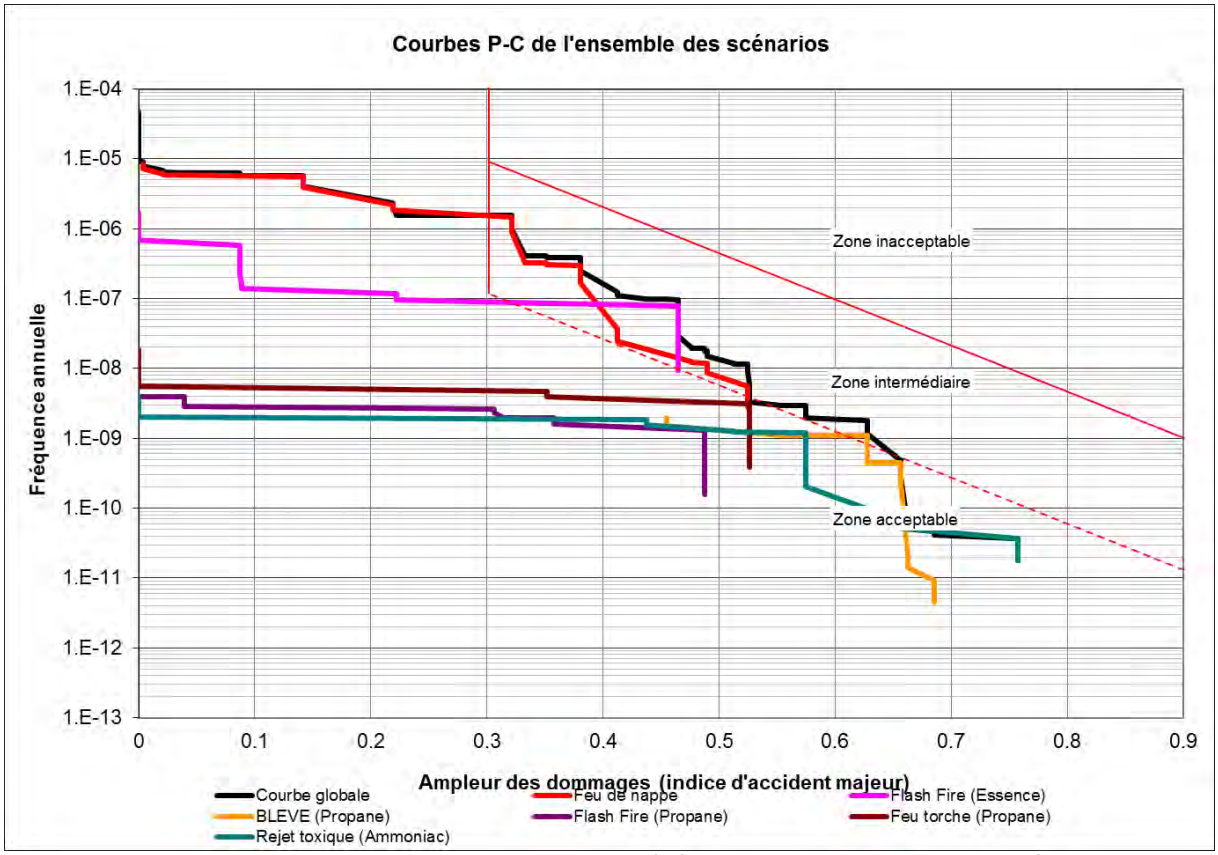


Figure 15. Courbes cumulatives de risques OPAM liés à l'Autoroute A1, par famille de scénarios

Les courbes des scénarios feu de nappe et Flash-Fire d'essence se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM. La courbe du scénario BLEVE de propane se situe en zone acceptable, à la limite du domaine intermédiaire. En revanche, les courbes des scénarios de feu torche et de Flash-Fire de propane, ainsi que de rejet toxique d'ammoniac se situent intégralement dans le domaine acceptable.

La superposition des courbes obtenues pour chaque famille de scénarios illustre le fait que les scénarios les plus impactant au niveau du projet Champ-du-Château sont les scénarios associés à l'essence.

La Figure 16 présente les courbes cumulatives de risques engendrées par l'Autoroute A1 vis-à-vis du projet Champ-du-Château, obtenues pour chaque produit (regroupement de plusieurs scénarios).

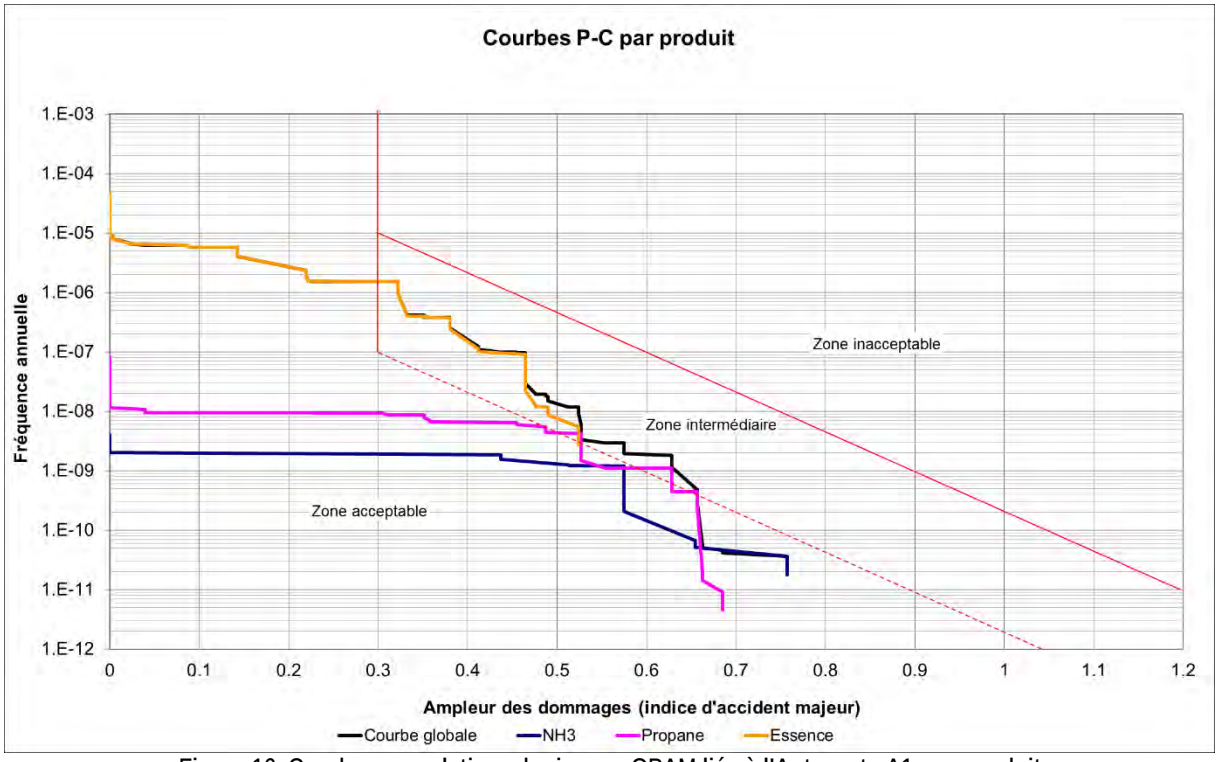


Figure 16. Courbes cumulatives de risques OPAM liés à l'Autoroute A1, par produit

Les courbes des scénarios d'essence et de propane se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM. En revanche, la courbe des scénarios d'ammoniac se situe intégralement dans le domaine acceptable au sens de l'OPAM.

Ainsi, à l'horizon 2030, le niveau de risques global vis-à-vis de l'Autoroute A1 se situe en zone intermédiaire.

La Figure 17 présente une superposition des courbes cumulatives globales de risques engendrées par l'Autoroute A1 obtenues avec et sans l'intégration du projet Champ-du-Château.

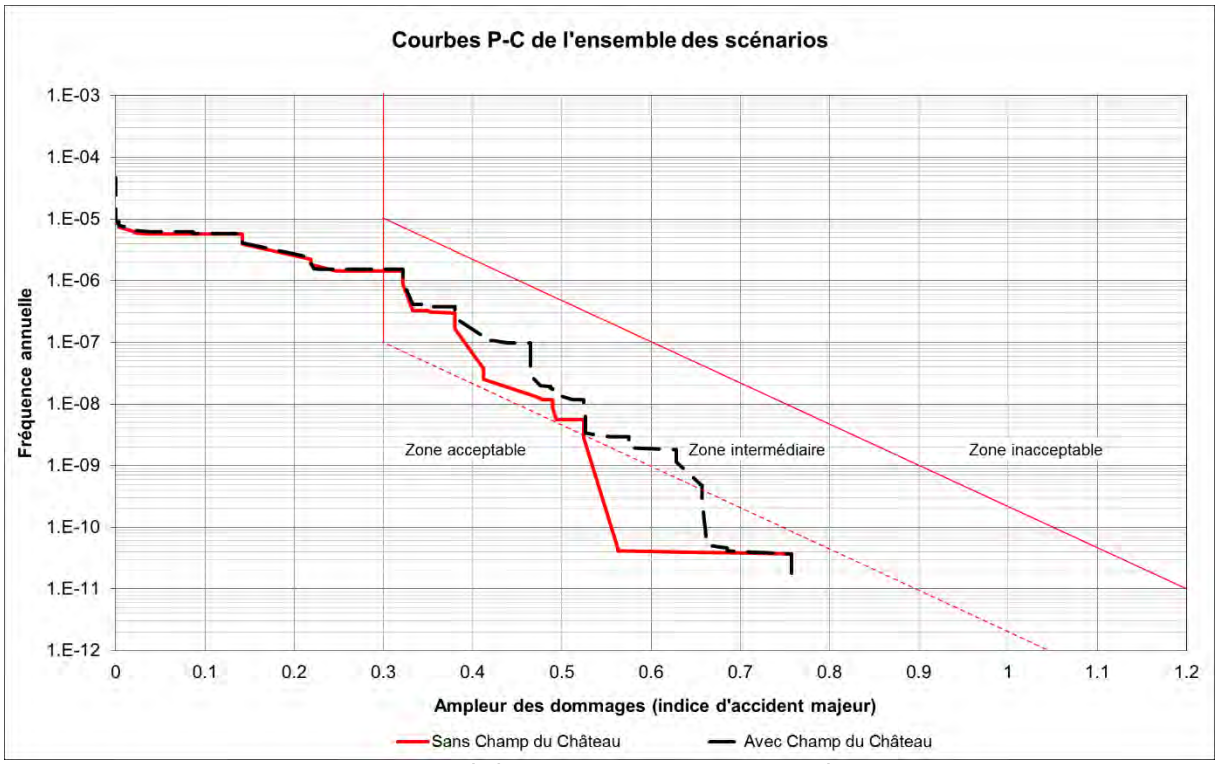


Figure 17. Courbes cumulatives de risques liés à l'Autoroute A1, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château

Les 2 courbes cumulatives, à l'horizon 2030, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM.

Cette superposition illustre le fait que l'intégration du projet Champ-du-Château a un impact significatif sur le niveau de risque, en particulier pour les scénarios liés à l'essence et au propane. En effet, compte tenu de l'importance des zones potentiellement impactées par les scénarios ammoniac, le projet Champ-du-Château présente un impact moins marqué.

7. Conclusion

L'autoroute longeant le projet Champ-du-Château a fait l'objet d'une étude détaillée OPAM.

L'étude de risques détaillée permet de conclure que le risque au niveau de l'autoroute se trouve dans le domaine intermédiaire.

L'analyse des résultats permet de conclure que les niveaux de risques calculés, à l'horizon 2030, avec et sans intégration du projet Champ-du-Château se situent dans le domaine intermédiaire au sens de l'OPAM. L'intégration du projet Champ-du-Château a un impact significatif sur le niveau de risque, en particulier pour les scénarios liés à l'essence et au propane. Néanmoins, on relèvera que le niveau de risques évalué sur la base du présent projet est inférieur à celui estimé dans la précédente étude (13 juin 2014, rapport 7293.29-RN003).

Il convient de rappeler les hypothèses majorantes qui ont été prises dans cette étude de risques détaillés :

- L'emplacement des accidents a été choisi afin que la surface impactée du projet Champ-du-Château soit maximale ;
- Parmi les hypothèses de trafic, c'est l'hypothèse haute qui a été retenue ;
- En cas de présence d'un bus, le nombre de personnes présentes est majoré de 50 personnes. En outre, il se situe toujours dans la zone de gravité maximale ;
- Parmi les hypothèses relatives au projet Champ-du-Château, c'est l'hypothèse de densification maximale qui a été retenue ;
- L'impact du talus n'a pas été pris en compte dans les modélisations. Le talus étant particulièrement marqué sur ce site, ce dernier induirait une protection partielle vis-à-vis de certains phénomènes liés aux liquides et gaz inflammables. Cet impact étant difficile à quantifier (en outre fonction de plusieurs paramètres aléatoires), il a été considéré de ne pas en tenir compte, dans une approche majorante ;
- Parmi les hypothèses de protection des personnes dans les bâtiments, les pourcentages de protections les plus faibles ont été retenus (lorsque plusieurs sources fournissaient des hypothèses différentes) ;
- Dans l'ensemble des modélisations réalisées, les conditions majorantes (pour un jeu de conditions représentatives) ont été systématiquement considérées) ;
- La nappe formant le nuage inflammable (Flash-Fire) est supposée être la même en cas de fuite continue ou de déversement brutal ;
- En cas de formation de nuage inflammable, il a été considéré que le phénomène était dans 100% des cas un Flash-Fire (conséquences majorantes par rapport à un VCE) ;
- Pour l'accident "feu torche horizontal" seuls les scénarios en direction du projet Champ-du-Château ont été pris en compte.

Les nombreuses hypothèses majorantes citées ci-dessus ont été adoptées afin de respecter la méthodologie OPAM du *"worst case"* et ont permis de conclure que le niveau de risque associé au projet Champ-du-Château se situe en zone intermédiaire au sens de l'OPAM.

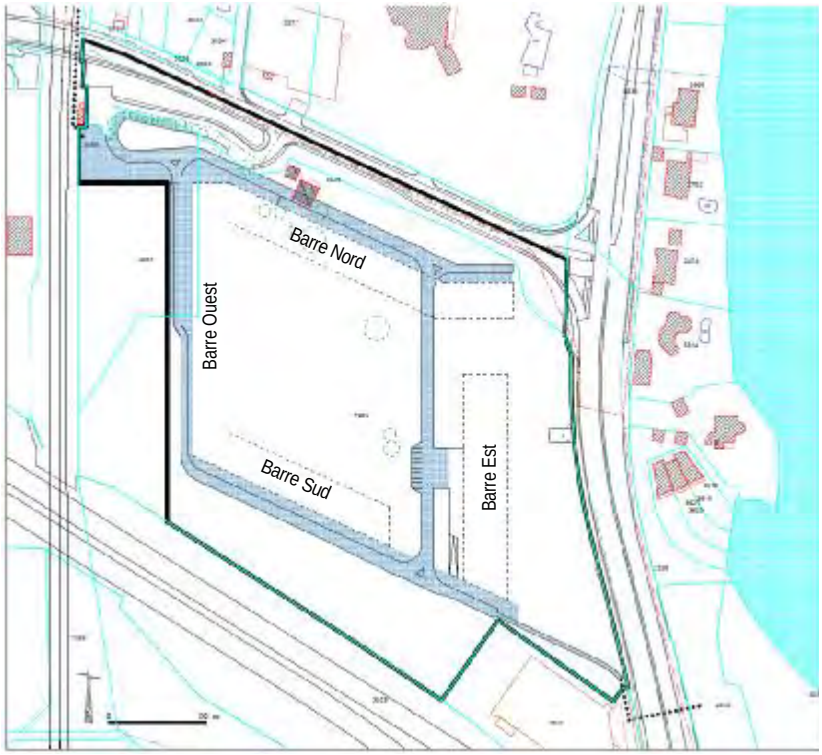
Annexe 5.10.4.5:

Etude OPAM
(BG Ingénieurs Conseils, novembre 2013)

Ingénieurs Conseils
Ingenieure & Berater
Consulting Engineers

Construction Perret

Champ-du-Château



Etude OPAM

7293.16-RN001a/Znq

Lausanne, le 26 novembre 2013

Construction Perret

Champ-du-Château

Etude OPAM

Version	-	a	b
Document	7293.16-RN001/Zng	7293.16-RN001a/Zng	
Date	26 juillet 2013	26 novembre 2013	
Elaboration	Christophe Zing	Christophe Zing	
Visa	Raphaël Defert	Raphaël Defert	
Collaboration		Arnaud Poulain	
Distribution	Construction Perret (1 ex.) SEN (1 ex.) BG (1 ex.)	Construction Perret (1 ex.) SEN (1 ex.) BG (1 ex.)	

© BG

BG Ingénieurs Conseils SA - Avenue de Cour 61 - Case postale 241 - CH-1001 Lausanne
T +41 58 424 11 11 F +41 58 424 11 22 E lausanne@bg-21.com W www.bg-21.com TVA CHE-116.329.587

Table des matières

		Page
1.	Introduction	4
2.	Le projet et son environnement	6
2.1	Localisation du projet	6
2.2	Affectations et occupation des bâtiments	7
2.3	Affectations	7
2.4	Hypothèse 1 - occupation standard	8
2.5	Hypothèse 2 - densification des activités	8
2.6	Hypothèse 3 - densification des activités et de la barre Est	8
3.	Le gazoduc	10
3.1	Introduction	10
3.2	Analyse des modifications du projet	11
3.2.1	Modifications d'affectation	11
3.2.2	Modifications de densité	12
3.3	Résultats de l'étude de risques 2011 et discussion	13
3.3.1	Discussion sur les résultats de fréquence	13
3.3.2	Discussion sur les résultats de gravité	17
3.4	Conclusion	19
4.	La voie CFF	22
4.1	Généralités	22
4.2	Présentation succincte de l'outil	23
4.3	Définition des densités	23
4.3.1	Trafic et marchandises dangereuses	25
4.4	Mise en œuvre des calculs pour la voie CFF	27
4.5	Conclusion et suite à mener	31
5.	Les routes utilisées pour le TMD	32
5.1	Routes concernées	32
5.2	Méthodologie	32
5.3	Hypothèses communes	33
5.4	La route de Lausanne	34
5.4.1	Définition des densités	34
5.4.2	Trafic	37
5.4.3	Mise en œuvre des calculs et résultats comparatifs	38
5.5	Autoroute A1	42
5.5.1	Définition des densités	42
5.5.2	Trafic	44
5.5.3	Mise en œuvre des calculs et résultats comparatifs	45
5.6	Bilan concernant l'étude screening routier	48
6.	Synthèse des contraintes OPAM et de leur prise en compte	50

Champ-du-Château - Etude OPAM

Annexes

1. Données d'entrée pour les calculs CFF
2. Mesures de protection - guide de planification
3. Données d'entrée pour les calculs "screening routier"

Références bibliographiques

OPAM, documents généraux

[1] Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs (OPAM) 814.012 du 27 février 1991

[2] Manuel I de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM), OFEV, mise à jour 2008

[3] Directive "Critères d'appréciation I pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, 1996

[4] Directive "Critères d'appréciation II pour l'Ordonnance sur la Protection contre les Accidents Majeurs OPAM", OFEFP, août 2001

Gazoduc

[5] Rapport explicatif de la révision de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM), DETEC/OFEV, janvier 2012

[6] Ordonnance sur les installations de transport par conduites (OITC) 746.11 du 2 février 2000

[7] Ordonnance sur les prescriptions de sécurité pour les installations de transport par conduites (OISTC) 746.12 du 2 février 2000

[8] Loi fédérale sur les installations de transport par conduites de combustibles ou carburants liquides ou gazeux (LITC) 746.1 du 4 octobre 1963

[9] Sécurité des installations de gaz naturel à haute pression, Rapport-cadre de l'estimation de l'ampleur des dommages et des études de risques standardisées, Swissgas, 2010

[10] GSR-Gazoduc Suisse Romand, Tronçon G500 Vengeron-Vernier, plan de situation, balises 573 à 577p, N°G500-18, 17.01.2011

[11] GGS-Gazoduc Genève-Sud, G800, plan de situation, balises 853 à 857, N°G800-13, 14/03/2012

[12] Construction Perret SA/Comptoir Immobilier, "Le Champ-du-Château, OPAM-Etude de risque", Alain Pache, août 2011

Transport de marchandises dangereuses par route

[13] Logiciel "Screening des routes de grand transit", version 1.0;

[14] Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, Manuel du logiciel "Screening des routes de grand transit", version 1.0, 12 avril 2011;

[15] Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, Rapport sur la méthode du screening, 1er avril 2011

Transport ferroviaire

[16] Guide de planification - coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs le long des installations ferroviaires significative sous l'angle des risques, ARE/OFEV/OFT, mars 2009

[17] Documentation scientifique, screening des risques du rail pour la population, OFEV, août 2008

[18] Risques pour la population liés au transport ferroviaire de marchandises dangereuses, estimation actualisée des risques sur l'ensemble du réseau (screening 2011), OFT/CFF/OFEV, décembre 2011

[19] Dokumentation Grundlagen Screening, Personenrisken Bahn 2011, OFT, février 2013

[20] Pilotrisikoanalyse für den Transport gefährlicher Güter, Fallbeispiel Bahn, Unterarbeitsgruppe "Beurteilungskriterien Verkehrswege",

1. Introduction

Dans le cadre du projet Champ-du-Château (commune de Bellevue, canton de Genève), il est prévu de construire un complexe regroupant des commerces, des logements, des bureaux, ainsi qu'un hôtel.

Vis-à-vis de l'OPAM, les sources de risques suivantes se situent à proximité du projet :

- le Gazoduc Suisse Romand GSR (tronçon G500 Vengeron-Vernier);
- les voies de chemin de fer CFF;
- l'autoroute A1 (Transport de Marchandises Dangereuses par camions);
- la route de Lausanne, également concernée par le Transport routier de Marchandises Dangereuses.

La figure suivante présente le projet ainsi que les différentes sources de risques concernées :

Figure 1: Le projet immobilier et les sources de risques au sens de l'OPAM

Concernant le gazoduc, une étude de risque détaillée a déjà été réalisée en août 2011 [12]. Cette dernière va faire l'objet d'une analyse semi-quantitative afin de prendre en compte les évolutions du projet (forme et hauteur des bâtiments, affectations, surface de plancher, densités etc.).

Les voies CFF, l'autoroute A1 ainsi que la route de Lausanne n'ont en revanche pas fait l'objet d'une étude OPAM en 2011.

Dans ce contexte, l'objet du présent document est :

- d'analyser les changements d'affectation des bâtiments et les hypothèses considérées pour l'étude de risques concernant le gazoduc [12], et, par des calculs de fréquence et de gravité, de prévoir l'évolution de la courbe PC entre le projet 2011 le projet actuel;
- d'évaluer l'impact du projet sur le niveau de risques, pour les sources de risques qui n'ont pas encore été étudiées :
  - la voie CFF,
  - l'autoroute A1,
  - la route de Lausanne.

2. Le projet et son environnement

2.1 Localisation du projet

Les parcelles choisies pour édifier le complexe immobilier de Champ-du-Château sont situées en milieu périurbain dans la commune de Bellevue (parcelles 2969 et 3091). Le périmètre dans lequel s'inscrit le projet est limité au sud par l'autoroute A1, à l'est par la route cantonale (route de Lausanne) et à l'ouest par les voies CFF qui relient Genève à Lausanne.

Le plan de situation suivant donne un aperçu de l'implantation de ce projet à l'échelle du Canton de Genève :

Figure 2: Localisation du projet immobilier

2.2 Affectations et occupation des bâtiments

2.3 Affectations

Le projet est composé de 4 "barres" (Nord, Sud, Est et Ouest), comme indiqué sur la figure suivante :

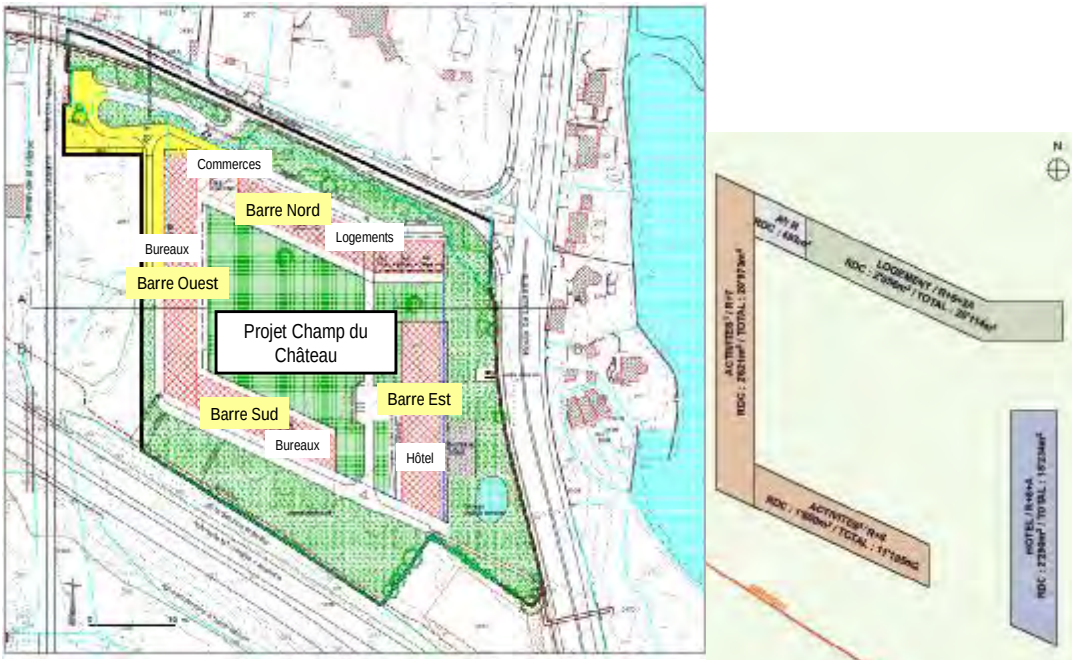


Figure 3: Localisation des différentes sources de risques OPAM

Le tableau suivant indique, pour chaque barre, la répartition de la population future estimée, selon le type d'affectation :

	Type d'affectation	SBP (m²)
Barre Nord	Logements	20 114
Barre Nord	Commerces	483
Barre Sud	Bureaux	11 195
Barre Ouest	Bureaux	20 973
Barre Est	Hôtel (associé à du logement)	15 234

Tableau 1 : Affectation des barres du projet

Selon cette répartition des affectations, trois hypothèses sont considérées concernant la densification des surfaces. En effet, selon l'aménagement des locaux fait par les futurs locataires, le nombre de personnes présentes peut varier significativement.

2.4 Hypothèse 1 - occupation standard

Il s'agit de l'hypothèse de base avec l'occupation suivante :

	Type d'affectation	SBP (m^2)	Hypothèse	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	20 114	2,72 personnes / 100 m^2	547
Barre Nord	Commerces	483	1 personne/30m^2 de SBP	16
Barre Sud	Bureaux	11 195	1 personne/30m^2 de SBP	373
Barre Ouest	Bureaux	20 973	1 personne/30m^2 de SBP	699
Barre Est	Hôtel (associé à du logement)	15 234	1 personne/30m^2 de SBP	508

Tableau 2 : Affectations et occupation des bâtiments - hypothèse 1

2.5 Hypothèse 2 - densification des activités

Pour cette hypothèse, les surfaces de bureaux sont utilisées avec une hypothèse d'occupation maximale, soit 16 m^2/personne.

Les résultats de cette sensibilité correspondent à l'utilisation la plus dense possible des locaux commerciaux et de bureaux :

	Type d'affectation	SBP (m^2)	Hypothèse	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	20 114	2,72 personnes / 100 m^2	547
Barre Nord	Commerces	483	1 personne/16m^2 de SBP	30
Barre Sud	Bureaux	11 195	1 personne/16m^2 de SBP	700
Barre Ouest	Bureaux	20 973	1 personne/16m^2 de SBP	1311
Barre Est	Hôtel (associé à du logement)	15 234	1 personne/30m^2 de SBP	508

Tableau 3 : Affectations et occupation des bâtiments - hypothèse 2

2.6 Hypothèse 3 - densification des activités et de la barre Est

Pour cette hypothèse, les surfaces de bureaux et de la barre Est sont utilisées avec une hypothèse d'occupation maximale, soit 16 m^2/personne. Dans ce cas, l'hôtel n'existe plus et la barre Est accueille des bureaux.

Les résultats de cette sensibilité correspondent à l'utilisation la plus dense possible des locaux commerciaux, de bureaux et de l'hôtel (alors utilisé comme surface de bureaux) :

	Type d'affectation	SBP (m^2)	Hypothèse	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	20 114	2,72 personnes / 100 m^2	547
Barre Nord	Commerces	483	1 personne/16m^2 de SBP	30
Barre Sud	Bureaux	11 195	1 personne/16m^2 de SBP	700
Barre Ouest	Bureaux	20 973	1 personne/16m^2 de SBP	1311
Barre Est	Bureaux	15 234	1 personne/16m^2 de SBP	952

Tableau 4 : Affectations et occupation des bâtiments- hypothèse 3

3. Le gazoduc

3.1 Introduction

Une étude ayant déjà été réalisée en août 2011 [12], il convient de vérifier que les nouvelles données du projet ne remettent pas en cause les conclusions de cette étude. En effet, certaines modifications du projet pourraient avoir un impact sur les hypothèses considérées dans l'étude réalisée en 2011.

Il conviendra donc, dans un premier temps, de passer en revue ces changements, puis d'en estimer les conséquences sur l'étude 2011 et ses conclusions.

La situation actuelle est présentée sur la figure suivante :

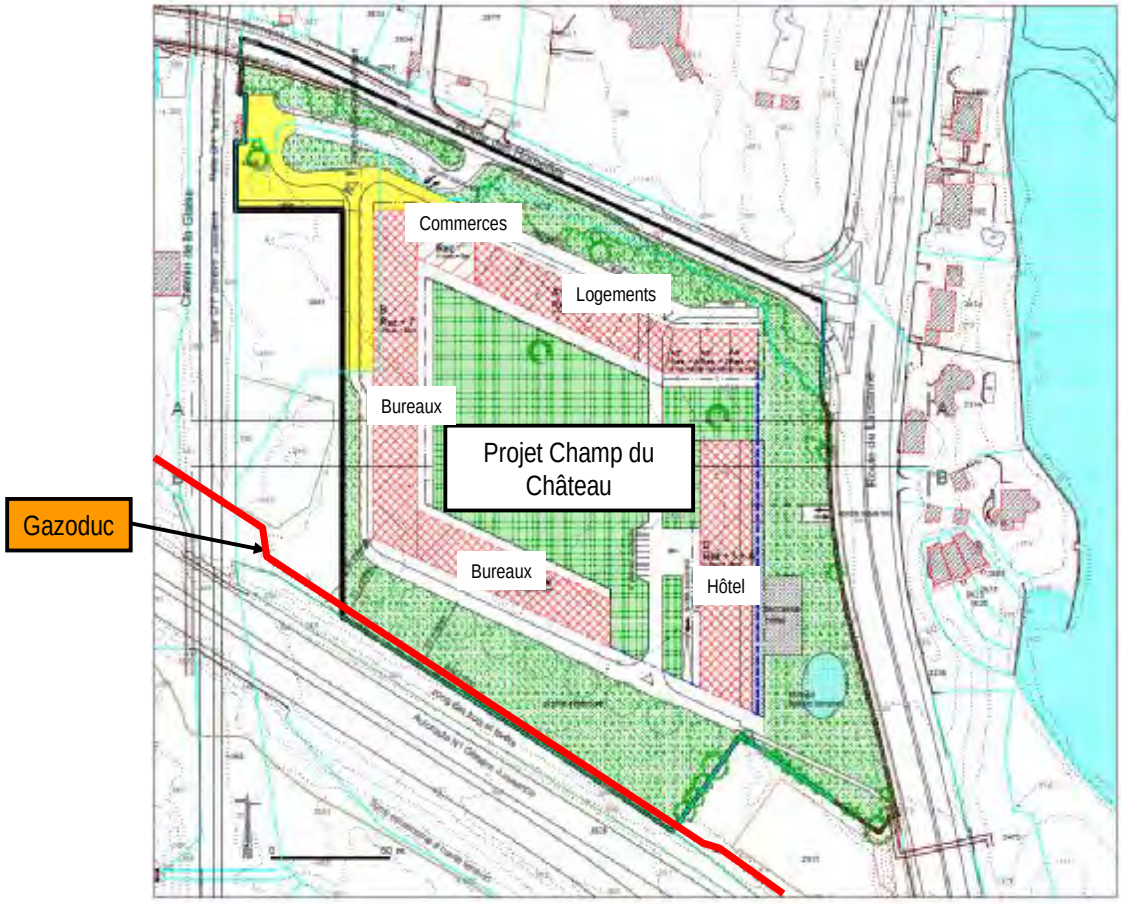
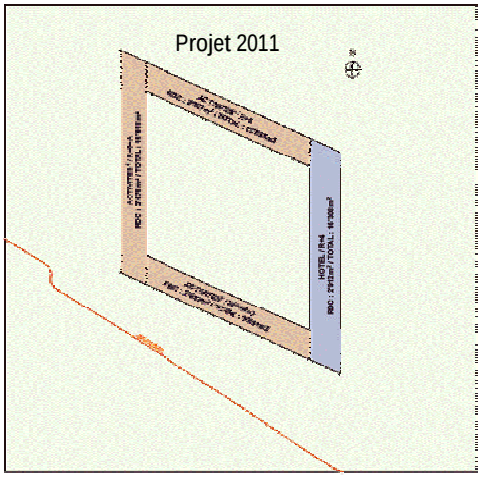


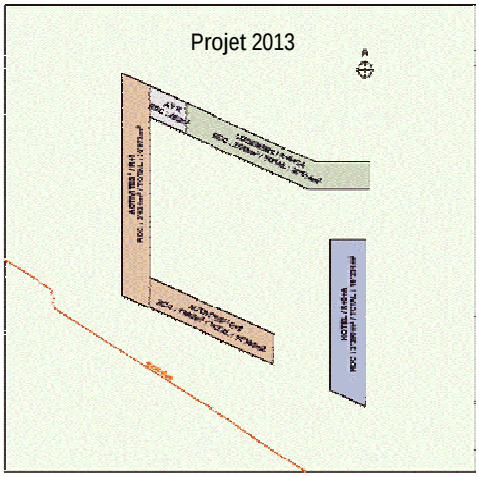
Figure 4: Implantation du gazoduc

3.2 Analyse des modifications du projet

3.2.1 Modifications d'affectation

L'emprise au sol de certains bâtiments a été modifiée depuis la version de référence de l'étude 2011. Ainsi, la barre Sud ne relie plus les barres Ouest et Est de façon continue. L'hôtel également a vu son emprise au sol diminuée. De façon générale, le nombre d'étages et l'affectation des bâtiments ont évolué. Les schémas suivants indiquent la disposition des bâtiments dans l'ancien (2011) et le nouveau projet (2013).





Le tableau suivant résume les affectations et le nombre d'étages pour chaque barre, pour le projet 2011 et le projet 2013 :

	Projet 2011	Projet 2013
Barre Nord	Bureaux R+7	Logements + commerces R+9
Barre Sud	Bureaux R+4	Bureaux R+6
Barre Ouest	Bureaux R+6	Bureaux R+7
Barre Est	Hôtel R+4	Hôtel (considéré en tant que logement) ou Bureaux, R+5

Tableau 5 : Différence de densité et d'affectation des projets de 2011 et de 2013

Ainsi, on note que les affectations sont conservées à l'identiques pour les barres Sud, Ouest et Est (sauf cas de l'hypothèse 3 pour laquelle les surfaces de l'hôtel sont utilisées comme surfaces de bureaux). Le changement d'affectation de la barre Nord n'a pas d'impact sur l'étude de risques liée au gazoduc étant donné que les distances d'effet maximum des scénarios n'atteignent pas la barre Nord.

Les nombres d'étages ont quant à eux évolué pour l'ensemble des barres (plus un à deux étages).

Il est rappelé que les distances d'effet du scénario de boule de feu (scénario majorant) sont de 90 m pour les effets sur les personnes à l'air libre, et de 70 m pour les effets sur les personnes dans les bâtiments. Ces distances d'effet découlent du rapport-cadre [9].

3.2.2 Modifications de densité

L'occupation dans les différentes barres est étudiée selon plusieurs hypothèses de densité (dans le cadre de l'étude OPAM relative au gazoduc, seules les hypothèses 1 et 3 présentées respectivement dans les § 2.4 et 2.6 sont étudiées, correspondant au cas standard et au cas le plus majorant). Le tableau suivant indique, pour chaque "bloc", une densification à raison d'une personne pour 30 m² (hypothèse 1) puis pour 16 m² (hypothèse 3) ainsi que l'augmentation en pourcentage du nombre de personnes attendues entre les deux hypothèses. Le nombre de personnes est établi directement à partir de la surface brute de plancher (SBP).

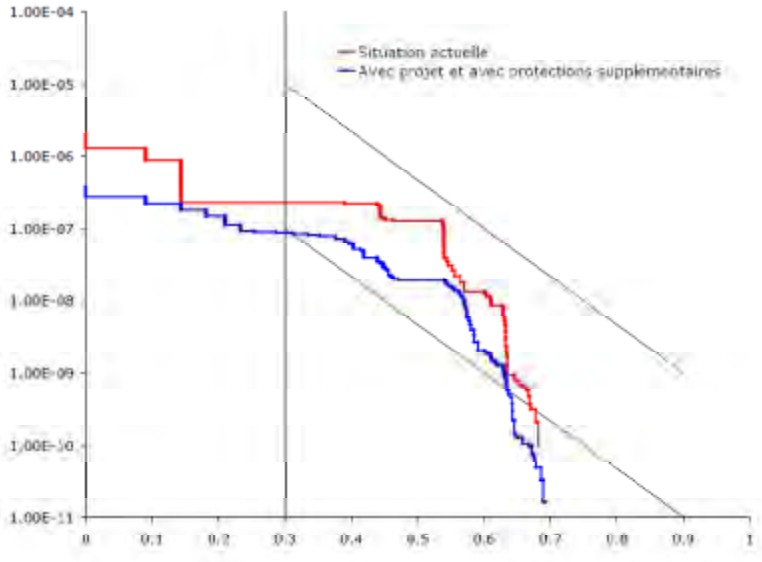
	Type d'affectation	SBP	Hypothèse 1		Hypothèse 3	
			Occupation	Nombre de personnes	Occupation	Nombre de personnes
Barre Nord	Logements	20114 m²	2,72 personnes / 100 m²	547	2,72 personnes / 100 m²	547
Barre Nord	Commerces	483 m²	1 personne/30m² de SBP	16	1 personne/16m² de SBP	30
Barre Sud	Bureaux	11195 m²	1 personne/30m² de SBP	373	1 personne/16m² de SBP	700
Barre Ouest	Bureaux	20973 m²	1 personne/30m² de SBP	699	1 personne/16m² de SBP	1311
Barre Est	Hôtel	15234 m²	1 personne/30m² de SBP (logement)	507	1 personne/16m² de SBP (Bureaux)	952

Tableau 6 : Caractéristiques des barres du projet pour les hypothèses 1 et 3

Le cadre rouge du tableau ci-dessus indique les barres susceptibles de se trouver dans les distances d'effet d'un scénario de boule de feu suite à la rupture du gazoduc.

3.3 Résultats de l'étude de risques 2011 et discussion

Les courbes de résultat obtenues selon les hypothèses considérées en 2011 sont les suivantes [12] :



Ainsi, il avait été montré qu'en mettant en place les mesures de réduction des risques suivantes, le niveau de risque de la situation future (avec projet) est inférieur au niveau de risque actuel :

- Enfouissement des canalisations à 2,5 m;
- Pose de plaques de protection.

3.3.1 Discussion sur les résultats de fréquence

3.3.1.1 Résultat du calcul de fréquence 2011

Les calculs de taux d'accidents de base de 2011 se basaient sur deux cas :

- Cas sans mesure de protection supplémentaire ;
- Cas avec mesures de protection supplémentaires :
  - Enfouissement des canalisations à 2,5m ;
  - Poses de plaques de protection sur tout le segment.

Les résultats ci-après avaient été obtenus :

- 2,78E-02 (1000 km/an) pour le cas sans mesure de protection ;
- 4,2E-03 (1000 km/an) pour le cas avec mesures de protection supplémentaires.

3.3.1.2 Modification d'hypothèses par rapport au rapport 2011

Contrairement à ce qui était établi dans le rapport 2011, les calculs de fréquence effectués dans le cadre du présent rapport doivent intégrer le fait que la réalisation du projet nécessite un changement d'affectation du terrain sur lequel se trouve le gazoduc (changement de zone agricole à

zone à bâtir). Le fait que le gazoduc se trouve en zone à bâtir entraîne la multiplication par un facteur 3 pour la probabilité de rupture suite à l'intervention d'un tiers.

Par ailleurs, la valeur de limite élastique de la conduite de gaz a été modifiée suite aux informations fournies par Gaznat, ce qui modifie le facteur de design, et donc indirectement la probabilité de rupture.

3.3.1.3 Mesures de sécurité complémentaires et calculs de fréquence actualisés

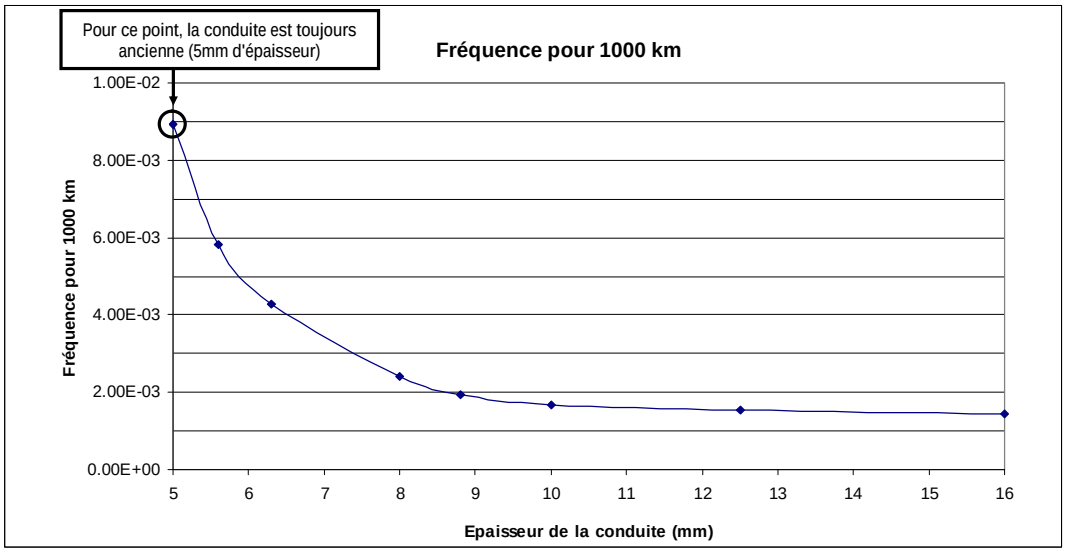
En 2013, compte tenu de l'augmentation prévue des densités des bâtiments, l'étude vise à abaisser autant que possible les fréquences d'occurrence, afin d'obtenir une courbe globalement inférieure à la situation de base. Ainsi, les pistes étudiées dans le cadre de ce rapport sont les suivantes :

- Les mesures proposées dans le rapport 2011 :
  - Enfouissement à 2,5m,
  - Pose de plaques de protection,
- En plus, le remplacement de la conduite avec augmentation de l'épaisseur de cette dernière (l'épaisseur actuelle est de 5 mm).

A ces nouveaux paramètres étudiés, il convient d'ajouter la correction des valeurs utilisées dans les calculs de 2011 (cf. § 3.3.1.2), soit :

- Correction de la limite élastique de la conduite de gaz : 245 N/mm² au lieu de 360 N/mm², et donc du facteur de design (source: Gaznat);
- Un facteur 3 (multiplicatif) doit être considéré dans le calcul de la probabilité d'une rupture annuelle en cas d'intervention d'un tiers si l'on se trouve dans une zone à bâtir, ce qui est intrinsèquement le cas de la situation avec projet.

Le graphique suivant présente la diminution de la fréquence d'occurrence en fonction de l'augmentation de l'épaisseur de la conduite de gaz.



Graphique 1 : Fréquence d'occurrence de rupture de la conduite de gaz en fonction de son épaisseur

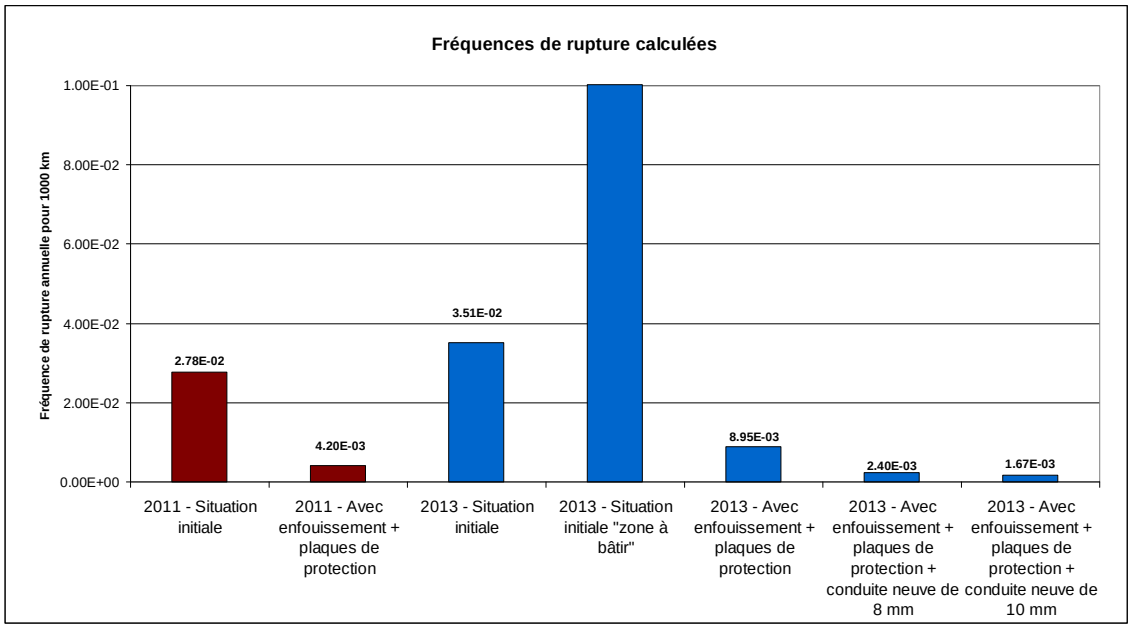
Le graphique ci-dessus permet d'observer qu'à partir de 10 mm d'épaisseur de conduite, la diminution de la fréquence d'occurrence n'est plus significative. Aussi, les épaisseurs retenues pour la suite des calculs sont :

- 10 mm ;
- 8 mm, épaisseur qui permet d'avoir un facteur design égal à 0,35.

Le tableau et le graphique suivant présentent les différents cas étudiés pour les calculs de fréquence (avec différentes combinaisons de mesures de protection), avec une comparaison entre les calculs 2011 et 2013 :

Tableau récapitulatif	Epaisseur paroi	Limite élastique (N/mm2)	Facteur de design	Enfouissement à 2.5 m	Plaques de protection	Conduite neuve	Facteur zone à bâtir pris en compte	Fréquence de rupture annuelle pour 1000 km
2011 - Situation initiale	5 mm	360	0.39	non	non	non	non	2.78E-02
2011 - Avec enfouissement + plaques de protection	5 mm	360	0.39	oui	oui	non	non	4.20E-03
2013 - Situation initiale	5 mm	245	0.56	non	non	non	non	3.51E-02
2013 - Situation initiale "zone à bâtir"	5 mm	245	0.56	non	non	non	oui	1.00E-01
2013 - Avec enfouissement + plaques de protection	5 mm	245	0.56	oui	oui	non	oui	8.95E-03
2013 - Avec enfouissement + plaques de protection + conduite neuve de 8 mm	8 mm	245	0.35	oui	oui	oui	oui	2.40E-03
2013 - Avec enfouissement + plaques de protection + conduite neuve de 10 mm	10 mm	245	0.28	oui	oui	oui	oui	1.67E-03

Tableau 7 : Cas étudiés pour le gazoduc



Graphique 2 : Fréquence de rupture en fonction des mesures de réduction des risques appliquées à la conduite de gaz

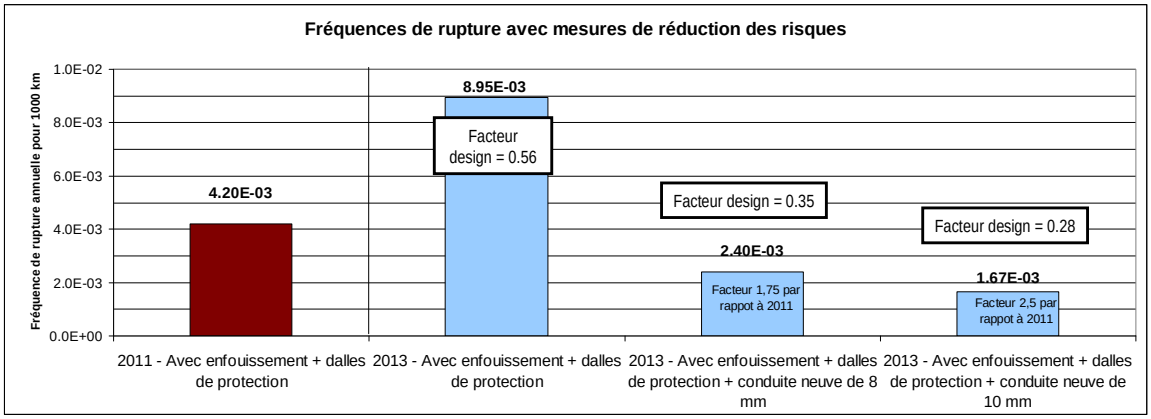
On constate en premier lieu que le cas avec uniquement l'enfouissement et la pose de plaques de protection est moins favorable dans le calcul actuel (2013) que pour le calcul réalisé en 2011. Cela est dû aux paramètres de calculs qu'il convenait de corriger (facteur 3 "terrain zone à bâtir" non pris en compte et facteur de design incorrect).

Pour le cas de la situation initiale, un calcul a été effectué en considérant le changement de zone "zone à bâtir". On observe ainsi que le changement statut administratif de la parcelle sur laquelle transite le gazoduc induit une nette augmentation de la fréquence de rupture de ce dernier. Cela accentue la nécessité de mettre en place des mesures de réduction du risque "compensatoires".

Malgré ces modifications des paramètres de calculs qui conduisent à une fréquence globalement plus élevée, les fréquences calculées en intégrant le remplacement de la conduite avec une surépaisseur (8 mm ou 10 mm) sont inférieures à celles calculées au titre de l'étude réalisée en 2011 avec mesures de réduction des risques (enfouissement et plaques de protection) :

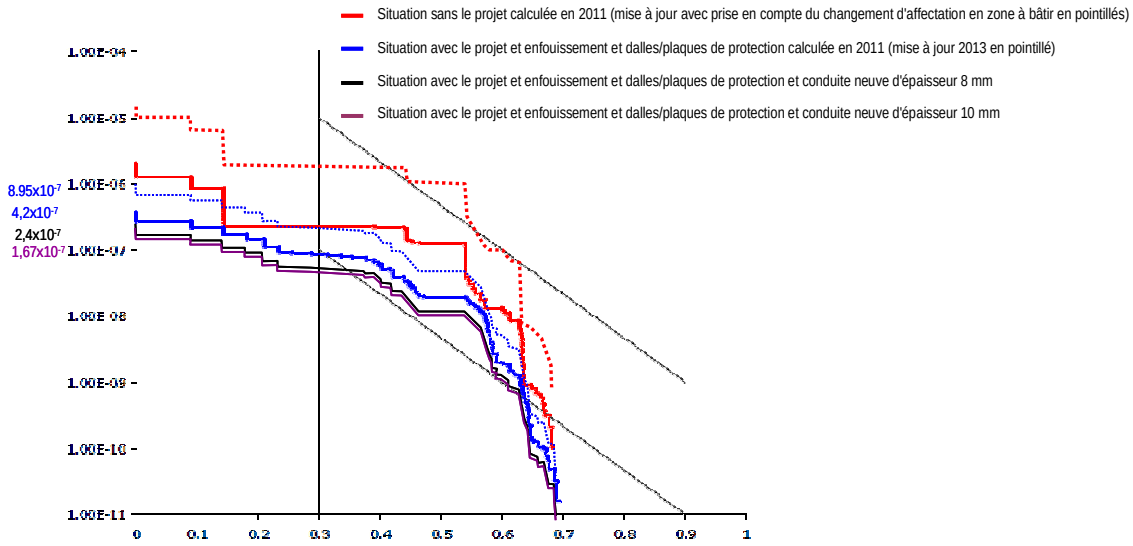
- L'enfouissement de la conduite, la pose de plaques de protection et l'augmentation de l'épaisseur de la conduite à 8 mm permettent de diminuer d'un facteur 1,75 la fréquence de rupture annuelle comparativement au cas avec mesures de réduction des risques dans le rapport de 2011 (enfouissement et plaques de protection uniquement) ;
- L'enfouissement de la conduite, la pose de plaques de protection et l'augmentation de l'épaisseur de la conduite à 10 mm permettent de diminuer d'un facteur 2,51 la fréquence de rupture annuelle pour 1000 km comparativement au cas avec mesures de réduction des risques dans le rapport de 2011 (enfouissement et plaques de protection uniquement).

Le graphique ci-après présente les variantes possibles en termes de mesures de protection de la conduite de gaz, avec rappel de la fréquence calculée en 2011 à titre de comparaison :



Graphique 3 : Fréquence de rupture avec les mesures de réduction des risques

Le graphique suivant présente l'impact de la diminution de la fréquence sur la courbe sans prise en compte des changements de densité sur le projet :



Graphique 4 : Impact des mesures de réduction des risques sur la courbe P-C

On observe ainsi que la courbe bleue, résultat de l'étude 2011, a été sous-estimée. Le remplacement de la conduite avec une surépaisseur permet de faire baisser significativement la fréquence d'accident et conduit à une courbe PC "avec projet" nettement inférieure à la situation initiale (au moins pour le projet tel qu'il a été défini en 2011).

La courbe en pointillés rouges correspond au cas où la zone peut potentiellement être bâtie, mais le projet n'est pas créé. Le décalage entre la courbe "rouge" et "rouge pointillés" montre que le changement d'affectation de zone conduit à une situation non acceptable du point de vue de l'OPAM, indépendamment de tout projet constructif.

3.3.2 Discussion sur les résultats de gravité

Les évolutions du projet (augmentation de la densité de personnes) conduisent à la fois :

- A une hausse globale du niveau de risque, étant donné qu'il y a environ 87% de personnes supplémentaires potentiellement exposées aux effets des scénarios propres au gazoduc si l'on considère la densité maximale possible ;
- A un déplacement de la courbe à la fois vers la droite (augmentation du niveau de gravité de certains scénarios) et vers le bas (diminution des fréquences), étant donné que la largeur de la barre Sud a diminué (et donc certains scénarios conduiront à toucher le bâtiment sur une moins grande surface, tandis que les scénarios atteignant le bâtiment conduiront à affecter une concentration de personnes plus importante).

L'effet de ces deux actions est difficile à appréhender précisément sur la courbe de résultat. Cependant, il est possible de prévoir l'impact de l'augmentation de la densité sur la gravité des scénarios aux gravités les plus importantes.

La densité des personnes présentes à l'air libre n'est pas modifiée. Le forfait de 14 personnes à l'extérieur est conservé. La discussion sur les résultats de gravité ci-après porte donc uniquement sur les personnes présentes à l'intérieur des bâtiments.

Afin d'estimer le nombre supplémentaire de victimes potentielles dans les immeubles du nouveau projet, le scénario boule de feu en semaine diurne est calculé pour trois positions P1, P2 et P3 :

- A l'Est de la parcelle (P1), où la hauteur des bâtiments des barres Sud et Est a été augmentée de respectivement de 2 et 1 étages. L'affectation de la barre Est dépend de l'hypothèse de densification :
  - Pour le cas d'une densité de 30 m²/personne, il s'agit d'un hôtel (considéré comme logement)
  - Pour le cas d'une densité de 16 m²/personne, il s'agit d'une zone de bureaux.
- Au centre de la parcelle (P2) pour estimer l'augmentation du risque de gravité en tenant compte uniquement de la barre Sud qui comporte désormais deux étages supplémentaires.
- A l'Ouest de la parcelle (P3). En effet, à ce niveau, le gazoduc est le plus près du nouveau projet et les bâtiments concernés par les distances d'effets sont la barre Sud (R+6) et la barre Ouest (R+7).

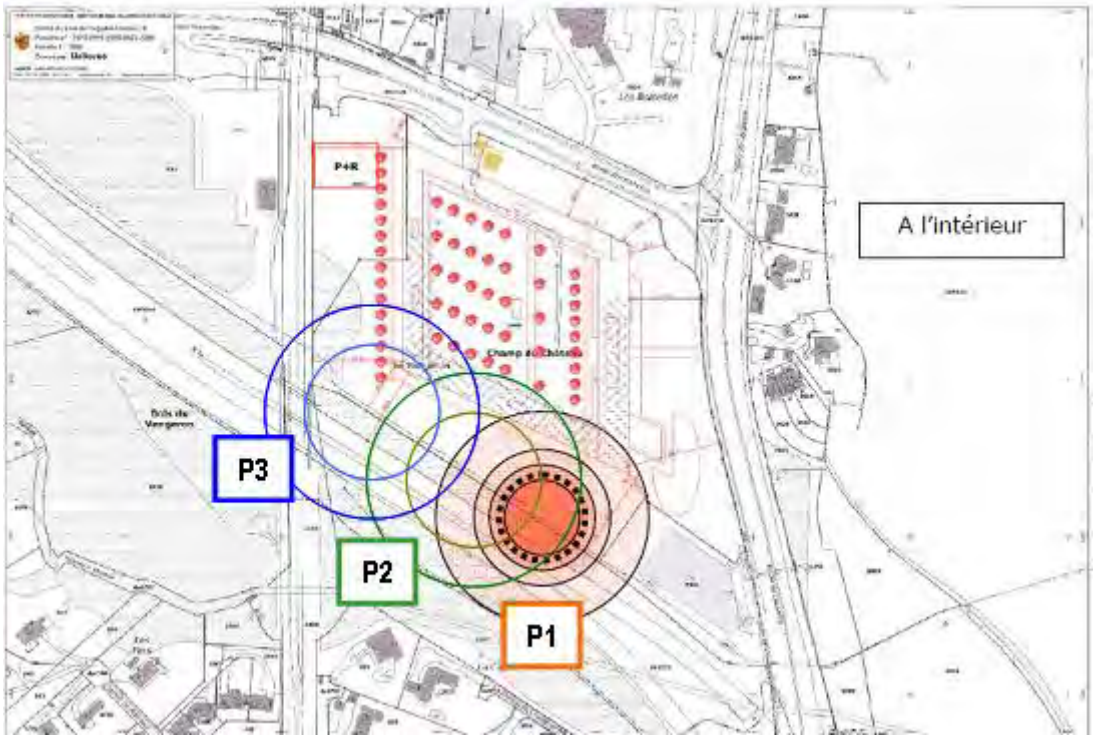


Figure 5 : Positions d'étude du scénario "boule de feu"

Les résultats de ces calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous pour une densité maximale des bâtiments (16 m²/personne, uniquement en activités pour les barres Sud, Est et Ouest) :

	Nombre de victimes (rapport 2011)	Nombre de victimes mis à jour 2013	Ecart gravité entre 2011 et 2013	Commentaires
P1	11	23	+ 12	Réduction de l'emprise au sol de la barre Sud
P2	13	33	+ 20	Victimes uniquement dans la barre Sud
P3	14	34	+ 20	Victimes dans les barres Sud et Ouest

Tableau 8 : Résultats de conséquence du scénario "boule de feu" - hypothèse 3

Le tableau suivant présente les résultats pour une densité des bâtiments de 30 m²/personne (pour les activités et l'hôtel) :

	Nombre de victimes (rapport 2011)	Nombre de victimes mis à jour 2013	Ecart gravité entre 2011 et 2013	Commentaires
P1	11	9	- 2	Réduction de l'emprise au sol de la barre Sud
P2	13	18	+ 5	Victimes uniquement dans la barre Sud
P3	14	18	+ 4	Victimes dans les barres Sud et Ouest

Tableau 9 : Résultats de conséquence du scénario "boule de feu" - hypothèse 1

Ces calculs permettent d'observer que la gravité augmente au maximum de 20 personnes en considérant la densification maximale des bâtiments.

Il est à noter que le nombre de victimes parmi les usagers de la route (A1 et Route de Lausanne) et les voyageurs ferroviaires est, pour la plupart des situations étudiées au titre des scénarios de l'étude de risques, prépondérant par rapport aux victimes occupant le projet du Champ-du-Château. Ce nombre de victimes reste le même que pour l'étude réalisée en 2011.

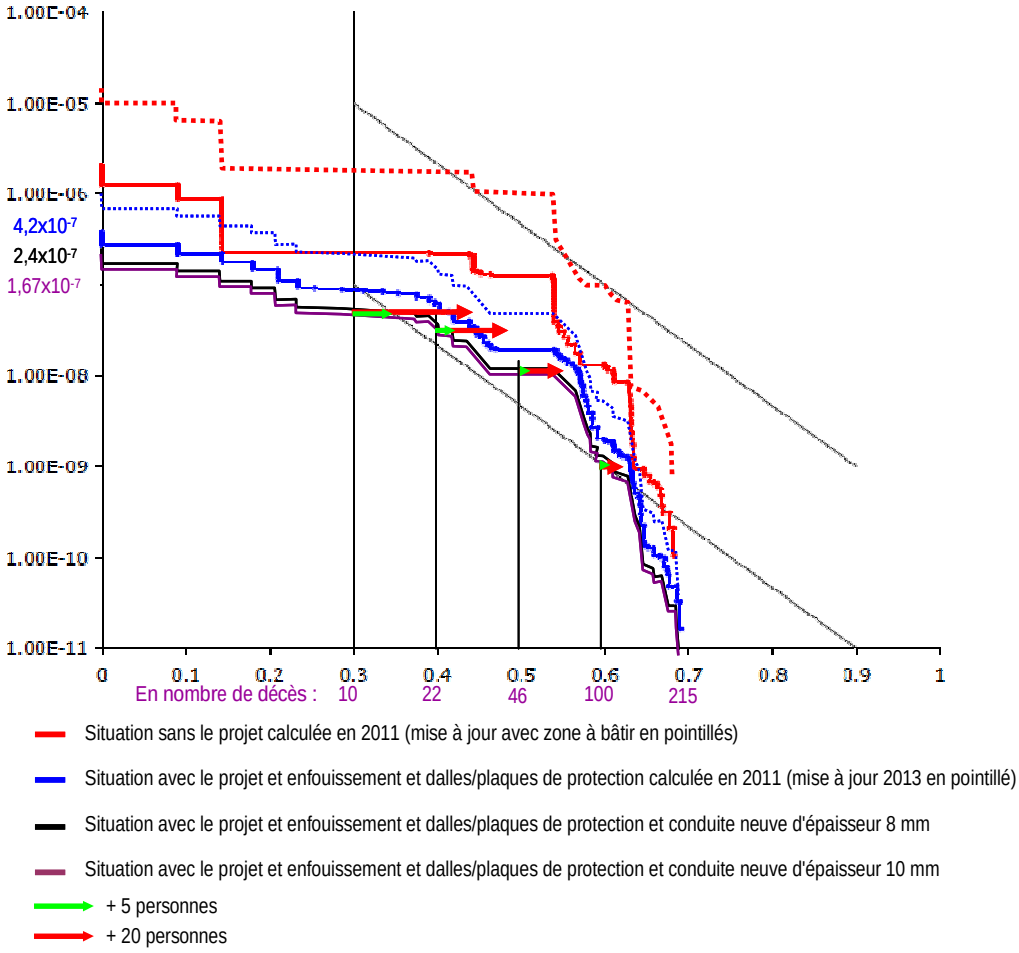
3.4 Conclusion

Les mesures de protection à intégrer pour réduire substantiellement les fréquences sont donc :

- Enfouissement de la conduite à 2,5 m ;
- Mise en œuvre de plaques de protection ;
- Remplacement de la conduite existante par une conduite neuve d'épaisseur de 8 ou 10 mm.

La figure suivante indique une illustration de l'impact de ces mesures de réduction de la fréquence sur la courbe obtenue en 2011. Par ailleurs, les flèches rouges représentent le déplacement théorique de la courbe en considérant une augmentation de la gravité de +20 personnes, correspondant à l'augmentation maximale (quelle que soit la position de l'événement) pour le cas

de la densité à 16 m²/personne dans les barres Ouest, Sud et Est. Les flèches vertes présentent quant à elles l'évolution de la courbe en considérant une augmentation de la gravité de +5 personnes, correspondant à l'augmentation maximale pour le cas de la densité de 30 m²/personne dans les différentes barres, et la conservation de l'hôtel pour la barre Est.



Graphique 5 : Courbe PC du gazoduc en fonction des mesures de réduction des risques

On constate donc que les modifications du projet conduisent aux mêmes conclusions que lors de l'étude de 2011. En effet, la situation future (courbes en noir et en violet, décalées selon les flèches rouges et vertes), intégrant à la fois une augmentation des densités aux environs de la conduite et la baisse de la fréquence d'accidents du fait des mesures de protection supplémentaires, est plus favorable que l'état initial (courbe en rouge) du point de vue de la courbe P-C. Cela est également vrai pour le cas d'une occupation maximale des bâtiments, à raison de 16 m²/ personne (décalage selon les flèches rouges).

Les solutions avec une conduite d'épaisseur 8 mm et 10 mm peuvent être considérées comme équivalentes, vu la proximité des deux courbes.

On note que les deux mesures ayant le plus d'impact sur la baisse de fréquences sont les deux suivantes :

- Mise en œuvre de plaques de protection ;
- Remplacement de la conduite existante par une conduite neuve d'épaisseur de 8 ou 10 mm.

La mise en œuvre de ces deux seules mesures, sans considérer l'enfouissement de la conduite à 2,5 m, suffisent à aboutir aux mêmes conclusions.

Pour aller plus loin dans la réduction du risque, il pourrait également être envisagé d'installer une dalle de protection massive en béton, induisant une protection supérieure aux plaques décrites dans le rapport-cadre. La quantification d'une telle mesure n'est pas prévue dans le rapport-cadre, mais cela conduirait sans aucun doute à un niveau de risque encore inférieur.

Il conviendra de prévoir la mise en place et le choix des mesures de réduction des risques en concertation avec Gaznat, le SEN et l'OFEV.

4. La voie CFF

4.1 Généralités

Le tronçon sera étudié au moyen de la méthode screening CFF ([17], [18], [19] et [20]). Le tronçon considéré mesure 300 m et longe la barre Ouest du projet du Champ-du-Château. Il s'agit d'une partie du tronçon A108 au sens du découpage screening des CFF.

Le calcul est réalisé après actualisation des densités de personnes par rapport aux données des calculs screening de 2011 (plusieurs hypothèses de densification sont étudiées). Il n'y a pas eu d'autre projet d'aménagement ces dernières années sur la zone d'influence des 300 m de voie CFF étudiés dans le cadre du projet Champ-du-Château (figure ci-dessous). Ainsi, les données de densité du screening sont toujours d'actualité. Pour le screening CFF, la définition des densités jusqu'à 2500 m de part et d'autre des voies est nécessaire.

Figure 6: Zone d'influence du tronçon étudié

Les résultats avec l'intégration du projet seront comparés avec les résultats sans le projet, afin de mesurer l'influence du projet sur la courbe de risques.

4.2 Présentation succincte de l'outil

L'étude des accidents impliquant des véhicules Transportant des Marchandises Dangereuses (TMD) sur rail repose dans un premier temps sur une méthode "screening" qui permet de connaître, in fine :

- le niveau de risque de l'itinéraire;
- l'appréciation sur l'acceptabilité du risque sur l'ensemble de l'itinéraire au sens de l'OPAM;
- la nécessité de mise en œuvre de mesures de sécurité complémentaires ou de mesures d'exploitation spécifiques.

D'après la méthodologie présentée dans [17], [18], [19] et [20], un outil a été développé afin d'obtenir des résultats sous la forme d'une courbe "Probabilité - Conséquences".

Cette méthodologie permet une évaluation des risques liés au Transport de Marchandises Dangereuses par rail. Les indicateurs et produits phares utilisés sont les suivants :

	Risque sur les personnes
Indicateur	Nombre de décès
Produits phares	Essence Propane Chlore

Tableau 10 : Indicateurs de risques et produits phares

Les calculs reposent sur l'utilisation d'un logiciel qui, à partir de données d'entrée (environ 20 paramètres), simule un certain nombre de scénarios et en déduit, pour chaque situation élémentaire envisagée, un nombre de victimes associé à une fréquence d'occurrence.

4.3 Définition des densités

Dans la mise à jour la plus récente du screening des CFF (2011), les densités sont les suivantes, sur les différentes bandes et pour les 3 segments de 100 m considérés :

Type de densité	Bande	Segment 1	Segment 2	Segment 3
Densité de résidents (en habitant/km^2)	0-50 m	91	0	0
	50-250 m	351	186	353
	250-500 m	852	917	934
	500-2500 m	521	525	514
Densité de postes de travail (en poste de travail/km^2)	0-50 m	27	0	0
	50-250 m	19	270	1 028
	250-500 m	545	497	187
	500-2500 m	258	232	218

Figure 7: Densités de population sans le projet

Les modifications de densité induites par la présence du projet du Champ-du-Château ne concernent que les bandes 50-250 m, comme indiqué dans le schéma suivant :

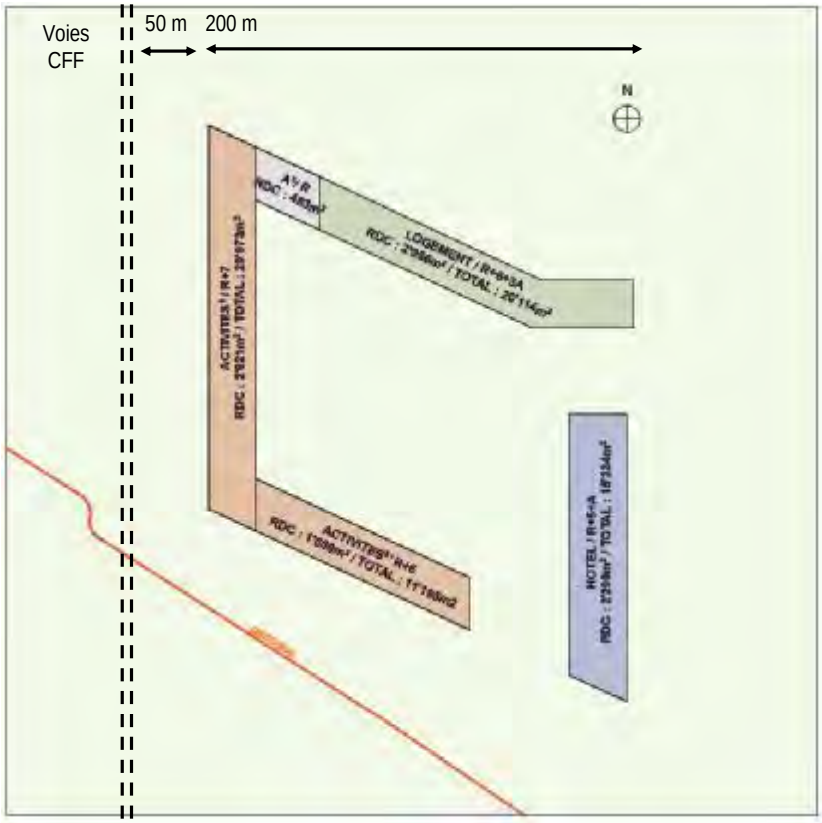


Figure 8 : Distance entre le projet et les voies CFF

Les personnes supplémentaires liées au projet sont réparties sur 300 m de la bande 50-250 m de part et d'autre de la voie, soit une surface de 300x(2x200)=120 000 m^2.

On note qu'aucun bâtiment du projet ne se situe dans les 50 premiers mètres par rapport aux voies CFF.

Un calcul selon les trois hypothèses de densification est réalisé :

- Standard;
- Densification des activités;
- Densification des activités et de la barre Est.

Ainsi, le surplus de densité de population dans la bande 50-250 m est le suivant :

	Résidents	Postes de travail
Densités standards	+ 1 055 personnes + 8 793 personnes/km^2	+ 1 088 personnes + 9 067 personnes/km^2
Densification des activités	+ 1 055 personnes + 8 793 personnes/km^2	+ 2 041 personnes + 17 006 personnes/km^2
Densification des activités et de la barre Est	+ 547 personnes + 4 559 personnes/km^2	+ 2 993 personnes + 24 940 personnes/km^2

Tableau 11 : Augmentation de la densité du projet selon différentes hypothèses

Il en résulte les densités suivantes pour les calculs "screening" avec projet (les valeurs modifiées se trouvent dans les cases en bleu) :

	Type de densité	Bande	Segment 1	Segment 2	Segment 3
Densités standards	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	91	0	0
		50-250 m	**9 144**	**8 979**	**9 146**
		250-500 m	852	917	934
		500-2500 m	521	525	514
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	27	0	0
		50-250 m	**9 086**	**9 337**	**10 095**
		250-500 m	545	497	187
		500-2500 m	258	232	218
Densification des activités	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	91	0	0
		50-250 m	**9 144**	**8 979**	**9 146**
		250-500 m	852	917	934
		500-2500 m	521	525	514
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	27	0	0
		50-250 m	**17 025**	**17 276**	**18 034**
		250-500 m	545	497	187
		500-2500 m	258	232	218
Densification des activités et de l'hôtel	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	91	0	0
		50-250 m	**4 910**	**4 745**	**4 912**
		250-500 m	852	917	934
		500-2500 m	521	525	514
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	27	0	0
		50-250 m	**24 959**	**25 210**	**25 968**
		250-500 m	545	497	187
		500-2500 m	258	232	218

Figure 9: Densités de population avec le projet

4.3.1 Trafic et marchandises dangereuses

La méthode screening repose sur trois produits phares. Ainsi, les marchandises dangereuses pouvant donner lieu à des scénarios de type OPAM sont associées à l'un des trois produits phares suivants :

- l'essence (pour les liquides inflammables);
- le propane (pour les gaz inflammables);
- le chlore (pour les toxiques).

La répartition par type de produits sur ce tronçon est la suivante (source : screening CFF 2011) :

	Essence (ou substances associées)	Propane (ou substances associées)	Chlore (ou substances associées)	Total TMD (y compris substances non associées à des scénarios)
Tonnage annuel	319 365 t/an	1 848 t/an	19 671 t/an	631 712 t/an

Figure 10: Composition du trafic TMD (valeurs screening 2011)

4.4 Mise en œuvre des calculs pour la voie CFF

L'ensemble des hypothèses utilisées pour la mise en œuvre des calculs de risques sous forme "screening" est présenté en annexe 1.

Les variantes suivantes sont étudiées, afin de mesurer l'influence de certains paramètres comme la densité des personnes présentes dans le projet.

Cas	Projet	Densité projet
1	Avec projet	Standard
2	Avec projet	Densification des activités
3	Avec projet	Densification des activités et de la barre Est
4	Sans projet	SO

Tableau 12 : Cas étudiés pour le screening ferroviaire

Les courbes obtenues avec le projet, densité standard, correspondant au cas 1 sont les suivantes :

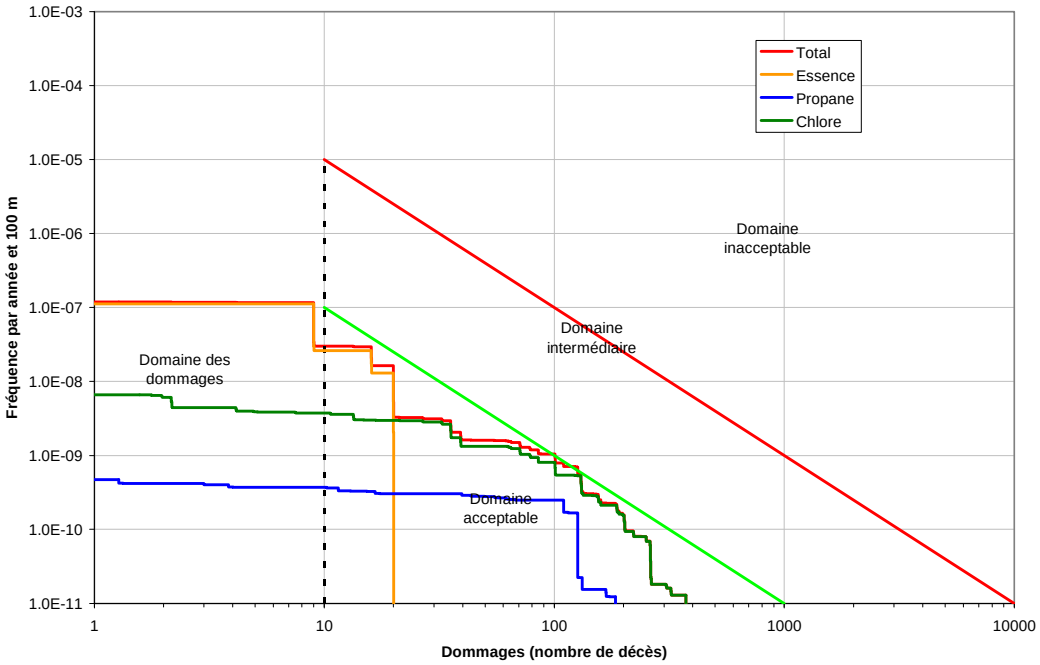


Figure 11 : Courbes de résultats - avec projet densité standard

Commentaires :

L'ensemble des courbes se situe en zone acceptable. Les courbes les plus proches de la zone intermédiaire sont celles relatives à l'essence et au chlore.

Les courbes obtenues avec le projet, densification des activités, correspondant au cas 2 sont les suivantes :

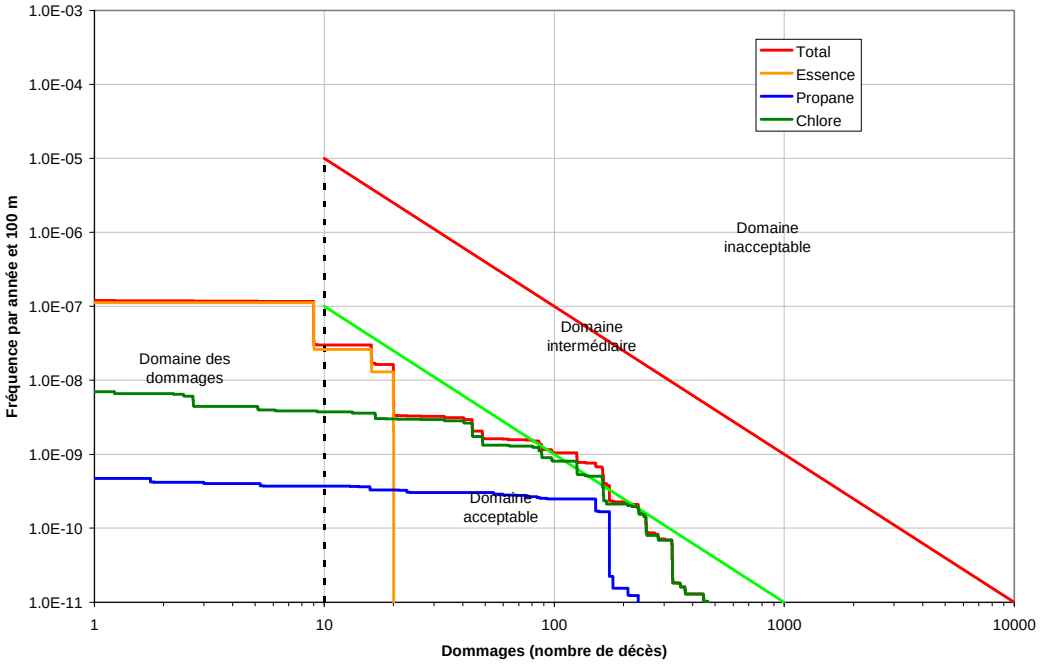


Figure 12 : Courbes de résultats - avec projet densification des activités

Commentaires :

Les courbes relatives aux scénarios essence et propane se situent en zone acceptable. La courbe relative au chlore se situe en zone intermédiaire inférieure. Ainsi, la courbe cumulative de l'ensemble des produits se situe également dans la zone intermédiaire inférieure.

On note que la courbe de l'essence est inchangée. Ceci est essentiellement lié au fait que les scénarios d'essence présentent des distances d'effets relativement faibles (par rapport au propane et chlore), et que les bâtiments du projet sont situés à 50 m minimum des voies.

Les courbes obtenues avec le projet, densification des activités et de la barre Est, correspondant au cas 3 sont les suivantes :

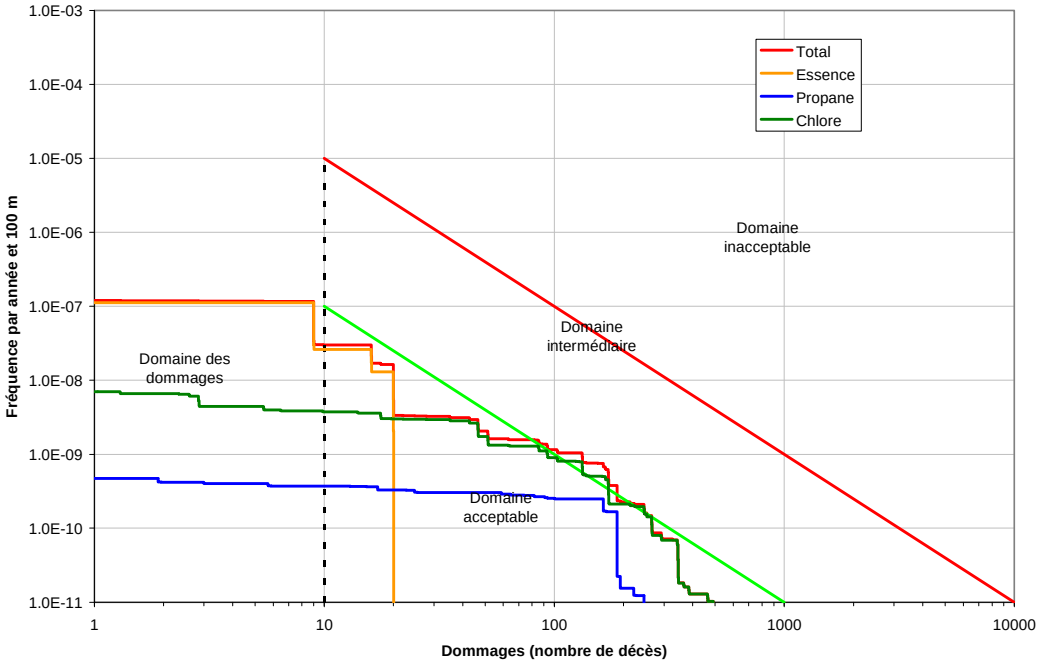


Figure 13 : Courbes de résultats - avec projet densification des activités et de la barre Est

Commentaires :

Tout comme pour le cas 2, les courbes relatives aux scénarios essence et propane se situent en zone acceptable. La courbe relative au chlore et la courbe cumulative de l'ensemble des produits se situent en zone intermédiaire inférieure.

On note que la courbe de l'essence est inchangée (même raison que précédemment).

Les courbes obtenues dans le cas actuel sans projet, cas 4, sont les suivantes :

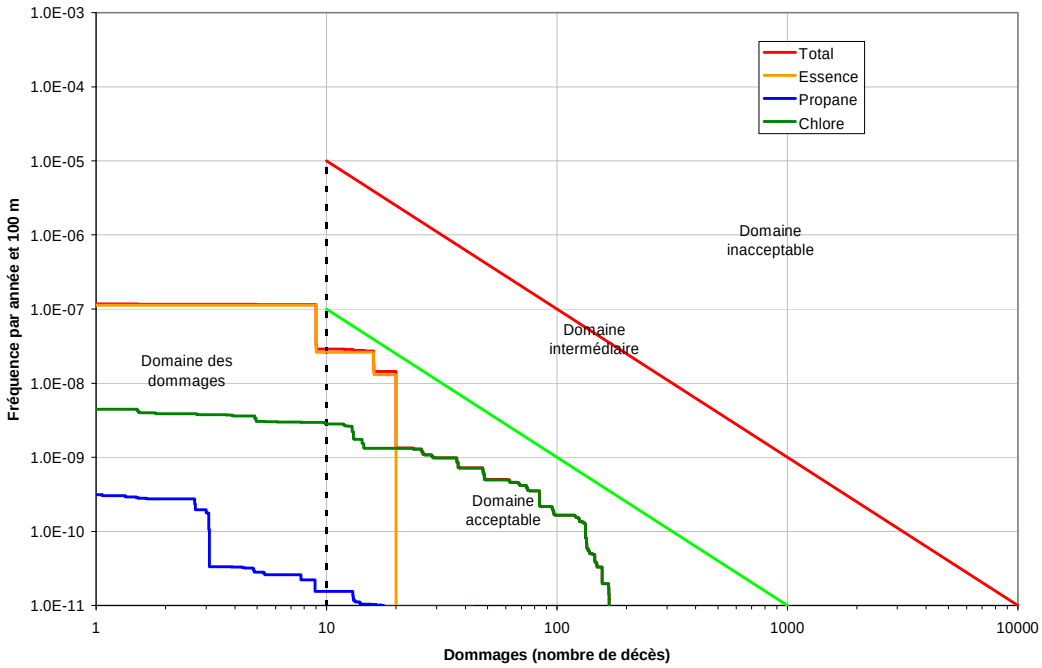


Figure 14 : Courbes de résultats - sans projet

Commentaires :

L'ensemble des courbes se situe en zone acceptable en l'absence du projet.

La figure suivante est une superposition des cas 1, 2, 3 et 4, afin de mettre en évidence l'impact de la présence du projet et de son niveau de densification sur le niveau de risque :

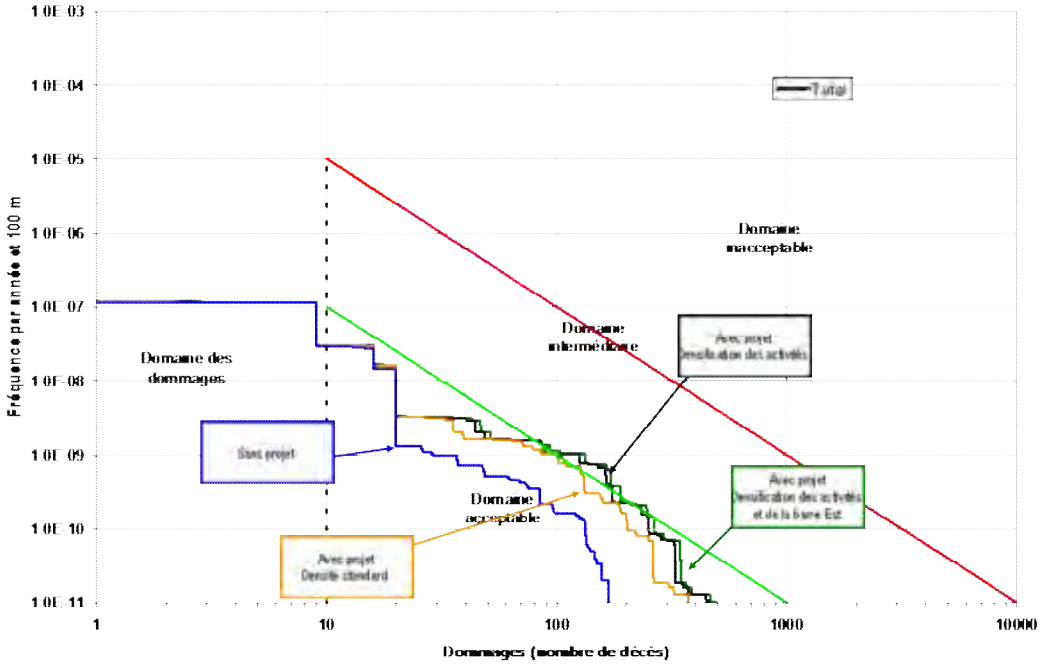


Figure 15 : Courbes de résultats avec et sans le projet (superposition des courbes représentant l'ensemble des scénarios)

Il apparaît que la présence du projet augmente le niveau de risques, en particulier pour ce qui est des scénarios associés au chlore, qui conduisent à porter la courbe en zone intermédiaire inférieure pour les cas où la densification du projet est la plus importante.

Les différents degrés de densification du projet n'influent pas fondamentalement sur les courbes cumulatives (proximité entre les courbes noire et verte). L'hypothèse de densification de la barre Est est notamment peu influante, dans la mesure où elle est éloignée à 200 m minimum des voies.

La situation est néanmoins favorable étant donné :

- Qu'il n'y a aucun aménagement prévu dans les 50 mètres les plus proches de la voie CFF, ce qui limite fortement les risques liés aux phénomènes les plus fréquents et à faible rayon d'effet (les scénarios d'essence) ;
- La zone est globalement peu dense (présence du lac, forêt et zone de villas dispersées);
- Les habitations sont situées du côté opposé des voies.

4.5 Conclusion et suite à mener

Vis-à-vis du risque lié au Transport de Marchandises Dangereuses par voie ferroviaire, la courbe se situe en zone intermédiaire inférieure en cas de densification importante sur le projet.

Il convient en outre de respecter les contraintes imposées dans le guide de planification [16] pour l'aménagement aux abords des voies. Ces mesures sont récapitulées en annexe 2.

5. Les routes utilisées pour le TMD

5.1 Routes concernées

Les axes utilisés pour le TMD par route, et donc concernés par la présente analyse, sont les suivants :

- L'autoroute A1, longeant le projet au Sud;
- La route de Lausanne, longeant le lac à l'Est du projet Champ-du-Château.

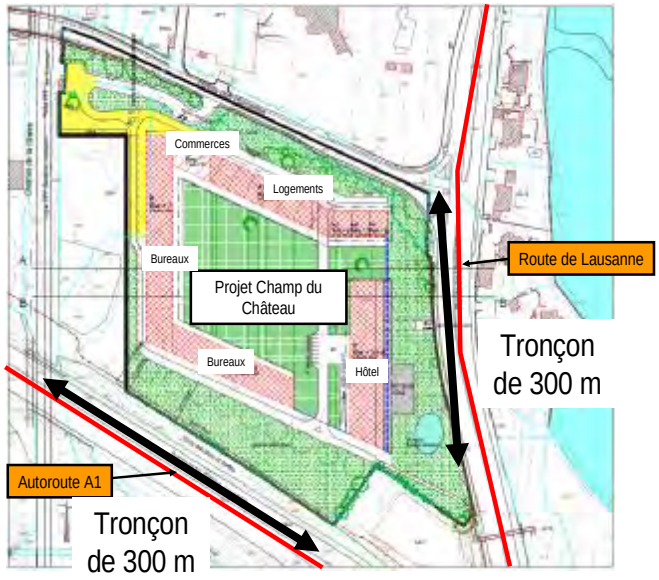


Figure 16 : Localisation des routes concernées

5.2 Méthodologie

L'étude des accidents impliquant des véhicules Transportant des Marchandises Dangereuses (TMD) sur une route à l'air libre repose sur une méthodologie qui permet de connaître, in fine :

- le niveau de risque sur le tronçon au droit d'un nouveau projet (niveau de risque avec et sans le projet);
- l'appréciation sur l'acceptabilité du risque sur l'ensemble de l'itinéraire au sens de l'OPAM;
- la nécessité ou non de mise en œuvre de mesures de sécurité complémentaires.

La méthode dite "screening routier" ([14] et [15]) est utilisée par l'OFROU et se substitue maintenant aux calculs demandés en annexe D du Manuel III de l'OPAM. Les résultats de la méthodologie screening se présentent sous la forme d'une courbe "Probabilité-Conséquences".

Cette méthodologie permet une évaluation des risques liés au Transport de Marchandises Dangereuses par route à l'air libre pour les personnes et pour l'environnement. En fonction du type de "cibles" considéré (personnes ou environnement), les indicateurs et produits phares utilisés sont les suivants :

	Risque sur les personnes	Risque sur l'environnement
Indicateur	Nombre de décès	Nombre de tonnes/m³ déversées (eaux de surface/ eaux souterraines)
Produits phares	Essence Propane Chlore	Essence Epichlorhydrine

Tableau 13 : Indicateurs de risques et produits phares

Les calculs reposent sur l'utilisation d'un logiciel qui, à partir de données d'entrée (environ 20 paramètres), simule un certain nombre de scénarios et en déduit, pour chaque situation élémentaire envisagée, un nombre de victimes (ou une quantification en termes de pollution) associé à une fréquence d'occurrence.

Dans le cadre du projet Champs-du-Château, les enjeux sur les personnes et environnementaux sont marqués. En effet, le projet se situe très proche du lac Léman (risque de pollution des eaux de surface). Cependant, la présence ou non du projet Champ-du-Château n'impacte que le risque lié aux personnes.

Ainsi, seul l'indicateur de risques sur les personnes sera utilisé.

Les densités de population considérées sont basées sur les hypothèses du chapitre 2. Conformément à la méthode screening, une densité d'habitants et une densité de travailleurs doivent être définies pour différentes "bandes" de part et d'autre de la route :

- 0-50 m;
- 50-200 m;
- 200-500 m.

5.3 Hypothèses communes

Les calculs sont menés par tronçon de 300 m de route longeant le projet de Champ-du-Château.

Le trafic est considéré à l'horizon 2030 selon les données transmises par CITEC. Le taux de PL est considéré égal à 6% (moyenne nationale).

Le modèle de calcul propose des valeurs par défaut concernant le trafic TMD :

	Valeur par défaut
Part de TMD parmi le trafic PL : 8 %	8%
Part d'essence parmi le trafic TMD	60%
Part de propane parmi le trafic TMD	1%
Part de chlore parmi le trafic TMD	0.05%

Tableau 14 : Valeurs de trafic TMD par défaut

5.4 La route de Lausanne

5.4.1 Définition des densités

La route de Lausanne est parallèle à la voie CFF étudiée au chapitre précédent. Ainsi, les densités de personnes présentes peuvent être reprises des hypothèses du screening CFF.

Ainsi, pour la situation initiale, les densités suivantes sont considérées pour le segment de 300 m étudié :

Type de densité	Bande	Densité
Densité de résidents (en habitant/km^2)	0-50 m	0
	50-200 m	150
	200-500 m	300
Densité de postes de travail (en poste de travail/km^2)	0-50 m	0
	50-200 m	0
	200-500 m	440

Figure 17: Densités de population sans le projet

Les modifications de densité induites par la présence du projet du Champ-du-Château ne concernent que les bandes 50-200 m, comme indiqué dans le schéma suivant :

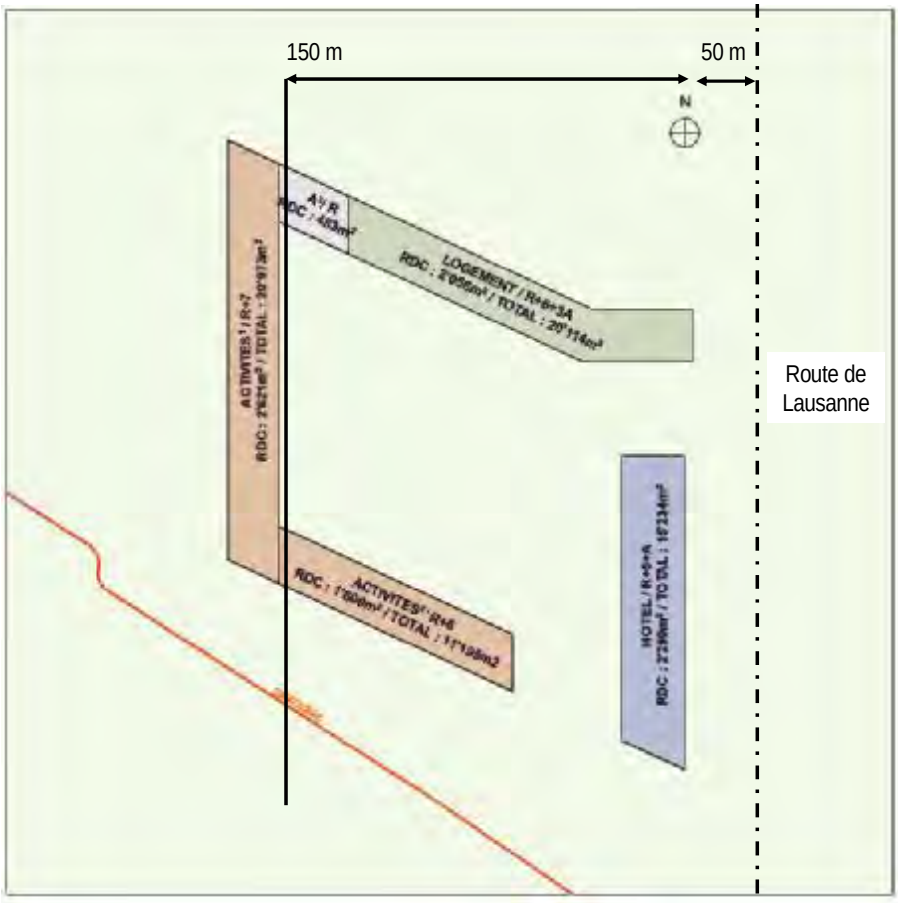


Figure 18 : Distance entre le projet et la route de Lausanne

La route de Lausanne n'étant pas parfaitement parallèle au projet, la distance entre la route et l'extrémité Ouest de la barre Ouest varie entre 150 et 200 m. Ainsi, de façon conservative, il est considéré que l'ensemble du projet se situe dans la bande 50-200 m par rapport à la route de Lausanne.

Aucun bâtiment du projet ne se situe dans les 50 premiers mètres par rapport à la route de Lausanne.

Les personnes supplémentaires liées au projet sont réparties sur 300 m de la bande 50-200 m de part et d'autre de la route, soit une surface de 300x300=90 000 m^2.

Ainsi, le surplus de densité de population dans la bande 50-200 m est le suivant :

	Résidents	Postes de travail
Densités standards	+ 1 055 personnes + 11 723 personnes/km^2	+ 1 088 personnes + 12 089 personnes/km^2
Densification des activités	+ 1 055 personnes + 11 723 personnes/km^2	+ 2 041 personnes + 22 674 personnes/km^2
Densification des activités et de la barre Est	+ 547 personnes + 6 079 personnes/km^2	+ 2 993 personnes + 33 253 personnes/km^2

Tableau 15 : Augmentation de la densité du projet selon différentes hypothèses

Il en résulte les densités suivantes pour les calculs screening avec projet (les valeurs modifiées se trouvent dans les cases en bleu) :

	Type de densité	Bande	Densité
Densités standards	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	11 873
		200-500 m	300
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	12 089
		200-500 m	440
Densification des activités	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	11 873
		200-500 m	300
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	22 674
		200-500 m	440
Densification des activités et de la barre Est	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	6 229
		200-500 m	300
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	33 253
		200-500 m	440

Figure 19: Densités de population avec le projet

5.4.2 Trafic

Les hypothèses propres à la part de poids lourds parmi le trafic global, à la part de TMD parmi le trafic PL, ainsi que la répartition des marchandises dangereuses, sont décrites au § 5.3.

L'objet du présent chapitre est d'indiquer le trafic global (TJM) considéré pour les calculs. La figure suivante indique, à l'horizon 2016, la charge de trafic dans les différentes sections autour du projet (source : étude CITEC), avec et sans supposer la réalisation du projet du Champ-du-Château. Par ailleurs, deux hypothèses sont considérées pour chacun des cas : une hypothèse "haute" (chiffre sur fond rouge) et une hypothèse "de base" (chiffre sur fond vert) :

Ces valeurs sont utilisées afin d'être extrapolées à 2030, avec une hypothèse de croissance de 2% par an. Ainsi, les trafics utilisés comme hypothèses sont les suivants :

Route de Lausanne		
Présence du projet	Hypothèse	TJM 2030 (véh/jour)
Non	Base	30 876
Non	Haute	40 112
Oui	Base	32 987
Oui	Haute	42 223

Tableau 16 : Trafic considéré

On note que la variation entre les hypothèses de trafic haute et de base est de l'ordre de 30%. De façon conservative, seule l'hypothèse de trafic haute sera étudiée.

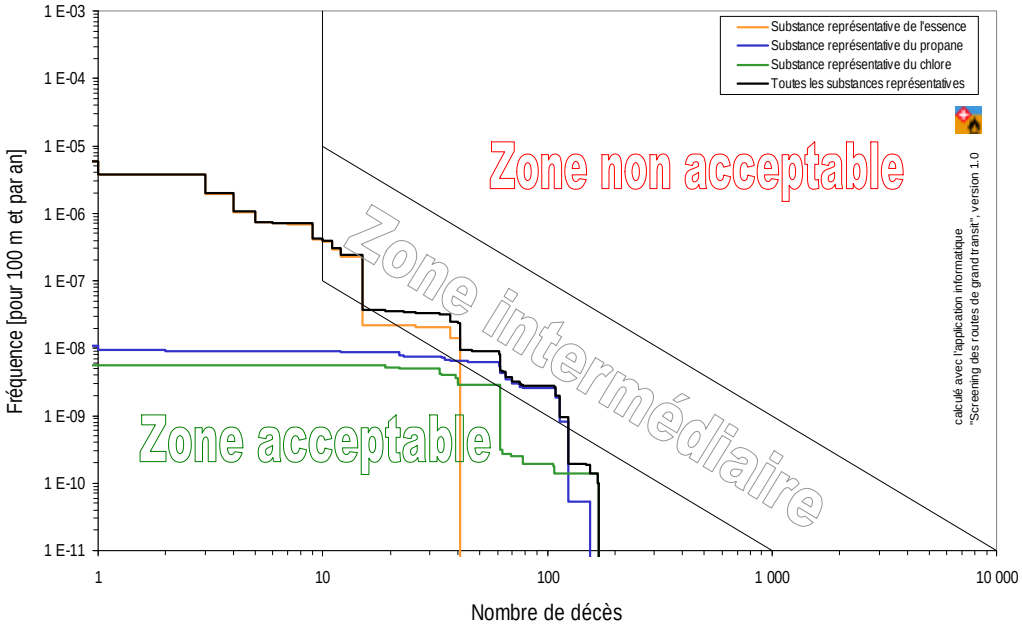
5.4.3 Mise en œuvre des calculs et résultats comparatifs

Les calculs screening suivants sont réalisés, afin d'étudier l'influence de certains paramètres comme la densité des personnes présentes dans le projet.

Cas	Projet	Densité projet
1	Avec projet	Standard
2	Avec projet	Densification des activités
3	Avec projet	Densification des activités et de la barre Est
4	Sans projet	SO

Tableau 17 : Cas étudiés pour le screening routier de la route de Lausanne

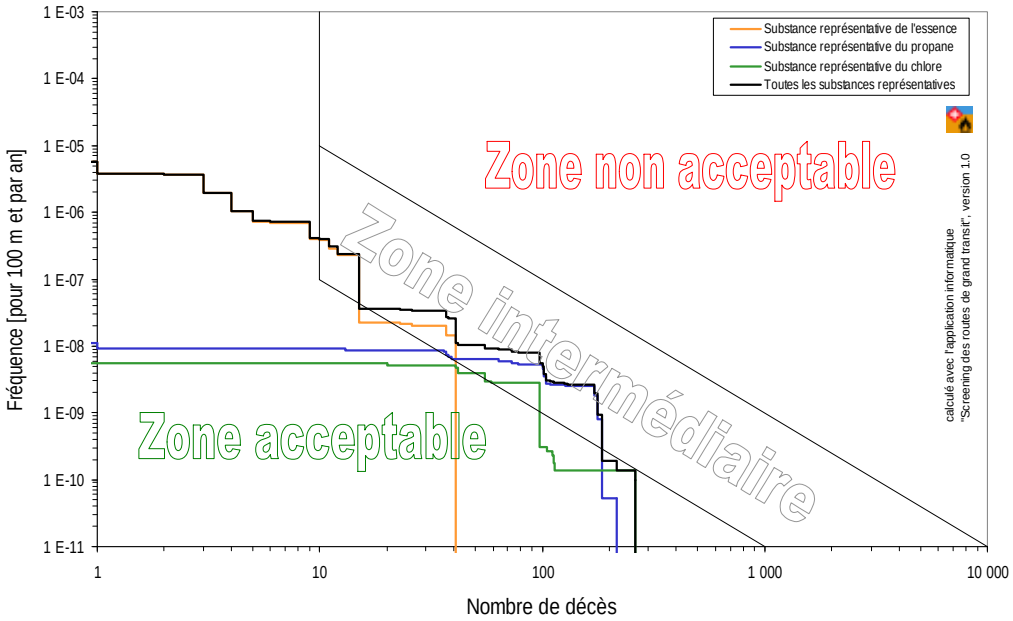
La figure suivante est le résultat du cas 1, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant les densités standards de personnes définies au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 6 : Route de Lausanne - courbe PC avec le projet - densité standard

On observe que la courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe en zone intermédiaire inférieure. Les courbes relatives aux scénarios d'essence et de propane sont situées dans la zone intermédiaire inférieure. La courbe relative aux scénarios de chlore se situe à la limite entre la zone acceptable et intermédiaire inférieure.

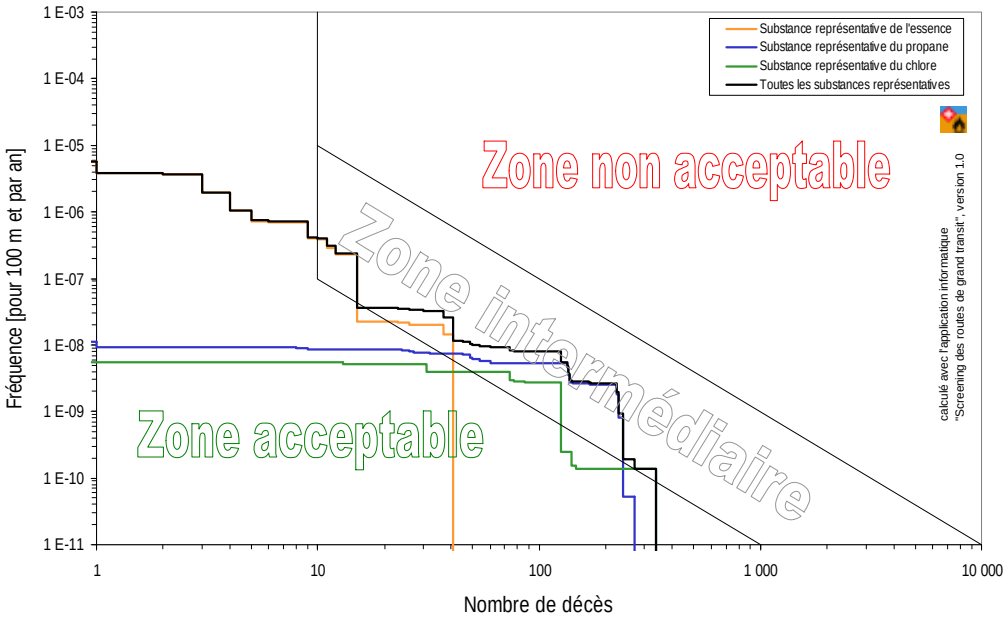
La figure suivante est le résultat du cas 2, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant une densification de personnes dans les zones d'activité définies au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 7 : Route de Lausanne - courbe PC avec le projet - densification des activités

La courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe en zone intermédiaire inférieure. Les courbes relatives aux scénarios de chacun des produits phares sont situées dans la zone intermédiaire inférieure.

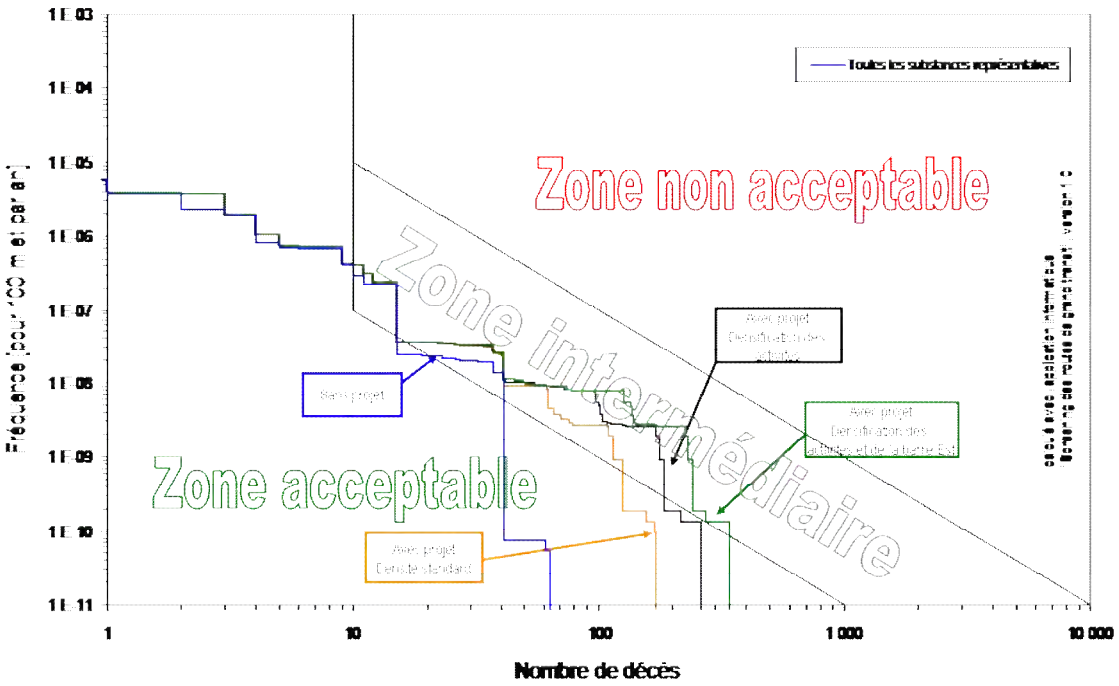
La figure suivante est le résultat du cas 3, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant une densification de personnes dans la barre Est et dans les zones d'activité définies au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 8 : Route de Lausanne - courbe PC avec le projet - densification des activités et de la barre Est

La courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe en zone intermédiaire inférieure. Les courbes relatives aux scénarios des produits phares sont situées dans la zone intermédiaire inférieure.

La figure suivante est une superposition des cas 1, 2, 3 et 4, afin de mettre en évidence l'impact de la présence du projet et de son niveau de densification sur le niveau de risque :



Graphique 9 : Comparaison des différents cas étudiés

Il résulte de ces quatre graphiques que la courbe de résultats est en zone intermédiaire, avec ou sans le projet de Champ-du-Château, et quelle que soit la densité considérée.

Il convient de noter que sans le projet, seuls les scénarios impliquant l'essence portent la courbe en zone intermédiaire inférieure, tandis que, dans la situation avec le projet, l'ensemble des courbes des produits phares est situé en zone intermédiaire inférieure, sauf dans le cas avec densité standard, où la courbe du chlore atteint juste la limite avec la zone intermédiaire inférieure.

Ainsi, pour la situation sans le projet, le passage dans la zone intermédiaire inférieure est dû au fort trafic, et donc à un nombre important de personnes en cas d'événement de faible distance d'effet, comme ceux causés par l'essence (feu de nappe).

Pour la situation avec projet, en cas d'accident impliquant du propane (BLEVE, VCE) ou du chlore (nuage toxique), des personnes présentes dans le projet sont susceptibles de compter parmi les victimes, ce qui augmente la gravité de ces scénarios.

Cette comparaison entre les 4 courbes permet d'appréhender l'évolution de la courbe selon les hypothèses de densification. Ainsi, une densification des activités des barres Sud et Ouest uniquement conduit à un décalage vers la droite de la courbe, toujours en zone intermédiaire inférieure, tandis que la densification additionnelle de la barre Est (transformation de la surface d'hôtel en bureaux) amène la courbe dans la partie centrale de la zone intermédiaire.

5.5 Autoroute A1

5.5.1 Définition des densités

L'Autoroute A1 longe le projet Champ-du-Château parallèlement au gazoduc, comme l'indique l'image suivante :

Figure 20 : Localisation de l'autoroute A1 et distance avec le projet

L'autoroute est parallèle au projet, et l'ensemble de ce dernier est inclus dans la bande 50-200m (hypothèse majorante, comme pour la route de Lausanne).

On note qu'aucun bâtiment du projet ne se situe dans les 50 premiers mètres par rapport à l'autoroute.

Les zones situées au Sud de l'autoroute et au Nord du projet sont constituée de villas, et il est fait l'hypothèse d'une densité de 4 000 habitants/km^2 (forfait).

Ainsi, pour la situation initiale, les densités suivantes sont considérées pour le segment de 300 m étudié :

Type de densité	Bande	Densité
Densité de résidents (en habitant/km^2)	0-50 m	0
	50-200 m	2000
	200-500 m	4000
Densité de postes de travail (en poste de travail/km^2)	0-50 m	0
	50-200 m	0
	200-500 m	400

Figure 21: Densités de population sans le projet

Les modifications de densité induites par la présence du projet du Champ-du-Château ne concernent que les bandes 50-200 m, comme indiqué précédemment.

Les personnes supplémentaires liées au projet sont réparties sur 300 m de la bande 50-200 m de part et d'autre de la route, soit une surface de 300x300=90 000 m².

Ainsi, le surplus de densité de population dans la bande 50-200 m est le suivant :

	Résidents	Postes de travail
Densités standards	+ 1 055 personnes + 11 723 personnes/km²	+ 1 088 personnes + 12 089 personnes/m2
Densification des activités	+ 1 055 personnes + 11 723 personnes/km²	+ 2 041 personnes + 22 674 personnes/m2
Densification des activités et de la barre Est	+ 547 personnes + 6 079 personnes/km²	+ 2 993 personnes + 33 253 personnes/m2

Tableau 18 : Augmentation de la densité du projet selon différentes hypothèses

Avec le projet, et les hypothèses déjà présentées au § 2.2, il résulte les densités suivantes pour les calculs screening avec projet (les valeurs modifiées se trouvent dans les cases en bleu) :

	Type de densité	Bande	Densité
Densités standards	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	13 723
		200-500 m	4000
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	12 089
		200-500 m	400
Densification des activités	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	13 723
		200-500 m	4000
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	22 674
		200-500 m	400
Densification des activités et de l'hôtel	Densité de résidents (en habitant/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	8 079
		200-500 m	4000
	Densité de postes de travail (en poste de travail/km²)	0-50 m	0
		50-200 m	33 253
		200-500 m	400

Figure 22: Densités de population avec le projet

5.5.2 Trafic

Les hypothèses propres à la part de poids lourds parmi le trafic global, à la part de TMD parmi le trafic PL, ainsi que la répartition des marchandises dangereuses, sont décrites au § 5.3.

L'objet du présent chapitre est d'indiquer le trafic global (TJM) considéré pour les calculs. La figure suivante indique, à l'horizon 2016, la charge de trafic dans les différentes sections autour du projet (source : étude CITEC), avec et sans supposer la réalisation du projet du Champ-du-Château. Par ailleurs, deux hypothèses sont considérées pour chacun des cas : une hypothèse "haute" (chiffre sur fond rouge) et une hypothèse "de base" (chiffre sur fond vert) :

Ces valeurs sont utilisées afin d'être extrapolées à 2030, avec une hypothèse de croissance de 2% par an. Ainsi, les trafics utilisés comme hypothèses sont les suivants :

Autoroute A1		
Présence du projet	Hypothèse	TJM 2030 (véh/jour)
Non	Base	32 459
Non	Haute	42 223
Oui	Base	33 779
Oui	Haute	43 543

Tableau 19 : Trafic considéré

On note que la variation entre les hypothèses de trafic haute et base est de l'ordre de 30%. De façon conservative, seule l'hypothèse de trafic haute sera étudiée.

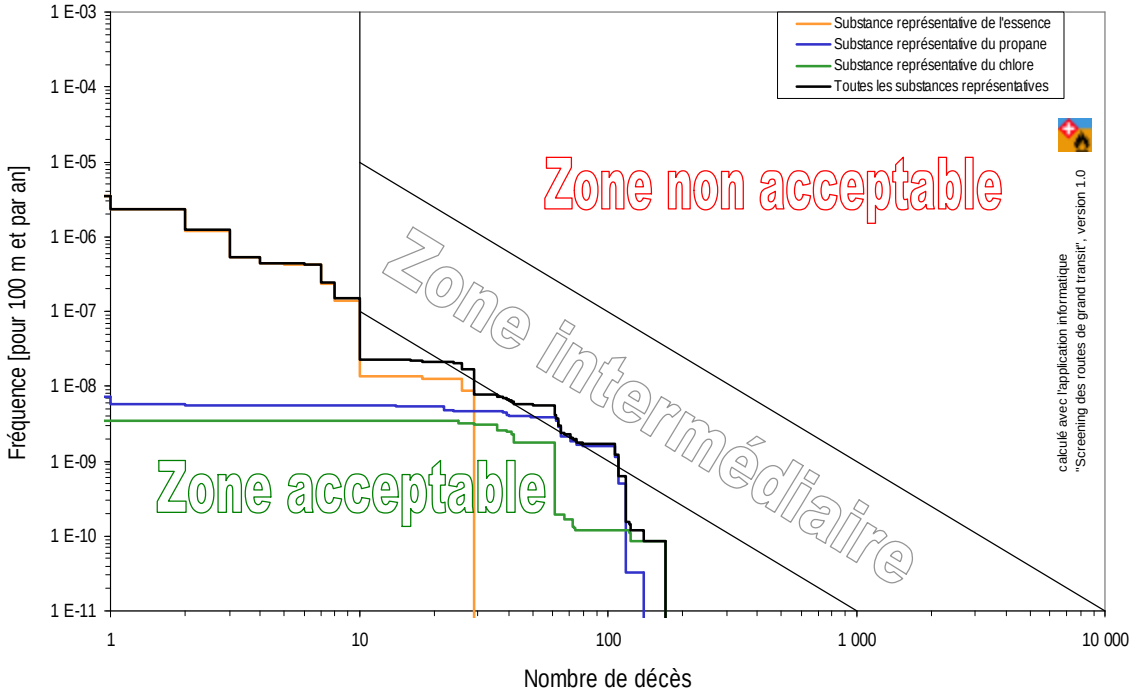
5.5.3 Mise en œuvre des calculs et résultats comparatifs

Les calculs screening suivants sont proposés, afin d'étudier l'influence de certains paramètres comme la densité des personnes présentes dans le projet.

Cas	Projet	Densité projet
1	Avec projet	Standard
2	Avec projet	Densification des activités
3	Avec projet	Densification des activités et de la barre Est
4	Sans projet	SO

Tableau 20 : Cas étudiés pour le screening routier de l'autoroute A1

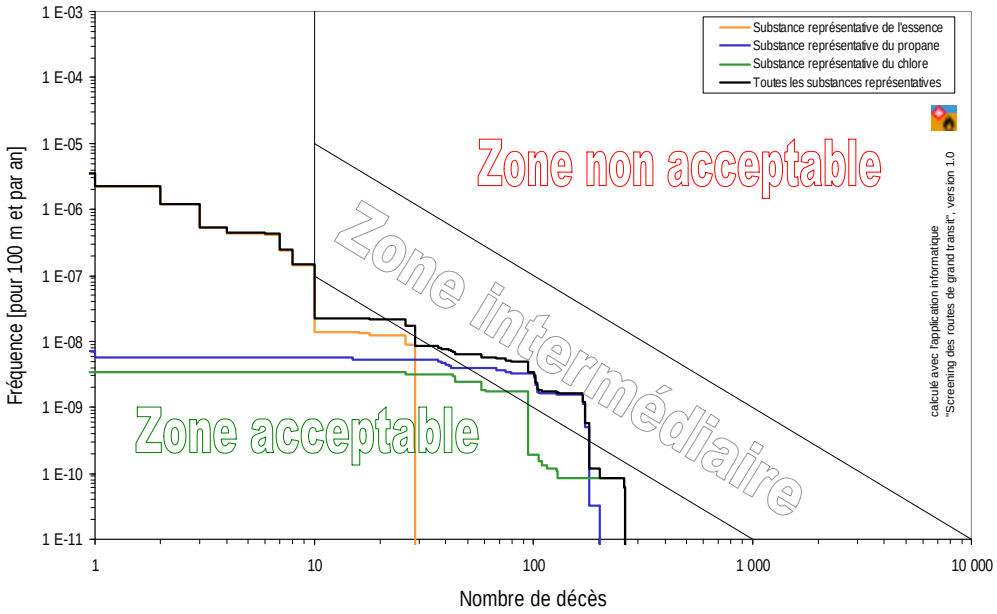
La figure suivante est le résultat du cas 1, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant les densités de personnes définies au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 10 : Autoroute A1 - courbe PC avec le projet - densité standard

La courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe très partiellement en zone intermédiaire.

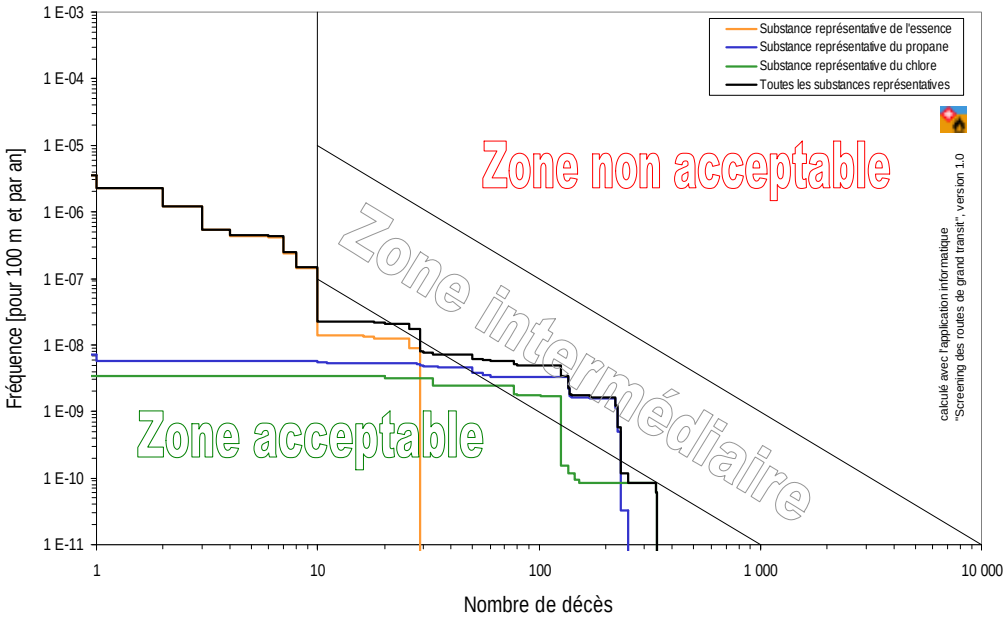
La figure suivante est le résultat du cas 2, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant une densification des activités définies au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 11 : Autoroute A1 - courbe PC avec le projet - densification des activités

La courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe en zone intermédiaire. Les courbes relatives aux scénarios du propane et du chlore sont situées dans la zone intermédiaire inférieure.

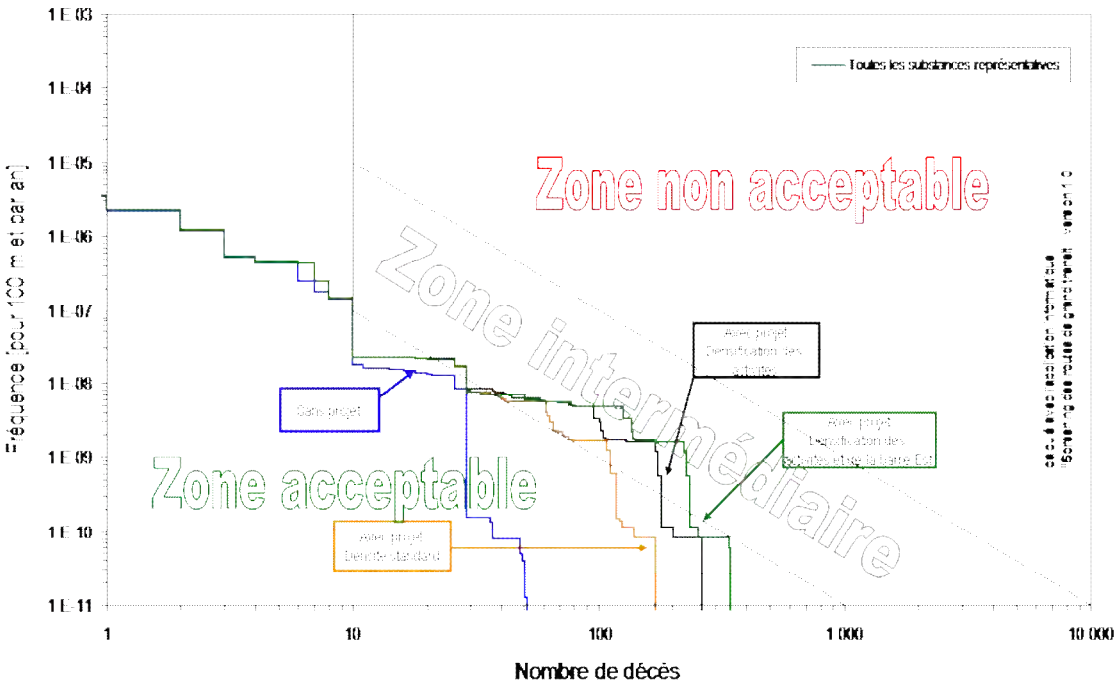
La figure suivante est le résultat du cas 3, soit les courbes de résultat par produit de la situation avec le projet, en considérant une densification des activités et de la barre Est définie au § 2.2, avec l'hypothèse de trafic haute :



Graphique 12 : Autoroute A1 - courbe PC avec le projet - densification des activités et de la barre Est

La courbe présentant les résultats de l'ensemble des scénarios se situe en zone intermédiaire. Les courbes relatives aux scénarios du propane et du chlore sont situées dans la zone intermédiaire inférieure.

La figure suivante est une superposition des cas 1,2 ,3 et 4, afin de mettre en évidence l'impact de la présence du projet et de son niveau de densification sur le niveau de risque :



Graphique 13 : Comparaison des cas étudiés

Il résulte de ces quatre graphiques que la courbe de résultats se situe en zone acceptable sans considérer le projet, et en zone intermédiaire inférieure si l'on considère le projet.

Ainsi, pour la situation avec le projet, le passage dans la zone intermédiaire inférieure est dû principalement aux scénarios propane et chlore dont les distances d'effets atteignent les personnes présentes dans le projet Champ-du-Château.

Cette comparaison entre les 4 courbes permet d'appréhender l'évolution de la courbe selon les hypothèses de densification. On observe que quelle que soit l'hypothèse de densification, la courbe reste dans le domaine intermédiaire inférieur, tout en se rapprochant de la partie centrale de la zone intermédiaire.

5.6 Bilan concernant l'étude screening routier

Les résultats obtenus indiquent pour les deux routes étudiées un risque situé dans la zone intermédiaire inférieure. Dans la situation sans le projet, la courbe est déjà située dans la zone intermédiaire inférieure pour la route de Lausanne uniquement.

Il convient de noter que le screening prend par défaut un taux de perte de confinement majoré dans le cas d'une route bidirectionnelle avec présence d'un carrefour à proximité. De ce fait, le niveau de risque est supérieur sur la route de Lausanne, bien que les trafics et les densités considérées dans les bandes de part et d'autre de l'axe des routes soient comparables. Cette hypothèse est sans doute majorante et le taux considéré sur autoroute est probablement plus proche de la réalité.

La distance entre les routes et le premier bâtiment du champ-du-Château est supérieure à 50 m, ce qui est favorable du point de vue du risque. En particulier, els scénarios d'essence n'atteignent pas le projet (selon les hypothèses du screening).

Par ailleurs, la topographie locale (quartier en hauteur par rapport à l'autoroute A1 et la route de Lausanne, avec la présence d'un talus en bord de route) est favorable. Bien que cela ne puisse pas être pris en compte au stade du screening, il s'agit d'un élément de protection naturel du projet vis-à-vis d'un potentiel accident impliquant des TMD.

Les vues en coupe suivantes illustrent ce propos :

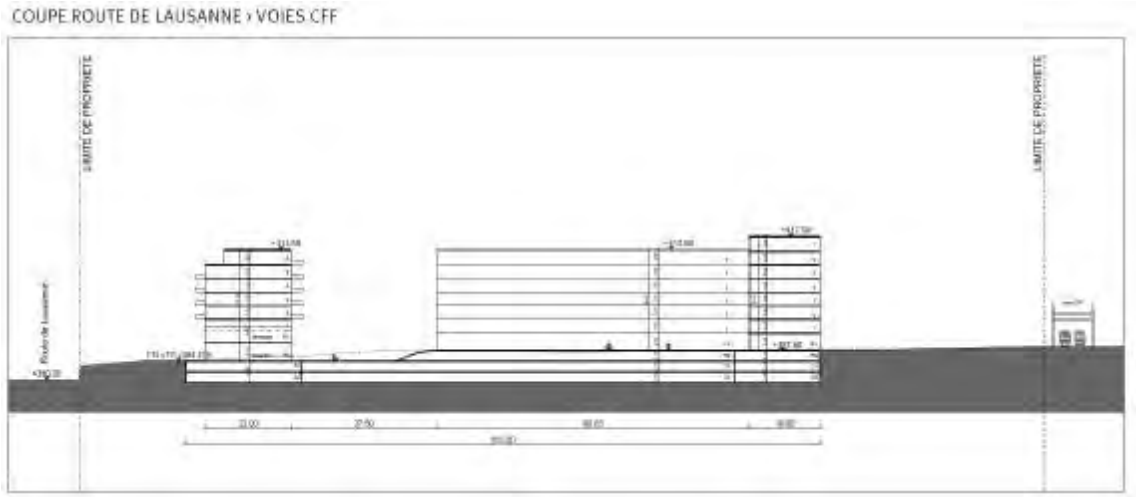


Figure 23 : Vue en coupe du projet et de la route de Lausanne

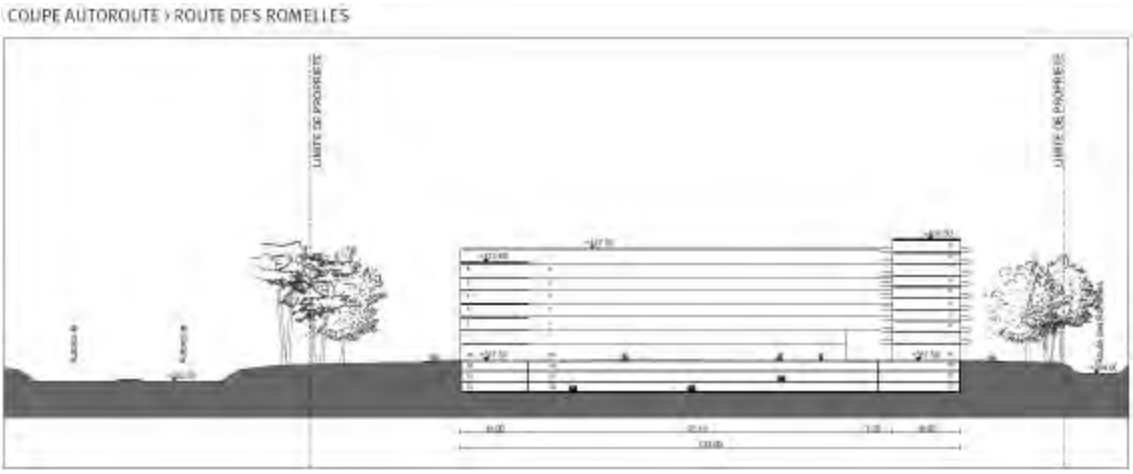


Figure 24 : Vue en coupe du projet et de l'autoroute A1

6. Synthèse des contraintes OPAM et de leur prise en compte

Les enseignements de la présente étude OPAM sont indiqués ci-dessous, par source de risque :

Gazoduc

La situation avec le projet et l'intégration des mesures de réduction des risques envisagées (enfouissement à 2,5 m, pose de plaques de protection, remplacement par une conduite avec une sur-épaisseur) est plus favorable du point de vue du risque OPAM que la situation actuelle (sans projet). En outre, la courbe de risque avec projet (et intégration des mesures de réduction des risques) se situe dans le domaine intermédiaire inférieur. Cela est également vrai pour le cas d'une occupation maximale des bâtiments, à raison de 16 m^2/personne.

Les solutions avec une conduite d'épaisseur 8 mm et 10 mm peuvent être considérées comme équivalentes, vu la proximité des valeurs de fréquence de rupture correspondantes. La plus-value d'une épaisseur de 10 mm est donc faible par rapport à une épaisseur de 8 mm.

Les deux mesures ayant le plus d'impact sur la baisse de fréquences sont les deux suivantes :

- Mise en œuvre de plaques de protection ;
- Remplacement de la conduite existante par une conduite neuve d'épaisseur de 8 ou 10 mm.

La mise en œuvre de ces deux seules mesures, sans considérer l'enfouissement de la conduite à 2,5 m, suffisent à aboutir aux mêmes conclusions quant à l'acceptabilité du risque.

Pour aller plus loin dans la réduction du risque, il pourrait également être envisagé d'installer une dalle de protection massive en béton, induisant une protection supérieure aux plaques décrites dans le rapport-cadre. La quantification d'une telle mesure n'est pas prévue dans le rapport-cadre, mais cela conduirait sans aucun doute à un niveau de risque encore inférieur.

Il conviendra de prévoir la mise en place et le choix des mesures de réduction des risques en concertation avec Gaznat, le SEN et l'OFEV.

Voies CFF

Vis-à-vis du risque lié au Transport de Marchandises Dangereuses par voie ferroviaire, la courbe se situe en zone intermédiaire inférieure, même en cas de densification importante sur le projet.

Sans le projet, la courbe est située intégralement en zone acceptable.

Il convient en outre de respecter les contraintes imposées dans le guide de planification [16] pour l'aménagement aux abords des voies. Ces mesures sont récapitulées en annexe 2.

Autoroute A1 et route de Lausanne

Les courbes screening de ces deux axes routiers sont similaires. En effet, les trafics, considérés à l'horizon 2030, sont proches, et la distance au projet Champ-du-Château est également du

même ordre de grandeur. La distance entre les routes et le premier bâtiment du Champ-du-Château est supérieure à 50 m, ce qui est favorable du point de vue du risque. En particulier, les scénarios d'essence n'atteignent pas le projet (selon les hypothèses du screening).

Dans ces deux cas, les résultats indiquent un risque situé dans la zone intermédiaire inférieure. Différentes courbes ont été déterminées, suivant plusieurs variantes d'occupation du projet.

Dans la situation sans le projet, la courbe est déjà située dans la zone intermédiaire inférieure pour la route de Lausanne uniquement (une partie importante des victimes étant constituée par les usagers de la route).

Il est à noter que les trafics considérés pour l'A1 et la route de Lausanne constituent une hypothèse haute qui est supérieure de 30% à l'hypothèse "basse".

Par ailleurs, la topographie locale (quartier en hauteur par rapport à l'autoroute A1 et la route de Lausanne, avec la présence d'un talus en bord de route) est favorable. Bien que cela ne puisse pas être pris en compte au stade du screening, il s'agit d'un élément de protection naturel du projet vis-à-vis de certains accidents potentiels impliquant des TMD.

ANNEXE 1

Données d'entrée pour les calculs CFF

Avec le projet

Paramètres	Unité	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3
Indice du tronçon		15000562	15000572	15000582
Longueur du tronçon	km	0.1	0.1	0.1
Vitesse des trains	km/h	80	80	80
Localisation du tronçon		pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie
Facteur HFO		1.3	1.3	1.3
Nombre de branchements		1-4	1-4	0
Accessibilité		Moyenne	Moyenne	Bonne
Nombre de trains voyageur		152	152	152
Densité habitants 0-50 m	pers/km²	91	0	0
Densité habitants 0-250m	pers/km²	7333	7183	7317
Densité habitants 0-2500m	pers/km²	1235	1230	1236
Densité travailleurs 0-50m	pers/km²	27	0	0
Densité travailleurs 0-250m	pers/km²	7274	7470	8076
Densité travailleurs 0-2500m	pers/km²	988	982	1001
Tonnage annuel d'essence	tonne	319365	319365	319365
Tonnage annuel de propane	tonne	1848	1848	1848
Tonnage annuel de chlore	tonne	19671	19671	19671

Avec le projet (densification des activités)

Paramètres	Unité	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3
Indice du tronçon		15000562	15000572	15000582
Longueur du tronçon	km	0.1	0.1	0.1
Vitesse des trains	km/h	80	80	80
Localisation du tronçon		pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie
Facteur HFO		1.3	1.3	1.3
Nombre de branchements		1-4	1-4	0
Accessibilité		Moyenne	Moyenne	Bonne
Nombre de trains voyageur		152	152	152
Densité habitants 0-50 m	pers/km²	91	0	0
Densité habitants 0-250m	pers/km²	7333	7183	7317
Densité habitants 0-2500m	pers/km²	1235	1230	1236
Densité travailleurs 0-50m	pers/km²	27	0	0
Densité travailleurs 0-250m	pers/km²	13625	13821	14427
Densité travailleurs 0-2500m	pers/km²	1623	1617	1636
Tonnage annuel d'essence	tonne	319365	319365	319365
Tonnage annuel de propane	tonne	1848	1848	1848
Tonnage annuel de chlore	tonne	19671	19671	19671

Avec le projet (densification des activités et de la barre Est)

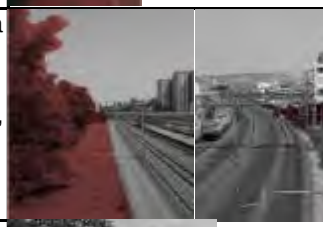
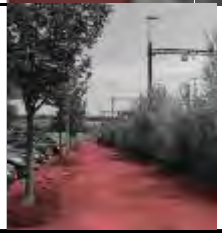
Paramètres	Unité	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3
Indice du tronçon		15000562	15000572	15000582
Longueur du tronçon	km	0.1	0.1	0.1
Vitesse des trains	km/h	80	80	80
Localisation du tronçon		pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie
Facteur HFO		1.3	1.3	1.3
Nombre de branchements		1-4	1-4	0
Accessibilité		Moyenne	Moyenne	Bonne
Nombre de trains voyageur		152	152	152
Densité habitants 0-50 m	pers/km²	91	0	0
Densité habitants 0-250m	pers/km²	3946	3796	3930
Densité habitants 0-2500m	pers/km²	897	891	898
Densité travailleurs 0-50m	pers/km²	27	0	0
Densité travailleurs 0-250m	pers/km²	19973	20168	20774
Densité travailleurs 0-2500m	pers/km²	2258	2252	2271
Tonnage annuel d'essence	tonne	319365	319365	319365
Tonnage annuel de propane	tonne	1848	1848	1848
Tonnage annuel de chlore	tonne	19671	19671	19671

Sans le projet

Paramètres	Unité	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3
Indice du tronçon		15000562	15000572	15000582
Longueur du tronçon	km	0.1	0.1	0.1
Vitesse des trains	km/h	80	80	80
Localisation du tronçon		pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie	pleine voie > 1 voie
Facteur HFO		1.3	1.3	1.3
Nombre de branchements		1-4	1-4	0
Accessibilité		Moyenne	Moyenne	Bonne
Nombre de trains voyageur		152	152	152
Densité habitants 0-50 m	pers/km²	91	0	0
Densité habitants 0-250m	pers/km²	299	149	282
Densité habitants 0-2500m	pers/km²	532	527	533
Densité travailleurs 0-50m	pers/km²	27	0	0
Densité travailleurs 0-250m	pers/km²	21	216	822
Densité travailleurs 0-2500m	pers/km²	263	257	275
Tonnage annuel d'essence	tonne	319365	319365	319365
Tonnage annuel de propane	tonne	1848	1848	1848
Tonnage annuel de chlore	tonne	19671	19671	19671

ANNEXE 2

Mesures de protection - guide de planification

amille de mesures	Intitulé	Description	Illustration
ctation	Distance bâtiments-voies	Maintenir aussi grande que possible la distance des bâtiments aux voies de chemin de fer, et placer du côté de celles-ci les affectations secondaires telles que locaux annexes, locaux techniques ou dépôts, parkings couverts, routes de desserte et zones de parcage.	
	Utilisation des bâtiments	Ne prévoir que des utilisations ciblant des groupes de personnes et des activités offrant des possibilités suffisantes d'auto-sauvetage et de sauvetage par des tiers. On exclura p.ex. les homes ou les résidences pour personnes âgées, les hôpitaux, l'habitat concentré avec présence nocturne de personnes.	
	Densité de personnes et afflux	Ne prévoir que des utilisations dans lesquelles des activités spécifiques n'impliquent pas le dépassement d'une densité maximale donnée de personnes ou d'un afflux maximal donné de personnes.	
nitecture, technique de struction et installations niques	Etanchéité	Enveloppe de bâtiment étanche (construction massive).	
	Ouvertures	Le moins d'ouvertures que possible en façade, le plus éloignées possibles des voies et aussi petites que possible.	
	Entrées normales	Les entrées normales des bâtiments devraient être les chemins de fuite naturels; courts et éloignés des voies.	
	Aération et ventilation	Disposer les bouches d'aération des systèmes de ventilation et de climatisation loin des voies ainsi que le plus haut possible au-dessus du sol.	
ntation des bâtiments	Chemins de fuite	Pour les installations à forte fréquentation (p.ex. centres commerciaux), la plus haute priorité doit être accordée aux chemins de fuite naturels (en principe éloignés des voies).	
	Direction des bâtiments	Choisir la direction des bâtiments dans l'optique de la protection contre les accidents majeurs, p.ex. peu de surface de façade orientée vers la voie, locaux peu fréquentés, p.ex. places de parc/parkings, dépôts du côté de la voie, chemins de fuite à l'opposé des voies.	
énagements extérieurs	Bande de terrain immédiatement à côté des voies	En cas d'accident ferroviaire, la bande de terrain immédiatement à côté des voies joue un grand rôle dans la propagation ou la rétention des marchandises dangereuses. Sont favorables les zones vertes de toute nature telles que buissons, jardins familiaux, gazon ou haies vertes de protection. Il est encore possible de combiner ces éléments avec une construction antibruit placée à côté des voies.	
	Surfaces imperméables	Utilisation faisant intervenir aussi peu de surfaces imperméables que possible dans la zone de la voie, p.ex. places de parc avec briques de type « grille de gazon » ou en gravier.	

ANNEXE 3

Données d'entrée pour les calculs "screening routier"

Screening avec le projet - A1

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Autoroute A1
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Densité normale
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	autoroute unidirectionnel
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	43 543
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	13 723
200 - 500 m	pers./km2	4 000
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	12 089
200 - 500 m	pers./km2	400
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
Part du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening avec le projet (densification des activités) - A1

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Autoroute A1
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Hyp densification des activités
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	autoroute unidirectionnel
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	43 543
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
art du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	13 723
200 - 500 m	pers./km2	4 000
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	22 674
200 - 500 m	pers./km2	400
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening avec le projet (densification des activités et de la barre Est) - A1

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	22/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Autoroute A1
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Hyp densification des activités et de barre Est
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	autoroute unidirectionnel
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	43 543
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	8 079
200 - 500 m	pers./km2	4 000
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	33 253
200 - 500 m	pers./km2	400
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
lu TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening sans le projet - A1

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Autoroute A1
Désignation de la route	-	Sans projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Densité normale
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	autoroute unidirectionnel
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	42 223
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	2 000
200 - 500 m	pers./km2	4 000
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	0
200 - 500 m	pers./km2	400
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening avec le projet - Route de Lausanne

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Route Lausanne
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Densité normale
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	route principale bidirectionnel avec carrefour, v<=80 km/h
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	42 223
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	11 873
200 - 500 m	pers./km2	300
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	12 089
200 - 500 m	pers./km2	440
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
Part du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening avec le projet (densification des activités) - Route de Lausanne

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Route Lausanne
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Hyp densification des activités
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	route principale bidirectionnel avec carrefour, v<=80 km/h
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	42 223
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	11 873
200 - 500 m	pers./km2	300
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	22 674
200 - 500 m	pers./km2	440
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
Part du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening avec le projet (densification des activités et de la barre Est) - Route de Lausanne

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	22/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Route Lausanne
Désignation de la route	-	Avec projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Hyp densification des activités et de barre Est
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	route principale bidirectionnel avec carrefour, v<=80 km/h
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	42 223
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	6 229
200 - 500 m	pers./km2	300
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	33 253
200 - 500 m	pers./km2	440
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
Part du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Screening sans le projet - Route de Lausanne

Paramètre	Unité	Valeur élément 1
Responsable	-	Poln
Date	-	21/10/13
Désignation / sigle (p. ex. numéro de l'élément)	-	Route Lausanne
Désignation de la route	-	Sans projet
Indication du lieu (p. ex. kilométrage)	-	Hyp trafic majorante
Canton	-	Densité normale
Indication supplémentaire	-	
Nom du segment	-	
Appréciation des critères d'exclusion	-	
Longueur de l'élément	km	0.3
Type de route	-	route principale bidirectionnel avec carrefour, v<=80 km/h
Nombre de voies par sens	-	2
TJM (somme des deux sens)	véh/jour	40 112
Part des poids lourds (PL)	% du TJM	6.0%
Part de transport de matières dangereuses (Tmd) du PL	% du PL	8%
Part de la SR essence du Tmd	% du Tmd	60%
Part de la SR propane du Tmd	% du Tmd	1.0%
Part de la SR chlore du Tmd	% du Tmd	0.05%
Part de la SR épichlorohydrine du Tmd	% du Tmd	1.5%
Facteur correcteur du taux d'accident local	-	1
Part du transport durant les heures de travail (08h-17h Lu-Ve)	-	70%
Population résidente (habitat)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	150
200 - 500 m	pers./km2	300
Nombre d'emplois (équivalents plein temps)		
0 - 50 m	pers./km2	0
50 - 200 m	pers./km2	0
200 - 500 m	pers./km2	440
Personnes supplémentaires à proximité		
0 - 50 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, durant les heures de travail	pers./km2	0
0 - 50 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m en plein air, durant autres périodes de transport	pers./km2	0
0 - 50 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
50 - 200 m dans un bâtiment, autres périodes de transport	pers./km2	0
Part du TJM durant les heures de travail (45 h/semaine)	% du TJM	53%
Part du TJM durant les autres périodes de transport (57 h/semaine)	% du TJM	38%
Dispositif routier de retenue de véhicules	-	H1 ("glissière normale")
Section de la route		ouvert au moins d'un côté
Accès latéral de la route		accessibilité bonne au moins d'un côté

Annexe 5.12a :

Extrait du diagnostic des obstacles et axes de déplacement de la faune Conception d'un passage à faune

(ECOTEC, 2005)

Commune de Bellevue
Conception d'un passage à faune

Diagnostic des obstacles et axes de déplacement de la faune

- propriété communale
- propriété de l'État de Genève
- enclos à bisons
- treillis 4.5 x 4.5
- treillis 4.5 x 4.5 et grosses mailles
- voie de chemin de fer
- autoroute
- route cantonale
- zone bâtie infranchissable pour la faune
- axe de déplacement de la grande faune
- axe de déplacement de la grande faune à créer
- axe de déplacement de la grande faune à renforcer
- point de conflit faune-trafic

Echelle : 1/15'000 Date : 20.04.2005 Dess : YS

ECOTEC Environnement SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. : 022.344.91.19 - Fax :022.344.33.65
E-mail : info@ecotec.ch

N

- 2 clôtures infranchissables pour la petite et la grande faune

- zone à risque de collision faune-trafic

- clôtures infranchissables pour la petite et la grande faune (1.5 m de treillis 4.5/4.5 cm + 2.7 m treillis à mailles horizontales de 19 cm

-interface entre clôture autoroute et enclos à bisons: espace d'environ 1.5 de large, fermé à ses extrêmités par des treillis à béton à mailles de 15 à 20 cm de côté et ~2 m de hauteur

- passage franchissable pour le lièvre mais pas pour le chevreuil

- clôtures des enclos à bisons, mailles inférieures de h=14 cm et l=32 cm

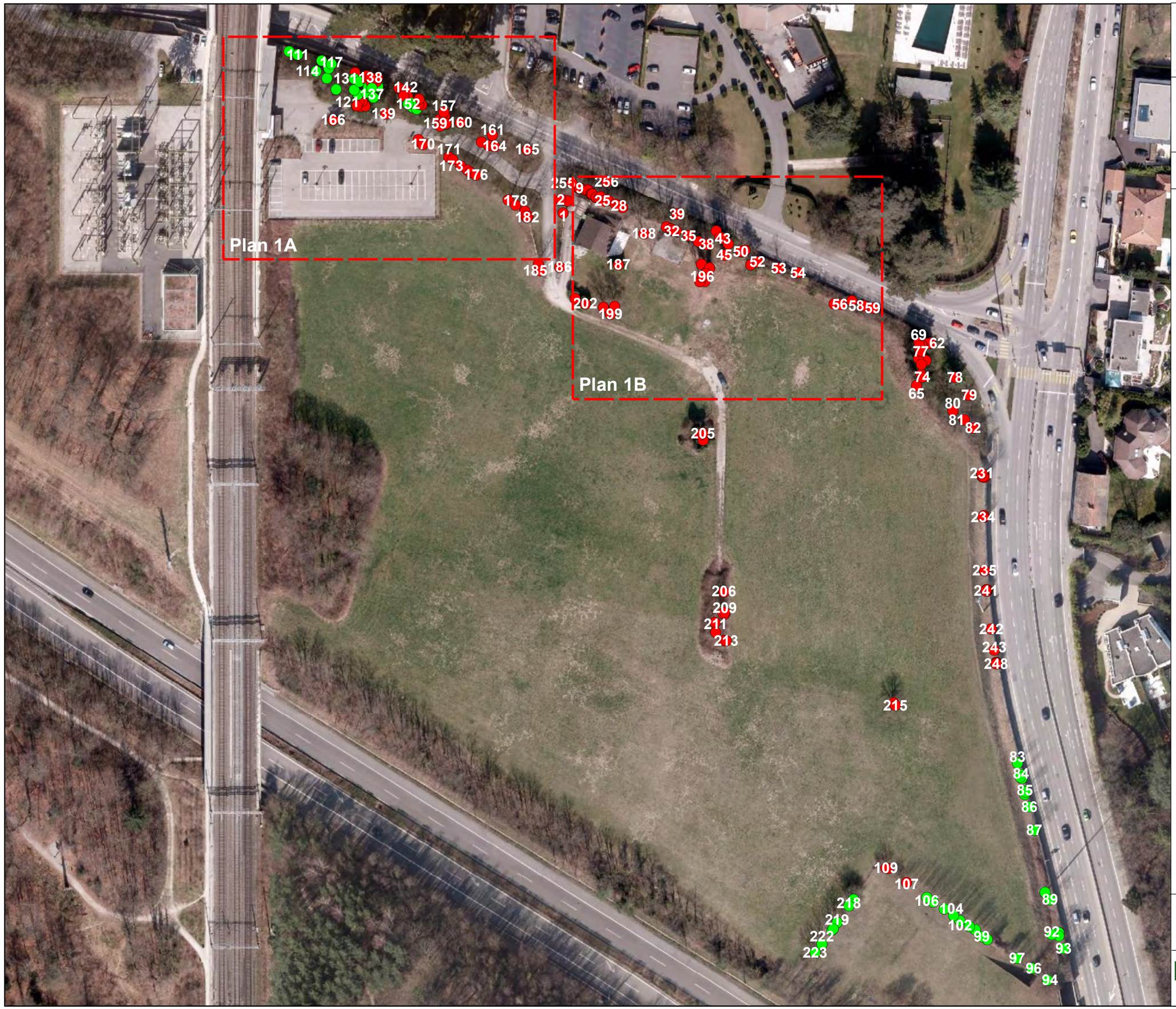
- infranchissables pour les chevreuils (ongulés en général), mais franchissable pour le lièvre.

- risque de verrou de l'axe de déplacement de la grande faune

- axe de déplacement à garantir à long terme

Annexe 5.12b :
Plan d'abattage

(ECOTEC, 2015)



Construction Perret SA

Champ du Château

Plan des arbres à abattre

Plan 1
Annexe 5.12b

Légende:

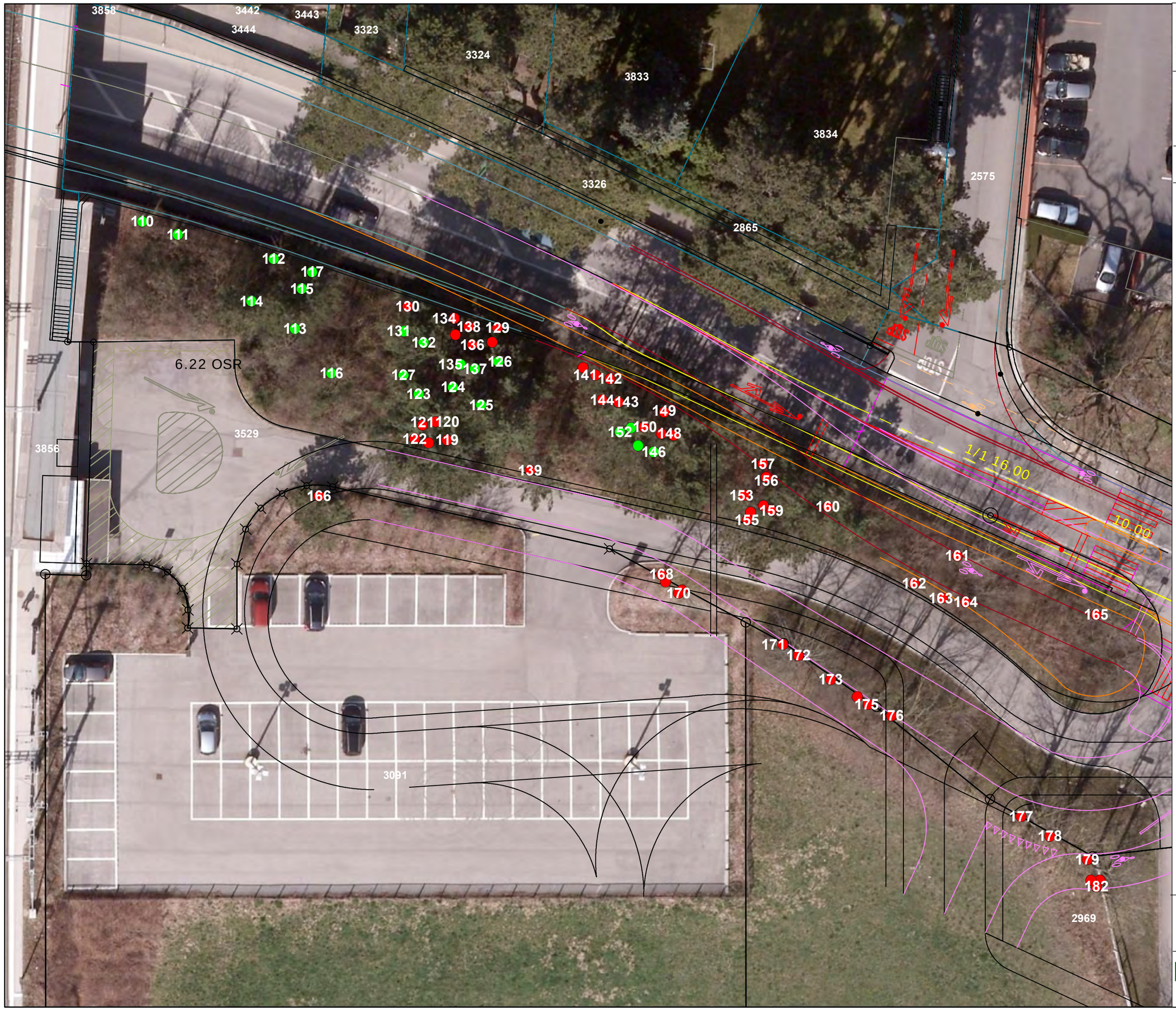
- Arbres à abattre
- Arbres à conserver
- Parcellaire
- Cadastre forêt
- Piste cyclable/ nouvelles bordures projetées

1:1'200 Date : 04.03.2014 Dess. : ML

Modifié le: 08.05.2015

ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
E-mail info@ecotec.ch

N



Construction Perret SA

CONSTRUCTION PERRET S.A.

Champ du Château

Plan des arbres à abattre

Plan 1A
Annexe 5.12b

Légende:

- Arbres à abattre
- Arbres à conserver
- Parcellaire
- Cadastre forêt
- Piste cyclable/ nouvelles bordures projetées

1:300 Date : 04.03.2014 Dess. : ML

Modifié le: 08.05.2015

ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
E-mail info@ecotec.ch

N

Construction Perret SA

Champ du Château
Plan des arbres à abattre

Plan 1B
Annexe 5.12b

Légende:

- A abattre
- A conserver
- Parcellaire
- Cadastre forêt
- Piste cyclable projetée

1:300 Date : 04.03.2014 Dess. : ML
Modifié le: 08.05.2015

ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
E-mail info@ecotec.ch

N

A 1 : 25e

B 1 : 200e

C 1 : 25e

Annexe 5.12c :
Milieux naturels
(ECOTEC, 2016)

Construction Perret SA

Champ du Château

Plan des impacts du projet

Annexe 5.12.c

Légende

Parcellaire

Milieux naturels

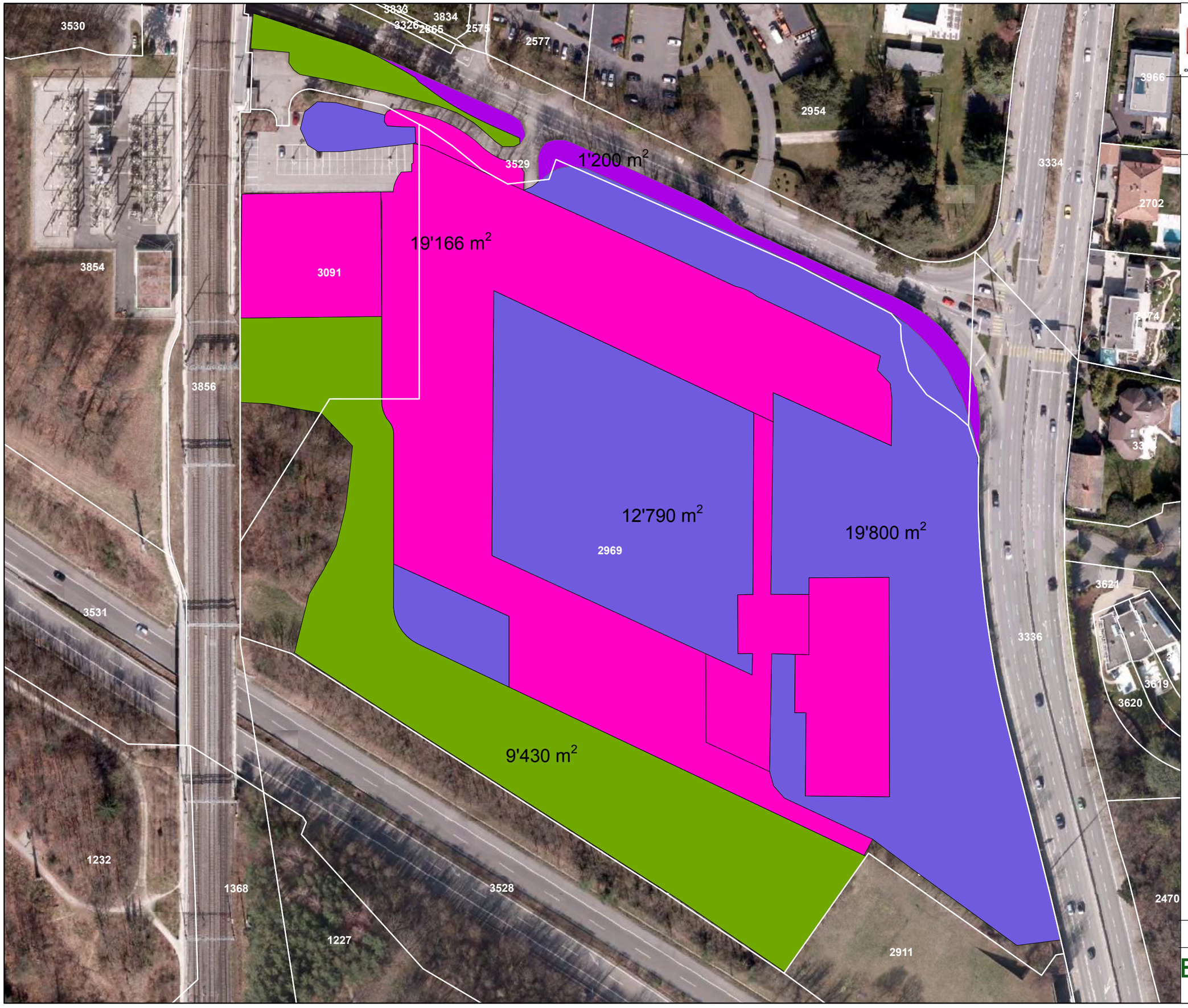
Type de milieux

- Bosquet boisé feuillus
- Bosquet boisé mixte
- Jardins privés
- Prairie mésophile
- Surface imperméable
- Arbre isolé
- Cadastre forêt

1:1'200 Date : 13.05.2015 Dess. : GC

ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
E-mail info@ecotec.ch

N



Construction Perret SA

CONSTRUCTION PERRET S.A.

Champ du Château

Plan des impacts du projet

Annexe 5.12.c

Légende:

- Aménagements paysagers
- Définitif
- Définitif, lié à l'élargissement rte des Romelles
- Naturel

Autres

- Parcellaire

1:1'171 Date : 13.05.2016 Dess. : GC

ECOTEC ENVIRONNEMENT SA
Rue François-Ruchon 3 - 1203 Genève
Tél. 022.344.91.19 - Fax 022.344.33.65
E-mail info@ecotec.ch

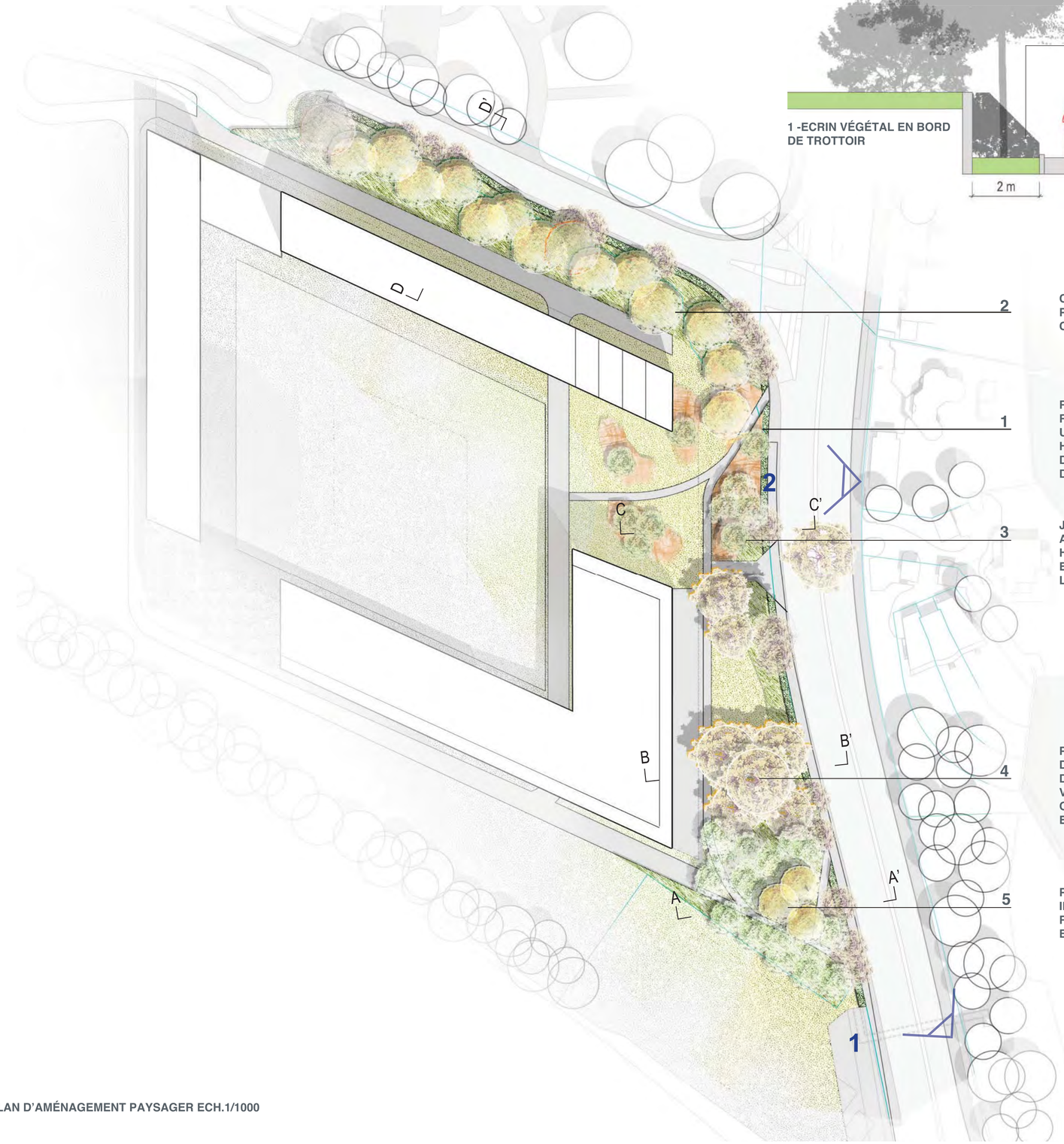
N

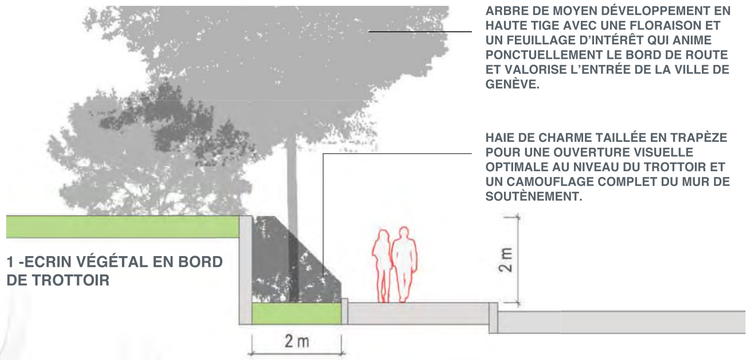
Annexe 5.13 :

Etude paysagère depuis la route de Lausanne, quartier du Champ-du-Château

(Gilbert Henchoz architectes paysagistes associés, mai 2016)

GILBERT HENCHOZ
ARCHITECTES PAYSAGISTES ASSOCIÉS SA





ARBRE DE MOYEN DÉVELOPPEMENT EN HAUTE TIGE AVEC UNE FLORAISON ET UN FEUILLAGE D'INTÉRÊT QUI ANIME PONCTUELLEMENT LE BORD DE ROUTE ET VALORISE L'ENTRÉE DE LA VILLE DE GENÈVE.

HAIE DE CHARME TAILLÉE EN TRAPÈZE POUR UNE OUVERTURE VISUELLE OPTIMALE AU NIVEAU DU TROTTOIR ET UN CAMOUFLAGE COMPLET DU MUR DE SOUTÈNEMENT.

1 -ECRIN VÉGÉTAL EN BORD DE TROTTOIR

2 CORDON BOISÉ RECONSTITUÉ, PERMETTANT UNE ACCROCHE AVEC LA CAMPAGNE GENEVOISE ENVIRONNANTE

1 RECONSTRUCTION D'UN MUR EN BÉTON EN RETRAIT DU TROTTOIR AFIN D'INTÉGRER UN ÉCRIN VÉGÉTAL CONSTITUÉ D'UNE HAIE TAILLÉE AVEC DES ARBRES À DÉVELOPPEMENTS MOYENS QUI PERMETTENT D'ADOUCIR LA LIMITE PARCELLAIRE

3 JARDIN DE PARC DE TYPE JARDIN ANGLAIS (COMPOSÉ D'ARBRES HORTICOLES, ARBUSTES À FLEURS ET VIVACES) AGRÉMENTE ET ORNE L'ENTRÉE DURANT TOUTE L'ANNÉE

4 PLANTATION D'ARBRES EN BOSQUET DONT LA SILHOUETTE ÉTAGÉE PERMET DES OUVERTURES DEPUIS LE BÂTIMENT VERS LE GRAND PAYSAGE TOUT EN OCCULTANT LE VIS-À VIS DE LA ROUTE ET DES VILLAS DU BORD DU LAC

5 PLANTATION D'UNE STRATE ARBORÉE INDIGÈNE, PONCTUÉE D'ARBRES REMARQUABLES (ESSENCES BOTANIQUE)

2 -CORDON BOISÉ OCCULTANT

3 - MASSIFS DE VIVACES POUR UNE AMBIANCE DE JARDIN ANGLAIS

4 - PIN À SILHOUETTE LÉGÈRE

5 - STRATE ARBORÉE AVEC UNE AMBIANCE DE PARC

PLAN D'AMÉNAGEMENT PAYSAGER ECH.1/1000

ÉTUDE PAYSAGÈRE DEPUIS LA ROUTE DE LAUSANNE
QUARTIER DU CHAMP-DU-CHÂTEAU

GENEVE
Ch. De-La-Montagne 136 - 1224 Chêne-Bougeries
T: +41 22 349 33 10

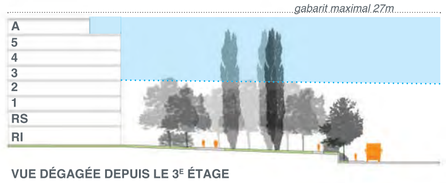
LAUSANNE
Ch. d'Entre-Bois 2 Bis - 1018 Lausanne
T: +41 21 647 86 11

henchoz@hench.com - www.hench.com
BUREAU D'ETUDES - CONCEPTION DES AMENAGEMENTS URBAINS ET DES ESPACES EXTERIEURS - DIRECTION DES TRAVAUX

© Toutes les pièces relatives au projet sont protégées par la loi fédérale sur le droit d'auteur 231.1
et par le devoir de fidélité et droit d'auteur au sens de l'article 24 de la norme SIA 118.

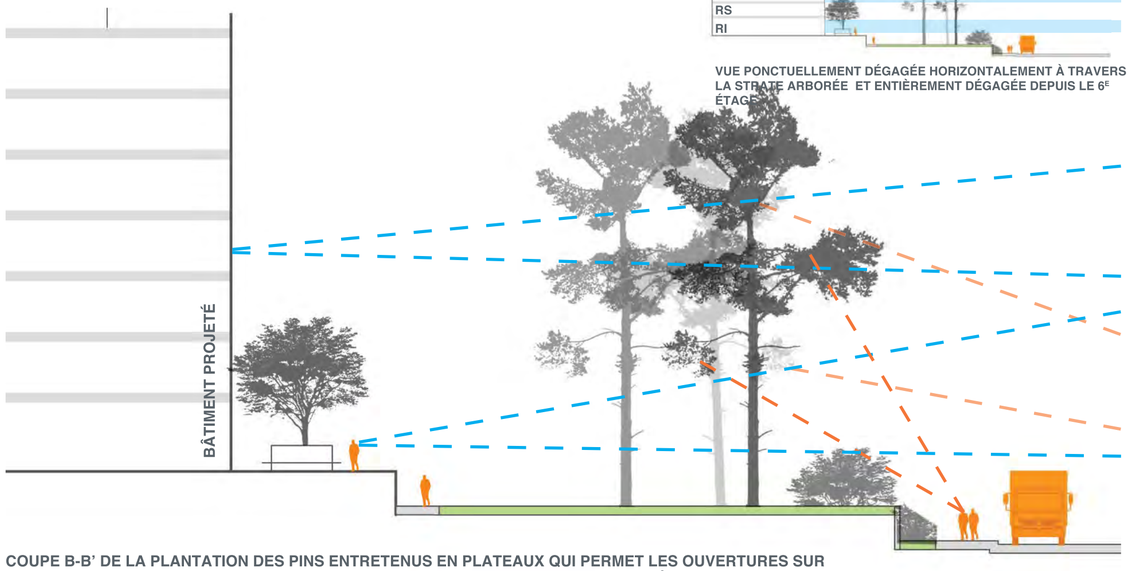
PLANCHE D'AVANT PROJET - NON CONTRACTUEL-PROVISOIRE
VERSION PLQ 2016
Toutes côtes et mesures sont à contrôler sur place.

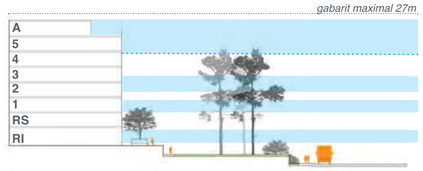
GILBERT HENCHOZ
ARCHITECTES PAYSAGISTES ASSOCIÉS SA



VUE DÉGAGÉE DEPUIS LE 3E ÉTAGE

COUPE A-A' DU PARC AVEC SA STRATE ARBORÉE INDIGÈNE QUI SE RACCROCHE À CELLE SITUÉE DE L'AUTRE CÔTÉ DE LA ROUTE DE LAUSANNE AU PARC DU VENGERON.
ECH 1/250





VUE PONCTUELLEMENT DÉGAGÉE HORIZONTALEMENT À TRAVERS LA STRATE ARBORÉE ET ENTIÈREMENT DÉGAGÉE DEPUIS LE 6E ÉTAGE

COUPE B-B' DE LA PLANTATION DES PINS ENTRETENUS EN PLATEAUX QUI PERMET LES OUVERTURES SUR L'HORIZON TOUT EN FILTRANT LES VUES SUR LA ROUTE ET DEPUIS LES VILLAS SITUÉES AU BORD DU LAC.
ECH 1/250

VUE SUR LA FAÇADE DU BÂTI CÔTÉ ROUTE DE LAUSANNE

PROJECTION D'AMÉNAGEMENT PAYSAGER AVEC GABARIT DE LA VÉGÉTATION

VUE 1. LE MUR DE SOUTÈNEMENT EST HABILLÉ PAR UN ÉCRIN VÉGÉTAL COMPOSÉ D'UN PLATEAU DE CHARME TAILLÉ EN TRAPÈZE ET D'UN ALIGNEMENT LIBRE D'ORMES DORÉS AINSI QUE DES CERISIERS À FLEURS QUI AMÉLIORENT LE PAYSAGE ROUTIER TOUT EN ADOUCISSANT LA LIMITE PARCELLAIRE. EN DEUXIÈME PLAN LA STRATE ARBORÉE EST COMPOSÉE D'UN GROUPE DE PINS DE CORSE DANS LA COURONNE EN PLATEAU PERMET LES OUVERTURES HORIZONTALES DEPUIS L'IMMEUBLE TOUT EN ATTÉNUANT LE FLUX CONTINU DES VÉHICULES DE LA ROUTE DE LAUSANNE.

GENEVE
Ch. De-La-Montagne 136 - 1224 Chêne-Bougeries
T: +41 22 349 33 10

LAUSANNE
Ch. d'Entre-Bois 2 Bis - 1018 Lausanne
T: +41 21 647 86 11

henchoz@hench.com - www.hench.com
BUREAU D'ETUDES - CONCEPTION DES AMENAGEMENTS URBAINS ET DES ESPACES EXTERIEURS - DIRECTION DES TRAVAUX

© Toutes les pièces relatives au projet sont protégées par la loi fédérale sur le droit d'auteur 231.1
et par le devoir de fidélité et droit d'auteur au sens de l'article 24 de la norme SIA 118.

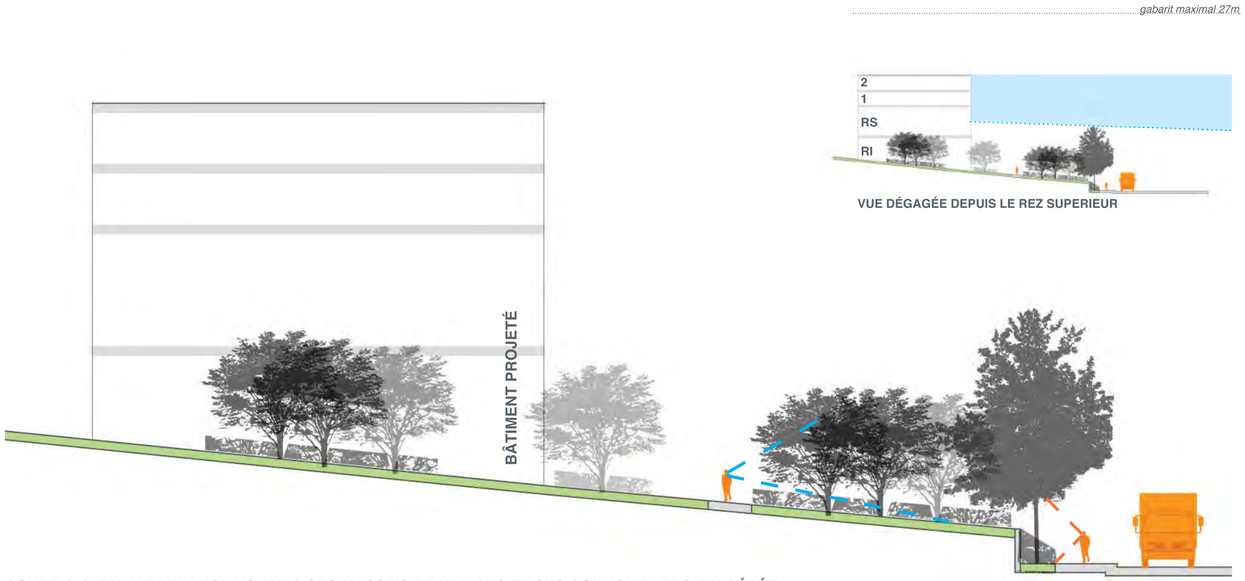
PLANCHE D'AVANT PROJET - NON CONTRACTUEL-PROVISOIRE

VERSION PLQ 2016

Toutes côtes et mesures sont à contrôler sur place.

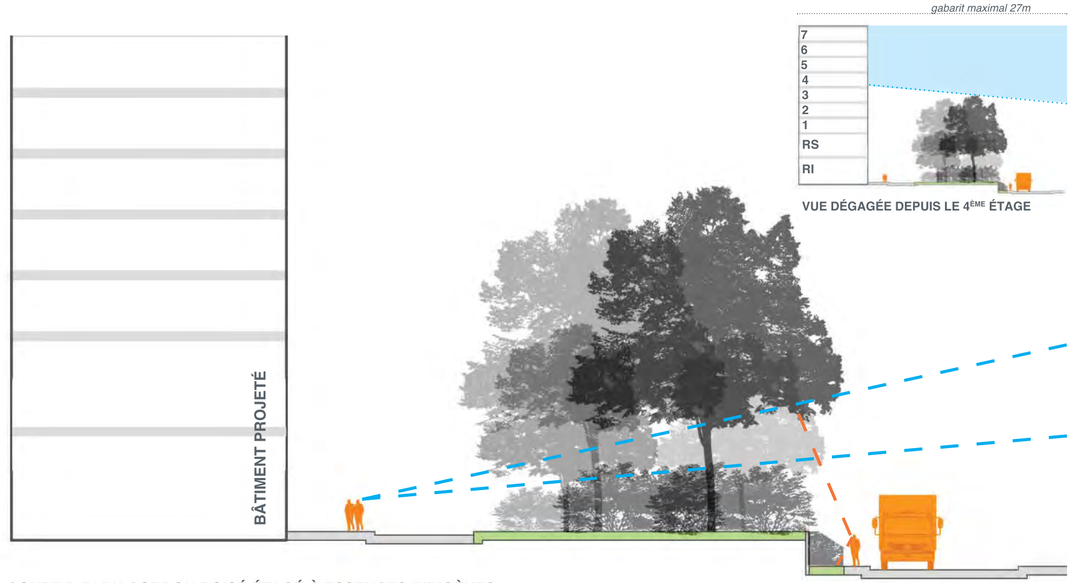
ÉTUDE PAYSAGÈRE DEPUIS LA ROUTE DE LAUSANNE
QUARTIER DU CHAMP-DU-CHÂTEAU

GILBERT HENCHOZ
ARCHITECTES PAYSAGISTES ASSOCIÉS SA



VUE DÉGAGÉE DEPUIS LE REZ SUPERIEUR

COUPE C-C' DU JARDIN ANGLAIS AVEC SES MASSIFS DE VIVACES ET SES CORNOUILLERS EN CÉPÉE
ECH 1/250



VUE DÉGAGÉE DEPUIS LE 4ÈME ÉTAGE

COUPE D-D' DU CORDON BOISÉ ÉTAGÉ À ESSENCES INDIGÈNES
ECH 1/250

VUE DANS L'OUVERTURE DU QUARTIER PROJETÉ

PROJECTION D'AMÉNAGEMENT PAYSAGER AVEC GABARIT DE LA VÉGÉTATION

VUE 2. L'AMÉNAGEMENT ACCUEIL L'USAGER PAR UNE COMPOSITION DE VIVACES ET D'ARBUSTES À FLEURS OFFRANT UN TABLEAU COLORÉ TOUT AU LONG DES SAISONS. LES MASSIFS BAS QUI AGRÉMENTENT CETTE PROMENADE COLORÉE OFFRENT ÉGALEMENT UN SENTIMENT DE SÉCURITÉ QUI ACCOMPAGNE LE VISITEUR JUSQU'AU COEUR DU NOUVEAU QUARTIER. LE CORDON BOISÉ CÔTÉ ROUTE DES ROMELLES VIENT ENLACER LE BÂTIMENT POUR UNE MEILLEURE INTÉGRATION DU BÂTI DANS LE PAYSAGE, TOUT EN PROTÉGEANT LA VUE DIRECTE SUR LE CARREFOUR.

GENEVE
Ch. De-La-Montagne 136 - 1224 Chêne-Bougeries
T: +41 22 349 33 10

LAUSANNE
Ch. d'Entre-Bois 2 Bis - 1018 Lausanne
T: +41 21 647 86 11

henchoz@hench.com - www.hench.com
BUREAU D'ETUDES - CONCEPTION DES AMENAGEMENTS URBAINS ET DES ESPACES EXTERIEURS - DIRECTION DES TRAVAUX

© Toutes les pièces relatives au projet sont protégées par la loi fédérale sur le droit d'auteur 231.1
et par le devoir de fidélité et droit d'auteur au sens de l'article 24 de la norme SIA 118.

PLANCHE D'AVANT PROJET - NON CONTRACTUEL-PROVISOIRE

VERSION PLQ 2016

Toutes côtes et mesures sont à contrôler sur place.

ÉTUDE PAYSAGÈRE DEPUIS LA ROUTE DE LAUSANNE
QUARTIER DU CHAMP-DU-CHÂTEAU

GILBERT HENCHOZ
ARCHITECTES PAYSAGISTES ASSOCIÉS SA

ARBRES STRUCTURANTS

Peuplier d'Italie

Populus nigra 'Italica'

Pin de corse

Pinus laricio

Cornouiller à grandes fleurs

Cornus florida

Orme resistant

Ulmus resista

Cerisiers à grappes

Prunus padus

Feuillage du peuplier

Feuillage du pin de corse

Feuillage et fleurs

du cornouiller à grandes fleurs

Feuillage de l'orme

Feuillage et fleurs

du cerisier à grappes

ARBRES ET ARBUSTES D'ACCOMPAGNEMENT

Charme commun

Carpinus betulus

Chêne pédonculé

Quercus robur

Saule blanc

Salix alba

Haie vive indigène

Erable champêtre

Acer campestre

Hêtre commun

Fagus sylvatica

VIVACES

Sauge némorosa

Salvia nemorosa

Astrance à feuilles d'hellebore

Astrantia maxima 'Rosea'

Persicaire 'Blackfiield'

Persicaria amplexicaulis 'Blackfiield'

Graminée cheveux d'ange

Stipa tenuifolia

Sporobolus heterolepis

Sporobolus heterolepis

Euphorbe des bois 'Purpurea'

Euphorbia amygdaloïdes 'Purpurea'

Alchemille commune

Alchemilla mollis

Coreopsis tripteris

Coreopsis tripteris

GENEVE
Ch. De-La-Montagne 136 - 1224 Chêne-Bougeries
T: +41 22 349 33 10

LAUSANNE
Ch. d'Entre-Bois 2 Bis - 1018 Lausanne
T: +41 21 647 86 11

henchoz@hench.com - www.hench.com

BUREAU D'ETUDES - CONCEPTION DES AMENAGEMENTS URBAINS ET DES ESPACES EXTERIEURS - DIRECTION DES TRAVAUX

© Toutes les pièces relatives au projet sont protégées par la loi fédérale sur le droit d'auteur 231.1 et par le devoir de fidélité et droit d'auteur au sens de l'article 24 de la norme SIA 118.

PLANCHE D'AVANT PROJET - NON CONTRACTUEL-PROVISOIRE

VERSION PLQ 2016

Toutes côtes et mesures sont à contrôler sur place.

ÉTUDE PAYSAGÈRE DEPUIS LA ROUTE DE LAUSANNE
QUARTIER DU CHAMP-DU-CHÂTEAU