

7.3.10 Patrimoine bâti et potentiel archéologique

7.3.10.1 Patrimoine bâti

En 2017, la Ville se dotait d'une vision du patrimoine 2027. Préserver, enrichir et transmettre sont les mots qui ont orienté la réflexion du groupe de travail. La Ville se donne comme mission, entre autres, de faire de Québec une capitale où le patrimoine est au cœur du développement urbain, culturel, social et économique et s'engage à considérer le patrimoine dans l'ensemble de ses actions. Les pratiques actuelles de la Ville visent à protéger et conserver les sites et bâtiments d'intérêt. Québec est inscrite sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1985.

L'agglomération de Québec est reconnue internationalement pour son patrimoine bâti exceptionnel et identitaire (Ville de Québec, 2019a). Ce patrimoine constitue l'héritage architectural des derniers siècles ayant façonné le paysage urbain des secteurs historiques de l'agglomération de Québec. Les territoires d'intérêt historique et culturel regroupent également des parcours fondateurs et des trames urbaines développées en fonction du parcellaire d'origine toujours perceptible dans l'environnement urbain actuel. Les territoires d'intérêt historique et culturel sont déterminés en fonction des critères qualitatifs suivants :

- leur valeur patrimoniale;
- leur valeur culturelle;
- leur valeur architecturale;
- leur caractère identitaire;
- leur valeur historique;
- leur rareté ou leur unicité;
- leur valeur emblématique.

La figure 7.106, tirée du schéma d'aménagement et de développement révisé (Ville de Québec, 2019a), illustre les territoires d'intérêt historique et culturel bénéficiant d'un statut de protection en vertu de la Loi sur le patrimoine culturel et sous juridiction fédérale situés sur le territoire de l'agglomération de Québec.

Par ailleurs, des secteurs sont soumis à la juridiction de la Commission d'urbanisme et de conservation de Québec (CUCQ) (figure 7.106). Le mandat général de la CUCQ consiste à contrôler le lotissement, l'implantation et l'architecture des constructions, l'aménagement des terrains et les travaux qui y sont reliés tout en tenant compte des objectifs et des critères édictés dans la réglementation municipale. Elle émet également ses recommandations à l'égard de la cohérence des interventions avec l'environnement bâti et naturel dans lesquelles elles s'inscrivent (Ville de Québec, 2019a). La figure 7.106 localise également les sites patrimoniaux.

Le tracé du tramway est situé à proximité des sites patrimoniaux classés ou déclarés du Vieux-Québec et du Trait-Carré à Charlesbourg. Dans ces sites, des autorisations du ministre de la Culture et des Communications seront nécessaires pour toute construction ou modification apportée à un immeuble.

Une évaluation du patrimoine bâti le long du parcours du tramway a été effectuée en 2019, en parallèle à la réalisation de l'étude d'impact. Cette étude, qui fait l'objet d'un rapport sectoriel distinct, a pour but de réaliser un inventaire patrimonial du cadre bâti par l'analyse de son développement typomorphologique, par l'identification et la catégorisation des propriétés possédant un potentiel patrimonial, par l'identification des composantes architecturales identitaires et par l'identification des documents iconographiques, historiques et administratifs.

La valeur patrimoniale des bâtiments est établie, d'une part, selon les critères édictés par la Ville de Québec et, d'autre part, selon les *Lignes directrices pour la prise en compte du patrimoine bâti dans le cadre de la production d'une étude d'impact sur l'environnement* du Ministère de la Culture et des Communications (MCC).

Ces *lignes directrices* stipulent que le MCC demande une évaluation patrimoniale à l'échelle nationale pour tout bâtiment dont la démolition, en tout ou en partie, est envisagée ou auquel des modifications majeures sont prévues. Les bâtiments dont la construction a été achevée il y a moins de 25 ans sont exemptés de l'évaluation.

7.3.10.2 Potentiel archéologique

Plusieurs zones de potentiel archéologique sont dénombrées le long du tracé du tramway. Des vestiges archéologiques d'importance sont également présents dans certains secteurs dont celui de la Place D'Youville.

Une attention particulière est portée aux zones suivantes :

- le Vieux-Québec : une station souterraine y sera aménagée incluant un édicule;
- la 1^{re} Avenue, dans son intégralité (de la 4^e Rue au boulevard Louis XIV) et le secteur du pôle Saint-Roch;
- les secteurs René-Lévesque, la rue de l'Université et boulevard de la Chaudière.

Comme pour tous les projets majeurs d'infrastructure réalisés par la Ville, un processus standard d'analyse de potentiel archéologique est effectué. Il s'agit d'un processus en quatre (4) étapes :

- évaluation sommaire du potentiel archéologique;
- évaluation spécifique du potentiel archéologique;
- réalisation des inventaires et des fouilles archéologiques préalables;
- surveillance archéologique des travaux de construction.

La première étape a été réalisée à l'automne 2018 et la seconde est en cours de réalisation. L'évaluation spécifique du potentiel archéologique fera l'objet d'un rapport sectoriel distinct qui sera déposé au MELCC et au MCC.

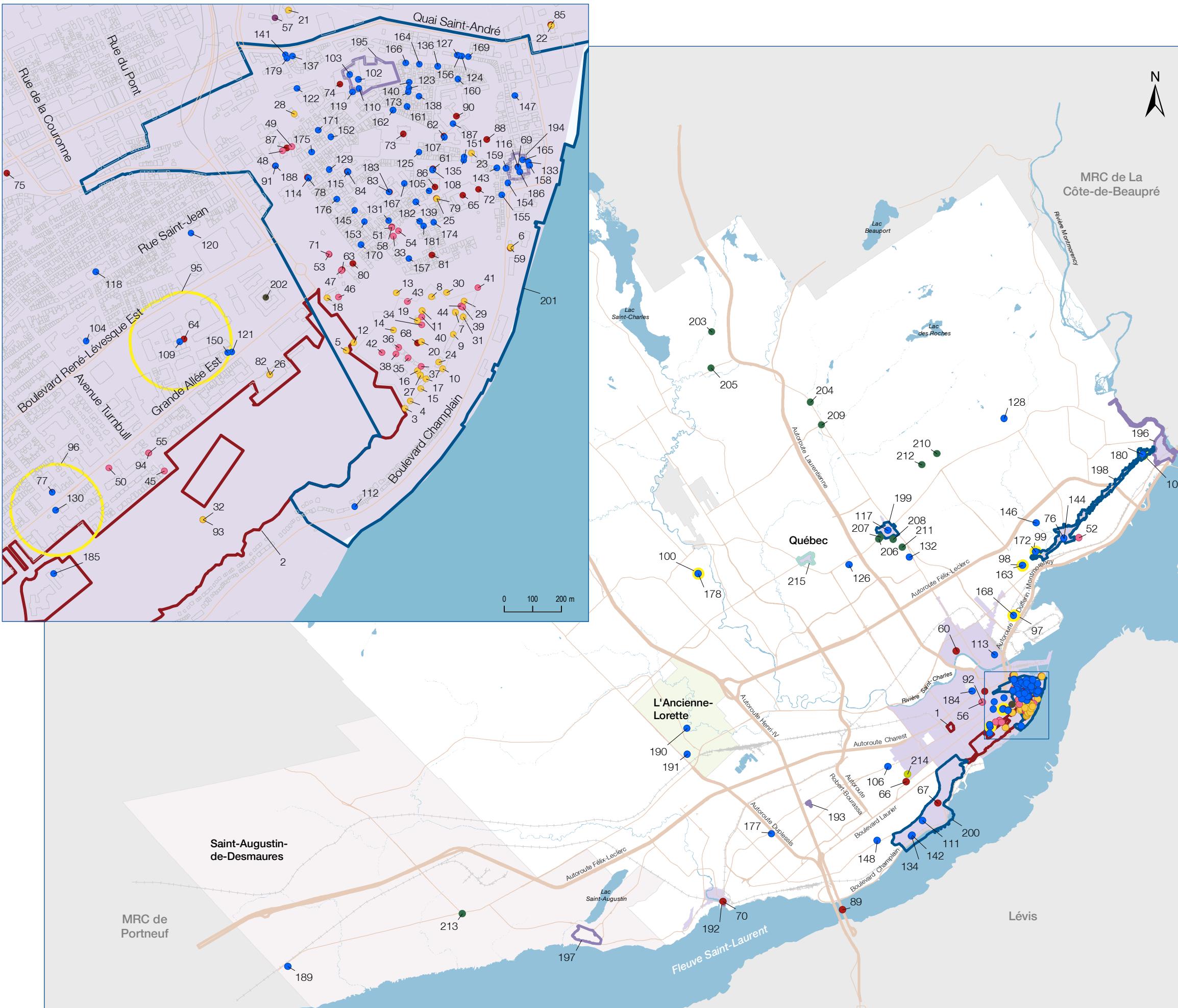
Une étude sectorielle de l'évaluation sommaire du potentiel archéologique de la zone d'étude a été réalisée en 2018 (Simoneau, 2018).

Cette évaluation sommaire constitue la première étape du volet archéologique prévu et vise à identifier les zones sensibles qui seront rencontrées dans le cadre du projet de réseau structurant de transport en commun. Cette étude a donc déterminé, de façon générale, les secteurs susceptibles de présenter des potentiels archéologiques d'intérêt, a identifié les sites archéologiques connus qui se trouvent éventuellement sur le parcours et en a souligné l'importance le cas échéant.

Le tableau 7.20 présente une synthèse des faits saillants de cette évaluation, en présentant la localisation des sites archéologiques, leurs caractéristiques et la qualification de chacun d'entre eux.

FIGURE 7.106

TERRITOIRES D'INTÉRÊT HISTORIQUE ET CULTUREL



Juridiction fédérale (94)

- Lieu historique national du Canada (37)
- Gare ferroviaire patrimoniale du Canada (1)
- Édifice fédéral du patrimoine classé (30)
- Édifice fédéral du patrimoine reconnu (24)
- Champ de bataille national (2)

Juridiction provinciale (107)

- Immeuble patrimonial classé (90)
- Site patrimonial national (1)
- Aire de protection (7)
- Site patrimonial classé (5)
- Site patrimonial déclaré (4)

Juridiction municipale (13)

- Immeuble patrimonial cité (11)
- Site patrimonial cité (1)
- Site patrimonial cité (1)

Territoire d'intérêt historique et culturel sous la juridiction de la Commission d'urbanisme et de conservation de Québec (CUCQ)

0 1 2 4 km
1:130 000

Note :
La liste des éléments représentés sur cette carte est présentée à l'annexe C.

**RÉSEAU STRUCTURANT
DE TRANSPORT EN COMMUN**

BUREAU DE PROJET



Date : 15 octobre 2019
Fichier : RST_TW_EIE_7_106_int_historique_culturel.mxd

Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7

Sources : Ministère de la Culture et des Communications, Répertoire du patrimoine culturel du Québec, 2017
Parcs Canada, Annuaire des désignations patrimoniales fédérales, 2012, 2014

Ville de Québec, Données corporatives, 2014

Tableau 7.20 Évaluation sommaire du potentiel archéologique sur le tracé du tramway

Situation géographique	Intérêt			Situation physique	Qualification du site
	Période	Dates	Type d'occupation		
Entre le boulevard de la Chaudière et la propriété adjacente au côté sud du boulevard du Versant-Nord	Préhistorique			Terrain vague	Zone très sensible, propice à une occupation de la période préhistorique
Boulevard René-Lévesque, de la rue Myrand à la rue des Érables – Entre les rues Parc-Gomin et Le Normand jusqu'à la rue des Érables	Historique	20 ^e siècle	Cimetière	Terriains limitrophes à la rue	Zone très sensible : mise au jour de sépultures possible
Boulevard René-Lévesque, de la rue Myrand à la rue des Érables – Entre les rues Ernest-Gagnon et Cardinal-Bégin	Historique	19 ^e siècle	Agricole présumé	Assiette de rue	
Entre les rues Joffre et Cardinal-Bégin	Historique	17 ^e siècle	Domestique et agricole (maison et dépendances du Sieur Vallon)	Terrain limitrophe à la rue	Zone très sensible
	Historique	19 ^e siècle	Domestique (villa Elm Grove)		
Situé dans la zone du site du patrimoine déclaré du Vieux-Québec Sur le boulevard René-Lévesque entre les rues Turnbull et Claire-Fontaine	Historique	18 ^e et 19 ^e siècles	Domestique	Assiette de rue	
Situé dans la zone du site du patrimoine déclaré du Vieux-Québec À partir de Place Desjardins jusqu'à la rue Saint-François (Saint-Roch) – Parcours majoritairement sous terre	Historique	17 ^e au 19 ^e siècle	Occupations diverses	Souterrain	Zone extrêmement sensible
Sur la rue de la Couronne, entre les rues de La Reine et des Commissaires	Historique	18 ^e siècle	Agricole présumé	Assiette de rue	Zone sensible autour des vestiges archéologiques découverts
De la rue Prince-Édouard jusqu'à l'extrémité nord du segment T11, pour les propriétés du côté est	Historique	18 ^e siècle	Militaire, domestique et agricole (ferme Lynd)	Assiette de rue et terrains limitrophes	Zone très sensible
	Historique	19 ^e siècle	Installations portuaire et médicale (Hôpital de la Marine), et cimetières		
De part et d'autre de la rivière Saint-Charles Secteur Ouest – court de la rue de la Croix-Rouge, depuis l'autoroute Laurentienne jusqu'au pont Drouin Secteur Est – occupe la 4 ^e Rue depuis le pont jusqu'au carrefour avec la 1 ^{re} Avenue	Historique	17 ^e et 18 ^e siècles	Militaire, axe de circulation	Assiette de rue avec empiétement sur les propriétés limitrophes	Zone très sensible
De la 4 ^e Rue jusqu'à l'intersection avec la rue Jacques-Cartier	Historique	17 ^e et 18 ^e siècles	Militaire artisanale (briqueterie Landron)	Assiette de rue avec empiétement sur les propriétés limitrophes	Zone très sensible
Entre la 6 ^e et la 9 ^e Rue	Historique	19 ^e siècle	Portuaire (chantier naval)		
Sur la 1 ^{re} Avenue, entre les rues Benoît -XV et Cardinal-Villeneuve	Historique	17 ^e siècle	Ouvrage de génie civil (pont)	Assiette de rue	Zone sensible
1 ^{re} Avenue – Entre les rues Saint-Adélard et des Alliés	Historique	17 ^e siècle	Ouvrage de génie civil (pont)	Assiette de rue et empiétement sur les propriétés limitrophes à l'est	Zone sensible
1 ^{re} Avenue – Entre la 24 ^e Rue et la rue Godbout	Historique	18 ^e siècle	Occupation domestique et agricole		
1 ^{re} Avenue – Entre la 44 ^e et la 50 ^e Rue : entre la 44 ^e Rue et la 46 ^e Rue	Historique	17 ^e siècle	Occupation domestique et agricole (propriété de Pierre Canard)	Propriétés limitrophes tant à l'est qu'à l'ouest	Zone exceptionnelle
	Historique	19 ^e siècle	Occupation domestique et artisanale		
1 ^{re} Avenue – Entre la 46 ^e Rue et la 47 ^e Rue	Historique	17 ^e siècle	Occupation institutionnelle (chapelle)		
1 ^{re} Avenue – Entre la 47 ^e Rue et la 50 ^e Rue	Historique	17 ^e siècle	Occupation domestique et agricole (maison de Jean Chauvet et hangar de Mathurin Villeneuve)		

Tableau 7.20 Évaluation sommaire du potentiel archéologique sur le tracé du tramway

Situation géographique	Intérêt			Situation physique	Qualification du site
	Période	Dates	Type d'occupation		
1 ^{re} Avenue – Entre la 58 ^e Rue et la 59 ^e Rue	Historique	17 ^e siècle	Occupation domestique et agricole (habitation de Pierre Canard)	Propriétés limitrophes	Zone sensible
1 ^{re} Avenue, rue Isaac-Bédard et boulevard Henri-Bourassa	Historique	17 ^e siècle	Occupation domestique et probablement agricole (propriété de Pierre Bédard)	Propriétés limitrophes du côté ouest	Zone sensible
Situé dans la zone du site du patrimoine déclaré de Charlesbourg Boulevard Henri-Bourassa, depuis la 71 ^e Rue, jusqu'à la 81 ^e Rue, connu sous le vocable de « Trait Carré »	Historique	17 ^e au 19 ^e siècle	Occupation domestique, agricole et artisanale	Assiette de rue et empiétement sur les propriétés limitrophes	Zone très sensible
Boulevard Henri-Bourassa – Entre la 81 ^e Rue et la rue Cloutier (portion en partie située dans la zone du Site du patrimoine déclaré de Charlesbourg)	Historique	17 ^e au 19 ^e siècle	Occupation agricole	Assiette de rue et terrains limitrophes	Zone sensible

Source : Simoneau, 2018.

7.4 Analyse des conditions actuelles de déplacements

Cette section dresse un portrait global des conditions actuelles de déplacements dans la zone d'influence du tramway et du trambus, en considérant l'ensemble des modes, à savoir la circulation automobile, le transport en commun et les modes actifs (marche et vélo).

Tiré de l'étude sectorielle intitulée « Étude d'impact sur les déplacements du Projet de réseau structurant de transport en commun de la Ville de Québec » (Ville de Québec, 2019e), ce portrait a été dressé afin d'évaluer par la suite les impacts de l'implantation du réseau de transport structurant (RSTC), plus particulièrement ceux du tramway et du trambus, sur les déplacements des biens et des personnes dans le territoire concerné de la ville de Québec.

7.4.1 Enjeux liés à la mobilité

L'implantation du tramway et du trambus sur le territoire de la ville de Québec aura des impacts importants sur l'organisation des déplacements pour tous les modes. Différents enjeux liés à la mobilité doivent ainsi être pris en considération :

- la mobilité des biens et personnes : l'arrivée d'un mode lourd de transport en commun modifierait considérablement la configuration du réseau routier touché, ce qui modifierait les habitudes et les temps de déplacements des usagers;
- performance du tramway : la gestion des carrefours aurait un impact significatif sur la performance du tramway et sur le temps de parcours des autres modes de transport;
- accessibilité aux quartiers : l'implantation des plateformes pour le tramway et le trambus va créer des barrières le long du tracé modifiant ainsi le niveau d'accessibilité aux différents quartiers avoisinants pour les riverains et les véhicules d'urgence;
- organisation du stationnement : la reconfiguration des voies de circulation le long du tracé du RSTC amènerait une réorganisation du stationnement sur rue dans les secteurs touchés;
- réorganisation du transport en commun : l'arrivée du RSTC va induire une réorganisation du réseau du RTC. Les changements dans les patrons de circulation et l'orientation de la circulation automobile vers d'autres axes routiers auraient un impact sur les temps de parcours des autobus circulant sur ces artères;

- déplacements actifs : l'implantation du RSTC serait à l'origine d'un changement dans les cheminements des piétons et des cyclistes surtout aux abords des stations et des principaux générateurs;
- contraintes naturelles du territoire liées à la topographie : l'implantation des plateformes pour le tramway et le trambus, ainsi que la réorganisation des patrons de circulation jumelés avec la présence des contraintes topographiques (Haute-Ville/Basse-Ville) pourraient avoir une incidence sur l'achalandage des différentes côtes de la ville.
- camionnage et livraison : la reconfiguration des voies de circulation le long du tracé du RSTC amènerait une réorganisation des parcours de livraison et des cheminements des véhicules lourds;

7.4.2 Objectifs associés aux déplacements dans le contexte de l'implantation du RSTC

Considérant l'ensemble de ces enjeux, l'implantation du RSTC et la proposition des mesures d'atténuation associées à son implantation visent à atteindre les objectifs généraux suivants en matière de déplacements :

- assurer des déplacements sécuritaires des usagers sur le réseau routier;
- garantir une bonne performance du tramway;
- assurer une bonne accessibilité aux riverains;
- garder un niveau acceptable des conditions de déplacements sur le réseau routier pour l'ensemble des modes.

7.4.3 Zone d'étude spécifique aux conditions actuelles de déplacements

La zone d'étude pour dresser le portrait des conditions actuelles de déplacements considère le territoire directement impacté par l'implantation du RSTC. La zone à l'étude s'étend à environ 2 km de part et d'autre du tracé du tramway et du trambus de la ville de Québec. Cette zone d'étude est divisée en quatre secteurs (Nord, Est, Sud et Ouest) qui sont représentés à la figure 7.107 :

- le Secteur Nord se situe dans les quartiers de Charlesbourg, et de Limoilou. Il s'étend ainsi du Trait-Carré à la rivière Saint-Charles. Il correspond donc au secteur Est, localisé à la figure 7.4 en début de chapitre et utilisé pour la description des autres composantes;
- le Secteur Sud couvre le centre-ville et le plateau Saint-Jean Baptiste—Sillery. Il s'étend ainsi de Saint-Roch jusqu'à l'Université Laval. Il correspond donc au secteur Centre, localisé à la figure 7.4 en début de chapitre et utilisé pour la description des autres composantes;
- le Secteur Ouest regroupe le plateau Sainte-Foy et le secteur Chaudière. Il couvre ainsi la zone entre l'Université Laval et le terminus Le Gendre. Il correspond donc au secteur du même nom, le secteur Ouest, localisé à la figure 7.4 en début de chapitre et utilisé pour la description des autres composantes;
- le Secteur Est comporte la zone allant du centre-ville jusqu'au pôle D'Estimauville. Ce secteur concerne uniquement le trambus.

Les dénominations utilisées dans l'étude sectorielle sont conservées dans cette section (soit les secteurs Nord, Sud, Ouest et Est).

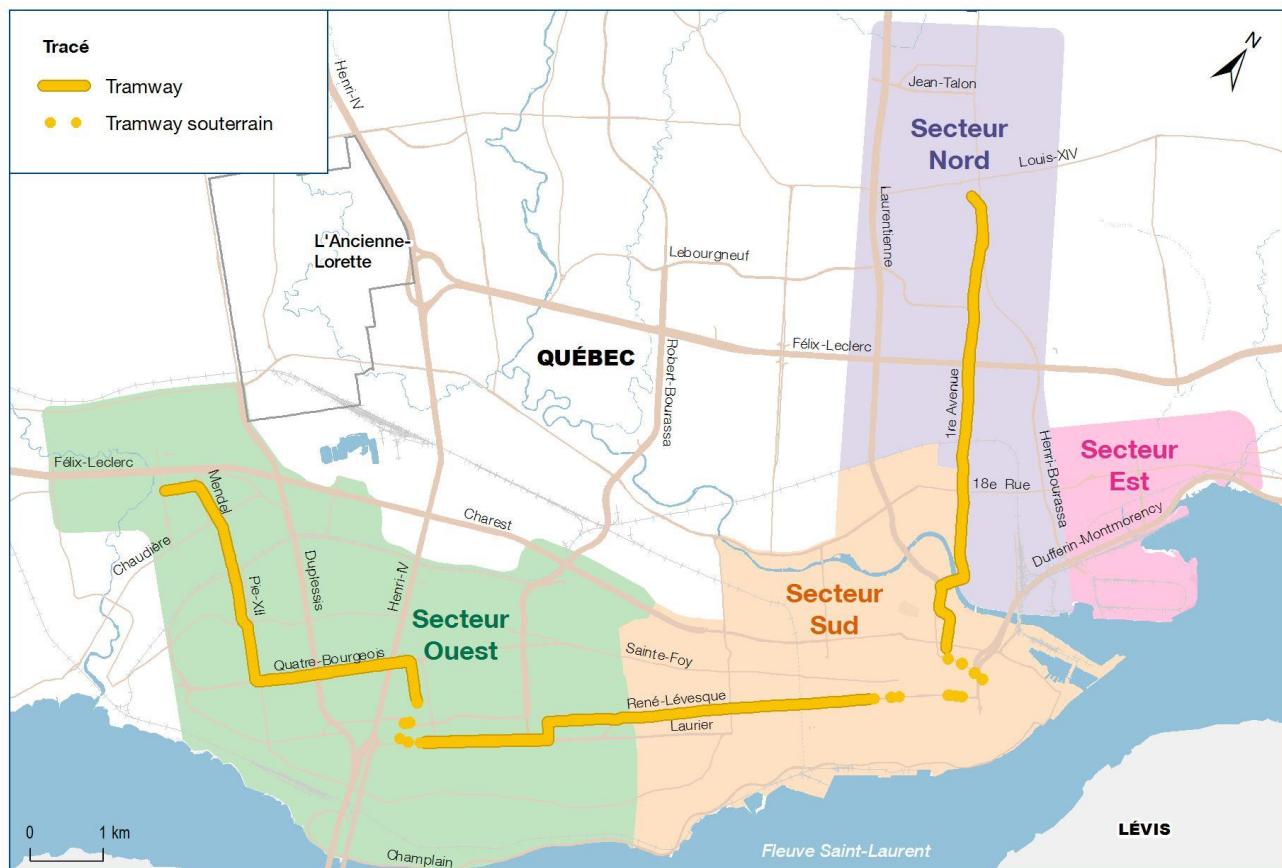


Figure 7.107 Zone d'étude spécifique aux conditions actuelles de déplacements

7.4.4 Description de la situation actuelle

Le portrait de la situation actuelle est dressé afin d'évaluer la performance actuelle du réseau routier, de comprendre les patrons de déplacements (structure et organisation des déplacements) et de mettre en évidence les différentes problématiques actuelles liées à la mobilité. Ce portrait sera considéré comme la référence avec laquelle la situation future sera comparée pour mettre en évidence les impacts de l'implantation du RSTC.

7.4.4.1 Grandes tendances de déplacements sur le réseau routier de la ville de Québec

Les flux de déplacements actuels et futurs sont identifiés et classés en quatre catégories :

- les flux en transit sont les déplacements qui proviennent de l'extérieur de la zone d'étude et la traversent sans s'y destiner; par exemple, un déplacement en provenance de Trois-Rivières à destination de La Malbaie;
- les échanges externes représentent les flux provenant ou se destinant à la zone d'étude et qui se déplacent vers le reste du territoire de la ville; par exemple, un déplacement en provenance de Lebourgneuf à destination de la colline Parlementaire (secteur Sud);
- les déplacements intersectoriels représentent les déplacements d'un secteur à l'autre à l'intérieur de la zone d'étude; par exemple, un déplacement en provenance de la place Laurier (secteur Ouest) à destination de la colline Parlementaire (secteur Sud);
- les déplacements internes : déplacements qui proviennent et se destinent à l'intérieur d'un même secteur de la zone d'étude; par exemple un déplacement du Trait-Carré (secteur Nord) à destination des Galeries Charlesbourg (secteur Nord).

L'analyse de ces flux selon les quatre catégories de déplacements se fait en considérant les parts modales afin de bien cerner les habitudes de déplacements des usagers dans le territoire à l'étude.

La région de la Capitale-Nationale au nord du fleuve Saint-Laurent attire un grand nombre de déplacements au quotidien. Selon l'enquête Origine-Destination de 2017, environ 750 000 déplacements se font quotidiennement dans ce territoire pour tous les motifs excluant les retours à domicile.

La majorité de ces déplacements se font sous forme d'échanges entre la zone d'étude et le reste du territoire (échanges externes), ou sous forme de déplacements à l'intérieur d'un même secteur (déplacements internes). Ces deux types de flux représentent en effet respectivement 46 % et 30 % de l'ensemble des déplacements quotidiens (tableau 7.21).

L'utilisation de l'automobile est le mode de déplacements privilégié par les usagers, quel que soit le type de déplacements effectués. En effet, la part modale moyenne du véhicule particulier est d'environ 77 %, soit plus de 570 000 déplacements par jour. Cette part modale augmente pour dépasser 90 % lorsque les distances parcourues sont importantes, notamment pour les déplacements en transit ou d'échange entre la zone d'étude et le reste du territoire (tableau 7.21).

Tableau 7.21 Organisation des déplacements dans le territoire de la ville de Québec

Type de déplacement	Déplacements		Part modale				
	Nombre de déplacements	Proportion	Véhicules particuliers	Transport en commun	Actif	Traversier	Autres
Transit	71 399	10 %	96,3 %	0,7 %	0,3 %	0,0 %	2,7 %
Externe	344 158	46 %	87,8 %	8,5 %	1,2 %	0,2 %	2,3 %
Intersectoriel	108 959	15 %	67,8 %	24,2 %	7,9 %	0,0 %	0,2 %
Interne	223 334	30 %	57,0 %	8,8 %	33,9 %	0,0 %	0,3 %
Total	747 850	100 %	76,5 %	10,1 %	11,9 %	0,1 %	1,4 %

Le transport en commun gagne en proportion pour les déplacements avec des distances relativement moyennes, particulièrement pour les déplacements intersectoriels. Sa part modale peut atteindre 25 % en moyenne dans certains secteurs à l'étude (tableau 7.22).

Tableau 7.22 Organisation des déplacements intersectoriels dans la zone d'étude spécifique aux conditions actuelles de déplacements

Secteurs de la zone d'étude	Déplacements		Part modale				
	Nombre de déplacements	Proportion	Véhicules particuliers	Transport en commun	Actif	Traversier	Autres
Nord	33 816	31 %	65 %	26 %	9 %	0,0 %	0,0 %
Sud	39 874	37 %	65 %	25 %	10 %	0,0 %	0,0 %
Est	6 129	6 %	66 %	23 %	10 %	0,0 %	1,0 %
Ouest	29 141	27 %	75 %	21 %	3 %	0,0 %	0,0 %
Total	108 959	100 %	67,8 %	24 %	8 %	0,0 %	0,2 %

La marche et le vélo sont principalement privilégiés dans les déplacements à l'intérieur du même secteur, principalement dans les zones où se concentrent les générateurs d'emplois, les institutions scolaires et où l'on retrouve une bonne densité résidentielle. Ce mode de déplacement actif peut aller chercher jusqu'à 53 % de la part modale des déplacements internes surtout dans les quartiers centraux (tableau 7.23).

Tableau 7.23 Organisation des déplacements internes dans la zone d'étude spécifique aux conditions actuelles de déplacements

Secteurs de la zone d'étude	Déplacements		Part modale				
	Nombre de déplacements	Proportion	Véhicules particuliers	Transport en commun	Actif	Traversier	Autres
Nord	47 630	21 %	63 %	6 %	31 %	0 %	0 %
Sud	82 841	37 %	37 %	10 %	53 %	0 %	0 %
Est	3 472	2 %	56 %	0 %	44 %	0 %	1 %
Ouest	89 391	40 %	73 %	10 %	17 %	0 %	0 %
Total	223 334	100 %	57 %	9 %	34 %	0 %	0 %

L'analyse révèle aussi que la zone d'étude considérée attire une grande partie des déplacements dans la région. En effet, en excluant les flux de transit qui empruntent principalement les autoroutes et ne s'arrêtent pas dans la zone considérée, 85 % de l'ensemble des déplacements interagissent avec le territoire à l'étude. Cette réalité s'explique par l'organisation du territoire dans la zone d'étude. En effet, les secteurs Ouest et Sud, où l'on retrouve les principaux générateurs l'Université Laval, le pôle d'emploi de Sainte-Foy, les Cégeps Sainte-Foy et Garneau, cinq des sept hôpitaux de la ville, le pôle d'emploi du centre-ville, etc. attirent la majorité des déplacements qui s'effectue dans la zone d'étude. Ces deux secteurs sont aussi caractérisés par une bonne densité d'habitation sur la majorité du territoire qu'ils couvrent.

7.4.4.2 Déplacements sur les axes influencés par le réseau structurant

L'analyse présentée dans cette section vise à évaluer la performance du réseau routier et mettre en évidence les problématiques de mobilité rencontrées dans le secteur à l'étude.

Cette échelle d'analyse est la plus importante, car elle permet de cerner l'organisation des déplacements actuels à l'intérieur de la zone d'étude, d'identifier les axes et les tronçons achalandés selon les modes, et de mettre en évidence les forces et faiblesses du réseau routier avant l'implantation du RSTC.

Pour ce faire, une adéquation entre l'offre du réseau routier et la demande en déplacement est réalisée en considérant les caractéristiques du territoire, l'organisation du réseau routier ainsi que les flux de déplacement pour tous les modes.

7.4.4.3 Description du territoire

Tel que mentionné plus loin dans ce chapitre, à la section « 7.5.4 Topographie » de la description du milieu physique, la configuration du territoire de l'agglomération de Québec est complexe puisqu'on y retrouve des zones de moyennes altitudes, la Haute-Saint-Charles, la Haute-Ville ou le plateau de Sainte-Foy et des zones de basses terres notamment, la Basse-ville et une partie des arrondissements de Charlesbourg et de Beauport. Ce mélange dans les configurations topographiques se traduit par la présence sur le territoire de l'agglomération de Québec de plusieurs frontières naturelles sous forme de falaises ou de pentes imposant des défis en matière de développement et de déplacement.

Tel que mentionné à la section « 7.3.5 Utilisations du sol » du présent chapitre, la ville de Québec est un pôle d'attraction régional majeur. En plus d'être la capitale de la province, elle abrite plusieurs pôles économiques, des institutions académiques et des équipements avec un rayonnement régional. Par exemple, le territoire de la ville de Québec abrite le campus universitaire le plus important à l'est de la province. On y retrouve aussi trois des plus grands Cégeps de la Capitale nationale ainsi que les principaux centres hospitaliers de la région. L'activité économique de Québec ne se concentre pas uniquement au centre-ville. Elle est répartie entre trois pôles majeurs : le pôle de Sainte-Foy, le pôle du centre-ville et le pôle de Lebourgneuf qui commence à avoir un certain essor. On retrouve aussi des activités économiques, académiques ou institutionnelles le long de certaines artères de la ville comme les boulevards Charest, Laurier ou Wilfrid-Hamel.

Les différentes catégories de la fonction résidentielle sont présentes dans le territoire de l'agglomération de Québec. En effet, les quartiers périphériques sont caractérisés par une faible densité résidentielle alors que pour les secteurs centraux et le long des principales artères, la densité résidentielle est plus importante.

Une analyse plus fine de l'utilisation du territoire dans la zone d'étude montre que les secteurs Sud et Ouest présentent une bonne mixité des fonctions urbaines alors que dans les secteurs Est et Nord la fonction résidentielle est dominante. Les grands générateurs d'emplois sont concentrés dans le secteur Sud au centre-ville et dans le secteur Ouest au plateau Sainte-Foy entre l'Université Laval et la tête des ponts. Cette organisation du territoire explique les flux de déplacements analysés dans la section « 7.4.4.1 Grandes tendances de déplacements sur le réseau routier de la ville de Québec ». La mixité des fonctions urbaines, la présence d'institutions d'enseignement à rayonnement régional et la concentration des générateurs d'emplois dans les secteurs Ouest et Sud attirent la majorité des déplacements de la région vers cette partie du territoire.

7.4.4.4 Description du réseau routier

La configuration topographique du territoire, l'organisation de l'occupation du territoire ainsi que le rayonnement régional de la ville de Québec ont influencé le développement et l'organisation de son réseau routier.

L'analyse de la hiérarchie fonctionnelle des voies de circulation a pour but de comprendre la structure des différents axes routiers présents dans la zone à l'étude. Cette analyse permet de définir le niveau de desserte du réseau routier dans le territoire considéré.

Cinq classes hiérarchiques des axes routiers ont été considérées : les autoroutes, les artères principales, les artères secondaires, les collectrices principales et les collectrices secondaires (tableau 7.24).

Tableau 7.24 Caractéristiques fonctionnelles des cinq classes de hiérarchie routière considérées

Type de route	Fonction	Voie de circulation	Raccordements principaux	Volume et vitesse de circulation
Autoroute	Utilisée comme voie rapide, isolée du réseau urbain. Il y a présence de voies réservées sur les autoroutes fortement congestionnées aux heures de pointe	Habituellement 2 voies de circulation par direction et plus	Autoroutes Artères principales	Vitesse Supérieure à 70 km/h DJMA ¹ Supérieur à 30 000 vél./jour
Artère principale	Utilisée comme voie de transit urbain qui permet de relier des arrondissements et des liens autoroutiers entre eux	Habituellement entre 2 et 3 voies de circulation par direction	Autoroutes Artères secondaires Collectrices	Vitesse 50 à 70 km/h DJMA Entre 5 000 et 30 000 vél./jour
Artère secondaire	Utilisée comme voie de transit urbain qui permet de relier des arrondissements et des zones urbaines où il y a d'importants générateurs	Habituellement 1 à 2 voies de circulation par direction	Autoroutes Artères principales Collectrices	Vitesse 50 à 70 km/h DJMA Entre 5 000 et 12 000 vél./jour
Collectrice principale	Utilisée comme voie de distribution du trafic ou voie principale et permet de fluidifier le tissu urbain	Habituellement 1 voie de circulation par direction	Autoroutes (voies de desserte) Artères principales Artères secondaires Collectrices	Vitesse 50 km/h DJMA Entre 5 000 et 12 000 vél./jour
Collectrice secondaire	Utilisée comme voie de distribution du trafic ou voie principale et permet de fluidifier le tissu urbain	Habituellement 1 voie de circulation par direction	Artères principales Artères secondaires Collectrices	Vitesse 50 km/h DJMA Entre 1 000 et 5 000 vél./jour

1. Débit journalier moyen annuel.

La trame routière de la ville de Québec est caractérisée par la présence de plusieurs autoroutes qui desservent principalement les secteurs Ouest et Nord. En effet, quatre des sept axes autoroutiers qui traversent le territoire de la ville de Québec se trouvent dans le secteur Ouest. Ainsi, les autoroutes Duplessis (A-540), Henri-IV (A-73), et Robert-Bourassa (A-740) sont trois axes autoroutiers nord-sud présents dans ce secteur. Un quatrième axe est-ouest, notamment l'autoroute Charest (A-440) s'ajoute aux trois précédents. Le secteur Nord, quant à lui, est traversé par deux autoroutes majeures de la région : l'autoroute Félix-Leclerc (A-40) qui est un axe est-ouest et l'autoroute Laurentienne (A-73) qui est un axe nord-sud.

À cette offre autoroutière s'ajoute une bonne desserte artérielle. Cependant, la majorité des artères dans le territoire à l'étude représente des axes est-ouest à l'exception de ceux présents dans le secteur Nord. Les liens artériels nord-sud sont discontinus dans le territoire ce qui cause certains enjeux de circulation.

Neuf des treize artères présentes dans le territoire à l'étude sont des axes est-ouest qui relient en continu, pour la plupart d'entre eux, l'est et l'ouest du territoire. Seules deux artères urbaines permettent la liaison entre le sud et le nord du territoire. Ces deux axes, notamment la 1^{re} Avenue et le boulevard Henri-Bourassa, se localisent dans le secteur Nord, à l'est du territoire de la ville. Le réseau routier de la ville de Québec présente donc un déséquilibre entre les artères est-ouest et nord-sud. Cette réalité s'explique en partie par les contraintes topographiques du territoire. La liaison entre les parties hautes du territoire, notamment le plateau Sainte-Foy et la Haute-Ville, et les basses terres, telles que la Basse-Ville, sont très difficiles à cause de la présence de falaises. Cette réalité ne s'applique pas pour les secteurs Est et Nord de la zone d'étude où l'on retrouve des axes nord-sud continus.

L'analyse de la structure du réseau routier dans le territoire à l'étude démontre que la desserte varie d'un secteur à l'autre. Ainsi, dans le secteur Ouest, les déplacements est-ouest empruntent principalement les artères dans la partie haute du territoire et l'autoroute qui se transforme en artère dans sa partie basse. Les flux nord-sud, quant à eux, se font principalement sur les autoroutes.

Cette réalité est presque similaire au secteur Sud avec une circulation est-ouest sur les artères et nord-sud sur les collectrices. Ces dernières sont caractérisées par leur topographie puisqu'elles rejoignent toutes des côtes liant la Haute-Ville à la Basse-Ville.

Dans les secteurs Nord et Est, les déplacements nord-sud empruntent principalement les artères ou l'autoroute Laurentienne alors que les flux est-ouest sont localisés sur les collectrices.

Cette structure du réseau routier, malgré son déséquilibre entre les axes nord-sud et est-ouest, permet en quelque sorte, une bonne desserte de l'ensemble des pôles urbains et des générateurs majeurs du territoire.

7.4.4.5 Analyse de l'offre pour les différents modes de déplacements

7.4.4.5.1 Mode automobile

Le réseau routier de l'agglomération de Québec, illustré à la figure 7.22 offre des opportunités à la circulation automobile dans le territoire.

L'usager peut ainsi emprunter une des sept autoroutes présentes dans ce territoire, dont quatre sont des axes nord-sud. Certains tronçons de ce réseau autoroutier contiennent des voies réservées pour les transports en commun, les taxis, le covoiturage et/ou les véhicules électriques.

À cette offre autoroutière s'ajoute celle du réseau artériel urbain qui permet, comme cité précédemment, une bonne circulation est-ouest dans les secteurs Ouest et Sud du territoire à l'étude et nord-sud dans les parties Nord et Est de cette zone. Néanmoins, la topographie du territoire de la ville et la présence de barrières naturelles engendrent un déséquilibre entre les liens nord-sud et ceux est-ouest créant ainsi des pressions dans certaines zones de la ville.

La configuration du réseau artériel de la ville favorise aussi la circulation automobile. En effet, la majorité des artères de la ville sont des axes à double sens à l'exception de quelques secteurs du centre-ville qui présentent plusieurs rues à sens unique.

Le réseau routier de la ville de Québec, malgré les quelques lacunes soulevées, offre par sa configuration et sa structuration un bon environnement pour la circulation automobile. Cette offre importante pour le mode véhiculaire jumelée à la grande disponibilité du stationnement sur l'ensemble du territoire rend le choix modal de la voiture très facile.

7.4.4.5.2 Offre en stationnement sur rue

Cette analyse considère uniquement le stationnement sur rue puisque ce mode de stationnement sera modifié par l'implantation du RSTC, contrairement au stationnement hors rue.

La figure 7.108 présente les zones considérées pour l'analyse du stationnement. Les zones de relevés présentent les tronçons où du stationnement sur rue sera retiré pour l'implantation du RSTC ainsi que sur les rues avoisinantes. L'offre considère uniquement les tronçons permettant un stationnement de 60 minutes et plus. Le tableau 7.25 présente l'offre en stationnement sur rue dans les différents secteurs de la zone d'étude.

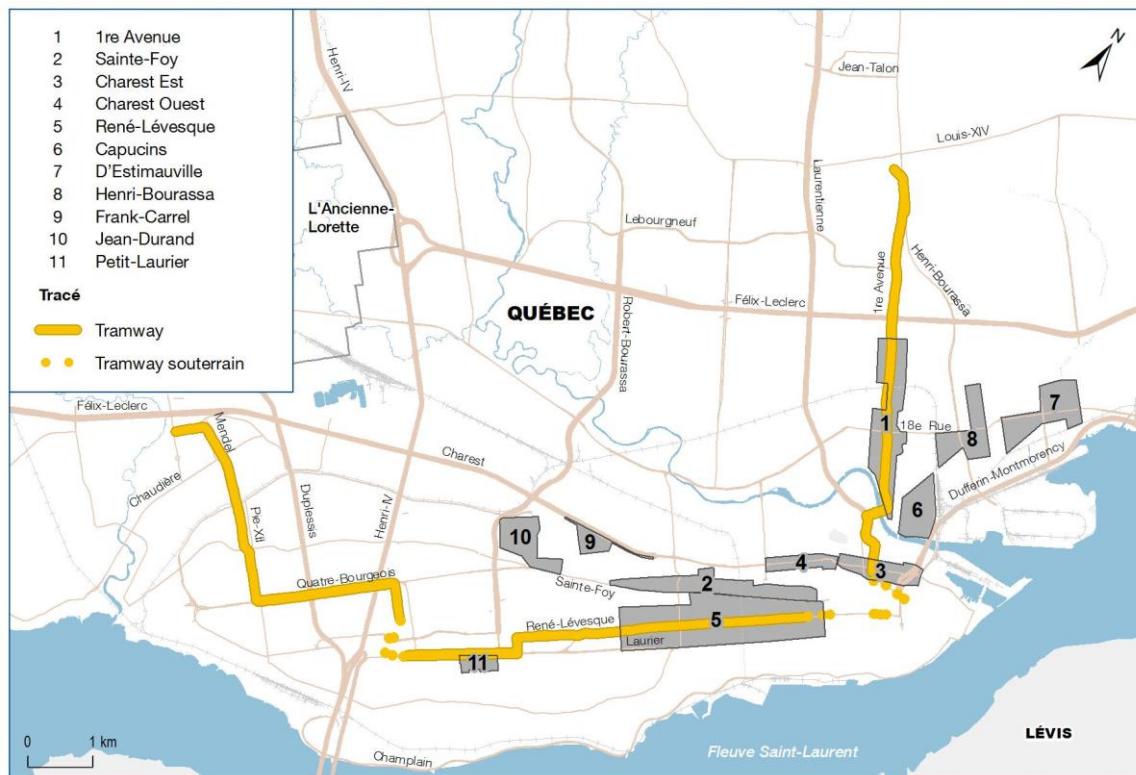


Figure 7.108 Zones considérées pour l'analyse du stationnement

Tableau 7.25 Offre en stationnement sur rue dans les différentes zones considérées pour l'analyse du stationnement

Secteurs de la zone d'étude	Sous-secteurs	Places disponibles
Nord	1 ^{re} Avenue	3 254
	Total	3 254
Sud	Sainte-Foy	1 280
	Charest Est	597
	Charest Ouest	761
	René-Lévesque	4 840
	Total	7 478
Est	Capucins	851
	D'Estimauville	937
	Henri-Bourassa	1 197
	Total	2 985
Ouest	Frank-Carrel	348
	Jean-Durand	384
	Petit-Laurier	196
	Total	928
Total		14 645

Source : Relevés réalisés en octobre-novembre 2018 et mars-avril 2019, Ville de Québec.

Le secteur Sud renferme la moitié des places de stationnement sur rue disponibles dans les zones considérées pour l'analyse du stationnement. Une bonne partie de cette offre est présente dans le secteur René-Lévesque principalement dans les rues avoisinantes à cet axe. Seules 460 des 4 800 places disponibles dans ce secteur sont directement localisées sur cette artère. Cette réalité est également observée dans les autres secteurs analysés. Aussi, l'offre en stationnement dans les zones considérées est généralement réglementée sous forme de limite de temps de stationnement, de zones réservées pour les détenteurs de vignettes ou sous forme de stationnement payant.

L'analyse de l'offre en stationnement sur rue dans la zone d'étude montre que le réseau routier de la ville de Québec, par sa configuration et la réglementation en place, présente une excellente offre de stationnement sur rue le long du tracé du RSTC.

Cette offre importante pour le mode véhiculaire jumelée à la facilité offerte par le réseau autoroutier et artériel sur l'ensemble du territoire favorise l'adoption de la voiture comme choix modal des usagers qui se déplacent dans la région. Cette réalité se traduit par une part modale importante de la voiture pour les différents déplacements comme l'a démontré l'analyse des grandes tendances de déplacement à la section 7.4.4.1.

7.4.4.5.3 Mode de transport en commun

Capacité offerte par le transport en commun

Le réseau de transport en commun du RTC est bien réparti à travers la zone d'étude. Il est structuré en trois niveaux :

- les Métrobus : parcours à haut niveau de service qui desservent les milieux les plus attractifs de l'agglomération de Québec, soit le centre-ville, les pôles urbains régionaux et les corridors structurants. Ces parcours s'accompagnent à plusieurs endroits de mesures préférentielles, notamment des voies réservées ainsi que de la priorité de passage des autobus en retard aux feux de circulation;
- les eXpress : parcours rapides qui offrent un service aux heures de pointe, en semaine, axés sur l'efficacité des déplacements depuis les quartiers périphériques jusqu'aux principaux lieux d'emploi et d'étude de l'agglomération et vice-versa. Ces parcours empruntent certains tronçons d'autoroute et s'accompagnent sur certains axes de mesures préférentielles;
- les parcours réguliers, ou le Bus, qui visent à couvrir l'ensemble du territoire et à assurer la liaison entre les quartiers résidentiels et les centres d'activités par les principaux boulevards et artères locaux.

En outre, plusieurs stationnements incitatifs, ou Parc-O-Bus, complètent l'offre en transport en commun sur le territoire de l'agglomération. L'objectif d'implanter ces stationnements gratuits est d'encourager les pratiques intermodales. Ils sont situés dans les quartiers périphériques, à proximité de parcours desservant les principaux pôles et noyaux de l'agglomération.

À cette offre, peut aussi s'ajouter celle proposée par le traversier. Ce dernier joue un rôle important en assurant une connexion entre les villes de Québec et de Lévis, tant pour les usagers du transport en commun que pour les automobilistes.

L'offre journalière en transport en commun a été déterminée en calculant, pour les axes principaux de chaque secteur de la zone d'étude, le nombre total des passagers que peuvent transporter chaque jour les autobus du RTC, sur la base des hypothèses suivantes : la capacité d'un véhicule articulé utilisé pour les Métrobus est de 105 passagers alors que celle d'un autobus régulier est de 65 passagers.

En considérant le nombre de voyages quotidiens assurés par la flotte du RTC, la capacité moyenne actuelle offerte par le transport en commun varie entre 190 000 à 250 000 déplacements par jour selon le secteur du territoire à l'étude. Le tableau 7.26 présente le nombre de passagers que peut transporter la flotte du RTC par jour pour chaque secteur. Le tableau 7.27 résume le nombre de déplacements quotidiens, excluant les retours au domicile, compilé à partir des données de l'enquête OD 2017 pour chaque secteur. L'offre proposée par le RTC est intéressante puisqu'elle s'approche de la moyenne des déplacements quotidiens pour chacun des secteurs. Toutefois, cette offre devrait être améliorée pour combler les écarts entre cette offre et le nombre de déplacements total dans la zone d'étude.

Tableau 7.26 Capacité de déplacements offerte par le RTC dans la zone d'étude

Secteurs de la zone d'étude	Capacité de transport offerte
Nord	249 245
Sud	194 050
Est	199 645
Ouest	191 560
Moyenne	208 625

Tableau 7.27 Nombre de déplacements quotidiens pour chaque secteur à l'étude

Secteurs	Déplacements internes	Déplacements intersectoriels	Déplacements en échanges externes	Total
Nord	47 630	33 816	80 189	161 635
Sud	82 841	39 874	112 357	235 072
Est	3 472	6 129	15 740	25 341
Ouest	89 391	29 141	135 872	254 404
Total	223 334	344 158	108 960	676 452

Mesures préférentielles offertes au transport en commun

Le réseau de transport en commun dans le territoire de la ville de Québec profite de certaines mesures préférentielles visant à stabiliser, voire améliorer les temps de parcours des autobus. Ces mesures préférentielles prennent la forme de voies réservées au transport en commun (pour une partie des parcours Métrobus et eXpress) ou de la priorité de passage des Métrobus en retard aux feux de circulation.

7.4.4.5.4 Transport actif

Réseau cyclable

Présenté à la section 7.3.5.1.4 « Réseau cyclable » et illustré à la figure 7.21, le réseau cyclable de la ville de Québec est présent dans l'ensemble des secteurs de la zone d'étude spécifique aux conditions actuelles de déplacement. Ce réseau présente généralement un bon maillage des voies cyclables sous forme de chaussées désignées, de pistes ou de bandes cyclables. Il montre cependant plusieurs ruptures qui empêchent son bouclage. Par exemple, il n'existe aucun lien direct reliant l'ouest de Sainte-Foy à la colline Parlementaire, ou aucun lien nord-sud dans le secteur entre l'autoroute Robert-Bourassa et la rue Marie-de-l'Incarnation qui permettrait une connexion entre les voies cyclables sur le plateau Sainte-Foy et celles qui longent la rivière Saint-Charles.

Toutefois, malgré ces ruptures entre les axes cyclables, les territoires à l'étude sont assez bien desservis par les liens cyclables. Le déploiement en continu de la « Vision des déplacements à vélo » de la Ville détaillée à la section 7.3.5.1.4 « Réseau cyclable » devrait, à priori, combler à moyen terme certaines de ces ruptures.

Réseau piétonnier

Globalement, le territoire de la ville de Québec offre à ses résidants un environnement favorable à la pratique de la marche, en particulier dans les quartiers centraux et le centre des anciennes villes. Sur les artères principales de la ville de Québec, les cheminements piétons sont assurés sur des trottoirs qui permettent aux usagers de circuler à pied en toute sécurité le long des axes routiers. Toutefois dans certains secteurs, notamment dans les quartiers Montcalm, Saint-Jean-Baptiste, Saint-Roch et le Vieux-Limoilou, la présence de trottoirs étroits et jonchés de poteaux d'utilités publiques peuvent rendre les déplacements à pieds plus difficiles.

La configuration topographique du territoire de la ville de Québec amène d'autres difficultés de déplacement à pieds dans certains secteurs. La présence de falaises et de barrières naturelles entre la Basse-Ville et la Haute-Ville dans les secteurs ouest et sud crée en effet une rupture dans les liens piétonniers. Afin de pallier cette difficulté, la Ville de Québec a mis en place une douzaine d'aménagements piétonniers pour faciliter les déplacements à pieds entre les parties basses et les zones hautes du territoire. Ces aménagements sont répartis sur les deux flancs de la Haute-Ville (par exemple : l'ascenseur du Faubourg ainsi que les escaliers Lépine, Glacis, des Franciscains et Joffre sur le flanc nord et les escaliers du Cap-Blanc et ceux de la terrasse Dufferin sur le flanc sud du côté du fleuve Saint-Laurent). Ils viennent compléter l'offre en trottoirs présente sur les côtes reliant la Basse-Ville et la Haute-Ville.

7.4.4.6 Analyse de la demande pour les différents modes de déplacements

Demande en circulation véhiculaire

L'évaluation de la demande en circulation véhiculaire se base sur les débits journaliers moyens annuels (DJMA) enregistrés sur les axes routiers considérés, soit le débit quotidien moyen calculé à partir des débits enregistrés pour l'année.

Il y a une forte demande véhiculaire sur les axes autoroutiers qui varie entre 40 000 et 130 000 véhicules par jour selon les secteurs. L'autoroute Henri IV (A-73) est l'axe le plus achalandé du secteur Ouest. Les DJMA enregistrés sur cet axe avoisinent 110 000 véh./j surtout dans les tronçons au nord de l'autoroute Charest (A-440). Dans le secteur Nord, l'autoroute Félix-Leclerc (A-40) présente des DJMA qui dépassent 130 000 véh./j dans les segments à l'est de l'autoroute Laurentienne (A-73).

Les artères de la ville enregistrent des demandes variant de 10 000 à 40 000 véh./j, les plus achalandées étant celles qui relient plusieurs secteurs ou bien qui donnent accès aux autoroutes. Ainsi, les DJMA enregistrés sur le boulevard Laurier sont d'environ 32 000 véh./j tandis que ceux enregistrés sur le boulevard Charest, entre l'avenue Saint-Sacrement et la rue Marie-de-l'Incarnation, avoisinent 40 000 véh./j.

Les axes sur lesquels sera implanté le tracé du tramway sont moyennement achalandés, avec des débits variant entre 7 000 et 16 000 véh./j, excepté le boulevard Laurier qui accueille jusqu'à 32 000 véh./j.

Demande en stationnement

L'analyse de la demande en stationnement dans la zone d'étude est basée sur les enquêtes d'occupation qui ont été menées par la Ville de Québec à l'automne 2018 et le printemps 2019. Le tableau 7.28 présente les taux moyens d'occupation des stationnements sur rue dans les zones considérées.

La demande en stationnement varie énormément d'un secteur à l'autre. En effet, le taux moyen d'occupation dans les quartiers périphériques de la zone d'étude est très faible alors que celui des quartiers centraux approche la saturation. Il est à noter qu'à l'intérieur d'une même zone, le taux d'occupation du stationnement varie considérablement durant la même journée.

Tableau 7.28 Demande en stationnement sur rue dans les différents secteurs de la zone d'étude

Secteurs de la zone d'étude	Sous-secteurs	Places disponibles
Nord	1 ^{re} Avenue	53 %
Sud	Sainte-Foy	55 %
	Charest Est	85 %
	Charest Ouest	61 %
	René-Lévesque	47 %
Est	Capucins	66 %
	D'Estimauville	37 %
	Henri-Bourassa	46 %
Ouest	Frank-Carrel	6 %
	Jean-Durand	44 %
	Petit-Laurier	8 %

La plupart des secteurs connaissent un taux d'occupation du stationnement sur rue assez faible. Seuls deux sous-secteurs présentent des taux d'occupation relativement élevés, tous deux dans le secteur Sud. Le premier est situé dans le secteur René-Lévesque à l'est de Belvédère où le stationnement est utilisé à 90 % tôt le matin, c'est-à-dire par les résidants. Le deuxième se trouve dans le secteur Charest-Est dans le quartier Saint-Roch où l'occupation du stationnement dépasse 80 % de sa capacité entre 9 h et 21 h pour diminuer dans la nuit. Dans ce dernier secteur, le stationnement sur rue est utilisé par les travailleurs et la clientèle des commerces du quartier Saint-Roch.

L'offre en stationnement sur rue reste malgré tout supérieure à la demande, le taux moyen d'occupation ne dépassant pas 85 % sur l'ensemble du territoire à l'étude. Aucun secteur ne présente une demande supérieure à l'offre en stationnement sur rue, et ce, quelle que soit la période de relevé considérée.

Mode actif : piétons

Des comptages permettent de mettre en évidence les carrefours les plus sollicités par les piétons.

L'achalandage piéton est surtout concentré autour des principaux générateurs que sont les centres hospitaliers, les institutions d'enseignement et les pôles d'emploi.

Ainsi, dans le secteur Ouest, on observe une bonne concentration des piétons aux carrefours du CHUL et sur le campus de l'Université Laval. C'est le secteur sud qui connaît le plus d'achalandage piétonnier. Les déplacements les plus importants sont observés à plusieurs carrefours de la colline Parlementaire, du Vieux-Québec et de Saint-Roch. Les points de connexion entre les Métrobus du RTC sont également très fréquentés par les piétons, on peut citer comme exemples les intersections René-Lévesque/Belvédère et 1^{re} Avenue/18^e Rue, ainsi que les artères commerciales (rue Saint-Joseph, Cartier) et les secteurs touristiques (rue Saint-Jean).

Transport en commun

La demande en transport en commun est analysée en considérant les données des montées et descentes aux arrêts, fournies par le RTC.

L'achalandage du transport en commun est essentiellement concentré autour des principaux générateurs (centres hospitaliers, institutions d'enseignement et pôles d'emploi) situés dans les secteurs Ouest et Sud. Quelques axes également situés dans les secteurs Ouest et Sud accueillent la majeure partie de la demande de déplacements en transport en commun à savoir le chemin Quatre-Bourgeois, la rue de l'Église et les boulevards Laurier et René-Lévesque, soit les axes empruntés par les Métrobus.

Sont à noter également les points de connexion entre les Métrobus qui connaissent un achalandage moyen (entre 500 et 1000 montées-descentes par jour), notamment au niveau de l'intersection René-Lévesque et Belvédère dans le secteur Sud (connexion entre les M800, M801 et M802) ainsi qu'au niveau de l'intersection 1^{re} Avenue et 41^e Rue dans le secteur Nord (connexion entre le M801 et le M803).

7.4.4.7 Évaluation de la performance du réseau routier

Pour évaluer la performance du réseau routier, on utilise le rapport entre le volume réel et la capacité de la route (V/C) donnant le taux de saturation d'une intersection donnée.

L'organisation du réseau routier jumelée à la multiplication des liens directs entre le réseau autoroutier et les artères de la ville affecte la performance du réseau routier. Cette dernière est variable dans l'espace et dans le temps. Ainsi, la performance des différentes artères du territoire à l'étude durant la pointe du matin est meilleure à celle observée en après-midi.

Les axes routiers dans les secteurs Est et Nord ont une bonne performance comparativement à ceux observés dans les secteurs Sud et Ouest.

Concernant le secteur Nord, la performance du réseau est relativement bonne dans sa partie sud, mais présente des difficultés dans sa partie nord en particulier au-delà de la jonction entre le boulevard Henri-Bourassa et la 1^{re} Avenue où les taux de saturation peuvent dépasser les 100 % à plusieurs carrefours.

Le secteur Ouest présente des taux de saturation très critiques surtout en période de pointe de l'après-midi. Cette sursaturation est observée sur les boulevards Laurier, Hochelaga et le chemin des Quatre-Bourgeois dans les zones d'échange entre ces artères et le réseau autoroutier.

Cette situation s'explique par des volumes de circulation importants enregistrés dans cette zone où se rejoignent tous les types de déplacements : transit, échanges externes, intersectoriels et internes. La capacité offerte par le réseau routier dans ce secteur n'est pas suffisante pour accueillir toute cette demande de déplacement véhiculaire.

Le secteur Sud a une meilleure performance comparativement au secteur Ouest pour les deux périodes de pointe. Les problématiques de performance sont observées principalement aux intersections entre les artères est-ouest et les collectrices nord-sud qui assurent le lien entre la Haute-Ville et la Basse-Ville. Parmi ces points critiques en période d'après-midi, on retrouve entre autres, les carrefours Charest Ouest/Marie de l'Incarnation, Honoré-Mercier/Côte d'Abraham ou René-Lévesque/Salaberry. Les autres carrefours présentent des taux de saturation assez critiques. En effet, très peu d'intersections présentent des taux de saturation inférieurs à 80 %.

7.4.4.8 Résumé de la situation

La ville de Québec attire un grand nombre de déplacements. En 2017 ce sont 750 000 déplacements qui se sont réalisés quotidiennement dans la zone à l'étude majoritairement sous forme d'échange avec l'extérieur (46 %) ou

sous forme de déplacements à l'intérieur d'un même secteur (30 %). L'attractivité du territoire étudié repose principalement sur les secteurs Ouest et Sud où sont concentrés une bonne densité d'habitation, des pôles d'emplois majeurs, la majorité des hôpitaux de la ville et des institutions d'enseignement.

Le mode privilégié est l'automobile qui représente en moyenne 77 % des déplacements effectués. Plus les distances sont longues et plus ce mode est privilégié dans le choix des utilisateurs, il va jusqu'à dépasser les 90 % pour les déplacements en transit.

Cette forte tendance à l'utilisation de la voiture est favorisée par la grande offre de liens routiers sur le territoire, que ce soit en termes d'autoroutes ou bien de liens artériels. Il est cependant à noter qu'il existe des discontinuités dans le réseau pour ce qui est des liens artériels nord-sud, ce qui, jumelé avec la multiplication des liens directs entre le réseau autoroutier et les artères de la ville, affecte la performance du réseau routier. Celle-ci dépend du secteur et de la période de la journée; durant la pointe de l'après-midi, les conditions de circulation sont plus difficiles que pendant celle du matin, et les secteurs Est et Nord présentent une meilleure performance comparativement aux secteurs Ouest et Sud. Dans ces derniers sont enregistrés des volumes de circulation importants qui engendrent des conditions de circulation difficiles, surtout en période de pointe de l'après-midi, où l'on observe des taux de saturation critiques, en particulier sur certains axes tels que le chemin des Quatre-Bourgeois et les boulevards Laurier et Hochelaga.

Un autre aspect qui appuie l'utilisation de la voiture est l'offre abondante du stationnement sur rue puisque son utilisation ne dépasse pas 85 % dans les secteurs les plus achalandés.

Le transport en commun est surtout utilisé pour les déplacements intersectoriels pour lesquels sa part modale est d'environ 25 %, l'automobile restant cependant le mode privilégié pour ce type de déplacements. Le RTC propose une offre couvrant une bonne partie du territoire avec différents services : Métrobus, eXpress et Bus. Il est à noter cependant que certaines lignes, en particulier dans les secteurs Ouest et Sud, présentent aussi des taux de saturation impactant le niveau de service.

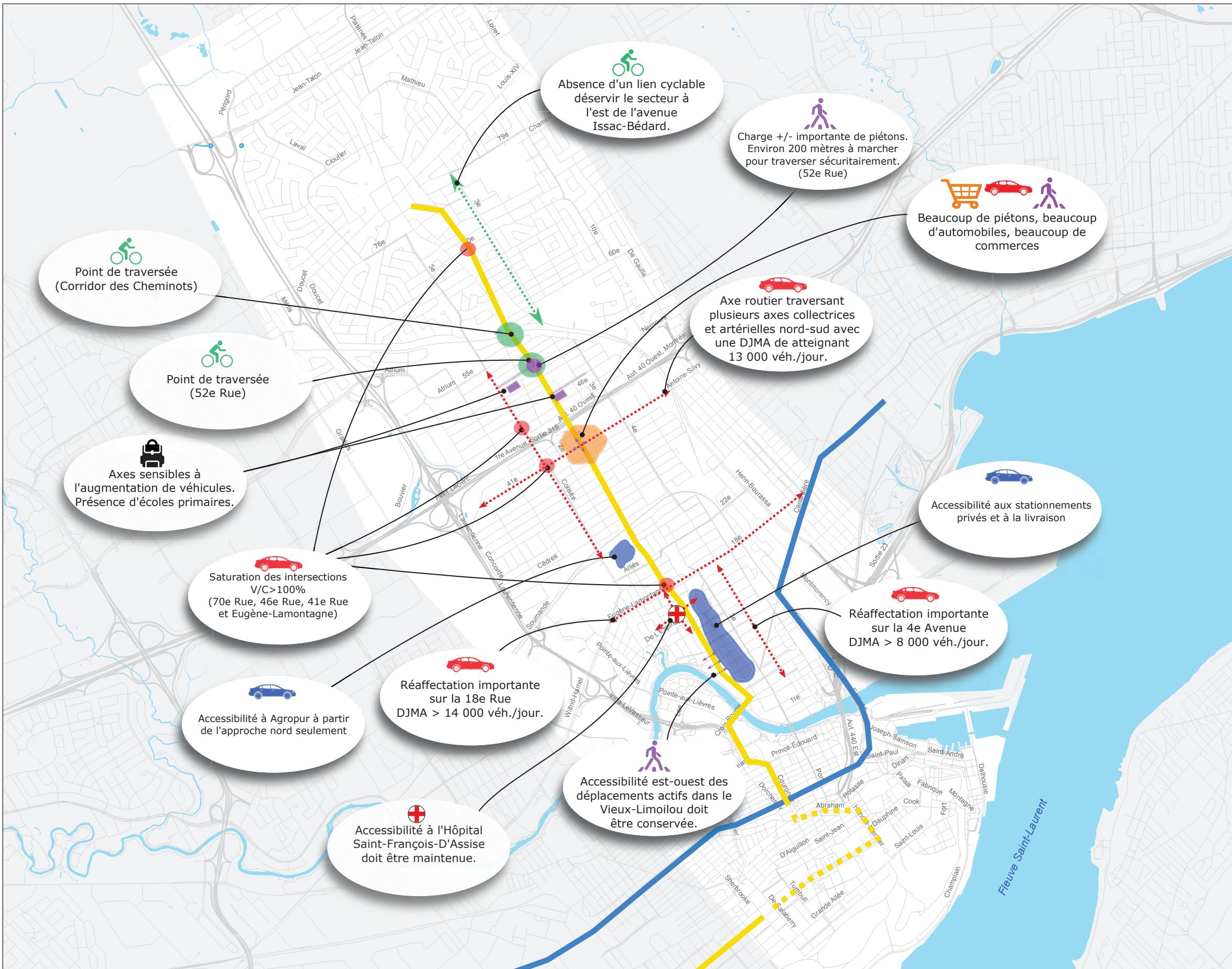
Quant aux déplacements actifs (vélo et marche), c'est seulement pour les déplacements internes que l'on atteint une part modale significative, 34 % en moyenne sur tout le territoire. Ce sont dans les secteurs les plus denses (Sud et Est) que l'on retrouve une grande part des déplacements internes faite en mode actif. Pour ces mêmes types de déplacements, la voiture représente toujours la part majoritaire allant jusqu'à atteindre plus de 70 % dans le secteur Ouest, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'il comprend une zone de type banlieue à son extrémité ouest.

La pratique de la marche est facilitée par la présence d'infrastructures adaptées, une trame de rues interconnectées ainsi que par la densité et la mixité des activités en particulier dans les quartiers centraux. La plupart des artères offrent des trottoirs permettant de circuler à pied à l'exception de certains secteurs en centre-ville qui présentent des trottoirs étroits jonchés de poteaux d'utilité publique. Pour ce qui est de l'utilisation du vélo, elle devient de plus en plus intéressante grâce à un bon maillage du réseau. Cependant, sa configuration actuelle présente des discontinuités, empêchant le bouclage du réseau, qui peuvent être un frein à l'essor de ce type de déplacements en particulier pour une utilisation quotidienne.

En conclusion, une amélioration de l'offre pour tous les modes s'avère nécessaire. L'optimisation de l'offre devrait induire un rééquilibre entre les différents modes de déplacement afin d'améliorer les conditions de déplacements sur le territoire de la ville de Québec.

7.4.4.9 Synthèse des enjeux multimodaux

Le bilan des enjeux de tous les modes de déplacements pour les secteurs Nord, Sud et Ouest (soit les secteurs où sera implanté le tramway) est présenté dans les figures 7.109 à 7.111.



- École
- Gare
- Commerces
- Générateurs
- Transport collectif
- Routier
- Modes actifs
- Mobilité
- Stationnement
- Centre hospitalier

- RSTC**
- Trambus
 - Tramway
 - Tramway souterrain

FIGURE 7.109

ENJEUX MULTIMODAUX POUR LE SECTEUR NORD

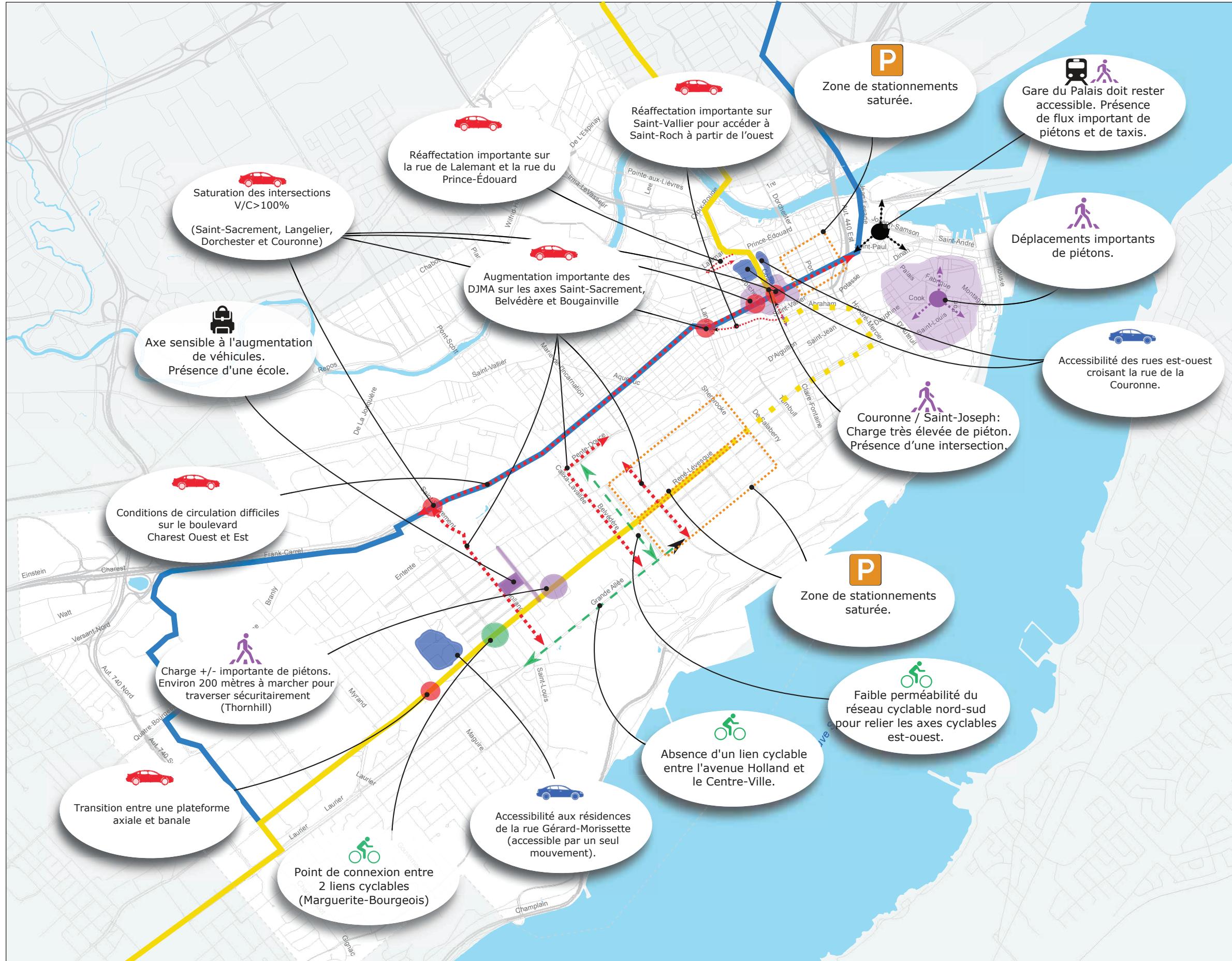
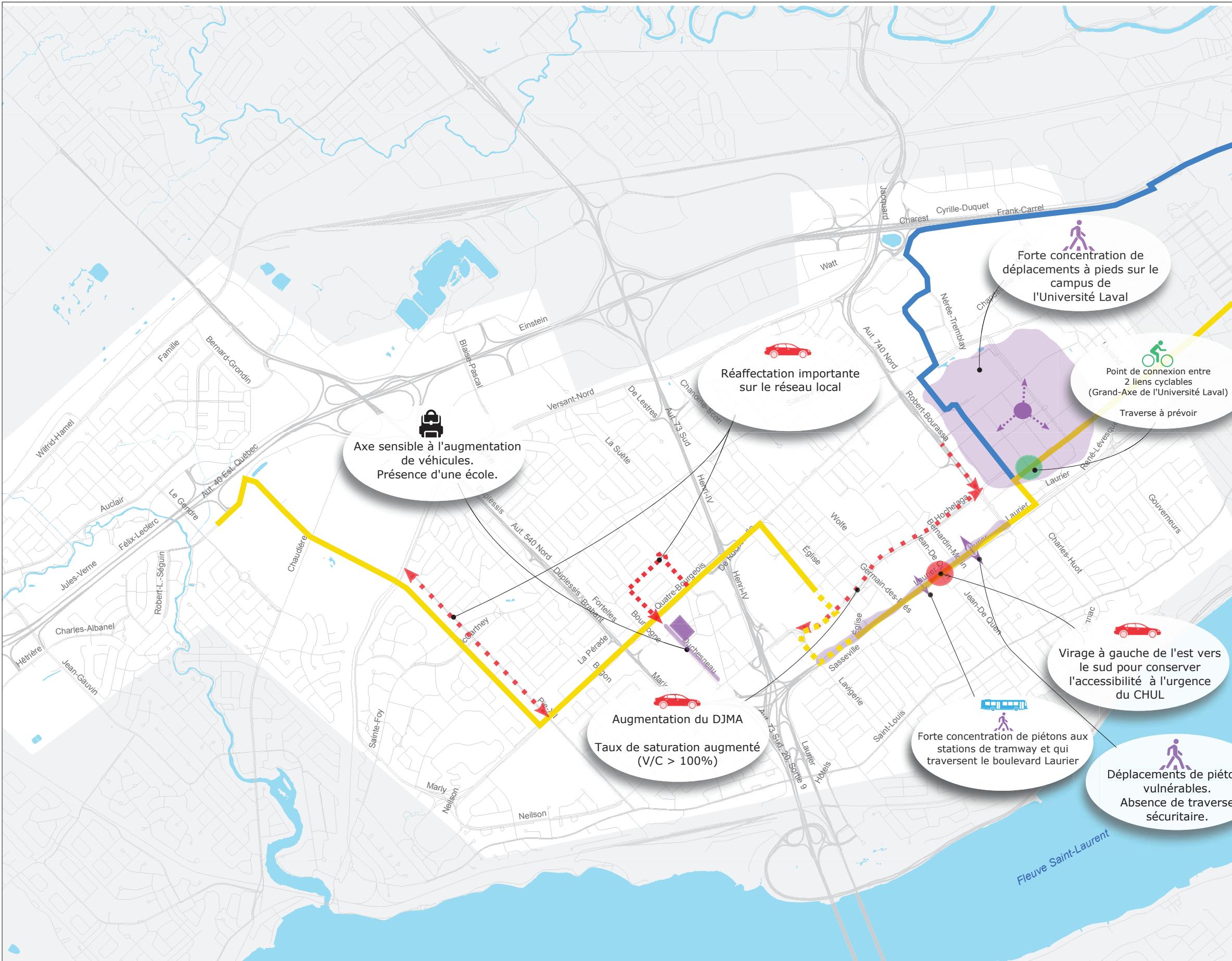


FIGURE 7.110

ENJEUX MULTIMODAUX POUR LE SECTEUR SUD



- École
- Gare
- Commerces
- Générateurs
- Transport collectif
- Routier
- Modes actifs
- Mobilité
- Stationnement
- Centre hospitalier

RSTC

- Trambus
- Tramway
- Tramway souterrain

FIGURE 7.111

ENJEUX MULTIMODAUX POUR LE SECTEUR OUEST

7.5 Milieu physique

7.5.1 Climat

7.5.1.1 Conditions actuelles

Trois stations météorologiques, retenues en raison de leur proximité avec le tracé du tramway, permettent de documenter le climat de la région de Québec dans le cadre de cette étude. La station de l'Aéroport international Jean-Lesage est considérée comme la station de référence à Québec : elle est celle en opération depuis le plus longtemps, des données y sont disponibles depuis 1953. Les autres stations considérées sont situées au port de Québec (station Beauport) et à Sainte-Foy (Université Laval). Elles sont toutes trois localisées à la figure 7.112.

Le climat de la région de Québec est continental humide. En raison de sa localisation à proximité du fleuve Saint-Laurent, les quantités de précipitations reçues sont relativement abondantes. Les quatre saisons y sont bien définies. Les étés sont chauds et humides, alors que les hivers sont froids et sont marqués par d'abondantes chutes de neige.

Températures

Le tableau 7.29 présente les températures moyennes mensuelles mesurées aux trois stations considérées, tandis que le tableau 7.30 présente les températures extrêmes qui y ont été mesurées.

L'écart entre les températures moyennes les plus élevées (observées en juillet) et les températures moyennes les plus basses (observées en janvier) varie entre 30,5°C et 32,1°C (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017).

Tableau 7.29 Températures moyennes mensuelles aux stations météorologiques de l'Aéroport Jean-Lesage, de l'Université Laval et de Beauport

Mois \ Station	Québec – Aéroport Jean-Lesage (°C)	Sainte-Foy – Université Laval (°C)	Beauport (°C)
Janvier	-12,8	-10,7	-10,0
Février	-10,6	-8,9	-9,8
Mars	-4,6	-3,3	-4,5
Avril	3,7	4,3	3,5
Mai	11,2	12,2	11,0
Juin	16,4	17,0	16,5
Juillet	19,3	19,8	19,3
Août	18,1	19,0	18,3
Septembre	12,7	14,6	13,5
Octobre	6,6	7,4	6,7
Novembre	-0,7	1,1	0,2
Décembre	-8,6	-6,1	-7,5
Année	4,2	5,6	4,6

Source : Environnement Canada, 2016 dans Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017.

Tableau 7.30 Températures extrêmes mesurées aux stations météorologiques de l'Aéroport Jean-Lesage, de l'Université Laval et de Beauport

Températures	Station	Québec – Aéroport Jean-Lesage (°C)	Sainte-Foy – Université Laval (°C)	Beauport (°C)
Température maximale observée °C (date)		35,6 (17-07-1953)	34,8 (26-06-2003)	37,6 (15-07-2013)
Température minimale observée °C (date)		-36,1 (02-02-1962)	-33,0 (26-01-2009)	-31,1 (15-01-2004)
Indice Humidex maximal observé °C (date)		49,3 (01-08-1975)	46,0 (02-07-2002)	51,0 (17-07-2013)
Indice de refroidissement éolien minimal observé °C (date)		-52,4 (12-02-1967)	-44,0 (15-01-2004)	-46,0 (15-01-2004)

Source : Environnement Canada, 2016 dans Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017.

Précipitations

La majeure partie des précipitations reçues dans la région de Québec le sont sous forme de pluie. Le tableau 7.31 présente les quantités moyennes reçues sous forme de pluie et sous forme de neige, ainsi que les quantités extrêmes reçues sur une période de 24 heures à la station Aéroport Jean-Lesage. Les quantités ne sont pas mesurées aux stations Université Laval et Beauport. (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017).

Tableau 7.31 Précipitations : quantités moyennes reçues sous forme de pluie et de neige, et quantités extrêmes reçues sur une période de 24 heures à la station météorologique de l'Aéroport Jean-Lesage

Précipitations	Station	Québec – Aéroport Jean-Lesage (°C)
Quantités moyennes de pluie reçues annuellement (mm)		899,3
Quantités moyennes de neige reçues annuellement (cm)		303,4
Quantités moyennes de précipitations totales reçues annuellement (mm)		1 189,7
Quantité maximale de pluie reçue sur 24 heures (mm) (date)		81,2 (1979-09-14)
Quantité maximale de neige reçue sur 24 heures (cm) (date)		52,0 (2003-12-15)
Nombre de jours où de la pluie est reçue		118,2
Nombre de jours où de la neige est reçue		70,1
Nombre de jours où des précipitations sont reçues		174,9
Nombre de jours sans gel		145

Source : Environnement Canada, 2016 dans Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017.

Vents

Les vents dominants dans la région de Québec sont principalement orientés dans l'axe du fleuve Saint-Laurent. La direction dominante à toutes les stations est l'ouest-sud-ouest. Globalement, les vents proviennent du secteur compris entre le sud-ouest et l'ouest-nord-ouest entre 43 % et 52 % du temps, alors qu'ils proviennent du secteur compris entre le nord-nord-est et l'est entre 30 % et 34 % du temps.

La fréquence des vents calmes est relativement faible, avec des occurrences allant de 1,67 % du temps (à la station Beauport), 2,49 % du temps (à la station de l'Université Laval), à 5,62 % du temps (station de l'aéroport Jean-Lesage) (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017).

7.5.1.2 Projections climatiques futures

Le climat passé n'est pas représentatif de la climatologie future. La hausse des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) perturbe et continuera de perturber le système climatique à plusieurs égards. L'amplitude et la nature de ces changements climatiques sont notamment fonction de l'emplacement géographique, du type de surface et de la topographie.

Cette section présente donc les observations et projections climatiques et hydroclimatiques, provenant de la Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec et des portraits climatiques des différentes régions du Québec publiés par Ouranos (Ouranos, 2015). Il est important de noter que les scénarios climatiques présentent un certain nombre d'incertitudes. Celles-ci sont notamment liées à la nature aléatoire des phénomènes atmosphériques, à la trajectoire future incertaine des émissions de GES et au fait que les modèles sont des approximations de la réalité (Atlas hydroclimatique du Québec méridional, 2018).

Une évaluation robuste des impacts des changements climatiques doit en effet tenir compte des incertitudes reliées aux scénarios de changements climatiques, soit : la variabilité naturelle du climat, les émissions de GES futures ainsi que l'incertitude reliée au modèle climatique utilisé. Pour en tenir compte, on utilise une méthode d'ensemble dans laquelle des projections climatiques générées par plusieurs modèles utilisant divers scénarios d'émission sont utilisés. Cette méthode permet d'avoir une estimation non seulement du changement anticipé, mais aussi de l'incertitude associée à ces changements.

La dernière synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec, publiée par Ouranos en 2015, présente les observations et les changements anticipés aux précipitations et températures saisonnières dans quatre régions de référence au Québec : le Nord, le Centre, le Golfe du Saint-Laurent et le Sud du Québec. La ville de Québec est située dans la région de référence Sud du Québec.

À l'échelle du Québec, les observations montrent une tendance à la hausse des températures moyennes de 1 °C à 3 °C entre 1950 et 2011 (Ouranos, 2015). Dans le sud du Québec, où est situé le projet, les températures ont été d'autant plus élevées que dans le reste de la province sur la même période. Cette augmentation des températures a modifié le rythme des saisons, dont le prolongement de la saison estivale, la réduction de la saison hivernale et l'augmentation des épisodes de gel-dégel. Les récents événements extrêmes climatiques témoignent également de la plus haute variabilité des températures, tels que : la canicule de l'été 2018 sur le sud du Québec, sans précédent en 146 ans; l'année 2017 considérée comme la dixième année la plus chaude depuis 1915, alors que neuf des dix années les plus chaudes recensées au Québec ont été observées depuis 1998.

Les observations des précipitations dans le sud du Québec ont également montré de fortes tendances à la hausse des pluies printanières et automnales ainsi que pour le nombre des jours les plus pluvieux (R95p) pour la période de 1950 à 2010, alors que les précipitations sous forme de neige ont eu tendance à baisser sur cette même période (Ouranos, 2015). Dans les dix dernières années, les années 2008, 2011, 2014, 2017 et 2019 ont vu des crues printanières significatives, créant d'importants dégâts, notamment celles de 2017 qui ont été les pires depuis 1974.

La climatologie passée (moyennée sur la période 1971-2000) est comparée à la climatologie aux horizons 2020 (2011-2040), 2050 (2041-2070) et 2080 (2041-2070). Il est important de noter que l'échelle spatiale de ces zones est beaucoup plus grande que celle de la zone à l'étude. Le tableau 7.32 présente les changements anticipés sur les températures et les précipitations saisonnières moyennes pour le scénario d'émission le plus pessimiste parmi ceux couramment utilisés (RCP 8.5)²⁰. Les températures ont été moyennées dans le temps et dans l'espace, à l'échelle des régions de référence.

Tableau 7.32 Changements anticipés aux températures et précipitations saisonnières pour la région du sud du Québec

Le scénario d'émission RCP 8.5 est utilisé et les données observées proviennent de CRU 3.21 TS²¹.

Saison		Observations (1971-2000)	Δ 2020	Δ 2050	Δ 2080
Hiver	Température	-9,5 °C	+1,0 à +2,9 °C	+3,0 à +5,5 °C	+5,1 à +8,2 °C
	Précipitation	228 mm	+1 à +17 %	+5 à +27 %	+7 à +36 %
Printemps	Température	3,9 °C	+0,8 à +2,1	+2,2 à +5,1 °C	+3,9 à +7,6 °C
	Précipitation	246 mm	-2 à +10 %	+7 à +18 %	+11 à +25 %
Été	Température	17,6 °C	+1,0 à +2,0	+2,2 à +4,5 °C	+3,9 à +7,2 °C
	Précipitation	296 mm	-3 à +8 %	-5 à +10 %	-10 à +11 %
Automne	Température	6,4 °C	+0,9 à +2,2	+2,5 à +4,2 °C	+3,9 à +6,8 °C
	Précipitation	284 mm	-7 à +8 %	-2 à +14 %	-5 à +19 %

Source : Ouranos, 2015.

Les projections futures des températures vont dans le même sens que les observations actuelles. En effet, à l'échelle de la Capitale-Nationale et plus précisément de la ville de Québec, l'augmentation de la moyenne annuelle des températures variera entre +2,4°C (scénario d'émissions modérées – RCP 4.5) et +3,2°C (scénario d'émissions élevées – RCP 8.5) à l'horizon 2041-2070 et entre +3,2°C (RCP 4.5) et +5,8°C (RCP 8.5) à l'horizon 2071-2100 (Ouranos, 2015)²².

Les projections futures des précipitations présentent également une hausse. À l'échelle de la ville de Québec, la moyenne annuelle observée des précipitations était de 1 242 mm entre 1981-2010 et les projections montrent une augmentation entre +64 mm (RCP 4.5) et +135 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2041-2070 et entre +98 mm (RCP 4.5) et +146 mm (RCP 8.5) à l'horizon 2071-2100 (Ouranos, 2015)²³.

20. Pour les projections futures, cet atlas tient compte de deux types de scénario, nommés RCP (*Representative Concentration Pathways*, i.e profils représentatifs d'évolution de concentration), comprenant un scénario dit optimiste (RCP4.5) et un scénario dit pessimiste (RCP8.5). Sur la base de différentes hypothèses concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir (période 2000-2100), chaque scénario RCP donne une variante jugée comme étant probable du climat, qui résultera du niveau d'émission qui est choisi comme hypothèse de travail. Au niveau climatique, plus la valeur du RCP est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.
21. Ces données sont issues de la base de données du Climatic Research Unit (CRU) TS (time-series) 3.21 (University of East Anglia), qui regroupe les variations climatiques mois par mois sur la période 1901-2012.
22. Les résultats pour la période de références et les horizons futurs sont calculés à partir d'une série de 11 simulations climatiques produites à partir de l'ensemble CMIP5.
23. Les résultats pour la période de référence et les horizons futurs sont calculés à partir d'une série de 11 simulations climatiques produites à partir de l'ensemble CMIP5.

7.5.2 Qualité de l'air

La qualité de l'air fait référence à la concentration de polluants dans l'air respiré, lesquels peuvent être dangereux, notamment pour la santé humaine, lorsque les concentrations sont élevées.

La qualité de l'air sur le territoire de la ville de Québec, comme dans toute grande agglomération urbaine, est affectée par certains polluants atmosphériques.

Les principaux polluants de l'air extérieur sont : les particules fines (PM_{2,5}), qui sont de minuscules particules qui peuvent pénétrer profondément dans le système respiratoire; l'ozone (O₃); le dioxyde de soufre (SO₂); le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde de carbone (CO). Ces polluants proviennent entre autres des véhicules à moteur; des procédés industriels; du chauffage (mazout, bois, propane, etc.) et des feux de forêt (Gouvernement du Québec, 2019).

Les informations permettant de décrire la qualité de l'air de la ville de Québec sont essentiellement issues du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, 2019a) et d'un rapport de la Direction de santé publique (CIUSSCN, 2019b) intitulé « Projet Mon environnement, Ma santé : volet de la qualité de l'air extérieur ». Ce projet, dont certains constats ont été déjà présentés à la section 7.3.3.9.2 « Inégalités sociales de santé », vise à comprendre comment l'environnement physique affecte la santé des citoyens de Limoilou, Vanier et de la Basse-Ville de Québec. Comme son titre l'indique, le premier volet de ce projet a porté sur la qualité de l'air extérieur.

Le MELCC est responsable du suivi de la qualité de l'atmosphère au Québec. L'actuel Réseau de surveillance de la qualité de l'air du Québec (RSQAQ) se compose d'une soixantaine de stations de mesure. Cinq stations actives de surveillance de qualité de l'air sont situées dans les environs du tracé projeté du tramway, soit d'ouest en est :

- la station 03021 – École Les Primevères (banlieue en secteur résidentiel);
- la station 03011 – Bibliothèque Monique-Corriveau (milieu urbain, en secteur résidentiel);
- la station 03020 – Parc Victorin-Beaucage (milieu urbain, en secteur résidentiel);
- la station 03028 – Collège Saint-Charles-Garnier (milieu urbain, en secteur résidentiel);
- la station 03006 – Vieux-Limoilou (milieu urbain, près d'un secteur industriel, d'un secteur résidentiel et des voies de circulation).

La localisation de ces stations est illustrée sur la figure 7.112. Mentionnons que la station De L'Église (03012) a été fermée en novembre 2013 et a été remplacée par la station Bibliothèque Monique-Corriveau en 2014.

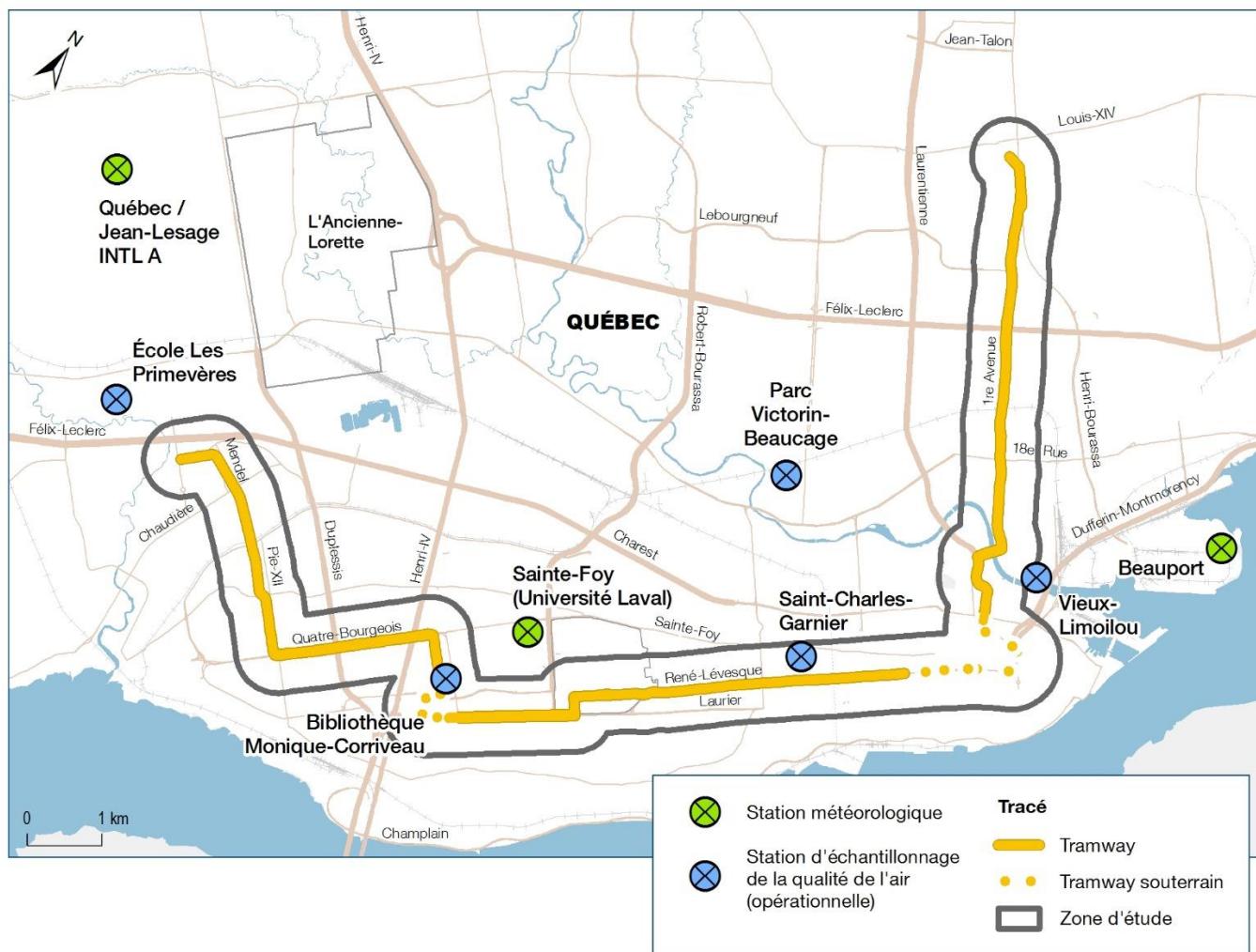


Figure 7.112 Localisation des stations météorologiques et des stations actives du RSQAQ, région de la Capitale-Nationale, période à l'étude 2007 à 2017

Les paramètres mesurés à chacune des stations sur une base séquentielle²⁴ sont les suivants :

- stations Monique-Corriveau, Victorin-Beaucage et De L'Église :
 - particules en suspension totales;
 - métaux;
- station Vieux-Limoilou :
 - particules en suspension totales;
 - particules fines de moins de 10 µm;
 - particules fines de moins de 2,5 µm;
 - métaux.

24. Un échantillonnage séquentiel est un échantillonnage limité à une certaine période de temps et qui est répété de manière périodique.

Les paramètres mesurés à chacune des stations sur une base continue sont les suivants :

- stations École Les Primevères et Saint-Charles-Garnier :

- particules fines de moins de 2,5 µm;
- ozone;
- oxydes d'azote;

- station Vieux-Limoilou :

- particules fines de moins de 2,5 µm;
- ozone;
- oxydes d'azote;
- dioxyde de soufre;
- monoxyde de carbone.

Les données qui suivent (y compris les figures) ont été tirées du rapport de la Direction de santé publique (2018) et traitent de la qualité de l'air pour la période de 2007 à 2017 en fonction des différents polluants mesurés à chacune des stations de mesure mentionnées ci-haut. La concentration des contaminants est comparée à la norme du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA), du MELCC ou aux lignes directrices de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) lorsqu'appllicable. Le lecteur pourra obtenir davantage de précisions sur les statistiques comparatives des mesures entre les stations dans le rapport de la Direction de santé publique.

Particules en suspension totales (PST)

Les valeurs des concentrations moyennes annuelles de PST (figure 7.113) sont plus élevées à la station Vieux-Limoilou, suivies par celles mesurées aux stations Parc Victorin-Beaucage, De L'Église et finalement Monique-Corriveau. Il n'est cependant pas possible, en regard de ces résultats, d'affirmer que les valeurs diffèrent statistiquement entre les stations. Cependant, les concentrations moyennes aux stations Vieux-Limoilou et Victorin-Beaucage tendent à diminuer au cours de la période de 2007 à 2017. La moyenne observée à la station De L'Église est stable pour la période de 2007 à 2013.

Le nombre le plus élevé de journées par année avec des dépassements de la norme de 120 µg/m³ a été observé à la station Vieux-Limoilou en 2008, où il y a eu quatre journées de dépassement de la norme. Il y a eu seize journées de dépassement de la norme à la station Vieux-Limoilou au cours de la période de 2007 à 2017.

Trois journées avec des dépassements ont également été enregistrées en 2010 à la station Victorin-Beaucage. Il y a eu huit journées de dépassement de la norme à la station Parc Victorin-Beaucage au cours de la période de 2007 à 2017. Les stations De L'Église et Monique-Corriveau n'ont présenté aucun dépassement pour les données disponibles durant cette période.

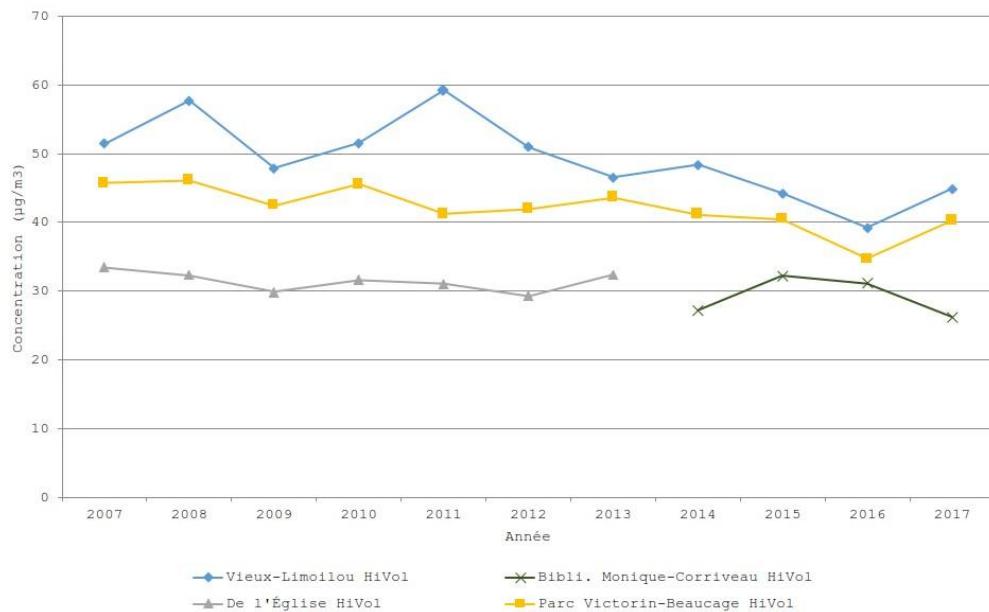


Figure 7.113 Concentrations moyennes annuelles de PST, 2007 à 2017

Particules fines de moins de 10 µm (PM₁₀)

De 2007 à 2017, les PM₁₀ n'ont été mesurées qu'à la station Vieux-Limoilou (figure 7.114). Les concentrations moyennes annuelles de PM₁₀ ont diminué durant cette période. Elles ont dépassé la ligne directrice annuelle de l'OMS (20 µg/m³) la majorité du temps pour la période de 2007 à 2017. Jusqu'à cinq journées de dépassement de la valeur de la ligne directrice quotidienne de l'OMS pour les PM₁₀ (50 µg/m³) ont été notées en 2017 à la station Vieux-Limoilou.

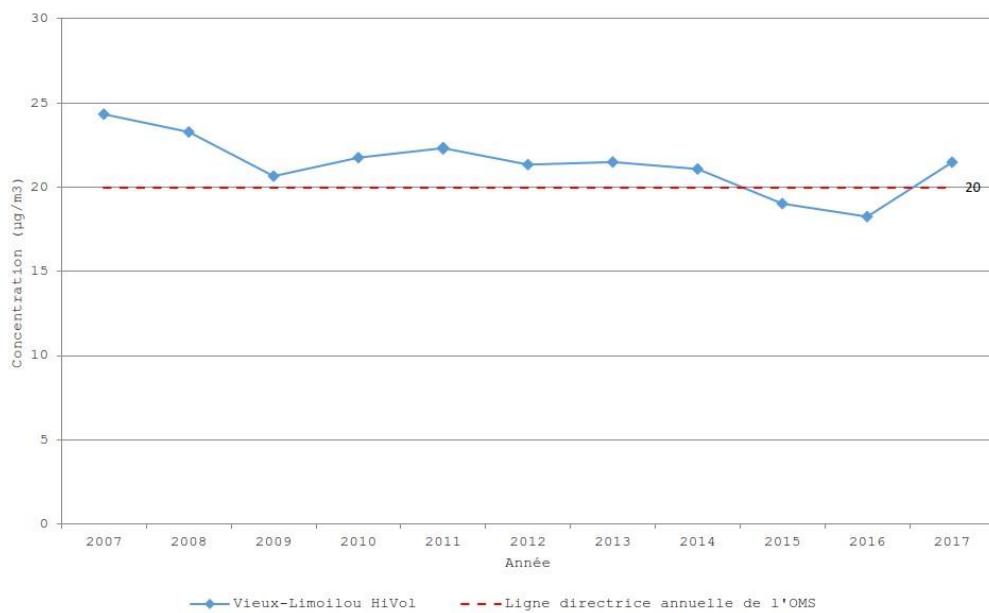


Figure 7.114 Concentrations moyennes annuelles de PM₁₀, 2007 à 2017

Particules fines de moins de 2,5 µm (PM_{2,5})

Les concentrations moyennes annuelles des PM_{2,5} sont en général plus élevées à la station Vieux-Limoilou qu'à la station Saint-Charles-Garnier, laquelle démontre des valeurs plus élevées qu'à la station Les Primevères (figure 7.115).

Une diminution des concentrations moyennes annuelles est observée pour la période de 2012 à 2017 à la station Vieux-Limoilou. Aucune autre tendance ne peut être confirmée pour la période 2007 à 2017. La concentration moyenne annuelle de PM_{2,5} à cette station a été supérieure à la ligne directrice annuelle de l'OMS (10 µg/m³) à cinq reprises au cours de la période de 2010 à 2017. La fréquence des dépassements de la ligne directrice quotidienne de l'OMS (25 µg/m³) et de la norme quotidienne du RAA (30 µg/m³) pour les PM_{2,5} est en général plus importante à la station Vieux-Limoilou.

À noter que depuis 2015, le Port de Québec effectue un suivi de la qualité de l'air sur son territoire et dans la communauté. L'administration portuaire de Québec (APQ) publie quotidiennement en ligne les résultats journaliers de concentration de particules fines (PM_{2,5}) prélevées par la station de suivi qu'elle a implantée sur la 3^e Avenue dans Limoilou. Les suivis des concentrations de poussières provenant de la station de la 3^e Avenue et des stations de suivi existantes sur le secteur portuaire permettent à l'APQ d'approfondir ses analyses et de compléter son processus de veille préventive et d'intervention (Port de Québec, 2019b).

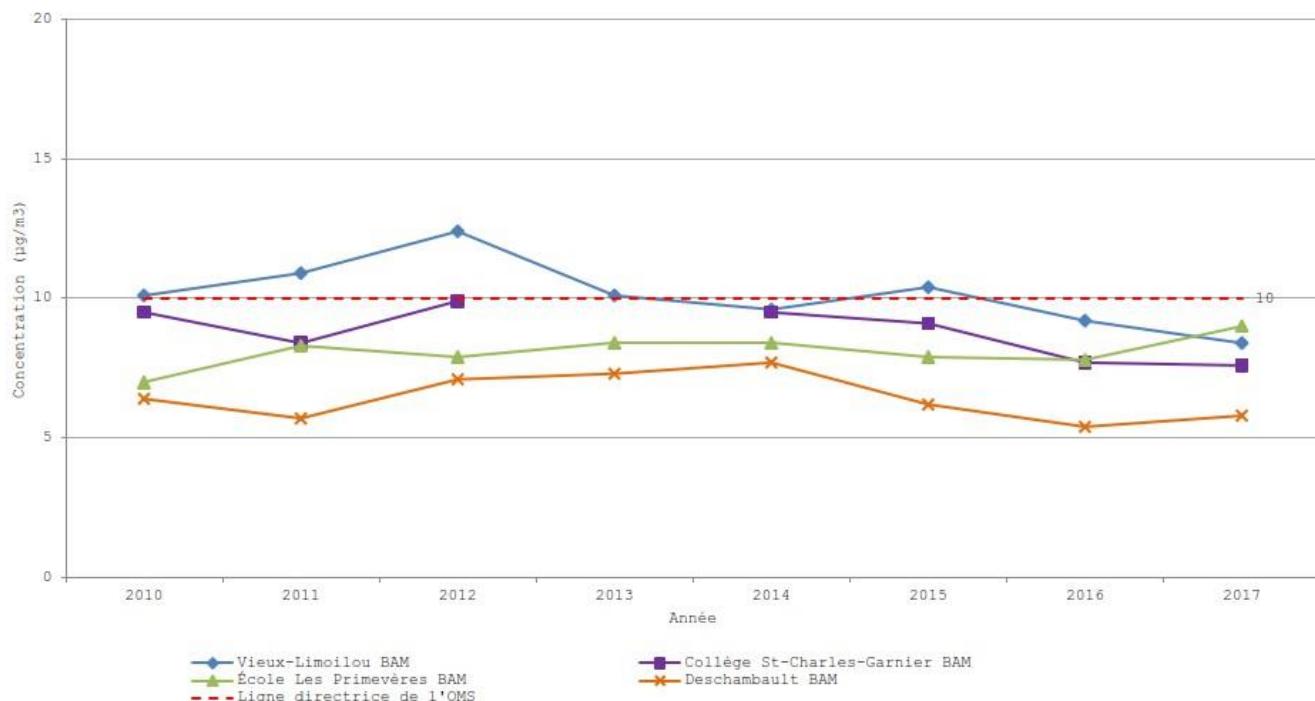


Figure 7.115 Concentrations moyennes annuelles de PM_{2,5}, 2010 à 2017

Oxydes d'azote (NOx)

Les concentrations moyennes annuelles de NO₂ tendent à diminuer à la station Vieux-Limoilou (de 2007 à 2012), Saint-Charles-Garnier (de 2010 à 2017) et Les Primevères (de 2010 à 2017). Elles sont stables de 2012 à 2017 à la station Vieux-Limoilou (figure 7.116).

Aucun dépassement des valeurs du RAA ainsi que de la ligne directrice horaire de l'OMS n'a été observé pour ces stations mesurant le NO₂ dans la région, de 2007 à 2017.



Figure 7.116 Concentrations moyennes annuelles de NO₂, 2007 à 2017

Ozone (O₃)

Les concentrations moyennes annuelles d'ozone pour la période de 2007 à 2017 sont depuis 2013 plus élevées à la station Saint-Charles-Garnier, suivie par celle de Les Primevères, puis de Vieux-Limoilou (figure 7.117). D'ailleurs, les concentrations tendent à augmenter au fil du temps pour ces trois stations.

Il y a eu peu de jours de dépassement de la norme horaire (82 ppb) et quelques jours de dépassement de la norme 8 heures (64 ppb) du RAA depuis 2007 dans la région. Les quelques dépassements de la norme horaire ont été notés en 2007 pour ces trois stations, et en 2010, seulement à la station Les Primevères.

Des dépassements de la norme 8 heures ont été observés à chacune des stations pour plusieurs des années d'échantillonnage.

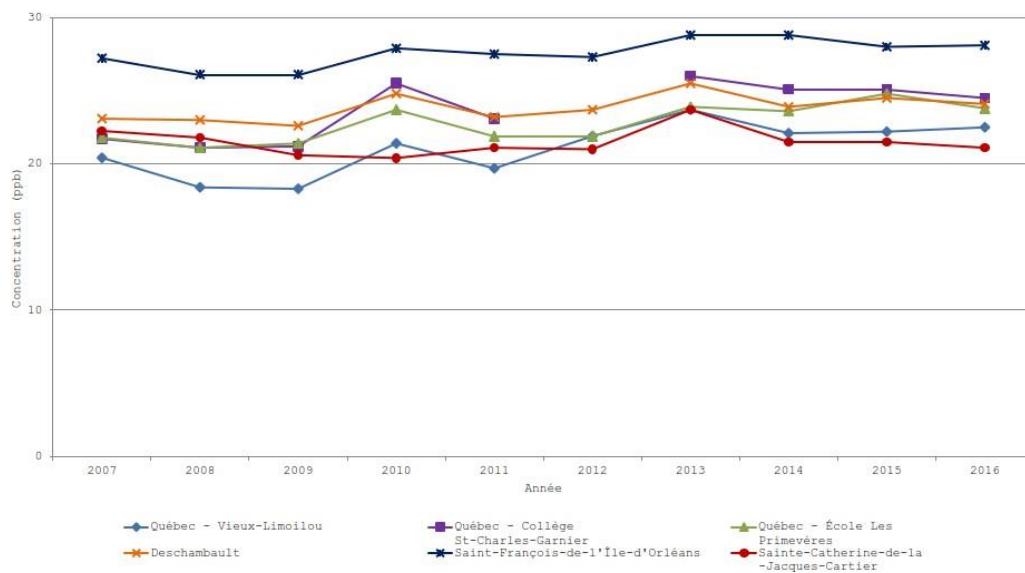


Figure 7.117 Concentrations moyennes annuelles de O₃, 2007 à 2017

Dioxyde de soufre (SO₂)

La concentration moyenne annuelle de SO₂ diminue de 2007 à 2017 à la station Vieux-Limoilou (figure 7.118), seule station ayant fait l'objet de mesures. Ces valeurs mesurées sont bien en dessous de la norme annuelle du RAA (20 ppb).

À cette même station, quatre jours de dépassement de la ligne directrice de l'OMS sur 24 heures pour le SO₂ (8 ppb) ont été enregistrés; ces dépassements ont eu lieu en 2007. Aucun dépassement de la norme du RAA sur 24 heures (110 ppb) n'a été noté. Il n'y a pas eu non plus de dépassement de la norme du RAA sur 4 minutes (400 ppb) et de la ligne directrice de l'OMS sur 10 minutes (190 ppb).

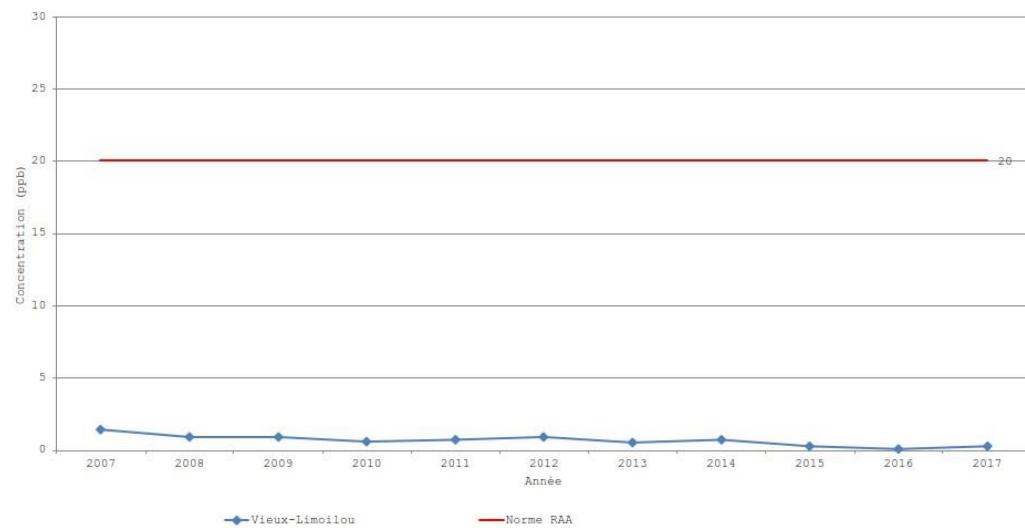


Figure 7.118 Concentrations moyennes annuelles de SO₂, 2007 à 2017

Monoxyde de carbone (CO)

Le CO n'est mesuré qu'à la station Vieux-Limoilou. Les concentrations moyennes annuelles de CO sont stables de 2007 à 2017 (figure 7.119). Il n'y a pas eu de dépassement de la norme 1 et 8 heures pour cette période.

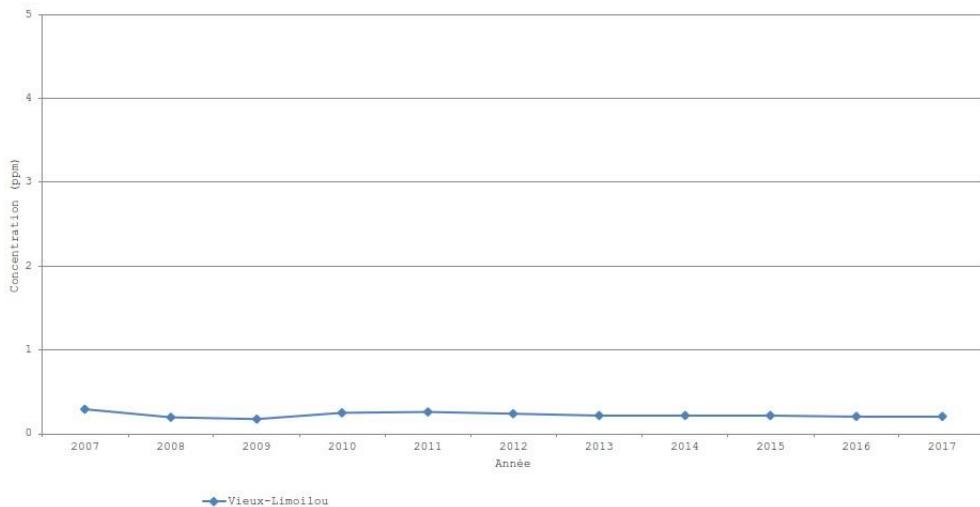


Figure 7.119 Concentrations moyennes annuelles de CO, 2007 à 2017

Métaux (antimoine, arsenic, cadmium, cobalt, manganèse, nickel, plomb)

Pour toutes les stations, aucune tendance n'est observée dans l'évolution des concentrations moyennes annuelles d'antimoine sur la période de 2010 à 2017 (figure 7.120). Ces concentrations sont en deçà de la norme annuelle du RAA de 0,17 µg/m³.

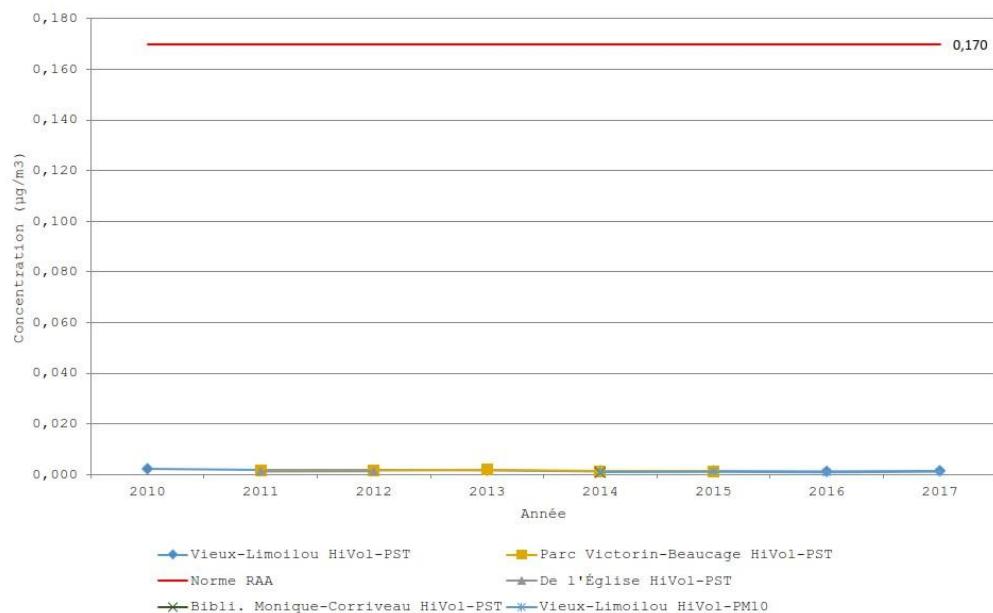


Figure 7.120 Concentrations moyennes annuelles d'antimoine dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Aucune tendance particulière ne découle de l'évolution des concentrations moyennes annuelles d'arsenic sur la période de 2010 à 2017 (figure 7.121). Ces concentrations ont souvent dépassé la norme annuelle du RAA dans les PST (0,003 µg/m³) au cours des dernières années. Elles sont similaires à celles d'autres milieux urbains où il n'y a pas de sources spécifiques (Foucreault *et al.*, 2016 dans Direction de santé publique, 2018).

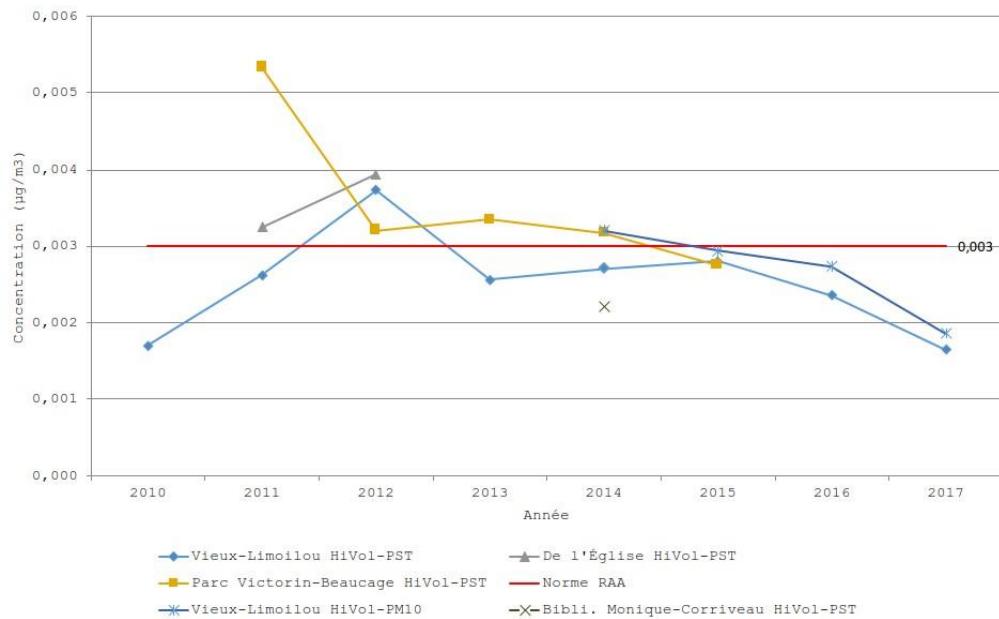


Figure 7.121 Concentrations moyennes annuelles d'arsenic dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Aucune tendance claire n'est observée dans l'évolution des concentrations moyennes annuelles de cadmium de la station Vieux-Limoilou sur la période de 2010 à 2017 (figure 7.122). Les valeurs mesurées sont sous la norme annuelle du RAA (0,0036 µg/m³) et sous la ligne directrice annuelle de l'OMS (0,005 µg/m³).

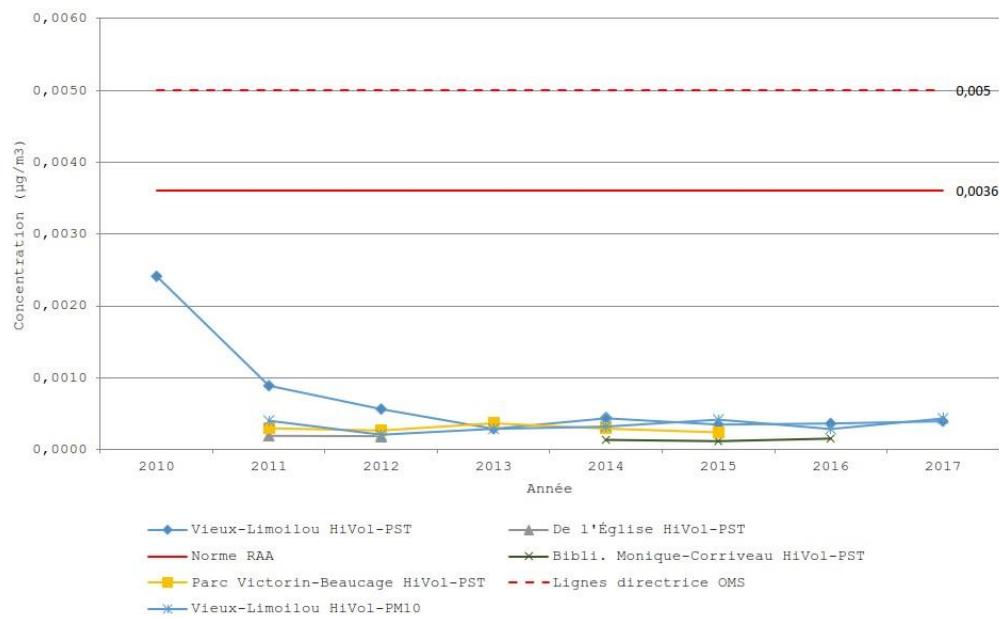


Figure 7.122 Concentrations moyennes annuelles de cadmium dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Les concentrations moyennes annuelles de cobalt démontrent une tendance à la baisse à la station Parc Victorin-Beaucage de 2011 à 2015 (figure 7.123). Les concentrations moyennes annuelles de cobalt dans la région, incluant la station Vieux-Limoilou, ont été faibles dans les dernières années.

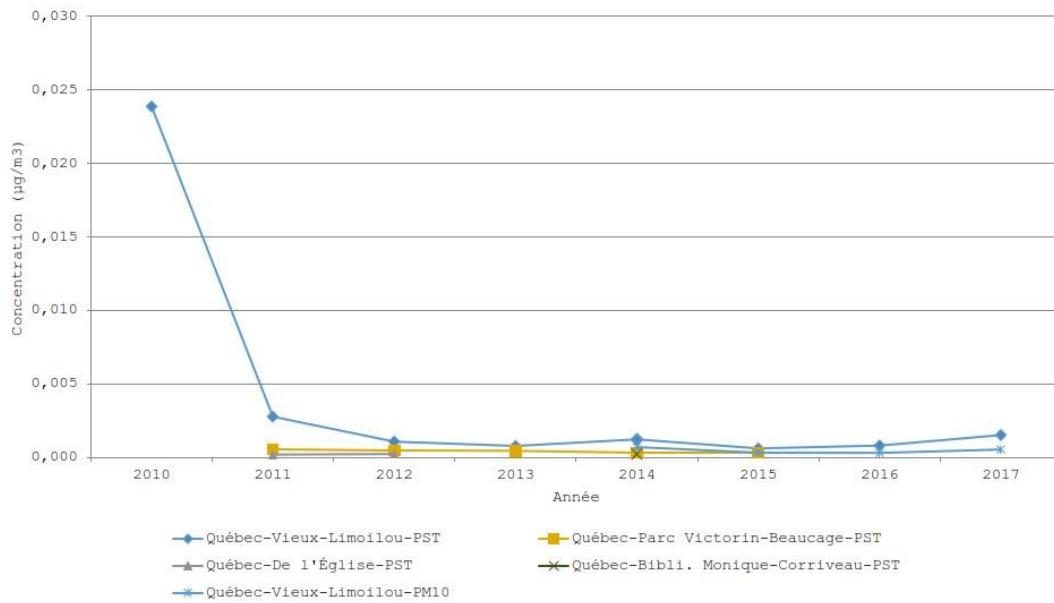


Figure 7.123 Concentrations moyennes annuelles de cobalt dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Une diminution des concentrations de manganèse dans les PST est observée à la station Vieux-Limoilou entre 2010 et 2014 (figure 7.124). Aucune autre tendance n'est observée sur la période 2010-2017. Ces concentrations sont inférieures à la ligne directrice suggérée par l'OMS (0,150 µg/m³).



Figure 7.124 Concentrations moyennes annuelles de manganèse dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Les valeurs de nickel mesurées dans la région dans les dernières années sont en diminution à la station Parc Victorin-Beaucage, ainsi que dans les PST de la station Vieux-Limoilou de 2010 à 2015 (figure 7.125). Le nickel mesuré dans les PM₁₀ de la station Vieux-Limoilou dépasse la norme journalière du RAA (0,014 µg/m³) pour 7,7 à 21,4 % des échantillons pour la période 2011 à 2017.

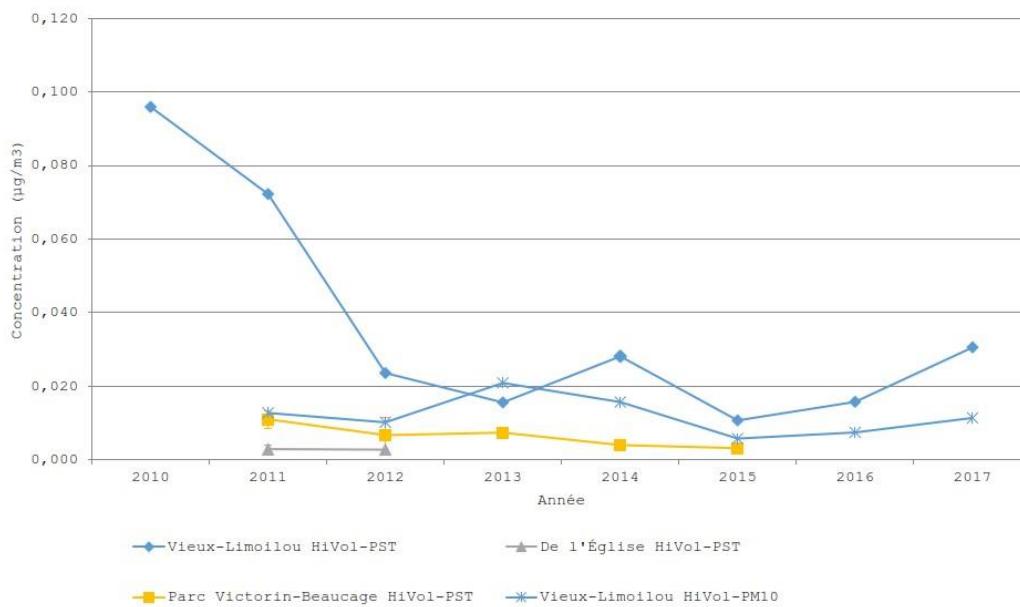


Figure 7.125 Concentrations moyennes annuelles de nickel dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Les concentrations moyennes annuelles de plomb mesurées dans la région diminuent dans les PST et les PM₁₀ à la station Vieux-Limoilou. Elles se situent en deçà de la norme du RAA (0,1 µg/m³) (figure 7.126).

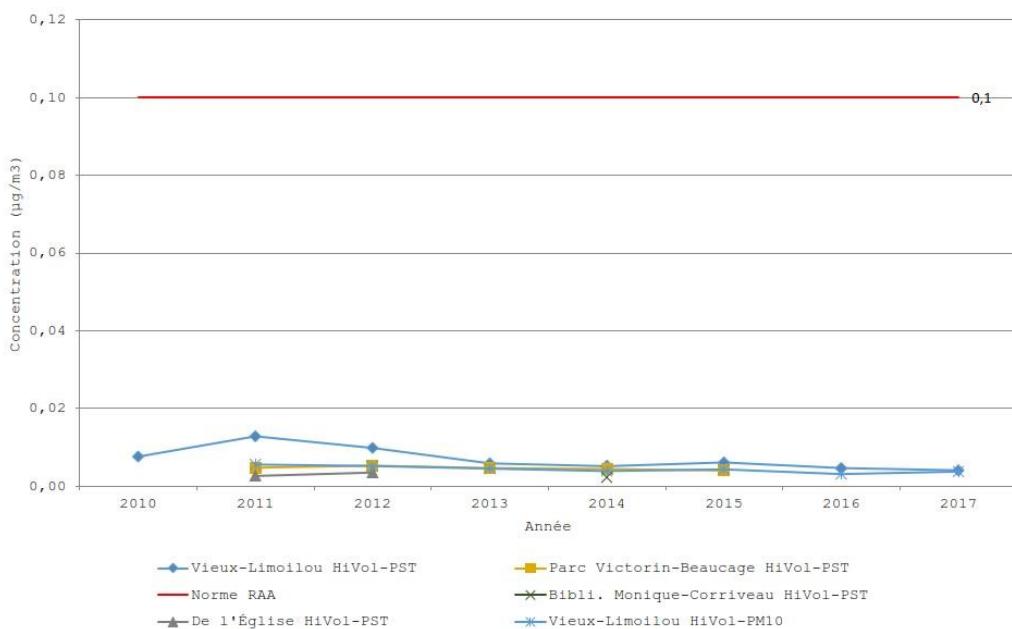


Figure 7.126 Concentrations moyennes annuelles de plomb dans les PST et les PM₁₀, 2010 à 2017

Composés organiques volatils (COV)

Aucun dépassement des normes quotidiennes n'a été observé pour les données disponibles de benzène et de dichlorobenzène en 2016 (juin à décembre) à la station Vieux-Limoilou.

Les normes annuelles du RAA pour l'éthylbenzène (200 µg/m³) et le xylène (20 µg/m³) ont été respectées sur les données disponibles, soit de février 1997 à mars 1998.

Dioxines (PCDD-F)

Les concentrations en PCDD-F²⁵ mesurées de 2005 à 2008 à la station École les Primevères, qui est dans un secteur influencé par le chauffage au bois, respectent la norme annuelle du RAA qui est de 60 femtogramme d'équivalent toxique par mètre cube d'air (fg ET/m³).

Le MELCC a mesuré les PCDD-F dans le quartier Limoilou à trois stations de mesure entre 2010 et 2012 (dont la station Vieux-Limoilou). Les concentrations médianes à ces trois stations se sont avérées semblables et la concentration moyenne de l'ensemble des échantillons a été de 24 fg ET/m³, soit sous la norme annuelle du RAA (Walsh et Brière, 2018 dans CIUSSCN, 2019b).

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Le MELCC a mesuré les HAP dans le quartier Limoilou à trois stations entre 2010 et 2012. La concentration moyenne de benzo(a) pyrène (BaP) à la station Vieux-Limoilou durant cette période a atteint 0,21 ng/m³, soit une concentration inférieure à la norme annuelle du RAA (Walsh et Brière, 2018 dans CIUSSCN, 2019b). La concentration moyenne, en équivalent toxique (ET) du BaP, du mélange des HAP mesuré à la station Vieux-Limoilou de 2010 à 2012 est de 1,44 ng ET/m³ (Walsh et Brière, 2018 dans CIUSSCN, 2019b), soit une valeur inférieure au critère des HAP totaux de 2,4 ng/m³ (MELCC, 2018 dans CIUSSCN, 2019b).

Biphényles polychlorés (BPC)

Le MELCC a mesuré les BPC dans le quartier Limoilou à trois stations entre 2010 et 2012. Les concentrations moyennes mesurées ont été de 0,264, 0,395 et 0,703 ng/m³. Les concentrations mesurées sont de l'ordre des niveaux ruraux et urbains moyens et quelques ordres de grandeur sous le niveau d'action de l'OMS (Walsh et Brière, 2018 dans CIUSSCN, 2019b).

Sommaire

En 2017, l'indice de qualité de l'air a été qualifié de « bon » près de 46 % du temps, et qualifié « acceptable » près de 52 % du temps. Les occurrences de « mauvaise » qualité de l'air se résument à un peu moins de 3 % (MELCC, 2019a).

Le portrait des concentrations des principaux contaminants de l'air dans la région de la Capitale-Nationale montre un bilan nuancé : à plusieurs égards, le bilan de la qualité de l'air extérieur continue de s'améliorer depuis 10 ans et en général, les normes du règlement sur l'assainissement de l'atmosphère sont respectées. Cependant, des préoccupations persistent, dans un contexte d'inégalités de santé et de cumul de risque (CIUSSCN, 2019b).

25. Les dioxines (PCDD-F) regroupent les polychlorobenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF).

Les concentrations moyennes annuelles de NO_2 et de SO_2 sont bien en deçà des valeurs de référence en vigueur actuellement et elles sont en diminution pour la période de 2007 à 2017. L'ozone est en augmentation, phénomène surtout attribuable à la diminution des émissions de monoxyde d'azote (NO) reliées au transport, qui masquait une partie des concentrations d'ozone. Les concentrations de PST sont en baisse aux stations Vieux-Limoilou et Parc Victorin-Beaucage de même que les PM_{10} à la station Vieux-Limoilou. La diminution est notée pour la période 2007 à 2017 (CIUSSCN, 2019b).

Les concentrations d'antimoine, de cadmium, de manganèse, de plomb, de COV, de PCDD-F et de BPC respectent les valeurs de référence établies. Certains métaux ont des concentrations en baisse pour certaines stations et périodes : cobalt, manganèse, nickel et plomb. Ces observations sont comparables à ce qui a été décrit pour la période de 1996 à 2009 au Québec, où on constatait une légère amélioration de la qualité de l'air ambiant et peu de dépassements des valeurs de référence (INSPQ, 2012 dans CIUSSCN, 2019b). Les concentrations moyennes annuelles régionales d'arsenic et de nickel présentent par contre des dépassements des valeurs de référence. La situation semble cependant en amélioration pour le nickel dans les dernières années.

Malgré ces progrès, certaines situations régionales et locales méritent une attention particulière. Les concentrations moyennes annuelles de particules de moins de 10 micromètres de diamètre (PM_{10}) et parfois de particules de moins de 2,5 micromètres de diamètre ($\text{PM}_{2,5}$) dépassent les valeurs de référence. Des journées de dépassement des valeurs de référence sont encore observées pour les PST, les PM_{10} , les $\text{PM}_{2,5}$, l'ozone et plus rarement pour le SO_2 . À noter que les dépassements pour les $\text{PM}_{2,5}$ et le SO_2 sont encore relativement fréquents au Québec. Pour le SO_2 , les dépassements sont observés à proximité des sources industrielles (INSPQ, 2012 dans CIUSSCN, 2019b). Pour les $\text{PM}_{2,5}$, on les retrouve dans les agglomérations urbaines et à proximité des sources d'émissions industrielles. Les concentrations moyennes annuelles de $\text{PM}_{2,5}$ mesurées dans la région atteignent et dépassent à quelques reprises la ligne directrice de l'OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces particules ont des effets importants sur la santé. Il n'y a pas de niveau d'exposition considéré sans effet pour ce contaminant (CIUSSCN, 2019b).

Autre constat, la fréquence des dépassements des valeurs de référence annuelles de $\text{PM}_{2,5}$ et quotidiennes pour les particules (PST et $\text{PM}_{2,5}$) est plus importante à la station Vieux-Limoilou qu'aux autres stations. Les valeurs de NO_2 y sont plus élevées qu'aux deux autres stations urbaines. De plus, on y observe des dépassements pour les PM_{10} (annuels et quotidiens), l'ozone (1 heure et 8 heures), le SO_2 (quotidiens), l'arsenic (annuels) et le nickel (quotidiens). Plusieurs sources peuvent générer ces contaminants. La principale source d'émission (transports, industries ou chauffage au bois) varie selon le contaminant dans la province de Québec. Le chauffage au bois émet davantage de particules ($\text{PM}_{2,5}$ et PM_{10}) en tonnes par année que le transport ou l'industrie. Dans les dernières années, il est également le plus grand émetteur de COV et il émet autant de CO que le transport. Les NOx sont davantage produits par le transport alors que le SO_2 est surtout émis surtout par les industries. Cette situation peut entraîner une exposition plus importante à ces substances pour les résidants et les personnes aux alentours de cette station (CIUSSCN, 2019b).

7.5.3 Îlots de chaleur

Les îlots de chaleur urbains se définissent comme des zones urbaines où les températures estivales sont plus élevées que dans les zones rurales avoisinantes. On parle également souvent d'îlots de chaleur urbains pour désigner une zone intra-urbaine dont la température de l'air ou de surface est plus élevée que dans les autres zones du même milieu urbain, par exemple une aire de stationnement asphaltée (INSPQ, 2019).

Outre le climat local (température, humidité et vents), plusieurs causes de source anthropique favorisent l'émergence et l'intensification des îlots de chaleur urbains. Parmi ces causes figurent les émissions de gaz à effet de serre, la perte progressive du couvert forestier dans les milieux urbains, l'imperméabilisation des matériaux,

la morphologie urbaine et la taille des villes, ainsi que la chaleur anthropique²⁶ (INSPQ, 2019). Les îlots de chaleur constituent des éléments du milieu qui sont sensibles aux changements climatiques.

La figure 7.127 illustre la distribution de ces îlots dans la zone d'étude. Des concentrations plus importantes d'îlots « chauds » et « très chauds » se trouvent notamment dans le secteur Est (sections Saint-Roch, Pont Drouin, Limoilou) et le secteur Centre (section Tunnel) ainsi que dans le secteur Ouest à l'endroit du boulevard Laurier. Ces endroits sont en effet caractérisés par la présence de nombreux édifices et/ou stationnements, les matériaux comme l'asphalte y étant très présents. À l'inverse, d'ouest en est, on retrouve quelques îlots de fraîcheur en bordure des secteurs Chaudière, Pie-XII, Université Laval et René-Lévesque, qui sont quant à eux caractérisés par la présence de boisés ou de végétation urbaine.

Les îlots de chaleur engendrent des conséquences à la fois environnementales et sur le plan de la santé humaine.

Sur le plan environnemental :

- les îlots de chaleur urbains contribuent à la formation du smog, qui se forme lors de la réaction entre les rayons du soleil, la chaleur, les composés organiques volatils et les oxydes d'azote (des polluants produits inévitablement lors d'une combustion);
- la chaleur accrue a également un effet sur la qualité de l'air intérieur en facilitant la multiplication des acariens, des moisissures et des bactéries, tout en favorisant la libération de substances toxiques comme les formaldéhydes contenus dans les colles utilisées dans les matériaux de construction et la fabrication de meubles;
- une hausse de la demande en eau potable est aussi probable, soit pour se rafraîchir (par exemple, piscines et jeux d'eau), soit pour hydrater les aménagements végétalisés.

Sur le plan de la santé humaine :

- les îlots de chaleur urbains sont responsables d'une hausse de la mortalité lors de périodes de vagues de chaleur;
- la chaleur accablante engendrée par les îlots de chaleur urbains peut créer un stress thermique chez les personnes qui y résident ou qui y travaillent;
- elle peut provoquer des inconforts, des faiblesses, des troubles de la conscience, des crampes, des syncopes, des coups de chaleur, voire exacerber les maladies chroniques préexistantes comme le diabète, l'insuffisance respiratoire, les maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurologiques ou rénales, au point de causer la mort (INSPQ, 2019).

Les îlots de chaleur touchent particulièrement les habitants des grands centres urbains. Parmi les personnes les plus vulnérables à ce phénomène figurent les personnes atteintes de maladies chroniques, en particulier de troubles mentaux; les personnes défavorisées socialement ou économiquement; les travailleurs extérieurs; les sportifs extérieurs de haut niveau; les très jeunes enfants; et les personnes âgées, dont la proportion doublera au Québec d'ici 2051 (INSPQ, 2019).

26. La production de chaleur anthropique réfère à la chaleur émise par les activités humaines, comme l'usage de véhicules, l'utilisation de la climatisation et l'activité industrielle. La chaleur anthropique contribue au développement d'îlots de chaleur, en particulier dans les milieux urbains denses, où les activités se concentrent. (United States Environmental Protection Agency (2008b) dans Giguère, M. 2009.

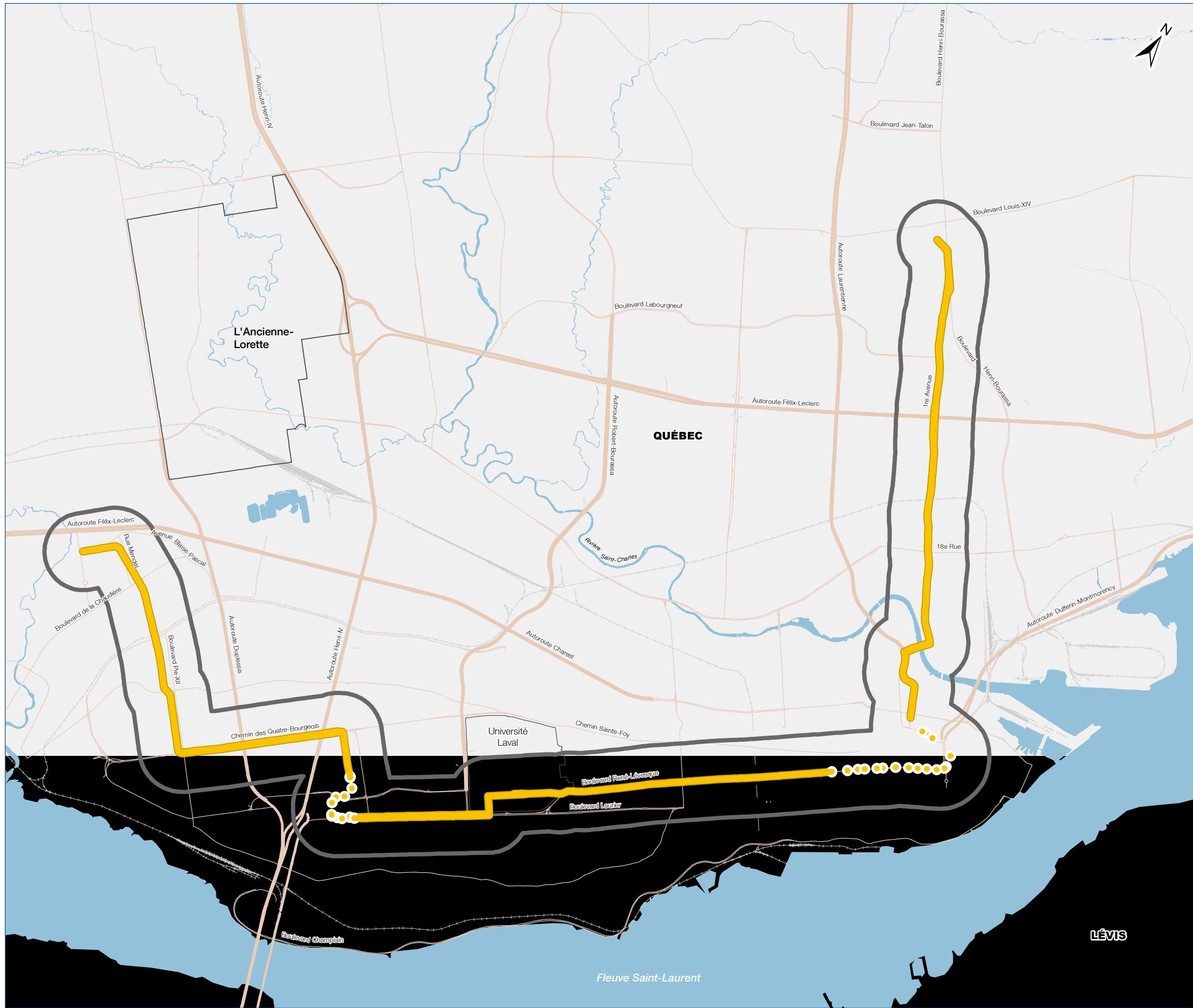
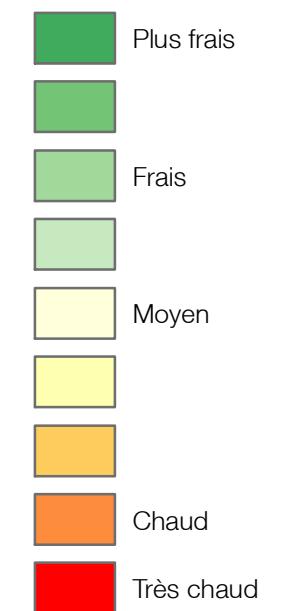


FIGURE 7.127

ÎLOTS DE CHALEUR ET DE FRAÎCHEUR

Température de surface



Tracé



0 0,5 1 2 km
1:50,000

RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

BUREAU DE PROJET



Date : 4 octobre 2019
Fichier : RST_TW_EIE_7_127_ilots_chaleur.mxd
Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
Source : Institut national de santé publique du Québec (INSPOQ), 2013

Toutefois, les effets négatifs de la chaleur peuvent toucher tout le monde, peu importe l'âge. Une étude menée en 2013 dans les quartiers très défavorisés des neuf plus grandes villes du Québec, montrait que jeunes et vieux subissent des impacts, et que lors de grandes chaleurs, jusqu'à 12 % des personnes doivent consulter un médecin ou une infirmière (Bélanger *et al.*, 2013 dans INSPQ, 2019).

7.5.4 Topographie

La zone d'étude régionale, l'agglomération de Québec, s'étend sur un vaste territoire d'environ 550 km² entre le fleuve Saint-Laurent et la réserve faunique des Laurentides.

Ce territoire est bordé par deux formations montagneuses soit les Laurentides au nord et les Appalaches au sud. Au milieu de ces deux formations, on retrouve les basses terres du Saint-Laurent. Ce territoire possède une configuration complexe puisqu'on y retrouve des zones de moyennes altitudes, la Haute-Saint-Charles, la Haute-Ville ou le plateau de Sainte-Foy et des zones de basses terres notamment, la Basse-Ville et une partie des arrondissements de Charlesbourg et de Beauport (Ville de Québec, 2019e).

Plus spécifiquement, la topographie de la ville de Québec est marquée par le dénivelé important de la rive nord avec le fleuve Saint-Laurent, composé d'importantes falaises, et par la délimitation entre la Haute-Ville de Québec et la Basse-Ville de Québec. Celle-ci suit la faille de chevauchement de Logan le long de laquelle se trouve une démarcation du relief. Le secteur situé au sud de la faille est caractérisé par une colline ayant une pente variant entre 11 % et 15 % ainsi que par des rebords d'escarpements rocheux décrivant des lignes, plus ou moins concentriques, autour des sommets (Brodeur *et al.*, 2009 dans Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017). Au nord de cette dénivellation, le relief est relativement plat (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017).

Ce mélange dans les configurations topographiques se traduit par la présence sur le territoire de plusieurs frontières naturelles sous forme de falaises ou de pentes imposant des défis en matière de développement et de déplacement (Ville de Québec, 2019e).

Le tracé du tramway traverse ces deux ensembles, soit les zones de moyennes altitudes (plateau de Sainte-Foy, Haute-Ville) et les zones de basses terres (Basse-Ville, Charlesbourg). Il effectuera la transition entre ces deux entités en empruntant le tunnel qui sera foré entre le boulevard René-Lévesque, à la hauteur de l'avenue des Érables, et la limite nord de la dénivellation entre la Haute-Ville et la Basse-Ville, en ressortant sur la rue de la Couronne (section Tunnel).

7.5.5 Géologie

Québec se situe à la jonction de trois grands ensembles géologiques, soit le Bouclier canadien (province de Grenville), la plateforme du Saint-Laurent et les Appalaches. Le tracé du tramway s'étend sur ces deux derniers ensembles.

Le promontoire de Québec, qui va de l'embouchure de la rivière Saint-Charles à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge, appartient à la chaîne de montagnes des Appalaches. La province des Appalaches est principalement formée de roches sédimentaires plissées, provenant à l'origine des sédiments couvrant le fond du paléo-océan Iapetus. Lors de la fermeture de cet océan, la collision avec le Bouclier canadien a provoqué le plissement et le soulèvement de ces roches sédimentaires, formant ainsi la chaîne de montagnes des Appalaches (Talbot Poulin *et al.*, 2013). On peut principalement observer le promontoire de Québec dans les arrondissements de La Cité-Limoilou (Haute-Ville) et de Sainte-Foy—Sillery—Cap-Rouge, soit dans les secteurs Centre et Ouest du tracé du tramway.

La plateforme du Saint-Laurent est une zone de basses terres qui résulte de l'effondrement d'une partie de la chaîne de montagnes du Grenville et de l'accumulation de sédiments. La province des basses-terres du Saint-Laurent, qui se trouve au nord de la faille de Logan, autrefois recouverte par l'Océan Iapetus, se compose de roches sédimentaires non plissées, principalement du calcaire, très riche en fossiles d'origine marine du

Saint-Laurent (Talbot Poulin *et al.*, 2013). On peut principalement l'observer dans les arrondissements de La Cité-Limoilou (Basse-Ville), Beauport et Charlesbourg, soit dans le secteur Est du tracé du tramway.

Plus spécifiquement, le tracé du tramway traverse six formations géologiques différentes, tel qu'illustré à la figure 7.128. Les données géologiques relatives aux formations rocheuses et aux dépôts de surface proviennent du Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (PACES-CMQ) (Talbot Poulin *et al.*, 2013).

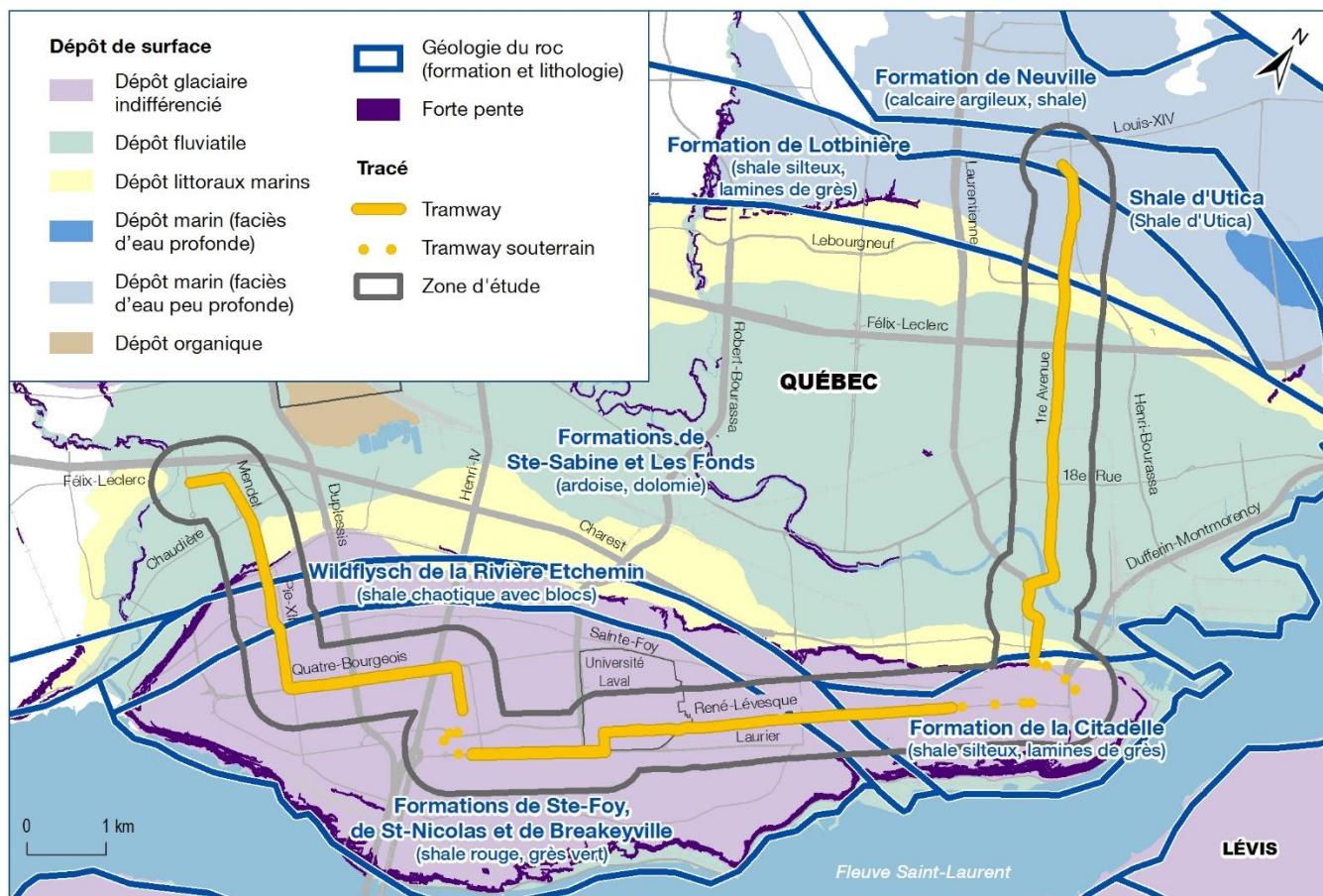


Figure 7.128 Contexte géologique

D'ouest en est, le tracé du tramway débute dans les formations de Sainte-Sabine et Les Fonds de la plateforme du Saint-Laurent, formés d'ardoise et de dolomie datant de l'ordovicien supérieur, puis traverse une fine bande de la formation Wildflysch de la rivière Etchemin, formée de shale chaotique avec blocs, datant également de l'ordovicien supérieur. Le tracé chevauche par la suite les formations appalachienne de Sainte-Foy, de Saint-Nicolas et de Breakeyville, formées de shale rouge et de grès vert datant du cambrien, puis retraverse une fine bande de la formation Wildflysch de la rivière Etchemin. Il se poursuit ensuite dans la formation appalachienne de la Citadelle formée de shale, de calcaire, de dolomie et de grès, caractéristique de la Haute-Ville de Québec, formation dans laquelle sera creusé le tunnel sous la colline Parlementaire. Le tracé chevauche par la suite à nouveau la plateforme du Saint-Laurent, dans les formations de Sainte-Sabine et Les Fonds en direction nord. Il traverse ensuite la formation de Lotbinière, formée de shale silteux et de lamination de grès, avant de terminer son parcours dans la formation Shale d'Utica.

Au niveau de la géologie du quaternaire, le tracé du tramway s'étend sur des dépôts fluviatiles, puis sur des dépôts glaciaires indifférenciés, d'une épaisseur variable. Ce type de dépôt se trouve sur l'ensemble de la formation appalachienne présente au nord du fleuve Saint-Laurent. À la sortie du tunnel, au bas de la Côte d'Abraham, le tracé traverse une petite bande de dépôts littoraux marins sur environ 500 m, avant de parcourir une grande plaine composée de dépôts fluviatiles en direction nord. Il retraverse ensuite une petite bande de dépôts littoraux marins et termine sa course à la hauteur de la 76^e Rue à Charlesbourg sur des dépôts marins (faciès d'eau peu profonde).

Afin de connaître avec précision la nature et la qualité des sols dans lesquels sera implanté le projet, des études géotechniques et environnementales sont en cours sur le territoire de la ville de Québec depuis le début de l'année 2019. Ces études sont effectuées pour l'ensemble du projet : les voies où le tramway sera implanté en surface, ainsi que les secteurs du tunnel sous la colline Parlementaire, des quatre stations souterraines qui lui sont afférentes et des deux centres d'entretien et d'exploitation (CEE).

Les forages qui sont en cours se détaillent comme suit :

- voies de surface : 310 forages, dont 250 de 9 m, réalisés à chaque 80 m sur un total de 20 km;
- secteur du tunnel sous la colline Parlementaire : 46 forages de 10 m de profondeur qui permettront de déterminer la qualité du roc. Les analyses permettront de déterminer des recommandations concernant l'excavation du tunnel;
- secteur des stations souterraines de la colline Parlementaire : 8 forages de 12 m de profondeur;
- CEE : 10 forages et réalisation d'une étude de caractérisation environnementale.

D'autres forages pourront s'ajouter en cours de conception.

7.5.6 Hydrogéologie

Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, les dépôts de surface sont généralement des sables silteux et, lorsque l'épaisseur des dépôts est importante, une couche de silt d'origine marine se retrouve en profondeur et confine l'aquifère de roc fracturé sous-jacent. Le delta du Proto-Saint-Laurent, dans la Basse-Ville de Québec, contient une succession plus complexe de dépôts avec des silts recouvrant un aquifère de sable séparé du roc par une importante épaisseur de silt. L'aquifère de roc est confiné, mais celui dans les dépôts varie de non confiné à semi-confiné. L'épaisse succession de dépôts meubles dans le Proto-Saint-Laurent dans la Basse-Ville de Québec comprend principalement des dépôts fins sur lesquels reposent des aquifères de sable atteignant 20 m d'épaisseur à l'embouchure de la rivière Saint-Charles et 30 m à l'embouchure de la rivière Cap-Rouge. Ces aquifères sont non confinés à semi-confinés lorsque les dépôts silteux de la rivière Saint-Charles recouvrent l'aquifère sur une plus grande épaisseur. Ces aquifères du Proto-Saint-Laurent sont majoritairement situés en zone urbaine dense, où l'imperméabilisation créée par le bâti (immeubles, stationnements, rues) a pour effet d'augmenter le ruissellement des précipitations et de limiter la recharge verticale de l'aquifère. Ils ne sont pas exploités à des fins de consommation en eau potable (Talbot Poulin *et al.*, 2013).

Sur le promontoire de Québec, la faible épaisseur de dépôts recouvrant l'aquifère de roc mène généralement à une recharge et à une vulnérabilité moyenne. L'eau souterraine n'est également pas utilisée à des fins de consommation sur le promontoire de Québec (Talbot Poulin *et al.*, 2013).

La figure 7.129 illustre les élévations de la nappe d'eau souterraine (piézométrie). Des flèches montrent la direction d'écoulement de l'eau souterraine pour certains secteurs. Une flèche d'écoulement plus longue indique une pente de la nappe plus faible et donc, un écoulement plus lent de l'eau souterraine pour un même type de roche ou de sol. Dans les secteurs Ouest et Centre du tracé du tramway, l'eau souterraine se dirige de part et d'autre du promontoire de Québec. Sur toute la portion sud du promontoire de Québec, les eaux souterraines se dirigent vers le fleuve Saint-Laurent. Dans la portion nord de ce promontoire, l'écoulement se fait en direction de la rivière Saint-Charles. Dans le secteur Est du tracé du tramway, l'écoulement se fait également en direction de la rivière Saint-Charles.

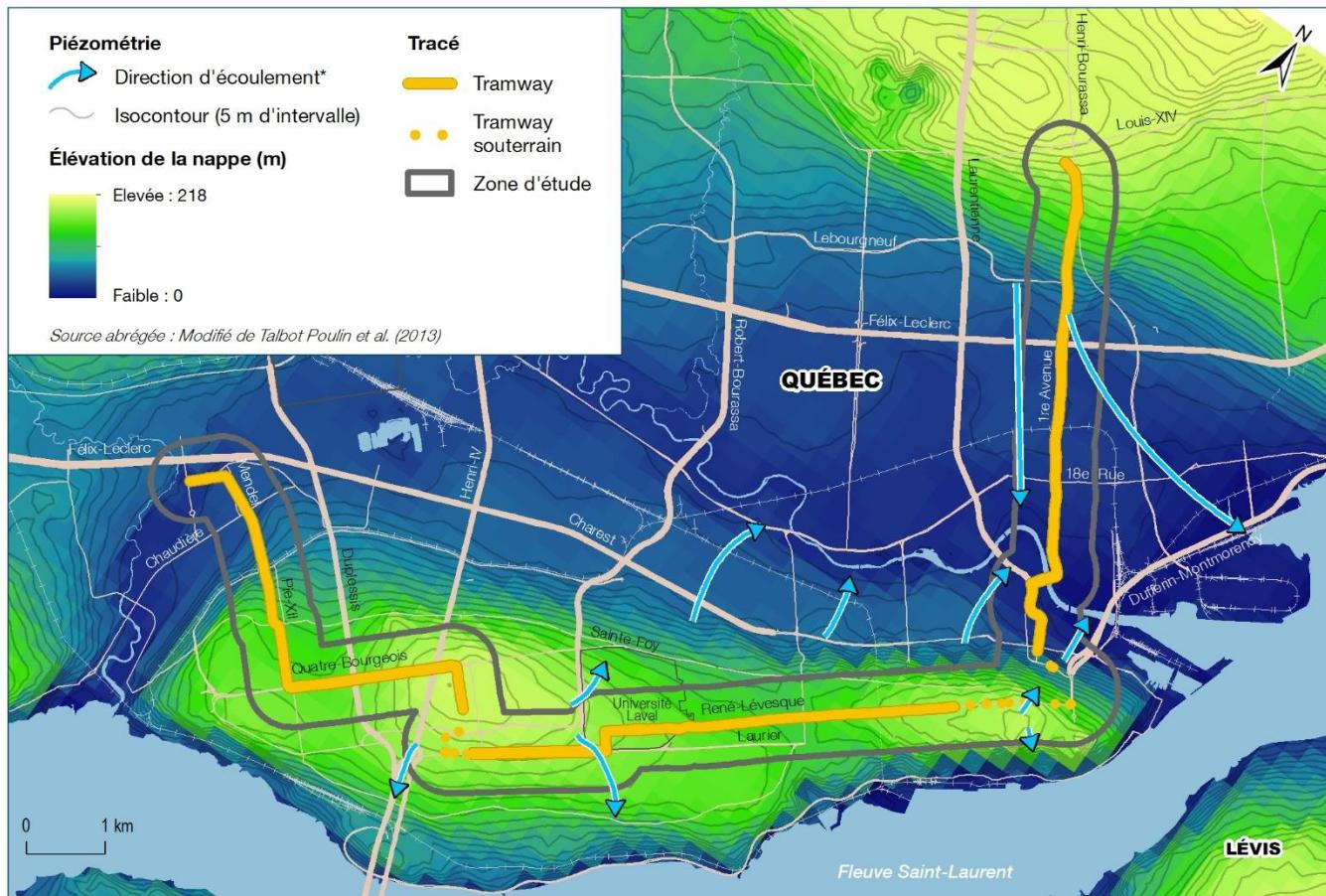


Figure 7.129 Piézométrie

La figure 7.130 illustre la vulnérabilité des eaux souterraines à partir de la méthode DRASTIC reconnue par le MELCC et calculée par Talbot Poulin et al. (2013). Par définition, la vulnérabilité d'un aquifère est sa sensibilité à la pollution de l'eau souterraine à partir de l'émission de contaminants à la surface du sol. À l'échelle de la zone d'étude, la vulnérabilité reste inférieure à un indice DRASTIC de 160 (et même de 140 en grande majorité), 180 étant la limite supérieure de la classe de vulnérabilité moyenne (MELCC, 2019b).

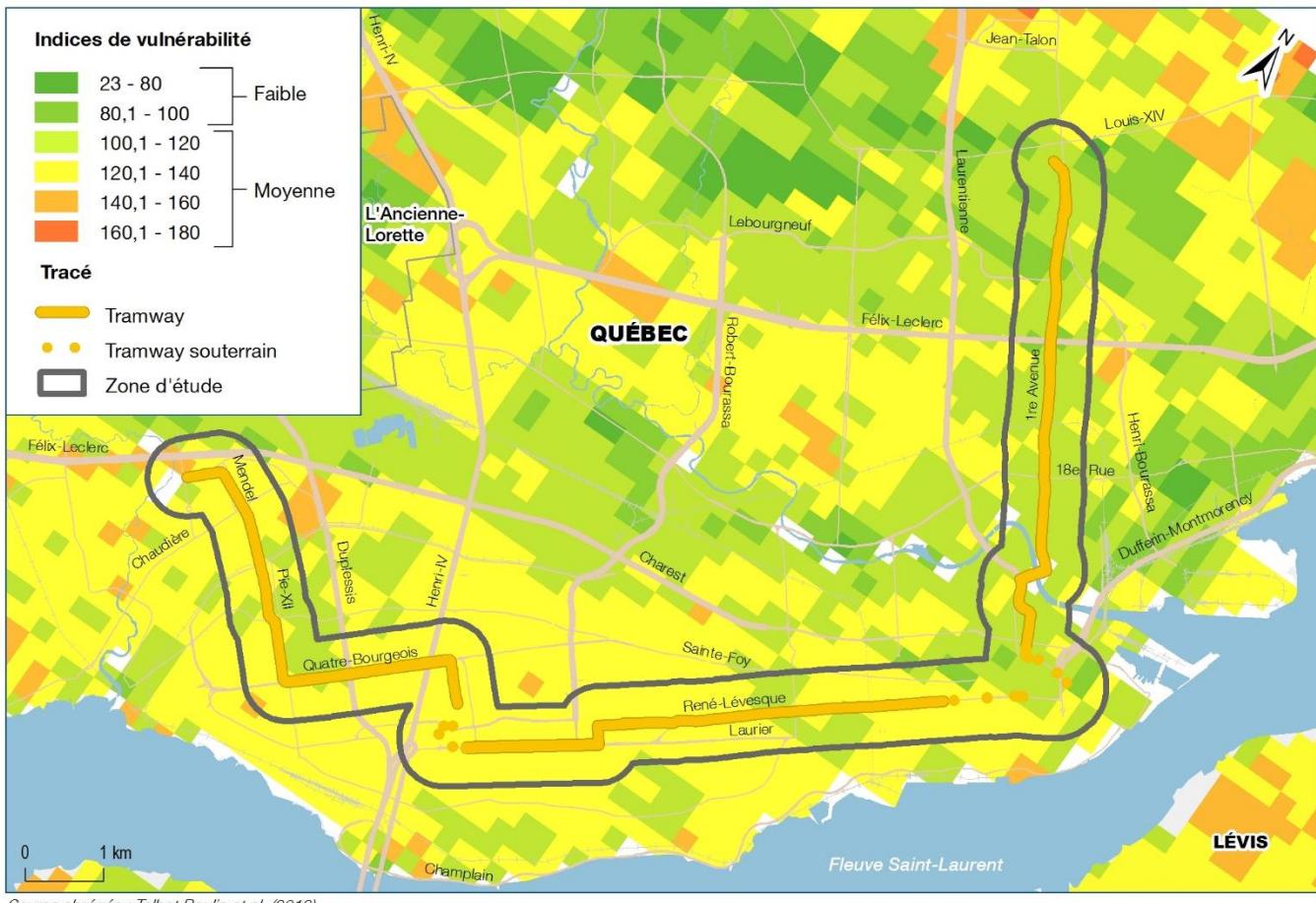


Figure 7.130 Indice DRASTIC

Selon les données du SAD de la Ville de Québec (2019a), les prises de captage d'eau potable de surface ou souterraine²⁷ sont toutes éloignées de plusieurs kilomètres du tracé.

La procédure de classification des eaux souterraines du MELCC (MEF, 1999) permet d'identifier les eaux souterraines qui sont exploitées ou qui présentent un potentiel certain afin de coter leur valeur pour la société. Selon cette procédure de classification, les aquifères en présence seraient de classe III A (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017). La classe III A est attribuée aux aquifères de la zone d'étude locale, car ils ne constituent ou ne constitueront pas une source d'approvisionnement en eau potable. C'est le cas de zones urbaines où l'approvisionnement en eau repose uniquement sur un réseau de distribution d'eau potable et où le recours à l'eau souterraine ne constitue pas une alternative envisageable à la source actuelle d'approvisionnement en eau.

27. Municipale ou privée, alimentant plus de 20 personnes.

7.5.7 Zones de contraintes

7.5.7.1 Zones de contraintes physiques

Zones de fortes pentes

Le SAD révisé de la Ville de Québec (2019a) cartographie les secteurs susceptibles de comporter une forte pente. Ces milieux, localisés à la figure 7.131, sont caractérisés par une dénivellation supérieure à 25 % et une hauteur de talus supérieure à 5 m. Ces fortes pentes sont classées comme des contraintes naturelles. Ces secteurs sont également considérés comme une zone de contrainte à l'intérieur de la réglementation d'urbanisme. Le tracé du tramway traverse une seule zone identifiée comme comportant de fortes pentes, située au nord du boulevard du Versant Nord.

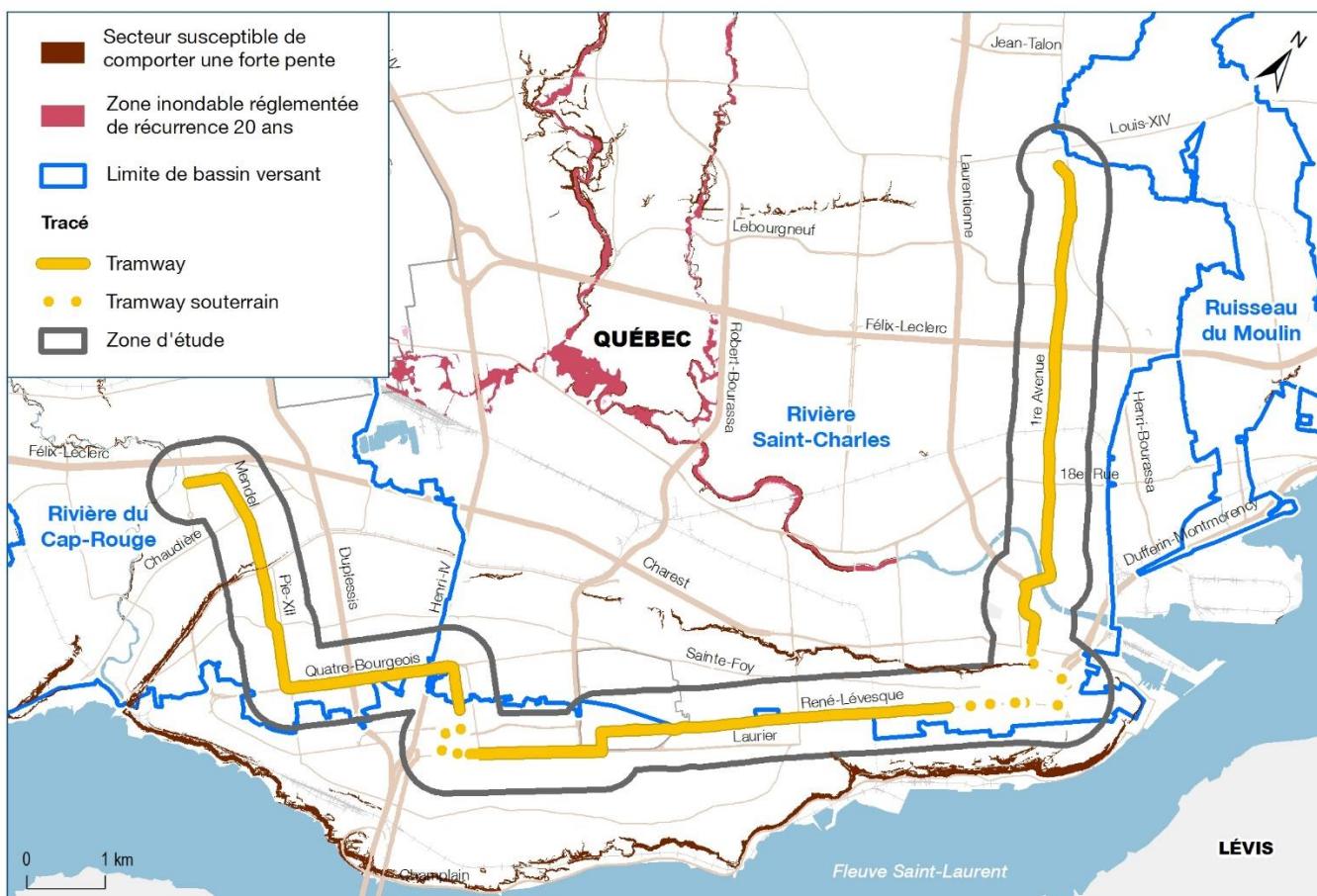


Figure 7.131 Zones de contraintes physiques : secteurs susceptibles de comporter une forte pente et une zone inondable de récurrence 20 ans

Zones inondables

La figure 7.131 localise également la zone inondable de récurrence 20 ans : aucune zone inondable n'est répertoriée à proximité du tracé du tramway.

Risques sismiques²⁸

Dans la région de Québec, les failles se trouvent principalement au contact entre le Bouclier canadien et les basses-terres du Saint-Laurent. La réactivation de ces failles profondes est à l'origine de la plupart des tremblements de terre dans la région de Québec et de Charlevoix. Quant aux failles de chevauchement, elles sont habituellement faiblement inclinées et se forment lors de la compression de la croûte terrestre.

Selon la carte des zones sismiques de Ressources naturelles Canada (2016, dans Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017), la zone d'étude locale est située au sud-ouest de la zone sismique de Charlevoix-Kamouraska (ZSC). Localisée à 100 km en aval de la ville de Québec, la ZSC est la zone la plus active de l'Est du Canada. À cet endroit, les séismes se produisent sous le fleuve Saint-Laurent entre ces deux comtés.

Le secteur constituerait l'une des régions habitées les plus à risque du Canada, en considérant aussi certaines régions côtières de la Colombie-Britannique. Plus de 163 tremblements de terre auraient été enregistrés depuis 1990 sur le seul territoire de la communauté métropolitaine de Québec. De ce nombre, environ 40 ont été ressentis et cinq d'entre eux ont eu une amplitude qui a dépassé 4 à l'échelle de Richter. Depuis 1990, l'événement le plus important aurait été d'une amplitude de 5,2, survenu le 5 novembre 1997. Les tremblements de terre d'importance ayant été ressentis sur le territoire ont eu lieu les 28 février 1925 et 25 novembre 1988. L'épicentre de celui de 1925 était probablement Charlevoix-Kamouraska et sa magnitude était de 7 sur l'échelle de Richter. Celui de 1988 a atteint 6,2 et son épicentre était situé au Saguenay. Lors de ces deux événements, les dommages rapportés sur le territoire de la communauté métropolitaine de Québec étaient limités surtout à la Basse-Ville de Québec, en bordure de la rivière Saint-Charles et dans son estuaire. Les risques sismiques seront considérés dans la conception du projet, notamment au niveau géotechnique et lors de la phase d'ingénierie détaillée. Dans ce contexte, les risques ou impacts appréhendés sur l'infrastructure du tramway demeurent de faible importance. En outre, la ville de Québec possède un plan de sécurité civile (2019) permettant de réagir rapidement en cas de situation d'urgence et a développé les lignes directrices pour les plans de mesures d'urgence (PMU) qui devront être développés pour la construction et l'exploitation du tramway du RSTC. Ces plans préliminaires des mesures d'urgence font l'objet du chapitre 10 du présent document.

7.5.7.2 Potentiel de contamination des sols

Cette section présente une synthèse des 17 rapports *d'évaluation environnementale de site – Phase I* réalisés par le Groupe ABS inc. en 2016 et en 2019 pour 17 tronçons distincts le long du tracé projeté du tramway (Groupe ABS inc. 2016a à 2016c, 2018 et 2019a à 2019m). Les tronçons considérés dans le cadre de ces évaluations environnementales de site – Phase I sont localisés à la figure 7.132.

28. La description des risques sismiques est tirée du chapitre de description du milieu présenté dans la version préliminaire (document de travail) du rapport d'étude d'impact relative au Service Rapide par Bus (SRB) de la Ville de Québec (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017).

Il importe de noter que les études datées de 2016 ont été réalisées dans le cadre du projet de service rapide par bus (SRB) qui était envisagé à l'époque, et non du tramway. Puisque les tronçons du tracé projeté du SRB en 2016 n'ont pas exactement la même délimitation que ceux du tramway, certaines parties des tronçons 9 et 15 sont caractérisées dans les rapports de 2016 et 2019. Finalement, un dernier rapport a été consulté, soit celui de la firme Englobe (2018) qui traite spécifiquement du tronçon 6 le long du tracé projeté du tramway.

L'objectif des études d'ABS a été de déterminer si les terrains en bordure du futur tracé du tramway (ou du SRB pour les études datant de 2016) ont, ou non, un passif environnemental et de faire des recommandations le cas échéant.

Pour bien caractériser l'état environnemental actuel de chacun des sites, les démarches suivantes ont été effectuées :

- recherche de titres;
- consultation des plans et rapports d'assurance incendie disponibles;
- examen des photographies aériennes et images satellites anciennes et récentes;
- consultation de rapports antérieurs touchant de près ou de loin les conditions environnementales du site;
- visite et examen exhaustif des activités actuelles du site;
- consultation des cartes géologiques disponibles (géologie et épaisseur des dépôts meubles);
- consultation des cartes topographiques disponibles;
- examen de la surface du sol et relevé des irrégularités et vérification de l'élimination et de l'entreposage des produits dangereux (huiles usées, peinture, etc.);
- détermination des activités des voisins immédiats et identification d'activités à risque (si accessible);
- entrevues avec des personnes-clés connaissant bien le site à l'étude;
- recherche auprès du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) et auprès des autorités municipales pour vérifier l'existence d'un dossier pour la propriété à l'étude.

Toutes ces évaluations environnementales de site – Phase I ont été réalisées selon la norme CSA Z768 et le Guide de caractérisation des terrains du MELCC.

Les figures présentées aux pages suivantes (feuilles A à H de la figure 7.132) illustrent, pour chacun des tronçons, la localisation des sites contaminés répertoriés et de ceux représentant une inquiétude environnementale (indices de contamination potentielle) qui ont été identifiés au terme des démarches énumérées ci-dessus.

Pour les sites présentant des indices de contamination potentielle, les recommandations ont été à l'effet de procéder à une étude de caractérisation environnementale – Phase II. Ces caractérisations sont actuellement en cours et les résultats seront disponibles à l'automne 2019.

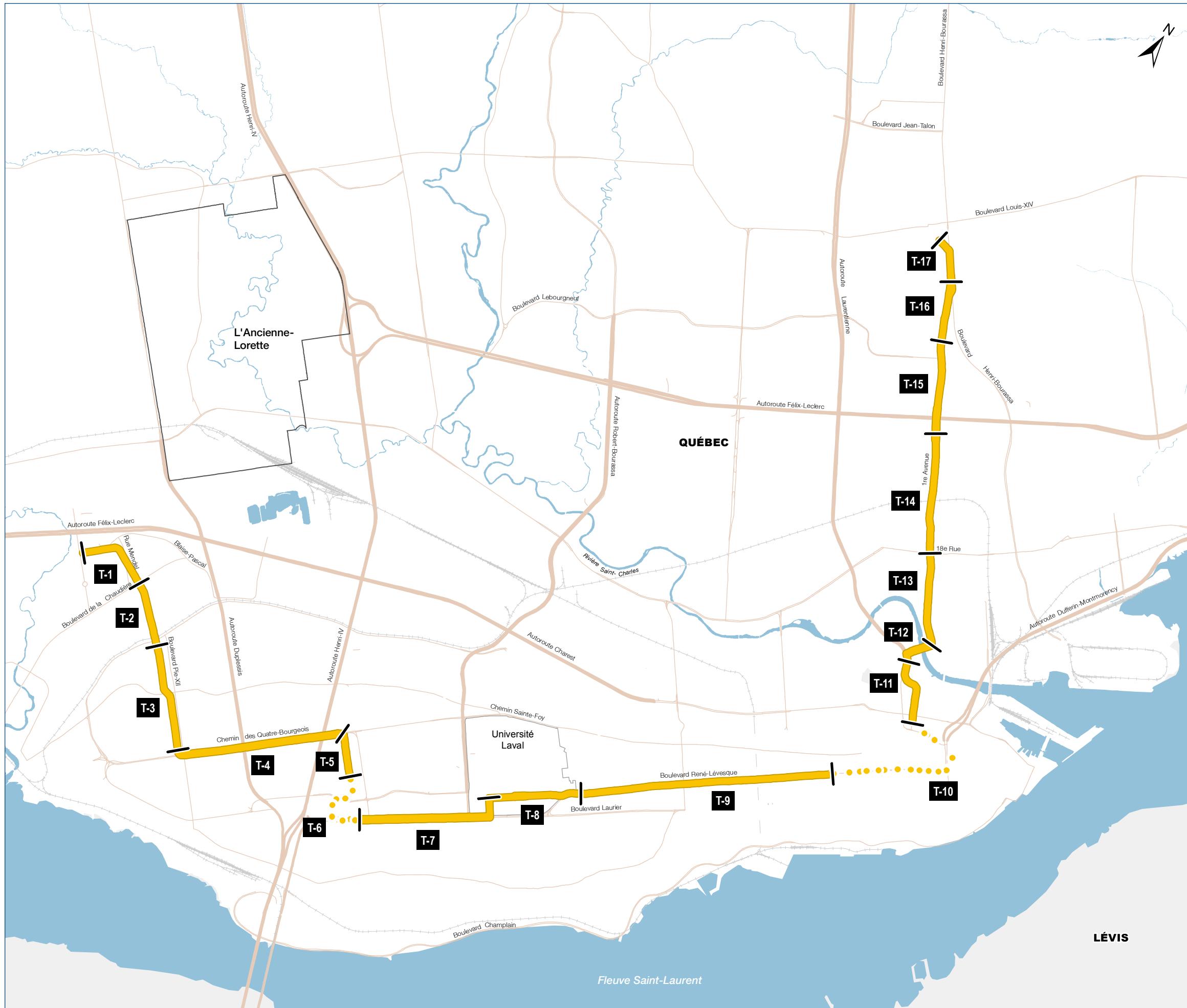


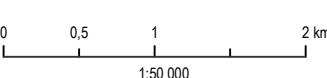
FIGURE 7.132

LOCALISATION DES TERRAINS CONTAMINÉS LE LONG DU TRACÉ DU TRAMWAY

Tracé

- ## Tramway

T1 Tronçon (voir détail aux pages suivantes)

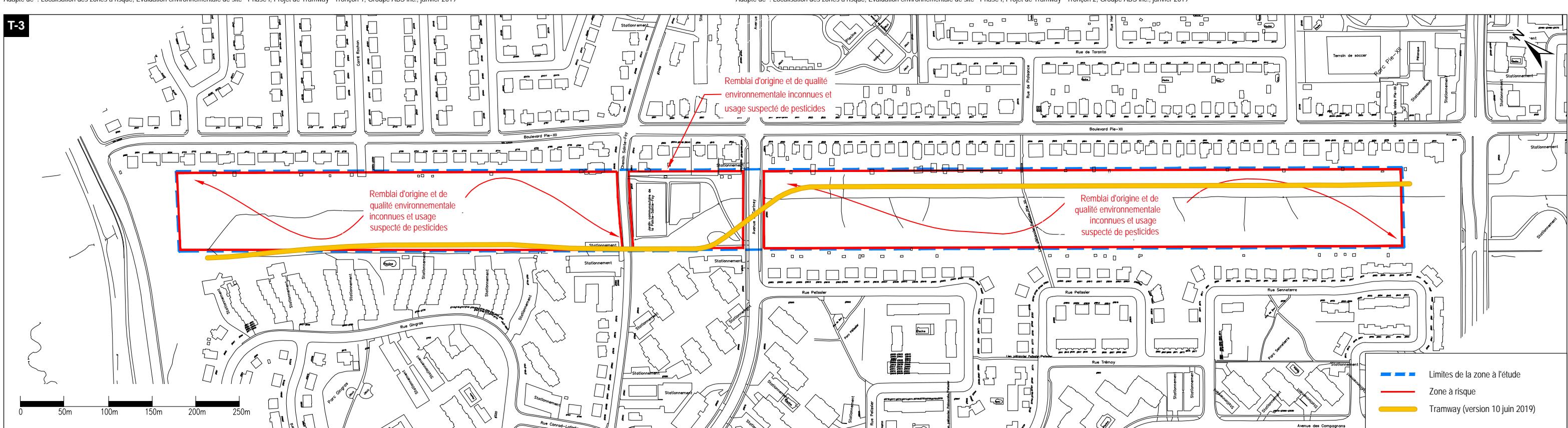
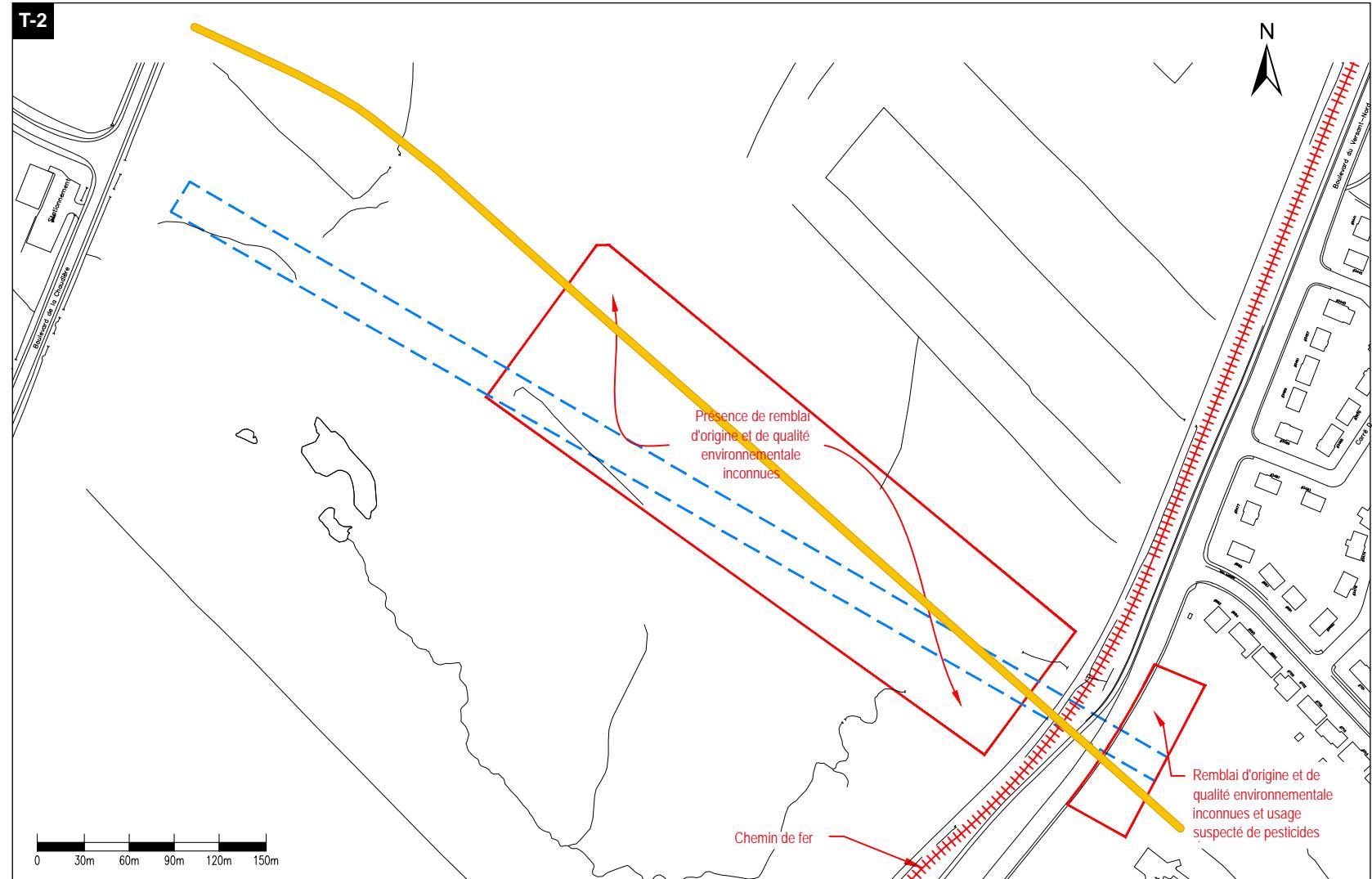
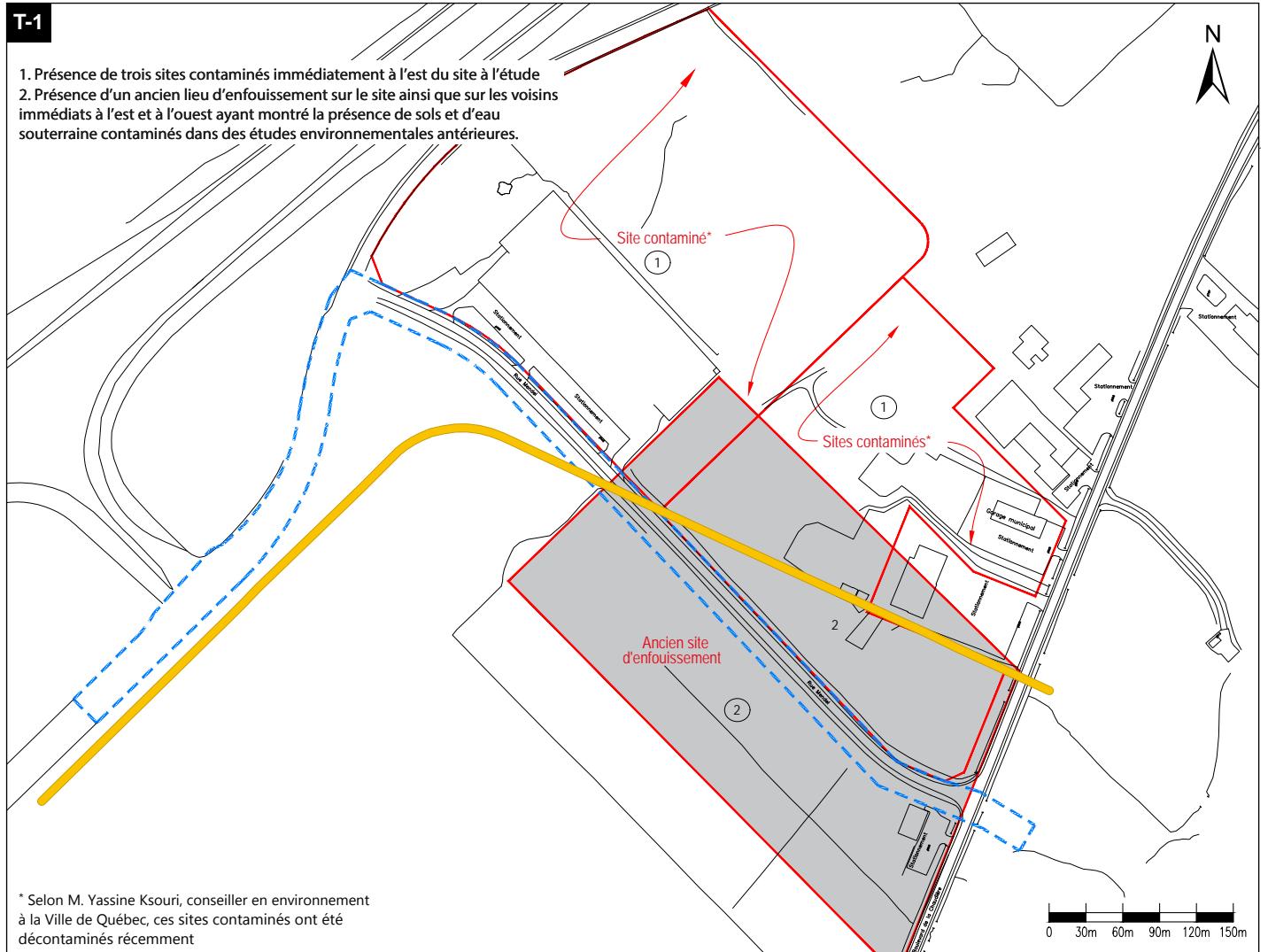


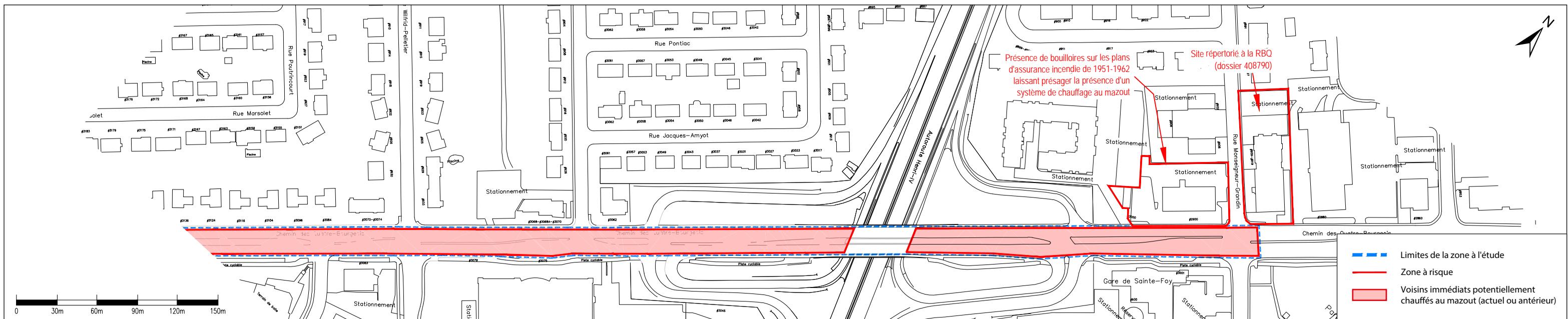
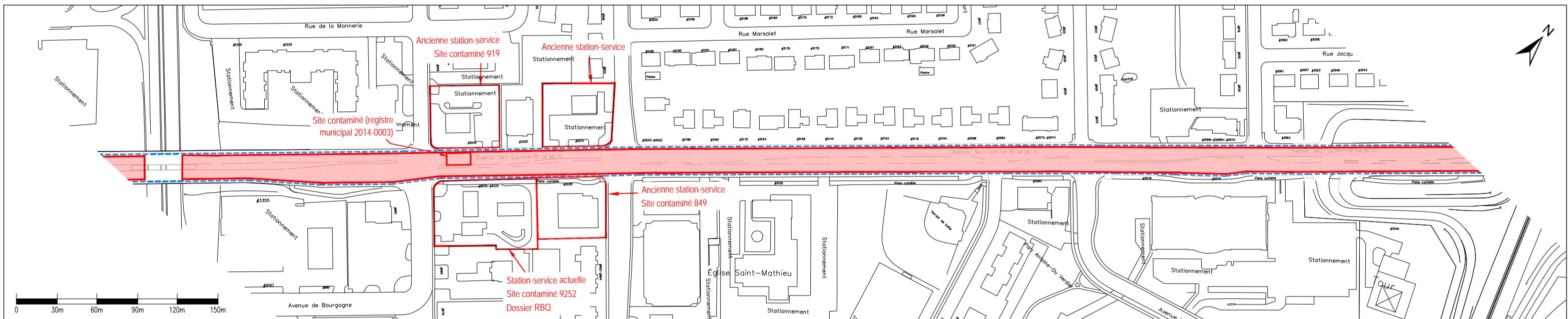
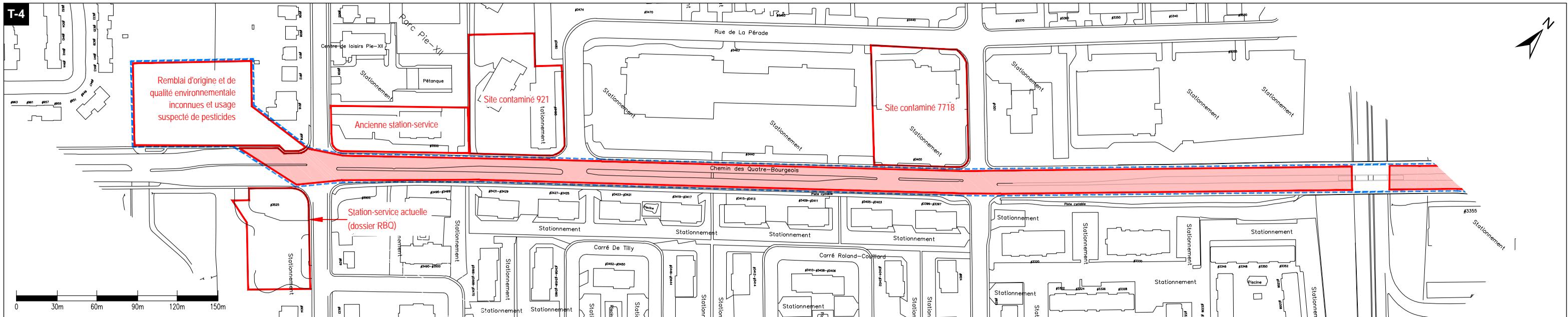
RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

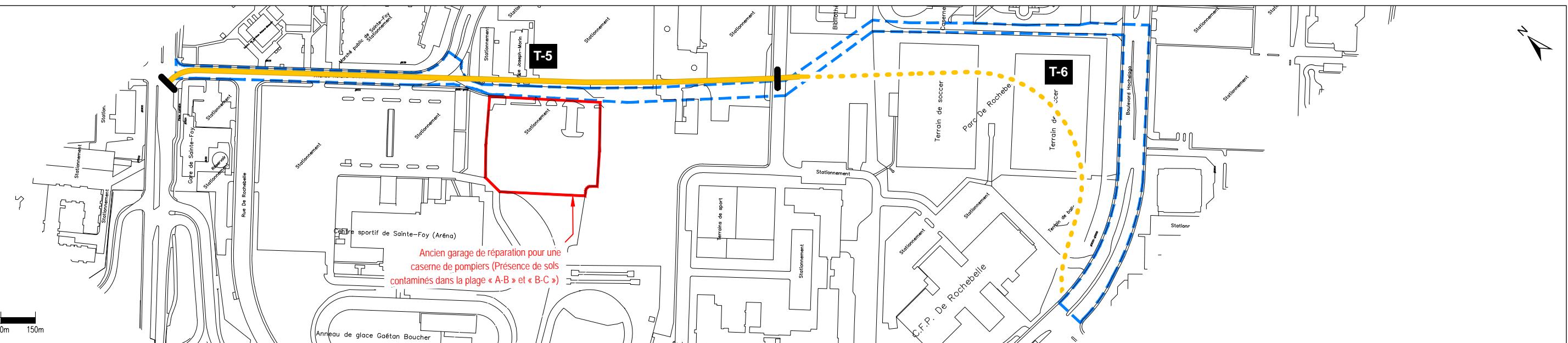
BUREAU DE PROJET



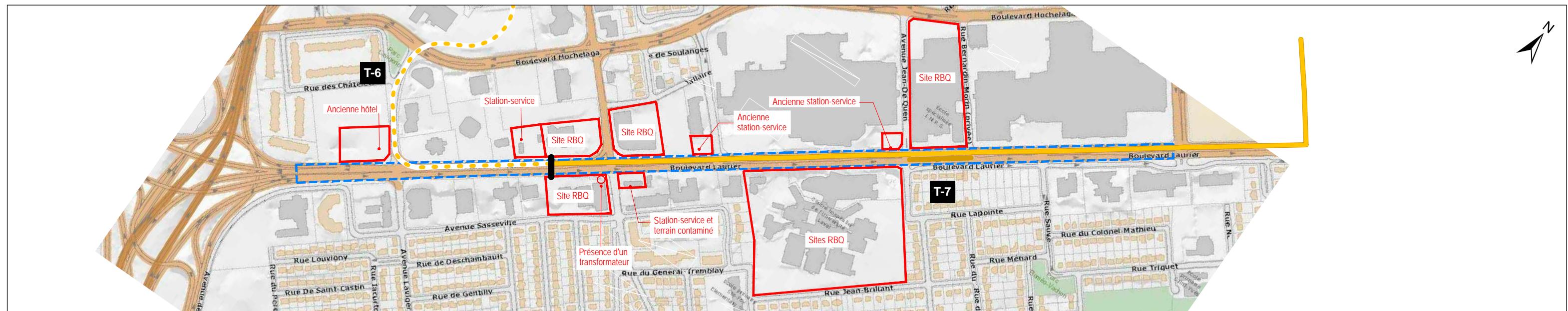
Date : 4 octobre 2019
Fichier : RST_TW_EIE_7_132_terrains_contamines_index.mxd
Système de projection cartographique : NAD 83 MTM 7
Source : Ville de Québec, 2019



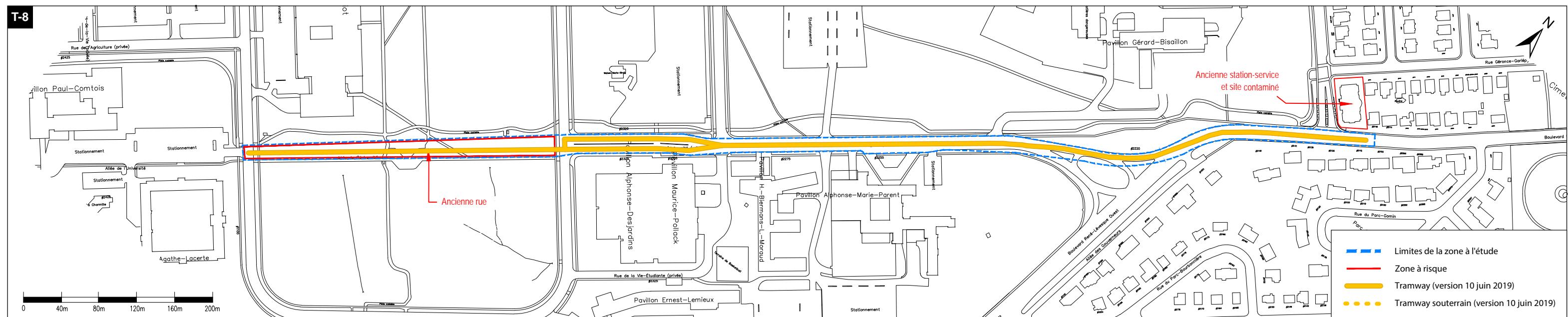




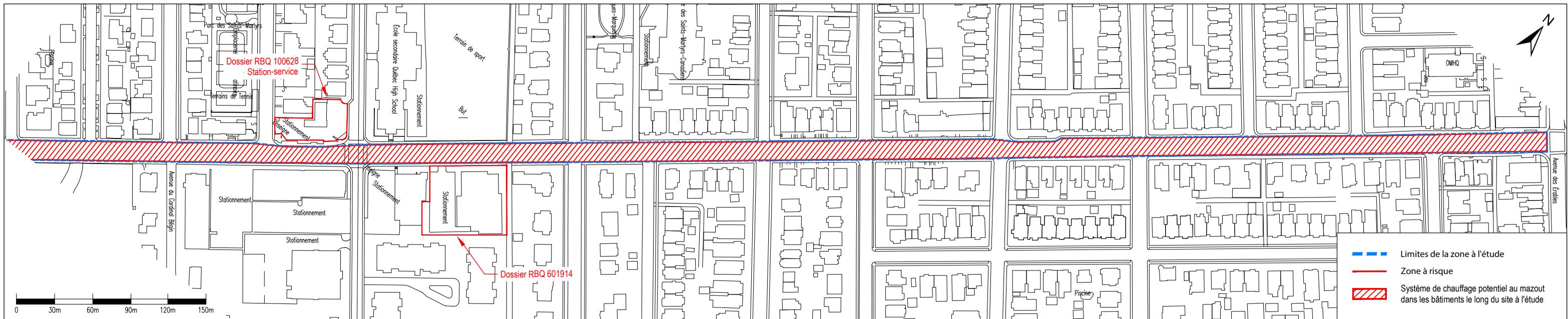
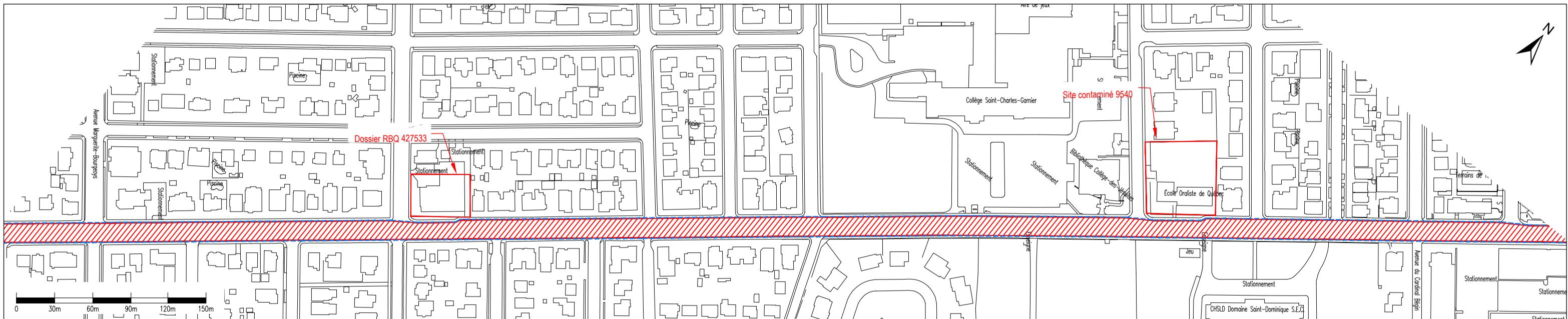
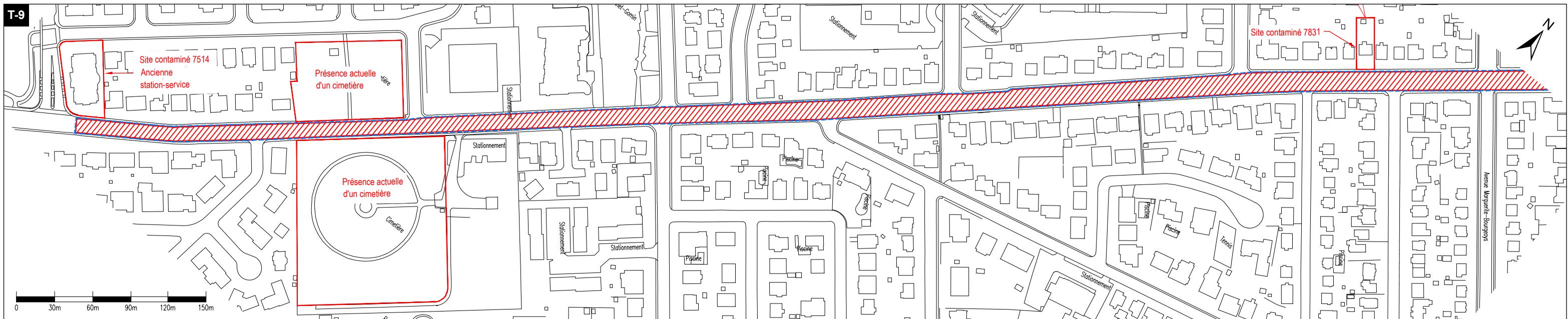
Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 5, Groupe ABS inc., janvier 2019

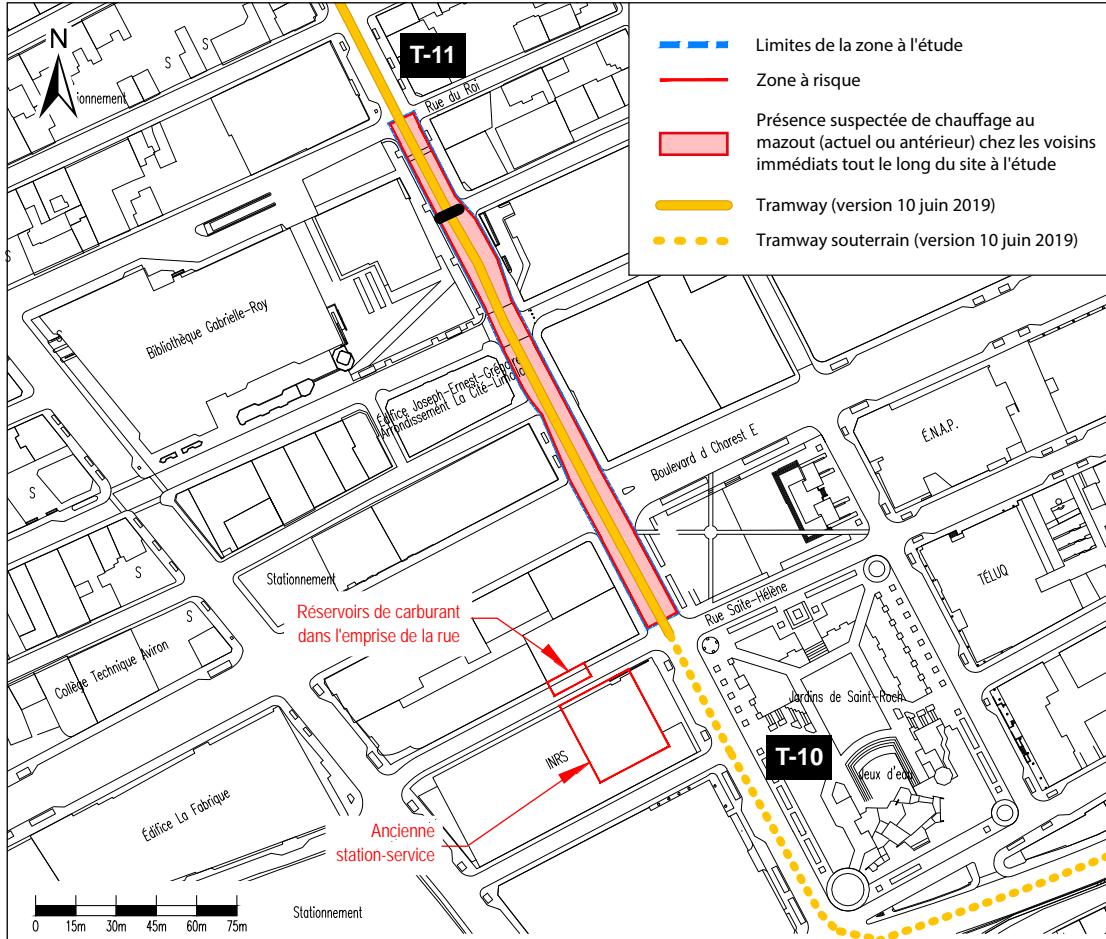


Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Projet de service rapide par bus sur le boulevard Laurier entre l'autoroute Robert-Bourassa et l'avenue Lavigerie, Groupe ABS inc., janvier 2016

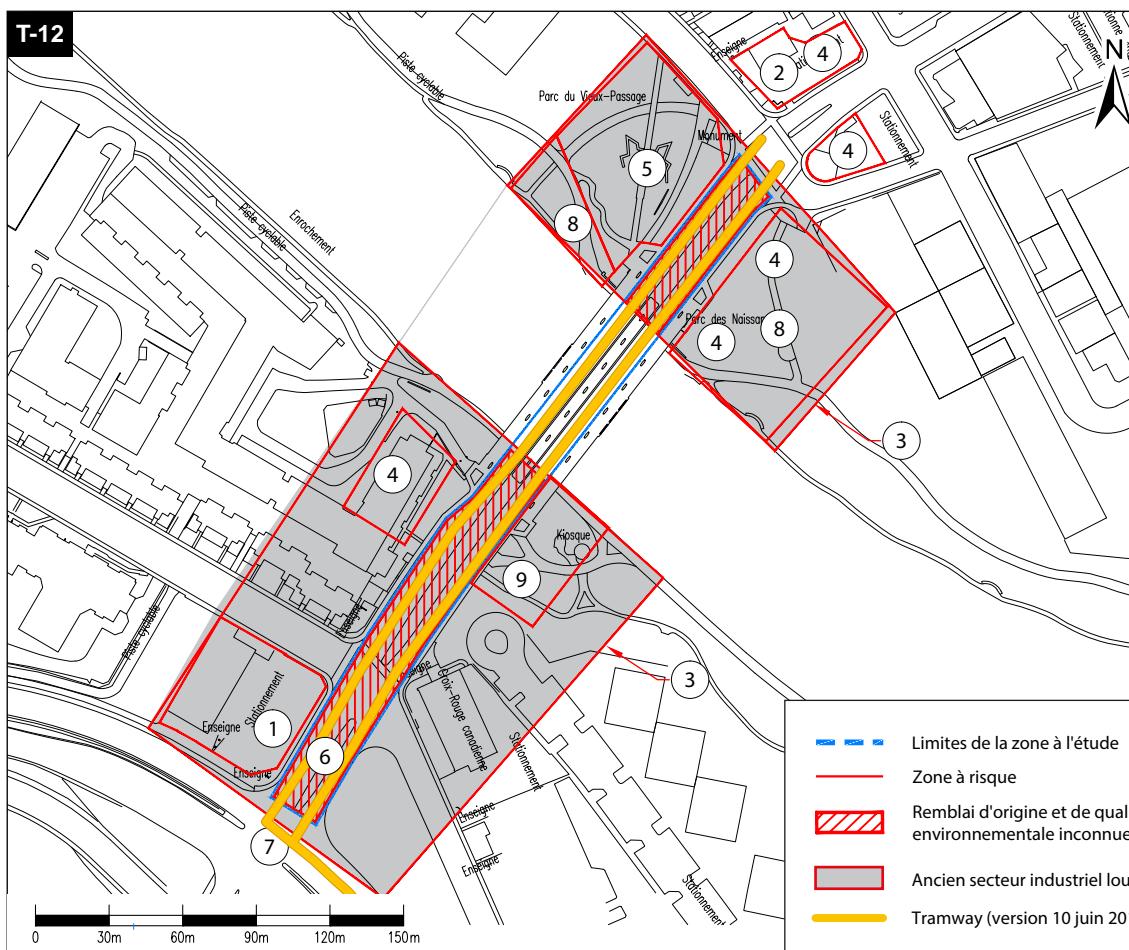
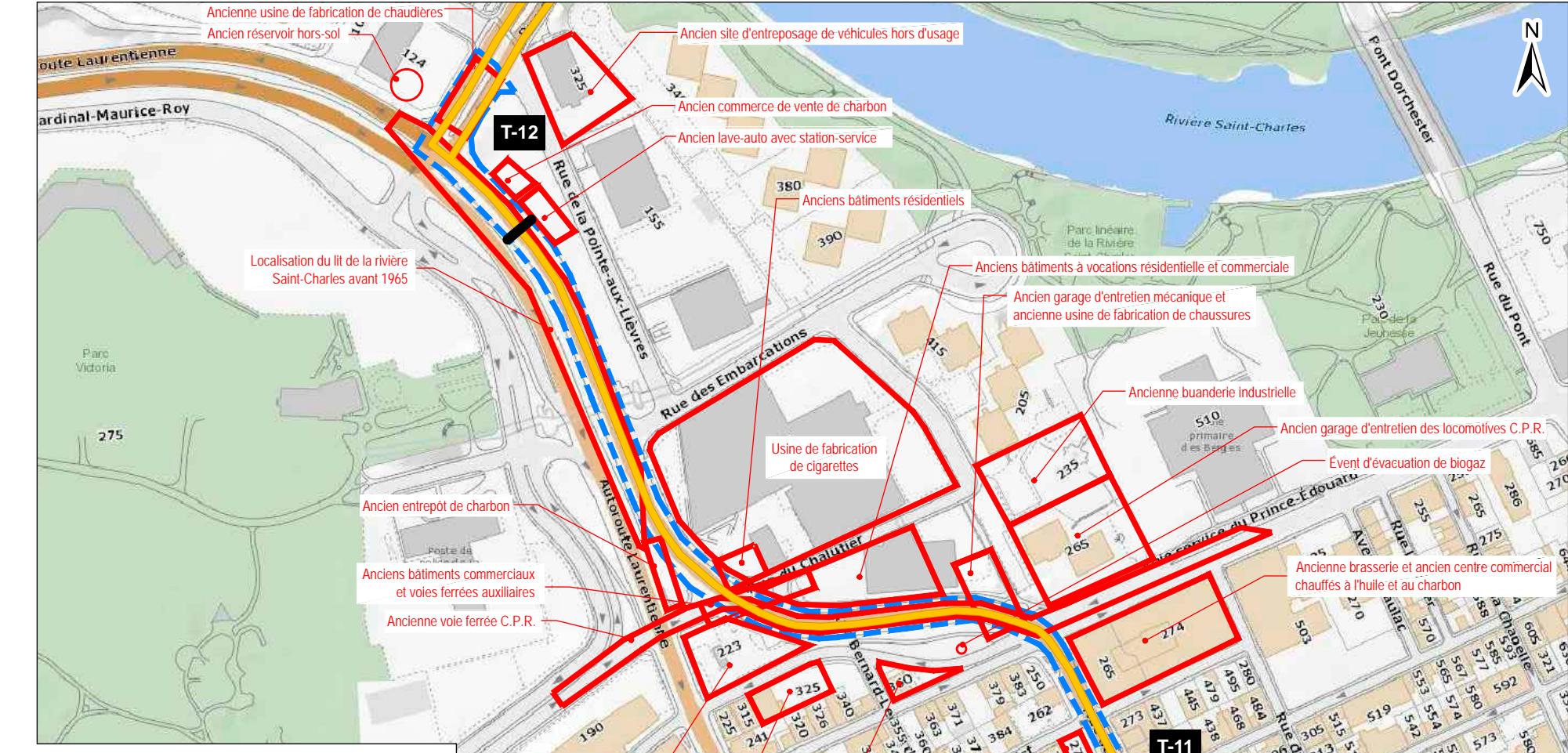


Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 8, Groupe ABS inc., janvier 2019

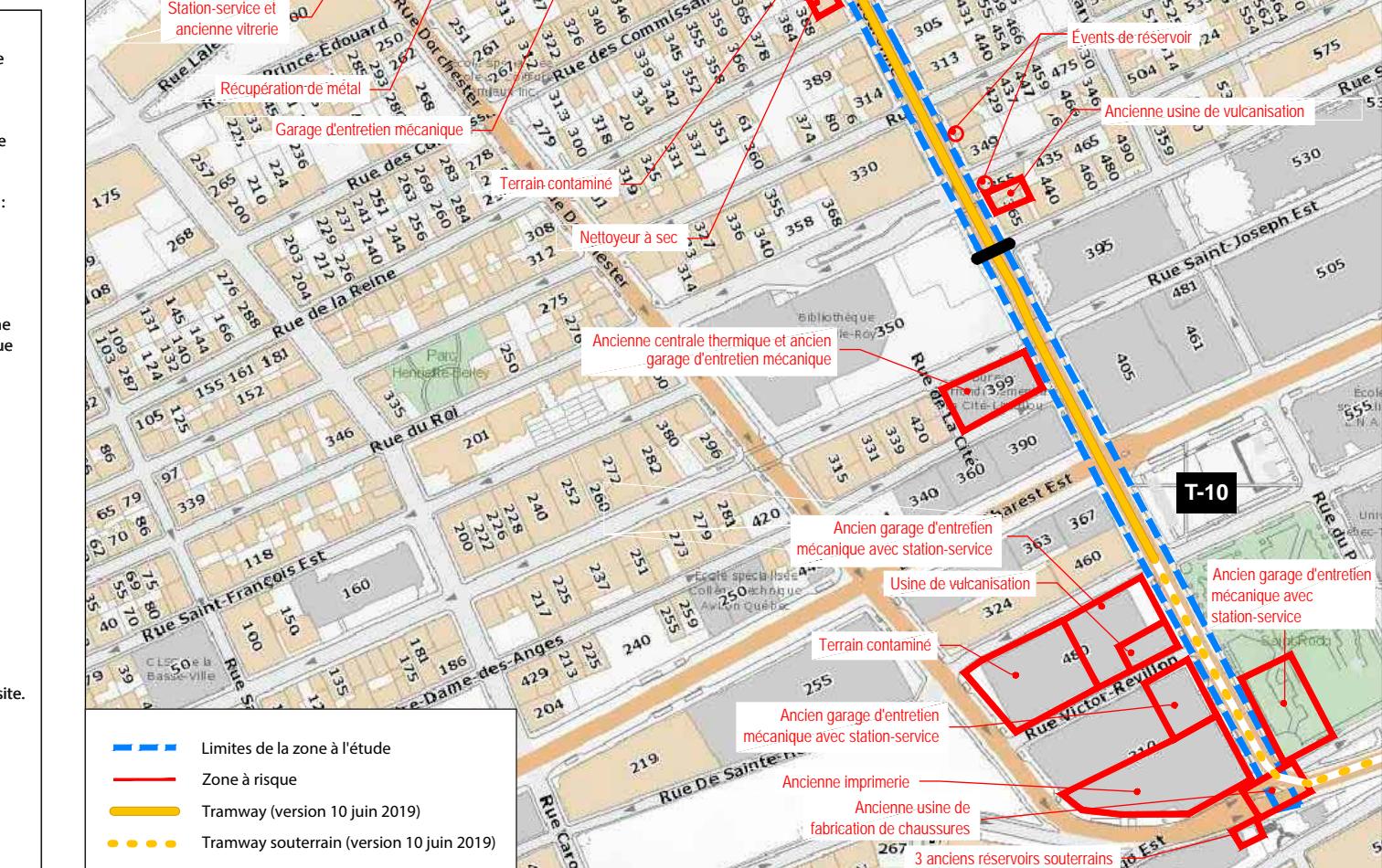




Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 10, Groupe ABS inc., février 2019



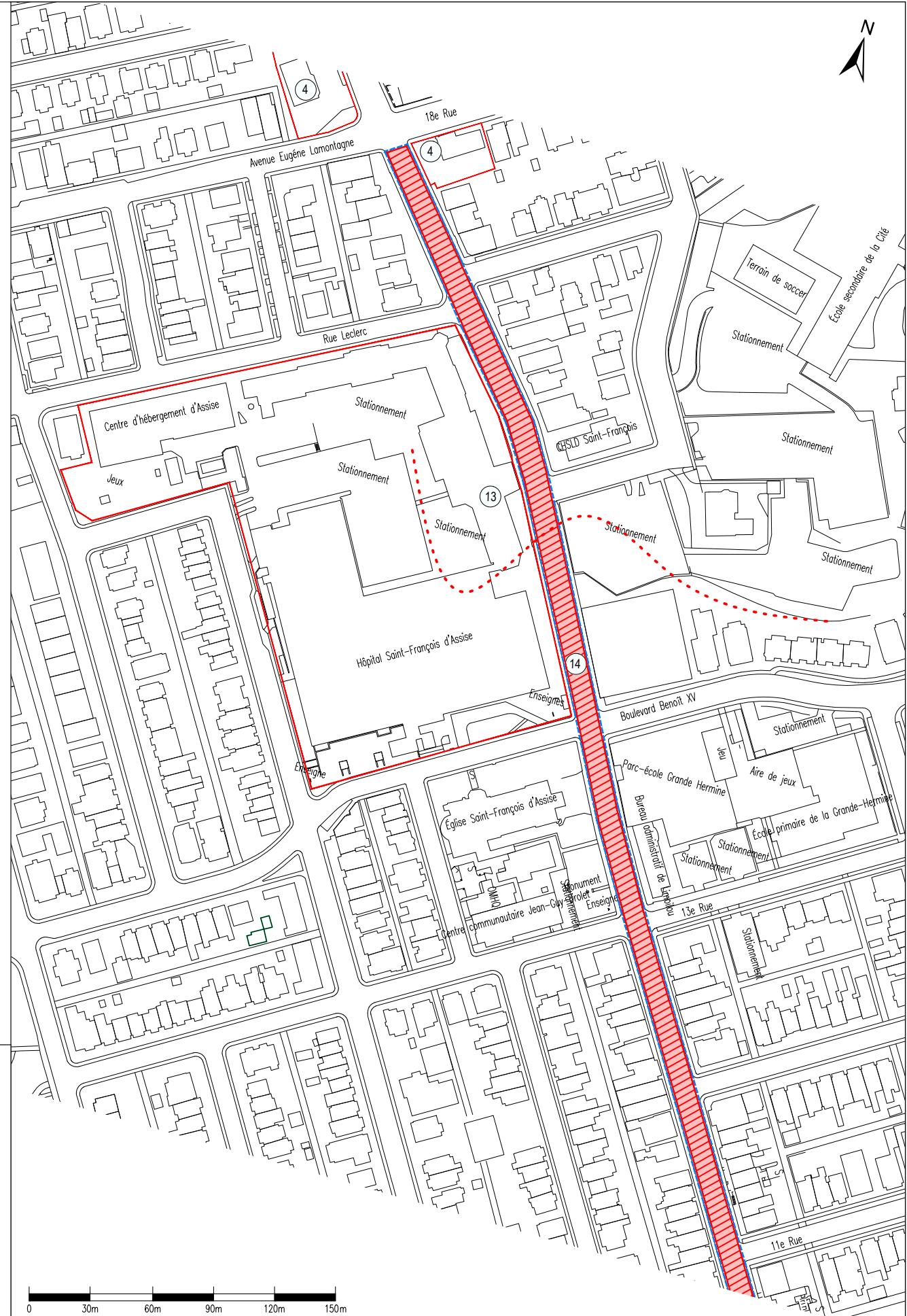
Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 12, Groupe ABS inc., janvier 2019

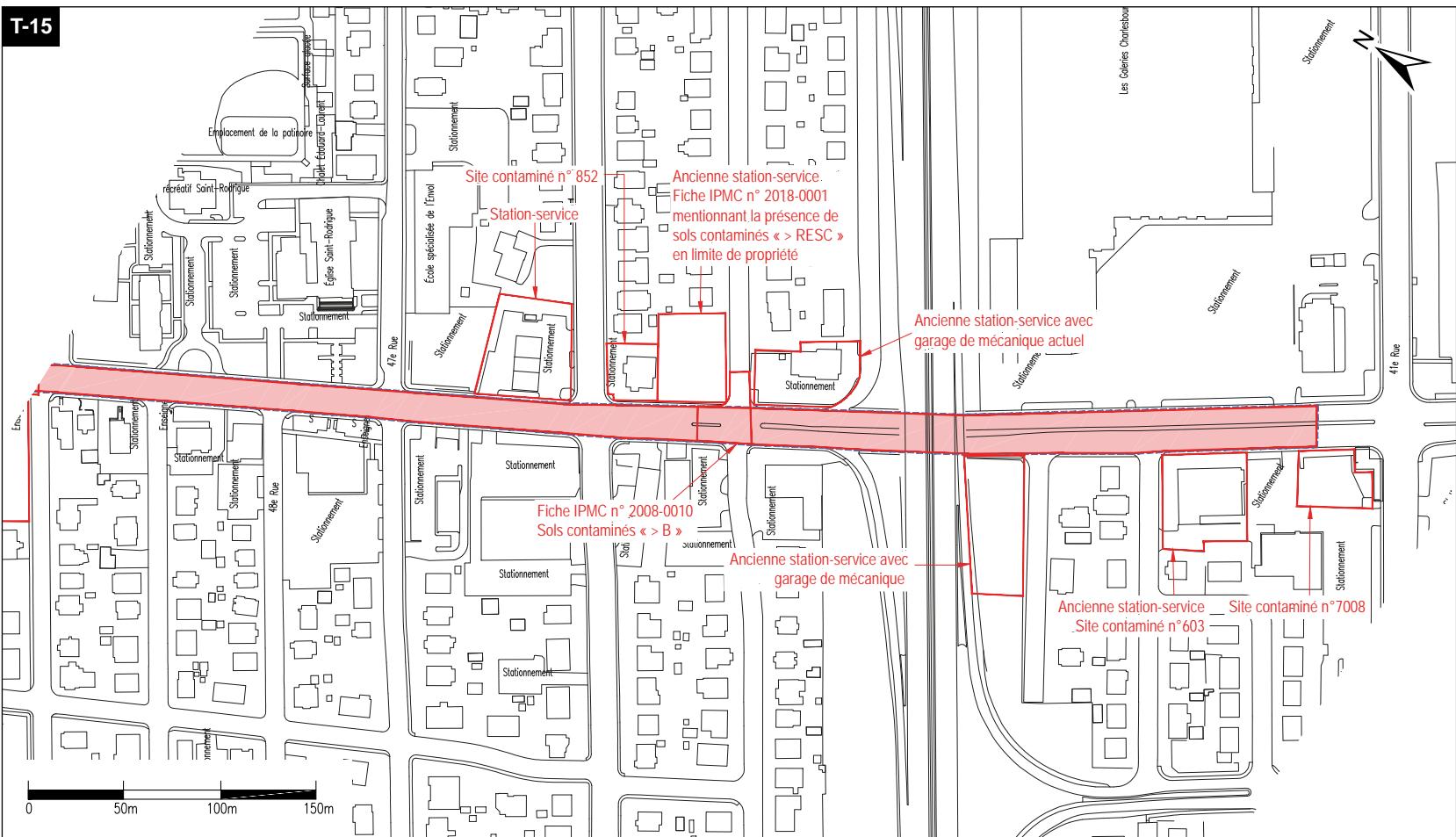
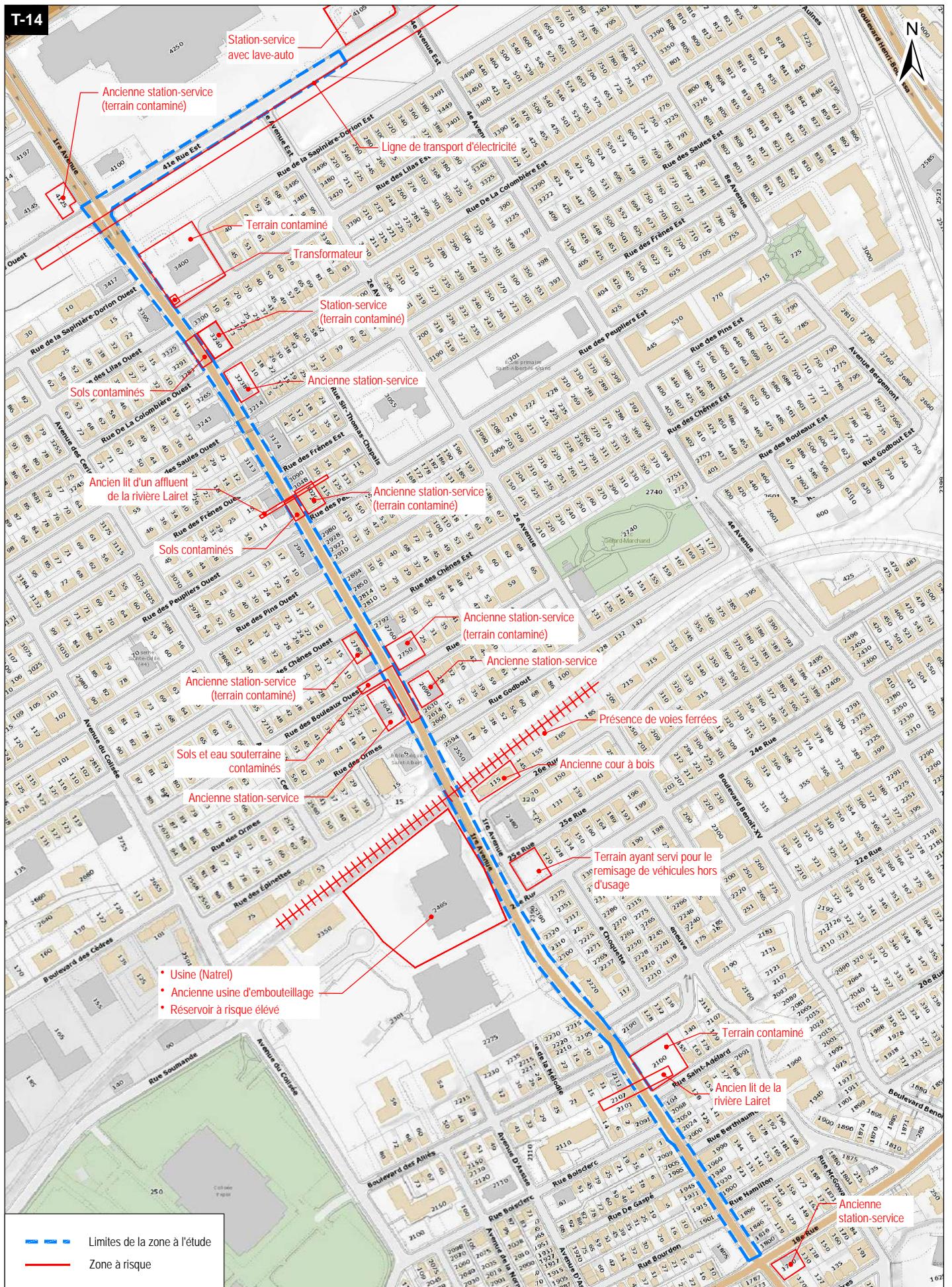


Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de service rapide par bus sur la rue de la Couronne entre la côte d'Abraham et la rue de la Croix-Rouge, Groupe ABS inc., février 2016

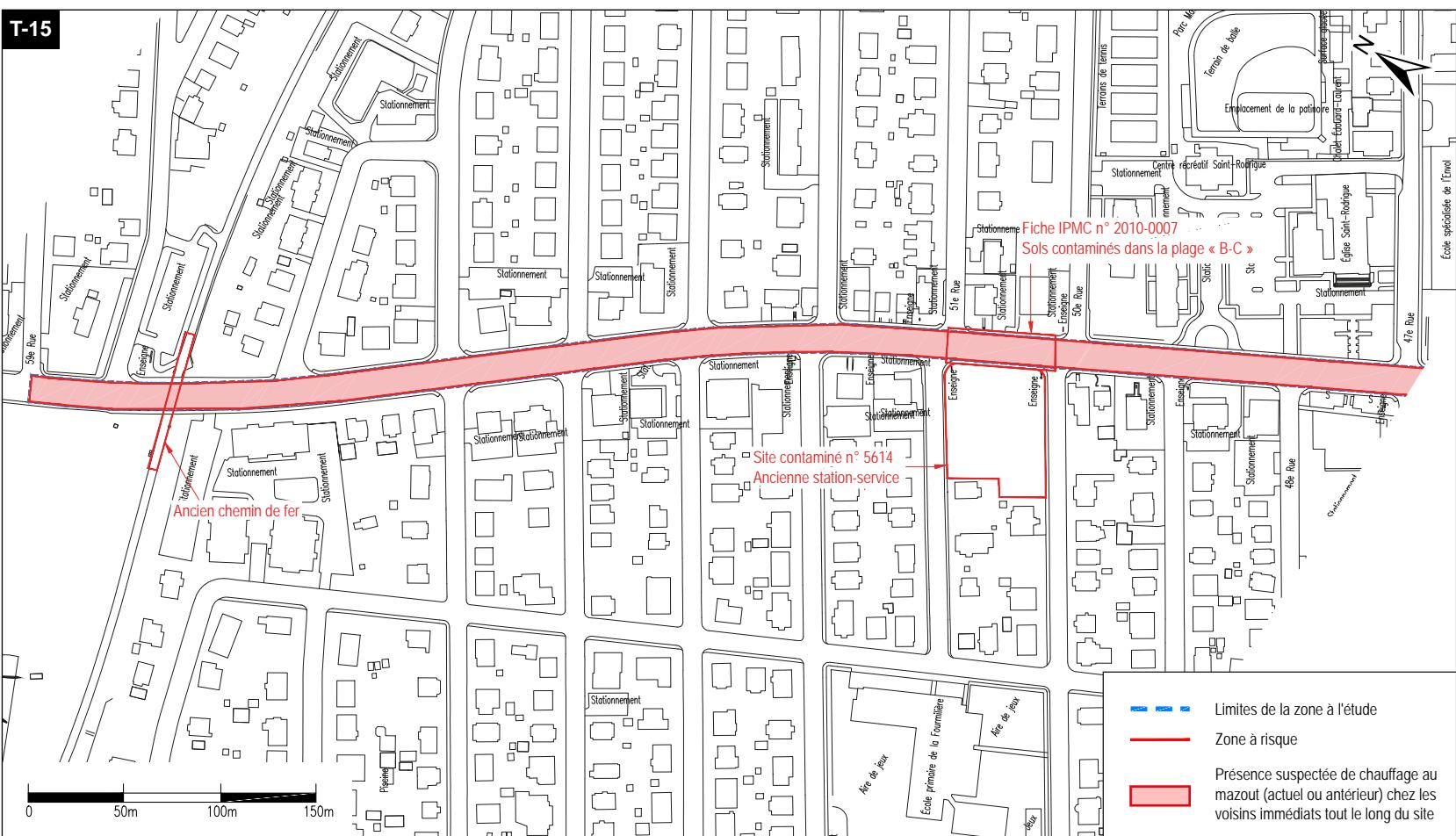


- Présence de garages de mécanique aux 410 et 600, 1re Avenue
 - Présence d'un ancien quartier industriel et commercial sur le côté ouest de la 1re Avenue entre la 4e Rue et la rue Jacques-Cartier
 - Présence de terrains contaminés listés au MELCC (dossiers 595, 606, 947, 977 et 11739)
 - Anciennes stations-services aux 755, 796, 1790 et 1805, 1re Avenue
 - Trois anciennes stations-services à l'intersection de la 1re Avenue et de la 4e Rue, soit au nord-est, au sud-est et au sud-ouest
 - Anciens garages de mécanique aux 500, 613 et 580, 1re Avenue
 - Ancienne cour à charbon au 675, 1re Avenue
 - Ancien garage de mécanique avec station-service aux 589 et 925, 1re Avenue
 - Ancienne station-service avec garage de mécanique actuel au 600, 1re Avenue
 - Anciens réservoirs de produits pétroliers et contamination des sols (BTEX et HAP « > B ») et de l'eau souterraine (BTEX et HP C10-C50 « > RESIE ») dans l'emprise la 7e Rue
 - Ancienne usine de vulcanisation au 545, 1re Avenue
 - Ancienne rivière entre les boulevards Benoit-XV et Cardinal-Villeneuve, aujourd'hui remblayée
 - Hôpital Saint-François-d'Assise avec sept réservoirs de produits pétroliers d'une capacité totale de 109 701 litres
 - Présence suspectée d'un remblai d'origine et de qualité environnementale inconnues sur l'ensemble du site à l'étude
 - Ancienne scierie au 445, 1re Avenue
 - Présence suspectée de chauffage de mazout (actuel ou antérieur) chez les voisins immédiats tout le long du site
- Limites de la zone à l'étude
- Zone à risque
- Remblai d'origine et de qualité environnementale inconnues
- Présence suspectée de chauffage au mazout (actuel ou antérieur) chez les voisins immédiats tout le long du tronçon
- Présence d'un ancien quartier industriel et commercial sur le côté ouest de la 1re Avenue entre la 4e Rue et la rue Jacques-Cartier
- Tracé approximatif de l'ancienne rivière remblayée

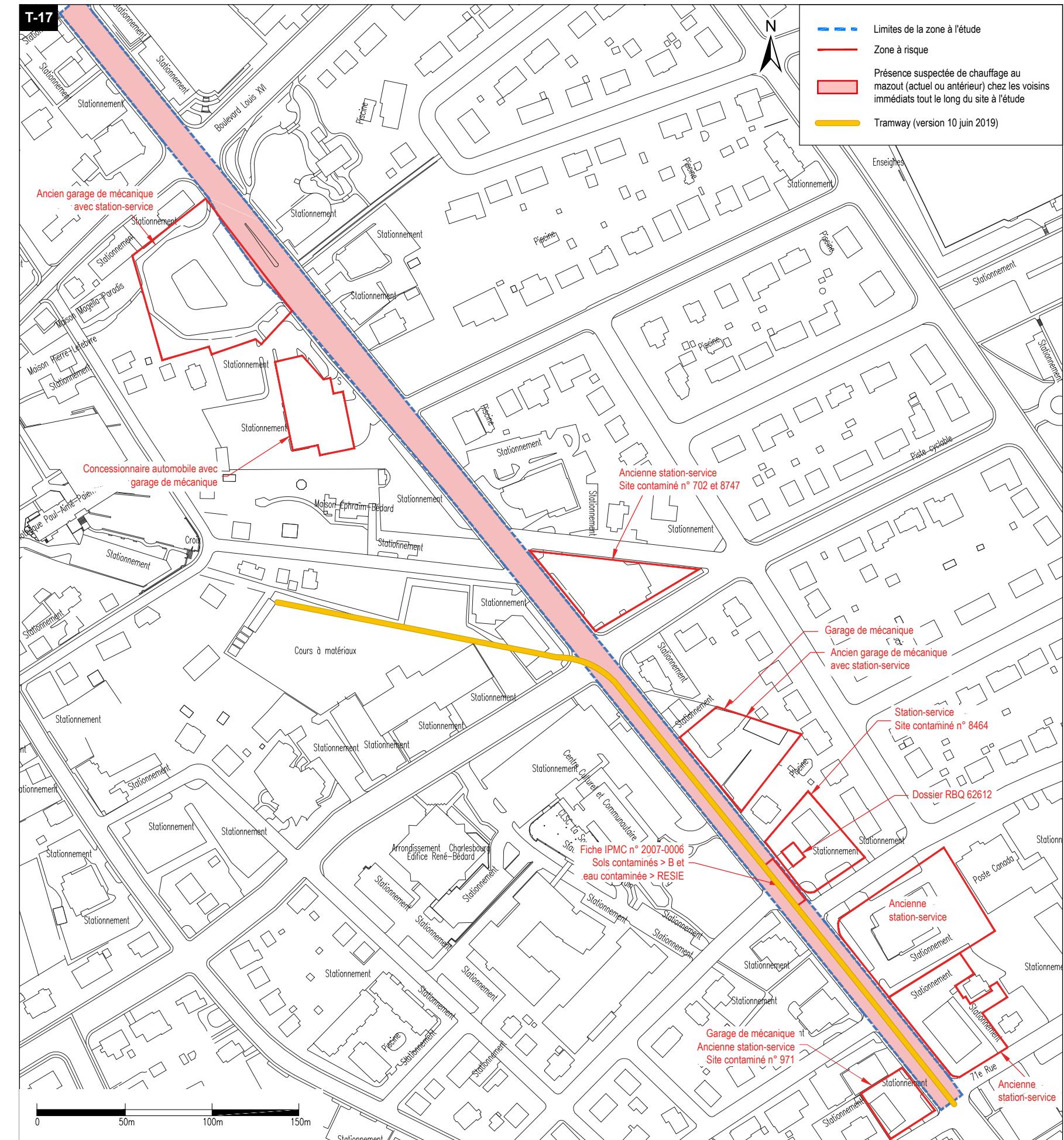
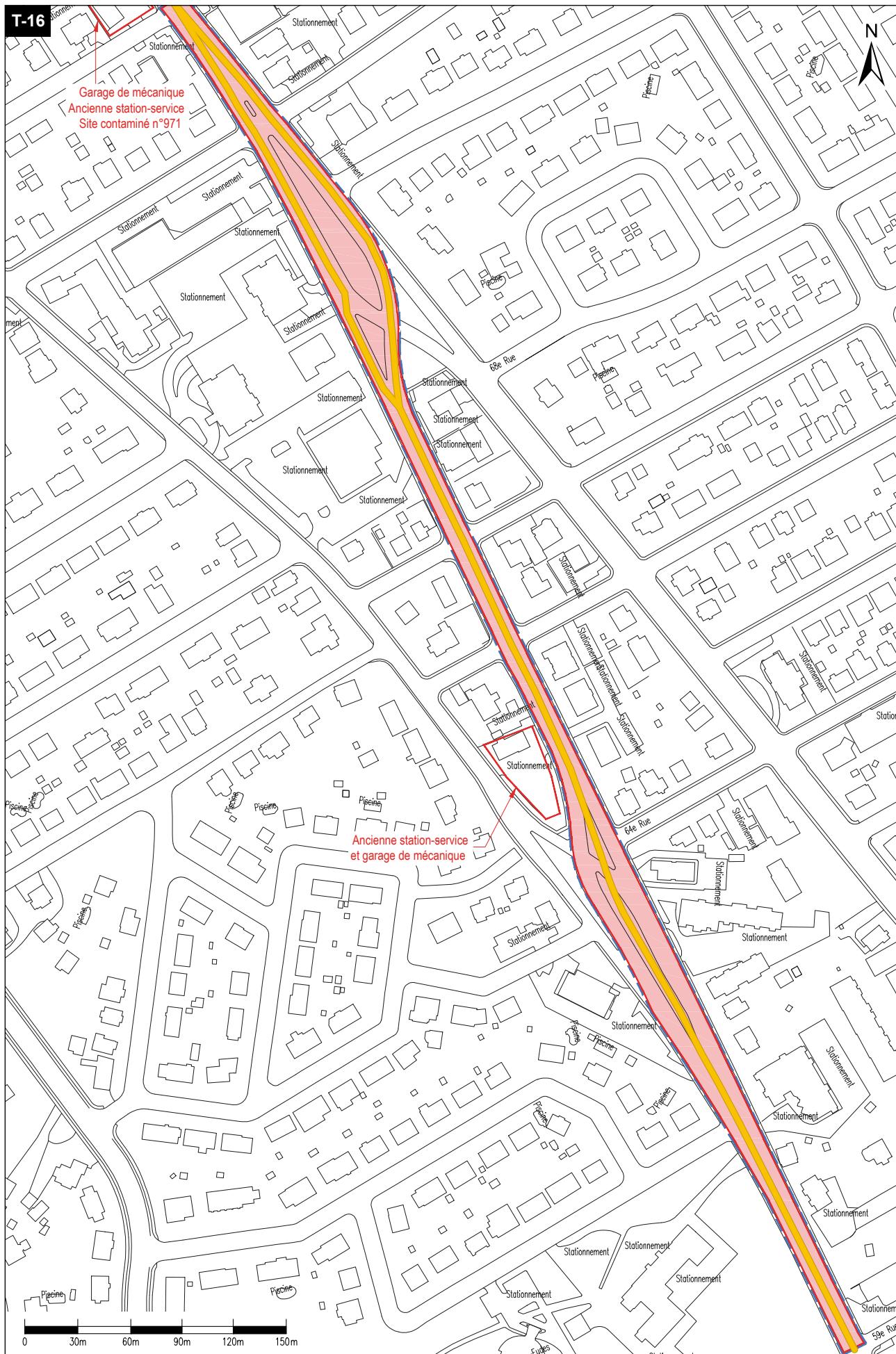




Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 15, Groupe ABS Inc., janvier 2019



Adapté de : Localisation des zones à risque, Évaluation environnementale de site - Phase I, Projet de Tramway - Tronçon 15, Groupe ABS Inc., janvier 2019



7.5.8 Hydrographie

La zone d'étude locale comprend quelques milieux hydriques, les principaux étant la rivière Saint-Charles qui croise la zone d'étude dans le secteur Est, au niveau du pont Drouin, ainsi que la rivière du Cap Rouge, située à l'extrémité ouest du secteur Ouest. Le tracé du tramway ne croise toutefois pas la rivière du Cap Rouge. Outre ces deux cours d'eau majeurs, un cours d'eau se situe dans la section Chaudière du secteur Ouest. Ce cours d'eau a été relevé lors des inventaires des milieux biophysiques effectués en 2019 à l'intérieur de la zone d'étude locale. Ces inventaires font l'objet d'une étude sectorielle intitulée « Inventaire écologique pour les aménagements projetés du réseau structurant de transport en commun » (Stantec, 2019). Le lecteur peut s'y référer pour plus de détails.

7.5.8.1 Secteur Ouest, section Chaudière

Dans la section Chaudière inventoriée par Stantec (2019), un cours d'eau permanent est localisé près de la limite sud du site d'inventaire, au nord du boulevard du Versant-Nord (CE1, localisé à la figure 7.136²⁹). Selon l'inventaire effectué dans le cadre de l'élaboration du plan de gestion des milieux naturels du secteur Chaudière (Ville de Québec, 2014b), ce cours d'eau s'étend dans le secteur boisé situé à l'ouest (secteur non inventorié par Stantec en 2019).

Mentionnons que dans le cadre de l'élaboration du plan de gestion des milieux naturels, plusieurs cours d'eau intermittents et plusieurs fossés de drainage ont été recensés dans les milieux humides et les boisés. L'aire inventoriée était alors délimitée par le périmètre formé par les autoroutes Duplessis et Félix-Leclerc, l'avenue Le Gendre et le boulevard du Versant-Nord (Ville de Québec, 2014b).

Tel que mentionné précédemment, une petite section de la rivière du Cap Rouge est incluse à l'intérieur de la zone d'étude locale, à l'extrémité ouest du secteur Ouest (figure 7.4). Un tributaire de la rivière du Cap Rouge, croisant l'autoroute Félix-Leclerc, touche également la zone d'étude locale.

7.5.8.2 Secteur Ouest, section Pie-XII

Plusieurs lits d'écoulement sont présents à l'intérieur de l'emprise d'Hydro-Québec, notamment en direction du secteur Chaudière, entre le boulevard du Versant Nord et l'avenue McCartney (en partie canalisé) et entre l'avenue McCartney et le chemin des Quatre-Bourgeois.

À la lumière de l'analyse de photographies aériennes historiques effectuée par Stantec (2019), il apparaît clair que les perturbations subies sur ce site ont été majeures. L'aménagement et l'entretien du corridor hydroélectrique, le développement résidentiel ainsi que l'implantation de conduites souterraines ont eu des impacts importants sur les écoulements de l'eau. Le petit lit d'écoulement d'aspect naturel qui a été détecté sur les photographies de 1963-1965, suite à l'abattage du boisé attenant au boulevard du Versant-Nord, a été presque canalisé. Les deux lits d'écoulement rectilignes qui ont été aménagés dans cette portion du site sont captés par une conduite pluviale. Il n'y a aucun lien hydrologique entre ces derniers et les cours d'eau présents dans le secteur Chaudière.

Pour ce qui concerne le reste des lits d'écoulement, ces derniers n'avaient pas été repérés sur la photographie de 1948 et semblent avoir été aménagés pour assurer le drainage de l'emprise hydroélectrique. Aucun de ces lits d'écoulement ne draine plus de 100 hectares. À noter que le lit d'écoulement localisé entre le chemin Sainte-Foy et l'avenue McCartney ne reçoit pas d'eau en amont de l'avenue McCartney et il est capté au niveau d'une conduite pluviale longeant la limite ouest de l'emprise hydroélectrique.

29. Cette figure qui localise plusieurs composantes du milieu biophysique inventoriés en 2019 est présentée dans la section relative à la végétation.

Enfin, pour ce qui a trait au lit d'écoulement localisé au sud de l'avenue McCartney, il est capté par une conduite sous l'infrastructure routière qui achemine l'eau vers l'ouest. À noter que l'inventaire biologique effectué par Stantec en 2019 recense un certain nombre de dépressions caractérisées comme étant des marais dans cette portion du site d'étude. Pour la majorité de ces milieux humides, des fossés ont été aménagés pour évacuer l'eau de ces dépressions humides, probablement dans un souci d'entretien de l'emprise hydroélectrique.

Cette analyse a été soumise au MELCC par la Ville de Québec. En conclusion, les lits d'écoulement présents dans l'emprise d'Hydro-Québec (section Pie-XII) sont en fait des fossés de drainage.

7.5.8.3 Secteur Est, section Pont Drouin : caractéristiques hydrographiques et hydrologiques de la rivière Saint-Charles

Le tracé du tramway enjambe la rivière Saint-Charles à la hauteur du pont Drouin, dans la section du même nom. Aussi, une description détaillée du cours inférieur de la rivière Saint-Charles est présentée dans les sections suivantes.

La description du milieu hydrologique est tirée du chapitre de la description du milieu physique du rapport préliminaire du SRB (Bureau d'étude SRB de Québec et Lévis, 2017), de Brodeur *et al.* (2009) et de Chassiot *et al.* (2018).

Le Québec compte treize régions hydrographiques regroupant chacune plusieurs bassins versants, établis sur la base des aires d'influence hydrologique. Le projet touche à une de ces régions hydrographiques, soit celle du Saint-Laurent nord-ouest (n° 05) du côté de Québec. La zone d'étude locale est presque entièrement située dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles. Seule la limite ouest de la section Chaudière dans le secteur Ouest déborde légèrement du sous-bassin versant.

La rivière Saint-Charles prend sa source dans le lac Saint-Charles, situé au nord de la ville de Québec, et s'écoule sur une distance d'environ 33 km avant de se jeter dans le fleuve Saint-Laurent. La rivière Saint-Charles est très méandreuse par endroits. Le drainage est qualifié de bon à mauvais, et même artificiel à plusieurs endroits. Le bassin de la rivière Saint-Charles est caractérisé par une forte urbanisation. De l'amont à l'aval, la rivière Saint-Charles est rejoints par plusieurs affluents, soit la rivière des Hurons (30 km en amont) qui se déverse dans le lac Saint-Charles (3,5 km²), la rivière Jaune (19,5 km), la rivière Nelson (30 km), la rivière Lorette (18 km), la rivière du Berger (18,2 km) avec sa petite rivière appelée rivière des Carrières et la rivière Lairet (0,3 km) (Brodeur *et al.*, 2009).

Le débit moyen de la rivière Saint-Charles est d'environ 7,9 m³/s. L'hydrologie de la rivière Saint-Charles est caractérisée par des débits élevés au printemps suivant la fonte des neiges et des étiages durant l'été, l'automne et l'hiver durant lequel la rivière gèle (Chassiot *et al.*, 2018). À son embouchure avec le fleuve, le lit de la rivière est défini par une zone de remblai sur près de 3 km.

La station hydrométrique no 050904 du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) mesure le débit de la rivière Saint-Charles à 0,8 km en amont de l'embouchure de la rivière Lorette. Sur la base des données historiques disponibles, soit de 1969 à 2018, c'est en janvier et février que les débits moyens journaliers de la rivière Saint-Charles sont les plus faibles (< 3 m³/s) (tableau 7.33). Les débits d'étiage estival (juillet à septembre) sont de l'ordre de 5 m³/s. Les mois d'avril et mai constituent les périodes où les débits journaliers sont en moyenne plus élevés (crue printanière), avec 24,97 et 18,14 m³/s respectivement. La crue automnale (octobre à novembre) démontre des débits moyens journaliers de l'ordre de 9 m³/s.

Tableau 7.33 Débits journaliers de la station hydrométrique n° 050904 de la rivière Saint-Charles - Valeurs moyennes mensuelles

Mois	Débit moyen journalier (m ³ /s)
Janvier	2,63
Février	2,56
Mars	4,74
Avril	24,97
Mai	18,14
Juin	6,38
Juillet	5,30
Août	4,24
Septembre	5,14
Octobre	9,05
Novembre	8,56
Décembre	5,40

Source : CEHQ.

En amont du barrage Joseph-Samson (ouvrage adjacent au boulevard Jean Lesage, à l'embouchure de la rivière Saint-Charles), la côte maximale admissible avant débordement est de 5 m environ. Le barrage permet actuellement de limiter le risque d'inondation par refoulement depuis le fleuve lors des grandes marées exceptionnelles. Toutefois, le risque d'inondation devient accru lorsqu'une crue survient simultanément à de grandes marées. En effet, pendant les grandes marées hautes, l'évacuation gravitaire ne devient plus possible durant quelques heures et des rehaussements importants peuvent survenir en amont du barrage (WSP, 2016). Historiquement, l'amplitude des marées était en moyenne de 4 m et avait un effet dans la rivière Saint-Charles sur une distance de 4 km, soit jusqu'au pont Marie-de-l'Incarnation (Brodeur *et al.*, 2009). La construction du barrage Joseph-Samson a radicalement modifié le régime d'écoulement de la rivière Saint-Charles. En plus d'empêcher la marée de pénétrer, la présence du barrage a causé une sédimentation accrue dans le lit de la rivière et la formation d'îlots de sable en amont (Brodeur *et al.*, 2009).

7.5.8.4 Conditions hydroclimatiques actuelles et futures

Les données de l'atlas hydroclimatique du Québec méridional (2018) ont été consultées pour la description des conditions hydroclimatiques actuelles et futures de la rivière Saint-Charles.

Pour les projections futures, cet atlas tient compte de deux types de scénarios, nommés RCP (*Representative Concentration Pathways*), comprenant un scénario dit optimiste (RCP4.5) et un scénario dit pessimiste (RCP8.5). Sur la base de différentes hypothèses concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir (période 2000-2100), chaque scénario RCP donne une variante jugée comme étant probable du climat, qui résultera du niveau d'émission qui est choisi comme hypothèse de travail. Au niveau climatique, plus la valeur du RCP est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Le tableau 7.34 résume les différentes valeurs médianes de différents types de débits (m³/s) pour les horizons 2030, 2050 et 2080, sur la base des scénarios RCP4.5 et RCP8.5.

En règle générale, les débits anticipés (sur la base de la médiane) indiquent des directions (augmentation ou diminution des débits) semblables entre les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 (tableau 7.34).

Tableau 7.34 Impact projeté des changements climatiques - valeurs médianes de différents types de débits (m³/s) pour les horizons 2030, 2050 et 2080, sur la base des scénarios RCP4.5 et RCP8.5

Type de débits	Référence (1971-2000)	Valeurs futures projetées RCP4.5				Valeurs futures projetées RCP8.5			
		Horizon 2030 (2021-2050)	Horizon 2050 (2041-2070)	Horizon 2080 (2071-2100)	Direction	Horizon 2030 (2021-2050)	Horizon 2050 (2041-2070)	Horizon 2080 (2071-2100)	Direction
Débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps	121	116	113	111	Absence de consensus	118	113	101	Diminution probable
Débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps	173	173	174	171	Absence de consensus	180	177	159	Absence de consensus
Débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 2 ans au printemps	66,7	62,8	60,4	59,0	Absence de consensus	63,4	59,0	52,1	Absence de consensus
Débit moyen sur 14 jours maximal annuel de récurrence de 20 ans au printemps	94,3	89,3	89,2	86,4	Diminution probable	91,9	89,3	79,2	Diminution probable
Débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans à l'été et à l'automne	100	109	109	111	Augmentation probable	109	111	113	Augmentation probable
Débit journalier maximal annuel de récurrence de 20 ans à l'été et à l'automne	159	182	179	187	Augmentation probable	180	187	197	Augmentation probable
Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 2 ans à l'hiver	2,53	3,18	3,48	3,74	Augmentation très probable	3,31	4,04	5,41	Augmentation très probable
Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'hiver	2,00	2,41	2,56	2,76	Augmentation très probable	2,45	2,87	3,83	Augmentation très probable
Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 2 ans à l'été	4,47	4,08	3,82	3,71	Diminution probable	4,05	3,64	2,80	Diminution probable
Débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 10 ans à l'été	4,09	3,43	3,18	3,06	Diminution probable	3,40	2,96	2,07	Diminution très probable
Débit moyen annuel	17,6	18,1	18,1	18,4	Augmentation probable	18,3	18,6	18,5	Augmentation probable
Débit moyen sur la période hiver–printemps	19,5	20,4	20,9	21,3	Augmentation probable	21,0	22,1	23,0	Augmentation très probable
Débit moyen sur la période été–automne	16,6	16,9	16,8	16,9	Absence de consensus	17,1	17,0	16,1	Absence de consensus

La période printanière démontre une absence de consensus pour plusieurs types de débits. Trois types de débits tendent à indiquer une diminution probable future, soit le débit moyen maximal annuel sur 14 jours de récurrence de 20 ans (RCP4.5 et RCP8.5) et le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans (RCP8.5).

En été et en automne combinés, les deux scénarios envisagés s'accordent pour indiquer que les débits subiront une augmentation probable (tableau 7.34), autant sur le débit journalier maximal annuel de récurrence de 2 ans, que de 20 ans.

Une situation similaire est notée en hiver où les deux scénarios envisagés indiquent une augmentation très probable sur le débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 2 ans et de 10 ans (tableau 7.34).

Uniquement pour l'été, les deux scénarios indiquent une tendance à la baisse des débits. Le débit moyen sur 7 jours minimal annuel de récurrence de 2 ans, et de 10 ans, indiquent une diminution probable. Seul le scénario RCP8.5 pour le débit de récurrence de 10 ans (sur 7 jours minimal annuel) indique une diminution très probable (tableau 7.34).

En résumé, le débit moyen annuel indique une augmentation probable, selon les deux scénarios, avec une hausse qui serait marquée pour les débits moyens de la période englobant l'hiver et le printemps. On observe une absence de consensus pour le débit moyen de la période englobant l'été et l'automne (tableau 7.34).

7.5.8.5 Qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles

En 1996, la Ville de Québec a mis sur pied la Commission pour la mise en valeur du projet de dépollution et de renaturalisation de la rivière Saint-Charles (Ville de Québec, 1996). Depuis 2002, 14 bassins de rétention pour contenir les débordements de certains émissaires ont été aménagés et des travaux de renaturalisation des berges du secteur compris entre le pont Marie-de-l'Incarnation et le barrage Joseph-Samson ont été effectués.

La Banque de données sur la qualité de l'eau du milieu aquatique (BQMA) du MELCC compte une station (n° 05090017) de suivi de la qualité de l'eau dans la zone d'étude, soit au pont Dorchester, à environ 500 m en aval du pont Drouin.

Le tableau 7.35 présente les statistiques descriptives globales de la qualité de l'eau (nutriments) de cette station. À titre informatif, les valeurs des paramètres de la BQMA au tableau 7.35 ont été comparées avec les plages de variation habituelles trouvées dans les rivières et petits cours d'eau du Québec (Hébert et Légaré, 2000). Les valeurs de ces plages de variation ne constituent pas des critères de qualité, mais procurent un aperçu comparatif global de la qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles avec l'eau des rivières du Québec en général.

Dans l'ensemble, à l'exception de la chlorophylle a totale et de la conductivité, la valeur moyenne de chacun des paramètres est présente à l'intérieur de la plage de variation habituelle des rivières et petits cours d'eau. La conductivité médiane de la rivière Saint-Charles est de 460 µS/cm à la hauteur du pont Dorchester, mais elle peut dépasser à l'occasion les 1 000 µS/cm. La plage de variation habituelle de la conductivité dans les rivières et les petits cours d'eau du Québec est de 20,0 à 339,0 µS/cm.

La qualité de l'eau de ce secteur est très variable au cours de l'année. Entre autres, les concentrations de matières en suspension et la turbidité varient entre 2,0 et 63,5 mg/l et entre 3,1 et 52 UTN, respectivement. Les teneurs en coliformes fécaux varient également, allant de 64 à 6000 UFC/100 ml. Les teneurs en coliformes fécaux excèdent les critères de qualité de l'eau du MELCC pour des activités récréatives à contact direct (200 UFC/100 ml) et indirect (1000 UFC/100 ml) pour 83 % et 22 % des mesures respectivement.

Tableau 7.35 Statistiques descriptives extraites de la BQMA relatives à la physicochimie des eaux de surface à la station 05090017 entre 2014 et 2018

Paramètre	Unité	N	Moyenne	Écart	Minimum	Médiane	Maximum	Plage de variation habituelle ¹
Azote ammoniacal	mg/l	60	0,08	0,07	0,01	0,05	0,37	0,02 à 0,36 mg/l
Azote total	mg/l	60	0,63	0,22	0,25	0,56	1,30	0,19 à 2,4 mg/l
Carbone organique dissous	mg/l	59	4,4	1,8	2,7	4,3	16,6	2,3 à 11,2 mg/l
Chlorophylle a active	µg/l	30	4,38	3,54	1,40	3,51	18,90	-
Chlorophylle a totale	µg/l	30	6,49	4,72	1,98	5,39	25,82	0,25 à 6,43 µg/l
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	60	869	1242	64	370	6000	0 à 6000 UFC/100 ml
Conductivité	µs/cm	60	503,5	297,1	130,0	460,0	1800,0	20,0 à 339,0 µS/cm
Nitrates et nitrites	mg/l	60	0,40	0,13	0,13	0,36	0,80	< 0,02 à 1,09 mg/l N
H	pH	60	7,7	-	7,4	7,7	8,1	6,3 à 8,3
Phosphore dissous persulfate	mg/l	33	0,003	0,003	0,001	0,001	0,012	< 0,010 à 0,160 mg/l P
Phosphore total	mg/l	60	0,021	0,019	0,001	0,014	0,081	< 0,014 à 0,274 mg/l P
Phéophytine a	µg/l	30	2,12	1,26	0,46	1,95	6,92	-
Solides en suspension	mg/l	60	12,9	13,7	2,0	7,0	63,5	< 2 à 53 mg/l
Température	°C	57	8,5	8,4	0,0	7,4	24,7	-
Turbidité	UTN	60	10,4	10,0	3,1	6,4	52,0	0,6 à 26,0 UTN

1. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau (Hébert et Légaré, 2000).

Source : BQMA.

L'indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP₆) de l'eau a été calculé à la station à la hauteur du pont Dorchester pour la période de 1995 à 2017. L'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP₆) sert à évaluer la qualité générale de l'eau. Cet indice est basé sur des descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau et intègre les six variables suivantes : le phosphore total, les coliformes fécaux, les matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates et la chlorophylle a totale (chlorophylle a et phéopigments). La qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles à la hauteur du pont Dorchester était généralement mauvaise de 1995 à 2017. On observe toutefois une tendance à l'amélioration depuis 2009, soit après la renaturalisation des berges de la rivière Saint-Charles. En effet, les eaux étaient de mauvaise ou très mauvaise qualité de 1995 à 2008 alors que la qualité des eaux de 2009 à 2017 variait de « douteuse » à « satisfaisante ». Les concentrations élevées de coliformes fécaux constituent le principal facteur de pollution de l'eau observé à cette station d'échantillonnage, sur une longue échelle temporelle. Des niveaux élevés de matières en suspension et de chlorophylle a ont également été notés périodiquement.

Charge sédimentaire

Une évaluation des matières en suspension dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles a été réalisée par Cloutier *et al.* (2018a) en septembre et octobre 2017. Au cours de cette étude, la turbidité a été enregistrée à différents endroits, dont quatre dans la rivière Saint-Charles : à la jonction avec la rivière Lorette, en amont de la rue Marie-de-l'Incarnation, en amont du barrage et en aval du barrage Joseph-Samson. Les données brutes de turbidité enregistrées en UTN ont été converties en concentrations de matières en suspension par Cloutier *et al.* (2018a) (MES; mg/L).

Les résultats obtenus à la station jonction des rivières Lorette et Saint-Charles montrent que la quantité de MES à cette station a varié de 0,01 à 4 689,5 mg/l pendant la période de mesures (MESmoy = 115,4 mg/L). La réponse du cours d'eau aux précipitations entraîne le transport des sédiments en suspension en provenance majoritairement de la Lorette. La turbidité de l'eau hors des épisodes de pluie est naturellement élevée (≈ 70 mg/l) (Cloutier *et al.*, 2018a).

Les données enregistrées en amont de la station Marie-de-l'Incarnation étaient comprises entre 0,01 et 1 892,5 mg/l pendant la période de mesures (MESmoy = 126,3 mg/L). La turbidité et la quantité de MES demeurent élevées à la fin de la période de mesures, suggérant un apport constant de sédiments et l'absence de sédimentation à cet endroit (Cloutier *et al.*, 2018a). La turbidité ou quantité de MES augmente à ≈ 80 mg/l et diminue ensuite sur un cycle de près de 12 heures environ. Ce résultat suggère soit un apport ou simplement une remise en suspension lors des marées hautes (Cloutier *et al.*, 2018a).

Les données enregistrées en amont du barrage Joseph-Samson indiquent des quantités de MES à cette station variant de 0 à 3 598,7 mg/l pendant la période de mesures (MESmoy = 88,9 mg/L). L'effet des précipitations sur le transport sédimentaire à cette station est faible. La dynamique sédimentaire à cet endroit est plutôt liée à la marée. En vive-eau surtout, chaque marée qui pénètre et ressort par le barrage favorise la resuspension des sédiments. Une portion des sédiments est redéposée lors de l'étalement de marée (haute et basse) (Cloutier *et al.*, 2018a).

En regard des analyses réalisées par Cloutier *et al.* (2018a), il apparaît que la partie inférieure du bassin versant représente plutôt une zone de sédimentation, notamment la partie amont du barrage Joseph-Samson.

La charge sédimentaire en suspension dans la colonne d'eau de la rivière Saint-Charles provient principalement de l'érosion du substrat rocheux, des formations quarténaires et des berges. De plus, la dégradation forestière, les rejets urbains et industriels et la pollution atmosphérique peuvent contribuer significativement à cette charge sédimentaire (CBRSC, 2009 dans Cloutier *et al.*, 2018a) (figure 7.133).

7.5.8.6 Nature et qualité des sédiments de la rivière Saint-Charles

Cette section présente certains résultats des travaux effectués entre 2016 et 2018 sur les contaminants d'origine organiques et métalliques présents au sein des sédiments de la rivière Saint-Charles à l'amont du barrage Joseph-Samson (Chassiot *et al.*, 2018).

Le substrat de la partie amont de la rivière, entre le lac Saint-Charles et la jonction de la rivière Saint-Charles avec la rivière du Berger, est de nature sableuse, voire graveleuse. En aval, entre la rivière du Berger et le fleuve Saint-Laurent, on observe des échantillons avec une fraction silteuse dominante. De l'amont à l'aval, une disparition progressive des grains grossiers est observée, qui reflète la dynamique hydrologique de la rivière dont le débit diminue vers l'aval (Chassiot *et al.*, 2018).

La distribution spatiale des polluants métalliques indique une répartition entre sédiments peu contaminés à l'amont du drain urbain situé légèrement en aval du pont de la rue Marie-de-l'Incarnation et ceux fortement contaminés à l'aval de ce même point. Les niveaux inférieurs des sédiments présentent régulièrement des teneurs particulièrement élevées en métaux. Les valeurs moyennes pour chaque métal permettent de les classer dans l'ordre suivant : Mn > Zn >> Pb > V > Cr > Cu > Ni > Co > Sn > As > Ag > Mo > Cd >> Hg (Chassiot *et al.*, 2018).

Les tendances observées pour les métaux se reproduisent aussi pour les polluants d'origine organiques, à travers les composés C₁₀-C₅₀, le benzo(a)anthracène, le benzo(a)pyrène et la somme de 16 HAPs (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques).

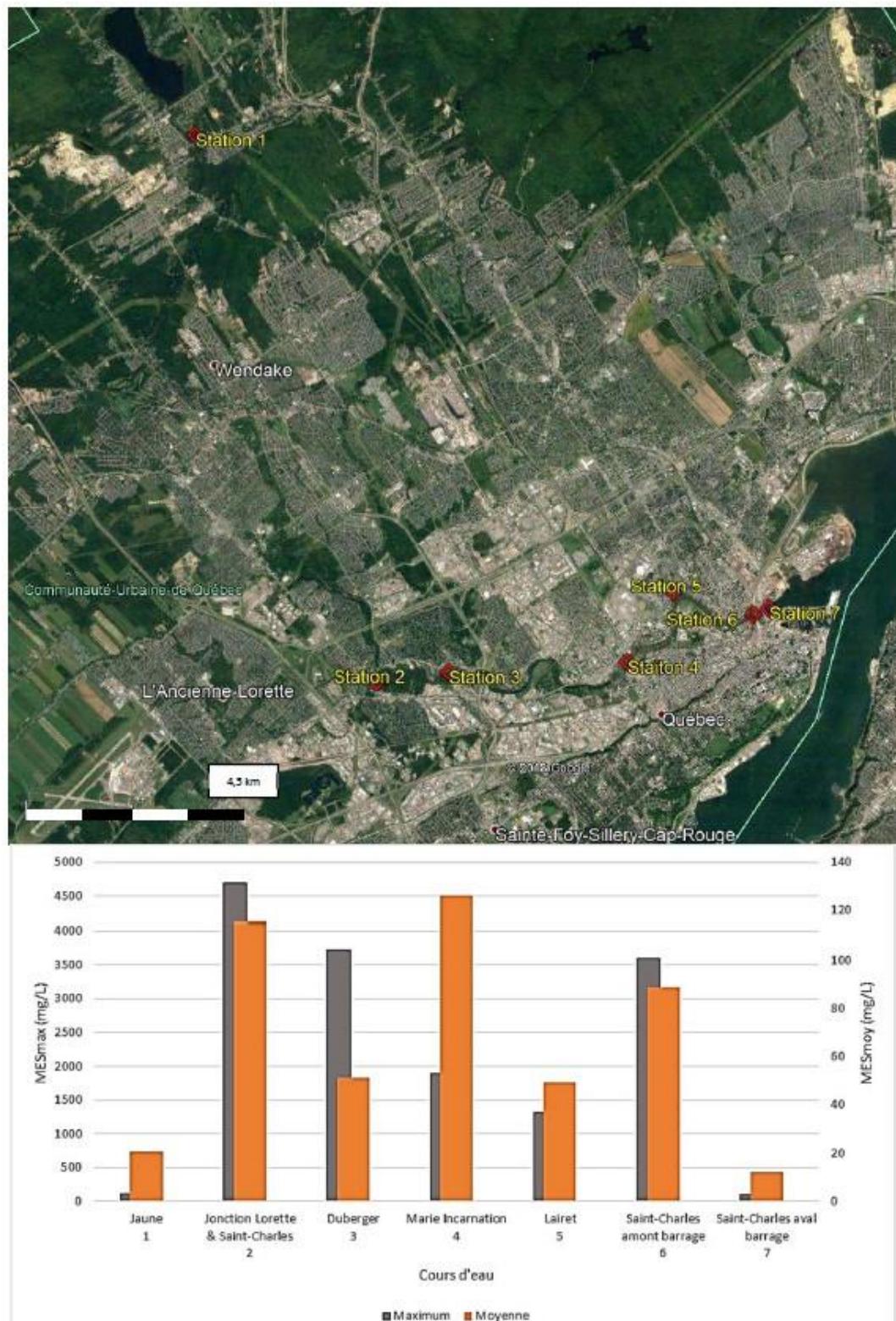


Figure 7.133 Quantités moyennes et maximales de MES mesurées à chaque station sur le bassin versant de la rivière Saint-Charles, automne 2017 (Cloutier et al., 2018a)

La synthèse de l'ensemble des analyses présentées dans Chassiot *et al.* (2018) montre des sédiments ne dépassant généralement pas les critères relativement au cobalt (Co), au molybdène (Mo), et au vanadium (V). Un enrichissement mineur ou un léger dépassement des critères apparaît concernant l'arsenic (As), le manganèse (Mn), et le nickel (Ni). Cette pollution est localement accentuée pour le cadmium (Cd) ou le zinc (Zn), ou encore le mercure (Hg) et l'étain (Sn). Des dépassements des critères plus importants sont enregistrés pour le plomb (Pb) et le chrome (Cr) et deviennent récurrents voire extrêmement sévères concernant l'argent (Ag) et le cuivre (Cu) (Chassiot *et al.*, 2018).

En ce qui concerne les HAPs, les valeurs excèdent régulièrement les seuils de toxicité, principalement pour les couches sédimentaires riches en matière organique, généralement confinées dans les niveaux inférieurs dans le secteur aval de la rivière. Cette tendance se retrouve également pour les composés C₁₀-C₅₀ (Chassiot *et al.*, 2018).

7.5.8.7 Régime des glaces dans le bassin versant inférieur de la rivière Saint-Charles

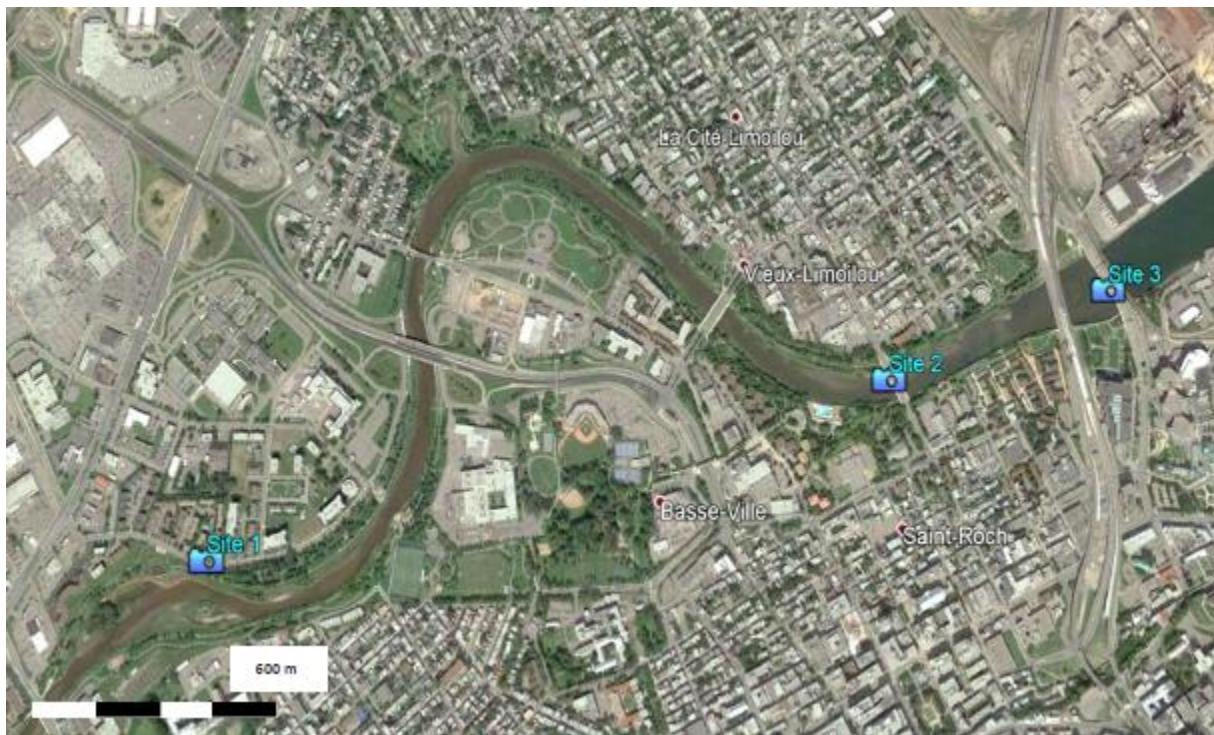
Cette section présente la description de l'évolution du couvert de glace dans le bassin versant inférieur de la rivière Saint-Charles effectuée par Cloutier *et al.*, (2018b).

Les embâcles hivernaux sur la rivière Saint-Charles sont des événements peu fréquents, mais lorsqu'ils surviennent, ils peuvent être potentiellement dévastateurs. Depuis 2000, on comptabilise quatre embâcles sur un tronçon de la rivière de près de 1 km de long (notamment près de l'endroit où l'autoroute Félix-Leclerc enjambe la rivière, à l'endroit où la Lorette se jette dans la rivière Saint-Charles et sous le pont du boulevard Père-Lelièvre). Il semble que la rivière Saint-Charles, du moins dans cette partie de la rivière, soit une zone propice aux embâcles (Cloutier *et al.*, 2018b).

Outre la formation d'embâcles, la glace peut entraîner l'érosion des berges et du lit d'un cours d'eau, le transport des sédiments, etc. En plus de représenter une menace pour l'intégrité des personnes, ils occasionnent des dépenses importantes et récurrentes pour les pouvoirs publics à tous les niveaux en plus d'handicaper lourdement la valeur marchande des propriétés affectées (Cloutier *et al.*, 2018b).

Les conditions hivernales favorisant la formation d'embâcles sont difficiles à prédire. Afin de mieux documenter la formation d'embâcles, Cloutier *et al.* (2018b) ont installé des caméras fixes avec prise d'images automatiques à trois emplacements différents dans la partie inférieure de la rivière Saint-Charles, à proximité du pont Drouin, au cours de l'hiver 2016-2017. Aucun embâcle n'est cependant survenu sur la rivière Saint-Charles au cours de cet hiver.

Les emplacements sont localisés sur la photo 7.1.



Site 1 : près du 872 rue Bourdages.

Site 2 : pont Dorchester.

Site 3 : boulevard Jean-Lesage.

Photo 7.1 Emplacement des caméras de surveillance des glaces dans la rivière Saint-Charles

L'analyse des images a montré qu'à l'hiver 2016-2017, la formation de la glace sur la rivière Saint-Charles s'est faite de façon similaire aux trois sites d'étude. À l'exception de nappes de glace de frasil visibles aux sites 2 et 3, l'englacement devient définitif et la glace de rive progresse vers le centre du chenal. Les précipitations neigeuses, de même que la marée qui pénètre dans la rivière jusqu'au site 1, contribuent sans doute à la croissance graduelle du couvert de glace à mesure que le froid s'intensifie (Cloutier *et al.*, 2018b).

Les épisodes de redoux, fréquents de décembre 2016 à mars 2017, se sont traduits par la percolation de l'eau à travers le couvert de glace et de neige (fonte partielle). Aux sites 1 et 2, les fractures dans la glace étaient longitudinales alors qu'au site 1, l'eau a pénétré le couvert de glace par une brèche transversale. Cette différence est possiblement causée par la forme du lit de la rivière en amont du barrage (accumulation de sable) et la remontée de la marée. Cette infiltration d'eau dans le couvert de glace contribue possiblement à affaiblir la matrice de glace. La fonte du couvert de glace s'est effectuée en quelques jours. Le passage de blocs de glace flottante en provenance de l'amont (en amont du site 1) indique que de gros morceaux de glace sont susceptibles de se former lors de la fonte et/ou d'un redoux et contribuer à la formation d'embâcles (Cloutier *et al.*, 2018b).

Bien qu'il soit évident que l'étude des conditions favorisant la formation d'embâcles nécessite l'occurrence de ces événements, l'étude de l'évolution du couvert de glace, de l'effet de la marée sur ce dernier, de même que la présence de bancs de sable, même en l'absence d'embâcles, contribue néanmoins à documenter la dynamique des glaces.

Cloutier *et al.* (2018b) mentionnent qu'il va de soi que d'autres éléments tels la morphologie du cours d'eau, la présence de structures pouvant contribuer au rétrécissement d'un cours d'eau peuvent être des facteurs d'embâcle à considérer dans toute étude future.

7.6 Milieu biologique

7.6.1 Portrait général

Tel que déjà mentionné, il est important de mettre en perspective que le tramway sera construit dans les rues existantes et les terrains non construits sur 85 % de son tracé. Les autres sections à construire hors des rues existantes traversent un corridor de transport d'énergie (ligne à 735 kV) et des milieux plus naturels correspondant à des parcs, quelques boisés et des milieux humides et hydriques.

À l'échelle des grands secteurs et sections du tracé (figure 7.4), selon le Répertoire des milieux naturels d'intérêt (Ville de Québec, 2014a), ces milieux sont le parc linéaire de la rivière Saint-Charles (secteur Est, section Pont Drouin), les boisés du campus de l'Université Laval (secteur Centre, section Université Laval) et la Mosaïque naturelle du secteur Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière).

Afin de compléter les connaissances sur les milieux biologiques, des inventaires des communautés végétales terrestres, des communautés végétales humides, des cours d'eau, des fossés, de la flore à statut et des espèces floristiques envahissantes, de la faune aviaire et des couleuvres ont été menés entre mai et juillet 2019 sur quatre sites d'inventaire (figure 7.134) :

- site Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière) : le site d'inventaire couvre les milieux naturels potentiellement touchés par le projet et totalise 27,1 ha;
- site Pie-XII (secteur Ouest, section Pie-XII) : le site d'inventaire couvre une emprise d'Hydro-Québec localisée entre le chemin des Quatre-Bourgeois et le boulevard du versant Nord;
- site du Pont Drouin (secteur Est, section Pont Drouin) : le site d'inventaire du Pont Drouin couvre 60 m de part et d'autre de la rive sur une longueur de 150 m (1,8 ha);
- site 41^e Rue (secteur Est, section Limoilou) : le site d'inventaire est localisé au sud de la 41^e Rue Ouest, correspondant à une emprise d'Hydro-Québec s'étendant de la rue Concorde à la 4^e Avenue. Ce secteur d'inventaire totalise 9,3 ha.



Figure 7.134 Localisation des sites d'inventaires du milieu biophysique – 2019

Tel que mentionné à la section 7.5.8, ces inventaires font l'objet d'une étude sectorielle intitulée « Inventaire écologique pour les aménagements projetés du réseau structurant de transport en commun » (Stantec, 2019). Le lecteur peut s'y référer pour plus de détails.

Les milieux naturels se concentrent dans le site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière) où sont notamment situés des milieux humides, et aux abords immédiats du pont Drouin qui traverse la rivière Saint-Charles (secteur Est, section Pont Drouin). Les deux sites d'inventaires comprenant des emprises d'Hydro-Québec, soit les sites d'inventaire Pie-XII (secteur Ouest, section Pie-XII) et 41^e Rue (secteur Est, section Limoilou) sont caractérisés par la présence de friche herbacée et ne constituent pas des milieux naturels.

7.6.2 Végétation

De façon globale, la zone d'étude est comprise dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul, sous-domaine de l'est, qui s'étend au nord et à l'est du domaine de l'érablière à caryer cordiforme. La flore de ce sous-domaine y est très diversifiée, bien que plusieurs espèces y atteignent la limite nord de leur aire de distribution. L'érable à sucre (*Acer saccharum*) y est accompagné, dans les secteurs qui leurs sont favorables, par le tilleul d'Amérique (*Tilia americana*), le frêne d'Amérique (*Fraxinus americana*), l'osryter de Virginie (*Ostrya virginiana*) et le noyer cendré (*Juglans cinerea*). Ces quatre espèces sont toutefois moins répandues au-delà du domaine de l'érablière à tilleul. Le sous-domaine de l'est se distingue de celui de l'ouest par l'abondance plus importante des précipitations (MFFP, 2019a).

La description de la végétation dans la zone d'étude locale se divise en deux volets : le premier est consacré à la foresterie urbaine, c'est-à-dire les arbres situés en milieu urbain (section 7.4.2.1) et le second se concentre sur la végétation des milieux naturels de la zone d'étude locale (sections 7.4.2.2 à 7.4.2.7).

7.6.2.1 Forsterie urbaine

La grande majorité du tracé du tramway (92 %) se trouve en milieu urbanisé, à l'exception d'une partie de la section Chaudière, laquelle est exclue de la description de la forsterie urbaine. Pour cette composante, une zone d'étude spécifique a été délimitée correspondant à un périmètre de 30 m de part et d'autre du tracé. Le périmètre ainsi défini représente l'aire dans laquelle la probabilité que la construction du tramway impacte les arbres urbains est la plus élevée en l'état des connaissances actuelles sur le futur tracé.

7.6.2.1.1 Indice de canopée

L'indice de canopée, ou pourcentage de recouvrement de la canopée, est utilisé dans cette analyse comme une variable traduisant indirectement différentes fonctions de la canopée urbaine. Parmi ces fonctions, on peut citer, sans s'y limiter :

- la lutte contre les îlots de chaleur dus à une minéralisation excessive du milieu urbain;
- la lutte contre les changements climatiques par la séquestration et le stockage de carbone dans la biomasse;
- la réduction de la demande énergétique liée à la climatisation des édifices;
- la régulation des apports d'eaux pluviales au réseau municipal de récupération des eaux;
- le contrôle de l'érosion des sols et l'augmentation de la capacité de rétention de l'eau dans les sols;
- la bonification de la qualité de l'air, par la production d'oxygène et la filtration des particules;
- la production de bénéfices socio-économiques comme l'amélioration du cadre de vie, l'appréciation de la valeur des propriétés, l'attractivité d'un territoire ou d'un quartier, etc.

Certains arbres ou groupes d'arbres remarquables³⁰ font partie du patrimoine commun, et le simple fait de savoir qu'ils existent leur confère une valeur (la « valeur d'existence »), indépendamment de leur usage. On peut prendre pour exemple les alignements d'ormes d'Amérique du boulevard René-Lévesque, l'orme d'Amérique étant l'emblème de la Ville de Québec, et le boulevard une des artères parmi les plus emblématiques de la ville.

Dans le cas du tracé du tramway, de nombreux arbres sont présents en bordure des rues, avec un indice de canopée qui varie selon les secteurs. Cet indice est utile afin d'évaluer l'étendue de la forêt urbaine et les différences perceptibles entre différentes sections de tracé.

Les résultats de l'analyse³¹ montrent un indice de canopée global de l'ordre de 15 % dans le périmètre d'étude défini précédemment, l'indice de canopée le plus faible se trouvant dans le secteur Est (10 %). Les secteurs Centre et Ouest ont un indice de canopée de 19 % et 17 %, respectivement. Ces indices peuvent paraître peu élevés, mais il faut considérer le fait que les espaces minéralisés (chaussées, trottoirs, toitures) occupent une partie significative de la zone d'étude dans une très grande majorité du tracé. Dans l'ensemble, le boulevard René-Lévesque (de la fin de la section Université Laval au premier tiers de la section Tunnel) a un indice de canopée d'environ 20 % et représente près de 29 % de l'ensemble de la canopée urbaine dans la zone à l'étude.

À l'échelle des sections (voir figure 7.135), les indices de canopée les plus élevés s'observent dans les sections Pie-XII (38 %, principalement le fait d'arbres occupant les arrière-cours de propriétés en bordure de l'emprise d'Hydro-Québec) et Université Laval (34 %, où le tracé traverse un boisé). À l'inverse, les indices de canopée les plus faibles sont observés dans les sections Quatre-Bourgeois (4 %), Tunnel (8 %), Saint-Roch (8 %) et Limoilou (8 %). Ces sections sont particulièrement concernées par la problématique des îlots de chaleur (voir la figure 7.127), de même que les sections Roland-Beaudin, Laurier et Charlesbourg ayant également un faible indice de canopée (respectivement 9,5 %, 10 % et 10 %).

30. Un arbre remarquable est un arbre repère pour diverses particularités : il relève du patrimoine par son âge, sa dimension, sa position, sa forme, son passé ou sa rareté.

31. Analyse cartographique réalisée à partir de la couche d'information géographique de la canopée urbaine transmise par la Ville de Québec. Cette couche devra être actualisée pour pouvoir servir de point de référence avant le début des travaux.

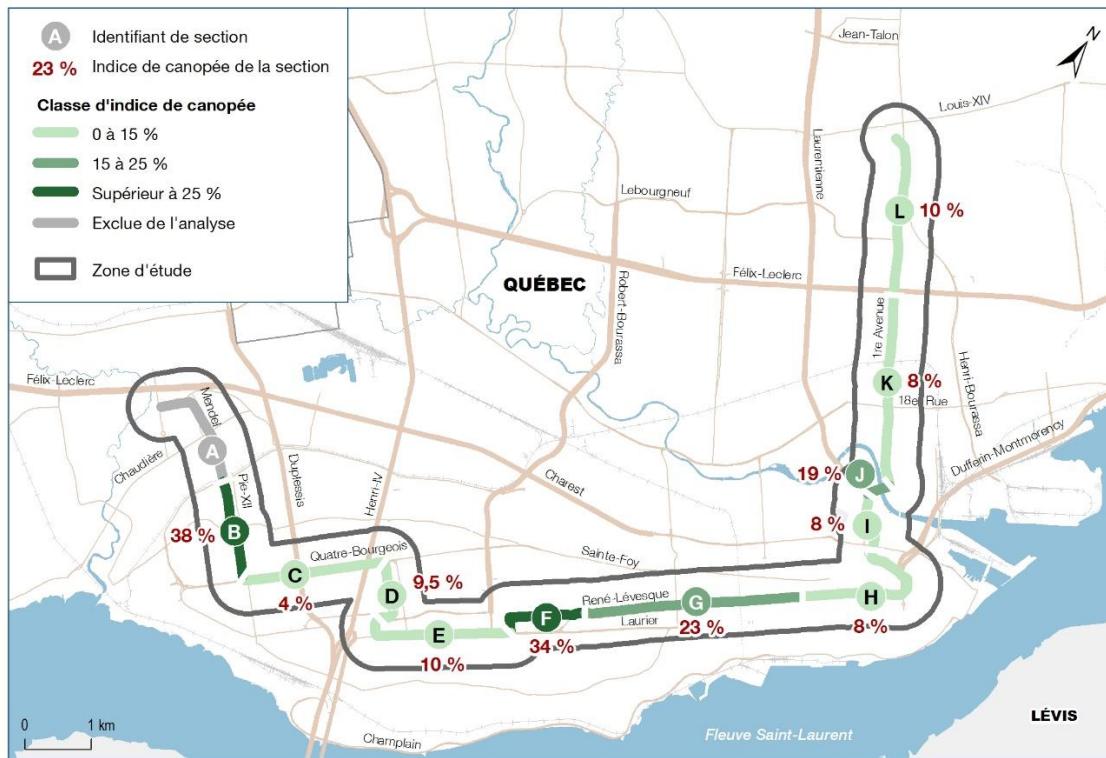


Figure 7.135 Indice de canopée par section

Toutefois, l'indice de canopée n'est pas suffisant pour décrire les caractéristiques de la forêt urbaine. Les dimensions des arbres, leur état de santé, leur biodiversité, entre autres, sont autant de facteurs à considérer dans l'étude de cette composante.

7.6.2.1.2 Catégories d'arbres

Afin d'obtenir le portrait actuel du patrimoine arboricole public et privé le long du tracé du tramway, des inventaires ont également été menés dans la zone d'étude. Ils ont permis de récolter des données sur 2 469 arbres incluant l'espèce, la localisation, le diamètre et l'état de santé général (ou condition générale). Cet inventaire a été réalisé auprès de 77 % d'arbres publics, le reste étant composé d'arbres privés ou à statut particulier ou indéterminé.

Dans le périmètre d'étude, on retrouve principalement des arbres d'alignement, sur rue ou terre-plein central, ainsi que des arbres plantés en limites de cour avant, arrière ou latérale (sections Quatre-Bourgeois à Charlesbourg). On retrouve également des arbres de parcs et d'espaces verts, plus fréquents dans le secteur Centre (sections René-Lévesque et Tunnel), ainsi que des arbres dans les stationnements et devantures commerciales, plus fréquents dans les sections périphériques des secteurs Est et Ouest (sections Quatre-Bourgeois, Roland-Beaudin, Limoilou et Charlesbourg). Quelques arbres sont localisés en bordure d'emprise de ligne de transport d'Hydro-Québec (section Pie-XII).

Des arbres de boisé urbain se retrouvent dans la section Université Laval, dans le secteur Centre. La densité d'arbres et la richesse spécifique sont potentiellement élevées compte tenu de la maturité et de l'état de conservation du boisé, toutefois aucun inventaire n'a été réalisé dans le cadre de ce mandat. Quelques arbres sont localisés en rive, dans la section pont Drouin autour de la rivière Saint-Charles, et pourraient également être impactés au cours des travaux de réfection du pont ou du dédoublement de celui-ci. La présence d'espèces menacées, vulnérables ou susceptibles (EMVS), n'est pas à exclure dans ces milieux naturels.

Exception faite des arbres de boisé de la section Université Laval, les arbres rencontrés tout au long du tracé se présentent la plupart sous la forme d'arbres individuels (ex. : sur rue ou terre-plein central) ou de groupes d'arbres (ex. : dans les zones peu entretenues ainsi que les parcs et espaces verts ou en rive).

7.6.2.1.3 Analyse des arbres inventoriés

Effectifs

Sur 2 469³² arbres identifiés, 48 % sont situés dans le secteur Centre, 31 % dans le secteur Est et 21 % dans le secteur Ouest. Le quartier Saint-Jean-Baptiste se démarque par le nombre d'arbres repérés, soit 461, suivis par les quartiers Saint-Roch, Saint-Louis et Saint-Sacrement, avec 298, 288 et 247 arbres respectivement. Les autres quartiers comptant au moins 100 arbres sont Montcalm (183), Pointe de Sainte-Foy (182), le Vieux-Limoilou (177) et Lairet (171).

Diversité spécifique

Au niveau des essences, ce sont 113 espèces indigènes, non indigènes ou horticoles qui ont été identifiées dans l'emprise à l'étude. Plus de la moitié des effectifs d'arbres inventoriés (55 %) sont représentés par 8 espèces, telles que l'orme d'Amérique (13 %), l'érable de Norvège (9 %), l'érable argenté (8 %), l'orme Morton Accolade (7 %), le lilas japonais Ivory Silk (6 %), le frêne de Pennsylvanie (5 %), le chêne rouge (4 %) et l'épinette du Colorado (3 %). Par ailleurs, treize espèces comptent 50 arbres ou plus, alors que pour soixante-trois espèces, cinq arbres ou moins ont été retrouvés dans l'emprise.

L'orme d'Amérique est présent tout au long du tracé, mais plus particulièrement concentré entre les sections Limoilou et Université Laval. Cette espèce emblématique de la Ville de Québec est particulièrement sensible à la maladie hollandaise de l'orme. La Ville de Québec a mis en place une réglementation spécifique pour l'abattage et l'élagage des ormes sur son territoire afin de contrôler la maladie.

Le genre *Fraxinus* (frênes de Pennsylvanie, frênes d'Amérique, et leurs variétés horticoles) représente 9 % des arbres inventoriés. Ils sont majoritairement localisés entre les sections Tunnel et Charlesbourg, mais des alignements de frênes se retrouvent également dans d'autres sections (Pie-XII et Quatre-Bourgeois notamment). Plusieurs frênes sont également présents sur le campus de l'Université Laval³³. Le genre *Fraxinus* est sensible à l'agrile du frêne et la Ville de Québec a également mis en place une réglementation spécifique pour l'abattage et l'élagage des frênes sur son territoire afin de limiter sa propagation.

Par ailleurs, la principale espèce exotique envahissante est l'érable de Norvège (231 arbres, soit 9 % des effectifs totaux). Cette espèce se propage principalement par la dissémination de ses samares. Les risques de propagation sont plus élevés aux abords de milieux ouverts non entretenus ou semi-naturels.

Diamètres

Globalement, les arbres jeunes et matures sont répartis de façon homogène sur l'ensemble du tracé. Concernant le diamètre des troncs mesurés à hauteur de poitrine (d_{hp}), 31 % des arbres ont un diamètre compris entre 0 et 14 cm, donc de relativement jeunes arbres. Près de 42 % sont compris dans la classe de diamètre de 15 à 29 cm et 26 % ont un diamètre supérieur ou égal à 30 cm.

Environ la moitié (51 %) des arbres de 50 cm et plus sont localisés sur le boulevard René-Lévesque. Quant aux arbres présentant un d_{hp} de 70 cm et plus, on en compte près d'une centaine dans la zone d'étude (4 %). Deux tiers sont localisés dans les quartiers Saint-Sacrement et Montcalm (secteur Centre).

32. Neuf arbres dont le d_{hp} est incorrect ont été exclus de l'analyse.

33. Ces frênes ne font pas partie des effectifs de la couche d'information géographique de la canopée urbaine.

Tableau 7.36 Nombre d'arbres inventoriés dans la zone d'étude par classe de diamètre

Quartier	Nombre d'arbres	Diamètre (cm)					
		Indéterminé	0-14	15-29	30-49	50-69	70 et +
Saint-Jean-Baptiste	461	0	122	295	34	9	1
Saint-Roch	298	0	126	134	38	0	0
Saint-Louis	288	8	79	151	47	2	1
Saint-Sacrement	247	1	34	39	68	67	38
Montcalm	183	0	38	51	42	27	25
Pointe—de—Sainte-Foy	182	0	98	63	19	2	0
Vieux-Limoilou	177	0	46	83	28	12	8
Lairet	171	0	61	51	41	15	3
Vieux-Québec—Cap-Blanc—Colline Parlementaire	122	0	52	67	2	1	0
Quartier 4-5 (compris dans Saint-Rodrigue)	89	0	25	27	25	5	7
Sillery	82	0	27	11	15	19	10
Jésuites	49	0	7	33	9	0	0
Plateau	48	0	26	12	9	1	0
Quartier 4-6 (compris dans Saint-Rodrigue)	45	0	17	24	3	1	0
Cité-Universitaire	22	0	10	4	5	3	0
Cap-Rouge	5	0	1	2	1	1	0
Total	2469	9	769	1047	386	165	93

Source : Inventaire des arbres, Ville de Québec, juin 2019.

Conditions générales

Le tableau 7.37 présente les données de conditions générales dans les 16 quartiers traversés par l'emprise du tramway.

Un total de 2 469 arbres a été caractérisé et parmi ceux-ci, 90 % présentent une bonne ou une excellente condition générale alors que les 10 % restants ont une condition moyenne, faible ou mort ou mourant.

Le quartier Saint-Jean-Baptiste est caractérisé par le nombre le plus élevé d'arbres en excellente condition avec 357 spécimens (94 % des effectifs) alors que le quartier Saint-Sacrement présente le plus grand nombre d'arbres morts ou mourants, avec 51 spécimens (64 % des effectifs).

Tableau 7.37 Conditions générales des arbres inventoriés dans la zone d'étude

Quartier	Nombre d'arbres	Conditions générales					
		Indéterminé	Mort ou mourant	Faible	Moyen	Bon	Excellent
Saint-Jean-Baptiste	461	0	8	2	17	77	357
Saint-Roch	298	0	0	0	9	156	133
Saint-Louis	288	8	2	1	9	216	52
Saint-Sacrement	247	1	51	7	30	106	52
Montcalm	183	0	1	11	21	91	59
Pointe-de-Sainte-Foy	182	0	2	0	6	129	45
Vieux-Limoilou	177	0	0	1	11	77	88
Lairet	171	0	0	0	13	69	89
Vieux-Québec—Cap-Blanc—Colline Parlementaire	122	0	0	1	4	19	98
Quartier 4-5 (compris dans Saint-Rodrigue)	89	0	0	0	7	60	22
Sillery	82	0	1	2	12	45	22
Jésuites	49	0	0	0	3	43	3
Plateau	48	0	3	1	2	19	23
Quartier 4-6 (compris dans Saint-Rodrigue)	45	0	0	0	7	21	17
Cité-Universitaire	22	0	0	0	0	18	4
Cap-Rouge	5	0	2	0	0	2	1
Total	2 469	9	70	26	151	1 148	1 065

Source : Inventaire des arbres, Ville de Québec.

7.6.2.2 Végétation terrestre des sites d'inventaire 2019

Tel que mentionné à la section 7.6.1, Stantec a effectué en mai et juin 2019 des caractérisations écologiques à l'intérieur de quatre sites situés le long du tracé projeté du tramway des secteurs Est et Ouest (figure 7.134). En ce qui concerne la caractérisation de la végétation terrestre, les associations végétales présentes à l'intérieur de ces sites ont d'abord été identifiées à l'aide de la carte écoforestière, de l'étude réalisée par CJB Environnement inc (2014) et par photo-interprétation avant d'être validées au terrain. Au total, 16 stations d'inventaires de la végétation ont permis de documenter les associations végétales terrestres présentes aux différents sites inventoriés (Stantec, 2019). Les espèces à statut particulier et les espèces floristiques exotiques envahissantes relevées lors des inventaires sont présentées aux sections 7.6.2.4 et 7.6.2.6 respectivement.

7.6.2.2.1 Site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière)

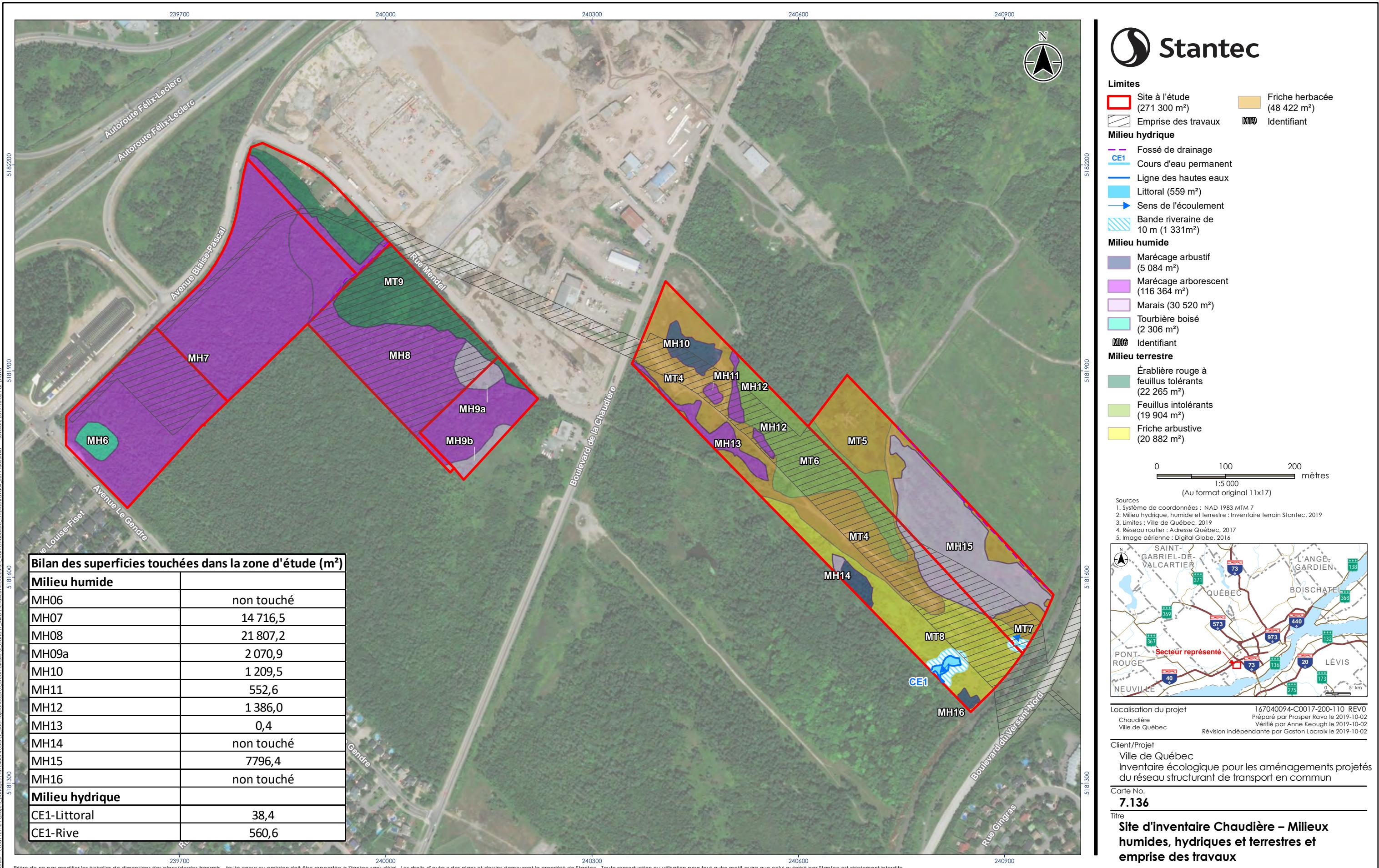
L'inventaire a été effectué à l'intérieur d'une superficie totale de 271 300 m². Au total, six milieux terrestres distincts sont présents dans le site d'inventaire Chaudière, dont cinq dans la portion sud du site d'inventaire (au sud du boulevard de la Chaudière) (figure 7.136). On retrouve au sud trois friches herbacées, une friche arbustive et un milieu de feuillus tolérants, alors que l'on retrouve au nord du site d'inventaire une érablière rouge à feuillus tolérants. Le tableau 7.38 présente les principales caractéristiques de ces milieux.

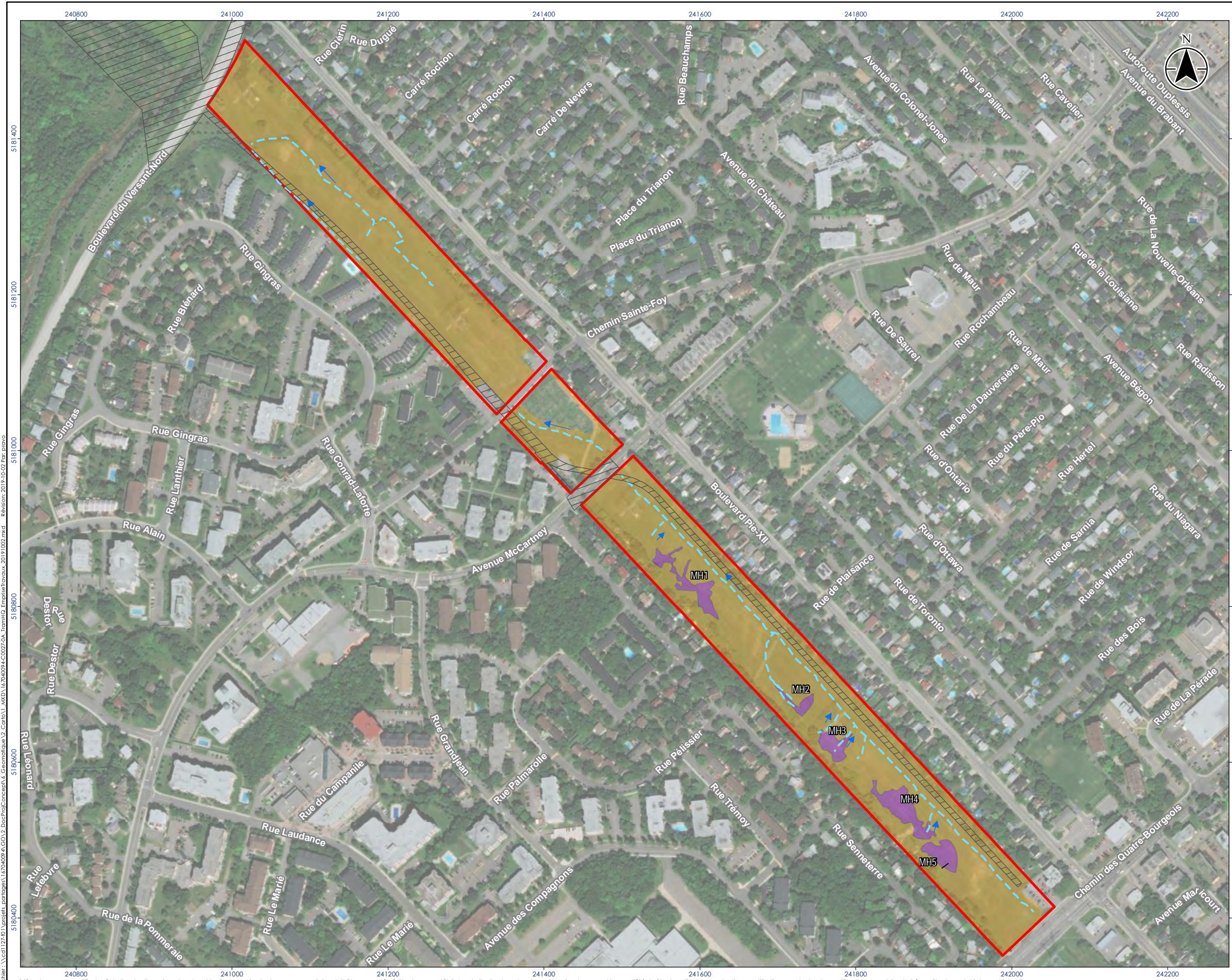
Tableau 7.38 Milieux terrestres inventoriés dans le site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière)

Site	Identification du milieu terrestre	Type et superficie	Principales espèces
Chaudière sud	MT4	Friche herbacée 36 601 m ²	Brome inerme (<i>Bromus inermis</i>), fléole des prés (<i>Phleum pratense</i>), verge d'or du Canada (<i>Solidago canadensis</i>), trèfle blanc (<i>Trifolium repens</i>)
	MT5	Friche herbacée 9 356 m ²	Verge d'or du Canada, gesse des prés (<i>Lathyrus pratensis</i>), vesce d'Amérique (<i>Vicia americana</i>), fléole des prés <u>Strate arbustive</u> : peuplier faux-tremble (<i>Populus tremuloides</i>), cornouiller stolonifère (<i>Cornus stolonifera</i>), saule à tête laineuse (<i>Salix eriocephala</i>)
	MT7	Friche herbacée 2 464 m ²	Verge d'or du Canada, fléole des prés, gesse des prés, pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>)
	MT8	Friche arbustive 32 141 m ²	<u>Strate arbustive</u> : aubépine (<i>Crataegus</i> sp.), bouleau gris (<i>Betula populifolia</i>), érable rouge (<i>Acer rubrum</i>), peuplier faux-tremble, sumac vinaigrier (<i>Rhus typhina</i>) <u>Strate herbacée</u> : épervière des prés (<i>Pilosella caespitosa</i>), fraisier de Virginie (<i>Fragaria virginiana</i>), verge d'or du Canada, smilacine à grappe (<i>Maianthemum canadense</i>), renoncule acré (<i>Ranunculus acris</i>)
	MT6	Feuillus tolérants 18 486 m ²	<u>Strate arborescente</u> : érable rouge, peuplier baumier (<i>Populus balsamifera</i>), peuplier faux-tremble, pin rouge (<i>Pinus resinosa</i>), pommiers <u>Strate arbustive</u> : aubépine, frêne noir (<i>Fraxinus nigra</i>) <u>Strate herbacée</u> : verge d'or du Canada, ronce pubescente (<i>Rubus pubescens</i>), prêle des prés (<i>Equisetum pratense</i>)
Chaudière nord	MT9	Érablière rouge à feuillus tolérants 22 265 m ²	<u>Strate arborescente</u> : érable rouge, peuplier faux-tremble et bouleau jaune (<i>Betula alleghaniensis</i>) <u>Strate arbustive</u> : ronce des Alléghénys (<i>Rubus allegheniensis</i>), cerisier de Pennsylvanie (<i>Prunus pensylvanica</i>) <u>Strate herbacée</u> : vérâtre vert (<i>Veratrum viride</i>), grande bardane (<i>Arctium lappa</i>), fraisier de Virginie (<i>Fragaria virginiana</i>), carex stipitée (<i>Carex stipata</i>)

7.6.2.2.2 Site d'inventaire Pie-XII (secteur Ouest, section Pie-XII)

Ce site d'inventaire correspond à l'emprise d'Hydro-Québec entre le boulevard du Versant-Nord et le chemin des Quatre-Bourgeois. Une superficie de 135 374 m² a été inventoriée (figure 7.137). Le milieu correspond à une friche herbacée occupant 91 % de l'aire inventorié et dominée par une variété de graminées. En absence d'inflorescence, ces graminées n'ont pu être identifiées à l'espèce pour la plupart. Des espèces typiquement retrouvées dans les champs telles que l'épervière orangée (*Pilosella aurantiaca*), la marguerite blanche et le pissenlit (*Taraxacum officinale*) sont également présents. Un jardin communautaire et un stationnement occupent 5 % de la surface inventoriée.





135 374 m²

Emprise des travaux

Fossé de drainage
Sens de l'écoulement

Marais (5 959 m²)

Friche herbacée (122 657 m²)

0 100 200 mètres
1:5 000 (Au format original 11x17)



167040094-C0027-200-110 REVA
 Préparé par Johanne Boulanger le 2019-10-02
 Vérifié par Anne Keough le 2019-10-02
 Révision indépendante par Gaston Lacroix le 2019-10-02

7.6.2.2.3 Site d'inventaire du Pont Drouin (secteur Est, section Pont Drouin)

L'inventaire de Stantec (2019) a été effectué de part et d'autre de la rivière Saint-Charles, sur des distances d'environ 150 m s'étendant en amont et en aval du pont Drouin. Ces espaces sont majoritairement occupés par un parc urbain. L'inventaire effectué le long de minces bandes de terrain non entretenues présentes à la limite du littoral et de la rive a révélé des milieux plus naturels et diversifiés que les secteurs aménagés environnants. Les essences suivantes y ont été inventoriées : peuplier deltoidé (*Populus deltoides*), frêne de Pennsylvanie (*Fraxinus pennsylvanicum*) et érable à Giguère (*Acer negundo*). La strate herbacée se compose d'une variété d'espèces indicatrices ou non des milieux humides et hydriques. Du côté des espèces terrestres, on note la présence de l'ascalépiade commune (*Asclepias syriaca*), la bardane mineure (*Arctium minus*) et la gesse des prés (*Lathyrus pratensis*). Du côté des espèces indicatrices, la quenouille (*Typha angustifolium*), l'ortie élevée (*Urtica procera*) et le symplocarpe fétide (*Symplocarpus foetidus*) dominent le bas de talus menant à la rivière.

La zone aménagée en rive est majoritairement engazonnée et comporte des plantations arborescentes et arbustives. Quelques frênes ont été observés ainsi que trois noyers cendrés (*Juglans cinerea*), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec.

7.6.2.2.4 Site d'inventaire 41^e Rue (secteur Est, section Limoilou)

Le site inventorié, qui correspond à une emprise d'Hydro-Québec localisée au sud de la 41^e Rue, est d'une superficie de 92 567 m². Une proportion de 85 % (superficie de 78 920 m²) de la surface inventoriée est occupée par une friche herbacée qui est dominée par une variété de graminées. À l'exception du pâturin des prés (*Poa pratensis*) et de l'agropyron rampant (*Agropyron repens*), les graminées n'ont pu être identifiées à l'espèce vu l'absence d'inflorescence. Des espèces typiquement retrouvées dans les champs telles que la marguerite blanche (*Leucanthemum vulgare*) et le pissenlit (*Taraxacum officinale*) sont également présents. Un jardin communautaire et des stationnements occupent la superficie restante.

7.6.2.3 Milieux humides des sites d'inventaire 2019

Des visites de terrain ont été réalisées par Stantec (2019) afin de délimiter et caractériser les milieux humides présents dans les sites d'inventaire Pie-XII et Chaudière du secteur Ouest. Au préalable, la cartographie interactive pour les secteurs habités du sud du Québec de Canards Illimités Canada a été consultée ainsi que les résultats d'inventaires biologiques réalisés antérieurement (CJB 2008 et 2014). La banque de données de Canards Illimités Canada (2017) indique la présence de milieux humides uniquement dans le site d'inventaire Chaudière. La méthode utilisée pour les inventaires sur le terrain est tirée du document « Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional » (Bazoge *et al.*, 2015). Cette méthode associe une analyse de la végétation, l'identification d'indicateurs hydrologiques et une analyse du sol. Dans le cas du présent mandat, la délimitation simplifiée a été utilisée puisque le relief présentait une rupture marquée entre la végétation typique des milieux humides et la végétation terrestre. Toutefois, dans certains cas, cette analyse a été jumelée à une analyse des sols afin de déterminer plus précisément la limite des milieux humides (Stantec, 2019).

Lors des inventaires au terrain, onze milieux humides ont été identifiés dans le site d'inventaire de la section Chaudière (secteur Ouest), alors que cinq l'ont été dans le site d'inventaire de la section Pie-XII du même secteur. Aucun milieu humide n'a été observé à l'intérieur des deux autres sites d'inventaires localisés dans le secteur Est.

7.6.2.3.1 Site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière)

Un total de 39 stations a été inventorié à l'intérieur du site d'inventaire Chaudière. Un total de 11 milieux humides a été délimité. Ces 11 milieux humides, localisés à la figure 7.136 couvrent une superficie totale de 154 273,5 m², ce qui représente 56,8 % de la superficie totale inventoriée (Stantec, 2019).

Les marécages sont nettement dominants : 8 des 11 milieux correspondent à un marécage arborescent ou arbustif (tableau 7.39). Trois marais ont également été délimités, dont un d'une superficie de plus de 25 000 m² dans la portion sud. Enfin, une tourbière boisée a été relevée dans la portion nord du site d'inventaire Chaudière.

Tableau 7.39 Milieux humides inventoriés dans le site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière)

Site	Identification du milieu humide	Type et superficie	Principales espèces
Chaudière sud	MH10	Marécage arbustif 3 092,0 m ²	<u>Strate arbustive</u> : saule sp. et cornouiller stolonifère (<i>Cornus stolonifera</i>) <u>Strate herbacée</u> : prêle des prés (<i>Equisetum pratense</i>), sanguisorbe du Canada (<i>Sanguisorba canadensis</i>), scirpe à nœuds rouges (<i>Scirpus microcarpus</i>)
	MH11	Marécage arborescent 552,6 m ²	<u>Strate arborescente</u> : mélèze laricin (<i>Larix laricina</i>), bouleau gris (<i>Betula populifolia</i>) <u>Strate arbustive</u> : saule brillant (<i>Salix lucida</i>), saule discolore (<i>Salix discolor</i>) <u>Strate herbacée</u> : salicaire commune (<i>Lythrum salicaria</i>)
	MH12	Marécage arborescent 1 662,2 m ²	<u>Strate arborescente</u> : mélèze laricin, peupliers sp., saules sp., thuya occidental (<i>Thuya occidentalis</i>) <u>Strate arbustive</u> : aubépine (<i>Crataegus</i> sp.), cornouiller stolonifère, saules sp. <u>Strate herbacée</u> : prêle des prés, onoclée sensible (<i>Onoclea sensibilis</i>)
	MH13	Marécage arborescent 3 437,2 m ²	<u>Strate arborescente</u> : saule brillant, mélèze laricin, peuplier baumier (<i>Populus balsamifera</i>) <u>Strate arbustive</u> : cornouiller stolonifère, saule brillant, saule de Bebb (<i>Salix bebbiana</i>) <u>Strate herbacée</u> : prêle des prés, onoclée sensible
	MH14	Marécage arbustif 1 497,2 m ²	<u>Strate arbustive</u> : aulne rugueux (<i>Alnus incana</i> ssp. <i>rugosa</i>), saule de Bebb, cornouiller stolonifère
		Marais 383,0 m ²	<u>Strate herbacée</u> : onoclée sensible, quenouille à larges feuilles (<i>Typha latifolia</i>)
	MH15	Marais 25 174,6 m ²	<u>Strate herbacée</u> : calamagrostide du Canada (<i>Calamagrostis canadensis</i>)
	MH16	Marécage arbustif 494,5 m ²	<u>Strate arbustive</u> : bouleau à papier (<i>Betula papyrifera</i>), peuplier baumier <u>Strate herbacée</u> : roseau commun (<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>Australis</i>), tussilage pas-d'âne (<i>Tussilago farfara</i>)
	Chaudière nord	Tourbière boisée 2 305,6 m ²	<u>Strate arborescente</u> : sapin baumier (<i>Abies balsamea</i>), érable rouge (<i>Acer rubrum</i>) <u>Strate arbustive</u> : érable rouge, airelle fausse-myrtille (<i>Vaccinium myrtilloides</i>) <u>Strate herbacée</u> : symlocarpe fétide (<i>Symplocarpus foetidus</i>)
		Marécage arborescent 69 422,7 m ²	<u>Strate arborescente</u> : sapin baumier, érable rouge <u>Strate arbustive</u> : sapin baumier <u>Strate herbacée</u> : symlocarpe fétide
		Marécage arborescent 41 289,4 m ²	<u>Strate arborescente</u> : érable rouge, bouleau jaune (<i>Betula alleghaniensis</i>), bouleau à papier <u>Strate arbustive</u> : sapin baumier <u>Strate herbacée</u> : symlocarpe fétide, onoclée sensible
		Marais 4 962,5 m ²	<u>Strate herbacée</u> : onoclée sensible
Superficie totale		154 273,5 m²	

À noter que, tel que mentionné au chapitre 6, à la section 6.5.2.4, des milieux humides situés au sud-ouest du tracé, au nord et au sud du boulevard de la Chaudière (notamment le marais Isabelle) font l'objet d'une entente de conservation entre la Ville et MELCC et ne seront donc pas touchés par le projet.

7.6.2.3.2 Site d'inventaire Pie-XII (secteur Ouest, section Pie-XII)

Au total, 12 stations d'inventaire floristique ont été couvertes à l'intérieur de ce site d'inventaire situé dans l'emprise d'Hydro-Québec. Rappelons que cette emprise correspond à une friche. La végétation étant régulièrement entretenue, les strates arborescentes et arbustives n'ont pu s'y établir.

Les milieux humides délimités couvrent une superficie totale de 5 959,5 m², ce qui représente 4,4 % de la superficie totale inventoriée (tableau 7.40) (Stantec, 2019). Les milieux humides sont localisés dans la portion sud du site d'inventaire (figure 7.137) et correspondent tous à des marais dominés par une végétation composée d'une variété de graminées. Celles-ci n'ont pu être identifiées à l'espèce étant donné l'absence de fructification au moment de l'inventaire. La présence de ces milieux humides semble résulter des perturbations causées lors de l'aménagement de la ligne de transport d'électricité : ornières causées par le passage de la machinerie, compactage du sol, remblai et déblai.

Tableau 7.40 Milieux humides inventoriés dans le site d'inventaire Pie-XII (secteur Ouest, section Pie-XII)

Identification du milieu humide	Type	Superficie (m ²)
MH01	Marais	1 507,6
MH02	Marais	456,4
MH03	Marais	902,3
MH04	Marais	1 994,1
MH05	Marais	1 099,1
Total		5 959,5

7.6.2.4 Espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées (EMVS)

Une demande d'information a été acheminée au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) pour connaître les occurrences répertoriées dans un rayon de 2 km des quatre sites d'inventaire à l'étude (Stantec, 2019). Les données indiquent que deux espèces vulnérables et trois espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables sont répertoriées dans un rayon de 2 km de trois des quatre sites d'inventaire.

Les deux espèces vulnérables sont l'ail des bois (*Allium tricoccum*) et le cypripède tête-de-bélier (*Cypripedium arietinum*), toutes deux recensées dans un rayon de 2 km du site d'inventaire Pie-XII du secteur Ouest. Le chalef argenté (*Elaeagnus commutata*) (susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable) est présent dans un rayon de 2 km du site d'inventaire Chaudière du secteur Ouest. Le noyer cendré (*Juglans cinerea*) a été recensé dans le boisé le long de l'escalier des Franciscains et se situe à l'intérieur de la zone d'étude locale, vis-à-vis la section Tunnel du secteur Centre. Enfin, la zizanie naine (*Zizania aquatica* var. *Brevis*) a été répertoriée dans le fleuve Saint-Laurent, dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles, soit dans un rayon de 2 km du site d'inventaire du pont Drouin du secteur Est (tableau 7.41).

Une étude de CJB Environnement réalisée en 2008 rapporte également la présence de quelques spécimens de noyer cendré dans la section Chaudière, notamment à proximité du prolongement de la rue Mendel, ainsi que de deux espèces vulnérables à la récolte, soit l'asaret gingembre (*Asarum canadense*) et la sanguinaire du Canada (*Sanguinaria canadensis*), plus au nord, à l'est du boulevard de la Chaudière.

Tableau 7.41 Espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées répertoriées dans un rayon de 2 km des quatre sites d'inventaire selon le CDPNQ – 2019

Nom latin	Nom français	Statut	Rang ¹	Habitat	Rayon de 2 km du site d'inventaire
<i>Allium tricoccum</i>	Ail des bois	Vulnérable	S3	Érablières riches et humides, forêts humides des platières alluviales de rivières, bas de pentes et mi-versants, sauf les versants nord	Secteur Ouest Section Pie-XII
<i>Cypripedium arietinum</i>	Cypripède tête-de-bélier	Vulnérable	S3	Cédières mésiques à thuya, sapin, pin blanc, épinette blanche, chêne rouge ou pruche, moins souvent dans les pinèdes à pin blanc, chênaies à chêne rouge ou sapinières; toujours près de plans d'eau et sur des substrats calcaires ou argileux; plante calcicole	Secteur Ouest Section Pie-XII
<i>Elaeagnus commutata</i>	Chalef argenté	Susceptible	S3	Bois riches, frais ou humides, érablières à érable à sucre et autres forêts feuillues sur sol souvent argileux, parfois en milieux ouverts le long des fossés	Secteur Ouest Section Chaudière
<i>Juglans cinerea</i>	Noyer cendré	Susceptible	S1	Bois riches, frais ou humides, plus ou moins ouverts, berges de rivières, érablières à érable à sucre, bas de pentes, friches et champs	Secteur Centre Section tunnel
<i>Zizania aquatica</i> var. <i>Brevis</i>	Zizanie naine	Susceptible	S3, S4	Marais de la zone intertidale de l'estuaire du Saint-Laurent; plante obligée des milieux humides	Secteur Est Section pont Drouin

1. Rang de priorité pour la conservation provinciale : S1 = sévèrement en péril; S2 = en péril; S3 = vulnérable; S4 = largement réparti, mais cause d'inquiétude pour le long terme.

Les recherches au terrain effectuées par Stantec (2019) entre les 19 et 21 juin ont permis de répertorier les habitats propices aux espèces floristiques désignées menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées (EMVS). En fonction des habitats observés, les sites d'inventaires pourraient potentiellement abriter les espèces suivantes :

- cypripède tête-de-bélier (partie nord du site d'inventaire Chaudière);
- noyer cendré (site d'inventaire du Pont Drouin).

Trois noyers cendrés ont effectivement été observés sur le site d'inventaire du Pont Drouin, au sud du pont et en rive droite de la rivière.

Certains secteurs du milieu humide MH07, en bordure de l'avenue Le Gendre (partie nord du site d'inventaire Chaudière), seraient propices à la présence du cypripède tête-de-bélier. Cependant, sa présence n'a pas été observée lors de l'inventaire (Stantec, 2019).

Enfin, la matteuccie fougère-à-l'autruche, une espèce de fougère vulnérable à la récolte, est présente dans le site d'inventaire Chaudière (Stantec, 2019).

7.6.2.5 Habitats floristiques protégés

Les habitats floristiques sont des territoires protégés qui abritent au moins une espèce floristique désignée menacée ou vulnérable et qui sont identifiés à l'article 7 du Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats. Aucun des sites visés par les inventaires de mai et juin 2019 ne correspond à un habitat floristique protégé (Stantec, 2019).

7.6.2.6 Espèces floristiques envahissantes

Une espèce floristique est considérée comme exotique envahissante lorsque son établissement ou sa propagation peuvent constituer une menace pour l'environnement (MELCC, 2019d). Au total, 23 espèces floristiques terrestres et 20 espèces floristiques aquatiques sont considérées comme exotiques envahissantes par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

La consultation de l'outil de détection des espèces exotiques envahissantes (Sentinelle) du MELCC (MELCC, 2019d) indique la présence potentielle de 12 espèces floristiques exotiques envahissantes (EEE) dans la zone d'étude : la renouée du Japon (*Reynoutria japonica* var. *japonica*), la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), le nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*), l'alliaire officinale (*Alliaria petiolata*), l'impatiente glanduleuse (*Impatiens glandulifera*), le nerprun bourdaine (*Frangula alnus*), l'érable de Norvège (*Acer platanoides*), la salicaire commune (*Lythrum salicaria*), la rorippe amphibia (*Rorippa amphibia*), le roseau commun (*Phragmites australis* subsp. *Australis*), l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*) et l'hydrocharide grenouilette (*Hydrocharis morsus-ranae*).

Un inventaire complémentaire des EEE a été réalisé en 2019 dans les zones de travaux par la division de la foresterie urbaine de la Ville de Québec, entre la 76^e Rue et le boulevard Pie-XII, dans les secteurs Centre, Est et Ouest pour les sections Quatre-Bourgeois, Roland-Beaudin et Laurier. Lors de ces inventaires, la présence de spécimens de nerprun cathartique a été confirmée dans la section Université Laval. Aucune autre espèce envahissante n'a été relevée dans l'emprise des travaux pour la zone étudiée.

La présence de salicaire commune, d'alpiste roseau et d'érythème à Giguère a été rapportée dans la section Chaudière (secteur Ouest) par CJB Environnement (Ville de Québec, 2014b). Ces espèces ont également été recensées par Stantec au cours des inventaires menés entre mai et juillet 2019 (Stantec, 2019). Dix autres espèces floristiques exotiques envahissantes ont été observées par Stantec à l'intérieur des secteurs Est et Ouest (tableau 7.42).

La présence de la plupart de ces espèces a été favorisée par les aménagements réalisés à proximité du site d'inventaire, la présence de matériel de remblai et par des dépôts sauvages de résidus verts comportant des espèces horticoles. La plupart des colonies sont circonscrites à des zones à l'exception de la lysimaque nummulaire qui est plutôt dispersée dans le site d'inventaire Pie-XII (Stantec, 2019).

Tableau 7.42 Liste des espèces exotiques envahissantes observées dans les secteurs Est, Centre et Ouest

Nom commun	Nom latin	Secteur Ouest Section Chaudière	Secteur Ouest Section Pie-XII	Secteur Centre Section Université Laval	Secteur Est Section Pont Drouin	Secteur Est Section Limolou (site d'inventaire 41 ^e Rue)
Alpiste roseau	<i>Phalaris arundinacea</i>	●				
Berce du caucase	<i>Heracleum mantegazzianum</i>					●
Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>	●				
Consoude officinale	<i>Sympytum officinale</i>				●	
Égopode podagraire	<i>Aegopodium podagraria</i>	●			●	
Érable à Giguère	<i>Acer negundo</i>	●			●	
Gaillet mollugine	<i>Galium mollugo</i>		●			
Lysimaque nummulaire	<i>Lysimachia nummularia</i>		●			
Nerprun cathartique	<i>Rhamnus cathartica</i>	●		●		
Pétasite du Japon	<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	●				
Renouée du Japon	<i>Reynoutria japonica</i>	●	●			
Roseau commun	<i>Phragmites australis</i> subsp. <i>Australis</i>	●				
Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i>	●	●			●

7.6.3 Faune

7.6.3.1 Ichthyofaune et habitats du poisson

Bassin versant de la rivière Saint-Charles

Des inventaires ichtyologiques et de l'habitat du poisson ont été réalisés dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) en 1999 et en 2015 (MELCC, 2019e; Richard, 2010) ainsi que par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) de 1997 à 2015 (MFFP, 2019b). Ces inventaires ont démontré que le bassin versant de la rivière Saint-Charles possède une bonne diversité de poissons. La population de poissons du bassin versant est caractérisée par la présence d'espèces tolérantes à la pollution, comme les catostomidés et certains cyprinidés, dans la majorité des cours d'eau. Au total, 36 espèces de poissons réparties en 12 familles ont été recensées.

L'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est la seule espèce de la famille des salmonidés répertoriée dans les pêches expérimentales réalisées entre 1997 et 2015 dans le bassin versant de la rivière. Mentionnons qu'aucun omble de fontaine n'a été capturé par le ministère de l'Environnement lors de ses inventaires réalisés en 1999 dans le cours principal de la rivière entre le lac Saint-Charles et l'embouchure avec le fleuve Saint-Laurent (Richard, 2010), et ce, malgré le fait qu'environ 25 000 ombles de fontaine sont ensemencés chaque année depuis 1979 dans le cours principal de la rivière Saint-Charles pour l'activité « Pêche en Ville » (Pêche en Ville (1994) inc., 2019). La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) a été introduite dans la rivière Saint-Charles en

aval du lac du même nom (Canards Illimités Canada, 2008). Toutefois, la présence de cette espèce n'a pas pu être confirmée par les captures de 1997 à 2015 (MELCC, 2019e).

Cours inférieur de rivière Saint-Charles

Dans la basse Saint-Charles, un total de 1 077 poissons appartenant à 13 espèces ont été capturés en 1999 entre les points kilométriques 0 et 13 lors de pêches expérimentales effectuées par le MELCC (tableau 7.43; Richard, 2010). L'espèce la plus abondante était le meunier noir qui représentait 48 % des captures. Parmi les autres espèces abondantes figurent l'omisco et le naseux des rapides avec une abondance relative de 17 % chacun. Le meunier noir est un omnivore reconnu comme étant très tolérant à la pollution.

Un suivi environnemental des aménagements fauniques réalisés sur les berges de la rivière Saint-Charles a été effectué en 2003 dans le secteur de la marina Saint-Roch (entre les ponts Drouin et Dorchester) (Beaulieu et Therrien, 2003). Bien que le suivi ne visait pas la faune ichtyenne, des pêches réalisées dans la rivière Saint-Charles les 13 et 14 mai 2003 entre les ponts Drouin et Dorchester ont permis la capture de six espèces de poissons (tableau 7.43). Parmi celles-ci, l'épinoche à trois épines et l'épinoche à cinq épines n'avaient pas été recensées en 1999 dans le cours inférieur de la rivière.

Un inventaire des espèces de poissons présentes entre le pont Marie-de-l'Incarnation et le barrage Joseph-Samson a été effectué les 6 et 7 juin 2019 dans le cadre d'un projet associé au programme Affluents Maritimes (données non publiées). Les pêches au filet maillant, à la nasse, au verveux et à la pêche à l'électricité ont permis de déceler la présence de 12 espèces (tableau 7.43). Les espèces les plus abondantes ont été le meunier noir et le meunier rouge. Le grand brochet, le mullet perlé, la perchaude et le raseux-de-terre noir n'avaient pas été capturés au cours des relevés de 1999 et de 2003 dans la rivière Saint-Charles. Les habitats du poisson du cours inférieur de la rivière ont également été caractérisés lors de cette étude. Mentionnons que les environs du pont Drouin ne comportent pas d'habitat du poisson particuliers. La portion comprise entre l'aval du pont Drouin et le barrage Samson (portion qui pourrait être affectée par une mise en suspension de sédiments lors de la construction d'un pont pour le passage du tramway) ne comprend pas de frayère potentielle. Seuls des habitats potentiels d'alimentation y sont retrouvés, tel que l'on peut retrouver sur l'ensemble du cours inférieur de la rivière.

Présence de l'anguille d'Amérique dans la rivière Saint-Charles

L'anguille d'Amérique est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec et figure sur la liste des espèces menacées du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). En 2012, lors de la construction d'un barrage sur le ruisseau des Friches, un tributaire de la rivière Lorette, environ 10 petites anguilles (*Anguilla rostrata*) d'environ 10 cm de longueur ont été aperçues dans le ruisseau (D'Astous *et al.*, 2018). La rivière Lorette se situe dans le bassin hydrographique de la rivière Saint-Charles à environ 26 km de son embouchure. Cette mention, somme toute assez récente, montre que les anguilles ont la capacité d'effectuer une montaison dans la rivière Saint-Charles au niveau du barrage Joseph-Samson, adjacent au boulevard Jean-Lesage (route 136) à l'embouchure de la rivière.

Ce barrage est qualifié de « difficilement franchissable ». En effet, les anguilles semblent pouvoir franchir ce barrage lors de hautes marées. Cependant, l'occurrence de marées d'ampleur suffisantes à la migration de l'anguille est faible. Le barrage est muni d'une vanne de fond. Lorsque la vanne est ouverte en période de marées hautes, il serait possible que les anguilles d'Amérique effectuent une montaison (D'Astous *et al.*, 2018).

Tableau 7.43 Espèces de poissons capturées dans le cours inférieur de la rivière Saint-Charles en 1999, 2003 et 2019

Espèce		Année d'inventaire		
Nom français	Nom latin	1999 (Richard, 2010)	2003 (Beaulieu et Therrien, 2003)	2019 (OBV de la Capitale et AECOM, non publié)
Carpe	<i>Cyprinus carpio</i>	●	●	●
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdi</i>	●		●
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	●		
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		●	●
Épinoche à cinq épines	<i>Culea inconstans</i>		●	●
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>			●
Lamproie de l'Est	<i>Lampetra appendix</i>	●		
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>			●
Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>	●		
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	●		●
Meunier noir	<i>Catostomus commersoni</i>	●	●	●
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>	●		●
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	●	●	
Mulet perlé	<i>Margariscus margarita</i>			●
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>	●		
Naseux noir de l'Est	<i>Rhinichthys atratulus</i>	●		
Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	●		
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>			●
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	●		
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>			●

Estuaire de la rivière Saint-Charles

L'embouchure de la rivière Saint-Charles dans le fleuve Saint-Laurent se situe à environ 2 km en aval du pont Drouin. Tel que mentionné précédemment, la présence du barrage Joseph-Samson empêche ou limite la migration des poissons entre la rivière Saint-Charles et le fleuve. Puisque la rivière et son estuaire constituent des milieux différents, notamment en termes d'habitats pour le poisson, et que la présence du barrage représente une entrave à la libre circulation du poisson, les espèces retrouvées dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles diffèrent de celles retrouvées dans la rivière. Bien que le projet du tramway, tel que défini, ne soit pas susceptible d'affecter les poissons et les habitats de l'estuaire, plusieurs espèces à statut précaire fréquentent ce milieu et méritent une attention particulière.

Des études de caractérisation de la faune ichtyenne de l'estuaire de la rivière Saint-Charles et de la baie de Beauport ont permis de confirmer la présence de 43 espèces de poisson appartenant à 19 familles différentes lors de pêches expérimentales réalisées en 2013, 2014 et 2015 (Englobe, 2015a). Signalons la présence de quelques espèces d'intérêt, soit le bar rayé, l'aloise savoureuse, l'esturgeon jaune, l'esturgeon noir et l'anguille d'Amérique. L'aloise savoureuse est considérée vulnérable au Québec en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV) et les esturgeons noir et jaune, de même que l'anguille d'Amérique, sont inscrits sur la liste des espèces de la faune susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables (MFFP, 2018). Le bar rayé, lui, est disparu du fleuve Saint-Laurent vers le milieu des années 60 et a obtenu le statut officiel de population disparue en 1996 (MFFP, 2009). Une campagne de réintroduction de cette espèce a été conduite par le MFFP de 2002 à 2007.

Les résultats des pêches réalisées par Englobe et le MFFP ont montré une abondance élevée de jeunes de l'année de bar rayé et d'aloise savoureuse ainsi qu'une concentration de géniteurs de ces deux espèces dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles et dans la baie de Beauport (Englobe, 2015b). Toutefois, les résultats obtenus en 2015 à la suite d'efforts d'échantillonnage ciblés ont clairement montré une absence d'activité de fraie du bar rayé et de l'aloise savoureuse dans la zone d'étude locale (Englobe, 2015b).

À la lueur d'études effectuées entre 2011 et 2015, le secteur portuaire de la ville de Québec (à Beauport) et le bassin de la rivière du Sud (à Montmagny) ressortent comme des aires d'importants rassemblements d'adultes pour la reproduction. Le secteur de l'extrémité portuaire de la ville de Québec (à Beauport) est reconnu comme étant un site de fraie, à la suite de la récente confirmation de la présence d'œufs et de larves de bar rayé dans ce secteur, en 2016 (Pêches et Océans Canada, 2018). Ainsi, la zone intertidale, à l'extrémité portuaire de la ville de Québec (secteur de Beauport) correspond à l'un des deux secteurs désignés comme habitat essentiel du bar rayé pour la reproduction (Pêches et Océans Canada, 2018).

Des études de télémétrie sur l'esturgeon noir ont démontré que l'embouchure de la rivière Saint-Charles représente l'un des trois sites de concentration connus de cette espèce dans la portion d'eau douce du fleuve Saint-Laurent (Saint Laurent vision 2000, 2001; Hatin et Caron, 2003; Englobe, 2016b). L'estuaire de la rivière Saint-Charles est la seule aire d'alimentation-repos, les deux autres sites de concentration sont plutôt des habitats de reproduction. Le port de Québec est un habitat d'alimentation pour l'esturgeon noir en raison de la richesse du site en invertébrés benthiques (Hatin et Caron, 2003). Un suivi télémétrique plus ciblé sur l'estuaire de la rivière Saint-Charles et de la baie de Beauport réalisé en 2013, 2014 et 2015 a permis de constater que ce secteur était principalement utilisé par les juvéniles (Englobe, 2016).

Une anguille d'Amérique a été observée en aval du barrage Joseph-Samson lors d'inventaires réalisés en 2014 (D'Astous *et al.*, 2018). Il est possible que les civelles soient abondantes dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles comme dans ceux d'autres rivières sous l'influence des marées le long du Saint-Laurent. Cependant, le barrage Joseph-Samson est classifié comme étant difficilement franchissable, car les civelles présentes au pied du barrage ne tenteraient pas de franchir l'ouvrage, vraisemblablement parce que les parois verticales ne sont pas assez poreuses et s'assèchent trop rapidement à marée descendante. Toutefois, les anguilles semblent pouvoir franchir le barrage lors des hautes marées par le biais des clapets anti-marées et de la vanne de fond (D'Astous *et al.*, 2018).

Rivière du Cap Rouge

En 2011, l'Organisme de bassin versant de la Capitale (OBV de la Capitale), en collaboration avec le Conseil de bassin de la rivière du Cap Rouge et avec l'appui du MRNF ont effectué des pêches électriques et des pêches à la seine dans le but de caractériser les populations de poissons dans l'ensemble du bassin versant de la rivière du Cap Rouge (Turmel, 2012).

Ces inventaires ont permis d'ajouter sept espèces à la liste d'espèces qui avaient été répertoriées à ce jour dans les cours d'eau du bassin versant de la rivière du Cap Rouge (tableau 7.44). Parmi ces espèces, seuls le raseux-de-terre noir, le naseux des rapides, le naseux noir, le chabot visqueux et le meunier rouge ont été capturés aux stations les plus près de la zone d'étude locale (une station en amont, au nord de l'autoroute Charest, et une station en aval, environ à mi-chemin entre la zone d'étude et l'embouchure de la rivière sur le fleuve Saint-Laurent). Les espèces migratrices appartenant à la famille des clupéidés (alose ou gaspareau), l'anguille d'Amérique et l'éperlan arc-en-ciel colonisant les eaux du fleuve Saint-Laurent sont plus susceptibles de fréquenter l'embouchure de la rivière.

Tableau 7.44 Espèces de poissons capturées dans le bassin versant de la rivière du Cap Rouge

Nom français	Nom latin	Capture avant 2011 ¹	Capture en 2011 ²
Alose ou gaspareau	<i>Alosa</i> sp.	●	
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	●	
Bec-de-lièvre	<i>Exoglossum maxillingua</i>		●
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdi</i>	●	●
Chabot visqueux	<i>Cottus cognatus</i>		●
Dard barré	<i>Etheostoma flabellare</i>		●
Doré jaune	<i>Sander vitreus</i>	●	●
Doré noir	<i>Sander canadensis</i>		●
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	●	
Épinoche à cinq épines	<i>Culaea inconstans</i>	●	●
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	●	
Épinoche sp.	-	●	
Fondule barré	<i>Fondulus diaphanus</i>	●	
Gaspareau	<i>Alosa pseudoharengus</i>		●
Méné sp.	-	●	
Méné à nageoires rouge	<i>Luxilus cornutus</i>	●	
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>		●
Méné paille	<i>Notropis stamineus</i>	●	
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	●	●
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>	●	●
Meunier sp.	<i>Catostomus</i> sp.	●	
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	●	
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>	●	●
Naseux noir	<i>Rhinichthys atratulus</i>	●	●
Omble de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	●	●
Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	●	
Ouitouche	<i>Semotilus corporalis</i>		●
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	●	●
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	●	●
Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>		●

1. Argus, 1994; Éco-Vision, 2003; Roche, 2010; CBRCR, 2009.

2. Turmel, 2012.

7.6.3.2 Herpétofaune, avifaune et faune terrestre

7.6.3.2.1 Herpétofaune

En 2003, lors d'une caractérisation effectuée au niveau des berges de la rivière Saint-Charles (Beaulieu et Therrien, 2003), près du secteur du pont Drouin, quatre espèces d'amphibiens ont été répertoriées, soit la grenouille verte (*Lithobates (Rana) clamitans melanota*), la grenouille du Nord (*Rana septentrionalis*), la grenouille léopard (*Lithobates (Rana) pipiens*) et le crapaud d'Amérique (*Anaxyrus (Bufo) americanus americanus*). Aucun reptile n'a été identifié lors de cet inventaire.

En 2008, les inventaires réalisés au marais Isabelle, dans la section Chaudière du secteur Ouest, ont permis de confirmer la présence de la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*), de la grenouille des bois (*Lithobates sylvaticus*), de la grenouille verte et de la grenouille léopard, des espèces répandues dans le Québec méridional. Malgré des recherches actives, aucune salamandre n'a été observée lors de ces inventaires (Ville de Québec, 2014b).

Lors des inventaires réalisés en 2019 (Stantec), les espèces suivantes ont été observées de manière fortuite : la grenouille verte, la grenouille des bois et le crapaud d'Amérique.

En outre, des inventaires spécifiques de couleuvres ont été réalisés par Stantec entre le 3 juin et le 5 juillet 2019 pour les sites identifiés à la figure 7.134. Deux méthodes d'inventaire ont été jumelées, soit la fouille active et le suivi de la fréquentation d'abris artificiels. Deux espèces de couleuvres, la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) (6 individus) et la couleuvre à ventre rouge (*Storeria occipitomaculata*) (19 individus) ont été observées lors des suivis dans le site d'inventaire Chaudière. Les trois autres sites inventoriés n'abritaient aucune couleuvre.

Le CDPNQ (2019) a relevé la présence, dans la zone d'étude, de la salamandre à quatre orteils (*Hemidactylum scutatum*), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Deux occurrences sont localisées dans le secteur Ouest. Ainsi, Stantec (2019) ont effectué un inventaire spécifique à la salamandre à quatre orteils au cours de deux journées en juin, au nord-ouest du site d'inventaire Chaudière, là où sa présence était potentielle.

Le secteur a été parcouru afin d'y rechercher la présence d'œufs dans des monticules de sphaignes. Aucun indice de ponte et aucun individu n'a été observé au cours de ces inventaires.

En périphérie de la zone d'étude, on retrouve d'autres espèces d'herpétofaune à statut précaire, soit la couleuvre à collier (*Diadophis punctatus*), la couleuvre verte (*Ophiodrys vernalis*), la salamandre sombre du Nord (*Desmognathus fuscus*), la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) et la tortue géographique (*Graptemys geographica*) (CDPNQ, 2019). Si les habitats propices à ces espèces sont présents dans la zone d'étude, il est possible que ces espèces s'y retrouvent.

7.6.3.2.2 Avifaune

L'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec contient des données d'inventaire du deuxième atlas (2010-2014) pour des parcelles de 100 km². La zone d'étude locale recoupe les parcelles d'inventaire 19CM28, 19CM29, 19CM38 et 19CM39.

Parmi les espèces de l'avifaune répertoriée dans la zone d'étude, on trouve des occurrences du CDPNQ (2019) et de SOS-POP (2016) pour deux espèces, soit le faucon pèlerin (*Falco peregrinum anatum*), une espèce désignée vulnérable au Québec, ainsi que le martinet ramoneur (*Chaetura pelagica*), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Ces deux espèces ont également été répertoriées en périphérie de la zone d'étude.

Deux espèces menacées au Québec, soit le pic à tête rouge (*Melanerpes erythrocephalus*) et la pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*) et une espèce susceptible d'être désignée, le troglodyte à bec court (*Cistothorus platensis*), ont également été répertoriée près de la zone d'étude locale et pourrait potentiellement s'y retrouver.

Site d'inventaire Chaudière (secteur Ouest, section Chaudière)

Un inventaire d'oiseaux par points d'écoute a été réalisé par Stantec (2019) à 7 stations sur le site Chaudière les 12 et 21 juin 2019. Le nombre et la répartition des stations d'écoute ont été déterminés afin de couvrir uniformément le site d'inventaire, tout en espaçant les stations d'un minimum de 250 m (afin d'éviter les recoulements des chants). La méthode du dénombrement à rayon limité (DRL) et celle de l'indice ponctuel d'abondance (IPA) ont été utilisées concurremment aux différentes stations d'écoute (Stantec, 2019).

Quelques 29 espèces d'oiseaux ont été répertoriées lors des inventaires et 3 par observation fortuite. Les observations fortuites d'oiseaux ne faisant pas partie de l'inventaire incluent l'Urubu à tête rouge (*Cathartes aura*), la Bernache du Canada (*Branta canadensis*) et le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*).

Dans le DRL, 20 espèces différentes ont été repérées alors que neuf espèces ont été vues ou entendues qu'à l'extérieur des stations. Des 29 espèces, 16 sont des nicheurs possibles de la zone d'étude, 11 ont été repérés dans une même station lors des deux visites et sont donc nicheurs probables alors que la nidification est confirmée pour le Bruant à gorge blanche (*Zonotrichia albicollis*) et le Pluvier kildir (*Charadrius vociferus*).

Aucune espèce menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée n'a été observée. La liste des espèces détectées dans le site d'inventaire est présentée au tableau 7.45. Notons que le Bruant chanteur (*Melospiza melodia*), la Mésange à tête noire (*Poecile atricapillus*), la Paruline masquée (*Geothlypis trichas*) et le viréo aux yeux rouges (*Vireo olivaceus*) ont été repérés dans chacun des sept points d'écoute lors d'au moins une visite (Stantec, 2019).

Tableau 7.45 Liste des espèces répertoriées dans le site d'inventaire Chaudière (7 stations) lors des visites réalisées les 12 et 21 juin 2019

Nom français	Nom latin	Constance dans les 7 stations	Nombre de couples nicheurs dans DRL	Nombre total d'individus	Statut de nidification dans la zone d'étude
Bruant à gorge blanche	<i>Zonotrichia albicollis</i>	0,71	3	13	Confirmé
Bruant chanteur	<i>Melospiza melodia</i>	1,00	12	29	Probable
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>	0,14	0	1	Possible
Cardinal rouge	<i>Cardinalis cardinalis</i>	0,29	0	2	Possible
Carouge à épaulette	<i>Agelaius phoeniceus</i>	0,29	0	8	Probable
Chardonneret jaune	<i>Spinus tristis</i>	0,86	30	53	Probable
Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	0,71	2	22	Probable
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>	0,14	0	1	Possible
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	0,29	0	6	Possible
Grive faune	<i>Catharus fuscescens</i>	0,86	6	17	Probable
Jaseur d'Amérique	<i>Bombycilla cedrorum</i>	0,29	5	5	Possible
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>	0,57	3	8	Probable
Mésange à tête noire	<i>Poecile atricapillus</i>	1,00	7	23	Probable
Moucherolle des aulnes	<i>Empidonax alnorum</i>	0,71	4	14	Probable
Paruline à croupion jaune	<i>Dendroica coronata</i>	0,29	2	2	Possible
Paruline à flancs marron	<i>Dendroica pensylvanica</i>	0,29	1	2	Possible
Paruline à gorge noire	<i>Dendroica virens</i>	0,14	0	1	Possible
Paruline bleue	<i>Dendroica caerulea</i>	0,14	0	1	Possible
Paruline flamboyante	<i>Setophaga ruticilla</i>	0,29	1	2	Possible
Paruline jaune	<i>Dendroica petechia</i>	0,71	11	23	Probable
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	1,00	5	16	Probable
Paruline rayée	<i>Setophaga striata</i>	0,14	1	1	Possible
Pic flamboyant	<i>Colaptes auratus</i>	0,29	1	2	Possible
Pic mineur	<i>Dryobates pubescens</i>	0,14	0,4	2	Possible
Pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>	0,29	0	2	Confirmé
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>	0,71	2	5	Possible
Troglodyte des forêts	<i>Troglodytes hiemalis</i>	0,14	0	1	Possible
Viréo à tête bleue	<i>Vireo solitarius</i>	0,71	3	7	Probable
Viréo aux yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>	1,00	5	15	Probable

Faune terrestre

Plusieurs espèces de mammifères terrestres sont potentiellement présentes dans la zone d'étude. Comme le milieu est majoritairement urbain avec quelques friches et parcs, les mammifères potentiellement présents sont, entre autres, l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*), l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*), la moutte rayée (*Mephitis mephitis*), le rat laveur (*Procyon lotor*), le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), la marmotte commune (*Marmota monax*), diverses espèces de micromammifères et de chauves-souris. Ces espèces communes et bien adaptées aux milieux urbains seraient également présentes dans les bassins versants de la rivière Saint-Charles et de la rivière du Cap Rouge (Organisme des bassins versants de la Capitale, 2015). En 2003, des spécimens de campagnols des champs (*Microtus pennsylvanicus*) ont été observés sur les berges de la rivière Saint-Charles, près du pont Drouin (Beaulieu et Therrien, 2003).

Lors des inventaires réalisés par Stantec (2019), les espèces fauniques suivantes ont été observées de manière fortuite : le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) et la marmotte commune.

7.6.3.3 Espèces fauniques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être désignées (EMVS)

En plus des espèces à statut particulier de l'herpétofaune (salamandre à quatre orteils) et de l'avifaune (faucon pèlerin, martinet ramoneur) qui ont été recensées à l'intérieur de la zone d'étude locale, on retrouve également à proximité de cette dernière des occurrences (CDPNQ, 2019) de mollusques bivalves, d'herpétofaune et d'avifaune (tableau 7.46). Concernant les espèces de bivalves, les occurrences de l'anodont du gaspareau, dans la rivière Saint-Charles et dans le fleuve Saint-Laurent, sont considérées comme historiques et datent de 1890. Il est donc peu probable que cette espèce soit toujours présente dans la zone d'étude ou en périphérie. Quant à l'obovarie olivâtre, elle pourrait potentiellement s'y retrouver.

Le tableau 7.46 dresse la liste de ces espèces et précise pour chacune son statut au Québec et au Canada ainsi que le secteur où elles ont été localisées.

Tableau 7.46 EMVS fauniques, statut et localisation relativement à la zone d'étude

Nom commun	Nom scientifique	Statut au Québec	Statut au Canada	Localisation
Bivalves				
Anodont du gaspareau	<i>Utterbackiana implicata</i>	Susceptible	-	Périphérie
Obovarie olivâtre	<i>Obovaria olivaria</i>	Susceptible	-	Périphérie
Herpétofaune				
Couleuvre à collier	<i>Diadophis punctatus</i>	Susceptible	-	Périphérie
Couleuvre verte	<i>Opheodrys vernalis</i>	Susceptible	-	Périphérie
Salamandre à quatre orteils	<i>Hemidactylum scutatum</i>	Susceptible	-	Secteur Ouest
Salamandre sombre du Nord	<i>Desmognathus fuscus</i>	Susceptible	-	Périphérie
Tortue des bois	<i>Glyptemys insculpta</i>	Vulnérable	Menacée	Périphérie
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	Vulnérable	Préoccupante	Périphérie
Avifaune				
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinum anatum</i>	Vulnérable	-	Secteur Centre et périphérie
Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>	Susceptible	Menacée	Secteur Centre et périphérie
Pic à tête rouge	<i>Melanerpes erythrocephalus</i>	Menacée	Menacée	Périphérie
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>	Menacée	En voie de disparition	Périphérie
Troglodyte à bec court	<i>Cistothorus platensis</i>	Susceptible	-	Périphérie

Concernant la faune ichtyenne, rappelons que l'anguille d'Amérique, une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable, est potentiellement présente dans la rivière Saint-Charles. Par ailleurs, bien que le projet ne soit pas susceptible d'affecter les eaux de l'estuaire de la rivière Saint-Charles, cinq espèces à statut particulier fréquentent ce milieu, soit le bar rayé, l'aloise savoureuse, l'esturgeon jaune, l'esturgeon noir et l'anguille d'Amérique.

7.6.3.4 Habitat faunique

Les habitats fauniques reconnus correspondent aux habitats légalement protégés par le Règlement sur les habitats fauniques (R.R.Q C-61.1, r. 18) de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (R.R.Q. C-61.1).

La consultation des plans légaux des habitats fauniques (héronnière, aire de confinement du cerf de Virginie, habitat du rat musqué, aire de concentration des oiseaux aquatiques) révèle qu'aucun habitat faunique n'est présent dans les quatre sites d'inventaire (Stantec, 2019).

Seul l'habitat du poisson est présent dans la zone d'étude locale du projet. Un « habitat du poisson » est défini comme suit : « un lac, un marais, un marécage, une plaine d'inondations dont les limites correspondent au niveau atteint par les plus hautes eaux selon une moyenne établie par une récurrence de 2 ans, un cours d'eau, incluant le fleuve Saint-Laurent et son estuaire, ou tout autre territoire aquatique situé dans le golfe du Saint-Laurent et la Baie des Chaleurs et identifié par un plan dressé par le ministre, lesquels sont fréquentés par le poisson; lorsque les limites de la plaine d'inondations ne peuvent être ainsi établies, celles-ci correspondent à la ligne naturelle des hautes eaux ».

